

# PROSIDING

## SEMINAR NASIONAL BIOLOGI XXIV 2017

ISBN: 978-602-51854-0-3

**“Penelitian, Bioprospeksi, dan Pemanfaatan Berkelanjutan dari Keanekaragaman Hayati”**

Universitas Sam Ratulangi & Lion Hotel dan Plaza Manado  
24-26 Agustus 2017



Sponsor By :



## PROSIDING

### SEMINAR NASIONAL BIOLOGI XXIV PERHIMPUNAN BIOLOGI INDONESIA (PBI) CABANG MANADO

**Tema:**  
*Penelitian, Bioprospeksi, dan Pemanfaatan Berkelanjutan  
dari Keanekaragaman hayati*



**TIM REVIEWER DAN EDITOR PROSIDING  
SEMINAR NASIONAL BIOLOGI XXIV 2017**

**REVIEWER:**

|                                    |                                       |
|------------------------------------|---------------------------------------|
| Prof. Dr. Herbert Sipahutar, M.Si. | (Universitas Negeri Medan)            |
| Prof. Dr. Herry M. Sumampow        | (Universitas Negeri Manado)           |
| Prof. Dr. Dingse Pandiangan, M.Si  | (Universitas Sam Ratulangi)           |
| Dr. Isnaini Nurwahyuni, M.Sc       | (Universitas Sumatera Utara)          |
| Dr. Sisunandar, M.Si               | (Universitas Muhammadiyah Purwokerto) |
| Dr. Farha Dapas S.Si, M.Env. Stud. | (Universitas Sam Ratulangi)           |
| Dr. Marina Silalahi, M.Si          | (Universitas Kristen Indonesia)       |

**EDITOR:**

Dr. Roni Koneri, M.Si  
Dr. Stella Umboh, M.Si  
Drs. Parluhutan Siahaan, M.Si  
Dr. Hanny Pontoring, M.Si

**Diterbitkan oleh**  
**Perhimpunan Biologi Indonesia Cabang Manado**  
**Jurusan Biologi FMIPA Universitas Sam Ratulangi**  
**Jl. Kampus Unsrat, Bahu, Manado, Sulawesi Utara**  
**Maret 2018**

**Hak Cipta © Perhimpunan Biologi Indonesia Cabang Manado**

**Dilarang keras menerjemahkan, memfotocopi, memperbanyak sebagian atau seluruh isi  
buku ini tanpa izin tertulis dari penerbit**

**Dicetak di Indonesia**

**Cetakan Pertama, Maret 2018**

ISBN 978-602-51854-0-3



**Diterbitkan oleh**

**Perhimpunan Biologi Indonesia Cabang Manado  
Jurusan Biologi FMIPA Universitas Sam Ratulangi  
Jl. Kampus Unsrat, Bahu, Manado, Sulawesi Utara  
Email : pbimanado@gmail.com**

**SUSUNAN PANITIA PELAKSANA  
KONGRES DAN SEMINAR NASIONAL BIOLOGI XXIV  
PERHIMPUNAN BIOLOGI INDONESIA (PBI) CABANG MANADO  
“Penelitian, Bioprospeksi, dan Pemanfaatan Berkelanjutan  
dari Keanekaragaman Hayati**

**PENASEHAT** : Rektor Universitas Sam Ratulangi (UNSRAT)  
: Rektor Universitas Negeri Manado (UNIMA)

**PENGARAH** : Dr. Siti Nuramaliati Prijono (Ketua Umum PBI)  
: Prof. Dr. Benny Pinontoan, M.Sc. (Dekan FMIPA UNSRAT)  
: Dr. Heroike Dennie Rompas, M.Si.(Dekan FMIPA UNIMA)  
: Joke L. Tombuku S.Si., M.Si. (Dekan FMIPA UKIT)

Penanggung Jawab 1 : Prof. dr. Edwin de Queljoe, MSc Sp.And  
Penanggung Jawab 2 : Dr. Heroike Dennie Rompas, MSi  
Penanggung Jawab 3 : Joke L. Tombuku, S.Si, MSi

Ketua : Prof. Dr. Dingse Pandiangan, MSi  
Wakil Ketua : Dr. Sukmarayu P. Gedoan, M.P  
Sekretaris : Dr. Roni Koneri, MSi  
Bendahara : Dr. Helen J. Lawalata, MSi

**Seksi-Seksi**

**a. Kesekretariatan:**

1. Dr. Regina Butarbutar, S.P., M.Si.
2. Dr. Hanny Pontoring, MS
3. Dr. Metilistina Sasinggala, M.Si
4. Yuniarsih Sofyan,
5. Selvana S. Tulandi
6. Farha Dapas, S.Si, M.Env. Stud.

**b. Acara dan Protokol:**

1. Marina Singkoh, S.Pi., M.Si.1. .
2. Dr. Debby J.J. Rayer, M.Si.
3. Dr. Eva L. Baideng, S.P., M.Si.
4. Dra. Fanny N. Nanlohy, M.P., DHET
5. Dr. Miftahuddin, M.Si
6. Dr. Meity Tanor, M.S

**c. Konsumsi**

1. Dr. Henny L. Rampe, MSi
2. Utari Satiman, S.P., M.Si.
3. Ir. Marthy L.S. Taulu, M.Si.
4. Dr. Stella D. Umboh, MS
5. Febby Kandou, S.Si. M. Kes

**d. Kehumasan dan Akomodasi**

1. Dr. Sedy Rondonuwu, MSi
2. Dr. Tinny D. Kaunang, M.Si
3. Dr. Rooije Rumende, MKes
4. Dra. Christny F. E. Rompas, M.Si
5. Vera Roring, SPi, M.Sc.
6. Dr. Anatje Lihiang, M.P.

**e. Publikasi & Dokumentasi**

1. Drs. Parluhutan Siahaan, M.Si
2. Beivy Kolondam, S.Si., M.Si., M.S.
3. Dr. Mariana Rengkuan, S.Pd., M.Pd.
4. Dr. Herry M. Sumampouw, M.Pd
5. Silvana Tumbel, S.Si, M.Si.

**f. Perlengkapan dan Transportasi**

1. Drs. Deidy Katili, M.Si.
2. Ir. Lalu Wahyudi, M.P.
3. Ferdy Ardy Karauan, S.Si, Msi
4. Dra. Carolin Manuahe, M.Si
5. Dr. Ir. Johanis J. Pelealu, MS
6. Dr. Mercy Rampengan, S.Pi, M.AppSc, PhD

**h. Materi & Pelaporan**

1. Drs. Marnix Langoy, M.Si.
2. Yeremia S. Mocosuli, S.Si, M.Si.
3. Dr. Alfonds A. Maramis, MSi
4. Silvana Tumbel, S.Si, M.Si.
5. Dr. Emma Moko, STP. MSi

**i. Persidangan**

1. Ir. Marhaenus Rumondor, MS
2. Margaretha Sharly Ginting, S.Si
3. Dr. Femmy Roosje Kawuwung, M.Si.
4. Dra. Dientje F. Pendong, M.Pd
5. Pience Veralyn Maabuat, S.Si, Msi
6. Dr. Jovialine A. Rungkat, M.Si

**SUSUNAN ACARA KONGRES DAN SEMINAR NASIONAL PBI XXIV 2017  
 DI MANADO, SULAWESI UTARA  
 24-26 AGUSTUS 2017**

| Waktu   | Agenda   | Pelaksana   |
|---|--|---|
| <b>Kamis, 24<br/>Agustus 2017</b><br>13.00-17.00<br><br>19.00-22.00 | Penyambutan Peserta Seminar di Auditorium Universitas Sam Ratulangi, Manado<br><br>Kongres Perhimpunan Biologi Indonesia di Hotel Quality Manado   | Panitia<br><br>Pengurus PBI dan Panitia   |
| <b>Jumat, 25<br/>Agustus 2017</b><br>07.30-08.00                    | Registrasi Peserta Seminar   | Panitia   |
| 08.00-08.45   | Opening Ceremonys Seminar<br>1. Lagu Indonesia Raya<br>2. Doa<br>3. Laporan Ketua Panitia<br>4. Sambutan Ketua PBI<br>5. Sambutan Ketua PBI Cabang Manado<br><br>6. Foto Bersama   | MC<br>Panitia<br>Panitia<br>Prof. Dr. Dingse Pandiangan<br>Dr. Siti Nuramaliati Prijono<br>Prof. Edwin de Queljoe, M.Sc.<br>Sp.And<br>Panitia |
| 08.45-09.00   | <i>Coffee Break</i>  |   |
| 09.00-09.45   | Pembicara Utama:<br>1. Dr. Siti Nuramaliati Prijono (LIPI.: Status, Pelestarian, Pemanfaatan Keanekaragaman Hayati Indonesia: Peluang dan Tantangan).<br>2. Prof. Amin Subandrio (Direktur Lembaga Eijkman. Pemanfaatan Biologi Molekuler dalam Pemetaan Keanekaragaman Hayati).<br>3. Prof. Dr. Orbanus Naharia (Universitas Negeri Manado: Strategi Pendidikan Biologi untuk Pengajaran tentang Keanekaragaman Hayati  | Moderator<br>Prof. Dr. Ibnu Maryanto  |
| 09.45-11.00   | 1. Prof. Dr. Ir. Hery I. Simbala, M.Si (Universitas Sam Ratulangi, Manado: Bioprospeksi Pinang Yaki ( <i>Areca vestiaria</i> ) sebagai Anti Kanker.<br>2. Drs. Sisunandar, M.Si., Ph.D. (Universitas Muhammadiyah Purwokerto: Kultur Jaringan Tumbuhan untuk Program Peningkatan Kualitas dan Konservasi Kelapa di Indonesia)<br>3. Dr. Luchman Hakim (Universitas Brawijaya: Peran Biologi dalam Pengembangan Ekowisata).<br>4. Prof. Dr. Dingse Pandiangan, M.Si (Universitas Sam Ratulangi) “Penelitian dan Pemanfaatan Bioteknologi untuk Diversifikasi Produk Keanekaragaman Hayati.” | Moderator<br>Dr. Sukmarayu P. Gedoan  |
| 11.00-11.30   | Sesi Tanya Jawab   |   |
| 11.30-13.00   | ISHOMA dan Sesi Poster   | Panitia   |

|   |   |  |
|---|---|--|
| 13.00-16.30                                       | Sesi Paralel (Bioteknologi, Biodiversitas dan Biokonservasi, Biologi Lingkungan, Biofarmasi, dan Pendidikan Biologi)  | Penanggung Jawab Ruang dan Moderator di Kelompok                     |
| 16.30-17.00                                       | Pengumuman Pemenang Poster dan Presentator terbaik  | Panitia  |
| 17.00-18.00                                       | 1. <i>Closing Ceremony</i> :<br>- Pembacaan Hasil Kongres Biologi XVI<br>- Serah terima Kepengurusan<br>- Sambutan dari Ketua Umum PBI Baru<br>2. Ucapan Terima Kasih<br>3. Doa Penutup | Ketua PBI Cabang Manado<br><br>Prof. dr. Edwin de Queljoe<br>Panitia |
| <b>Sabtu, 26<br/>Agustus 2017<br/>07.00-15.00</b> | <i>Field Trip</i>   | Panitia  |

## **KATA PENGANTAR**

Puji dan syukur kami panjatkan kehadiran Tuhan yang Maha Esa atas segala Rahmat dan Berkat-Nya, sehingga prosiding hasil Seminar Nasional Biologi XXIV tahun 2017 dengan tema Penelitian, Bioprospeksi, dan Pemanfaatan Berkelanjutan dari Keanekaragaman hayati dapat diselesaikan. Prosiding ini merupakan kumpulan makalah yang dipresentasikan pada Seminar Nasional Perhimpunan Biologi Indonesia XXIV yang dilaksanakan pada tanggal 25 Agustus 2017 di Lion Hotel Manado, Sulawesi Utara.

Makalah dalam prosiding ini dikelompokkan dalam lima topik yaitu (1) Bioteknologi, (2) Biodiversitas dan Konservasi, (3) Biologi Lingkungan, (4) Biofarmasi dan Biomedis, dan (5) Pendidikan Biologi. Makalah ini sudah dipresentasikan dan ditelaah oleh reviewer sesuai dengan bidangnya masing-masing.

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada semua pihak yang telah membantu terselenggaranya Seminar Nasional Perhimpunan Biologi Indonesia XXIV. Ucapan terima kasih juga disampaikan pada tim reviewer yang telah menelaah makalah sehingga layak untuk diterbitkan. Semoga Prosiding ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan menjadi acuan ilmiah bagi masyarakat luas yang memerlukan perkembangan penelitian dibidang biologi.

Manado, 13 Maret 2018

Editor

## KATA SAMBUTAN DAN LAPORAN KETUA PANITIA SEMINAR

Puji dan Syukur kita panjatkan kehadirat Tuhan yang Maha Esa atas segala Rahmat dan Berkat-Nya bagi kita semua bisa hadir di acara Seminar Nasional Biologi XXIV tahun 2017 dan Kongres Perhimpunan Biologi Indonesia XVI pada Jumat, tanggal 25 Agustus 2017 di Hotel Lion dan Plaza Manado hari ini. Seminar ini dirangkaikan dengan Kongres Perhimpunan Biologi Indonesia ke XVI tahun 2017 yang telah dilaksanakan kemarin Hotel Quality Manado dan Seminar MIPANET 2017 di Auditorium Universitas Sam Ratulangi Manado pada hari Kamis, tanggal 24 Agustus 2017. Demikian juga hari ini Rektor dan Dekan FMIPA Unsrat tidak bisa hadir bersama-sama dengan kita saat ini oleh karena Beliau menghadiri lanjutan Seminar MIPANET kemarin sekaligus menyambut Dirjen Ristekdikti yang sedianya Pembicara utama hari Kamis kemarin dipindahkan hari ini. Atas nama Beliau memohon maaf tidak bisa menyambut Bapak/Ibu para Pembicara dan Peserta seminar pagi ini. Oleh karena itu juga seminar ini menjadi tidak tepat waktu di mulai, untuk itu kami panitia memohon maaf atas ketidaknyamanan ini.

Bapak dan Ibu Peserta Seminar yang kami hormati, pendidikan dan penelitian menjadi dua aspek yang sangat penting dalam pengembangan ilmu dan teknologi, serta program konservasi keanekaragaman hayati dan berbagai aspek biologi dan ekologi. Untuk itu, hasil-hasil penelitian dalam berbagai aspek biologi menjadi sangat penting untuk konservasi keanekaragaman hayati dan berbagai aspek lingkungannya. Hasil-hasil penelitian tersebut perlu diterapkan, namun perlu juga disebar luaskan agar diketahui masyarakat lebih luas. Untuk itu, berbagai publisitas hasil-hasil penelitian tersebut melalui majalah ilmiah, seminar, lokakarya dan konferensi merupakan hal yang perlu dilakukan untuk menyebar luaskan informasi hasil-hasil penelitian bagi masyarakat secara luas, khususnya para praktisi biologi. Seminar Nasional Perhimpunan Biologi Indonesia (PBI) Cabang Manado menjadi salah satu wadah yang dapat dipakai untuk mencapai tujuan tersebut.

Seminar ini bertujuan untuk mewadahi penemuan-penemuan terkini dalam bidang ilmu Biologi, yang meliputi Bioteknologi, Biodiversitas, Bioproses, Biofarmasi dan Biokonservasi dan Biologi Pendidikan. Melalui seminar ini diharapkan akan diperoleh beberapa manfaat yaitu: Pertukaran informasi di antara para peneliti mancanegara dan terciptanya jejaring kerja baru bagi para peneliti dan penambah wawasan keilmuannya, peluang untuk publikasi ilmiah pada jurnal internasional bereputasi, peningkatan wawasan ilmiah peserta langsung dari narasumber pakarnya, peluang untuk mendapatkan satuan kredit para dosen Biologi dan pemerhati Biologi lainnya. Oleh sebab itu timbullah tema kegiatan seminar ini yaitu **“Penelitian, Bioprospeksi, dan Pemanfaatan Berkelanjutan dari Keanekaragaman Hayati”**. Sub tema kegiatan adalah Bioteknologi, Biodiversitas dan Biokonservasi, Biologi Lingkungan, Biofarmasi dan Biomedis, Pendidikan Biologi.

Terimakasih banyak atas kesediaan para Pembicara Utama atau Pemakalah Utama yang telah hadir hari ini, bersedia membagi pengalaman dan ilmu bagi kita hari ini dan sekaligus menjadi Sponsor pada kegiatan Seminar ini, yang kami sapa dengan hormat:

1. Dr. Siti Nuramaliati Prijono (Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia/LIPI. Status, Pelestarian, Pemanfaatan Keanekaragaman Hayati Indonesia: Peluang dan Tantangan)
2. Prof. Amin Subandrio (Direktur Lembaga Eijkman dan Gurubesar UI. Pemanfaatan Biologi Molekuler dalam Pemetaan Keanekaragaman Hayati)
3. Prof. Dr. Orbanus Naharia (Direktur Pascasarjana Universitas Negeri Manado. Strategi Pendidikan Biologi untuk Pengajaran Keanekaragaman Hayati)
4. Prof. Dr.Ir. Herny I. Simbala, MSi (Universitas Sam Ratulangi Manado. Bioprospeksi Pinang *Areca vestiaria* sebagai Anti Kanker)
5. Drs. Sisunandar, M.Si., Ph.D. (Universitas Muhammadiyah Purwokerto. Kultur Jaringan Tumbuhan untuk Program Perbaikan Kualitas dan Konservasi Kelapa di Indonesia)
6. Luchman Hakim, S.Si, Magrsc, PhD (Universitas Brawijaya: Peran Biologi dalam Industri Wisata di Indonesia: Konservasi dan Biodiversitas)
7. Prof. Dr. Dingse Pandiangan, MSi (Universitas Sam Ratulangi, Penelitian dan Pemanfaatan Bioteknologi untuk Diversifikasi Produk Keanekaragaman Hayati).

Jumlah abstrak yang terkirim ke panitia sebagai pemakalah sebanyak 130 orang hampir mewakili seluruh Propinsi yang ada di Indonesia. Peserta seminar berasal dari berbagai kalangan mulai dari Dosen,

Lembaga peneliti, Mahasiswa S1, S2 dan S3, Lembaga masyarakat dan pemerintah daerah. Bersamaan dengan hal tersebut pengurus cabang PBI seluruh Indonesia juga turut diundang dalam acara seminar ini. Beberapa pengurus juga ikut serta dalam acara seminar ini. Beberapa sponsor pendukung acara ini juga membuka Stand pameran produk-produk mereka yang membuat acara ini semakin ramai dan semarak. Maka total keseluruhan peserta bersama panitia dari dosen, mahasiswa serta tamu yang datang dari para sponsor adalah 307 orang.

Acara Seminar Nasional Biologi tahun 2017 ini juga bersamaan dengan Kongress Perhimpunan Biologi Indonesia yang dilakukan sekali 4 tahun. Kegiatan ini baru pertama kali dilakukan di Manado setelah terbentuknya Perhimpunan Biologi Indonesia Cabang Manado yang dikoordinir oleh Prof. Dr. Dingse Pandiangan, MSi atas perintah penugasan PBI Pusat. PBI Cabang Manado dibentuk kembali pada tahun 2015 yang di Ketuai oleh Prof. Dr. Edwin de Queljoe, MSc, Sp.And dari UNSRAT, Wakil Ketua Dr. Dennie Rompas, MSi dari UNIMA, Sekretaris Prof. Dr. Dingse Pandiangan, MSi, Wakil Sekretaris Dr. Sukmarayu Gedoan, MSi dan Bendahara Joke L.Tombuku, S.Si. M.Si dari UKIT yang dibantu beberapa komisi lainnya.

Seminar ini diselenggarakan oleh Perhimpunan Biologi Indonesia Cabang Manado dengan dukungan dari: 1. Perhimpunan Biologi Indonesia (Pusat Jakarta), 2. Jurusan Biologi Universitas Negeri manado, 3. FMIPA Universitas Kristen Tomohon, 4. LIPI (Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia), 5. Lembaga Eijkman Jakarta, 6. PT. Ditekjaya, 7. Gene Craft Labs, 8. PT. Tirta Invertama (Aqua), dan 9. Manado Post. Untuk itu kami mengucapkan banyak terimakasih atas peran serta seluruh sponsor dan panitia sehingga seminar ini berjalan seperti yang kita lihat saat ini. Demikianlah sambutan ini kami sampaikan. Atas segala perhatian Bapak/Ibu/Sdra/i kami ucapkan terimakasih.

Manado, 25 Agustus 2017  
Ketua Panitia

(Prof. Dr. Dingse Pandiangan, MSi)  
NIP: 196710201995032001

## SAMBUTAN KETUA PERHIMPUNAN BIOLOGI INDONESIA CABANG MANADO

Syalom, Salam Sejahtera bagi kita semua,  
Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Yang kami hormati

Ketua PBI Pusat, serta rombongan. Selamat datang di Manado Sulawesi Utara

Yang kami hormati para Keynote Speaker :

1. Dr. Siti Nuramaliati Prijono ( Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia)
2. Prof. dr. Amin Subandrio, PhD (Direktur Lembaga Eijkman dan Guru Besar UI)
3. Drs. Sisunandar, MSi, PhD. (Univ Muhamadiyah Purwokerto )
4. Luchman Hakim, SSI., M AGRSC., PhD ( Univ. Brawijaja )
5. Prof. Dr. Orbanus Nahari ( Univ. Negeri Manado )
6. Prof. Dr. Herni i. Simbala, ( Univ. Sam Ratulangi )
7. Prof. Dr. Dingse Pandiangan, MSi ( Univ. Sam Ratulangi )

Para pemateri dan peserta Seminar Nasional Biologi yang saya hormati

Pertama- tama marilah kita panjatkan puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, yang telah melimpahkan rahmat dan berkah-Nya kepada kita semua sehingga hari ini kita dapat dipertemukan untuk mengikuti acara Seminar Nasional Biologi ke XXIV yang diadakan oleh PBI Manado. Kami mengucapkan selamat datang pada peserta seminar dimana kita memiliki kesempatan untuk Mmembagi informasi tentang berbagai strategi untuk meningkatkan kemampuan peneliti dalam melakukan penelitian serta penerapan hasil-hasil penelitian dalam bidang biologi. Pada Seminar Nasional ini, tema yang kami angkat adalah "Penelitian, Bioprospeksi, dan Pemanfaatan Berkelanjutan dari Keanekaragaman Hayati". Menurut hemat kami, seminar, diskusi, dan sharing Ilmu pengetahuan seperti ini selalu memainkan peranan penting dalam perkembangan dan pengembangan ilmu pengetahuan.

Seminar Nasional ini dapat terselenggara berkat bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini ijinkan kami menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih kepada panitia penyelenggara yang terdiri dari UNSRAT, UNIMA DAN UKIT yang telah mempersiapkan terselenggaranya seminar nasional ini, Secara khusus perkenalkan pula saya sampaikan terima kasih kepada PBI PUSAT, UNSRAT, UNIMA, UKIT, LIPI, GENE CRAFT LABS, PT DITEK JAYA , LEMBAGA EIJKMAN DAN AQUA YANG TELAH BERPARTISIPASI DALAM PENYELENGGARAAN Seminar Nasional Biologi ke XXIV.

Kami menyadari bahwa penyelenggaraan seminar ini masih banyak kekurangan, untuk itu kami mohon maaf yang sebesar-besarnya. Akhirnya saya mengucapkan terima kasih atas partisipasinya dalam seminar yang diselenggarakan oleh PBI Cabang Manado ini dengan harapan semoga memberikan pencerahan bagi kita khususnya yang selalu terlibat dalam penelitian, pembelajaran dan aplikasi bidang MIPA dalam kehidupan kita masing- masing.

Akhir kata semoga peserta seminar mendapatkan manfaat yang besar dari Seminar ini sehingga mampu mewujudkan atmosfer dalam penelitian, pembelajaran dan aplikasi bidang Biologi yang baik dan berkelanjutan sesuai dengan perkembangan Ilmu dan Teknologi . Kami mengucapkan terima kasih dan selamat mengikuti seminar.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Salam Hangat,  
Ketua PBI Cabang Manado

Prof. Edwin de Queljoe, M.Sc., Sp.And

## DAFTAR ISI

|  |             |
|--|-------------|
| <b>HALAMAN JUDUL</b>                                   | Hal         |
| <b>TIM REVIEWER DAN EDITOR PROSIDING</b>               | <b>i</b>    |
| <b>SUSUNAN PANITIA PELAKSANA</b>                       | <b>ii</b>   |
| <b>SUSUNAN ACARA SEMINAR</b>                           | <b>iv</b>   |
| <b>KATA PENGANTAR</b>                                  | <b>vi</b>   |
| <b>KATA SAMBUTAN DAN LAPORAN KETUA PANITIA SEMINAR</b> | <b>vii</b>  |
| <b>SAMBUTAN KETUA PERHIMPUNAN BIOLOGI INDONESIA</b>    | <b>viii</b> |
| <b>CABANG MANADO</b>                                   | <b>x</b>    |
| <b>DAFTAR ISI</b>                                      | <b>xi</b>   |

### MAKALAH UTAMA

| No | Judul  | Penulis                              |       |
|----|--|--------------------------------------|-------|
| 1. | Status, Pelestarian, Pemanfaatan Keanekaragaman Hayati Indonesia: Peluang dan Tantangan        | Dr. Siti Nuramaliati Prijono         | 1-6   |
| 2. | Pemanfaatan Biologi Molekuler dalam Pemetaan Keanekaragaman Hayati                             | Prof. Amin Subandrio                 | 7     |
| 3. | Strategi Pendidikan Biologi untuk Pengajaran tentang Keanekaragaman Hayati                     | Prof. Dr. Orbanus Nahari             | 8     |
| 4. | Bioprospeksi Pinang Yaki ( <i>Areca vestiaria</i> ) sebagai Anti Kanker                        | Prof. Dr. Ir. Herny I. Simbala, M.Si | 9     |
| 5. | Kultur Jaringan Tumbuhan untuk Program Peningkatan Kualitas dan Konservasi Kelapa di Indonesia | Drs. Sisunandar, M.Si., Ph.D         | 10-21 |
| 6. | Peran Biologi dalam Pengembangan Ekowisata   | Dr. Luchman Hakim                    | 22    |
| 7. | Penelitian dan Pemanfaatan Bioteknologi untuk Diversifikasi Produk Keanekaragaman Hayati       | Prof. Dr. Dingse Pandiangan          | 23-34 |

### MAKALAH PENUNJANG

#### Kelompok: Bioteknologi

|   |   |   |       |
|---|---|---|-------|
| 1 | Pengaruh Media Sintetik yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan Miselium Fungi Ektomikoriza <i>Cenococcum</i> sp.   | Feskaharny Alamsjah   | 35-39 |
| 2 | Kemampuan Seksual Sapi Pejantan Limousin dan Simmental di Balai Inseminasi Buatan Lembang   | Lentji Rinny Ngangi, Manopo Jouke H, Endang Pudjihastuti dan Santie H. Turangan | 40-44 |
| 3 | Peningkatan Produksi Cabai Rawit ( <i>Capsicum annum</i> L.) Dengan Menggunakan Pupuk Organik Berbahan Dasar Limbah Peternakan yang Difermentasi oleh Agen Bio-Aktivator di Desa Tosuraya Selatan Kecamatan Ratahan Kabupaten Minahasa Tenggara | Hellen Joan Lawalata  | 45-51 |
| 4 | Potensi Nata De Coco sebagai Bahan Baku Plastik   | Nur Arfa Yanti, Sitti Wirdhana Ahmad, dan Nurhayani H. Muhiddin                 | 52-57 |
| 5 | Pemanfaatan Kangkung Air ( <i>Ipomoea aquatica</i> Forsk) sebagai Pakan Labi-Labi ( <i>Amyda cartilaginea</i> Boddaert, 1770)   | Teguh Muslim  | 58-63 |
| 6 | Kemampuan Isolat <i>Bacillus cereus</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , dan Konsorsium terhadap <i>Pyricularia grisea</i> Penyebab Penyakit Blast pada Padi Inpari 15   | Zuraidah dan Hendrix Kusuma   | 64-70 |

|    |  |   |        |
|----|--|---|--------|
| 7  | Induksi Embriogenesis Somatik <i>Artemisia vulgaris</i> L. dengan Pemberian 2,4-Dichlorophenoxyacetic Acid (2,4-D)                                 | Zozy Aneloi Noli, Suwirman dan Nazhira Fadhilah           | 71-76  |
| 8  | Viabilitas dan Pertumbuhan Biji Porang ( <i>Amorphophallus muelleri</i> BLUME) dari Bunga Terfertilisasi dan tidak Terfertilisasi                  | Nunung Harijati dan Hikma Isnailul Navisya                | 77-84  |
| 9  | Induksi Protein Tanaman Kacang Tanah ( <i>Arachis hypogaea</i> L.) dengan Elisitor Ekstrak <i>Sida rhombifolia</i> L. dan <i>Plantago mayor</i> L. | Henny L. Rampe, Stella D. Umboh dan Marhaenus J. Rumondor | 85-91  |
| 10 | Optimasi Medium melalui Penambahan Sitokinin dan Auksin pada Beberapa Spesies Gaharu secara <i>In Vitro</i>  | Aryani Leksonowati dan Witjaksono                         | 92-100 |

**Kelompok: Biofarmasi dan Biomedis**

|   |  |   |         |
|---|--|---|---------|
| 1 | Uji Antioksidan Taurine dan Ekstrak Jamur Tiram terhadap Efek Oksidan Paraquat pada Jaringan Paru Mencit Jantan ( <i>Mus musculus</i> )                    | Endang L. Widiastuti, Bayu P.D. Jaya dan Endang Nurcahyani          | 101-109 |
| 2 | Potensi Ekstrak Tunikata Laut <i>Polycarpa aurata</i> Quoy dan Gaimard 1834 sebagai Antibakteri MRSA ( <i>Methicilin Resistant Staphylococcus Aureus</i> ) | Magdalena Litaay, Elvianita Baby, Zaraswati Dwyana dan Eva Johannes | 110-115 |
| 3 | Bioprospeksi <i>Tabulotutu</i> ( <i>Euphorbia hirta</i> L) di Gorontalo  | Novri Youla Kandowangko   | 116-122 |
| 4 | Amplifikasi dan Sekuensing Gen RV 1980C <i>Mycobacterium tuberculosis</i> sebagai Antigen Immuno Diagnostik Tuberkulosis Laten                             | Rosana Agus   | 123-126 |
| 5 | Kandungan Fitokimia dan Aktifitas Sitotoksik Rumput Laut merah ( <i>Halimena Durvilae</i> ) yang diambil dari Perairan Sulawesi Utara                      | Sanger G., Rarung L.K., Kaseger B.E                                 | 127-134 |
| 6 | Oksitosin Menghambat Aktivasi Ghrelin terhadap Neuron NPY di Pusat Pengendali Makan Arcuate Nucleus Hipotalamus  | Putra Santoso dan Anthoni Agustien                                  | 135-142 |
| 7 | Inventarisasi dan Identifikasi Tanaman Obat Di Pekarangan Desa Sibetan, Kecamatan Bebandem Kabupaten Karangasem, Bali                                      | Yenisbar, Wayan Rawiniwati, Ety Hesthiati                           | 143-153 |
| 8 | Efek Ekstrak “Pasote” terhadap Kadar Gula Darah Tikus Putih Jantan yang Diinduksi dengan Sukrosa   | Dingse Pandiangan, Lalu Wahyudi dan Edwin de Queljoe                | 154-163 |
| 9 | Uji Teratogenik Ekstrak Buah Pare ( <i>Momordica charantia</i> L.) terhadap Perkembangan Fetus Mencit ( <i>Mus musculus</i> )                              | Nuning Nurcahyani, Silvia Andriani, Sutyarso, dan Hendri Busman     | 164-169 |

**Kelompok: Biodiversitas dan Biokonservasi**

|   |   |                                    |         |
|---|---|------------------------------------|---------|
| 1 | Pemanfaatan Tumbuh-Tumbuhan oleh Kupu-Kupu di Kawasan Ekowisata Mangrove Pantai Indah Kapuk, Jakarta Utara      | Hasni Ruslan dan Dwi Andayaningsih | 170-173 |
| 2 | Vegetasi Dominan di Areal Bekas Kebun dan Pemanfaatannya oleh Masyarakat Kampung Ayambori Manokwari Papua Barat | Heru Joko Budirianto               | 174-184 |
| 3 | Studi Ekologi Tumbuhan Invasif di Kawasan Cagar Alam Rimbo Panti Pasaman Propinsi Sumatera Barat                | Solfiyeni dan Wilda Sasra Yulita   | 185-192 |

|    |  |   |         |
|----|--|---|---------|
| 4  | Pemanfaatan Vegetasi Mangrove untuk Kedaulatan Ekonomi Masyarakat Pesisir  | Farhanuddin, Nur Indah Sari Arbit, Sulmiyati, dan Suparjo Razasli Carong  | 192-198 |
| 5  | Biodiversitas Karang Jamur (Fungiidae) di Perairan Teluk Manado  | Bambang Hermanto  | 199-207 |
| 6  | Keragaman Jenis Burung di Sekitar Kawasan Air Terjun Lombongo sebagai Potensi Obyek Wisata <i>Birdwatching</i> Provinsi Gorontalo  | Diah Irawati Dwi Arini  | 208-219 |
| 7  | Pola Pertumbuhan Ikan Jurung ( <i>Tor tambra</i> ) dari Sungai Bahorok Sumatera Utara  | Hesti Wahyuningsih dan Erita Sabri  | 220-225 |
| 8  | Keanekaragaman Herpetofauna di Area Sungai Sekung, Kawasan Ekosistem Essensial Wehea-Kelay, Kalimantan Timur   | Ulfah Karmila Sari, Teguh Muslim, dan Suryanto  | 226-234 |
| 9  | Identifikasi Spesies Katak <i>Hylarana</i> sp. dari Pulau Bangka Menggunakan Penanda Gen 16s RRNA Mitokondria  | Wahyu Prihatini, Siwi Saputri, dan Rouland Ibnu Darda   | 235-241 |
| 10 | Program Perhutanan Sosial 12,7 Juta Hektar: Suatu Ancaman atau Keuntungan terhadap Keanekaragaman Hayati Hutan Indonesia   | Ardiyanto W Nugroho   | 242-250 |
| 11 | Kondisi Habitat Beruang Madu di <i>Enclosure</i> Kawasan Wisata Pendidikan Lingkungan Hidup (KWPLH) Balikpapan   | Mukhlisi  | 251-257 |
| 12 | Kebun Raya Sebagai Alternatif Nyata Konservasi <i>Ex-Situ</i> Pada Lahan Pasca Tambang dan Terbuka Hijau di Sulawesi   | Nizzar Fachry P, Aulia Rahmanianda, Zulkifli Nurdin, Mohamad Suheri, Iman, dan Kartika Puspitasari  | 258-270 |
| 13 | Pengaruh Pembukaan Kawasan Ekowisata Taman Sungai Mudal Terhadap Keanekaragaman Herpetofauna di Lereng Pegunungan Menoreh, Kulon Progo, Yogyakarta   | Noor Laina Maireda, Arnita Prasintaningrum, Elpri E. Permadi <sup>1</sup> , Anisa Fatwa, Lathifatul Faliha, Laili Mufli Zusrina, Ikhsan Jaya, and Rury Eprilurahman | 271-278 |
| 14 | Potensi Hutan Penelitian Samboja sebagai Area Konservasi dan Penelitian Orangutan Kalimantan ( <i>Pongo pygmaeus</i> sp.): Sebuah Tinjauan Berdasarkan Kondisi Vegetasi dan Kelimpahan Pakan | Tri Sayektiningsih, Ulfah Karmila Sari, Ishak Yassir, Hendri, dan Amir Ma'ruf   | 279-287 |
| 15 | Perilaku Anakan Burung Kuntul Kerbau ( <i>Bubulcus ibis</i> L.) Di Tanjung Rejo, Deliserdang Sumatera Utara  | Erni Jumilawaty dan Mariati   | 288-295 |
| 16 | Biodiversitas Ikan Laut di Perairan Pulau Sulawesi, Indonesia  | Teguh Peristiwady   | 296-302 |
| 17 | Analisa Keragaman Ikan Sapu-Sapu di Sungai Ciliwung Wilayah Jakarta  | Dewi Elfidasari, Fatihah Dinul Qoyyimah, Melta Rini Fahmi, Rosnaeni, dan Riris Lindiawati Puspitasari   | 303-310 |
| 18 | Pemilihan Tumbuhan Hutan sebagai Sumber Pakan dan Pohon Sarang Kuskus Beruang ( <i>Ailurops ursinus</i> ) di Sulawesi  | Wartika Rosa Farida   | 311-320 |
| 19 | Peningkatan Daya Saing Produk Ubi Bete melalui Kegiatan Ipteks bagi desa mitra (IbDM) Desa Mandiri Pangan non-Beras di Raanan Baru, Kec. Motoling Barat, Kab. Minahasa Selatan               | Tommy Martho Palapa, Aser Yalindua, dan Alfonds Andrew Maramis  | 321-327 |

**Kelompok: Biologi Lingkungan**

|    |  |   |         |
|----|--|---|---------|
| 1  | Pemanfaatan Tanaman Penghasil Minyak Atsiri Serai Wangi ( <i>Andropogon nardus</i> ) dan Lengkuas ( <i>Alpinia galangal</i> ) sebagai Pestisida Nabati untuk Mengendalikan Hama Utama Tanaman Cabai      | Christina Salaki dan Vivi Montong   | 328-334 |
| 2  | Pemanfaatan Cendawan Entomopatogen <i>Hirsutella thompsonii</i> dalam Pengendalian Hama <i>Crocidolomia binotalis</i> pada Budidaya Tanaman Kubis  | Ernest Hanny Sakul dan Wiesye Maya Selfia Nangoy                              | 335-342 |
| 3  | Potensi Bioinsektisida dari Ekstrak Biji dan Ekstrak Kulit Batang Tumbuhan Pangi ( <i>Pangium edule</i> Reinw.) dalam Meningkatkan Mortalitas “Gay Gantung” <i>Plutella xylostella</i> L.                | Jacklin Stella Salome Manoppo dan Wiesye Maya Selfia Nangoy                   | 343-354 |
| 4  | Status Keberlanjutan Tanaman Budidaya Alternatif di Daerah Konflik Manusia-Gajah Provinsi Aceh   | Kaniwa Berliani, Hadi S.Alikodra, Burhanuddin Masy’ud, dan Mirza Dikari Kusri | 355-367 |
| 5  | Potensi Sedimen Mangrove erhadap Dekomposisi Limbah Sayuran  | Slamet Santosa dan Eddy Soekendarsi   | 368-373 |
| 6  | Viabilitas Jamur Tanah Terhadap Fungisida Antracol di Pertanaman Sayuran Kubis   | Stella D. Umboh Stella D. Umboh dan Henny L. Rampe                            | 374-382 |
| 7  | Kemampuan Mikroba Penambat N, Pelarut P, dan MVA Untuk Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Sorgum   | Sukmarayu P. Gedoan dan Marthy L.S. Taulu                                     | 383-388 |
| 8  | Peningkatan Kompetensi Wirausaha Agribisnis Cabai Merah ( <i>Capsicum annum, L</i> ) yang Berwawasan Lingkungan pada Generasi Muda di Kelurahan Tumatangtang Satu Kecamatan Tomohon Selatan Kota Tomohon | Dany Christian Posumah  | 389-394 |
| 9  | Optimalisasi Produksi Jagung Manis dengan Menggunakan Pupuk Organik di-grow pada Kelompok Tani Pinaesaan Kabupaten Minahasa  | Jacklin Stella Salome Manoppo dan Wiesye Maya Selfia Nangoy                   | 395-402 |
| 10 | Pemberdayaan bagi Kelompok Tani Ternak Sapi Berkelanjutan di Desa Wusa   | F.H. Elly dan A. Rumambi  | 403-407 |
| 11 | Penerapan Ipteks bagi Kelompok Tani Jagung Ternak Sapi di Desa Pinabetengan  | J.C. Loing dan J.K.J. Kalangi, F.H. Elly                                      | 408-412 |
| 12 | Daya Bunuh Ekstrak Daun Permot ( <i>Passiflora foetida</i> ) terhadap Larva Nyamuk <i>Culex quinquefasciatus</i>   | Rina Priastini Susilowati, dan Budiman Hartono                                | 413-420 |
| 13 | Kualitas Perairan dan Populasi Ikan Seribu ( <i>Poecilia reticulata</i> ) di Sungai Banyuputih, Salatiga   | Hana Agustina Mra-mra dan Sucahyo   | 421-430 |
| 14 | Uji Toksisitas Akut Air Sungai Ngaglik Menggunakan Ikan Seribu ( <i>Poecilia reticulata</i> )  | Lerlina Adolfina Mandowally dan Sucahyo                                       | 430-439 |
| 15 | Deteksi Bakteri <i>Coliform</i> dan <i>Salmonella</i> sp. dari Sumber Air pada Pengolahan Tempe di Kecamatan Sidorejo, Salatiga  | Kartika Aditya Bairam, Lusiawati Dewi dan Jacob L.A. Uktolseja                | 440-446 |
| 16 | Optimalisasi Pembuatan Pestisida Organik dalam Meningkatkan Produksi Tanaman Sawi dan Pak Choy Pada Kelompok Tani Maleosan Kabupaten Minahasa  | Ernest Hanny Sakul dan Wiesye Maya Selfia Nangoy                              | 447-453 |

**Kelompok : Pendidikan Biologi**

|   |   |   |         |
|---|---|---|---------|
| 1 | Potensi Ekosistem Pesisir sebagai Bahan Kajian dalam Pembelajaran IPA Biologi di Wilayah Pesisir  | Abubakar Sidik Katili, Ramli Utina, Elya Nusntari, Yowan Tamu.                      | 454-460 |
| 2 | Pengembangan Desain Pembelajaran <i>Kreatif-Produktif</i> Sebagai Strategi Pencapaian Kompetensi Dasar Siswa pada Mata Pelajaran Biologi SMA di Kabupaten Banyumas  | Teguh Julianto, Arief Husin, Ferry Pujiastuti, Yulina Andriani dan Ida Sulistyawati | 461-470 |
| 3 | Pengaruh Penerapan Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing dengan <i>Mind Map</i> dan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe <i>Teams Games Tournament</i> (TGT) terhadap Kemampuan Metakognitif dan Pemahaman Konsep Siswa Kelas VII SMPK St. Yoseph Noelbaki pada Materi Klasifikasi Makhluk Hidup Tahun Ajaran 2015/2016 | Florentina Y. Sepe  | 471-477 |
| 4 | Penerapan Model Pembelajaran Diagram <i>Roundhouse</i> Melalui <i>Learning Cycle</i> untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Kelas VIII <sup>e</sup> SMPN 19 Malang  | Hildegardis Missa   | 478-482 |
| 5 | Implementasi Lesson Study di Fmipa Unima: Studi Kasus Perkuliahan dan Pendampingan PPL Pendidikan Biologi   | Alfons Andrew Maramis   | 483-489 |
| 6 | Pelatihan Penggunaan Alat-alat Laboratorium IPA Menggunakan Alat Sederhana pada Guru-guru SMP Negeri Tondano  | Zusje Wiesje Merry Warouw   | 490-501 |
| 7 | Persepsi Pembelajaran Inkuiri dan Keterampilan Proses Guru Sekolah Dasar IPA Biologi di Kecamatan Talawaan  | Femmy Roosje Kawuwung   | 502-508 |

# **Pelestarian dan Pemanfaatan Keanekaragaman Hayati Indonesia: Peluang dan Tantangan**

**Siti Nuramaliati Prijono**

Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia

## **ABSTRAK**

Indonesia yang terletak di kawasan tropis, memiliki keanekaragaman hayati yang tinggi yang meliputi keanekaragaman pada tingkat ekosistem, jenis dan gen. Meskipun demikian, ternyata Indonesiapun mempunyai jumlah yang cukup banyak jenis-jenis yang terancam punah di dunia. Faktor-faktor utama yang mengancam kepunahan adalah kerusakan habitat, perburuan, introduksi species dan adanya konversi habitat-habitat alam ke penggunaan lainnya. Sebagai usaha untuk menjaga kelestarian keanekaragaman hayati di Indonesia serta untuk menjamin pembangunan yang berkelanjutan, pemerintah Indonesia telah berupaya melindungi keanekaragaman hayati dari kepunahan dengan beberapa cara yaitu melalui perlindungan hukum serta upaya konservasi. Konservasi keanekaragaman hayati tidak saja bertujuan untuk melestarikan species-species yang ada tetapi juga berusaha untuk memanfaatkannya bagi kepentingan manusia secara lestari. Agar upaya pemanfaatan keanekaragaman hayati dapat berlangsung secara berkelanjutan maka upaya konservasi harus berpijak pada dukungan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK). Tanpa usaha untuk mengembangkan IPTEK yang dibutuhkan, maka Indonesia akan selalu bergantung pada kemampuan luar. Perkembangan ilmu pengetahuan yang makin pesat, persaingan antar bangsa yang semakin ketat, serta dampak arus globalisasi yang semakin meluas, menuntut pemanfaatan, pengembangan, dan penguasaan IPTEK secara tepat, cepat dan cermat serta bertanggung jawab agar mampu memacu pembangunan menuju terwujudnya masyarakat yang mandiri, maju dan sejahtera. Indonesia sebagai negara yang memiliki kekayaan keanekaragaman hayati seharusnya dapat memanfaatkan kekayaannya untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat dan daya saing bangsa. Keanekaragaman hayati adalah modal dan keunggulan komparatif Indonesia dalam menanggapi persaingan global yang semakin gencar. Keunggulan ini menjadi peluang bila kita mampu memanfaatkan IPTEK untuk dapat memberi nilai tambah pada keanekaragaman hayati sehingga terbentuk produk yang memiliki potensi untuk meningkatkan keunggulan komparatif. Tantangan yang saat ini dihadapi adalah bagaimana dapat memperoleh informasi keanekaragaman hayati yang ada di Indonesia ini lebih cepat dengan data yang benar dan dapat dipercaya sebelum mereka punah serta upaya untuk mengurangi laju penurunan keanekaragaman hayati. Tantangan lainnya adalah mempercepat penguasaan iptek untuk mengungkap dan mengolah potensi keanekaragaman hayati agar nilai manfaatnya dapat ditingkatkan untuk menyejahterakan masyarakat Indonesia.

**Kata kunci:** keanekaragaman hayati, pelestarian, pemanfaatan, peluang, tantangan

## **PENDAHULUAN**

Indonesia merupakan Negara kepulauan terbesar di dunia, membentang dari timur-barat, Merauke-Sabang sepanjang 51.000 km dan utara-selatan Miangas-Rote sepanjang 1.800 km. Di dunia Negara kepulauan inilah terdapat 18.110 pulau dengan panjang garis pantai 108.920 km. Sekitar 10% dari pulau pulau yang ada merupakan pulau karang yang mempunyai elevasi kurang dari 2 meter. Total luas laut

Indonesia sekitar 5 juta km<sup>2</sup> dengan zona ekonomi eksklusif seluas 2,7 juta km<sup>2</sup> (Suharsono, 2014).

Keadaan tersebut menyebabkan Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki keanekaragaman hayati yang sangat tinggi, yang meliputi keanekaragaman pada tingkat ekosistem, jenis dan gen. Keanekaragaman hayati menjadikan lingkungan alam ini suatu lingkungan hidup yang mampu menghidupi manusia. Keanekaragaman Hayati sangat berperan dalam setiap aspek kehidupan

dan dalam setiap derap langkah pembangunan. Perkembangan ekonomi Indonesia dan kesejahteraan masyarakatnya sangat tergantung pada keanekaragaman hayati. Mengingat pentingnya keanekaragaman hayati bagi pembangunan secara berkelanjutan di Indonesia, maka Indonesia meratifikasi Konvensi Keanekaragaman Hayati pada tahun 1994 dengan UU No. 5. Konvensi Keanekaragaman Hayati dimaksudkan untuk tiga hal yang saling terkait, yaitu pelestarian, pemanfaatan secara berkelanjutan dan pembagian keuntungan secara adil dan merata bagi pemiliknya maupun penggunaannya. Pada tahun 2002 dalam pertemuan puncak mengenai Pembangunan Berkelanjutan yang diselenggarakan oleh Perserikatan Bangsa-Bangsa, telah disepakati untuk mengintegrasikan upaya-upaya pada sector Air, Energi, Kesehatan, Pertanian dan Keanekaragaman Hayati (WEHAB= *Water, Energy, Health, Agriculture, Biodiversity*) melalui keterpaduan antar sektor.

## **KEANEKARAGAMAN HAYATI di INDONESIA**

Meskipun luas wilayah Indonesia hanya melingkupi 1,3% dari luas total daratan dunia, Indonesia memiliki kekayaan keanekaragaman hayati yang sangat tinggi. Dalam buku *Kekinian Keanekaragaman Hayati Indonesia 2014* (LIPI, 2014) disebutkan bahwa Indonesia memiliki 1.500 jenis alga, 80.000 jenis tumbuhan berspora berupa jamur, 595 jenis lumut kerak, 2.197 jenis paku-pakuan, 30.000-40.000 jenis tumbuhan berbiji, 720 jenis mamalia, 1.605 jenis burung, 723 jenis reptilia, 385 jenis amphibia, 1.248 jenis ikan air tawar, 3.476 jenis ikan laut, 1.200 jenis krustasea air tawar, 308 jenis krustasea laut terdapat di Indonesia. Para ahli sepakat bahwa salah satu pusat keanekaragaman jenis biota laut dan tempat asal usul biota laut yang ada di dunia berada di sekitar laut Indonesia dan Philipina. Beberapa ahli taksonomi menemukan bahwa laut Indonesia mempunyai keanekaragaman tertinggi di dunia, terutama untuk: Ikan Hiu (Compagno 1999), ikan karang (Allen, 1997), sponge (De Voogd and Van Soest 2002), foraminifera

(Barber *et al* 2000), ular laut (Heatwole, 1999), sidat (Sugeha *et al*, 2008), Stomatopoda (Barber *et al* 2006). Laut Indonesia menjadi pusat keanekaragaman jenis biota laut di dunia karena: (1) Adanya arus laut yang mengalir sepanjang masa yaitu arus lintas Indonesia dan arus muson, dan (2) karena proses pembentukan kepulauan Indonesia masa lalu yang menghasilkan variasi habitat yang sangat komplisit dan kompleks. Perpaduan keduanya menciptakan factor lingkungan yang sangat optimal untuk proses adaptasi dan evolusi (Suharsono, 2014).

## **PELUANG**

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki keanekaragaman hayati yang sangat tinggi, yang meliputi keanekaragaman pada tingkat ekosistem, spesies dan gen. Ekosistem, spesies dan gen yang beranekaragam ini adalah modal Indonesia dalam menanggapi persaingan global yang semakin gencar. Dapat dikatakan bahwa keunggulan komparatif Indonesia terletak pada tersedianya sumberdaya alam hayati. Apabila keunggulan ini dikembangkan sehingga mampu memberi nilai tambah pada keanekaragaman hayati, maka menjadi peluang bagi bangsa Indonesia untuk bisa menghasilkan produk yang memiliki potensi untuk meningkatkan keunggulan komparatif. Sebagai contoh, potensi biofarmaka Indonesia sangatlah tinggi, bahkan potensi ditemukannya suatu bahan alam baru tidak akan habis-habisnya. Senyawa murni dari bahan alam sangat penting dalam penemuan obat baru. Obat baru dari bahan alam dapat diperoleh dari berbagai organisme (mikroba, hewan, tumbuhan) yang hidup di darat dan laut. Bahan alam memiliki keuntungan karena dapat berikatan dengan target seluler pada organisme lainnya. Kecenderungan masyarakat dunia yang memprioritaskan produk yang ekologis daripada kimiawi, menyebabkan permintaan terhadap obat bahan alami terus meningkat. Obat bahan alami tersebut umumnya berasal dari keanekaragaman hayati yang ada di hutan-hutan yang mungkin selama ini hanya dianggap sebagai semak belukar yang kurang

bermanfaat. Indonesia merupakan salah satu negara pengguna tumbuhan obat terbesar di dunia bersama Negara lain di Asia seperti Cina dan India. Dari sekitar 30.000-40.000 jenis tumbuhan yang ada di Indonesia, tercatat sebanyak 7.500 jenis tumbuhan telah digunakan secara turun temurun dalam pengobatan tradisional berbagai etnik di tanah air. Namun baru 30 jenis tumbuhan yang termasuk kedalam formulasi bahan obat, *food supplement* atau sediaan lainnya yang beredar dalam bentuk produk komersial (LIPI, KPPN dan KRT, 2013).

Kekayaan keanekaragaman hayati lainnya yang potensial menjadi sumber senyawa obat baru selain tumbuhan adalah satwa dan mikroba. Satwa yang memiliki potensi sebagai bahan obat diantaranya adalah sponge (invertebrate laut) dan masih banyak lagi yang belum terungkap potensinya. Sponge mengandung banyak substansi aktif yang mempunyai potensi sebagai obat-obatan bagi manusia. Di dunia, sampai saat ini telah ditemukan kurang lebih sebanyak 3.500 substansi aktif yang berhasil diisolasi dari sekitar 475 jenis sponge yang hidup di laut. Pada tahun-tahun selanjutnya berbagai substansi aktif yang lain ditemukan seperti misalnya Ara-A sebagai obat anti virus, Ara-C sebagai obat untuk Leukimia (Newman and Cragg, 2004). Suharsono (2014) menyampaikan bahwa peneliti Indonesia menemukan 18 substansi aktif yang dapat diekstrak dari sponge Indonesia yang dapat dikembangkan untuk mengatasi kanker dan penyakit infeksi baik dari bakteri dan virus.

Keanekaragaman mikroba sudah sejak lama dieksploitasi untuk memproduksi berbagai macam produk/bahan alam yang bernilai ekonomi tinggi seperti misalnya antibiotika, enzim (biokatalis), biofarmaka dan senyawa aktif lainnya. Mikroba diketahui sebagai sumber senyawa-senyawa aktif dengan kontribusi sekitar 10% dari senyawa alam yang pernah dilaporkan. Sekitar 22.500 senyawa aktif asal mikroba, aktinomisetes diketahui sebagai sumber utama (45%) diikuti dengan jamur (38%) dan bakteri (17%). Actinomycetes mampu memproduksi berbagai macam senyawa bioaktif (Senyawa

yang banyak dikenal saat ini adalah Rapamycin, Rifamycin, dan Doxorubicin) (Demain and Sanchez, 2009). Selain Actinomycetes, Indonesia juga memiliki mikroba endofit. Mikroba endofit adalah mikroba yang hidup berasosiasi dengan tumbuhan sehat yang disinyalir memiliki hubungan symbiosis mutualisma dengan tumbuhan. Golongan mikroba endofit ini, terutama jamur endofit memiliki kemampuan untuk memproduksi metabolit bioaktif dengan spektrum jenis yang luas dengan aktivitas biologi yang bervariasi. Jika dalam satu jenis tumbuhan yang ada di Indonesia ini minimal mengandung 5 jenis mikroba endofit, maka dapat dihitung bahwa hutan Indonesia mengandung minimal 150.000 jenis mikroba endofit yang dalam 2 dasawarsa belakangan ini memperlihatkan potensinya sebagai penghasil bahan obat. Sebagai contoh, sebanyak 22 jenis jamur endofit yang diisolasi dari tumbuhan kina, *Cinchona ledgeriana* dilaporkan memiliki kemampuan untuk memproduksi metabolit bioaktif yang selama ini dikenal sebagai metabolit spesifik pada tumbuhan kina. Jamur endofit tersebut mampu memproduksi keempat jenis alkaloid kina yaitu, kuinina, sinkonidina, kuinidina dan sinkonina (Maehara *et al.*, 2012). Studi tentang jamur endofit tersebut di atas membuktikan bahwa tumbuhan dapat dimanfaatkan sebagai sumber bahan baku obat tidak hanya secara langsung, akan tetapi juga secara tidak langsung sebagai sumber untuk mengisolasi berbagai jenis mikroba endofit yang memiliki kemampuan luar biasa. Bahkan jenis-jenis jamur yang biasa dimanfaatkan sebagai bahan pangan ternyata juga banyak dimanfaatkan sebagai bahan obat.

Negara Indonesia memiliki ekosistem lautan lebih luas dibanding ekosistem daratan, dengan berbagai macam keunikan dan kekhasan terkait topografi maupun geografi. Berbeda dengan lingkungan darat, ekosistem lautan adalah sumber daya alam yang kaya dan relatif belum dimanfaatkan. Perkembangan terbaru dalam penemuan obat menunjukkan bahwa mikroba laut juga merupakan sumber potensial baru penghasil produk metabolit sekunder dan memiliki potensi yang besar untuk meningkatkan jumlah bahan

obat alami laut dalam uji klinis. Lebih dari 15.000 bahan obat alami dengan struktur kimia yang sangat beragam dengan bermacam-macam bioaktivitas yang mencengangkan telah diidentifikasi dari lingkungan laut sejak tahun 1970 (Li and Qin, 2005). Sebagai contoh ekstrak dari Rhodobacteracea, bakteri yang diisolasi dari perairan laut Sulawesi dapat menghambat secara kuat terhadap pertumbuhan bakteri patogen *Staphylococcus aureus* dan *Vibrio eltor* (Murniasih *et al.* 2013). Kekayaan keanekaragaman hayati di laut telah menyadarkan dan menarik perhatian peneliti untuk melakukan eksplorasi lebih dalam lagi untuk penemuan obat baru berbasis bahan alam khususnya mikroba (Xiong *et al.* 2013). Melalui kegiatan bioprospeksi maka potensi yang tersimpan di dalam mikroba diharapkan dapat digali dan dimanfaatkan untuk pengembangan biokatalis dan sebagainya.

## TANTANGAN

Meskipun Indonesia memiliki keanekaragaman hayati yang tinggi di dunia, tetapi ternyata Indonesiapun mempunyai jumlah yang cukup banyak jenis-jenis yang terancam punah di dunia. Bahkan banyak jenis yang punah sebelum diketahui nama dan potensinya. Masalah rusaknya ekosistem dan tingginya laju penurunan keanekaragaman hayati di negara yang kita cintai ini sudah sampai pada situasi dimana upaya konservasi jenis dan ekosistemnya sudah sangat mendesak dan perlu segera ditangani secara berencana dan berkelanjutan.

Indonesia telah merfatifikasi Konvensi Keanekaragaman Hayati (*Convention on Biodiversity/CBD*) sejak tahun 1994 dan disahkan melalui UU No. 5 Th. 1994. Sebagai konsekuensinya, Indonesia wajib melaksanakan ketentuan yang telah ditetapkan oleh Konvensi. Panduan bagi tindakan untuk menyelamatkan, mempelajari dan memanfaatkan (*save, study and use it*) kekayaan keanekaragaman hayati secara berkelanjutan dan berimbang telah tertuang dalam buku Strategi Keanekaragaman Hayati Global ("*Global Biodiversity Strategy*") yang

diterbitkan pada tahun 1992. Dalam buku panduan tersebut menguraikan beberapa tindakan yang perlu dilakukan oleh Negara-negara yang telah meratifikasi CBD termasuk Indonesia, antara lain adalah: melaksanakan inventarisasi dan pemantauan keanekaragaman hayati nasional, meningkatkan penelitian dasar dan terapan tentang keanekaragaman hayati, membuat database, dan mengembangkan koleksi ilmiah keanekaragaman hayati. Bahkan dalam UU No.5 Th. 1994 pun termuat hal sebagai berikut: "komitmen untuk memantau keanekaragaman hayati menjadi kewajiban seluruh instansi di berbagai sektor pembangunan, baik pemerintah maupun swasta".

Saat ini, di planet bumi terdapat sekitar 8,7 juta organisme yang telah diberi nama ilmiah dengan lebih dari 1,2 juta jenis diantaranya telah dimasukkan ke dalam pangkalan data. Namun jumlah ini baru mencakup sekitar 144% dari organisme darat dan 9% dari organisme laut yang telah dipertelakan (Mora dkk, 2011). Masih banyak kemungkinan ditemukannya spesies yang belum dipertelakan nama ilmiahnya dan bahkan masih banyak yang belum terungkap potensinya. Sebagian besar spesies/genus yang sudah diberi nama tersebut adalah hasil penemuan peneliti asing. Hanya sedikit spesies/genus yang dideskripsi oleh peneliti Indonesia. Dengan semakin tingginya laju kerusakan ekosistem, maka dikhawatirkan banyak spesies yang punah disaat belum diberi nama dan belum diketahui potensinya. Tantangan yang saat ini dihadapi adalah bagaimana dapat memperoleh informasi keanekaragaman hayati yang ada di Indonesia ini lebih cepat dengan data yang benar dan dapat dipercaya sebelum mereka punah. Kecepatan dan ketepatan dalam mengidentifikasi jenis adalah komponen yang penting untuk memperoleh informasi tersebut. Para pakar Biologi perlu menggunakan tehnik untuk lebih mempercepat identifikasi species. Salah satu tehnik identifikasi species yang saat ini banyak digunakan di dunia, dan sebetulnya sudah bisa dilakukan di Indonesia, adalah dengan menggunakan Barcoding DNA. Barcoding DNA adalah tehnik identifikasi spesies berdasarkan 650 bp gen

mitochondrial, *cytochrome oxidase I* (COI). Melalui Barcoding DNA, kita dapat memahami lebih mendalam tentang keanekaragaman hayati dan sangat berkaitan dengan isu konservasi seperti upaya perlindungan species, pemantauan populasi, pemantauan perdagangan ilegal, kontrol import/eksport, pengelolaan populasi di penangkaran, *law enforcement*, dsb. Untuk permasalahan species yang secara morfologi sulit dibedakan, maka dengan Barcoding DNA akan mudah membedakan species. Dengan diterapkannya teknik Barcoding DNA, maka perlu ada perubahan untuk keseluruhan proses taksonomi, yaitu mulai dari proses koleksi sampai melakukan deskripsi, mulai dari publikasi sampai dengan desiminasi (Priyono dan Astuti, 2007).

Selain tehnik identifikasi species tersebut, tantangan pakar Biologi di bidang keanekaragaman hayati adalah mempercepat penguasaan teknologi untuk mengungkap dan mengolah potensi keanekaragaman hayati agar nilai manfaatnya dapat ditingkatkan untuk menyejahterakan masyarakat Indonesia. Pengelolaan keanekaragaman hayati tanpa didasari oleh pengetahuan tentang kekayaan jenis yang kita miliki, sebaran, potensi, habitat dan bidang ilmu biologi lainnya serta ilmu pengetahuan dan teknologi (iptek) di bidang ilmu lainnya termasuk bidang ilmu sosial, maka kita hanya akan bangga saja menjadi negara yang memiliki kekayaan sumberdaya hayati tanpa dapat memanfaatkannya secara optimal bagi kesejahteraan masyarakat Indonesia. Negara-negara yang memanfaatkan keanekaragaman hayati untuk kesejahteraan bangsanya dan mampu mengurangi laju penurunan keanekaragaman hayati, memiliki keunggulan di atas negara-negara yang laju penurunan keanekaragaman hayatinya sangat tinggi. Pengelolaan sistem-sistem yang efektif dapat menjamin agar sumberdaya hayati tidak hanya bertahan hidup tetapi meningkat ketika dimanfaatkan, sehingga membentuk dasar untuk pembangunan yang berkelanjutan. Pembangunan berkelanjutan merupakan pembangunan yang berusaha memenuhi kebutuhan hari ini tanpa

mengurangi kemampuan generasi yang akan datang untuk memenuhi kebutuhan mereka..

Tantangan lainnya di Indonesia adalah jumlah pakar taksonomi yang melakukan identifikasi species dan pakar yang menguasai teknologi untuk mengungkap dan mengolah potensi keanekaragaman hayati agar nilai manfaatnya dapat ditingkatkan sangatlah tidak memadai dengan jumlah species yang ada di Indonesia dan dengan wilayah Indonesia yang terdiri dari ribuan pulau. Sebagai contoh adalah keanekaragaman sponge (invertebrate laut) di Indonesia termasuk yang tertinggi di dunia yaitu sekitar 850 jenis (De Voogd and Van Soest 2002). Diperkirakan masih banyak jenis sponge di Indonesia yang belum diketahui karena sampai saat ini belum banyak studi sponge di Indonesia bahkan sampai saat ini Indonesia belum mempunyai peneliti yang ahli tentang klasifikasi sponge. Masih terbatasnya tempat yang diamati dan masih sedikitnya peneliti yang menaruh perhatian pada sponge menyebabkan ditempat yang paling mudah dijangkaupun masih dapat ditemukan jenis baru dari sponge (Suharsono, 2014). Tantangan berikutnya adalah kebutuhan dana penelitian yang cukup tinggi dalam waktu yang lama karena mulai dari identifikasi adanya substansi aktif di dalam tubuh sponge hingga dapat dimanfaatkan sebagai obat memerlukan proses dan waktu yang sangat panjang yaitu sekitar 20 tahun. Selain itu banyak negara berkembang yang kaya akan bahan hayati belum siap menghadapi biorospeksi dan biopirasi, termasuk Indonesia yang belum mempunyai peraturan di bidang bioprospeksi serta peraturan yang mencakup pengaturan akses dan pembagian keuntungan. Bioprospeksi atau prospeksi keanekaragaman hayati adalah kegiatan eksplorasi, ekstraksi dan skrining sumberdaya alam hayati untuk pemanfaatan secara komersial sumberdaya genetik dan sumberdaya biokimia yang bernilai tinggi. Karena laju kehilangan keanekaragaman hayati di Indonesia sangatlah tinggi., maka kegiatan untuk meneliti obat bahan alam baru di Indonesia sudah sangat mendesak dan harus ditingkatkan.

## PENUTUP

Keanekaragaman hayati adalah pusat dari semua sektor yang penting bagi kehidupan manusia. Oleh karena itu negara harus lebih menekankan pada upaya pengembangan khazanah ilmu pengetahuan secara memadai dan konsisten, agar pemanfaatan keanekaragaman hayati yang berbasis prinsip pembangunan yang berkelanjutan selalu bisa digalakkan. Peran ilmu pengetahuan dan teknologi untuk mengungkapkan potensi kekayaan alam dan kemudian menjadikannya bahan-bahan yang bermanfaat untuk manusia bukan main besarnya. Dengan ilmu dan teknologi pula nilai tambah bahan alam dapat dilipatgandakan, sehingga roda perekonomianpun dapat berputar lebih cepat lagi.

Suatu pemanfaatan keanekaragaman hayati yang tak terkendali dan terlalu menekankan pada keuntungan jangka pendek adalah suatu tindakan yang mengarah pada penurunan kualitas hidup secara cepat. Oleh karena itu dikenalnya Indonesia sebagai negara yang kaya dengan keanekaragaman hayatinya, akan menjadi kebanggaan semu, apabila Indonesia tidak memiliki kemampuan dalam mengelola secara arif untuk kepentingan masyarakat Indonesia.

## DAFTAR PUSTAKA

- Allen, G.R., 1997. The Damselfish: Indonesia's most abundant family of coral reef fish. In: *The Ecology of Indonesian Seas*, (Tomaschik eds). Periplus. Pbl. Edt. VIII.2. 1095-1100.
- Barber, P.H., M.V. Erdmann and S.R. Palumbu. 2006. Comparative phylogeography of three codistributed stematopods: origins and timing of regional lineage diversification in Coral Triangle, *Evolution*, 60,9, 1825-39.
- Bruke, L., E. Selig, and M. Spalding. 2002. *Reefs at risk in Southeast Asia*, WRI. Washington. DC.
- Compagno, L.J.V., 1999. Checklist of living elasmobranchs In: WC Hamlet (ed) *shark, skates and rays: The biology of elasmobranch fishes*. Baltimore. The John Hopkins Univ. Press. 471-498.
- Demain, A.L. and S. Sanchez. 2009. Microbial Drug Discovery: 80 Years of Progress. *The Journal of Antibiotics* 62 (1): 5-16.
- De Voogd N.J. and R.M.V, van Soest. 2002. Indonesian sponge of the genus petrosia vosmaer (desmospongie: Haplosclerida). *Zoo.Med.* 76: 193-209.
- Heatwole, H. 1999. *Sea Snake*. Australian National History series. UNSW Press. 148 pp.
- Li, X and Qin, L. 2005. Metagenomics-Based Drug Discovery and Marine Microbial Diversity. *Trends Biotechnol.* 23 (11): 539-543.
- LIPI. 2014. *Kekinian Keanekaragaman Hayati Indonesia 2014*. LIPI Press, Jakarta
- LIPI, KPPN dan KRT, 2013. *Bioresources untuk Pembangunan Ekonomi Hijau*. LIPI Press, Jakarta
- Maehara, S., P. Simanjuntak, C. Kitamura, K. Ohashi, and H. Shibuya. 2012. Bioproduction of Cinchona alkaloids by the endophytic fungus *Diaporthe* sp associated with *Cinchona ledgeriana*. *Chem.Pharm.Bull.* 60 (10):1301-1304.
- Mora, C., D.P. Tittensor, S. Adl, A.G.D. Simpson and B. Worm. 2011. "How many Species Are There on Earth and in the Ocean." *PLoS Biology* 9(8): e1001127. Doi: 10.1371/journal.pbio.1001127.
- Murniarsih, T., S. Kosela, L.B.S. Kardono, and W. Priyono. 2013. Antibacterial Properties of *Rhodobacteracea bacterium* Sp.2.11 Isolated from Sponge *Aaptos aaptos* Collected from Barrang Lompo East Sulawesi. *Asian Journal of Biotechnology.* 5:21-32.
- Newman, D.J. and G.M. Cragg. 2004. Marine natural products and related compounds in clinical and advanced preclinical trials. *J. Nat. Products.* 67: 1216-1638.
- Prijono, S.N. dan D. Astuti. 2007. Barcoding DNA untuk identifikasi dan konservasi fauna. *Kongres Ilmu Pengetahuan Nasional IX (KIPNAS-IX)*. Jakarta, 20-22 November 2007.
- Sugeha, H.Y., S.R.Suharti, S.Wouthuyzen and K. Sumaddiharga, 2008. Biodiversity, Distribution and Abundance of the Tropical Anguillid Eels in the Indonesian Waters. *Mar. Res Indonesia* Vol 33.2.129-137.
- Suharsono. 2014. *Biodiversitas Biota Laut Indonesia*. Jakarta, Puslit Oseanografi-LIPI
- Xiong, Z.Q., J.F. Wang, Y.Y. Hao, Y. Wang. 2013 Recent advances in the discovery of marine microbial natural products. *Marine Drugs.* 11: 700-717

## Peran Biologi Molekuler dalam Pemetaan Keanekaragaman Hayati

Amin Soebandrio<sup>1\*</sup>)

<sup>1</sup> Lembaga Biologi Molekuler Eijkman, Jl. Diponegoro 69 Jakarta 10430.

\*Email: [www.eijkman.go.id](http://www.eijkman.go.id)

### ABSTRAK

Indonesia dikenal sebagai negara dengan keanekaragaman hayati terbesar kedua di dunia, bahkan mungkin nomor satu jika keanekaragaman hayati laut diperhitungkan. Perlu dipahami bahwa Keanekaragaman hayati tidak hanya terbatas pada flora, fauna, tetapi juga termasuk keragaman mikroba dan manusia. Saat ini sebagian besar pemetaan keanekaragaman hayati di Indonesia dilakukan dengan mempelajari keragaman fenotip atau bentuk (morfologi), dan proses metabolisme/biokimia dan metabolit yang dihasilkannya. Teknologi biologi molekuler memungkinkan analisis lebih dalam dan rinci dalam membedakan suatu makhluk dari makhluk lainnya. Pendekatan ini telah memungkinkan dilakukannya pemetaan sebaran tipe-tipe virus Dengue dan virus Hepatitis B diseluruh Indonesia, yang dapat memberikan informasi dasar bagi strategi pengembangan diagnostik dan vaksin. Kombinasi teknologi *polymerase chain reaction* (PCR), *sequencing*, dan bioinformatika telah membantu memastikan ada/tidaknya ketrekaitan patogen yang diisolasi di Indonesia dengan patogen serupa yang telah menyebabkan endemi dan/atau merupakan ancaman pandemi. Melalui pendekatan ini pula dapat dipelajari latar belakang genetik populasi Indonesia, yang sangat bermanfaat dalam mengetahui asal-usul manusia Indonesia, kerentanannya terhadap berbagai penyakit, serta dikemudian hari dapat mendukung penerapan *precision medicine* atau *personalized medicine* yang menjadi *trend* pengobatan dimasa depan. Melalui teknologi *DNA-finger printing*, pemetaan keragaman hayati berbasis biologi molekuler sangat berperan dalam mendukung kegiatan forensik, seperti paternitas serta berbagai tindakan kriminal seperti pemerkosaan, pembunuhan, perdagangan wanita dan anak, penyelundupan satwa liar langka/yang dilindungi maupun penyelundupan kayu, serta identifikasi korban bencana/perang. Teknologi *DNA-barcoding* memungkinkan untuk memastikan asal suatu tanaman atau hewan yang diselundupkan.

**Kata Kunci:** biologi molekuler, PCR, diagnostik, sekuensing, bioinformatika

## Strategi Pendidikan Biologi untuk Pengajaran Keanekaragaman Hayati

Orbanus Naharia<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Manado

### ABSTRAK

Keanekaragaman gen merupakan modal dasar untuk melakukan rekayasa genetika dan hibridisasi untuk mendapatkan bibit unggul. Keanekaragaman jenis menuntun kita untuk mencari alternatif bahan makanan, sandang, papan, juga menuntun kita memilih hewan unggul yang dapat dibudidayakan. Dari keanekaragaman ekosistem dapat dikembangkan sumber daya hayati yang cocok dengan ekosistem tertentu sehingga dapat meningkatkan hasil pertanian dan peternakan yang pada gilirannya dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Mengingat peran dan fungsi keanekaragaman hayati yang sangat besar maka diperlulakan strategi pembelajaran yang diharapkan mampu mentransfer konsep kepada peserta didik. Konsep yang diajarkan sebaiknya berbasis hasil penelitian yang dilakukan secara simultan oleh pengajar, sehingga hasil penelitian merupakan bahan ajar sekaligus pembuktian yang mutakhir tentang konsep keanekaragaman hayati. Kendalanya adalah terbatasnya dana yang dimiliki oleh pengajar untuk melakukan penelitian keanekaragaman hayati secara simultan. Untuk mengatasi kendala tersebut pemerintah perlu menyiapkan dana hibah yang sifatnya tidak dikompetisikan (*given*), tapi diberikan kepada kelompok peneliti keanekaragaman hayati dengan hasil penelitian yang terukur dan terpublikasi. Strategi lain yang dapat dilakukan dalam pembelajaran konsep keanekaragaman hayati adalah pembelajaran *in situ*, dimana peserta didik dituntun untuk belajar langsung di lokasi objek pembelajaran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran *in situ* mudah dimengerti oleh peserta didik dan dapat meningkatkan hasil belajar. Kendala penerapan strategi pembelajaran *in situ* adalah kurang tersedianya pusat pengembangan dan konservasi keanekaragaman hayati seperti: Hutan Lindung, Suaka Alam, Suaka Margasatwa, Kebun Raya, dan lainnya. Apabila hal tersebut dilakukan pada setiap daerah (Kabupaten/Kota atau Provinsi) maka pembelajaran *in situ* dapat berjalan dengan baik sehingga pemahaman konsep keanekaragaman hayati oleh peserta didik akan lebih baik dan terukur. Manfaat lain dari pusat pengembangan dan konservasi keanekaragaman hayati adalah untuk menjaga kualitas dan kuantitas keanekaragaman hayati dari ancaman konversi habitat ke peruntukan lainnya yang tidak berpihak pada kelestarian keanekaragaman hayati dan sumberdaya alam pada umumnya. Keanekaragaman hayati merupakan ilmu pengetahuan dengan bahan kajian yang sangat luas. Sebagian besar perguruan tinggi di Indonesia menempatkan keanekaragaman hayati sebagai salah satu mata kuliah pada Jurusan atau Program Studi Biologi. Mengingat luasnya kajian tentang Keanekaragaman hayati maka sudah saatnya kita memikirkan pengembangan Keanekaragaman hayati menjadi Program Studi atau Jurusan. Hal ini penting dilakukan agar pengkajian konsep dan penelitian keanekaragaman hayati lebih fokus dan spesifik, sehingga dana hibah penelitian akan bertambah dengan demikian hasil penelitian terbaru sebagai bahan ajar juga akan bertambah dan lebih berkualitas.

**Kata kunci:** keanekaragaman gen, jenis, ekosistem

## **Bioprospeksi Pinang Yaki ( *Areca vestiaria* Giseke ) sebagai Anti Kanker**

**Herni Emma Inonta Simbala<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Jurusan Biologi FMIPA Unsrat Manado, Jl. Kampus Kleak Manado

### **ABSTRAK**

Pinang yaki (*Areca vestiaria*) merupakan sejenis palem hias yang indah dan tumbuhan palem asli Sulawesi tersebar di Taman nasional Lore Lindu, Taman Nasional Bogani Nani Wartabone, Cagar Alam Gunung Ambang, lereng G.Soputan dan G.Mahawu. Palem ini juga bertumbuh di Propinsi Maluku, tersebar terutama di Pulau Halmahera dan Seram, dan dikenal dengan nama “Pinang Merah”. Tujuan Penelitian ini yaitu menganalisis bagaimana masyarakat di sekitar Taman Nasional Bogani Nani Wartabone memanfaatkan pinang yaki untuk pengobatan penyakit dan untuk mengetahui kandungan kimia tumbuhan obat yang digunakan oleh masyarakat setempat melalui analisis fitokimia, serta untuk mengetahui sejauhmana tingkat toksisitas ekstrak buah pinang yaki Hasil penelitian menunjukkan bahwa pinang yaki (*Areca vestiaria* Giseke) merupakan jenis palem endemik Sulawesi yang memiliki karakteristik yang unik dan merupakan salah satu komponen penting dalam ekosistem hutan hujan tropis dimana buahnya sebagai salah satu sumber makanan bagi monyet hitam (*Macaca nigra*) yang juga merupakan satwa endemik Sulawesi. Hasil analisis fitokimia menunjukkan bahwa ekstrak buah pinang yaki mengandung tanin, flavonoid, hidro kuinon, triterpenoid dan saponin. Sedangkan dari hasil analisis proksimat, buah pinang yaki mengandung kadar air 6,10 %, kadar abu 0,70 %, rendemen air 5,78 % dan rendemen pelarut organik 16,46 %. Sedangkan Uji toksisitas terhadap larva udang *Artemia salina* Leach diperoleh nilai 334.988 ppm. Nilai LC<sub>50</sub> dibawah 1000 ppm, ini menunjukkan bahwa biji pinang yaki memiliki potensi bioaktif.

**Kata kunci :** bioprospeksi, etnobotani, fitokimia, toksisitas, *Areca vestiaria*

## **Kultur Jaringan Tumbuhan untuk Program Perbaikan Kualitas dan Konservasi Kelapa di Indonesia**

**Sisunandar, Ph.D**

Coconut Research Center, Universitas Muhammadiyah Purwokerto  
Kampus Dukuhwaluh, Kembaran, Purwokerto 53182  
Sisunandar@gmail.com

### **ABSTRAK**

Kelapa merupakan memiliki nilai ekonomi, sosial dan budaya yang tinggi bagi masyarakat Indonesia. Pada saat ini Indonesia menjadi negara penghasil kelapa terbesar di dunia, namun produktivitas perkebunan di Indonesia relatif rendah dengan keragaman hayati yang semakin terancam. Oleh karena itu upaya perbaikan kualitas perkebunan kelapa maupun pelestarian plasma nutfah kelapa perlu dilakukan dengan melibatkan berbagai stakeholder kelapa dan menggunakan berbagai teknologi termasuk teknologi kultur jaringan. Makalah ini mendiskusikan tidak hanya kemajuan kultur jaringan kelapa di dunia dan di Indonesia seperti kultur embryo, embryogenesis somatik maupun kriopreservasi, tetapi juga mendiskusikan arah penelitian ke depan yang perlu dilakukan untuk menggerakkan kembali budidaya pohon kehidupan (*tree of life*) ini.

**Kata kunci:** kelapa, plasma nutfah, kultur embrio

### **PENDAHULUAN**

Kelapa (*Cocos nucifera* L.) merupakan salah satu tanaman bernilai ekonomi tinggi di Indonesia, disamping kelapa sawit, karet dan kopi (FAO, 2017). Indonesia merupakan negara dengan perkebunan kelapa terluas di dunia dengan luas area lebih dari 3.5 juta hektar (Hendaryati & Arianto, 2017). Perkebunan tersebut mampu menghasilkan kelapa dengan total produksi buah kelapa per tahun mencapai sekitar 19 juta ton (FAO, 2017) dan menempatkan Indonesia sebagai negara produsen kelapa terbesar di dunia. Meskipun mayoritas produksi kelapa digunakan untuk kebutuhan dalam negeri, namun pada tahun 2016, ekspor kopra dan turunannya memberi devisa hampir 1,2 milyar US\$ (Hendaryati & Arianto, 2017) dan menempatkan Indonesia sebagai negara pengeksport kelapa terbesar di dunia (FAO, 2017).

Namun demikian, terdapat banyak kendala yang dihadapi dalam keberlanjutan budidaya kelapa di Indonesia. Luas area perkebunan kelapa di Indonesia terus mengalami penurunan selama sepuluh tahun terakhir, dari sekitar 3,8 juta hektar

pada tahun 2005 menjadi hanya sekitar 3,5 juta hektar pada tahun 2015 (turun sekitar 0.8 % per tahun; Hendaryati & Arianto, 2017). Banyak faktor yang diduga menjadi penyebab berkurangnya luas area perkebunan kelapa di Indonesia, di antaranya adalah tingginya serangan hama dan penyakit, seperti hama kumbang badak (*Oryctes rhinoceros* L.), ataupun jamur *Phytophthora palmivora*. Faktor alih fungsi lahan menjadi tempat hunian ataupun tanaman budidaya lain yang bernilai ekonomi lebih tinggi juga menjadi penyebab berkurangnya luas perkebunan kelapa di Indonesia.

Kendala lain yang dihadapi pada perkebunan kelapa di Indonesia adalah tingginya persentase pohon kelapa berusia lebih dari 50 tahun, yaitu sekitar 15 % atau lebih dari 0,5 juta hektar perkebunan kelapa (Novariant, 2008), sedangkan sisanya merupakan pohon berusia produktif (73 %) ataupun usia muda (12 %). Akibatnya, perkebunan-perkebunan tersebut memiliki tingkat produktivitas yang relatif rendah, hanya sekitar 1,2 ton kopra per hektar per tahun dari potensi produksi sekitar 3 – 5 ton kopra per hektar per tahunnya (FAO, 2014). Upaya peremajaan perkebunan kelapa di

Indonesia juga mengalami banyak kendala. Sampai saat ini, Indonesia belum memiliki kebun induk dengan luas dan jumlah yang memadai sehingga tidak mampu menyediakan benih kelapa yang unggul dengan jumlah massal (Novarianto, 2008). Oleh karena itu upaya produksi benih kelapa unggul dalam jumlah yang massal melalui teknik kultur jaringan menjadi kebutuhan yang mendesak pada saat ini.

Dalam hal keanekaragaman hayati, Indonesia memiliki keragaman kelapa tertinggi di dunia. Pada saat ini teridentifikasi sebanyak 419 kultivar kelapa di seluruh dunia yang terdiri atas 319 kelapa dalam dan 100 kultivar kelapa genjah (Bourdeix, 2012). Dari Jumlah tersebut, Indonesia memiliki 105 kultivar yang terdiri dari 82 kelapa dalam dan 23 kelapa genjah (Bourdeix, 2012). Indonesia juga memiliki kultivar kelapa yang memiliki nilai ekonomi sangat tinggi yaitu kelapa kopyor. Harga buah kelapa kopyor mencapai lebih dari 10 kali lipat kelapa biasa. Bahkan kelapa kopyor yang dimiliki Indonesia memiliki kultivar yang beragam, baik kultivar dalam maupun genjah.

Namun demikian, upaya pelestarian keragaman kelapa di Indonesia memiliki kendala yang besar. Mayoritas perkebunan kelapa di Indonesia adalah milik petani (98 %; FAO, 2014) sehingga sangat rentan untuk beralihfungsi sehingga mengakibatkan hilangnya plasma nutfah yang dimiliki. Bahkan, menurut Novarianto (2008), Indonesia masih memiliki sekitar 400 kultivar kelapa yang belum diinventarisasi dan didokumentasi dengan baik dan menghadapi ancaman kepunahan akibat area perkebunan yang menurun maupun perkebunan kelapa yang rusak. Oleh karena itu upaya pelestarian keragaman hayati kelapa dengan melibatkan bioteknologi khususnya kultur jaringan sangat diperlukan di masa sekarang dan akan datang.

## **PERKEMBANGAN TEKNIK KULTUR EMBRYO KELAPA DI INDONESIA**

Teknik kultur embryo merupakan salah satu teknik kultur jaringan untuk produksi benih

tumbuhan yang mengalami kendala tertentu. Dalam produksi benih kelapa, teknik kultur embryo dipercaya merupakan satu-satunya cara yang tersedia saat ini untuk memproduksi benih kelapa kopyor true-to-type yang mampu menghasilkan 100 % buah kopyor. Teknik kultur embryo juga banyak digunakan untuk memproduksi benih kelapa sesudah embryo disimpan pada suhu ultra rendah dengan teknik kriopreservasi (Engelmann, 1999; Sisunandar *et al.*, 2010a; Sisunandar *et al.*, 2010b, 2012; Sisunandar *et al.*, 2014; Sisunandar *et al.*, 2015).

Seperti umum diketahui, buah kelapa yang bersifat kopyor memiliki endosperm yang lunak bahkan sebagian terlepas dari batok kelapa sehingga bercampur dengan air kelapa (Gambar 1.A), bahkan endosperm akan cepat mengalami pembusukan setelah 2 – 4 minggu pasca panen. Hal tersebut mengakibatkan embrio kelapa tidak dapat berkecambah secara alami. Akibatnya petani kelapa menggunakan buah kelapa normal yang membawa sifat kopyor untuk digunakan sebagai benih kelapa kopyor. Teknik tersebut hanya mampu menghasilkan pohon kelapa yang memproduksi buah kopyor dengan kemungkinan sekitar 60 %, sedangkan sisanya akah menghasilkan pohon kelapa dengan seluruh buahnya normal (Gambar 1.B). Dari tanaman kelapa kopyor yang dihasilkan tersebut memiliki produksi buah kopyor relatif rendah, yaitu hanya sekitar 30 % dari buah kelapa yang dihasilkan per tandannya (Sisunandar *et al.*, 2015).

Penelitian tentang kultur embryo kelapa kopyor telah dilakukan di Indonesia sejak tahun 1980an (Tahardi & Warga-Dalem, 1982; Mashud & Manaroinsong, 2007; Sukendah *et al.*, 2008; Mashud, 2010). Namun demikian, tingkat keberhasilan produksi benih masih relatif rendah. Kendala umum yang dihadapi dalam mengaplikasikan teknik kultur embryo tersebut antara lain tingginya tingkat kontaminasi, rendahnya kualitas embryo yang digunakan untuk inisiasi kultur, rendahnya tingkat keberhasilan induksi akar, serta sebagian besar benih yang dihasilkan akan mati selama proses aklimatisasi dari lingkungan *in-vitro* ke lingkungan *ex-vitro*.

Coconut Research Center, Universitas Muhammadiyah Purwokerto (CRC-UMP) telah berhasil mengembangkan teknik produksi benih kelapa kopyor *true-to-type* melalui teknik kultur embryo. Tingkat keberhasilan produksi benih dengan menggunakan teknik tersebut cukup tinggi, 90 % dari embryo yang ditanam berhasil tumbuh menjadi benih siap tanam ke lahan. Protokol kultur embryo yang berhasil dikembangkan tersebut meliputi empat tahap (Gambar 1), yaitu (1) tahap persiapan dan sterilisasi embryo kelapa kopyor, (2) tahap perkecambahan dan pemanjangan tunas, (3) tahap *ex vitro rooting* dan aklimatisasi, serta (4) tahap pembesaran benih di *nursery*.

### **Tahap 1, Persiapan dan sterilisasi embryo**

Segera setelah buah kopyor dipanen (umur 11 – 12 bulan), buah kelapa kemudian dikupas dan dibelah. Endosperm yang di dalamnya terdapat embryo kemudian diisolasi dengan menggunakan sendok dan diletakkan dalam botol steril yang telah diisi dengan air kelapa. Setelah tahap isolasi endosperm selesai, endosperm kemudian di bawa ke dalam laboratorium untuk dilakukan isolasi embryo. Tahap isolasi diawali dengan cara endosperm dicuci dengan air mengalir dilanjutkan dengan rendam dalam ethanol (70 %) selama 5 menit. Dengan teknik aseptis, embryo kelapa diisolasi di dalam laminar air flow cabinet (Gambar 1.C). Embryo selanjutnya disterilkan dengan cara direndam dalam larutan kalsium hipoklorida (6 %) selama 12 menit sebelum dicuci dengan menggunakan medium cair hibrid embryo culture (HEC; Rillo, 2004) untuk selanjutnya digunakan dalam tahap germinasi.

### **Tahap 2, Germinasi dan pemanjangan tunas**

Embryo kelapa kopyor yang telah disterilkan kemudian ditanam pada medium germinasi berupa medium HEC padat dengan penambahan  $2 \times 10^{-5}$  M asam indole butirat (IBA) dan  $5 \times 10^{-6}$  M 6-furfurilamino purine (KIN). Selama tahap inisiasi, medium ditambahkan sukrosa (0,175 M), karbon aktif 2

g/L) dengan pH 5,7. Medium dipadatkan dengan penambahan agar (8 g/L) dan disterilkan dengan menggunakan autoklaf pada suhu 121 °C dan tekanan 1,2 Kg cm<sup>-2</sup> selama 20 menit.

Tahap germinasi dilakukan dengan menanam embryo pada medium germinasi dan dipelihara di tempat selama 5 – 8 minggu atau sampai medium berkecambah. Setelah kecambah memiliki panjang sekitar 4 cm (Gambar 1.E), kecambah kemudian dipindahkan ke medium cair HEC dan dipelihara di tempat terang dengan 14 jam fotoperiode (10 jam gelap dari pukul 20.00 sampai dengan 06.00). Tahap pemanjangan tunas dilakukan selama 8 – 12 minggu atau sampai benih memiliki paling tidak dua buah daun yang terbuka (Gambar 1.F)

### **Tahap 3, Ex vitro rooting dan aklimatisasi**

Benih kelapa yang telah memiliki dua daun kemudian dicuci dengan air mengalir kemudian direndam dalam larutan fungisida (2 %, Dithane M-45 80 WP, Dow Agrosience, Indonesia) selama 15 menit. Benih kemudian ditanam pada pot plastik yang diisi medium campuran cocopeat dan arang sekam. Selanjutnya benih ditempatkan pada alat mini growth chamber (Patent No. P00201508121; Gambar 1.G) yang telah diisi larutan hidroponik. Kelembapan di dalam mini growth chamber diatur dengan mengatur posisi tutup setiap 1 bulan sekali selama 3 bulan.

### **Tahap 4, Pembesaran benih di dalam nursery**

Setelah 3 bulan di dalam mini growth chamber, benih kemudian dipindahkan ke pot plastik (15 x 12 cm d/t) yang lebih besar yang telah diisi dengan medium kompos. Benih dipelihara selama 3 bulan dengan kelembapan udara diatur sekitar ( $85 \pm 10$  %). Benih selanjutnya dipindahkan ke pot plastik berbentuk kotak (20 x 20 cm , l/t) yang telah diisi pot dan dipelihara di dalam nursery selama 4 bulan. Benih dengan ketinggian minimal 60 cm (Gambar 1.H) selanjutnya siap ditanam di lapang.



**Gambar 1** Tahap produksi benih kelapa kopyor melalui teknik kultur embryo. A. perbandingan morfologi endosperm buah kopyor dan buah normal (B), C. embryo kelapa kopyor yang digunakan sebagai eksplan, D. Tahap inisiasi dan embryo mulai berkecambah setelah 4 – 8 minggu (E), F. tahap pemanjangan tunas sampai tunas memiliki dua daun terbuka setelah 4 – 7 bulan kultur, G. tahap *ex-vitro rooting* dan aklimatisasi yang dilakukan di dalam alat mini growth chamber, H. benih kelapa kopyor *true-to-type* di dalam *nursery* siap untuk ditanam di lapang. I. Kebun plasma nutfah kelapa kopyor Indonesia di kampus Universitas Muhammadiyah Purwokerto berumur 1,5 tahun yang dibangun dengan menggunakan benih hasil kultur embryo, J. Pohon kelapa kopyor genjah hijau hasil kultur embryo yang mulai berbuah pada umur 3,5 tahun.

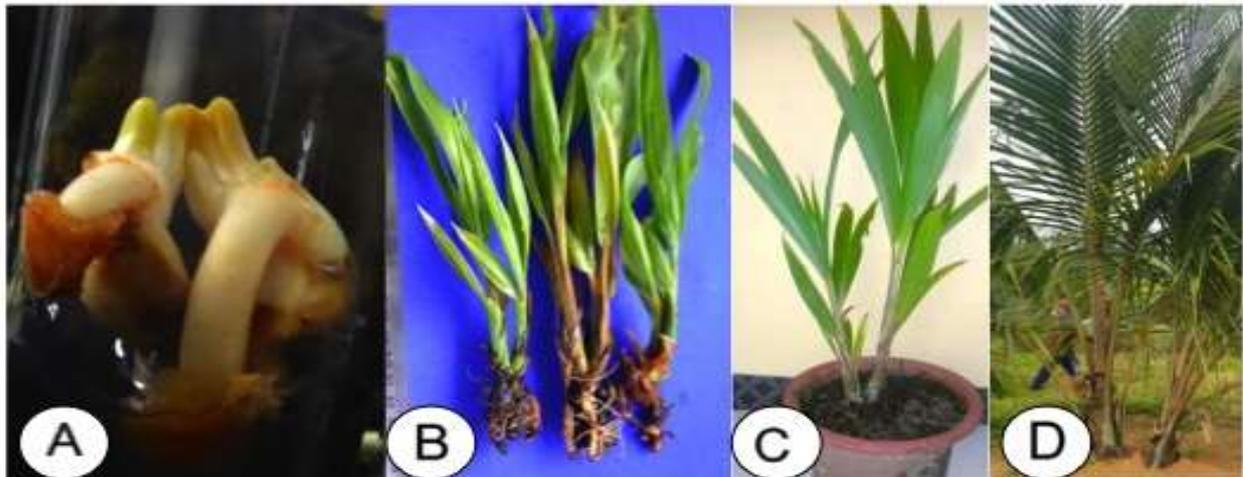
Pada saat ini CRC-UMP telah berhasil membangun kebun plasma nutfah kelapa kopyor pertama di Indonesia (Gambar 1. I) yang telah mengoleksi kelapa kopyor dari 4 daerah utama

penghasil kelapa kopyor, yaitu Lampung, Pati dan Banyumas (Jawa Tengah), dan Sumenep (Jawa Timur). Kebun plasma nutfah seluas 2 hektar tersebut telah berhasil mengoleksi 8

kultivar kelapa kopyor true-to-type, yaitu Pati Kopyor Green Dwarf, Banyumas Kopyor Green Dwarf, Pati Kopyor Yellow Dwarf, Pati Kopyor Brown Dwarf, Pati Kopyor Orange Dwarf, Banyumas Kopyor Tall, Kalianda Kopyor Tall, dan Sumenep Kopyor Tall. Sebagian kelapa kopyor tersebut telah mulai berbuah ketika berumur 3, 5 tahun setelah tanam di lahan (Gambar 1.J).

Meskipun kultur embryo kelapa telah berhasil digunakan untuk memproduksi benih kelapa kopyor true-to-type, namun jumlah benih yang dihasilkan masih sangat terbatas. Setiap embryo yang ditanam hanya dihasilkan 1 buah benih siap tanam. Oleh karena itu CRC-UMP juga telah mengembangkan teknik embryo incision (Patent no IDP000041045) untuk menggandakan jumlah benih yang dihasilkan (Gambar 2).

Teknik embryo incision merupakan modifikasi dari teknik kultur embryo, yaitu setelah embryo mulai berkecambah (umur 1 – 2 minggu setelah tanam), bagian titik tumbuh (plumulae) ditoreh dengan menggunakan pisau steril. Langkah selanjutnya embryo tersebut ditanam kembali sampai menghasilkan embryo dengan dua tunas (Gambar 2.A). Selanjutnya kedua tunas tersebut dipisahkan dan ditanam mengikuti langkah-langkah kultur embryo yang telah dijelaskan sebelumnya ataupun dipelihara lebih lanjut untuk dihasilkan benih kembar (Gambar 2.B) yang selanjutnya akan dihasilkan benih kelapa kembar siap tanam ke lahan (Gambar 2.C). Dengan menggunakan teknik tersebut dapat dihasilkan kelapa yang dapat ditanam dua pohon dalam satu lubang sehingga meningkatkan jumlah pohon kelapa per hektarnya (Gambar 2.D) sehingga produktivitas kelapa meningkat.



**Gambar 2.** Teknik embryo incision yang dapat digunakan untuk menggandakan benih kelapa kopyor yang dihasilkan dari kultur embryo. A. embryo yang ditoreh pada titik tumbuh dapat terinduksi dua buah tunas, B. tunas kembar dengan dua daun siap untuk diaklimatisasi dengan menggunakan mini growth chamber, C. benih kembar siap tanam ke lahan, D. Pohon kelapa kopyor true-to-type kembar beumur 1 tahun setelah tanam yang dihasilkan dengan teknik embryo incision.

## **PERKEMBANGAN TEKNIK EMBRIOGENESIS SOMATIK KELAPA**

Teknik embryogenesis somatik merupakan salah satu teknik kultur jaringan yang banyak digunakan untuk memproduksi benih tanaman melalui proses pembentukan embryo dari sel-sel somatik. Teknik tersebut telah berhasil dan banyak diaplikasikan pada berbagai jenis tanaman. Namun demikian aplikasi teknik embryogenesis somatik untuk produksi benih kelapa masih sangat terbatas (Nguyen *et al.*, 2015).

Upaya produksi benih kelapa melalui teknik embryogenesis somatik telah dilakukan dengan menggunakan eksplan batang muda pada tahun 1977 (Eeuwens & Blake, 1977). Langkah selanjutnya upaya produksi benih kelapa dilakukan dengan menggunakan berbagai jenis eksplan seperti daun muda (Pannetier & Buffard Morel, 1982; Karunaratne *et al.*, 1991), immature inflorescence (Verdeil *et al.*, 1994; Magnaval *et al.*, 1997; Antonova, 2009), embryo zigotik (Kumar *et al.*, 1985; Adkins *et al.*, 1998; Samosir, 1999), plumulae (Chan *et al.*, 1998; Fernando *et al.*, 2003; Perez-Nunez *et al.*, 2006), maupun ovarium (Perera *et al.*, 2007; Perera *et al.*, 2009; Bandupriya *et al.*, 2017).

Namun demikian, di antara eksplan yang telah dicobakan, hanya plumulae dan ovarium yang menunjukkan hasil yang menjanjikan. Perez-Nunez *et al.* (2006) melaporkan bahwa dari 100 eksplan yang ditanam memiliki kemampuan untuk menghasilkan kalus embryogenik sampai lebih dari 1 juta kalus, meskipun para peneliti tersebut belum mampu melaporkan berapa banyak benih yang dapat dihasilkan dari kalus embryogenik tersebut. Hasil yang mirip juga dilaporkan oleh Bandupriya *et al.* (2017) dengan menggunakan eksplan ovarium.

Di Indonesia, upaya untuk memproduksi benih kelapa melalui teknik embryogenesis somatik belum banyak dilakukan. Sampai saat ini baru Samosir (1999) dan Sukendah (2009) yang telah melakukan upaya untuk memproduksi benih kelapa dengan menggunakan teknik

tersebut dengan menggunakan eksplan embryo zygotik. Namun demikian hasil yang diperoleh masih belum memuaskan dan belum dapat diaplikasikan untuk memproduksi benih kelapa secara vegetatif (Samosir, 1999; Sukendah, 2009). Oleh karena itu CRC-UMP berupaya melakukan pengembangan teknik embryogenesis somatik kelapa dengan menggunakan eksplan plumulae (**Gambar 3**). Meskipun hasil penelitian masih belum memuaskan, namun hasil penelitian menunjukkan kemungkinan yang tinggi untuk menggunakan teknik tersebut dalam produksi benih kelapa di masa yang akan datang.

## **KRIOPRESERVASI UNTUK KONSERVASI KERAGAMAN HAYATI KELAPA**

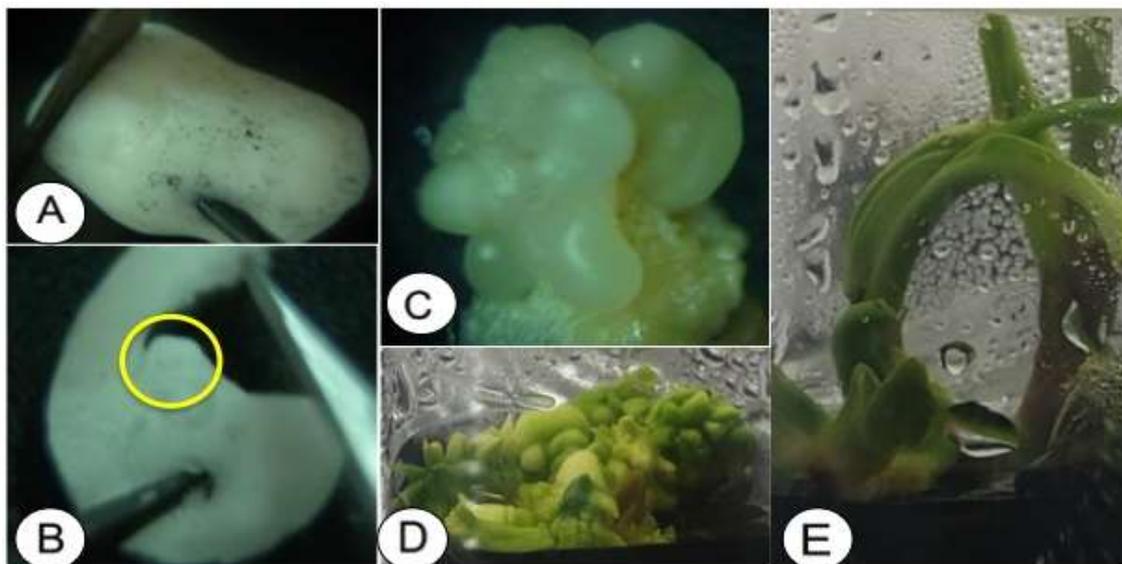
Salah satu keunggulan Indonesia dibandingkan dengan negara penghasil kelapa lainnya adalah memiliki keragaman hayati yang sangat tinggi. Keragaman yang tinggi tersebut sangat dibutuhkan dalam upaya perbaikan kualitas kelapa sehingga dapat diperoleh kelapa unggul dengan produktivitas yang tinggi. Namun demikian, mayoritas keragaman kelapa tersebut masih tersebar di lahan-lahan petani kelapa (lebih dari 98 %) sehingga sangat rentan hilang sebelum dilakukan konservasi. Upaya konservasi kelapa baik *in-situ* maupun *ex-situ* telah dilakukan di Indonesia, namun program-program konservasi tersebut masih rentan terhadap hama dan penyakit, biaya tinggi, bencana alam ataupun konversi lahan ke peruntukan yang lain. Oleh karena itu aplikasi kultur jaringan sangat dibutuhkan sebagai *back-up* plasma nutfah kelapa di Indonesia.

Sudah jamak diketahui bahwa kelapa memiliki buah yang besar, antara 600 g sampai dengan 3 Kg per biji, serta tidak memiliki waktu dormansi yang panjang sehingga tidak memungkinkan untuk disimpan dalam bentuk biji. Oleh karena itu, satu-satunya alternatif yang dapat digunakan untuk menyimpan plasma nutfah kelapa secara utuh adalah dengan menyimpan embryo zigotik. Setiap biji kelapa memiliki satu embryo yang berukuran relatif kecil (0,1 gr; Sisunandar *et al.*, 2014), mampu

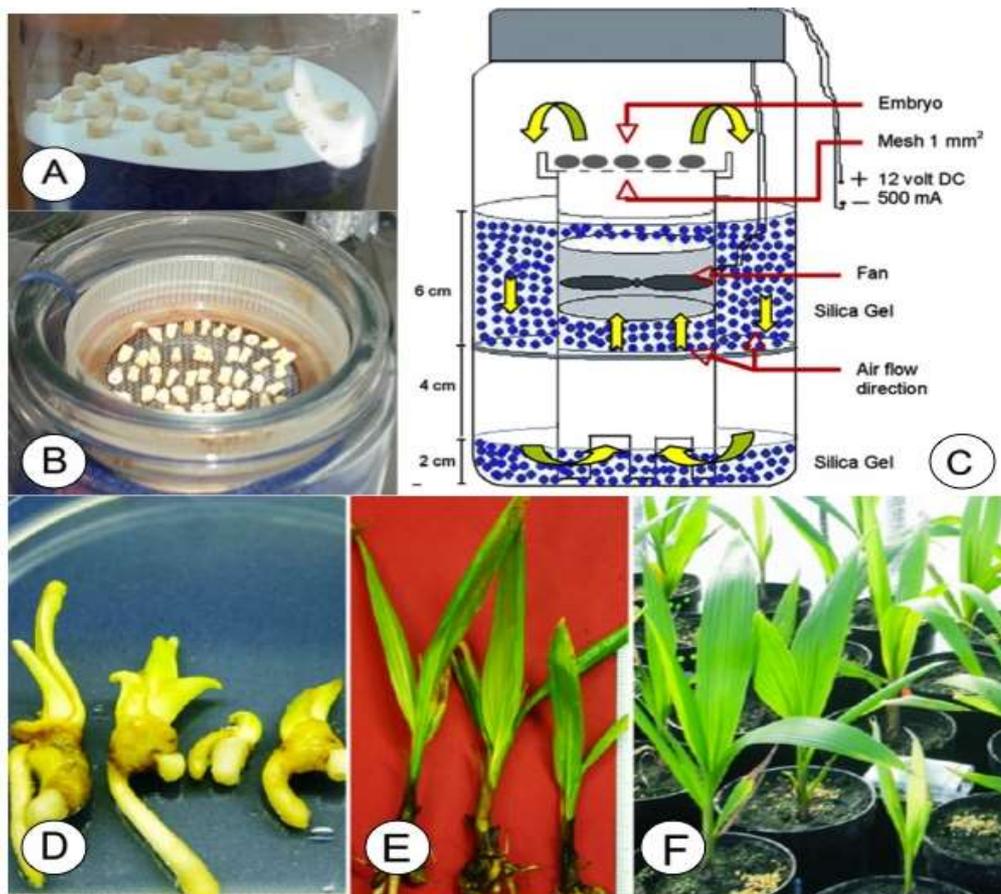
berkembang menjadi tanaman utuh seperti halnya pada biji setelah ditanam melalui teknik kultur embryo, serta bibit yang dihasilkan tidak memiliki perbedaan morfologi, fisiologi, biokimia maupun genetik dengan bibit yang dihasilkan dari pembibitan alami (Sisunandar *et al.*, 2010a). Teknik penyimpanan embryo kelapa dapat dilakukan dengan cara embryo dikeringkan sampai kadar air sekitar 30 % kemudian embryo disimpan pada suhu rendah ( -20 °C sampai -80 °C; Sisunandar *et al.*, 2012). Teknik penyimpanan yang praktis tersebut tidak membutuhkan peralatan dan biaya operasional yang mahal. Namun demikian, jangka waktu penyimpanan embryo pada suhu rendah tersebut masih terbatas (26 minggu) serta memiliki tingkat keberhasilan yang masih rendah yaitu hanya sekitar 12 % (Sisunandar *et al.*, 2012). Oleh karena itu, alternatif penyimpanan embryo kelapa dalam jangka waktu yang lama (*long term conservation*)

dengan menggunakan kriopreservasi masih diperlukan untuk dikembangkan.

Hingga kini, kriopreservasi tanaman kelapa masih terus dikembangkan. Berbagai eksplan tanaman kelapa telah dicobakan di antaranya adalah dengan menggunakan plumulae (Hornung *et al.*, 2001; Malaurie *et al.*, 2003; N'Nan *et al.*, 2008), pollen (Karun *et al.*, 2014), embryo immature (Bajaj, 1984; Chin *et al.*, 1989) maupun embryo matang (Assy-Bah & Engelmann, 1992; Kumaunang, 2002; Sisunandar *et al.*, 2010a; Sisunandar *et al.*, 2010b; Sajini *et al.*, 2011; N'Nan *et al.*, 2012; Sisunandar *et al.*, 2012; Sisunandar *et al.*, 2014). Namun demikian, penyimpanan embryo matang melalui teknik kriopreservasi lebih banyak digunakan karena lebih sederhana dan memiliki tingkat keberhasilan yang lebih tinggi dibandingkan eksplan yang lain (Sisunandar *et al.*, 2014).



**Figure 3.** Tahapan embryogenesis somatik kelapa dengan menggunakan eksplan plumulae. A. embryo zgotik dipotong di bawah mikroskop stereo untuk mengisolasi plumulae (tanda lingkaran kuning) yang memiliki ukuran sekitar 0,5 mm (B), C. Kalus embryogenik yang berhasil diinduksi dari eksplan setelah 8 minggu kultur, D. Contoh tunas yang hasil diinduksi dari kalus embryogenik setelah 6 bulan kultur (D) dan 12 bulan kultur (E).



**Gambar 4.** Salah satu contoh tahapan kriopreservasi embryo kelapa. A. Embryo didehidrasi di dalam botol kaca yang berisi silika gel untuk menurunkan kadar air embryo sampai sekitar 25 % , B.C. teknik dehidrasi secara cepat yang dikembangkan untuk menurunkan tingkat kerusakan sel akibat berkurangnya air dari dalam sel secara lambat, D. embryo yang berhasil dikembalikan setelah disimpan dalam suhu beku menunjukkan adanya kerusakan jaringan selama proses penyimpanan. E. F. benih kelapa yang berhasil ditumbuhkan kembali dari embryo yang telah disimpan dengan metode kriopreservasi.

Pada umumnya, kriopreservasi embryo kelapa dapat dilakukan dengan tahap sebagai berikut (1) persiapan dan isolasi embryo, (2) dehidrasi embryo, (3) freezing, (4) thawing, (5) recovery menjadi benih (Gambar 4). Tahap 1 dan 5 umumnya dilakukan seperti metode kultur embryo kelapa, sehingga laboratorium-laboratorium yang akan melakukan penyimpanan embryo kelapa melalui teknik kriopreservasi harus memiliki ketrampilan dan metode yang sudah baku terlebih dahulu tentang kultur embryo kelapa. Tahapan freezing dan thawing yang umum dilakukan dalam kriopreservasi kelapa tidak memiliki variasi yang mendasar. Pada

umumnya freezing dilakukan dengan cepat, yaitu dengan cara embryo yang telah didehidrasi (Gambar 4.A, B, C) dimasukkan ke dalam cryovial selanjutnya disimpan dalam nitrogen cair pada suhu beku ( $-196^{\circ}\text{C}$ ; Sisunandar *et al.*, 2010a; Sajini *et al.*, 2011; N'Nan *et al.*, 2012). Variasi pada tahap thawing juga tidak banyak dilakukan. Pada umumnya thawing dilakukan dengan cara mengambil embryo di dalam cryovial langsung dari nitrogen cair dan dimasukkan ke dalam waterbath pada suhu  $40^{\circ}\text{C}$  selama 1 – 3 menit (Sisunandar *et al.*, 2010a; Sajini *et al.*, 2011; N'Nan *et al.*, 2012). Embryo yang diperoleh selanjutnya di tanam pada

medium perkecambahan embryo (Gambar 4.D, E, F).

Faktor kunci dalam keberhasilan kriopreservasi adalah tahap dehidrasi. Embryo kelapa termasuk kelompok jaringan rekalsitrasi yang tidak dapat diturunkan kadar airnya sampai di bawah 20 % sehingga menyulitkan untuk dilakukan penyimpanan embryo pada suhu beku (-196 °C). Teknik dehidrasi terbaik yang dapat dilakukan adalah dengan cara embryo ditempatkan pada sebuah botol kaca yang diisi silika gel dan sebuah kipas angin agar dehidrasi dapat dilakukan dengan cepat (Gambar 4.B,C). Dengan teknik tersebut, keberhasilan dehidrasi dapat mencapai sekitar 40 % dibandingkan dengan teknik dehidrasi dengan menggunakan silika gel tanpa penambahan kipas angin yang hanya memiliki tingkat keberhasilan sekitar 30 % (Sisunandar *et al.*, 2010b). Namun demikian, tingkat keberhasilan kriopreservasi yang masih rendah masih membutuhkan pengembangan teknik dehidrasi lebih lanjut untuk meningkatkan keberhasilan kriopreservasi kelapa.

## KESIMPULAN DAN TINDAK LANJUT

Kelapa merupakan salah satu kekayaan hayati yang mampu memberi nilai ekonomi sosial dan budaya yang tinggi bagi masyarakat Indonesia. Pada saat ini Indonesia menjadi negara penghasil kelapa terbesar di dunia, namun produktivitas perkebunan di Indonesia relatif rendah dengan keragaman hayati yang semakin terancam. Oleh karena itu upaya perbaikan kualitas perkebunan kelapa maupun pelestarian plasma nutfah kelapa perlu dilakukan secara terprogram, masif dan kerjasama dari berbagai pihak, baik pemerintah dan peneliti, industri maupun para petani.

Pada saat ini proposi tanaman kelapa tua cukup tinggi (15 % atau lebih dari 0,55 juta hektar) yang sangat mendesak untuk diremajakan. Jika setiap hektar dibutuhkan 220 benih kelapa unggul, maka untuk meremajakan kelapa tersebut selama 5 tahun ke depan dibutuhkan benih lebih dari 24 juta benih setiap

tahun. Sampai saat ini, Indonesia belum memiliki kebun induk kelapa unggul yang mampu menyediakan benih dengan jumlah tersebut. Perkembangan teknologi kultur jaringan khususnya teknik embryogenesis somatik kelapa kopyor perlu dikembangkan lebih lanjut untuk memenuhi kebutuhan benih unggul kelapa di Indonesia yang semakin meningkat dari tahun ke tahun.

Dalam hal pelestarian plasma nutfah kelapa juga perlu perhatian serius dari seluruh *stakeholder* kelapa. Lebih dari seperempat plasma nutfah kelapa dunia dimiliki Indonesia. Pada saat ini Indonesia memiliki sekitar 7 kebun plasma nutfah yang mengoleksi sekitar 97 aksesori kelapa dalam dan 40 aksesori kelapa genjah. Indonesia juga merupakan salah satu tuan rumah kebun plasma nutfah kelapa untuk wilayah Asia Tenggara dan Asia Timur. Namun demikian sampai saat ini Indonesia belum memiliki back-up collection untuk kelapa dalam bentuk lain selain dalam bentuk kebun plasma nutfah. Oleh karena itu pengembangan teknik kriopreservasi untuk menyimpan plasma nutfah kelapa perlu dilakukan lebih lanjut meskipun tingkat keberhasilannya saat ini masih relatif rendah.

Upaya pengembangan metode kultur jaringan untuk meningkatkan kualitas tanaman kelapa maupun untuk menjaga keragaman hayati kelapa harus dilakukan secara terencana dan melibatkan seluruh *stakeholder* kelapa di Indonesia.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan dana dari Hibah Kompetensi 2016 – 2018, Direktur Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan, Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi, Republik Indonesia.

## DAFTAR PUSTAKA

Adkins SW, Samosir YMS, Ernawati A, Drew RA, Godwin ID (1998). Control of ethylene and use of polyamines can optimize the condition for somatic

- embryogenesis in coconut and papaya. *Acta Horticulturae*, 461:459 - 466
- Antonova ID (2009). *Somatic embryogenesis for micropropagation of coconut (Cocos nucifera L.)*. The University of Queensland, Australia, Place, Published
- Assy-Bah B, Engelmann F (1992). Cryopreservation of mature embryos of coconut (*Cocos nucifera L.*) and subsequent regeneration of plantlets. *CryoLetters*, 13:117 - 126
- Bajaj YPS (1984). Induction of growth in frozen embryos of coconut and ovules of citrus. *Current Science*, 53:1215 - 1216
- Bandupriya HDD, Iroshini WWMA, Perera SACN, Vidhanaarachchi VRM, Fernando SC, Santha ES, Gunathilake TR (2017). Genetic fidelity testing using SSR marker assay confirms trueness to type of micropropagated coconut (*Cocos nucifera L.*) plantlets derived from unfertilized ovaries. *The Open Plant Science Journal*, 10:46 - 54
- Bourdeix R (2012). List of 419 Coconut Cultivars Registered in the Coconut Genetic Resources Database as of April 2012. COGENT, The International Coconut Genetic Resources Network
- Chan JL, Saenz L, Talavera C, Hornung R, Robert M, Oropeza C (1998). Regeneration of coconut (*Cocos nucifera L.*) from plumule explants through somatic embryogenesis. *Plant Cell Reports*, 17 (6-7):515-521
- Chin HF, Krishnapillay B, Hor YL (1989). A note on the cryopreservation of embryos from young coconut (*Cocos nucifera var MAWA*). *Pertanika*, 12 (2):183 - 186
- Eeuwens CJ, Blake J (1977). Culture of coconut and date palm tissue with a view to vegetative propagation. *Acta Horticulturae*, 78:277 - 286
- Engelmann F (1999). Cryopreservation of coconut germplasm. In: Oropeza C, Verdeil JL, Ashburner GR, Cardena R, Santamaria JM (eds) *Current Advances in Coconut Biotechnology*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London, pp 289 - 296
- FAO (2014). Report of the FAO high level expert consultation on coconut sector development in Asia and the Pacific region. Paper presented at the *FAO-APCC High Level Expert Consultation on "Coconut Sector Development in Asia – Pacific Region"*, Bangkok, Thailand, 30 October - 1 November 2013
- FAO (2017) FAOSTAT Statistics Database. <http://www.fao.org/faostat/en/-data/QD>. Accessed 8 Juni 2017
- Fernando SC, Verdeil JL, Hoher V, Weerakoon LK, Hirimburegama K (2003). Histological analysis of plant regeneration from plumule explants of *Cocos nucifera*. *Plant Cell Tissue and Organ Culture*, 72 (3):281-284
- Hendaryati DD, Arianto Y (2017). Statistik Perkebunan Indonesia Komoditas Kelapa 2015 - 2017. Direktorat Jenderal Perkebunan, Kementerian Pertanian, Jakarta
- Hornung R, Domas R, Lynch PT (2001). Cryopreservation of plumular explants of coconut (*Cocos nucifera L.*) to support programmes for mass clonal propagation through somatic embryogenesis. *CryoLetters*, 22 (4):211-220
- Karun A, Sajini KK, Niral V, Amarnath CH, Remya P, Rajesh MK, Samsudeen K, Jerard BA, Engelmann F (2014). Coconut (*Cocos nucifera L.*) pollen cryopreservation. *CryoLetters*, 35 (5):407 - 417
- Karunaratne SM, Gamage CKA, Kavoor A (1991). Leaf maturity, a critical factor in embryogenesis. *Journal of Plant Physiology*, 139:27 - 31
- Kumar P, Raju C, Chandramohan M, Iyer R (1985). Induction and maintenance of friable callus from the cellular endosperm of *Cocos nucifera L.* *Plant Science*, 40:203 - 207
- Kumaunang J (2002). *Cryopreservation of laguna tall coconut (Cocos nucifera L.) embryos*. Master thesis, University of the Philippines Los Banos, Place, Published
- Magnaval C, Noirot M, Verdeil JL, Blattes A, Huet C, Grosdemange F, Beule T, Buffard MJ (1997). Specific nutritional requirements of coconut calli (*Cocos nucifera L.*) during somatic embryogenesis induction. *Journal of Plant Physiology*, 150 (6):719-728
- Malaurie B, Borges M, N'nan O Research of an optimal cryopreservation process using encapsulation / osmoprotection / dehydration and encapsulation / osmoprotection / vitrification techniques

- on caulinary meristems of coconut (*Cocos nucifera* L.). In: *Libro Resumen, IV Jornada Científica del Instituto de Investigaciones Agropecuarias "Jorge Dimitrov", Agricultura en Ecosistemas Frágiles y Degradados*, Bayamo, Granma, Cuba, 19 - 21 de Septiembre del 2002 2003. p 80
- Mashud N (2010). *Pengembangan metode kultur embryo kelapa kopyor yang lebih efisien (30 %)*. Laporan Penelitian Program Insentif Riset Terapan, Balai Penelitian Tanaman Kelapa dan Palma Lain. Manado
- Mashud N, Manarinsong E (2007). Teknik Kultur embryo untuk pengembangan kelapa kopyor. *Buletin Palma*, 33:37 - 44
- N'Nan O, Hocker V, Verdeil JL, Konan JL, Balo K, Mondeil F, Malaurie B (2008). Cryopreservation by encapsulation-dehydration of plumules of coconut (*Cocos nucifera* L.). *CryoLetters*, 29:339 - 350
- N'Nan O, Borges M, Konan JL, Hoher V, Verdeil JL, Tregear J, N'guetta ASP, Engelmann F (2012). A simple protocol for cryopreservation of zygotic embryos of ten accessions of coconut (*Cocos nucifera* L.). *In vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*, 2012 (48):2
- Nguyen QT, Bandupriya HDD, Lopez-Villalobos A, Sisunandar, Foale M, Adkins SW (2015). Tissue culture and associated biotechnological interventions for the improvement of coconut (*Cocos nucifera* L.): A review. *Planta*, 242:1059 - 1076
- Novariantto H (2008). Perakitan kelapa unggul melalui teknik molekuler dan implikasinya terhadap peremajaan kelapa di Indonesia. *Pengembangan Inovasi Pertanian*, 1 (4):259 - 273
- Pannetier C, Buffard Morel J Production of somatic embryos from leaf tissues of coconut, *Cocos nucifera* L. In: *Proceedings of the 5th International Plant Tissue Culture Congress*, Tokyo, Japan, 1982.
- Perera PIP, Hoher V, Verdeil JL, Doubeau S, Yakandawala DMD, Weerakoon LK (2007). Unfertilized ovary : A novel explant for coconut (*Cocos nucifera* L.) somatic embryogenesis. *Plant Cell Report*, 26:21 - 28
- Perera PIP, Yakandawala DMD, Hocker V, Verdeil JL, Oropeza C (2009). Effect of plant growth regulators on ovary culture of coconut (*Cocos nucifera* L.). *Plant Cell and Tissue Organ Culture*, 99:171 - 180
- Perez-Nunez MT, Souza R, Saenz L, Chan JL, Zuniga-Aguilar JJ, Oropeza C (2006). Improved somatic embryogenesis from *Cocos nucifera* (L.) plumule explants. *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*, 42:37 - 43
- Rillo EP (2004). Importing and growing embryos for the coconut genebank. In: Ikin R, Batugal P (eds) *Germplasm Health Management for COGENT's Multi-site International Coconut Genebank*. International Plant Genetic Resources Institute-Regional Office for Asia, the Pacific and Oceania (IPGRI-APO), Serdang, Selangor DE, Malaysia, pp 62 - 68
- Sajini KK, Karun A, Amarnath CH, Engelmann F (2011). Cryopreservation of coconut (*Cocos nucifera* L.) zygotic embryo by vitrification. *CryoLetters*, 32:317 - 328
- Samosir YMS (1999). *Optimization of somatic embryogenesis in coconut (Cocos nucifera L.)*. Ph D, University of Queensland, Place, Published
- Sisunandar, Alkhikmah, Husin A, Suyadi A (2015). Embryo incision as a new technique to double seedling production of Indonesian elite coconut type "Kopyor". *Journal of Mathematical and Fundamental Sciences*, 47:252 - 260
- Sisunandar, Novariantto H, Mashud N, Samosir YMS, Adkins SW (2014). Embryo maturity plays an important role for the successful cryopreservation of coconut (*Cocos nucifera* L.). *In vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*, 50 (6):688 - 695
- Sisunandar, Rival A, Turquay P, Samosir Y, Adkins SW (2010a). Cryopreservation of coconut (*Cocos nucifera* L.) zygotic embryos does not induce morphological, cytological or molecular changes in recovered seedlings. *Planta*, 232:435 - 447
- Sisunandar, Sopade PA, Samosir Y, Rival A, Adkins SW (2010b). Dehydration improves cryopreservation of coconut (*Cocos nucifera* L.) *Cryobiology*, 61:289 - 296
- Sisunandar, Sopade PA, Samosir Y, Rival A, Adkins SW (2012). Conservation of coconut (*Cocos nucifera* L.) germplasm at

- sub-zero temperature. *CryoLetters*, 33:465 - 475
- Sukendah (2009). *Pembiakan In Vitro dan Analisis Molekuler Kelapa Kopyor. Disertasi Doktor, Institut Pertanian Bogor, Bogor*. Disertasi, Institut Pertanian Bogor, Place, Published
- Sukendah, Sudarsono, Witjaksono, Khumaida N (2008). Perbaikan teknik kultur embrio kelapa kopyor (*Cocos nucifera* L.) asal Sumenep, Jawa Timur melalui penambahan bahan aditif dan pengujian periode subkultur. *Buletin Agronomi*, 36:16 - 23
- Tahardi S, Warga-Dalem K (1982). Kultur embrio kelapa kopyor in vitro. *Menara Perkebunan*, 50 (5):127 - 130
- Verdeil JL, Huet C, Grosdemange F, Buffard MJ (1994). Plant regeneration from cultured immature inflorescences of coconut (*Cocos nucifera* L.): Evidence for somatic embryogenesis. *Plant Cell Reports*, 13 (3-4):218-221.

## **Peran Biologi dalam Manajemen Lingkungan Destinasi dan Pengembangan Ekowisata di Indonesia**

**Luchman Hakim<sup>1)</sup>**

<sup>1)</sup>Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam- Pusat Studi Pariwisata  
Universitas Brawijaya Jl. Veteran, Malang, 65145, Jawa Timur

### **ABSTRAK**

Industri wisata saat ini adalah salah satu unggulan nasional yang semakin mendapat perhatian pemerintah, pebisnis, masyarakat local dan penggerak lingkungan. Data statistik menunjukkan bahwa jumlah arus wisatawan menuju Indonesia semakin meningkat. Hal ini diikuti dengan jumlah atraksi dan destinasi yang semakin meningkat, investasi yang semakin meningkat serta pembangunan sarana-prasarana dan infrastruktur di berbagai kawasan dengan potensi sumberdaya wisata yang melimpah. Dalam proses pengembangannya, dominasi pendekatan aspek-aspek ekonomi, fisik, dan social sering dilaporkan, tetapi sangat sedikit diskusi pendekatan biologi diperkenalkan. Pemahaman biologi memegang peran kunci dalam menciptakan destinasi dan atraksi wisata yang berdaya saing dan berkelanjutan. Keindahan dan harmoni adalah fungsi-fungsi dari sistem biologi yang bekerja dengan melibatkan berbagai komponen biodiversitas yang ada di dalamnya, serta fungsi-fungsi hubungan timbal balik antar individu dan kelompok individu dalam ekosistem yang terintegrasi. Degradasi lingkungan destinasi saat ini dipandang sebagai perubahan fisik, tetapi kurang dipahami sebagai mekanisme perubahan yang melibatkan unsur-unsur biotik dan abiotik di dalamnya. Pemahaman yang kurang terhadap jenis-jenis dan keberadaan spesies ekosotik dan infasif telah menginisiasi tumbuh dan berkembangnya spesies eksotik di berbagai destinasi wisata. Sementara, turunnya diversitas jenis-jenis tetumbuhan yang menjadi habitat burung akan menurunkan populasi burung yang potensi sebagai objek *birdwatching*. Berbagai program pemulihan habitat dilakukan, tetapi pemahaman yang lemah atas prinsip-prinsip Biologi menyebabkan kesalahan dalam introduksi spesies, kegagalan sistem evaluasi dan monitoring pertumbuhan tanaman, dan bahkan perubahan habitat. Perubahan perilaku hewan adalah masalah yang umum dijumpai, tetapi sampai saat ini tidak ada mekanisme yang jelas akan pengaturan perilaku pengunjung yang berdampak kepada satwa. Pemahaman biologi dari tingkat genetik sampai lansekap sangat penting dalam manajemen destinasi dan atraksi. Para perencana dan manajer destinasi seharusnya memberi ruang bagi Biologi untuk berkontribusi dalam pembangunan sector wisata, dan sebaliknya biolog memperluas tema-tema penelitiannya di bidang pariwisata. Hal ini secara strategis akan memberikan kontribusi bagi konservasi keanekaragaman hayati, dan wisata di masa mendatang akan menjadi salah satu instrument penting dari strategi konservasi keanekaragaman hayati.

**Kata kunci:** konservasi biodiversitas, wisata berkelanjutan, manajemen sumberdaya atraksi

## Penelitian dan Pemanfaatan Bioteknologi untuk Diversifikasi Produk Keanekaragaman Hayati

Dingse Pandiangan\*

\*Guru Besar Biologi dan Bioteknologi Umum Jurusan Biologi FMIPA Unsrat Manado 95115.  
Jl. Kampus Kleak Manado Indonesia  
Email: dingsepan@gmail.com

### ABSTRAK

Penelitian mengenai Bioteknologi sudah lama dikerjakan oleh para ahlinya. Tujuan penulisan topik ini untuk mendapatkan informasi pemanfaatan dan pengembangan serta peranan bioteknologi dalam kehidupan sehari-hari di Indonesia. Cakupan bioteknologi meliputi teknik kultur jaringan tumbuhan antara lain propagasi secara *in vitro*, produksi senyawa aktif atau metabolit sekunder dari tanaman obat yang dilakukan untuk menghasilkan obat ataupun bahan obat yang berkualitas tinggi, rekayasa genetika, teknologi rekombinan dan terkait lainnya. Teknik mikropropagasi juga telah dikembangkan dan digunakan untuk beberapa tanaman obat, karena terbukti multiplikasinya lebih cepat, dan aman. Regenerasi tanaman dengan teknik kultur jaringan ini terbukti menghasilkan bahan kimia yang sama dengan tanaman induknya. Beberapa diantaranya yang telah berhasil dilakukan terhadap tanaman obat *Catharanthus roseus* untuk memproduksi antikanker. Pemanfaatan produk metabolit sekunder antara lain obat-obatan, suplemen makanan, minuman, desinfektan atau antiseptik, kosmetika, pewarna. Peranan bioteknologi sudah dirasakan dalam budidaya tanaman, multiplikasi, rekayasa genetika, dan skrining mikroba endofit yang dapat menghasilkan metabolit sekunder sangat penting dalam rangka pengembangan bahan obat yang berasal dari tanaman obat ini. Bahkan dengan kemajuan yang pesat dalam bidang bioteknologi ini telah dapat dihasilkan beberapa jenis tanaman transgenik yang dapat memproduksi vaksin rekombinan. Perkembangan dan pemanfaatan teknik-teknik bioteknologi mulai dari teknik kultur jaringan (*in-vitro* propagasi), produksi metabolit sekunder secara *in vitro*, rekayasa genetika dan teknologi rekombinasi DNA, serta peran mikroba endofit untuk meningkatkan produksi metabolit sekunder dari berbagai tanaman obat sampai ke tahapan industri dalam bioreactor. Beberapa strategi untuk meningkatkan metabolit sekunder secara *in vitro*, antara lain dengan metoda atau teknik elisitasi, amobilisasi dan penambahan prekursor. Produksi metabolit sekunder sebagai obat juga sudah dilakukan dalam bioreaktor dan sudah pada tahap produksi dalam skala industri.

**Kata kunci:** bioteknologi, diversifikasi, keanekaragaman hayati, *Catharanthus roseus*.

### PENDAHULUAN

Penelitian dalam bidang bioteknologi merupakan ilmu pengetahuan dan teknologi yang saling bersinergi terbaru untuk mendukung peningkatan produk bioteknologi terutama dibidang keanekaragaman hayati. Berbagai metode penelitian dan formula dan program-program matematika terbaru ditemukan untuk mengungkap keanekaragaman hayati, pelestarian dan pemanfaatannya meningkat beberapa dekade belakangan ini. Hal positif ini menunjang terwujudnya penemuan-penemuan

baru di bidang penelitian biologi dan bioteknologi dalam berbagai aspek dan pemanfaatan sumberdaya alam yang lebih berkelanjutan. Hal ini mendatangkan nilai-nilai positif bagi kehidupan manusia dan keanekaragaman hayati, serta aspek biologi dan bioteknologi pada umumnya. Dengan demikian nilai-nilai ekologi, ekonomi, sosial, budaya dari keanekaragaman hayati dan manusia pun akan terpelihara untuk waktu yang lebih lama.

Selain ilmu dan teknologi yang menunjang pemanfaatan keanekaragaman hayati yang berkelanjutan, nilai-nilai sosial budaya masyarakat Indonesia (kearifan lokal) yang telah

berakar di dalam masyarakat menyumbangkan hal positif untuk pengelolaan dan pemanfaatan berbagai sumber daya alam hayati. Nilai-nilai tersebut harus dipertahankan dan dilestarikan sehingga kekayaan hayati yang terdapat di Indonesia dapat lestari, sehingga dapat menunjang aspek-aspek pendidikan dan penelitian untuk pengembangan ilmu tentang keanekaragaman hayati dan manfaatnya bagi umat manusia.

Industri maju, seperti yang kita saksikan sekarang tidak akan pernah ada tanpa dukungan penelitian dan pengembangan serta penyempurnaan teknologi sebelumnya secara berkesinambungan. Dalam perkembangan melalui penelitian, teknologi bergerak dalam tiga tahap yang berbeda; penelitian, pengembangan dan pemasarakan (komersial). Diawali dengan penelitian dasar yang kurang memperhatikan kegunaan dari hasil penelitian, dilanjutkan dengan penelitian terapan yang bertujuan mencari keterangan lanjutan untuk program pengembangan, dan akhirnya dikembangkan dengan rancangan rekayasa, baik terhadap produk maupun cara pengolahan dalam menciptakan barang-barang baru untuk dimasyarakatkan atau dipasarkan. Dalam dua abad terakhir ini, setidaknya ada tiga jenis revolusi dalam industri; industri batubara dan kereta api, industri minyak dan kimia serta industri elektronika dan bioteknologi. Yang paling baru dan ramai dibicarakan dewasa ini adalah revolusi industri bioteknologi, sebagai hasil dari penemuan dan meluasnya pengetahuan dasar tentang proses kehidupan pada tingkat molekul, sel dan genetik. Melalui bioteknologi, banyak permasalahan bersifat biologik yang pada masa lampau belum diketahui para ahli, sekarang telah dapat dipecahkan. Bioteknologi dan rekayasa genetik yang menyajikan pemecahan baru terhadap masalah yang bersifat biologik telah dapat menantang para ahli untuk lebih menaruh perhatian yang besar dalam bidang ini.

Berdasarkan pada latar belakang di atas maka salah satu topik pemakalah utama yang dibahas dalam Seminar Nasional Biologi XXIV ini adalah “**Penelitian dan Pemanfaatan**

**Bioteknologi untuk Diversifikasi Produk Keanekaragaman Hayati**”, untuk mendukung tercapainya harapan yang terkandung dalam tema Seminar Nasional Biologi XXIV yaitu: Penelitian, Bioprospeksi, dan Pemanfaatan Berkelanjutan dari Keanekaragaman Hayati. Pembahasan ini diuraikan sesuai urutan pelaksanaan dan pengalaman penelitian yang dilakukan oleh pembicara.

## **PENELITIAN DAN STRATEGI PEROLEHAN OUTPUT SINAMBUNG**

Makalah Seminar ini merupakan rangkuman dari kegiatan penelitian yang telah dilakukan selama ini. Ijinkanlah saya menyampaikan kronologis penelitian terlebih dahulu. Penelitian tentang tapak dara *Catharanthus roseus* sudah saya tekuni semenjak belajar meneliti (proposal hasil kompetisi) pada tahun 1997 sampai tahun 2017 ini. Pada awalnya dilakukan inventarisasi tumbuhan obat tradisional di Sangihe terutama di desa Pintareng (Pandiangan, 1997). Ditemukan salah satu tumbuhan obat yang digunakan masyarakat untuk mengobati darah tinggi dan benjolan (semacam tumor) adalah bunga picah piring dengan meminum air rebusan daunnya (Pandiangan dan Kandou, 2006). Setelah diidentifikasi bahwa tumbuhan tersebut adalah *Catharanthus roseus* (L) G. Don, yang dalam bahasa Indonesia disebut tapak dara. Pada tahun 1998 dilakukan penelitian dengan teknologi kultur jaringan yang termasuk bagian dari Bioteknologi yaitu induksi kalus bunga picah piring atau tapak dara tersebut melalui dana DIK Unsrat. Penelitian tersebut dilanjutkan dengan menganalisis kandungan alkaloid dari kalus tapak dara tersebut melalui Penelitian Dosen Muda Dikti pada tahun 2002. Kemudian pada tahun 2004 dilakukan Penelitian Dasar Dikti (sekarang disebut Fundamental) mengukur kandungan katarantin dalam kalus tapak dara, tahun 2005-2006 dilakukan penelitian Hibah Pekerti bersama ITB Bandung mengenai produksi katarantin dari agregat sel tapak dara. Tahun 2007-2008 dilakukan Penelitian Insentif Terapan RISTEK dan Hibah bersaing Dikti untuk

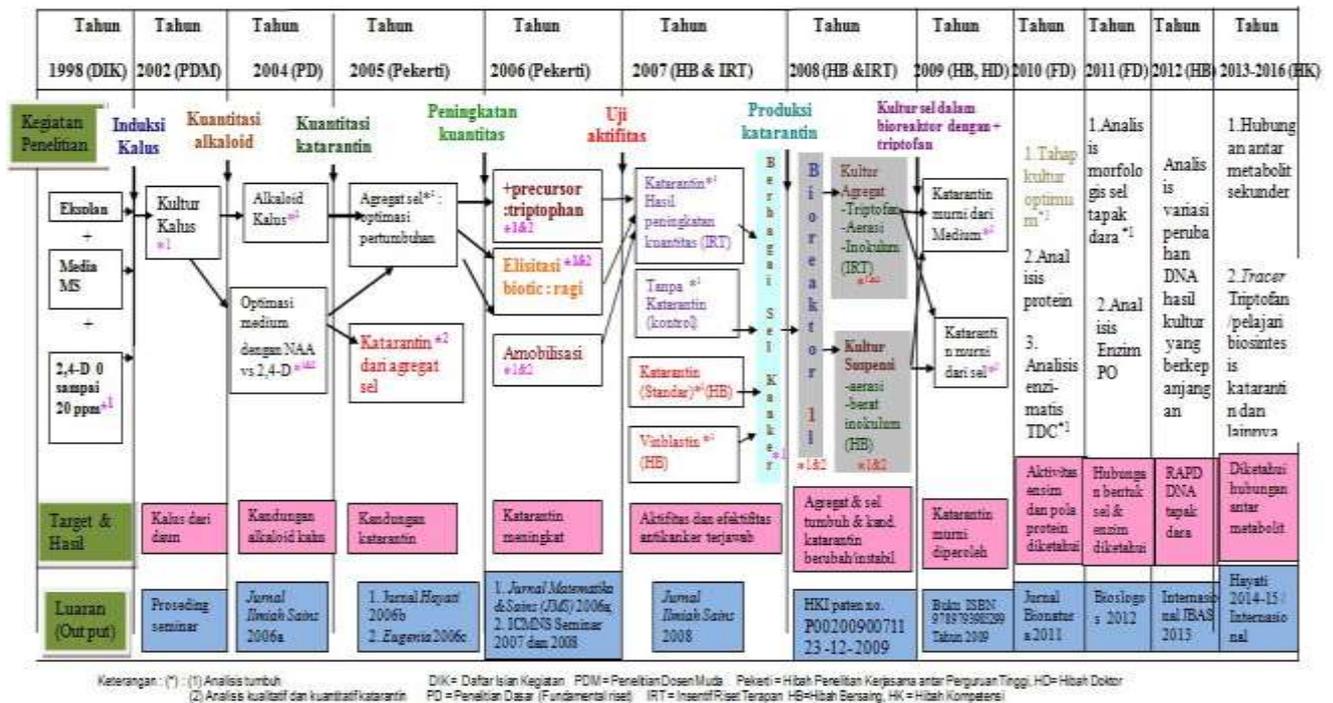
memproduksi katarantin dalam bioreaktor. Penelitian berikutnya tahun 2009 peneitian Hibah Doktor, tahun 2012-2013 Hibah bersaing, 2014-2016 penelitian Hibah Kompetensi. Pada umumnya dana penelitiannya diperoleh dengan kompetisi nasional melalui DP2M Dikti atau sekarang disebut Kemenristekdikti, yang dengan sinambung meneliti mekanisme peningkatan kandungan katarantin yang kesemuanya keluaran berujung pada diajukan HKI Paten dan Buku Teks serta jurnal Internasional.

Penelitian sebaiknya dilakukan dengan berkesinambungan dan kontinu sesuai 'roadmap' yang sudah direncanakan. Pendanaan akan dapat diperoleh dengan mudah apabila penelitian direncanakan dengan baik dan jelas tujuan dan manfaat setelah penelitian berakhir. Salah satu contoh pengalaman yang telah dijalani (seperti di atas) selama ini seperti yang sudah dijelaskan di atas adalah seperti pada Gambar 1 berikut. Penelitian sebaiknya direncanakan dengan baik dan perlu komunikasi dengan teman-teman sejawat untuk melengkapi segala perencanaan yang dipersiapkan supaya berhasil dengan baik.

Beberapa penelitian yang sudah dilakukan juga dipublikasikan dalam jurnal dan seminar ilmiah nasional maupun internasional secara bertahap sesuai tahapan penelitiannya, antara lain Pandiangan, (2000) dilaporkan pada induksi dan pertumbuhan kalus digunakan 2,4-D sebesar 1,5 ppm dan kinetin sebesar 0,15 ppm pada media MS. Kalus mulai terbentuk setelah 10-12 hari setelah eksplan diinokulasi. Subkultur dilakukan setelah 14-21 hari subkultur. Pandiangan (2003) melaporkan juga produksi alkaloid dari kalus *Catharanthus roseus*. Kultur kalus dilakukan pada medium padat MS. Kalus diinduksi dengan 2,4-D. Pandiangan & Nainggolan, (2006b) sudah melaporkan bahwa kandungan katarantin mengalami peningkatan pada saat perlakuan NAA dari 1 - 2,5 ppm yang tambahkan dengan kinetin 0,15 ppm pada kultur kalus *C. roseus*. Pandiangan *et al.* (2006a) juga

sudah melaporkan bahwa kandungan katarantin mengalami peningkatan pada saat perlakuan triptofan dari 100 - 225 ppm yang tambahkan dengan NAA 2 ppm dan kinetin 0,2 ppm pada kultur sel *C. roseus*. Pandiangan *et al.* (2006b) juga sudah melaporkan bahwa kandungan katarantin mengalami peningkatan pada saat perlakuan elisitasi dan amobilisasi pada kultur sel *C. roseus*. Pandiangan *et al.* (2008a), sudah menjelaskan bahwa hasil uji efektifitas antikanker katarantin murni dibandingkan vinkristin adalah rendah. Hasil uji MTT katarantin standar pada sel *mouse mamary cancer MmT 06054* yaitu ID<sub>50</sub> pada 98 µg/mL. Pandiangan *et al.* (2007) juga telah diuji juga aktivitas antikanker katarantin hasil ekstraksi dari agregat sel pada sel leukemia P 388 dan sel MCF-7 dari *American Type Culture Collection (ATCC)* rata-rata dengan ID<sub>50</sub> pada 59 µg/mL. Tilaar dan Pandiangan, (2007 dan 2011) melaporkan bahwa peningkatan kandungan katarantin yang terjadi juga pada penambahan *Phytium aphanidermatum* dan *S. cerevisiae* sebagai teknik elisitasi. Namun pertumbuhan sel sangat rendah. Pandiangan *et al.* (2008b) melaporkan juga telah dilakukan optimasi dalam beberapa variasi aerasi dan berat inokulum dan pemberian triptofan 175 ppm pada agregat sel *Catharanthus roseus* dalam bioreaktor *air lift* 1,5 L. Demikian juga Pandiangan *et al.* (2008d) melaporkan bahwa telah dilakukan optimasi dalam beberapa variasi aerasi dan berat inokulum pada kultur suspensi sel *Catharanthus roseus* dalam bioreaktor. Dari tahun 2009 sampai 2012 diteliti suatu mekanisme enzimatik dan DNA yang sudah dipublikasi lewat seminar internasional dan jurnal seperti pada Pandiangan *et al.* (2010), Pandiangan *et al.* (2011) yang merupakan hasil penelitian Fundamental dan Hibah bersaing Dikti. Semua hasil-hasil penelitian tersebut sudah dituangkan dalam buku yang diedarkan secara nasional seperti Pandiangan (2009) dan Pandiangan (2011).

Gambar 1. Road map penelitian yang sudah dilakukan sampai tahun 2013 dan yang akan dilaksanakan sampai tahun 2016



**PEMANFAATAN KULTUR JARINGAN UNTUK PRODUKSI SENYAWA AKTIF DARI *Catharanthus roseus*.**

Tapak dara (*Catharanthus roseus* (L) G. Don), banyak kita temukan di Manado ini meskipun bukan tanaman asli Indonesia. Tapak dara ini merupakan semak tahunan dengan daun menyirip berwarna hijau dengan bunga beraneka ragam warna. Bunganya ada yang merah, ungu, putih, merah muda bahkan kombinasi dari warna-warna tersebut. Tapak dara banyak dibudidayakan sebagai tanaman hias dan obat. Alexandrova *et al.* (2000), menyatakan tanaman tapak dara ini berguna untuk mengobati hipertensi, diabetes, pendarahan akibat penurunan jumlah trombosit, eptelioma korionik, leukemia limfositik akut, leukemia monositik akut, limfosarkoma dan sarkoma sel retikulum. Sekitar 100 macam alkaloid telah diidentifikasi pada tanaman ini (De Padua *et al.*, 1999; Dutta *et al.*, 2005), diantaranya adalah alkaloid antikanker seperti vinblastin, vinkristin, katarantin, leurosidin dan leurosin. Tapak dara berbunga putih dinyatakan lebih tinggi kandungan antikankernya (Wijayakusuma *et al.*, 1992). Demikian juga Sutarno and Rudjiman (2003)

mengemukakan bahwa penghasil vinkristin dan vinblastin yang dikomersialkan kebanyakan berasal dari tapak dara, terutama yang berbunga putih. Manfaat yang utama dari tapak dara ini adalah antikankernya meski banyak manfaat yang lainnya.

Salah satu metode kultur jaringan yang dapat dipergunakan untuk memproduksi metabolit sekunder adalah kultur suspensi. Kultur suspensi dapat berupa kultur sel tunggal maupun kultur agregat sel, dan kultur suspensi memiliki laju pertumbuhan sel relatif lebih cepat dibandingkan dengan kultur padat karena sebagian besar permukaan selnya kontak dengan medium, sehingga efisiensi absorpsi nutrisi jauh lebih besar (Wetter & Constabel, 1991). Penggunaan metode kultur jaringan tumbuhan memiliki beberapa kelebihan bila dibandingkan dengan metode konvensional. Keuntungan-keuntungan tersebut antara lain :

- 1) Produksi metabolit sekunder dapat dilakukan di bawah kondisi lingkungan yang terkontrol sehingga tidak bergantung pada iklim dan kondisi geografis,

- 2) Kultur tersebut bebas dari kontaminasi mikroorganisme dan insekta yang dapat mengganggu fungsi-fungsi fisiologis eksplan,
- 3) Eksplan tanaman dapat dengan mudah diperbanyak untuk memproduksi metabolit sekunder,
- 4) Kualitas produk metabolit sekunder hasil kultur jaringan tumbuhan relatif lebih stabil dan konsisten,
- 5) Dapat dilakukan pengontrolan pertumbuhan sel dan pengaturan proses-proses metabolisme secara otomatis untuk peningkatan produktivitas (Anderson *et al*, 1986; Fowler, 1983; Zenk *et al*, 1977).

Penggunaan kultur sel untuk produksi metabolit sekunder memiliki beberapa keuntungan dibandingkan dengan penggunaan cara konvensional. Melalui penggunaan kultur sel, faktor-faktor lingkungan yang menjadi variabel pembatas pada metode konvensional dapat dikontrol dan dimanipulasi. Selain itu, keuntungan lain dari metode ini adalah kandungan metabolit sekunder yang kita inginkan dapat diperoleh dengan jumlah lebih banyak dalam kultur sel dibandingkan dalam tumbuhan itu sendiri (Misawa, 1994).

Salah satu senyawa bioaktif pada tapak dara ini adalah katarantin. Ketertarikan saya terhadap senyawa tersebut oleh karena nama senyawanya sama dengan dasar nama ilmiahnya *Catharanthus*. Sekilas saya berpikir bahwa senyawa bioaktif yang dominan pada tapak dara tersebut adalah katarantin. Disamping itu karena akhir-akhir ini banyak yang menderita penyakit kanker. Di Indonesia mencapai 25.208 kasus per tahun dan kematian hampir 50% yaitu 10.881 orang per tahun (Parkin *et al.*, 2005). Kematian tersebut 90% disebabkan karena observasi dilakukan pada stadium lanjut. Hal ini terjadi karena mahalnya obat-obatan kanker di Indonesia, karena masih tergantung dengan negara luar. Apabila produksinya sudah dilakukan sendiri di Indonesia sudah tentu dapat menekan harga obat kanker. Obat kanker dan terapi tumbuhan tradisional sangat baik juga menekan angka resiko tersebut. Besar harapan produksi antikanker bisa dilakukan di Indonesia

Oleh karena pentingnya pengembangan obat kanker yang sangat banyak sekarang ini, perlu pengalihan produksi obat dari penggunaan tumbuhan utuh dengan penggunaan teknik bioreaktor atau Bioteknologi adanya teknologi *in vitro* (kultur jaringan) untuk menghasilkan senyawa bioaktif antikanker yang lebih baik dan adanya metoda-metoda yang efisien untuk menghasilkan obat antikanker maka pengembangan tersebut sangat urgen untuk dilakukan.

Produksi senyawa aktif katarantin dari tapak dara sudah saya lakukan melalui proses Bioteknologi. Namun kandungannya mengalami fluktuasi sesuai jenis kultur dan lamanya kultur. Oleh karena itu metoda peningkatan kandungan alkaloid dan katarantin sudah dicobakan dengan berbagai teknik seperti elisitasi, penambahan prekursor, dan amobilisasi (Pandiangan *et al.*, 2008c). Dari ketiga strategi tersebut penambahan prekursor merupakan peningkatan yang dapat berkelanjutan, oleh karena selnya tumbuh baik tetapi kandungan katarantinnya dapat meningkat dari kontrolnya.

Melalui proses Bioteknologi sudah saya coba metoda elisitasi. Elisitasi adalah suatu metode untuk meningkatkan senyawa bioaktif dan metabolit sekunder lainnya dengan menambahkan berbagai elisitor biotik maupun abiotik. Elisitor yang berasal dari miselium *Fusarium* meningkatkan kadar tiopen hingga 300% pada kultur akar rambut *Tagetas putula*. Demikian juga penambahan elisitor *S. cerevisiae* dapat meningkatkan ajmalisin dan gosipol. Kandungan senyawa bioaktif katarantin pada tapak dara juga mengalami peningkatan sebesar 218, 86% atau 274,03 µg/g BK dengan menggunakan teknik elisitasi (Pandiangan, 2011). Namun penampakan morfologi sel berwarna coklat yang menunjukkan mengalami stress atau cekaman. Oleh karena itu untuk suatu proses berkelanjutan perlu pertimbangan.

Metoda peningkatan senyawa bioaktif dengan teknik amobilisasi juga sudah diteliti. Pandiangan *et al.* (2008a), dan Esyanti *et al.* (2008) melaporkan bahwa kandungan senyawa aktif katarantin juga meningkat sebesar 248%

dengan teknik amobilisasi dengan alginate pada kultur agregat sel tapak dara. Namun karena sel terjebak atau diamobilisasi maka kultur tidak dapat berkelanjutan. Agregat sel hanya dapat sekali panen, atau harus ada teknik lain untuk mengeluarkan penjerabnya supaya sel dapat hidup normal kembali.

Metoda peningkatan senyawa bioaktif dengan penambahan prekursor juga sudah dilakukan. Pandiangan *et al.* (2008a), Pandiangan, (2011), Pandiangan dan Nainggolan, (2006a dan 2006b) melaporkan bahwa produksi senyawa aktif katarantin dengan penambahan prekursor triptofan dapat mendorong dan mempertahankan pertumbuhan sel yang sekaligus dapat meningkatkan kandungan katarantin dalam kultur agregat sel tapak dara. Oleh sebab itu penambahan prekursor saya anjurkan untuk dapat digunakan pada skala industri oleh karena selnya bertahan hidup dan berhubungan positif dengan kandungan senyawa aktif katarantin (Pandiangan, 2010). Metoda produksi katarantin dari sel tapak dara tersebut juga sudah saya cobakan sampai pada skala bioreaktor dengan kultur 10 hari dihasilkan biomassa 137 g dari awal kultur 30 g, juga menghasilkan senyawa bioaktif yang diinginkan.

#### **PEMANFAATAN BIOTEKNOLOGI UNTUK PRODUKSI SENYAWA BIOAKTIF ANTIKANKER**

Senyawa aktif yang telah dicobakan untuk produksi senyawa bioaktif adalah kultur sel dan kultur agregat sel *C. roseus*. Senyawa aktif yang diisolasi dan diukur dengan menggunakan alat analisis kandungan senyawa aktif dengan HPLC. Metoda penentuan kandungan yang saya lakukan selama ini terutama pada senyawa katarantin. Adapun prosesnya secara bertahap dilakukan mulai penyediaan sampel, ekstraksi, isolasi dan penentuan kandungan dengan HPLC. Sampel kalus yang telah dikeringkan dengan *freeze dryer* sebanyak 0,1 g bk kemudian digerus dengan mortar dan dilarutkan dalam 10 mL metanol analitis. Sampel diagitasi selama 4 jam pada kecepatan 120 rpm. Campuran metanol dan endapan dipisahkan, kemudian ekstrak metanol

diuapkan hingga kering pada suhu 25°C selama 24 jam.

Residu hasil penguapan diasamkan dengan 0,3 N HCl hingga mencapai pH 1,5 kemudian diekstraksi dengan 10 mL diklorometan. Fasa asam kemudian dibasakan dengan menambahkan 4 M NaOH hingga mencapai pH 11, lalu diekstraksi dengan 10 mL diklorometan sebanyak 2 kali. Fraksi diklorometan diuapkan dalam suhu 25°C selama sehari. Residu hasil penguapan dilarutkan dalam 2 mL metanol HPLC atau Kromatografi Cair Kinerja Tinggi (KCKT). Fasa gerak yang digunakan sebagai eluen adalah larutan yang terdiri dari metanol, asetonitril, dan 5mM diamonium hidrogen fosfat dengan perbandingan 3 : 4 : 3 secara isokratik. Kecepatan aliran sebesar 1 mL/menit. Jenis kolom yang digunakan adalah shimpak VP-ODS C18 150 x 4,6 mm pada panjang gelombang 220 nm. Analisis kualitatif dilakukan dengan membandingkan waktu retensi sampel dengan katarantin standar dalam kondisi yang sama. Bila terdapat senyawa yang memiliki waktu retensi yang sama dengan katarantin standar, maka senyawa tersebut merupakan katarantin. Analisis kuantitatif dilakukan dengan cara mengkonversi luas area sampel dengan luas area standar yang telah diketahui konsentrasinya (Pandiangan, *et al.*, 2006a).

Kurva standar senyawa bioaktif diperoleh dengan membuat larutan standar 100 µg/mL sebagai larutan stok, kemudian dibuat serangkaian larutan standar dari konsentrasi 10 hingga 50 µg/mL yang berkorelasi dengan luas area hasil Kromatografi Cair Kinerja Tinggi (KCKT). Berdasarkan hasil KCKT dibuat kurva katarantin standar dan persamaan regresi yang menggambarkan hubungan antara konsentrasi katarantin standar terhadap luas area (Pandiangan, *et al.*, 2006).

Senyawa bioaktif yang saya tekuni selama ini lebih dominan kepada antikanker. Pada kesempatan ini saya memaparkan sebahagian metoda yang saya gunakan selama ini untuk menguji aktivitas antikanker dari tapak dara. Ekstrak yang sudah saya uji mulai dari ekstrak daun, ekstrak agregat dan sel tapak dara serta

ekstrak murni katarantin (yang sudah dikomersialkan) dan akhir-akhir ini ekstrak tumbuhan paku juga sudah diujikan dengan metoda yang sama. Adapun metoda yang saya gunakan adalah metoda Uji MTT (*microculture tetrazolium technique assays*). Metoda ini menggunakan prinsip perubahan warna MTT oleh enzim dalam mitokondria. Uji antikanker yang saya gunakan kebanyakan terhadap sel kanker leukemia P388 secara *in vitro*. Pereaksi MTT yang digunakan merupakan garam tetrazolium yang dapat dipecah menjadi kristal formazan oleh sistem suksinat tetrazolium reduktase yang terdapat dalam jalur respirasi pada mitokondria yang aktif pada sel yang masih hidup. Kristal formazan ini memberi warna ungu dan tidak larut dalam air yang dapat dibaca absorbansinya dengan menggunakan *microplate spectrophotometer* pada panjang gelombang 540 nm (Anwar *et al.*, 2013). Prinsipnya bahwa jika absorbansi semakin besar, maka jumlah sel hidup semakin banyak atau daya hambat pertumbuhan selnya rendah demikian sebaliknya. Metoda ini juga sudah saya publikasikan di jurnal (Pandiangan, *et al.* 2010 dan Pandiangan, 2009 dan 2011).

Persiapan buffer dan media serta sterilisasi untuk uji MTT sudah dipaparkan secara detail pada Pandiangan (2008; 2011). Uji antikanker dilakukan dengan menggunakan sel leukemia P388. Sel dipelihara dalam botol kultur pada media RPMI (*Roswell Park Memorial Institute*) dalam "multiwell plate". Pengkulturan sel dilakukan dalam kondisi steril. Kultur sel dipelihara sampai memenuhi 80% substrat. Subkultur dilakukan mengikuti metoda yang digunakan Alley (1988).

Aktivitas pertumbuhan sel setelah perlakuan diukur dengan pemberian larutan MTT (*3-(4,5-dimetiltiazol-2-il)-2,5-difeniltetrazolium bromid*). Mediumnya dibuang dan diberi 200 µl medium dasar yang mengandung 2% FBS (*Fetal Bovine Serum*) dan 50 µl larutan MTT untuk setiap sumur. Sel diberi MTT untuk mengukur efek sitotoksik sampel. Sel diinkubasi selama 4 jam pada suhu 37°C dengan kondisi gelap. Setelah itu, medium dibuang dan diberi 200 µl

DMSO (*Dimethyl sulfoxide*) dan 25µl bufer glisin. Intensitas absorbansi warna diukur dengan menggunakan *microplate spectrophotometer* (Bio Rad) pada panjang gelombang 540 nm. Intensitas absorbansi warna dibuat untuk mencari nilai *Inhibition concentration* sebanyak 50% ( $IC_{50}$ ) dari ekstrak daun sisik naga. Pengukuran tiap sampel biasanya dilakukan 3 kali ulangan.

$IC_{50}$  (*Inhibition Concentration<sub>50</sub>*) ditentukan melalui persamaan logaritma dari rata-rata absorbansi 3 ulangan data setiap konsentrasi dengan konsentrasi ekstrak sampel. Analisis data digunakan program Originlab 9.0 32bit (*Originlab Corporation USA*). Melalui program tersebut diperoleh persamaan logaritma yang mengandung penghambatan pertumbuhan sel 50 % ( $IC_{50}$ ) pada konsentrasi tertentu sesuai data absorbansi hasil pengukuran pada konsentrasi 0,1-100 µg/mL.

## **PRODUKSI SENYAWA BIOAKTIF DALAM BIOREAKTOR**

Penelitian tentang senyawa bioaktif secara konvensional saat ini sudah banyak dilakukan di Indonesia. Namun sampai hanya pada batas wacana, belum sampai pada skala industri. Penggunaan tanaman secara konvensional akan menimbulkan habisnya sumberdaya alam apabila tidak diikuti dengan teknik kultur jaringan atau bioreaktor. Salah satu kelebihan teknik ini adalah dapat dilakukan pengontrolan pertumbuhan sel dan pengaturan proses-proses metabolisme secara otomatis untuk peningkatan produktivitas (Anderson *et al.*, 1986).

Bioreaktor yang pernah diteliti dan ditemukan Pandiangan (2010) terdiri dari tiga bagian utama, yaitu: Penampakan bioreaktor lagi masih kosong atau setelah steril dan diseting dalam lemari bioreactor:

1. Aerator yang terhubung dengan rotameter dan regulator voltase 110 V, berfungsi sebagai pengatur input udara.
2. Filter udara yang berisi kapas steril terhubung dengan aerator oleh selang menuju filter tabung dan kolom bioreaktor, berfungsi sebagai penyaring udara yang masuk.

3. Kolom bioreaktor tipe *airlift* yang memiliki tinggi 75 – 80 cm, diameter 15 cm dengan volume 1,5 Liter, dilengkapi dengan filter kaca tipe *bubble column*. Pada bagian atas bioreaktor ditutup dengan tabung erlenmeyer yang berisi akuades, sedangkan bagian bawah ditutup dengan katup putar.
4. Lemari bioreactor dilengkapi dengan statif berpegangan untuk mendirikan bioreactor yang dilengkapi dengan lampu UV untuk sterilisasi ruangan. Kondisi gelap dapat dibuat dengan menutup lemari bioreactor.

Penampakan kultur sel dalam bioreaktor pada variasi inokulum 30 g nampak tidak berbeda secara visual, dinamakan media kuning bening dan sel kuning kecoklatan muda. Tapi dengan variasi aerasi nampak perbedaan secara morfologi yaitu medium B3 berwarna bening coklat dan sel-selnya kecoklatan dan banyak sel-sel yang terpisah menjadi sel tunggal tapi berwarna coklat kehitaman setelah 10 hari kultur. Oleh karena itu pada kultur berikutnya tidak digunakan kecepatan aerasi 0,35 L/min. Untuk bioreaktor *air lift* yang di desain dengan *draft tube* ini kecepatan aerasi demikian sangat cepat dan mematikan sel. Disamping itu medium sangat cepat berkurang yang membuat panen sel harus cepat karena aliran terganggu kalau media sudah dibatas *draft tube*. Dari hasil pengukuran PH juga menunjukkan bahwa aerasi 0,35 juga menunjukkan kematian sel yang menunjukkan pH sangat asam. Demikian juga sel kurang bertumbuh seperti variasi yang lainnya. Agregat dan medium nampak coklat dan media berkurang sangat cepat mungkin karena penguapan yang terjadi bersama-sama aliran udara.

Hasil kultur pada Gambar 2 menghasilkan bahwa pertumbuhan dengan aerasi 0,15 dan 0,25 L/min tidak ada perbedaan (B1, B2, B4 dan B5) yang nyata. Namun pada aerasi 0,35 L/min mempunyai pertumbuhan yang sangat rendah baik pada berat inokulum 20 dan 30 g sel. Berat inokulum yang baik tumbuh adalah pada berat inokulum 30 gram. Dari pertumbuhan sel yang optimum adalah pada B5 yaitu aerasi 0,25 L/min dan agregat 30 g (Gambar 2)

Pertambahan berat basah sel setelah dikutlur dalam bioreaktor dapat mencapai 47,5 g dalam bioreaktor B5. Peningkatan ini cukup besar dan hal ini menunjukkan bahwa kultur bioreaktor dapat dijadikan untuk memproduksi biomassa yang cepat. Kultur pada seluruh kondisi optimasi menunjukkan kenaikan berat basah sekitar 25,06 g sampai 47,5 g.



Gambar 2. Penampakan kultur sel dalam bioreaktor pada variasi inokulum dan aerasi

Berdasarkan uraian yang telah saya paparkan maka jelaslah bahwa bioteknologi dapat menghasilkan biomassa yang cepat dan banyak serta senyawa aktif antikanker dengan kandungan senyawa aktif yang sama dengan tumbuhan lapangan. Bioteknologi juga dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan kandungan senyawa aktif, tapi khusus untuk senyawa aktif

katarantin sudah dilakukan dengan metoda elisitasi, amobilisasi dan penambahan precursor triptofan. Ketiga metoda tersebut dapat meningkatkan kandungan katarantin bahkan lebih dari 200% dibandingkan dengan kontrolnya, dengan menggunakan alat ukur kromatografi cair kinerja tinggi atau HPLC. Ketiga metoda yang dicobakan bahwa penambahan prekursor triptofan yang dapat digunakan untuk kegiatan yang berkelanjutan terutama pada rencana skala industri.

## **PEMANFAATAN BIOTEKNOLOGI UNTUK REKAYASA GENETIKA**

Produk bioteknologi termaju atau terakhir disebut dengan Rekayasa Genetika. Keberhasilan yang telah dicapai dalam bidang bioteknologi dan teknik DNA rekombinan telah membantu mempercepat dan meningkatkan berbagai penelitian menuju ke arah pemahaman tentang biosintesis metabolit sekunder. Berbagai penelitian telah berhasil mengidentifikasi beberapa enzim yang berperan penting dalam jalan metabolisme, dan telah berhasil dilakukan rekayasa dan manipulasi terhadap enzim-enzim tersebut. Teknik rekayasa genetika dengan melakukan transformasi genetik telah dilakukan untuk memanipulasi lebih dari 120 jenis spesies dari sekitar 35 famili tanaman menggunakan perantara bakteri *Agrobacterium* ataupun transformasi langsung (Ratji, 2005). *Agrobacterium tumefaciens*, dan *Agrobacterium rhizogenes*, merupakan bakteri Gram negatif yang terdapat di dalam tanah yang menyebabkan tumor crown gall dan hairy root pada tanaman. Bakteri *Agrobacterium tumefaciens* mengandung megaplasmid yang berperan penting dalam induksi tumor tanaman yang diberinama Ti plasmid. Selama proses infeksi, T-DNA yang merupakan segmen penting dari Ti plasmid ditransfer ke dalam nukleus sel yang terinfeksi dan terintegrasi ke dalam kromosom hospesnya. Sedangkan bakteri *A. rhizogenes* dapat menginduksi proliferasi multi branched di tempat akar yang terinfeksi, sehingga disebut dengan "hairy root". Melalui infeksi ini dapat ditransfer T-DNA yang dikenal dengan root inducing plasmid (Ri plasmid), dan kemudian dapat

terintegrasi ke dalam kromosom sel tanaman (Radji, 2005).

Kemampuan bakteri *Agrobacterium tumefaciens*, dan *A. rhizogenes* yang mampu masuk ke dalam nukleus dan berintegrasi ke dalam kromosom tanaman inilah yang dimanfaatkan oleh para peneliti bioteknologi untuk melakukan modifikasi secara genetik guna meningkatkan produksi metabolit sekunder tanaman obat, baik tanaman dikotil ataupun monokotil. Transformasi genetik terhadap tumbuhan obat telah banyak yang berhasil dilakukan. Beberapa di antaranya adalah transformasi genetik menggunakan *Agrobacterium tumefaciens* terhadap tanaman transgenik *Azadirachta indica* yang mengandung rekombinan plasmid pTiA6, *Atropa belladonna*, dan *Echinea purpurea* dan terbukti dapat meningkatkan komposisi alkaloid secara signifikan (Radji, 2005).

Demikian pula transformasi genetik menggunakan *Agrobacterium rhizogenes* telah berhasil meningkatkan produksi artemisin sebesar 4.8 mg/ L, dari kultur sel *Artemisia annua L*, dan dapat meningkatkan produksi alkaloid puerarin dari kultur sel *Pueraria phaseoloides*. Berbagai jenis tanaman lain juga telah diteliti peningkatan kadar metabolit sekunder yang dihasilkannya melalui transformasi genetik dengan *Agrobacterium rhizogenes* antara lain adalah terhadap kultur sel/jaringan yang berasal dari tanaman *Aconitum heterophyllum*, *Digitalis lanata*, *Papaver somniferum L*, dan *Solanum aviculare* (Radji, 2005).

## **PRODUKSI ANTIBIOTIK DENGAN MEMANFAATKAN BIOTEKNOLOGI MIKROBA**

Peranan mikroba sendiri dalam usaha peningkatan hasil metabolit sekunder memegang peranan yang cukup penting. Di mana mikroba yang terlibat dalam peningkatan metabolit sekunder termasuk di antaranya adalah antibiotik, pigmen, toksin, kompetisi ekologi dan simbiosis, feromon, enzim inhibitor, imunomodulating agents, reseptor antagonis dan agonis, petisida, anti tumor agents dan *growth promoters* dari tanaman dan hewan. Sehingga mikroba

berpengaruh penting dalam kehidupan (Demain, 1998).

Menurut Radji (2005) bahwa aktifitas metabolit sekunder dari mikroba terbagi menjadi dua yaitu: (1). Metabolit sekunder dengan aktifitas non-antibiotik yaitu: a. Antitumor agents, b. Protease/peptides inhibitors, c. Inhibitors of cholesterol biosynthesis, d. Inhibitor Angiotensin-Converting Enzyme (ACE), e. Inhibitor lain, f. Immunosupresant. (2). Metabolit sekunder dengan aktifitas antibiotik, yaitu: a. *Antibacterial agents*, b. *Antifungal agents*. Produksi antibiotik sendiri saat ini menggunakan berbagai teknik produksi, teknik umum yang sering digunakan terutama adalah memproduksi antibiotik adalah fermentasi dan modifikasi senyawa kimia dari hasil fermentasi. Antibiotik merupakan molekul kecil yang disintesis oleh enzim. Aktifitas enzim sangat diperlukan dalam setiap jalur kompleks, selain itu juga penting untuk diketahui bahwa ada pengaruh fisiologis untuk mampu meningkatkan produksi fermentatif bagi organisme penghasil antibiotik. Produksi dari metabolit sekunder sendiri dihasilkan setelah fase pertumbuhan terhenti. Karena banyak antibiotik yang dihasilkan oleh organisme *spore-forming* (*Streptomyces* yang merupakan prokariot dan *filamentous fungi* yang merupakan eukariot) dan karena produk antibiotik dan *sporulation* baru mulai dihasilkan pada awal fase stasioner, salah satu dugaan, proses ini terjadi dengan menggunakan mekanisme *overlapping*, yang dimodulasi oleh *intercellular signaling molecules*. Termasuk juga sinyal dari peptida dan lakton membran permeabel mirip dengan lakton acyl-homoserine yang dikenal bekerja sebagai *quorum-sensing signal* dalam bakteri Gram-negatif. (Glazer, 2007).

## PENUTUP

Penelitian yang berkelanjutan dan siambung sangat memudahkan untuk mencapai produk dan out put yang diharapkan. Penelitian yang berkelanjutan juga perlu perencanaan dalam bentuk roadmap yang saling terkait untuk

mencapai produk yang dapat meningkatkan ekonomi, social dan kesejahteraan masyarakat. Peranan bioteknologi sudah dirasakan dalam budidaya tanaman, multiplikasi, rekayasa genetika, dan skrining mikroba endofit yang dapat menghasilkan metabolit sekunder, sangat penting dalam rangka pengembangan bahan obat yang berasal dari tanaman obat antara lain katarantin dari *C. roseus*. Bahkan dengan kemajuan yang pesat dalam bidang bioteknologi telah dapat dihasilkan beberapa jenis tanaman transgenik yang dapat memproduksi vaksin rekombinan. Perkembangan dan pemanfaatan teknik-teknik bioteknologi antara lain seperti teknik kultur jaringan, *in-vitro* propagsi, rekayasa genetika, dan peran mikroba endofit untuk meningkatkan produksi metabolit sekunder dari berbagai tanaman obat, bahkan produksi senyawa aktif dalam bioreaktor. Beberapa strategi untuk meningkatkan metabolit sekunder secara *in vitro*, antara lain dengan metoda atau teknik elisitasi, amobilisasi dan penambahan prekursor. Produksi metabolit sekunder juga sebagai obat sudah dilakukan produksi dalam bioreaktor, bahkan sudah pada tahap produksi dalam industri. Pemanfaatan produk bioteknologi dengan memanfaatkan metabolit sekunder adalah berupa obat-obatan, suplemen makanan, minuman, desinfektan atau antiseptik, kosmetika dan bahan pewarna.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alexandrova, R., I. Alexandrova, M. Velcheva, T. Varadinova. 2000. Phytoproduct and Cancer. *Experimental Pathology and Parasitology*. Bulgarian Academy of Sciences.
- Alley, M.C.; Scudiero, D.A.; Monks, A; Hursey, M.L.; Czerwinski, M.J.; Fine, D.L.; Abbott, B.J.; Mayo, J.G.; Shoemaker, R.H.; Boyd, M.R.1988. Feasibility of Drug Screening with Panels of Human Tumor Cell Lines Using a Microculture tetrazolium assay. *Cancer Research*. 1988, 48, 589-601.
- De Padua, L.S., Bunyapraphatsara, N. And Lemmens, R.H.M.J. (Editors). 1999. *Plant Resources of South East Asia* no. 12(1).

- Medicinal and Poisonous plants* 1. PROSEA Foundation, Bogor, Indonesia. p. 185-190
- Demain A.L. 1998. *Induction of Microbial Secondary Metabolism*. Internatl Microbiol.
- Dutta A., J. Batra., S. Pandey-Rai., d. Singh., S. Kumar., J. Sen. 2005. Expression of terpenoid indol alkaloid biosynthetic pathway genes corresponds to accumulation of related alkaloid in *Catharanthus roseus* (L.) G. Don. *Planta*. Spinger-Verlag. New Delhi. 220:376-383.
- Esyanti, R.R. Amelia, Pandiangan, D. 2008. The Influence Of Immobilization on Cell Growth and Catharanthine Production in the Cell Agregate Culture Of *Catharanthus roseus* (L.) G. Don. Proceeding *International Conference on Mathematics and Natural Sciences*. ITB Bandung
- Esyanti, R.R., D. Pandiangan, V. Usviany. 2006. Enhancement of Catharanthine Production in *Catharanthus roseus* Cell Cultures by Adding Tryptophan as Precursors. In. *Proceeding International Conference on Mathematics and Natural Sciences*. ITB Bandung
- Freshney, R.I. Culture of Animal Cells: A Manual of Basic Technique, 4<sup>th</sup> ed. Willey-Liss Inc, Canada. 2000
- Glazer A.N., Nikaido H. 2007. *Microbial Biotechnology: Fundamentals of Applied Microbiology Second Edition*. Cambridge University Press.
- Lu H., W.X. Zou, J.C. Meng, J. Hu, and R.X Tan. 2000. *New Bioactive Metabolites Produced by Colletotrichum sp., an Endophytic Fungus in Artemisia annua*. Plant Sci.
- Pandiangan, D, Esyanti, RR, Amelia, Usviany, V. 2008c. Production of Catharanthine in *Catharanthus roseus* Aggregate Cell Culture by Feeding, Elicitation and Immobilization Method. Proceeding *International Conference on Mathematics and Natural Sciences Proceedings*. ITB Bandung
- Pandiangan, D, Esyanti, RR, De Queljoe, E. 2008a. Aktivitas antikanker katarantin pada sel leukemia P388. Laporan Penelitian Insentif Terapan Ristek 2008. Kementrian Riset dan Teknologi..
- Pandiangan, D, Esyanti, RR, De Queljoe, E. 2008b. Aktivitas antikanker katarantin pada sel *mouse mammary cancer* MmT06054. Laporan Hibah bersaing 2008. DP2M Dikti.
- Pandiangan, D, Esyanti, RR, De Queljoe, E. 2009. Antivitas antikanker katarantin pada sel *mouse mammary cancer* MmT06054. *Jurnal Ilmiah Sains* , 2009 8/1, pp.107- 113.
- Pandiangan, D. 2009. Produksi Metabolit Sekunder secara In Vitro. UNPAD Press.
- Pandiangan, D. 1997. Inventarisasi Tumbuhan obat Tradisional di Desa Pintareng Sangihe. Laporan Hasil Penelitian Dosen Mandiri. FMIPA UNSRAT
- Pandiangan, D. 2011a. Produksi Katarantin melalui Kultur Jaringan. Penerbit CV. Lubuk Agung Bandung.
- Pandiangan, D. 2011b. Peningkatan Produksi Katarantin melalui Teknik Elisitasi pada Kultur Agregat Sel *Catharanthus roseus*. *Jurnal Ilmiah Sains* 11 (2). 140-149
- Pandiangan, D. 2012. Optimasi aerasi dan berat inokulum untuk mendapatkan pertumbuhan yang optimal pada kultur agregat sel *Catharanthus roseus* dalam bioreaktor. Makalah Seminar Hasil-hasil penelitian yang dilaksanakan dalam Rangka Dies Natalis FMIPA UNSRAT XIV pada 4 April 2012
- Pandiangan, D. dan Kandou, F.E. 2006. Inventarisasi dan Penapisan Alkaloid Tumbuhan Obat Tradisional Suku Sanger di Sangihe Sulawesi Utara. Makalah Seminar Nasional Tumbuhan Obat yang dilaksanakan oleh farmasi UNPAD Bandung tanggal 24-27 September 2006 di Gedung. Graha Sanusi Padjajaran. Bandung.
- Pandiangan, D. dan N. Nainggolan 2006c. Respons pertumbuhan dan kandungan katarantin kalus *C. roseus* yang diberi asam 2,4-Diklorofenoksi asetat. *Jurnal Eugenia* 12:3, p. 184-195.
- Pandiangan, D. dan N. Nainggolan, 2006a, Produksi Alkaloid dari kalus tapak dara, *Jurnal Ilmiah Sains*, 6, 48-54.
- Pandiangan, D. dan N. Nainggolan. 2006b. Peningkatan produksi katarantin pada kultur kalus *C. roseus* yang diberi NAA. *Jurnal Hayati* 13:3 p.90-94
- Pandiangan, D. Karyono, Esyanti, R.R., Subarnas, A. 2011. Respons Pertumbuhan, Kadar Protein Dan Aktivitas Triptofan Dekarboksilase Agregat Sel *Catharanthus Roseus* (L) G. Don Yang Diberi Prekursor Triptofan dalam Erlenmeyer. *Bionatura* 13 : 1, p.16-25.
- Pandiangan, D., D. Rompas, H. Aritonang, R. Esyanti, E. Marwani. 2006b. Produksi

- katarantin pada kultur agregat sel *C. roseus*: Optimasi dan peningkatan produksi. Laporan Penelitian Hibah Pekerti. Lembaga Penelitian UNSRAT.
- Pandiangan, D., D. Rompas, H. Aritonang, R. Esyanti, E. Marwani. 2006a. Pengaruh triptofan terhadap pertumbuhan dan kandungan katarantin pada kultur kalus *C. roseus*. *Jurnal Matematika dan Sains* 11:4,111-118.
- Pandiangan, D., Esyanti, R.R., Usviany, V., Wulansari, W. 2008. Production of catharanthine in *Catharanthus roseus* aggregate cell cultures by feeding, elicitation and immobilization method. *Proceedings International Conference on Mathematics and Natural Sciences (ICMNS)* November, 2008, Bandung-Indonesia. p. 379-386.
- Pandiangan, D., Tilaar, W. dan Nainggolan, N. 2012. Hubungan Spesialisasi Sel dengan Kandungan IAA pada Kultur sel *Catharanthus roseus* dengan penambahan Triptofan. Vol.18 No.3 pp.140-149
- Pandiangan, D., Tilaar, W. dan Nainggolan, N. 2013. Morphological Changes of Cell in Relation to Increased Catharanthine Content of *Catharanthus roseus* Cell Aggregate Culture after Tryptophan Treatment. *IJBAS (International Journals of Basic & Applied Sciences)* Vol 13 no.1 pp 44-50.
- Radji, M. 2005. Peranan Bioteknologi dan Mikroba Endofit dalam Pengembangan Obat Herbal. *Majalah Ilmu Kefarmasian*, Vol 2 (3) hal. 113 - 126
- Sahid, A. Pandiangan, D., Siahaan, P. A., Rumondor, M. 2013. Uji Sitotoksitas Ekstrak Metanol Daun Sisik Naga (*Drymoglossum piloselloides* presl.) terhadap sel leukemia p388. *Jurnal "Mipa Unsrat"* Online 2(2): 94-99.
- Wijayakusuma, H.M.H., S. Dalihmarta, A.S. Winar. 1992. *Tanaman Berkasiat Obat di Indonesia*, Jilid I. Pustaka Kartini, Ikapi Jaya.

## Pengaruh Media Sintetik yang Berbeda terhadap Pertumbuhan Miselium Fungi Ektomikoriza *Cenococcum* sp.

Feskaharny Alamsjah

Jurusan Biologi FMIPA Unand.

email: Feskha@[yahoo.com](mailto:Feskha@yahoo.com)

### ABSTRAK

Penelitian tentang Pengaruh Media Sintetik yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan Miselium Fungi Ektomikoriza *Cenococcum* sp. telah dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi FMIPA Unand. Tujuan penelitian adalah menganalisis pertumbuhan miselium fungi ektomikoriza *Cenococcum* sp. pada tiga jenis media sintetik secara *in vitro*. Fungi ektomikoriza sebagian besar memiliki pertumbuhan yang lambat jika dikulturkan pada media sintetik. Oleh karena itu dibutuhkan media khusus untuk mengkulturkannya. Pada penelitian ini, media yang digunakan adalah Modified Melin Norkrans (MMN), Potato Dextrose Agar (PDA) dan Pachlewski. Fungi ektomikoriza *Cenococcum* sp. dieksplorasi dari Hutan Pendidikan dan Penelitian Biologi (HPPB) Unand. Asosiasi fungi ini dengan akar tumbuhan memiliki karakteristik khusus yaitu akar mikoriza berwarna hitam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa fungi ektomikoriza *Cenococcum* sp. pertumbuhannya lebih cepat dan paling baik pada media MMN. Diameter koloninya lebih besar dan miseliumnya lebih tebal pada media MMN dibandingkan pertumbuhannya pada media PDA dan Pachlewski. Setelah 50 hari inkubasi, diameter koloni *Cenococcum* sp. pada media MMN, PDA dan Pachlewski masing-masingnya adalah 5,4 cm, 2,9 cm dan 1,8 cm. Pengamatan secara mikroskopis menunjukkan hifa berwarna cokelat kehitaman, diameter hifa 2,9 – 4,7  $\mu\text{m}$ , hifa bersepta, tidak memiliki sambungan apit (*clamp connection*), dan terdapat fusi antar hifa atau anastomosis.

**Kata kunci:** *in vitro*, kultur, hifa, diameter koloni

### ABSTRACT

*Study of the influence of different synthetic media on the growth of the Cenococcum sp. mycelium Ectomycorrhizal fungi was conducted in Microbiology Laboratory of FMIPA Andalas University. The aim of this research was to study the in vitro growth of Cenococcum sp. mycelium ectomycorrhizal fungi in three types of synthetic media. Ectomycorrhizal fungi mostly have a slow growth if they are cultured on synthetic media hence the need for a specific media to culture them. The media used in this research were Modified Melin Norkrans (MMN), Potato Dextrose Agar (PDA) dan Pachlewski media. The ectomycorrhizal fungi Cenococcum sp. explored from the School of Biology Forest of Andalas University. The association these fungi with plant roots has a special characteristic of black mycorrhizal roots. The results showed that the fungi Ectomycorrhiza Cenococcum sp. Faster and better growth in MMN media. The diameter of the colony is larger and the mycelium is thicker in MMN media than its growth in PDA and Pachlewski media. After 50 days incubation, the diameter of the colony of Cenococcum sp. on MMN, PDA and Pachlewski media are 5.4 cm, 2.9 cm and 1.8 cm respectively. Microscopic observation showed blackish-brown hyphae, a hyphae diameter of 2.9-4.7  $\mu\text{m}$ , septate, did not have a clamp connection, and there was a fusion between hyphae or anastomosis.*

**Key words:** *in vitro*, culture, hyphae, colony diameter

### PENDAHULUAN

Ektomikoriza adalah struktur asosiasi mutualistik antara fungi dengan akar tumbuhan

berkayu atau tanaman kehutanan. Fungi ektomikoriza hampir selalu terdapat dalam hutan alam karena sebagian besar tanaman hutan sangat bergantung pada mikoriza untuk kelangsungan

pertumbuhan dan perkembangannya (Nehls *et al.*, 2007). Namun, penyediaan bibit bermikoriza melalui inokulasi buatan sangat diperlukan dalam kegiatan reboisasi lahan kosong atau lahan yang terdegradasi. Bibit yang bermikoriza mempunyai mutu yang lebih baik dan lebih mudah beradaptasi dengan lingkungan yang baru sehingga kegagalan dalam pembangunan hutan dapat dihindari (Valdes *et al.*, 2009)

Manfaat mikoriza bagi pertumbuhan tanaman antara lain: meningkatkan penyerapan unsur hara tanaman dari dalam tanah (Satomura *et al.* 2006); meningkatkan ketahanan terhadap kekeringan. karena hifanya masih mampu menyerap air pada pori tanah, dan penyebaran hifa yang luas akan dapat menyerap air lebih banyak (Querejeta *et al.* 2003); meningkatkan ketahanan terhadap serangan patogen karena adanya lapisan hifa sebagai pelindung fisik dan antibiotika yang dikeluarkan oleh mikoriza (Martin-Pinto *et al.* 2006; Zadworny *et al.* 2007); menghasilkan hormon auksin, sitokinin, gibberelin, dan vitamin yang bermanfaat untuk inangnya (Allen *et al.* 2003). Sedangkan fungi ektomikoriza memanfaatkan nutrisi berupa gula hasil fotosintesis dari inangnya.

Kendala utama pengembangan pemanfaatan ektomikoriza terletak pada penyediaan inokulum fungi ektomikoriza dalam skala besar. Isolasi dan perbanyak kultur fungi ektomikoriza yang berasosiasi dengan suatu tanaman secara *in vitro* sangat penting dilakukan untuk memperoleh kultur murni bagi penyediaan inokulum vegetatif. Fungi ektomikoriza termasuk fungi yang sulit ditumbuhkan diluar habitat aslinya. Banyak fungi ektomikoriza memiliki pertumbuhan yang sangat rendah bahkan sulit untuk dikultur secara *in vitro* pada media nutrisi buatan. Isolasi fungi ektomikoriza yang paling sering dilakukan adalah dengan menggunakan sporocarp. Fungi ektomikoriza juga banyak yang tidak menghasilkan sporocarp. Penggunaan ujung akar bermikoriza sering mengalami kegagalan, walaupun beberapa dilaporkan berhasil melakukan dengan menggunakan ujung akar bermikoriza (Brundrett *et al.*, 1996; Harvey *et al.*, 1998).

Salah satu fungi yang dapat membentuk ektomikoriza adalah *Cenococcum* sp. Asosiasi fungi ini dengan akar tumbuhan memiliki karakteristik khusus yaitu akar mikoriza berwarna hitam. Untuk mengetahui kemampuan tumbuhnya pada media sintetik, *Cenococcum* sp dikulturkan pada media MMN, PDA dan Pachlewski. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis pertumbuhan miselium fungi ektomikoriza *Cenococcum* sp. pada tiga jenis media sintetik (MMN, PDA dan Pachlewski) secara *in vitro*.

## BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah dan akar tanaman yang terkolonisasi oleh fungi ektomikoriza *Cenococcum* sp. yang di eksplorasi dari Hutan Pendidikan dan Penelitian Biologi (HPPB) Unand, media Modified Melin Norkrans (MMN), Potato Dextrose Agar (PDA) dan Pachlewski, etanol 50% dan 70%, NaClO 0.05%, akuades steril.

### Isolasi Fungi Ektomikoriza *Cenococcum* sp.

Sampel akar bersama tanahnya diambil dengan cara menggali akar utama pada kedalaman berkisar antara 5 - 20 cm. Sampel dimasukkan ke dalam plastik yang telah dimasukkan kapas basah agar lembab. Proses isolasi merujuk pada metode Brundrett *et al.* , (1996). Akar yang terkolonisasi fungi ektomikoriza *Cenococcum* sp. dipotong-potong dengan panjang sekitar 0.5 cm. Sebanyak 30-50 potong akar dibilas dengan air steril sebanyak tiga kali selama 15 menit. Kemudian akar direndam dalam etanol 50% selama 2 menit dilanjutkan dengan perendaman dengan air steril selama 1 menit, kemudian dipindahkan ke dalam NaClO 0.1% selama 30 detik. Akar dibilas kembali dengan air steril sebanyak tiga kali lalu dikeringkan dengan tissue steril, dan diinokulasikan pada media Modified Melin Norkrans (MMN), Potato Dextrose Agar (PDA) dan Pachlewski yang telah dicampur dengan antibiotik chloramphenicol. Selanjutnya isolat

diinkubasi pada suhu ruang hingga tumbuh hifa. Hifa/miselium yang tumbuh selanjutnya dimurnikan pada media MMN, PDA dan Pachlewski hingga diperoleh kultur murni. Untuk sampel tanah terlebih dahulu dilakukan pengenceran sebelum ditumbuhkan pada ketiga media yang telah ditambahkan antibiotik chloramphenicol.

Semua proses pengembangan miselia dilakukan dalam keadaan aseptik. Diameter koloni dan warna miselium dari *Cenococcum* sp yang tumbuh pada ketiga media kultur (MMN, PDA dan Pachlewski). diamati secara makroskopis, sedangkan pengamatan mikroskopis meliputi warna, struktur dan ukuran dari hifa,

### HASIL DAN PEMBAHASAN

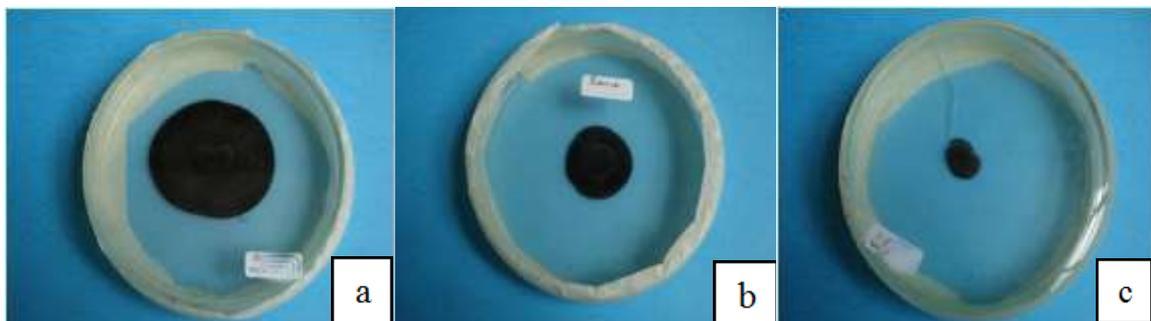
Setelah dikulturkan pada media MMN, PDA dan Pachlewski isolat fungi ektomikoriza *Cenococcum* sp. mampu tumbuh pada ke tiga media tersebut. Pengamatan secara makroskopis menunjukkan *Cenococcum* sp. memiliki ciri-ciri yaitu miseliumnya berwarna hitam dan memiliki

diameter pertumbuhan miselium yang relatif lambat pada ketiga media. Diameter koloni dari *Cenococcum* sp. pada media MMN adalah 5,4 cm; PDA 2,9 cm dan pada media Pachlewski 1,8 cm setelah 50 hari inkubasi. Miselium yang tumbuh pada media MMN lebih tebal dibandingkan pada media PDA dan Pachlewski (Tabel 1; Gambar 1).

Pengamatan secara mikroskopis menunjukkan hifa berwarna coklat kehitaman, diameter hifa 2,9 – 4,7  $\mu\text{m}$ , hifa bersepta, tidak memiliki sambungan apit (clamp connection) dan terdapat fusi antar hifa atau anastomosis. Trappe (1962), menyatakan bahwa *Cenococcum* adalah fungi Ascomycota yang tidak membentuk spora dalam media semi sintesis. Karakteristik *Cenococcum* yaitu memiliki hifa monokarion, berwarna kekuningan ketika muda tetapi segera berubah coklat kehitaman sampai hitam. Menurut Kingleby (1990), *Cenococcum geophilum* memiliki ciri khusus yaitu hifa berwarna hitam, rapuh dan mudah hancur bila dipindahkan dari dalam tanah, dengan panjang hifa < 2,5 mm dan diameter <0,4 mm.

Tabel 1. Diameter koloni dan warna miselium *Cenococcum* sp. setelah 50 hari inkubasi

| Media      | Diameter Koloni (cm) | Warna Miselium        |
|------------|----------------------|-----------------------|
| MMN        | 5.4                  | Miselium hitam, tebal |
| PDA        | 2.9                  | Miselium hitam, tipis |
| Pachlewski | 1.8                  | Miselium hitam, tipis |



Gambar 1. Koloni *Cenococcum* sp. pada media MMN (a); PDA (b); Pachlewski (c).

Pertumbuhan koloni miselium *Cenococcum* sp. pada media MMN agar menghasilkan diameter koloni yang lebih besar dibandingkan dengan diameter koloninya pada media PDA dan Pachlewski. Menurut Brundrett *et al.*, (1996), medium MMN merupakan medium khusus yang digunakan untuk mengisolasi fungi yang sulit ditumbuhkan di luar habitat alamiahnya seperti fungi ektomikoriza. Medium MMN merupakan medium kaya nutrisi yang menunjang pertumbuhan fungi ektomikoriza. Pertumbuhan fungi ektomikoriza dalam kultur *in vitro* dipengaruhi oleh kandungan nutrisi dalam media, seperti jumlah dan jenis karbohidrat dan umumnya tumbuh lebih baik pada media yang mengandung bahan alami dari pada hanya mengandung bahan anorganik. Pengaruh pH media juga sangat penting bagi pertumbuhan fungi ektomikoriza dalam kultur *in vitro* (Xu *et al.*, 2008).

Pertumbuhan *Cenococcum* sp. yang lambat pada media PDA dan Pachlewski yang ditandai oleh diameter koloninya yang rendah memperlihatkan masih diperlukannya penyeleksian kandungan nutrisi dalam media untuk meningkatkan pertumbuhan fungi ektomikoriza ini. Hal ini dilakukan tanpa menghilangkan kemampuan menginfeksi dari fungi tersebut dan kemampuannya membentuk ektomikoriza dengan tanaman inang pada waktu diinokulasikan kembali. Selain itu rendahnya diameter koloni *Cenococcum* sp. pada media PDA dan Pachlewski menunjukkan bahwa tidak semua fungi ektomikoriza mampu tumbuh pada media PDA dan Pachlewski. Media PDA merupakan media umum yang digunakan untuk mengisolasi fungi, termasuk fungi ektomikoriza. Beberapa fungi ektomikoriza yang berhasil diisolasi pada media tersebut yaitu Hebeloma, Tricholoma, Hysterangium, dan Labyrinthomyces (Brundrett *et al.*, 1996). *Cenococcum* sp. berhasil diisolasi pada media PDA diduga karena fungi ektomikoriza ini mempunyai sifat saprob lemah dan lebih tahan terhadap kondisi stress di alam (Pigott *et al.*, 1982).

Media isolasi fungi ektomikoriza, seperti media kultur untuk mikroorganisme lain harus mendukung pertumbuhan optimumnya. Media tersebut sebaiknya mendekati kondisi alamiahnya sehingga kegiatan metabolismenya berjalan baik. Menurut Setiadi *et al.*, (1992), syarat untuk media pertumbuhan mikroorganisme adalah: (1) mempunyai semua nutrisi yang mudah digunakan oleh mikroorganisme; (2) mempunyai tekanan osmosa, tegangan permukaan dan pH yang sesuai; (3) tidak mengandung zat-zat yang menghambat pertumbuhan mikroorganisme yang dikehendaki; (4) steril dan terlindung dari kontaminasi. Beberapa media yang sering digunakan untuk mengisolasi fungi ektomikoriza adalah Malt Extract Agar (MEA), Raper & Thom MEA (RTMEA), Fries Agar dan Potato Dextrose Agar/PDA (Setiadi *et al.*, 1992; Carris 2005). Keberhasilan mengisolasi fungi ektomikoriza juga dilaporkan oleh Lee *et al.*, (2008) dari akar bermikoriza tanaman *Shorea parvifolia* dengan menggunakan media Pachlewski's agar. Fungi ektomikoriza yang sebagian besar berupa fungi Basidiomycetes dapat diisolasi dengan menggunakan jaringan basidiocarp (mycelial aggregation), spora tunggal (spore print), hifa (rhizomorph), permukaan EcM (mycorrhizal root) dan sklerotia bagi fungi yang menghasilkan sklerotia seperti *Cenococcum geophilum* (Setiadi *et al.* 1992; Brundrett *et al.* 1994; Carris 2005).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa isolat fungi ektomikoriza *Cenococcum* sp. mampu tumbuh pada media MMN, PDA dan Pachlewski secara *in vitro* walaupun diameter koloninya kecil. Namun hasil ini sangat berarti bagi pengembangan penelitian ektomikoriza dalam hal penyediaan inokulum yang mengindikasikan bahwa isolat *Cenococcum* sp. berpotensi dikembangkan sebagai inokulum. Kecepatan pertumbuhannya pada media sintetik kemungkinan dapat ditingkatkan dengan melakukan penyeleksian kandungan nutrisi dalam media sesuai dengan kebutuhan hidupnya.

## KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa

1. Fungi ektomikoriza *Cenococcum* sp. pertumbuhannya lebih cepat dan paling baik pada media MMN. Setelah 50 hari inkubasi, diameter koloni *Cenococcum* sp. pada media MMN, PDA dan Pachlewski masing-masingnya adalah 5,4 cm, 2,9 cm dan 1,8 cm.
2. Pengamatan secara mikroskopis menunjukkan hifa bersepta, berwarna cokelat kehitaman dengan diameter

## DAFTAR PUSTAKA

- Allen, M.F., Swenson, W., Querejeta, J.J., Warburton, L.M.E. and K.K. Treseder. 2003. Ecology of mycorrhizae: A conceptual framework for complex interactions among plants and fungi. *Annu Rev Phytopathol* 41:271–303.
- Brundrett, M., Melville, L. and L. Peterson (Eds). 1994. Practical methods in mycorrhiza research. Guelph. Ontario. Mycologue Publication
- Brundrett, M., Bougher, N., Dell, B., Grove, T. and N. Malajczuk. 1996. Working with mycorrhiza in forestry and agriculture. Canberra: Australian Centre for International Agricultural Research.
- Carris, L. 2005. Isolating from Basidiomycetes. [terhubung berkala]. <http://www/classes.plantpath.wsu.edu/plp.521.html>. [21 Feb 2005]
- Harvey, L.M., Smith, J.E., Kristiansen, B., Neil, J. and E. Senior. 1998. The cultivation of ectomycorrhizal fungi. Di dalam: Whipps J.M. and R.D. Lumaden. editor. Biotechnology of fungi for improving plant growth. Cambridge: Cambridge University Press. Hlm. 27-40
- Kingleby, P.A., Mason, F.T. Last and L.V. Fleming. 1990. Identification of ectomycorrhizas – ITE Research Publication no. 5 – Institute Terrestrial Ecology. London.
- Lee, S.S., Patahayah, M., Chong, W.S. and F. Lapeyrie. 2008. Succesfull ectomycorrhizal inoculation of two Dipterocarp species with a locally isolated fungus in Peninsula. Malaysia. *J. Trop. For Sci.* 20(4):237-247
- Martín-Pinto, P., Pajares, J., and J. Díez. 2006. *In vitro* effects of four ectomycorrhizal fungi, *Boletus edulis*, *Rhizopogon roseolus*, *Laccaria laccata* and *Lactarius deliciosus* on *Fusarium* damping off in *Pinus nigra* seedlings. *New Forests* 32:323–334.
- Nehls, U., Grunze, N., Willman, M., Reich, M. and H. Kuster. 2007. Sugar for my honey: carbohydrate partitioning in ectomycorrhizal symbiosis. *Phytochemistry* 68:82-91
- Pigott, C.D. 1982. Fine structure of mycorrhiza formed by *Cenococcum geophilum* FR on *Tilia cordata* Mill. *New Phytol.* 92:501-512
- Querejeta, J.I., Egerton-Warburton, L.M. and M.F. Allen. 2003. Direct nocturnal water transfer from oaks to their mycorrhizal symbionts during severe soil drying. *Oecologia* 134:55–64.
- Satomura, T., Hasimoto, Y., Kinoshita A. and T. Horikoshi. 2006. Methods to study the role of ectomycorrhizal fungi in forest carbon cycling: Introduction to the direct methods to qualify the fungal content in ectomycorrhizal fin roots. *Root Research* 15:119–124.
- Setiadi, Y., Mansur, I., Budi, S.W., Achmad. 1992. Mikrobiologi tanah hutan: Petunjuk Laboratorium. Bogor: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Pusat Antar Universitas Bioteknologi, Institut Pertanian Bogor
- Trappe, J.M. 1962. *Cenococcum grandiforme* ITS distribution, ecology, mycorrhiza formation, and inherent variation [disertasi]. Michigan (US): University of Washington.
- Xu, M. *et al.*, 2008. Optimum condition for pure culture of major ectomycorrhizal fungi obtained from *Pinus sylvitris* var. *mongolica* plantations in southest-ern Keerqin sandy lands, China. *J. For Res* 19(2):113-118
- Zadworny, M., Smolinski, D.J., Idzikowska, K. and A. Werner. 2007. Ultrastructural and cytochemical aspects of the interaction between the ectomycorrhizal fungus *Laccaria laccata* and the saprotrophic fungi, *Trichoderma harzianum* and *T. virens*. *Biocontrols Sci and Technol* 17:921–932.

## **Kemampuan Seksual Sapi Pejantan Limousin dan Simmental di Balai Inseminasi Buatan Lembang**

**Lentji Rinny Ngangi, Manopo Jouke H, Endang Pudjihastuti dan Santie H. Turangan**

Fakultas Peternakan Universitas Sam Ratulangi, Manado 95115  
lentjingangi@gmail.com

### **ABSTRAK**

Kemampuan seksual seekor pejantan menggambarkan bagaimana daya dan respon sapi tersebut terhadap betina atau hewan pemancing (*teaser*) untuk selanjutnya bisa terjadi koitus. Daya dan respons seksual sapi pejantan berbeda-beda dan dipengaruhi oleh umur, breed, dan lingkungan (nutrisi pakan, suhu dll). Penelitian terhadap kemampuan seksual sapi pejantan Limousin dan Simmental telah dilakukan di Balai Inseminasi Buatan Lembang pada bulan November 2016 selama 14 hari, untuk mengetahui lama waktu yang dibutuhkan sapi pejantan Limousin dan Simmental untuk mulai ereksi, menaiki, dan ejakulasi yang merupakan variabel penelitian. Penelitian ini menggunakan 80 ekor sapi pejantan yang terdiri dari 40 ekor sapi jenis Limousin dan 40 ekor sapi jenis Simmental, dengan kisaran umur enam sampai dengan sembilan tahun. Variabel penelitian dianalisis dengan uji rata-rata di lanjutkan dengan uji banding *t-test*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lama waktu yang dibutuhkan sapi Limousin untuk mulai ereksi, mounting dan ejakulasi masing-masing adalah  $419.6 \pm 204.41$  detik,  $214.37 \pm 201.40$  detik dan  $1.30 \pm 0.65$  detik sedangkan sapi pejantan Simmental adalah  $573.9 \pm 329.02$  detik,  $302.45 \pm 280.02$  detik dan  $1.35 \pm 1.28$  detik. Uji lanjut *t-test* lama waktu yang dibutuhkan sapi pejantan Limousin untuk mulai ereksi, mounting dan intromisi memberikan pengaruh yang sangat nyata ( $P < 0.01$ ) dibandingkan dengan sapi pejantan Simmental. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh hasil bahwa sapi pejantan Limousin yang ada di BIB Lembang membutuhkan lama waktu yang lebih singkat untuk mulai ereksi, *mounting* dan ejakulasi dibandingkan sapi pejantan Simmental yang berarti bahwa sapi pejantan Limousin mempunyai kemampuan seksual lebih tinggi dibandingkan sapi Simmental.

**Kata kunci :** kemampuan seksual, Limousine, Simmental, BIB Lembang

### **ABSTRACT**

*Research on sexual ability bulls Limousin and Simmental has been done in the Central Artificial Insemination Lembang in November 2016 for 14 days, to determine the length of time it takes bulls Limousin and Simmental to begin an erection, mounting and ejaculation which is research variable. This study used 80 male bulls consisting of 40 Limousin beef cattle and 40 Simmental beef cattle. The research variables were analyzed by mean test in continuation with t-test comparison. The results showed that the longer it takes cow Limousin to begin an erection, mounting and ejaculation each was  $419.6 \pm 204.41$  seconds,  $214,37 \pm 201.40$  seconds and  $1.30 \pm 0.65$  seconds while bulls Simmental was  $573.9 \pm 329.02$  seconds,  $302.45 \pm 280.02$  seconds and  $1.35 \pm 1.28$  seconds. Further testing of the length of time required for Limousin stud for erection, mounting and introspection has a very real effect ( $P < 0.01$ ) compared to Simmental bull cattle. Based on the research results that Limousin bulls in Central Artificial Insemination Lembang requires a shorter length of time to begin an erection, mounting and ejaculation compared Simmental bulls which means that Limousin bulls have sexual performance higher than Simmental cattle.*

**Keywords :** sexual ability, Limousin, Simmental, BIB Lembang

## PENDAHULUAN

Pengembangan peternakan di Indonesia bertujuan untuk menyediakan pangan asal ternak yang bergizi dan berdaya saing tinggi dengan memanfaatkan sumberdaya hayati yang ada. Sapi sebagai salah satu sumber pangan sehat diharapkan dapat memenuhi akan kebutuhan protein asal hewani. Untuk memenuhi harapan ini maka dibutuhkan suatu teknologi yang mampu meningkatkan populasi sapi secara cepat. Inseminasi buatan (IB) adalah suatu teknologi reproduksi yang memanfaatkan kualitas genetik pejantan. Teknologi IB memungkinkan karena dari beberapa jantan dapat menghasilkan sejumlah spermatozoa yang diproses menjadi semen beku yang kemudian dapat menginseminasi ribuan betina setiap tahun. Tingkat keberhasilan IB dipengaruhi oleh antara lain faktor kualitas semen yang digunakan.

Balai Inseminasi Buatan (BIB) yang bertugas untuk memproduksi semen beku dari pejantan-pejantan non eksotik maupun eksotik diharapkan dapat memenuhi semua syarat yang ditentukan untuk menghasilkan semen beku yang berkualitas. Salah satu syarat yang harus dipenuhi oleh pejantan IB adalah memenuhi syarat teknis reproduktif untuk dapat ditampung semennya dan diproses lebih lanjut menjadi semen beku (Feradis, 2010b). Syarat reproduktif yang harus dimiliki oleh pejantan IB diantaranya adalah libido tinggi, kesanggupan melayani/mengawini baik, dan kemampuan melayani/mengawini baik. Kemampuan seksual sapi pejantan IB digambarkan dengan adanya keinginan kawin yang berarti bahwa pejantan tersebut tidak mengalami gangguan ereksi, gangguan menaiki hewan betina/*teaser*, ejakulasi dan kesulitan memasukkan penis. Kemampuan seksual pejantan merupakan aspek fungsi reproduksi sangat penting dan perlu diperhatikan, karena walaupun uji makroskopik dan mikroskopik spermatozoa yang dihasilkannya bagus tetapi tidak diikuti dengan kemampuan seksual yang memadai maka tingkat fertilitasnya pejantan akan menurun.

Tingkat fertilitas pejantan perlu diuji dengan melakukan pengamatan terhadap kemampuan kawin yang dimanifestasikan dalam bentuk rekasi ereksi, menaiki dan ejakulasi yang terjadi pada saat proses prakopulasi dan kopulasi. Kemampuan seksual atau keinginan kawin pejantan dapat diuji melalui frekuensi ereksi, menaiki dan berejakulasi secara normal dalam satuan waktu tertentu (Wodzicka dkk. 1991).

Penelitian ini telah dilaksanakan dengan tujuan untuk mengetahui kemampuan seksual dari pejantan IB yang digambarkan dengan pencapaian angka lama waktu yang dibutuhkan sapi pejantan untuk mulai ereksi, menaiki, dan ejakulasi setelah digabung dengan *teaser* (ternak penggoda). Hasil penelitian ini juga bertujuan sebagai bahan masukan ke manajemen reproduksi BIB Lembang untuk penilaian pejantan mana yang dikategorikan unggul, karena yang baik harus memiliki *mating ability* yang tinggi, jika ditemukan pejantan yang mempunyai kemampuan seksual yang rendah, manajemen BIB harus segera mencari penyebabnya. Apabila bersifat genetik dan tidak bisa diperbaiki maka pejantan tersebut direkomendasikan untuk diafkir.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini telah dilaksanakan di Balai Inseminasi Buatan (BIB) Lembang Bandung, selama sepuluh hari, mulai tanggal tujuh sampai dengan 17 November 2016. Pengambilan data berlangsung setiap hari kerja dimulai pada pagi hari pukul 07.00–11.00 WIB. Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah sapi pejantan sebanyak 80 ekor yang terdiri dari 40 ekor jenis Limousin dan 40 ekor jenis Simmental dengan kisaran umur 5-10 tahun.

### Cara kerja

Reaksi ereksi, menaiki dan ejakulasi sapi pejantan diamati pada saat akan dilakukan penampungan semen. Cara kerja sesuai dengan petunjuk teknis (juknis) prosedur tetap (protap) kegiatan BIB Lembang tahun anggaran 2009 (Anomin, 2009) yaitu :

1. Mempersiapkan pejantan yang akan ditampung beserta *teasernya* atau boneka pemancing (*dummy cow*) sesuai dengan jadwal penampungan. Bagian scrotum dan penis dihangatkan dengan cara penyemprotan air hangat agar aliran darah lancar
2. Memasukkan *teaser* atau pemancing kedalam kandang kawin yang telah tersedia dengan cara leher *teaser* dijepit dengan besi penjepit pada kandang kawin agar *teaser* tidak terlepas
3. Mendekatkan pejantan dengan *teaser* dan mengusahakan pejantan menaiki *teaser* beberapa kali (tiga kali) sampai libidonya tinggi/memuncak. Pada saat pejantan menaiki *teaser*, penisnya harus keluar.
4. Amati dan catat semua kejadian yang ditunjukkan oleh pejantan. Diisi dan dicatat dalam tabel pengamatan.

#### Variabel Penelitian

**Ereksi :** Saat penis sapi pejantan keluar dari preputium dalam keadaan kaku dan tegang untuk yang pertama kalinya.

**Menaiki:** Saat sapi pejantan menaiki *teaser* untuk pertama kalinya, tanpa disertai koitus dan ejakulasi.

**Ejakulasi :** Saat sapi mengeluarkan atau menyemprotkan ejakulat dalam bentuk semen keorgan reproduksi betina (vagina buatan).

#### Analisis Data

Data diolah secara statistik sederhana yaitu standar deviasi dan koefisien keragaman disajikan dalam bentuk tabel, grafik dan gambar. Untuk menguji kemampuan seksual dari sapi pejantan Limousin dan Simmental dilanjutkan dengan uji *t-test*.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Ereksi

Semua sampel pejantan Limousin dan Simmental yang digunakan menunjukkan reaksi ereksi. Nilai rerata lama waktu yang dibutuhkan sapi pejantan Limousin dan Simmental untuk reaksi ereksi tertera pada tabel 1.

Tabel 1. Lama waktu yang dibutuhkan sapi pejantan Limousin dan Simmental untuk mulai ereksi 1, 2 dan 3

| Bangsa sapi     | Rerata | Sd     | KK (%) |
|-----------------|--------|--------|--------|
| <b>Ereksi 1</b> |        |        |        |
| Limousin        | 162    | 197.23 | 121.75 |
| Simmental       | 368.37 | 296.29 | 80.43  |
| <b>Ereksi 2</b> |        |        |        |
| Limousin        | 248.37 | 126.83 | 51.06  |
| Simmental       | 467.35 | 297.20 | 63.59  |
| <b>Ereksi 3</b> |        |        |        |
| Limousin        | 419.6  | 204.22 | 48.67  |
| Simmental       | 573.9  | 329.02 | 57.33  |

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa sapi pejantan Limousin koleksi BIB Lembang menunjukkan kemampuan berespons terhadap *teaser* (tenak penggoda) dengan menampakkan ereksi pertama kali setelah bertemu dengan *teaser* 162 ± 197.23 detik, kedua 248.87 ± 126.83 detik dan ketiga 419.6 ± 204.22 detik, sedangkan sapi pejantan Simmental masing-masing 368.37 ± 296.29 detik, 467.35 ± 297.20 dan 573.9 ± 329.02 detik. Terdapat selisih angka 35.23 detik untuk ereksi pertama, kedua 121.54 detik dan ketiga sebesar 184.88 detik. Hal ini menunjukkan bahwa pejantan Limousin membutuhkan lama waktu lebih singkat 206.37 detik, 121.54 detik dan 184.88 detik untuk reaksi ereksi pertama, kedua dan ketiga dibandingkan dengan pejantan Simmental.

Hasil analisis dengan menggunakan uji banding *t-test* lama waktu yang dibutuhkan pejantan Limousin untuk reaksi ereksi memberikan pengaruh yang sangat nyata (P<0.01) dibanding dengan pejantan Simmental yang berarti bahwa pejantan Limousin membutuhkan waktu yang lebih singkat untuk reaksi ereksi dibandingkan dengan pejantan Simmental. Reaksi ereksi ini ditunjukkan dengan keluarnya penis melurus *fleksura sigmoid* tanpa terjadi kopulasi. Reaksi ereksi pejantan ini disebabkan oleh adanya stimulans yang menyebabkan sapi erotik sehingga memacu syaraf parasimpatis dan menyebabkan relaksasi otot polos pada arteri dan korpus kavernosum, akibatnya darah mengalir ke arteri dan terenggang, ruang kavernosum terisi darah

arterial dan ruang membesar. Darah yang mengumpul divena korpus kavernosum dengan tekanan yang semakin meninggi dan menyebabkan organ mengeras. Pada saat ini helisina yang jalannya berkelok-kelok, secara pasif teregang dan menjadi lurus.

### Menaiki (Mounting)

Angka capaian lama waktu yang dibutuhkan sapi pejantan Limousin dan Simmental untuk pertama kali menaiki tertera dalam tabel 2.

Tabel 2. Lama waktu yang dibutuhkan pejantan Limousin dan Simmental

| Bangsa sapi       | Rerata | Sd     | KK (%) |
|-------------------|--------|--------|--------|
| <b>Mounting 1</b> |        |        |        |
| Limousin          | 214.37 | 201.40 | 93.94  |
| Simmental         | 302.45 | 280.02 | 92.58  |
| <b>Detik</b>      |        |        |        |
| Limousin          | 352.25 | 172.87 | 49.07  |
| Simmental         | 389.35 | 287.75 | 73.90  |
| <b>Mounting 3</b> |        |        |        |
| Limousin          | 500    | 186.02 | 37.20  |
| Simmental         | 515.85 | 314.30 | 60.92  |

Rerata kisaran lama waktu yang dibutuhkan pejantan Limousin untuk menaiki teaser pertama kali  $214.37 \pm 201.40$  detik, menaiki kedua  $352.25 \pm 172.87$  detik dan menaiki ketiga  $500 \pm 186.02$  detik sedangkan untuk pejantan Simmental  $302.45 \pm \pm 280.02$  detik,  $389.35 \pm 287.75$  detik dan  $515.85 \pm 314.30$  detik masing-masing untuk menaiki pertama kali, kedua dan ketiga. Data diatas menunjukkan terdapat selisih 88.08 detik, 37.1 detik dan 15.85 detik yang berarti sapi pejantan Limousin membutuhkan waktu lebih singkat 88.08 detik, 37.1 detik dan 15.85 detik untuk menaiki teaser pertama kali, kedua dan ketiga dibandingkan sapi pejantan Simmental. Hasil penelitian ini sama dengan hasil penelitian Achmad *dkk* (2017) dimana sapi Limousin membutuhkan lama waktu lebih singkat (214.37 detik) untuk mounting pertama kali dibandingkan sapi Simmental.

Hasil uji-t lama waktu yang dibutuhkan pejantan Limousin untuk pertama kali menaiki teaser memberikan pengaruh yang sangat nyata ( $P < 0.0$ ) dibandingkan dengan pejantan Simmental, dengan kata lain bahwa pejantan Limousin membutuhkan lama waktu lebih singkat dibandingkan pejantan Simmental untuk menaiki.

Kemampuan seksual normal yang dimiliki oleh pejantan Limousin maupun Simmental koleksi BIB Lembang diduga disebabkan oleh faktor genetik, manajemen pemeliharaan (pakan). Perubahan suhu lingkungan yang drastis dapat mengakibatkan terjadinya perubahan kelakuan kelamin sehingga mengurangi kemampuan seksual dari pejantan. Suhu lokasi penelitian rata-rata  $19^{\circ}$  C dianggap cocok untuk kehidupan dan aktivitas reproduksi dari pejantan Limousin dan Simmental.

Angka capaian lama waktu yang dibutuhkan untuk mulai menaiki teaser pertama kali 214.37 detik, menaiki kedua 287.75 detik dan ketiga 419.6 detik untuk pejantan Limousin dan pejantan Simmental 302.45 detik untuk menaiki pertama kali, menaiki kedua 389.35 detik, dan menaiki ketiga 573.9 detik masih dibawah angka patokan (5 – 10) menit untuk melakukan tes libido. Libido atau kemampuan seksual dapat diuji dengan metode “*one bull method*”. Dalam metode ini sapi diberi kesempatan 5-10 menit untuk menaiki betina paling tidak sekali. Apabila dalam jangka waktu tersebut tidak melakukan mounting dianggap gagal (Anonim, 2004). Angka capaian ini menunjukkan bahwa pejantan Limousin dan Simmental koleksi BIB Lembang mempunyai kemampuan seksual dan keinginan kawin yang tinggi. Abror (2010) menyatakan bahwa sapi-sapi pejantan bangsa Eropa adalah sapi-sapi yang lebih aktif menaiki pejantan lainnya.

Walaupun terdapat selisih angka lama waktu yang dibutuhkan pejantan Limousin dan Simmental untuk menaiki teaser, tetapi hasil penampilan menaiki yang dicapai oleh kedua jenis pejantan dapat menggambarkan aktivitas seksual yang normal. Normalnya aktivitas dari pejantan Limousin dan Simmental ini dapat

dijadikan sebagai indikator kapasitas keinginan kawin atau kemampuan seksual seekor pejantan. Kemampuan menaiki yang dimiliki pejantan dipengaruhi oleh antara lain faktor umur. Semakin tua umur pejantan semakin rendah daya menaikinya, karena berkurangnya fungsi anggota gerak oleh dislokasi/ retak ataupun osteoarthritis kaki belakang atau tulang belakang.

### Ejakulasi

Nilai rerata lama waktu yang dibutuhkan untuk mulai ereksi pejantan Limousin dan Simmental di BIB Lembang tertera pada tabel 3.

Tabel 3. Lama waktu yang dibutuhkan pejantan Limousin dan Simmental untuk ejakulasi

| Bangsa sapi | Rerata | Sd   | KK (%) |
|-------------|--------|------|--------|
| Ejakulasi   |        |      |        |
| Limousin    | 1.30   | 0.65 | 50     |
| Simmental   | 1.35   | 1.28 | 94.81  |

Rerata kisaran waktu yang dibutuhkan untuk mulai ejakulasi pejantan Limousin 1.30 detik, sedangkan pejantan Simmental 1.35 detik. Data diatas menunjukkan pejantan Limousin membutuhkan lama waktu lebih cepat lima detik untuk ejakulasi dibandingkan pejantan Simmental.

Hasil uji-t lama waktu yang dibutuhkan pejantan Limousin untuk pertama kali ejakulasi teaser memberikan pengaruh yang sangat nyata ( $P < 0.0$ ) dibandingkan dengan pejantan Simmental, dengan kata lain bahwa pejantan Limousin membutuhkan lama waktu lebih singkat dibandingkan pejantan Simmental untuk ejakulasi. Hal ini dapat dijelaskan bahwa pejantan Limousin lebih cepat memberikan reaksi orgasme yang disebabkan oleh sejumlah rangsangan sensori yang diterimanya dibandingkan dengan pejantan Simmental. Kemampuan seksual biasanya diukur dengan menggunakan waktu reaksi, yang didefinisikan sebagai "waktu yang telah berlalu antara paparan rangsangan dan layanan pertama". Hasil pengamatan menunjukkan bahwa angka capaian

untuk reaksi ereksi, menaiki dan ejakulasi dari pejantan Limousin maupun Simmental menunjukkan hasil yang baik.

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan terhadap kemampuan seksual maka dapat disimpulkan bahwa pejantan Limousin membutuhkan lama waktu 162 detik untuk ereksi pertama kali, 214.37 detik untuk menaiki pertama kali dan 130 detik untuk ejakulasi sedangkan pejantan Simmental membutuhkan lama waktu 368.37 detik untuk ereksi, 302.45 detik untuk menaiki pertama kali dan 135 detik untuk ejakulasi yang berarti bahwa sapi pejantan Limousin mempunyai kemampuan seksual lebih tinggi dibandingkan sapi Simmental.

### DAFTAR PUSTAKA

- Abror. 2010. Hewan untuk agama, bangsa dan masyarakat semua jenjang kehidupan untuk mendapat keridhoannya : BSE, koleksi semen. Pemilihan bull, dan hormone dalam prosesreproduksi. <https://imamabror.wordpress>
- Achmad F.S, Pudjihastuti E, Manopo J.H dan L.R Ngangi. 2017. Penampilan tingkah laku seksual sapi pejantan Lmousin dan Simmental di Balai Inseminasi Buatan Lembang. *J. Zootek* Vol. 37 no:2: 276-285.
- Anonim. 2004. Diktat : Fisiologi reproduksi ternak. Bagian Reproduksi dan kebidanan FKH, Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Ariefin, AP ; Taswin, RT dan Dadang, MS. 2013. Kualitas semen segar sapi Simmental yang dikoleksi dengan interval yang berbeda di Balai Inseminasi Buatan Lembang. *Jurnal Ilmiah Peternakan* 1 (3) : 907-913
- Eliza D. Suryahadi dan M. Tjahya. 2016. Strategi pemasaran semen beku di Balai Inseminasi Buatan Lembang. *J. Manajemen IKM IPB*. Vol. 11 no 3 : 61-71.
- Feradis. 2010. Reproduksi pada Ternak. Alfabeta, Bandung
- Hafez, ESE. 2002. *Reproduction in Farm Animals*. 6<sup>th</sup> Ed. Lea and Febiger. Philadelphia.
- Yamin M, Rahayu I dan Afnan R. 2014. *Tingkah laku dan kesejahteraan ternak*. (Pengamatan tingkah laku). IPB Press, Bogor.

## **Peningkatan Produksi Cabai Rawit (*Capsicum annum L.*) dengan Menggunakan Pupuk Organik Berbahan Dasar Limbah Peternakan yang Difermentasi oleh Agen Bio-Aktivator di Desa Tosuraya Selatan Kecamatan Ratahan Kabupaten Minahasa Tenggara**

**Helen Joan Lawalata<sup>1\*</sup>**

<sup>1</sup>Jurusan Biologi, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Negeri Manado

\*Penulis Korespondensi. Helen J. Lawalata, Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Manado  
Desa Tounsarua Kecamatan Tondano Selatan Kode Pos 95619

### **ABSTRAK**

Akibat dari aktifitas kehidupan masyarakat sehari-hari di Desa Tosuraya Selatan Kecamatan Ratahan, seperti aktivitas rumah tangga, industri pengolahan hasil pertanian, peternakan, perkebunan, pertanian tanaman pangan dan hortikultura didapati banyak sekali limbah khususnya limbah organik. Teknologi yang dapat digunakan dalam penanganan masalah limbah ini antara lain adalah pemanfaatan mikroorganisme sebagai upaya untuk mempercepat proses dekomposisi sampah khususnya sampah organik menjadi pupuk organik. Pupuk organik merupakan pupuk yang terbuat dari bahan-bahan organik yang didegradasikan secara organik. Sumber bahan baku organik ini dapat diperoleh dari bermacam-macam sumber, seperti : kotoran ternak, sampah rumah tangga non sintetis, limbah-limbah makanan/minuman, dan lain-lain. Biasanya untuk membuat pupuk organik ini, ditambahkan larutan mikroorganisme yang membantu mempercepat proses pendegradasiannya. Di Desa Tosuraya Selatan Kecamatan Ratahan, Kabupaten Minahasa Tenggara, hasil observasi langsung di lapangan, ditemukan banyak limbah peternakan seperti kotoran ternak ayam, babi, limbah pabrik tahu, limbah penggergajian kayu dan limbah rumah tangga. Limbah tersebut sering tidak dikelola dengan baik dan akan memberikan potensi kuat dalam proses pencemaran lingkungan, sementara itu pengetahuan peternak, petani dan masyarakat desa dirasakan masih kurang dalam mengolah limbah kotoran ayam dan babi, sehingga terkadang kotoran tersebut dibuang begitu saja di saluran air/got desa tanpa ada pengolahan akhir dan sudah pasti mencemari lingkungan disekitarnya. Oleh karena itu dibutuhkan aplikasi teknologi yang sederhana namun ilmiah, dan dapat dipahami oleh masyarakat secara cepat, untuk langsung digunakan dalam penanganan masalah limbah kotoran ternak tersebut, dalam bentuk pelatihan pembuatan pupuk organik dengan memanfaatkan mikroorganisme (agen bioaktivator) yang menguntungkan sebagai agen hayati yang mampu melakukan proses dekomposisi limbah organik menjadi pupuk organik dalam meningkatkan produksi cabai rawit. Berdasarkan latar belakang di atas, telah dilaksanakan sebuah program Pelatihan Peningkatan Produksi Cabai Rawit (*Capsicum annum L.*) Dengan Menggunakan Pupuk Organik Berbahan Dasar Limbah Peternakan Yang Difermentasi Oleh Agen Bio-Aktivator Di Desa Tosuraya Selatan Kecamatan Ratahan Kabupaten Minahasa Tenggara.

**Kata kunci:** pencemaran lingkungan, mikroorganisme, kotoran ternak, dekomposisi

### **PENDAHULUAN**

Akhir-akhir ini sering terdengar keluhan dari petani karena hasil panennya terus menurun dari tahun ke tahun. Keadaan ini terjadi karena tingkat kesuburan dan bahan organik tanah yang mengalami penurunan, sehingga kemampuan tanah untuk mendukung ketersediaan air, hara dan kehidupan mikroorganisme yang dibutuhkan tanaman terus mengalami penurunan.

Penggunaan pupuk buatan secara terus menerus tanpa diimbangi dengan penambahan bahan organik ke dalam tanah dapat berpengaruh buruk terhadap kesuburan tanah. Kadar bahan organik tanah semakin lama akan semakin menurun jika tidak diimbangi dengan input bahan organik. Jika hal ini terus berlangsung akan mencapai titik dimana tidak terdapat lagi keseimbangan antara mineral dan bahan organik tanah.

Harga pupuk yang semakin melambung tinggi dan semakin sulitnya pupuk diperoleh di pasaran, hal ini sangat membebani petani belakangan ini. Di sisi lain tingginya harga pupuk seharusnya dapat mendorong petani untuk menerapkan pertanian organik, sehingga dapat menekan biaya produksi. Keadaan tersebut di atas tidak akan terjadi jika tanah mendapatkan perlakuan pupuk yang aman bagi tanah dan tanaman yaitu pemberian pupuk organik. Pemanfaatan pupuk organik mulai dilakukan oleh petani di Indonesia, seiring dengan pola hidup manusia cenderung *back to nature*. Pemanfaatan pupuk organik semakin meningkat dan semakin digemari masyarakat (Adianto, 1993)

Akibat dari aktifitas kehidupan masyarakat sehari-hari di berbagai tempat, seperti di pasar, rumah tangga, industri pengolahan hasil pertanian, peternakan, perkebunan, perikanan, kehutanan, pertanian tanaman pangan dan hortikultura, terdapat banyak sekali limbah khususnya limbah organik. Limbah yang berbentuk padat diistilahkan dengan sampah. Timbulnya sampah dirasakan mengganggu kenyamanan lingkungan hidup dan lebih jauh merupakan beban yang menghabiskan dana relatif besar untuk menanganinya, masyarakat cenderung lebih ke arah membuang atau membakar. Persepsi masyarakat terhadap sampah adalah mengganggu sehingga harus disingkirkan. Persepsi seperti ini harus diganti bahwa sampah mempunyai nilai ekonomi dan bisa dimanfaatkan dalam memperbaiki lingkungan (Prihandarini, 2004).

Sejalan dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, sampah dapat diolah sedemikian rupa sehingga menjadi barang yang bermanfaat dan menguntungkan secara ekonomis. Teknologi yang dapat digunakan dalam penanganan masalah sampah antara lain adalah pemanfaatan mikroorganisme sebagai upaya untuk mempercepat proses dekomposisi sampah khususnya sampah organik menjadi pupuk organik. Pupuk organik merupakan hasil akhir dan atau hasil antara dari perubahan atau peruraian bagian dan sisa-sisa tanaman dan hewan, misalnya bungkil, guano, tepung tulang,

limbah ternak dan lain sebagainya (Murbando, 2002). Pupuk organik merupakan pupuk yang terbuat dari bahan-bahan organik yang didegradasikan secara organik. Sumber bahan baku organik ini dapat diperoleh dari bermacam-macam sumber, seperti : kotoran ternak, sampah rumah tangga non sintesis, limbah-limbah makanan/minuman, dan lain-lain. Biasanya untuk membuat pupuk organik ini, ditambahkan larutan mikroorganisme yang membantu mempercepat proses pendegradasian (Prihandarini, 2004)

Cabai (*Capsicum annum* L), merupakan salah satu jenis sayuran penting yang dibudidayakan secara komersil di daerah tropis. Kegunaannya sebagian besar untuk konsumsi rumah tangga dan sebagian lagi di ekspor ke negara beriklim dingin dalam bentuk kering. Penanaman cabai memerlukan pemupukan awal karena tanaman cabai menggunakan sistem mulsa plastik, sehingga pupuk diberikan sebelum tanah bedengan ditutup dengan mulsa. Pemupukan awal meliputi pemupukan dengan pupuk kandang dan pupuk buatan (Werianta, 2002).

Pada tanaman cabai juga diperlukan pupuk susulan yang bertujuan untuk menambah unsur hara yang dibutuhkan tanaman selain unsur hara yang diambil tanaman dari tanah. Unsur hara yang terdapat di dalam tanah tidak bisa diandalkan untuk pertumbuhan tanaman cabai secara maksimal, terutama untuk penanaman dengan sistem intensif (Santika, 2002).

## PERMASALAHAN MITRA

Lahan tidur adalah lahan yang tidak atau belum produktif digunakan oleh masyarakat, sehingga perlu dikelola dengan baik untuk menghasilkan hasil yang baik. Pemanfaatan lahan tidur dan limbah organik didaerah perkotaan maupun pedesaan merupakan sebuah peluang usaha untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Jika tidak dikelola dengan baik, lahan tidur atau pekarangan yang tidak diolah, akan terbiar dengan percuma dan tidak memiliki nilai ekonomis yang tinggi, begitu juga sejumlah limbah organik yang dihasilkan dari berbagai macam tempat.

Akibat dari aktifitas kehidupan masyarakat sehari-hari di berbagai tempat, seperti di pasar, rumah tangga, industri pengolahan hasil pertanian, peternakan, perkebunan, perikanan, kehutanan, pertanian tanaman pangan dan hortikultura, terdapat banyak sekali limbah khususnya limbah organik.

Selain itu penggunaan pupuk buatan juga akan menimbulkan dampak terhadap lingkungan, karena adanya efek residu. Pupuk buatan meninggalkan efek sisa kimia pada lahan pertanian yang digunakan. Oleh karena itu, sangat diperlukan upaya pengurangan pemakaian pupuk buatan tanpa menurunkan produksi. Sejalan dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, sampah dalam bentuk limbah kotoran ternak dapat diolah sedemikian rupa sehingga menjadi barang yang bermanfaat dan menguntungkan secara ekonomis. Hasil observasi langsung di lapangan, ditemukan banyak limbah peternakan seperti kotoran ternak ayam dan babi. Limbah tersebut jika tidak dikelola dengan baik akan memberikan potensi kuat dalam proses pencemaran lingkungan, sementara itu pengetahuan petani dan masyarakat desa dirasakan masih kurang dalam mengolah limbah kotoran ayam dan babi, sehingga terkadang kotoran tersebut dibuang dan mencemari lingkungan disekitarnya.

Oleh karena itu dibutuhkan aplikasi teknologi yang dapat digunakan dalam penanganan masalah sampah atau limbah kotoran ternak tersebut, antara lain adalah pemanfaatan mikroorganisme sebagai upaya untuk mempercepat proses dekomposisi limbah organik menjadi pupuk organik. Penggunaan pupuk organik dapat menjadi bahan alternatif untuk mengurangi penggunaan pupuk buatan, karena pupuk organik mengandung unsur hara yang lengkap, yang berasal dari pelapukan atau sisa dari makhluk hidup seperti pupuk hijau, pupuk kandang dan kompos. Berdasarkan bentuknya pupuk organik dibagi menjadi dua yaitu pupuk organik padat dan pupuk organik cair (Musnamar, 2002).

Berdasarkan hal tersebut di atas, maka perlu dilaksanakan Pelatihan Peningkatan

Produksi Cabai Rawit (*Capsicum annum* L.) Dengan Menggunakan Pupuk Organik Berbahan Dasar Limbah Peternakan Yang Difermentasi Oleh Agen Bio-Aktivator Di Desa Tosuraya Selatan Kecamatan Ratahan Kabupaten Minahasa Tenggara.

## **SOLUSI DAN TARGET LUARAN**

### **Tujuan Kegiatan**

Sesuai dengan rencana kegiatan, maka luaran yang dihasilkan atau ditargetkan dalam kegiatan pengabdian pada masyarakat ini adalah :

- a) Melatih para petani yang tergabung dalam kelompok tani di desa tosuraya selatan, agar terampil dan mampu membuat pupuk organik yang bermutu dengan menggunakan agen bio-aktivator.
- b) Membimbing dan melatih para petani yang tergabung dalam kelompok tani di desa tosuraya selatan, dalam aplikasi penggunaan pupuk organik berbasis kotoran hewan yang telah mengalami proses fermentasi dengan menggunakan agen bio-aktivator, dalam meningkatkan produksi tanaman cabe rawit varietas Dewata F1 dan varietas Nirmala F1, juga untuk memaksimalkan potensi pengelolaan lahan tidur di desa Tosuraya Selatan Kecamatan Ratahan Kabupaten Minahasa Tenggara

### **Manfaat kegiatan**

- a) Bagi para melatih para petani yang tergabung dalam kelompok tani di desa tosuraya selatan, kegiatan ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi para petani dan peternak, agar bisa mandiri dan mampu membuat pupuk organik yang bermutu dengan menggunakan agen bio-aktivator.
- b) Melalui kegiatan ini juga diharapkan agar para melatih para petani yang tergabung dalam kelompok tani di desa tosuraya selatan, mampu menekan biaya usaha tani dalam hal pengadaan pupuk dan mengatasi masalah kelangkaan pupuk buatan dewasa ini. Disamping itu juga bisa mengurangi pencemaran lingkungan akibat sampah dari limbah kotoran hewan ternak ayam dan babi,

karena telah dikelola dengan baik dari limbah kotoran ternak menjadi pupuk organik yang bermutu baik dalam bentuk padat maupun bentuk cair.

- c) Bagi Universitas Negeri Manado, sebagai upaya perwujudan misi perguruan tinggi, terutama mewujudkan salah satu dari Tri Dharma Perguruan Tinggi, yaitu dharma pengabdian pada masyarakat, yang pada akhirnya dapat meningkatkan citra UNIMA di mata masyarakat.

### **Solusi yang ditawarkan**

Berdasarkan hasil observasi langsung di lapangan, ternyata di Desa Tosuraya, banyak ditemukan limbah peternakan seperti kotoran ternak ayam dan babi. Limbah tersebut jika tidak dikelola dengan baik akan memberikan potensi kuat dalam proses pencemaran lingkungan, sementara itu pengetahuan petani dan masyarakat desa dirasakan masih kurang dalam mengolah limbah kotoran ayam dan babi, sehingga terkadang kotoran tersebut dibuang dan mencemari lingkungan disekitarnya.

Oleh karena itu dibutuhkan aplikasi teknologi yang dapat digunakan dalam penanganan masalah sampah atau limbah kotoran ternak tersebut, antara lain adalah pemanfaatan mikroorganisme sebagai upaya untuk mempercepat proses dekomposisi limbah organik menjadi pupuk organik.

Berdasarkan hal tersebut di atas, maka dilaksanakanlah sebuah program Pelatihan Keterampilan Bercocok Tanam Cabai Pada Kelompok Tani di desa Tosuraya Selatan dalam rangka optimalisasi cara bercocok tanam cabai rawit varietas Dewata F1 maupun varietas Nirmala F1, disertai dengan teknik pembuatan pupuk organik berbasis kotoran ayam atau babi dengan menggunakan agen bio-aktivator dalam meningkatkan produksi cabai rawit, guna mengatasi permasalahan melimpahnya limbah kotoran ternak dari hewan ayam dan babi.

Dengan diadakannya program pelatihan pembuatan pupuk organik berbasis kotoran hewan ternak ayam atau babi, yang menggunakan agen bio-aktivator, memberikan efek yang sangat

positif pada masyarakat petani/peternak yang menjadi peserta program pelatihan. Para peserta pelatihan dapat membuat sendiri pupuk organik dan bisa merasakan langsung manfaat pelatihan tersebut, dengan bisa memproduksi sendiri pupuk organik. Selain itu juga para petani/peternak dapat memperoleh informasi yang berguna tentang penggunaan agen bio-aktivator sebagai agen pengubah dalam proses fermentasi bahan organik yang diujicobakan.

### **METODE PELAKSANAAN**

#### **Sasaran kegiatan**

Yang menjadi sasaran pelaksanaan kegiatan pelatihan ini adalah para petani yang tergabung dalam kelompok tani di Desa Tousuraya Selatan Kecamatan Ratahan, Kabupaten Minahasa Selatan yang berjumlah 10 – 20 orang dan aktif bercocok tanam sampai saat ini.

#### **Lokasi kegiatan :**

Lahan atau Kebun milik kelompok tani di Desa Tousuraya Selatan Kecamatan Ratahan, Kabupaten Minahasa Selatan baik perseorangan maupun lahan yang dikelola oleh kelompok tani.

#### **Metode yang digunakan :**

Adapun beberapa metode yang digunakan dalam kegiatan ini adalah :

- a) Metode penyuluhan kepada masyarakat tentang pencemaran lingkungan oleh limbah kotoran ayam dan babi dan memperkenalkan cara-cara penanganan limbah kotoran ayam dan babi
- b) Metode demonstrasi dan unjuk kerja secara langsung dalam pembuatan pupuk organik (kompos) dari limbah kotoran ayam dan babi dengan menggunakan agen-bioaktivator
- c) Metode aplikasi di lapangan secara langsung dengan menanam dan memberikan pupuk organik pada tanaman cabai varietas Dewata F1 dan varietas Nirmala F1.

## **KELAYAKAN PERGURUAN TINGGI**

Universitas Negeri Manado merupakan salah satu Lembaga Pendidikan Tinggi di Sulawesi Utara yang telah memiliki nama dan reputasi dalam bidang penelitian dan pengabdian kepada masyarakat. Setiap tahun UNIMA mampu menunjukkan eksistensinya dalam bidang penelitian dan pengabdian kepada masyarakat. Hal ini ditunjukkan oleh berhasilnya beberapa dosen peneliti dan yang mengadakan pengabdian kepada masyarakat yang dapat bersaing mendapatkan dana penelitian dan pengabdian dari berbagai skim yang ditawarkan melalui Dirjen DIKTI (SIMLITABMAS). Hal ini tidak terlepas dari adanya kinerja yang baik dari pimpinan lembaga yang menerapkan sistem kompetisi dalam penentuan atau pengajuan proposal serta adanya sistim pendampingan (Coaching Clinic) guna penyempurnaan proposal yang diajukan.

Perguruan tinggi dalam hal ini Universitas Negeri Manado, melalui Lembaga Pengabdian Pada Masyarakat (LPM) telah berpengalaman dalam mengelola jenis-jenis pengabdian baik dengan sumber dana PNBP, DP2M, maupun kerjasama Pemda Sulawesi Utara. Contoh kinerja LPM bisa dicermati dari tahapan awal, pelaksanaan dan akhir suatu kegiatan pengabdian.

Pada tahap awal LPM kerap kali melakukan pelatihan penyusunan proposal pengabdian dan melakukan seleksi internal guna menghasilkan dan menjaring proposal yang berkualitas dan layak dibiayai. Pada tahap pelaksanaan pihak LPM melakukan pemantauan atau monitoring kegiatan secara periodik untuk mengawasi pelaksanaan program agar sesuai dengan rencana atau proposal. Sementara pada tahap akhir, pihak LPM melakukan evaluasi internal dan atau bersama tim DP2M. Untuk menyebarluaskan hasil-hasil pengabdian pihak LPM mensyaratkan pembuatan poster, dan melakukan pameran hasil pengabdian.

Selain itu, kelayakan Universitas Negeri Manado juga ditunjang oleh semakin banyaknya jumlah dosen profesional yang memiliki

keahlian pada bidangnya baik yang bergelar S2, S3 maupun berstatus guru besar yang telah banyak mengabdikan atau menghasilkan karya-karya hasil penelitian dan pengabdian yang berguna bagi masyarakat sehingga menjadi bahan acuan dalam proses penyusunan dan sumber informasi dalam pengajuan, serta pelaksanaan kegiatan ini.

## **HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI**

Adapun hasil kegiatan yang diperoleh adalah sebagai berikut :

1. Program pelatihan pembuatan pupuk organik dan agen bio-aktivator dari limbah peternakan bagi petani di desa Tosuraya Selatan Kecamatan Ratahan Kabupaten Minahasa Tenggara, telah memberikan hasil yang baik bagi peningkatan kemampuan (skill), kompetensi para petani dan peternak sehingga telah terampil dan mampu membuat pupuk organik yang bermutu dengan menggunakan agen bio-aktivator.
2. Program pelatihan ini telah memberikan efek yang sangat positif dan sangat baik bagi para petani dalam hal aplikasi penggunaan pupuk organik berbasis kotoran hewan yang telah mengalami proses fermentasi dengan menggunakan agen bio-aktivator, dalam meningkatkan produksi tanaman cabai rawit varietas Dewata F1 dan varietas Nirmala F1.
3. Para petani telah mampu memproduksi pupuk organik berbahan dasar kotoran limbah peternakan dengan menggunakan agen bio-aktivator secara mandiri dan mampu meningkatkan kesejahteraan anggota keluarganya masing-masing lewat bercocok tanam cabai rawit.
4. Produk hasil bercocok tanam yang diperoleh yaitu 10 bedengan yang dilapisi dengan plastik mulsa hitam perak dengan panjang 25 meter dan lebar 1,5 meter per bedengan. Setiap bedengan berisi kurang lebih 50 tanaman cabai rawit varietas Dewata F1 dan varietas Nirmala F1 dengan rata-rata produksi per tanaman yaitu berkisar 1,70 kg dengan range atau kisaran berat per kilogram

yaitu 1,5 – 2,8 kg per tanaman cabai. Hasil ini mampu mengangkat harkat dan kesejahteraan para petani peserta pelatihan, terutama dalam menunjang keadaan finansial keluarga.

5. Mencermati produk yang dihasilkan, Analisis Usaha Tani Cabai varietas Dewata F1 dan varietas Nirmala F, yang dapat dihitung secara minimal adalah :

50 tanaman cabai x 10 bedengan = 500 tanaman cabai. 500 tanaman cabai x 1,70 kg = 850 kg. Jika berat bersih cabai hasil panen, kita hitung sekitar 800 kg, dengan asumsi 50 kg cabai (susut karena rusak/digunakan oleh keluarga petani) maka hasil yang diperoleh adalah : 800 kg x Rp.20.000,- (Harga pengumpul di pasar tradisional) = Rp. 16.000.000,-.

Potensi hasil kedepan jika kegiatan ini tetap dilanjutkan maka kelompok tani bisa memperoleh hasil maksimal seperti berikut :

100 tanaman cabai x 10 bedengan = 1000 tanaman cabai dengan masa tanam 3 bulan dan panen di bulan ke-4. 1000 tanaman cabai x 1,70 kg = 1700 kg. Jika berat bersih cabai hasil panen, kita hitung sekitar 1600 kg, dengan asumsi 100 kg cabai (susut karena rusak atau digunakan oleh keluarga petani) maka hasil yang diperoleh adalah :

1. Jika 1600 kg x Rp.20.000,- (Harga pengumpul di pasar tradisional) = Rp. 32.000.000,-
2. Jika 1600 kg x Rp.40.000,- (Harga pengumpul di pasar tradisional) = Rp. 64.000.000,-

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

1. Program pelatihan pembuatan pupuk organik dan agen bio-aktivator dari limbah peternakan bagi petani di desa Tosuraya Selatan Kecamatan Ratahan Kabupaten Minahasa Tenggara, telah memberikan hasil yang baik bagi peningkatan kemampuan (skill) dan kompetensi para petani dan peternak sehingga telah terampil dan mampu membuat pupuk

organik yang bermutu dengan menggunakan agen bio-aktivator.

2. Program pelatihan ini telah memberikan efek yang sangat positif dan sangat baik bagi petani di desa Tosuraya Selatan Kecamatan Ratahan Kabupaten Minahasa Tenggara dalam hal aplikasi penggunaan pupuk organik berbasis kotoran hewan yang telah mengalami proses fermentasi dengan menggunakan agen bio-aktivator, dalam meningkatkan produksi tanaman cabe rawit, dan mengaktifkan kembali lahan yang tidak produktif lagi menjadi lahan yang produktif secara ekonomis.
3. Kelompok petani di desa Tosuraya Selatan Kecamatan Ratahan Kabupaten Minahasa Tenggara, telah mampu memproduksi pupuk organik berbahan dasar kotoran limbah peternakan dengan menggunakan agen bio-aktivator secara mandiri dan mampu meningkatkan kesejahteraan anggota keluarganya masing-masing lewat bercocok tanam cabai.
4. Bercocok tanam cabai rawit dengan menggunakan varietas Dewata F1 dan varietas Nirmala F1 memberikan prospek yang sangat cerah dalam meningkatkan income-pendapatan secara finansial bagi keluarga petani di Desa Tosuraya pada khususnya.

### Saran

Perlu adanya kegiatan sejenis yang berkesinambungan misalnya optimalisasi tanaman hortikultura jenis lain semisal jagung, guna meningkatkan produksi cadangan bahan pangan dalam keluarga para bapak-bapak yang tergabung dalam kaum bapa dalam aplikasinya dengan penggunaan pupuk organik berbasis agen bio-aktivator.

### DAFTAR PUSTAKA

- Adianto,.1993. *Biologi Pertanian, Pupuk Kandang, Pupuk Organik Nabati dan Insektisida*. Bandung Alumni.
- Budi Santoso, H. 1998. *Pupuk Kompos*. Penerbit Kanisius. Jakarta.

- Direktorat Riset Dan Pengabdian Kepada Masyarakat., 2016. *Panduan Pelaksanaan Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Di Perguruan Tinggi. Edisi X. Tahun 2016*. Direktorat Riset Dan Pengabdian Kepada Masyarakat. Direktorat Jenderal Penguatan Riset Dan Pengembangan. Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi
- Emalinda, Yulnafatmawita dan Juniarti, 2006. *Pengomposan Sampah Domestik Dengan Memanfaatkan Cacing Tanah Untuk Menghasilkan Pupuk Organik Di Kanagarian Sangkir Lubuk Basung*. Laporan Pengabdian Masyarakat. DIPA-Universitas Andalas, Padang
- Gusmini, 2003. *Pemanfaatan Tithonia (Tithonia diversifolia) sebagai Bahan Substitusi N dan K Pupuk Buatan terhadap Tanaman Jahe pada Ultisol*. Program PascaSarjana Universitas Andalas. Padang.
- Hadisuwito, S. 2007. *Membuat Pupuk Kompos Cair*. PT.Agro Media Pustaka.
- Hakim, N dan Agustian, 2003. *Gulma Tithonia dan Pemanfaatannya sebagai Sumber Bahan Organik dan Unsur Hara untuk Tanaman Hortikultura*. Laporan Penelitian Tahun I Hibah Bersaing. Proyek Peningkatan Penelitian Perguruan Tinggi DP3M Ditjen Dikti. Universitas Andalas, Padang
- Isroi. 2008. *Kompos*. Makalah. Balai Penelitian Bioteknologi Perkebunan Indonesia, Bogor
- Jama.B.A., C.A. Palm., R.J.Buresh., A. I. Niang., C. Gachego., G. Nziquheba and B.Amadado. 2000. *Tithonia Diversifolia as a green manure for improvement of soil fertility in western Kenya. A Review*. Agroforestry Systems
- Lingga, Pinus dan Marsono. 2000. *Petunjuk Penggunaan Pupuk*. Jakarta. Penebar Swadaya.
- Martodireso, Sutadi, dan Suryanto. 2001. *Terobosan Teknologi Pemupukan dalam Era Pertanian Organik*. Kanisius.Yogyakarta.
- Musnamar, Effi Ismawati. 2002. *Pupuk Organik Cair dan Padat, Pembuatan dan Aplikasi*. Penebar Swadaya, Jakarta
- Murbandono ,HS. L. 2002. *Membuat Kompos*. Penerbit Penebar Swadaya. Jakarta.
- Nofrizal. 2007. *Ternak Sebagai Sumber Pupuk Dalam Pertanian Organik*. Tabloid Suara Afta Pertanian. Edisi 46/Desember-2007.
- Nurhayati Hakim, Novalina, M.Zulfa and Gusmini. 2003. *A potential of thitonia diversifolia for substitution NK-commercial for several crops in Ultisols*. Paper delivered at the AFA 9th International Annual Conference on 28-30 January 2003 in Cairo.
- Pranata, A.S. 2004. *Pupuk Organik Cair Aplikasi dan Manfaatnya*. PT.Agro Media Pustaka.
- Prihandarini, Ririen. 2004. *Manajemen Sampah, Daur Ulang Sampah Menjadi Pupuk Organik*. Penerbit PerPod. Jakarta.
- Santika, A. 2002. *Agribisnis Cabai*. Penebar Swadaya Jakarta.
- Syaiful. 2006. *Pemanfaatan Bunga Pahit sebagai Pupuk dan Ramuan Nabati*. Suara Afta. Edisi No.24/Februari/Tahun-III/2006.
- Werianta, W. 2002. *Bertanam Cabai Pada Musim Hujan*. Agromedia Pustaka.

## Potensi Nata de Coco sebagai Bahan Baku Plastik

Nur Arfa Yanti <sup>1\*</sup>, Sitti Wirdhana Ahmad<sup>1</sup>, Nurhayani H. Muhiddin<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Biologi FMIPA Universitas Halu Oleo

Kampus Hijau Bumi Tridharma, Anduonohu, Kendari Sulawesi Tenggara, 93232

<sup>2</sup>Program studi Pendidikan IPA FMIPA Universitas Negeri Makassar

Kampus UNM Parangtambung, jl. Malengkeri Raya, Makassar Sulawesi Selatan, 90224

[arfayanti73@gmail.com](mailto:arfayanti73@gmail.com),

### ABSTRAK

Nata de coco adalah selulosa yang diproduksi oleh bakteri menggunakan substrat air kelapa dan memiliki karakteristik struktural dan mekanik yang unik sehingga berpotensi diaplikasikan untuk berbagai industri seperti medis, plastik, kulit buatan dan kertas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi nata de coco untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku plastik. Produksi nata de coco dilakukan dengan kondisi statis (diam) selama 14 hari pada suhu kamar menggunakan strain bakteri *Acetobacter xylinum* lokal LKN6. Karakter mekanik yang diukur meliputi kekuatan tarik (*tensile strength*), elastisitas (*modulus young*), perpanjangan putus (*elongation at break*) dan daya serap air (*water uptake*), serta pengamatan morfologi permukaan nata de coco menggunakan SEM. Karakteristik mekanik nata de coco yang dihasilkan oleh *A. xylinum* LKN6 adalah kekuatan tarik 38,75 MPa, elastisitas 134,55 MPa, perpanjangan putus 28,8% dan daya serap air 72,75%. Dengan demikian, nata de coco memiliki karakteristik yang berpotensi digunakan sebagai bahan baku plastik.

**Kata kunci** : selulosa bakteri, air kelapa, bioplastik.

### ABSTRACT

*Nata de coco is a cellulose produced by bacteria using coconut water substrate and it has unique structural and mechanical characteristics that can potentially be applied to various industries such as medical, plastic, artificial leather and paper. This study aims to determine the potential of nata de coco to be utilized as plastic raw materials. The production of nata de coco was performed under static conditions for 14 days at room temperature using the local strain bacteria, Acetobacter xylinum LKN6. The mechanical characteristics was measured include of tensile strength, elasticity (modulus young), elongation at break and water uptake, and observation of surface morphology of nata de coco using SEM. The mechanical characteristics of nata de coco produced by A. xylinum LKN6 are tensile strength of 38,75 MPa, elasticity of 134,55 MPa, elongation at break of 28.8% and water uptake of 72,75%. Therefore, nata de coco has characteristics that are potentially used as plastic raw materials.*

**Keywords** : bacterial cellulose, coconut water, bioplastic.

### PENDAHULUAN

Salah satu produk olahan dari air kelapa yang populer hampir empat dasawarsa ini adalah nata de coco. Nata de coco merupakan biomassa yang sebagian besar terdiri dari selulosa dan disintesis oleh bakteri sehingga biasa disebut juga selulosa bakteri. Produk nata de coco memiliki kandungan serat yang tinggi tetapi rendah kalori sehingga sangat cocok untuk orang yang sedang

menjalankan diet. Produk ini telah dikembangkan sebagai makanan kemasan.

Selulosa bakteri dari substrat air kelapa (nata de coco) memiliki kelebihan dibanding selulosa tumbuhan. Kelebihan selulosa bakteri antara lain memiliki kandungan selulosa dengan tingkat kemurnian yang tinggi karena bebas lignin, dapat diproduksi dalam waktu relatif singkat serta selulosa yang dihasilkan sudah dalam bentuk lembaran (Keshk, 2014). Selulosa bakteri juga memiliki sifat mekanis tinggi dan

tidak merusak lingkungan karena bersifat mudah didegradasi secara alami (*biodegradable*) sehingga sangat berpotensi digunakan sebagai bahan baku plastik (Iskandar dkk., 2010) untuk menggantikan plastik sintetik yang saat ini banyak digunakan, baik dalam industri pangan maupun non-pangan. Selain itu, selulosa bakteri sangat baik diaplikasikan sebagai plastik yang tahan terhadap penguapan, karena selulosa dapat menyerap air dengan baik (Esa *et al.* 2014; Keshk, 2014).

Pengembangan *nata de coco* sebagai bahan baku plastik akan lebih meningkatkan pemanfaatan air kelapa yang selama ini banyak terbuang sebagai limbah, sehingga mencemari areal perkebunan/pengolahan kelapa. Dengan berkembangnya pengolahan bioplastik berbahan baku bioselulosa dari nata akan berdampak pada berkurangnya pemanfaatan plastik kemasan yang tidak ramah lingkungan, sekaligus meningkatkan ragam produk lanjutan dari kelapa. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi nata de coco yang diproduksi oleh bakteri *Acetobacter xylinum* lokal sebagai bahan baku plastik melalui kajian karakteristik fisik-mekanik dari nata de coco.

## METODE PENELITIAN

### Bahan dan alat

Bahan utama dalam pembuatan nata de coco adalah air kelapa tua berumur  $\pm 3$  hari yang diperoleh dari pengolahan kelapa di kecamatan Sawa, kabupaten Konawe Utara Sulawesi Tenggara. Bakteri *Acetobacter xylinum* adalah bakteri asam asetat lokal yang diisolasi dari limbah kulit nenas dan dipersiapkan dalam bentuk inokulum cair (starter) menggunakan air kelapa sebagai substratnya.

Peralatan dalam pembuatan nata de coco meliputi wadah fermentasi, kertas lakmus untuk mengukur pH, timbangan, Alat untuk analisa karakteristik mekanik adalah *Universal Testing Machine*. Alat pengamatan struktur morfologi bioselulosa (nata de coco) adalah *Scanning electron microscopy* (SEM).

### Produksi Nata de coco

Air kelapa dipanaskan hingga mulai mendidih lalu ditambahkan gula pasir sebanyak 8% (b/v) dan ZA sebanyak 1,5% (b/v). Selanjutnya substrat dididihkan lagi selama 15 menit lalu didinginkan sampai temperaturnya sama dengan suhu kamar. Setelah itu, pemberian asam asetat glacial 1% (v/v) dan starter berumur 7 hari sebanyak 10% (v/v). Selanjutnya, media dihomogenkan dan dimasukkan ke dalam wadah fermentasi. Fermentasi dilakukan pada suhu ruang selama  $\pm 14$  hari dengan kondisi statis (diam). Lapisan/pelikel nata yang telah terbentuk setelah akhir fermentasi, diangkat dari wadah fermentasi dan dicuci dengan air hingga bersih untuk diukur karakteristik fisik-mekaniknya.

### Analisis Karakteristik Nata de coco

Karakteristik nata de coco yang diamati pada penelitian ini adalah karakteristik mekanik yang meliputi nilai kekuatan tarik (*tensile strength*), perpanjangan putus (*elongation at break*), elastisitas (*modulus young*) dan daya serap air (*water uptake*) yang diukur berdasarkan metode yang dijelaskan oleh Bourtoom (2008) serta struktur morfologi nata de coco (bioselulosa) menggunakan SEM.

Karakteristik mekanik dikarakterisasi dengan menggunakan alat Uji Tarik Universal Testing Machine dengan kecepatan tarik 5 mm/menit, skala load cell 4% dari 100 kgf. Metode pengujian merupakan metode standar SI 527-2, pada kondisi suhu 23°C dan kelembaban 50%, >40 jam. Pengujian dilakukan dengan cara ujung sampel dijepit mesin penguji *tensile*. Selanjutnya dilakukan pencatatan ketebalan dan panjang awal sampel. Tombol *start* pada komputer ditekan kemudian alat akan menarik sampel dengan kecepatan 100 mm/menit sampai sampel putus. Nilai kekuatan tarik didapatkan dari hasil pembagian tegangan maksimum dengan luas penampang melintang. Uji kekuatan tarik dilakukan pada tiga sampel bioselulosa yang kemudian dihitung rata-ratanya. Kekuatan tarik bioselulosa dihitung dengan persamaan berikut:

$$\tau = \frac{F \max}{A}$$

Keterangan

$\tau$  = kekuatan tarik (MPa)

Fmax = tegangan maksimum (N)

A = luas penampang melintang (mm<sup>2</sup>)

Pengukuran perpanjangan putus dilakukan dengan cara yang sama dengan pengujian kuat tarik. Perpanjangan dinyatakan dalam persentase, dihitung dengan rumus:

$$\text{Elongasi (\%)} = \frac{\text{regangan saat putus (mm)}}{\text{panjang awal (mm)}} \times 100\%$$

Sedangkan untuk Elastisitas (*modulus young*) diperoleh dari perbandingan kuat tarik dengan elongasi.

Prosedur uji daya serap air (*water uptake*) yaitu dengan menimbang berat awal sampel yang akan diuji ( $w_0$ ), kemudian dimasukkan ke dalam wadah yang berisi akuades selama 10 detik. Sampel diangkat dari wadah yang berisi akuades dan air yang terdapat pada permukaan plastik dihilangkan dengan tisu kertas, setelah itu baru dilakukan penimbangan. Sampel dimasukkan kembali ke dalam wadah yang berisi akuades selama 10 detik. Kemudian sampel diangkat dari wadah dan ditimbang kembali. Prosedur perendaman dan penimbangan dilakukan kembali sampai diperoleh berat akhir sampel konstan. Selanjutnya air yang diserap oleh sampel dihitung melalui persamaan:

$$\text{Daya serap air (\%)} = \frac{w - w_0}{w_0} \times 100\%$$

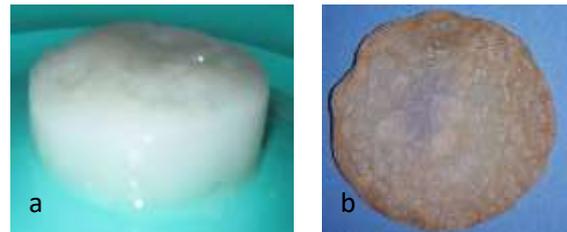
Keterangan : W = berat nata de coco basah  
W<sub>0</sub> = berat nata de coco kering

Analisis morfologi terhadap penampang atas lapisan nata de coco dilakukan dengan menggunakan SEM (*Scanning Electron Microscopy*) JEOL JSM-6360LA. Sampel nata de coco kering ditempelkan pada *set holder* dengan perekat ganda, kemudian dilapisi dengan logam emas dalam keadaan vakum. Setelah itu, sampel dimasukkan pada tempatnya di dalam SEM, kemudian gambar topografi diamati dan dilakukan perbesaran 5000 kali.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakteristik Nata de coco

Nata de coco yang diproduksi oleh *Acetobacter xylinum* lokal mencapai ketebalan 3,03 cm setelah 14 hari inkubasi (Gambar 1a). Karakterisasi sifat fisik-mekanik nata de coco dilakukan pada lembaran nata de coco kering, seperti yang ditampilkan pada Gambar 1b.



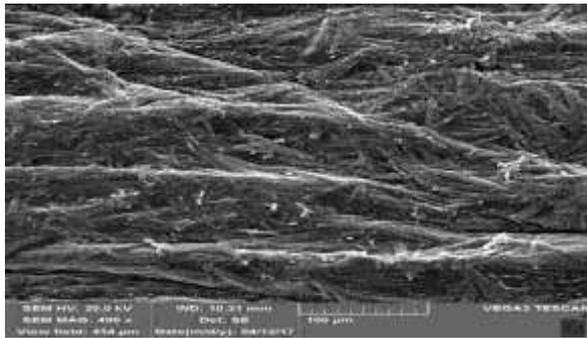
Gambar 1. Nata de coco yang diproduksi oleh bakteri *Acetobacter xylinum* lokal. a. Nata de coco baru panen, b. lembaran nata de coco kering

Gambar 1a menunjukkan bahwa nata de coco yang terbentuk berwarna putih dengan ketebalan yang relatif rata dan tidak bergerigi di bagian tepinya. Lembaran/pelikel nata de coco dengan karakteristik seperti ini, sangat cocok digunakan sebagai bahan baku plastik. Hal ini sesuai dengan penelitian Pratomo dan Rohaeti (2011), yang menyatakan bahwa nata yang dapat digunakan sebagai bahan dasar bioplastik adalah nata yang memiliki ketebalan merata di semua bagiannya serta tidak bergelambir. Namun, nata de coco yang diinkubasi selama 14 hari memiliki ketebalan yang terlalu tinggi, yaitu 3,03 cm sehingga memerlukan perlakuan pengepresan selama 1 hari untuk mengurangi kadar air agar tidak membutuhkan waktu lama pada saat pengeringan dan menghasilkan lembaran nata yang tipis dengan ketebalan merata. Oleh karena itu, nata de coco yang akan digunakan sebagai bioplastik, sebaiknya diinkubasi selama 2-3 hari, dengan ketebalan kurang dari 1 cm yaitu 0,3-0,5 cm. Menurut Pratomo dan Rohaeti (2011), ketebalan nata yang baik digunakan sebagai bahan dasar bioplastik adalah nata dengan umur pemeraman 2-3 hari, selebihnya nata yang

terbentuk akan terlalu tebal dan sulit dikeringkan untuk dijadikan bioplastik.

### Morfologi permukaan nata de coco

Morfologi nata de coco yang diamati menggunakan SEM, menampakkan struktur permukaan nata de coco. Morfologi permukaan nata de coco ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Morfologi permukaan nata de coco pada pembesaran 5000x

Gambar 2 menunjukkan bahwa struktur selulosa yang menyusun nata de coco berbentuk benang-benang fibril. Struktur nata de coco yang terbentuk dengan metode pengeringan, berupa jalinan benang selulosa yang berlapis, bertumpuk, dan terjalin cukup rapat. Struktur nata de coco yang terjalin rapat mungkin disebabkan karena nata de coco dipress/ditekan terlebih dahulu sebelum dikeringkan, sehingga terbentuk lembaran nata de coco yang rapat. Halib et al. (2012) menyatakan bahwa pelikel selulosa bakteri (nata) yang tidak diberi tekanan (dipress) sebelum dikeringkan akan terbentuk rongga udara pada lapisan-lapisan benang selulosa sehingga lapisan selulosa pada nata menjadi tidak rapat dan padat.

### Karakteristik Mekanik Nata de coco

Karakteristik mekanik yang meliputi kekuatan Tarik (*tensile strength*), elastisitas (*Modulus young*), perpanjangan putus (*elongation*) dan daya serap air (*water uptake*), merupakan karakter penting yang menentukan suatu bahan berpotensi menjadi bahan dasar bioplastik. Karakteristik mekanik nata de coco

yang diproduksi oleh bakteri *A.xylinum* lokal disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik mekanik nata de coco dan plastik sintetik (polipropilen) sebagai pembandingan

| No. | Karakter mekanik       | Nata de coco | Polipropilen <sup>1</sup> |
|-----|------------------------|--------------|---------------------------|
| 1   | Kekuatan Tarik (MPa)   | 38.75        | 24,7-302                  |
| 2   | Elastisitas (MPa)      | 134.55       | 1430                      |
| 3   | Perpanjangan putus (%) | 28.8         | 21-220                    |
| 4   | Daya serap air (%)     | 72.75        | 0,01                      |

<sup>1</sup>Setiani dkk. (2013)

Kekuatan tarik merupakan ukuran kekuatan suatu bahan ketika bahan menerima beban yang cenderung meregangkan atau memperpanjang bahan sebelum bahan tersebut patah/putus (Krochta & Johnston, 1997). Pengukuran kekuatan tarik sangat penting untuk dilakukan, karena nilai kekuatan tarik dapat mengindikasikan kualitas suatu bahan yang akan digunakan sebagai bahan dasar plastik, yakni semakin tinggi nilai kekuatan tarik suatu film maka semakin bagus kualitas dari film tersebut. (Iskandar, dkk., 2010). Tabel 1 menunjukkan bahwa nilai kekuatan tarik nata de coco sebesar 38.75 MPa memenuhi standar plastik sintetik, polipropilen yakni 24,7-302 MPa (Krochta & Johnson, 1997). Nilai kekuatan tarik nata de coco yang cukup tinggi disebabkan karena nata de coco merupakan selulosa dengan struktur yang tersusun rapat dan cukup padat (Gambar 2) sehingga pada saat pengujian kekuatan tarik menghasilkan gaya atau tarikan maksimum sebelum akhirnya lembaran nata putus. Hal ini didukung oleh penelitian yang dilakukan Indriyati, dkk., (2006), yang menyatakan bahwa peningkatan kekuatan tarik akibat kandungan selulosa yang tinggi, disebabkan oleh peningkatan interaksi gaya tarik-menarik antar molekul penyusun lapisan tipis.

Elastisitas (*modulus young*) merupakan ukuran kekakuan suatu bahan yakni semakin kaku suatu bahan, maka nilai elastisitas yang

dimiliki oleh bahan akan semakin besar (Darni dkk. 2009; Pratomo & Rohaeti, 2011) . Tabel 1 menunjukkan bahwa nilai elastisitas nata de coco sebesar 134.5 MPa jauh lebih kecil dibandingkan elastisitas polipropilen sebesar 1430 MPa. Hasil ini mengindikasikan bahwa nata de coco memiliki struktur yang lebih lentur dan elastis dibandingkan polipropilen, sehingga nata de coco tidak mudah putus/patah. Darni dkk. (2009) menyatakan bahwa film plastik yang memiliki nilai elastisitas yang tinggi akan bersifat kaku, getas dan mudah patah.

Perpanjangan putus merupakan perubahan panjang maksimum suatu bahan sebelum terputus yang menunjukkan pula seberapa besar penambahan panjang suatu bahan ketika dilakukan uji kekuatan tarik. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui persentase penambahan panjang per panjang awal bahan yang diujikan. Nilai perpanjangan putus dari nata de coco sebesar 28,8% memenuhi standar plastik sintetik polipropilen dengan nilai perpanjangan putus 21-220%. Karakteristik ini mengindikasikan bahwa nata de coco mampu melakukan deformasi pada saat ditarik menjadi lebih panjang sehingga tidak mudah putus. Hal ini disebabkan karena nata de coco bersifat lebih elastis yang ditandai dengan nilai elastisitas yang kecil (Tabel 1) sehingga nata de coco lebih mudah mengalami pemanjangan pada saat ditarik,

Analisis daya serap air (*water uptake*) bertujuan untuk mengetahui sifat ketahanan terhadap air suatu bahan plastik/film. Ketahanan air suatu bahan plastik tinggi jika persentase daya serap airnya kecil. Uji ketahanan air dilakukan untuk mengetahui sejauh mana bioplastik ini tahan terhadap air karena pada aplikasinya, plastik sering berinteraksi dengan air (Pratiwi dkk., 2016). Pengujian ini digunakan juga untuk melihat kemampuan plastik dalam melindungi produk dari air, yakni semakin besar daya serap airnya maka plastik kurang mampu melindungi produk dari air yang dapat menyebabkan produk cepat rusak atau berkurang kualitasnya (Lazuardi dan Cahyaningrum, 2013).

Tabel 1 menunjukkan bahwa daya serap air nata de coco sebesar 72,75% sedangkan polipropilen hanya 0,01%. Nilai daya serap air nata de coco yang diperoleh pada penelitian ini hampir sama dengan bioplastik berbasis pati dari kulit singkong, dengan daya serap air berkisar 70-75% (Maulida *et al.*, 2016). Nilai daya serap air nata de coco yang lebih besar dibandingkan plastik konvensional polipropilen, mengindikasikan bahwa nata de coco memiliki sifat ketahanan air yang lebih kecil dibandingkan dengan plastik konvensional. Namun, jika dibandingkan dengan bioplastik berbahan pati dari penelitian sebelumnya, yakni bioplastik pati sukun-kitosan-sorbitol yang memiliki daya serap air 212,98% dan bioplastik pati limbah singkong-kitosan-gliserol yang memiliki daya serap air 194,12% (Setiani dkk., 2013), maka sifat ketahanan air nata de coco lebih tinggi karena nilai daya serap airnya lebih rendah (72,75%). Hal ini mengindikasikan bahwa nata de coco sangat berpotensi digunakan sebagai bahan baku plastik, karena memiliki ketahanan air yang lebih baik dibandingkan bioplastik berbahan pati sehingga mampu melindungi produk dari kerusakan akibat air yang berlebihan.

Sifat mekanik nata de coco tidak terlalu berbeda dengan plastik konvensional, polipropilen, yakni nilai kekuatan tarik dan perpanjangan putusnya memenuhi standar untuk plastik konvensional. Walaupun sifat elastisitas dan ketahanan air nata de coco masih jauh dibandingkan plastik konvensional, namun nata de coco sangat potensial digunakan sebagai bahan baku plastik. Karakter mekanik nata de coco yang masih kurang kualitasnya, dapat ditingkatkan dengan penambahan *plasticizer* dan bahan pengisi pada saat pembuatan plastik dengan bahan baku nata de coco. Indriyati dkk. (2006) dan Lazuardi & Cahyaningrum (2013) menyatakan bahwa penambahan *plasticizer* dan bahan pengisi dapat meningkatkan kualitas bahan baku plastik.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat disimpulkan bahwa nata de coco memiliki sifat mekanik seperti kekuatan tarik 38,75 MPa, elastisitas 134,55 MPa, perpanjangan putus 28,8% dan daya serap air 72,75%, yang hampir sama dengan sifat mekanik plastik konvensional, polipropilen sehingga sangat berpotensi digunakan sebagai bahan baku plastik.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Jenderal Perguruan Tinggi, Kementerian Riset, Teknologi dan Perguruan Tinggi yang telah memberikan bantuan dana melalui kegiatan pengabdian kepada masyarakat program Iptek bagi Masyarakat (IbM) tahun 2017.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bourtoom, T. 2008. Edible films and coatings: characteristics and properties, *International Food Research Journal* **15** (3): 237-248
- Darni, Y., Sitorus, T.M., Hanif, M. 2009. Produksi Bioplastik dari Sorgum dan Selulosa Secara Termoplastik, *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan* **10** (2) : 55 – 62
- Esa, F., Tasirin, S.T., Rahman, N.A. 2014. Overview of Bacterial Cellulose Production and Application, *Agriculture and Agricultural Science Procedia* **2** : 113 – 119,
- Indriyati, Lucia Indrarti dan Elsy Rahimi. 2006. Pengaruh Carboxymethyl Cellulose (CMC) dan Gliserol terhadap Sifat Mekanik Lapisan Tipis Komposit Bakterial Selulosa. *Jurnal Sains Materi Indonesia* **8** (1) : 40 – 44.
- Iskandar, Zaki, M., Mulyati, S., Fathanah, U., Sari, I. dan Juchairawati. 2010. Pembuatan Film Selulosa dari *Nata de Pina* *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*, **7** (3) : 105-111.
- Halib, N., Amin, M.C.I., and Ahmad, I. 2012. Physicochemical Properties and Characterization of *Nata de Coco* from Local Food Industries as a Source of Cellulose. *Sains Malaysiana* **41**(2) : 205–211.
- Keshk, S.M. 2014. Bacterial Cellulose Production and its Industrial Applications, *J Bioprocess Biotechniq.* **4** (2) : 2-10.
- Krochta, J. M. and Johnston, C de-M. 1997. Edible and Biodegradable Polymers Film: Changes & Opportunities. *Food Technol.* **51** (2): 61-74.
- Lazuardi, G.P. dan Cahyaningrum, S.E. 2013. Pembuatan dan Karakterisasi Bioplastik Berbahan Dasar Kitosan dan Pati Singkong dengan Plasticizer Gliserol. *UNESA Journal of Chemistry* **2** (3) : 161-166.
- Maulida, Siagian, M. and Tarigan, P. 2016. Production of Starch Based Bioplastic from Cassava Peel Reinforced with Microcrystalline Cellulose Avicel PH101 Using Sorbitol as Plasticizer. *Journal of Physics: Conference Series* **710** : 1-7.
- Pratomo, H. dan Rohaeti, E. 2011. Bioplastik Nata de Cassava sebagai Bahan Edible Film Ramah Lingkungan. *Jurnal Penelitian Saintek*, **16** (2) : 172-190.
- Pratiwi, R., Rahayu, D., dan Barliana, M.I. 2016. Pemanfaatan Selulosa dari Limbah Jerami Padi (*Oryza sativa*) sebagai Bahan Bioplastik, *IJPST*, **3** (3) : 83-91
- Setiani, W., Sudiarti, T. dan Rahmidar, L. 2013. Preparasi Dan Karakterisasi *Edible Film* Dari Poliblend Pati Sukun-Kitosan. *Valensi* **3** (2) : 100-109.
- Shit, S.C. and Shah, P.M. 2014. Edible Polymers: Challenges and Opportunities. *Journal of Polymers* : 1-13.

## **Pemanfaatan Kangkung Air (*Ipomoea aquatica* Forsk) sebagai Pakan Labi-Labi (*Amyda cartilaginea* Boddaert, 1770)**

**Teguh Muslim<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Balai Penelitian Teknologi Konservasi Sumber Daya Alam. Jl. Soekarno Hatta Km 38,  
PO BOX 578, Balikpapan 76112. Tel. (0542) 7217663,  
Fax. (0542) 7217665, email: thegue97@gmail.com

### **ABSTRAK**

Labi-Labi (*Amyda cartilaginea* Boddaert, 1770) merupakan salah satu jenis satwa liar yang diperdagangkan ke luar negeri untuk konsumsi dan dijadikan hewan peliharaan. Jenis ini masih dipanen dari hasil alam, sementara upaya penangkaran ataupun budidaya belum berhasil untuk skala produksi. Di Kalimantan Timur sendiri belum ada upaya untuk membudidayakan, karena menganggap populasi di alam masih banyak. Akan tetapi tidak dilakukan monitoring secara berkelanjutan berkala minimal setiap tahun untuk mengetahui perkembangan populasi di alam. Keberhasilan dalam upaya penangkaran tidak lepas dari cara pemeliharaan terutama pakan. Beberapa percobaan memberikan banyak pilihan pakan yang lebih variatif. Pilihan pakan nabati dirasa lebih tepat dan telah terbukti untuk labi – labi karena konsumsi pakan di alam lebih banyak dari tumbuhan. Jenis pakan tentu memperhatikan kemudahan untuk mendapatkannya dengan harga yang murah. Kangkung air (*Ipomoea aquatica* Forsk) lebih mudah ditemukan dan tumbuh liar di rawa- rawa di Samarinda. Pemberian pakan menggunakan kangkung air bertujuan memanfaatkan sumberdaya yang tersedia dan melimpah tanpa mengeluarkan biaya. Individu yang dicobakan sebanyak 4 ekor yang dimasukan kedalam wadah terpisah berdiameter 50 cm. Percobaan dilakukan selama 6 bulan dengan pemberian pakan 3 hari sekali dengan jumlah pakan 100gr/ekor. Hasil percobaan menunjukkan lebih dari 80% pakan dapat dihabiskan dalam 3 hari dengan pertumbuhan bobot rata-rata 500 gr. Kangkung air dapat dijadikan pilihan sebagai pakan utama dengan waktu pemberian pakan yang tidak dilakukan setiap hari.

**Kata kunci** : pakan, *Amyda cartilaginea*, kangkung

### **ABSTRACT**

*Asiatic Soft-shell Turtle (Amyda cartilaginea Boddaert, 1770) was one of the species of wildlife that are traded overseas for consumption and made into pets. This species is still harvested from natural results, while breeding or aquaculture efforts have not managed to scale production. In East Kalimantan alone there has been no effort to cultivate, because it considers the wild population is still a lot. But monitoring is not conducted on an ongoing basis periodically at least every year to know the development of the wild population. Success in captive breeding efforts of way maintenance mainly feed. A few experiments provide a lot more feed options are varied. Vegetable feed option is considered more appropriate and has been proven to labi – pig feed consumption in nature because more of the plants. This type of feed is certainly noticed the ease to get it at low prices. Water spinach (Ipomoea aquatic Forsk) easier to find and grow wild in a swamp – a swamp in Samarinda. Feeding & water use resource available utilizing the aims and overflow without charge. Individuals for customers as much as 4 tails that are placed into a separate container diameter 50 cm. Experiments performed during 6 months with 3 days of feeding with feed 100 gr./tail. The experiment results show more than 80% of the feed can be spent in 3 days with the growth of the average weight of 500 gr. of water Cress can be optioned as a major feed with feeding time are not done every day.*

**Keywords** : feeding, *Amyda cartilaginea*, *Ipomoea*

## PENDAHULUAN

Labi-labi jenis *Amyda cartilaginea* (Boddaert, 1770) merupakan salah satu jenis sumber daya perikanan dari kelas reptilia yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber gizi dalam upaya pemenuhan kebutuhan pangan (Maswardi et al. 1996). Status konservasi labi-labi jenis *A. cartilaginea* tersebut termasuk kategori rawan menurut IUCN dan Appendiks II CITES (Dirjen PHKA 2008). Mengingat bahwa spesies tersebut telah terdaftar dalam Appendiks II CITES, maka pemanenan labi-labi untuk tujuan ekspor telah diatur oleh pemerintah Indonesia (Kusrini et al. 2009).

Pemanenan labi-labi *A. cartilaginea* yang masih mengandalkan hasil alam dilakukan sepanjang tahun tanpa memperhatikan jenis kelamin. Hal ini terbukti dari banyaknya perusahaan pengeksport labi-labi yang hanya bertindak sebagai penampung hasil tangkapan dari alam. (Muslim, 2015a). Kondisi demikian apabila tidak diimbangi dengan usaha budi daya, dikhawatirkan dengan semakin tingginya tingkat eksplorasi terhadap labi-labi dapat mengakibatkan penurunan populasi yang dapat mengancam kelestarian labi-labi (Maswardi et al. 1996). Di Indonesia telah dilakukan usaha budi daya labi-labi, namun jumlahnya masih terlalu sedikit (Maswardi et al. 1996) dan hingga saat ini belum ada usaha peternakan/penangkaran *A. cartilaginea* di Indonesia yang benar-benar berhasil (Shepherd et al. 2013) meskipun upaya penangkaran sudah berjalan di beberapa lokasi (Mumpuni et al. 2010).

Labi labi bersifat semi-akuatik, sebagian besar hidupnya berada di dalam air, dan pada masa-masa tertentu saja ke daratan yang biasanya untuk bertelur (Direktorat Jenderal Perikanan RI 1995). Namun, labi-labi terkadang tampak diatas bebatuan untuk berjemur atau bersembunyi dalam lumpur atau pasir, sehingga sulit untuk ditemukan. Selain itu, labi-labi juga hidup soliter, sehingga jarang ditemukan labi-labi secara berkelompok (Iskandar 2000). *Amyda cartilaginea* aktif pada siang dan malam hari dengan kebiasaan makan pada pagi hari antara

pukul 06.00-10.00 dan sore hari antara pukul 16.00-23.00 (Kusdinar 1995). Dalam kebiasaan makan, labi-labi termasuk opportunistic omnivore pemakan udang kecil, ikan (lele/belut), kerang-kerangan, kodok, siput atau keong, tumbuhan air, biji-bijian, dan singkong (Jensen dan Das 2008; Mashar 2009; Muslim 2015b).

Kalimantan Timur sebagai pengeksport terbesar kedua setelah Sumatera, belum berupaya melakukan usaha penangkaran/budidaya. Permasalahan yang mungkin menjadi hambatan untuk melakukan budidaya adalah karena labi-labi masih mudah ditemukan di alam dengan harga jual di tingkat lokal dari nelayan dan pengepul di lokasi masih relatif lebih rendah dibandingkan harga ekspor. Selain itu pengetahuan tentang teknik budidaya khususnya pemeliharaan terkait dengan pakan.

Jensen and Das (2008) mengungkapkan bahwa dalam lambung labi-labi terdapat material tumbuhan 77% dan sisanya adalah material hewani. Hal ini menunjukkan bahwa *Amyda cartilaginea* adalah omnivore yang sumber pakannya lebih banyak berasal dari tumbuhan dibandingkan sumber pakan hewani. Sedangkan Muslim (2015b) menyebutkan bahwa dari kotoran yang dikeluarkan hampir semua labi-labi *A. cartilaginea* hasil pengumpulan dari Kota Bangun terdapat banyak serabut dan biji sawit serta sedikit kulit kerang. Pakan dari tumbuhan air dapat dijadikan alternatif percobaan pakan mengingat *Amyda cartilaginea* di alam lebih banyak mengkonsumsi pakan nabati dibandingkan pakan hewani (Muslim, 2016b).

Dari hasil penelitian dan temuan tersebut maka dicobakan pemberian pakan dari hijauan/tumbuhan jenis kangkung rawa (*Ipomoea aquatica* Forsk). Pemilihan pakan dari kangkung rawa (juga berdasarkan pengamatan dilingkungan lahan basah di Samarinda. Lestari (2013) juga menyebutkan bahwa di Riau juga banyak kangkung yang tumbuh pada saluran buangan limbah cair dan tidak dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar pemukiman. Penelitian budidaya kangkung untuk konsumsi masyarakat juga lebih banyak dilakukan untuk kangkung darat (*Ipomoea reptans* Poir), sehingga jenis

kangkung air (*Ipomoea aquatica* Forsk) tidak dilirik lagi dan cenderung terabaikan.

Tanaman ini memiliki daya adaptasi yang cukup luas karena dapat hidup pada berbagai kondisi iklim dan diberbagai habitat (Lestari, 2013). Kangkung memiliki kandungan gizi yang lengkap, diantaranya protein, lemak, karbohidrat, serat, kalsium, fosfor, zat besi, natrium, kalium, vitamin A, B, C, dan Karotin (Polii, 2009) dan harganya harga relatif lebih murah (Taufik, 2012). Kangkung juga berfungsi sebagai fitoremediasi menormalkan suhu air, menjernihkan air, peningkatan pH sampai batas normal, meningkatkan (DO) O<sub>2</sub> terlarut (Lestari, 2013).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat konsumsi pakan dengan laju pertumbuhan bahan pakan *Ipomoea aquatica* Forsk. Serta pengaruh pakan terhadap pertumbuhan bobot agar dapat diaplikasikan dalam usaha budidaya dengan skala yang lebih besar sebagai upaya konservasi dan pemanfaatan tumbuhan liar untuk sumber pakan.

## **BAHAN DAN METODE**

Penelitian dilakukan 6 (enam) bulan pada bulan Januari - Juni 2017 di ruangan percobaan di Samarinda. Bahan yang digunakan meliputi 4 ekor labi-labi jenis *A. cartilaginea* yang diperoleh dari pengumpul di Kota Bangun, Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur, 5 (lima) buah wadah berbahan plastik ukuran diameter 50 cm dengan tinggi 30 cm. Ukuran bobot labi-labi  $\pm 2$  kg/ekor dengan panjang karapas (PLK) rata-rata 26 cm (ukuran dewasa muda < 5 tahun). Bahan pakan yang dicobakan adalah kangkung air (*Ipomoea aquatic* Forsk) pada bagian yang merambat dan berakar. Bahan kangkung air berasal dari rawa yang tumbuh liar disekitar rumah. Adapun peralatan yang dibutuhkan antara lain pita ukur, timbangan, termohygro, dan alat tulis.

### **Cara kerja**

4 ekor labi – labi dimasukan kedalam wadah berbahan plastik dengan ketinggian air 0,5

(seluruh bagian karapas terendam air) dari tinggi wadah. Wadah ditutup agar labi labi tidak keluar dari wadah. 1 wadah hanya dimasukan kangkung air 20 gr untuk melihat pertumbuhan kangkung. Pemberian pakan  $\pm 20$  gr/ekor selama beberapa hari sampai pakan habis untuk 1 salah satu individu. Jika salah satu ulangan percobaan habis, maka ulangan yang lain ditimbang untuk sisa pakannya. Setelah itu, kemudian diberikan pakan lagi untuk porsi yang berbeda yang lebih besar sesuai pertumbuhan kangkung (kontrol) setiap minggu maksimal sampai 80% menutupi bidang dasar permukaan air dalam wadah agar tetap menyisakan ruang untuk labi-labi bernafas dipermukaan air. Pengukuran suhu dan kelembaban untuk tujuan melihat kecendrungan nafsu makan setiap kali pemberian pakan. Di akhir percobaan, setiap individu ditimbang kembali dan diukur dimensi karapasnya.

### **Analisis data**

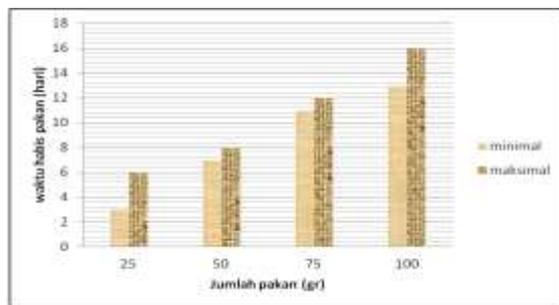
Untuk menentukan apakah perlakuan penambahan porsi pemberian pakan berpengaruh terhadap parameter kemampuan konsumsi pakan dilakukan dengan analisis ragam (ANOVA) dengan uji F pada selang kepercayaan 95%. Hasil data yang dikumpulkan berupa berat pakan yang diberikan, sisa pakan, pakan maksimal, waktu menghabiskan pakan, pertumbuhan berat pakan, pertumbuhan labi-labi, suhu dan kelembaban dianalisis dan diinterpretasikan secara deskriptif dan menggunakan literature review dari penelitian terdahulu.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Dari hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan penambahan porsi pakan berpengaruh terhadap kemampuan pakan (F hit (5.465) lebih besar daripada F tab (3.8625), maka H<sub>0</sub> ditolak dan H<sub>1</sub> diterima. Secara deskriptif dapat dijelaskan bahwa terdapat perbedaan pengaruh jumlah pemberian pakan terhadap tingkat konsumsi pakan. Pakan maksimal yang dapat diberikan pada wadah berukuran diameter 50 cm adalah 100gr/ekor

dengan waktu untuk menghabiskan pakan hingga mencapai 16 hari.

Dari Gambar 1. terlihat waktu untuk menghabiskan pakan masing-masing persatuan gram. Kemampuan konsumsi untuk menghabiskan pakan 25 gr selama minimal 3 hari dan maksimal 6 hari, 50 gr minimal habis dalam waktu 7 hari dan maksimal 8 hari, 75 gr minimal 11 hari dan maksimal 12 hari, sedangkan untuk pakan 100 gr dapat dihabiskan minimal 13 hari dan maksimal 16. Pakan yang tersisa sebagian besar masih dalam kondisi segar, berakar dan bertunas. Keadaan suhu harian lingkungan pagi hari 26,3°C – 27,9°C dengan kelembaban udara 81 % - 85 %.



Gambar 1. Jumlah pakan (gr) persatuan waktu (hari)

Pertumbuhan bobot dalam 1 (satu) bulan dapat mencapai 100 gr dan sampai akhir percobaan (6 bulan) bertambah rata-rata 500 gr/ekor. Kecepatan pertumbuhan tergantung pada jumlah pakan yang dikonsumsi, kualitas air dan faktor lain seperti keturunan, umur, daya tahan serta kemampuan satwa tersebut memanfaatkan pakan. (Sunarto dan Sabariah, 2009)

Sementara pertumbuhan kangkung air relatif stabil hingga mencapai mencapai 102,5gr/minggu (400% dari berat awal 20 gr), dengan bagian yang mengalami pertumbuhan meliputi pertumbuhan batang tunas vertikal dan daun serta perakaran. Tunas yang tumbuh sebanyak 22 batang (35gr), dengan panjang minimal 20 cm – 54 cm ( $\pm$  33,5 cm). Pada budidaya kangkung air hanya membutuhkan waktu 1,5 minggu untuk memanen (Djuariah, 2007).

Prefensi tingkat kesukaan pada pakan jenis kangkung air (*Ipomoea aquatic* Forks) tidak diketahui secara pasti karena tidak diperbandingkan dengan jenis pakan lain. Dalam penelitian Muslim, (2016b) disebutkan bahwa tingkat kesukaan terhadap pakan singkong lebih tinggi dari pada usus ayam dan ikan lele bahkan mencapai 80%. Sementara berdasarkan hasil penelitian Rahmi, (2008) untuk pakan juvenil labi-labi dengan bahan dari cacahan daging ikan lele dicampur dengan cacahan kangkung menunjukkan tingkat kesukaan mencapai 23%. Waktu pemberian pakan tergantung ukuran/jumlah pakan yang diberikan dengan syarat pakan tetap dalam keadaan segar. Makin banyak pakan yang diberikan maksimal 100 gr untuk ukuran wadah berdiameter 50 cm maka makin lama pula waktu pemberian pakan. Maksimal pakan 100 gr berdasarkan banyaknya pakan yang menutupi permukaan air dalam wadah, karena jika diberikan lebih banyak maka akan menutup semua permukaan air sehingga menyulitkan labi-labi untuk bernafas dan sangat mungkin mengurangi pasokan oksigen dalam air agar masih tersisa celah untuk labi-labi mengambil oksigen keluar permukaan air. Hal tersebut terkait dengan labi-labi yang bernafas dengan paru-paru (pulmo) sepanjang hidupnya dan tidak pernah mengalami perubahan alat pernafasan (Amri dan Khairuman, 2002).

Kemampuan labi-labi untuk mengkonsumsi pakan relatif sedikit, yang hanya mampu menghabiskan 20 – 25 gr dalam 1 (satu) minggu, kurang dari 10% bobot tubuh individu labi-labi. Keadaan seperti ini juga dijumpai berdasarkan hasil penelitian Sentosa *et. al* (2012) yang menyebutkan bahwa konsumsi pakan labi-labi relatif sedikit, bahkan pada labi-labi dewasa tidak terlihat aktivitas makan, sedangkan labi-labi muda cenderung lebih banyak berdiam di dalam lumpur dan hanya sesekali terlihat berenang dan mengambil udara keluar permukaan air. Perubahan kesukaan pakan pada labi-labi tergantung pada umur labi-labi muda tersebut. Ini disebabkan karena adanya perubahan fisiologi labi-labi jadi kecenderungan labi-labi untuk memilih makanan, pakan yang diberikan pada

juvenil labi-labi pada saat pertama kali dapat berkembang menjadi pakan kesukaannya. (Ningsih et al, 2015)

Pakan yang tersisa tidak rusak ataupun membusuk, melainkan tetap segar, hidup dan tumbuh dalam wadah percobaan. Pertumbuhan kangkung yang lebih cepat daripada tingkat konsumsi oleh labi-labi dapat juga menimbulkan masalah ketika seluruh permukaan air sampai tertutupi. Diketahui bahwa tanaman kangkung memiliki sistem perakaran tunggang dan cabang-cabangnya akar menyebar kesemua arah, dapat menembus tanah sampai kedalaman 60 hingga 100 cm, dan melebar secara mendatar pada radius 150 cm atau lebih, terutama pada jenis kangkung air (Djuariah, 2007).

Suhu harian lingkungan percobaan relatif rendah ( $< 30^{\circ}\text{C}$ ) sangat memungkinkan mempengaruhi tingkat konsumsi pakan. *Amyda cartilaginea* hidup di alam seperti rawa, danau, dan sungai yang suhu airnya berkisar antara  $25-30^{\circ}\text{C}$ . Penggantian air dalam wadah yang hanya dilakukan setiap 7 hari juga dapat mempengaruhi tingkat konsumsi pakan. Labi-labi atau bulus atau kura-kura air tawar (reptilia) bersifat poikilothermal yang artinya, suhu tubuh tidak tetap tetapi berubah-ubah mengikuti suhu lingkungan. (Amri et al. 2002). Labi – Labi lebih aktif pada suhu tinggi ( Suhu  $\geq 30^{\circ}\text{C}$ ) atau ketika ada pergolakan air akibat hujan atau penggantian air kolam (Muslim, 2016a). Dengan adanya perubahan suhu maka akan mempengaruhi aktifitas hewan tersebut, pada suhu tinggi hewan akan lebih bersifat aktif, dan pada suhu rendah akan menjadi lamban (Muslim, 2016a). Kecendrungan aktivitas labi-labi lebih banyak dilakukan di area yang memiliki suhu lebih tinggi, ketika suhu air lebih rendah daripada daratan maka labi-labi akan menuju ke darat dan sebaliknya ketika suhu air lebih tinggi maka labi-labi beraktivitas dalam air termasuk aktivitas makan. (Muslim, 2016b)

Ukuran wadah yang digunakan sudah memenuhi kriteria daya tampung maksimal, bahkan lebih dari cukup untuk individu labi-labi dewasa muda berukuran  $\text{PLK} \pm 25$  cm dengan bobot  $\pm 2$  kg, sehingga kecil kemungkinannya

mempengaruhi tingkat konsumsi pakan. Maksimal kepadatan individu untuk indukan (dewasa,  $\text{PLK} > 25$  cm) pada kolam adalah 5 ekor/m<sup>2</sup> (Amri et al. 2002). Labi-labi dewasa (betina) berusia sekitar 2 – 3 tahun yang diperkirakan mulai mampu bereproduksi (Kusrini et al., 2014).

## KESIMPULAN

Bahan pakan yang baik untuk digunakan sebagai bahan pakan adalah bagian kangkung yang merambat dan sudah berakar. Percobaan menggunakan bahan pakan kangkung air lebih ekonomis karena tidak membutuhkan waktu rutin untuk pemberian pakan setelah pakan awal diberikan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis banyak mengucapkan terima kasih kepada semua anggota tim Lawi: Widyawati, Warsidi dan Agung. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Dr. Ishak Yassir, S.Hut., M.Si yang telah memberikan bantuan baik materil dan motivasi. Tak lupa juga disampaikan terima kasih kepada kepala Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Konservasi Sumber Daya Alam yang telah memberikan izin penelitian mandiri. Terima kasih juga kepada situasi, kondisi dan suasana kerja dikantor Balitek KSDA yang telah memberikan kesempatan untuk menciptakan kreatifitas meneliti tanpa mengandalkan Anggaran DIPA.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amri K dan Khairuman. 2002. Labi-Labi Komoditas Perikanan Multi Manfaat. PT Agro Media Pustaka, Jakarta.
- Direktorat Jenderal Perikanan. 1995. Petunjuk pelaksanaan pembinaan dan pengelolaan labi-labi. Direktorat Jenderal Perikanan, Jakarta.
- Dirjen PHKA [Direktorat Jenderal Perlindungan Hutan dan Konservasi Alam]. 2008. Harvest sustainability of Asiatic soft-shell turtle *Amyda cartilaginea* in Indonesia. Dirjen PHKA, Jakarta.

- Djuariah, D. 2007. Evaluasi Plasma Nutfah Kangkung Di Dataran Medium Rancaek. *Jurnal Hortikultura* 7(3):756-762.
- Iskandar DT. 2000. Kura-kura dan buaya Indonesia, Papua Nugini. PAL Media Citra, Bandung.
- Jensen KA, Das I. 2008. Dietary observations on the Asian soft-shell turtle (*Amyda cartilaginea*) from Sarawak, Malaysian Borneo. *Chelonian Conserv Biol* 7(1): 136-141.
- Kusdinar A. 1995. Telaah Beberapa Aspek Bioekologi Kura-kura Belawa (*Trionyx cartilagineus*) di Belawa, Cirebon, Jawa Barat. [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Kusrini MD, Mardiasuti A, Darmawan B et al. 2009. Laporan Sementara: Survei pemanenan dan perdagangan labi-labi di Kalimantan Timur. *NATURE Harmony*, Bogor.
- Mashar A. 2009. Karakteristik morfologi, struktur populasi, dan karakteristik telur kura-kura belawa (*Amyda cartilaginea*). Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Maswardi A, Harimurti CA, Hanif S et al. 1996. Budi daya labi-labi. Balai Budidaya Air Tawar, Sukabumi.
- Mumpuni, Riyanto A. 2010. Harvest, population and natural history of soft-shelled turtle (*Amyda cartilaginea*) in South Sumatera, Jambi and Riau Provinces, Indonesia. *APEKLI*, Cibinong.
- Muslim, T. 2016a. Pengelolaan Labi – Labi (*Amyda cartilaginea* Boddaert, 1770) di Kalimantan Timur. *Prosiding Seminar Pengelolaan Satwa Liar Sebagai Upaya Pelestarian Sumberdaya Alam*. Balai Penelitian Teknologi Konservasi Sumberdaya Alam. Hal: 67-82
- Muslim, T. 2016b. Komposisi dan preferensi pakan labi-labi (*Amyda cartilaginea* Boddaert, 1770) di penangkaran. *PROS SEM NAS MASY BIODIV INDON* Volume 2, Nomor 1, September 2016. ISSN: 2407-8050. Halaman: 93-96 DOI: 10.13057/psnmbi/m020118
- Muslim, 2015a. Habitat dan Penyebaran Labi - Labi *Amyda cartilaginea* di Kalimantan Timur. *Wetlands* 04/2015; Vol. 23/No. 1.
- Muslim, 2015b. Upaya Budidaya *Amyda cartilaginea*: Daya Dukung Habitat dan Perilaku *Amyda cartilaginea*. *Majalah Swara Samboja*, Vol.IV, No.2, 2015, ISSN 2089-7421
- Ningsih, Y.D., Yoza, D., S. Rudianda. 2015. Pertumbuhan Juvenil Labi-Labi (*Amyda cartilaginea*) Berdasarkan Uji Coba Preferensi Pakan Di Penangkaran Pakan Di Penangkaran PT. Arara Abadi, Kabupaten Siak. *Jom Faperta* Vol. 2 No. 1 Februari 2015.
- Polii, M.G.M. 2009. Respon Produksi Tanaman Kangkung Darat (*Ipomoea reptans* Poir) terhadap Variasi Waktu Pemberian Pupuk Kotoran Ayam. *Soil Environment*, 7 (1): 18-22.
- Sentosa, A.A., Wijaya, D., dan S. Astri. 2012. Perilaku Harian Labi-Labi (*Amyda cartilaginea* Boddaert, 1770) Di Desa Belawa, Kabupaten Cirebon
- Shepherd CR, Nijman V. 2013. *Inspection manual for use in commercial reptile breeding facilities in Southeast Asia*. Secretariat of the Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (CITES), TRAFFIC, Geneva, Switzerland.
- Sunarto dan Sabariah. 2009. Pemberian Buatan dengan Dosis Berbeda Terhadap Pertumbuhan dan Konsumsi Pakan Benih Ikan Semah (*Tordouronsis*) dalam Upaya Domestikasi. *Jurnal Akuakultur*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Muhamadiyah Pontianak.
- Rahmi, N. 2008. Pertumbuhan Juvenil Labi-Labi, *Amyda cartilaginea* (Boddaert, 1770) (Reptilia: Testudinata: Trionychidae) Berdasarkan Pemberian Jenis Pakan Yang Berbeda, Dalam Upaya Domestikasi Untuk Menunjang Konservasi di Desa Belawa, Kabupaten Cirebon. Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor.
- Taufik, M. 2012. Strategi Pengembangan Agribisnis Sayuran di Sulawesi Selatan. *Jurnal Litbang Pertanian*, 31(2): 43-50.

## **Kemampuan Isolat *Bacillus cereus*, *Pseudomonas aeruginosa*, dan Konsorsium terhadap *Pyricularia grisea* Penyebab Penyakit Blast pada Padi Inpari 15**

**Zuraidah\* dan Hendrix Kusuma**

Prodi Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh

\*E-mail: idamyrza@yahoo.com

### **ABSTRAK**

Penyakit Blas yang disebabkan oleh cendawan patogen *Pyricularia grisea* pada tanaman padi merupakan salah satu kendala dalam upaya produktifitas padi, termasuk varietas Inpari 15. Pengendalian penyakit sering digunakan fungisida yang berdampak negatif pada lahan pertanian dan menyebabkan produk pertanian tidak aman dikonsumsi. Pemanfaatan bakteri sebagai agen biokontrol yang dapat menghambat pertumbuhan penyakit tersebut merupakan salah satu solusi untuk mengatasi masalah pada tanaman padi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kemampuan bakteri *Bacillus cereus* dan *Pseudomonas aeruginosa* serta konsorsium dalam menghambat pertumbuhan cendawan patogen *Pyricularia grisea* penyebab penyakit blas pada tanaman padi varietas Inpari 15. Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri atas 5 perlakuan dan tiga ulangan. Teknik analisis data dilakukan dengan menggunakan analisis ragam pada taraf kepercayaan 95 % (ANOVA) dan dilanjutkan dengan menggunakan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5 % ( $\alpha = 0,05$ ) dengan menggunakan SPSS 16.0. Prosedur kerja dalam penelitian ini dimulai dengan menyiapkan bibit tanaman padi varietas Inpari 15, peremajaan cendawan patogen, isolat bakteri, uji reaksi hipersensitif isolat uji serta isolat patogen pada tanaman tembakau, dan aplikasi bakteri terhadap *Pyricularia grisea* secara *in vivo*. Parameter yang diukur dalam penelitian ini adalah panjang dan lebar lesio tanaman padi, tinggi tanaman padi, panjang daun tanaman padi, jumlah anakan yang muncul pada tanaman padi dan jumlah malai tanaman padi Inpari 15. Hasil penelitian menunjukkan isolat konsorsium antara bakteri *Bacillus cereus* dan *Pseudomonas aeruginosa* memiliki kemampuan sebagai agen pemicu pertumbuhan tinggi batang, panjang daun, dan jumlah anakan tanaman padi Inpari 15. Selain itu bakteri konsorsium ini juga mampu menekan pertumbuhan cendawan patogen *Pyricularia grisea*.

**Kata kunci:** *Pyricularia grisea*, Blast, *Bacillus cereus*, *Pseudomonas aeruginosa*, konsorsium.

### **PENDAHULUAN**

*Pyricularia grisea* merupakan cendawan patogen yang dapat merusak daun, malai, dan batang padi. Penyakit tanaman muncul karena adanya kultivar yang peka terhadap patogen dan peka terhadap pengaruh lingkungan. Selain itu, faktor teknik budidaya juga mempengaruhi perkembangan penyakit Blast ini. Populasi tanaman yang lebih tinggi diikuti dengan penggunaan pupuk nitrogen yang berlebihan akan memperparah kondisi penyakit (Kustianto *et al.* 1982). Kerugian yang diakibatkan oleh penyakit Blas di Sukabumi mencapai 15-20% dari hasil panen.

Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Aceh melaporkan bahwa petani pada

umumnya menggunakan varietas padi Ciherang, Inpari 10 (Inhibridasi padi sawah lahan irigasi), Inpari 13, dan Inpari 15. Namun varietas Ciherang yang paling digemari oleh petani di Aceh adalah varietas Ciherang. Varietas Ciherang dan Inpari 15 akhir-akhir ini dilaporkan sering terserang Blas yang disebabkan oleh cendawan *Pyricularia grisea*. Akibat terserang penyakit Blas, di Pidie Jaya varietas Inpari mengalami penurunan hasil panen secara drastis. Petani kita masih cenderung menggunakan pestisida dan bahan kimia sintetik lainnya dalam menangani OPT (organisme pengganggu tumbuhan; hama dan penyakit). Padahal penggunaan pestisida yang berlebihan dapat menimbulkan berbagai kerugian antara lain timbulnya resistensi, residu pada lingkungan,

timbulnya agensia yang resisten, membunuh organisme yang bukan sasaran dan juga berbahaya bagi kesehatan, sehingga perlu ditemukan alternatif lain agar masalah lingkungan serta efek negatifnya tidak terjadi dan penyakit Blast yang disebabkan oleh cendawan patogen *Pyricularia grisea* dapat dikendalikan.

Upaya pengendalian Blast dengan menggunakan agen hayati yang tepat dapat menjadi solusi alternatif untuk mengendalikan penyakit pada tanaman padi. Bakteri rizosfer seperti *Bacillus cereus* dan *Pseudomonas fluorescens* diketahui memiliki potensi sebagai agensia pengendali hayati beberapa patogen tumbuhan. Kemampuan *Bacillus cereus* dan *Pseudomonas fluorescens* sebagai agens hayati berkaitan dengan kemampuannya bersaing untuk mendapatkan zat makanan dan mampu menghasilkan senyawa-senyawa metabolit seperti siderosfor, antibiotik atau enzim ekstraseluler (Christina, 2012). Bakteri *B. subtilis* dan *B. cereus* positif menghasilkan senyawa siderofor, sehingga bakteri ini mampu berkompetisi dengan bakteri patogen dalam menggunakan  $Fe^{3+}$  yang konsentrasinya sangat terbatas dalam tanah. Pengambilan  $Fe^{3+}$  oleh bakteri tidak mengganggu kebutuhan tanaman karena tanaman hanya membutuhkan dalam jumlah sedikit dibandingkan dengan mikroorganisme (Nawangsih 2006). Dengan demikian tujuan penelitian ini untuk uji kemampuan bakteri *Bacillus cereus* dan *Pseudomonas fluorescens*, dan konsorsium dalam mengendalikan cendawan patogen *Pyricularia grisea*, serta pengaruh aplikasi isolat tersebut terhadap pertumbuhan tanaman padi varietas Inpari 15.

## BAHAN DAN METODE

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah autoklaf, *Laminar air flow*, *waterbath shaker*, inkubator, cawan Petri, ose, tabung reaksi. Sedangkan bahan yang digunakan adalah isolat bakteri *Bacillus cereus* dan *Pseudomonas fluorescens*, cendawan *Pyricularia grisea*, media *Nutrient Agar* (NA), *Nutrient broth* (NB), *Potato*

*Dextrose Agar* (PDA), Media Kings'B, Alkohol 70%, benih padi Inpari 15, tanah, kompos.

## Prosedur Penelitian

### Pembibitan Padi Inpari 15

Bibit padi yang akan disemai dipersiapkan terlebih dahulu dengan cara dicuci menggunakan alkohol 95% selama kurang lebih 1 menit kemudian dicuci dengan air steril selama tiga menit sebanyak tiga kali. Kemudian dipilih benih yang tenggelam. Setelah dicuci, benih dibungkus dengan kain kasa dan diletakkan di bawah aliran air kran hingga berkecambah selama 1-2 hari, kemudian disemai. Setelah berumur 15 hari, benih dipindahkan ke dalam pot-pot berisi tanah yang juga telah dicampur pupuk kandang dan pupuk kompos dengan perbandingan 3:1:1 hingga berumur 50 hari.

### Peremajaan Isolat dan Pembuatan Inokulum Cair

Isolat *Bacillus cereus* diremajakan pada media NA, *Pseudomonas fluorescens* pada media King'S B, cendawan *Pyricularia grisea* pada media PDA dan diinkubasi di dalam inkubator selama 24 jam-48 jam pada suhu 27 °C. Selanjutnya masing-masing isolat diambil dengan ose secara aseptik dan dilarutkan ke dalam media NB. Inokulum cair diletakkan di dalam *waterbathshaker* dengan kecepatan 150 rpm/menit pada suhu 37 °C selama 24 jam.

### Uji Reaksi Hipersensitif

Uji reaksi hipersensitif dilakukan pada daun tembakau (*Nicotiana tobacum*) (Zou *et al.* 2006). Isolat *Pseudomonas aeruginosa* (P1), *Bacillus cereus* (P2), konsorsium (P3) dan *Pyricularia grisea* diperbanyak di dalam media cair NB. Setelah diinkubasi selama 24 jam pada *rotary shaker*, masing-masing inokulum diinjeksi sebanyak 1 ml menggunakan *syringe* steril berukuran 1ml tanpa jarum pada bagian belakang helaian daun tembakau yang sehat. Sebagai kontrol negatif digunakan akuades steril. Daun tembakau diberi label sesuai isolat yang diinjeksi. Respon tanaman diamati dalam jangka waktu 24-48 jam. Pengamatan pada daun

tembakau terjadi nekrosis atau tidak. Isolat-isolat yang tidak menimbulkan reaksi hipersensitif dipilih untuk diuji daya hambatnya terhadap cendawan patogen.

### Aplikasi Bakteri terhadap *Pyricularia grisea* Secara *In Vivo*

Penyemprotan bakteri dilakukan secara berturut-turut setelah tanaman padi berumur 10 hari, 12 hari dan 14 hari. Selanjutnya pada hari ke-16 dilakukakan pengolesan *Pyricularia grisea* pada padi yang ditanam dalam pot-pot. Pengolesan dilakukan pada bagian daun tanaman padi. Selanjutnya berturut-turut dilakukan penyemprotan suspensi bakteri saat tanaman berumur dua hari, empat hari, dan enam hari setelah inokulasi (hsi) spora *Pyricularia grisea*. Perlakuan kontrol positif dilakukan menggunakan penyemprotan senyawa kimia fungisida (merk *Trymentyl*) kontrol negatif menggunakan air steril. Tanaman yang telah diinokulasi kemudian disemprot dengan air agar mencapai kelembaban nisbi 80% dan disimpan ditempat yang lembab selama pengamatan berlangsung. Pengamatan terhadap penyakit Blas diamati pada 14 hari setelah inokulasi (hsi). Pengukuran gejala penyakit Blas dilakukan *scoring* berdasarkan sistem evaluasi standar (SES) IRRI

Tabel 1. Skala Penilaian Gejala Penyakit Blas pada Tanaman Padi Berdasarkan SES IRRI (*International Rice Research Institute*, 1988).

| Skala Penilaian | Penilaian  |
|-----------------|--|
| 0               | Sangat tahan (tidak terdapat gejala serangan)                |
| 1               | Tahan (terdapat bercak sebesar ujung jarum)                  |
| 3               | Agak tahan (terdapat bercak Blas, luas daun terserang 1-5%)  |
| 5               | Sedang (terdapat bercak Blas, luas daun terserang 6-25%)     |
| 7               | Agak peka (terdapat bercak Blas, luas daun terserang 26-50%) |
| 9               | Peka (terdapat bercak Blas, luas daun terserang 51-100%)     |

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Uji Hipersensitif

Uji reaksi hipersensitif yang dilakukan pada daun tembakau bertujuan untuk melihat apakah isolat uji tersebut aman digunakan tanpa merusak jaringan tanaman percobaan. Hasil pengujian reaksi hipersensitif tidak adanya nekrosis yang terbentuk setelah tanaman tembakau di injeksi dengan isolat *Bacillus cereus*, *Pseudomonas aeruginosa* serta konsorsium keduanya. Hal ini berarti bakteri yang digunakan tidak bersifat patogen atau aman untuk digunakan sebagai bahan uji pengendalian penyakit Blast yang disebabkan oleh cendawan patogen *Pyricularia grisea* pada tanaman padi varietas Inpari 15 secara *in vivo*.



Gambar 1. Uji hipersensitif pada daun tembakau

Injeksi dengan menggunakan inokulum *Pyricularia grisea* menunjukkan adanya gejala nekrosis berupa bercak gelap dan berubah menjadi kuning kecoklatan yang menandakan terjadi kematian jaringan tanaman akibat terinfeksi patogen setelah inokulasi selama 48 jam. Uji reaksi hipersensitif biasanya dilakukan pada tanaman tembakau karena merupakan tanaman model yang telah diketahui secara lengkap sekuen gennya termasuk gen yang menyandikan resistensi tanaman, ruang diantara pembuluh daun lebar serta permukaan daunnya tidak mengandung lignin sehingga mudah untuk menginfiltrasi suspensi isolat.

### Panjang dan Lebar Lesio

Pengamatan intensitas penyakit Blast diamati setelah 14 hari setelah inokulasi (hsi). Bercak yang timbul sangat kecil kemudian mulai

hitam kecoklatan. Luas kerusakan daun (lesio) yang diakibatkan oleh *Pyricularia grisea* semakin lama semakin membesar. Persentase luas lesio dihitung dengan cara membandingkan luas daun tanaman padi yang terserang cendawan *Pyricularia grisea* dengan luas lesio yang terbentuk pada tanaman padi. Pengamatan terhadap lesio pada tanaman padi yang terserang Blast menunjukkan penyemprotan isolat uji P1, P2, dan P3 memiliki kemampuan yang tinggi untuk menekan pertumbuhan cendawan patogen *Pyricularia grisea* pada tanaman padi varietas Inpari 15. Intensitas serangan Blast pada tanaman padi Inpari 15 dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 2.

Pada Gambar 2 terlihat bahwa perlakuan kontrol positif dengan menggunakan fungisida menghasilkan lesio sebesar 3% sedangkan pada kontrol negatif menunjukkan lesio sebesar 5%, pada perlakuan dengan isolat tunggal atau konsorsium tidak menunjukkan lesio pada permukaan daun. Pada Gambar 2 di atas dapat dilihat bahwa isolat P1, P2, dan P3 berhasil menekan pertumbuhan penyakit Blast pada tanaman padi Inpari 15.

Hal ini disebabkan ketiga isolat tersebut mampu menghasilkan senyawa yang dapat menghambat pertumbuhan cendawan patogen *Pyricularia grisea*. Sehingga cendawan patogen mati sebelum dapat menembus jaringan daun tanaman padi, hal ini sesuai menurut Meiniwati *et al.* (2014) pemberian senyawa atau isolat yang bersifat fungisidal secara preventif bermaksud untuk melindungi tanaman atau mencegah penyakit, yaitu mencoba untuk mencegah infeksi dengan menghambat patogen sebelum masuk menembus dan berkembang biak di dalam jaringan inang.

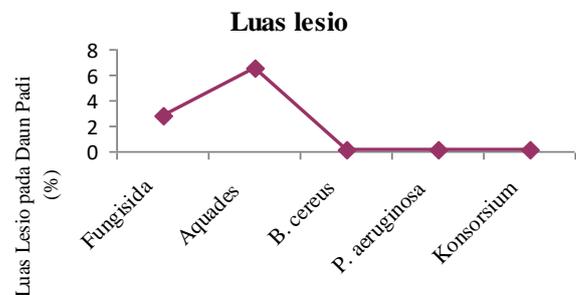
Kemampuan bakteri biokontrol dalam menekan pertumbuhan *Pyricularia grisea* disebabkan oleh kemampuan dari bakteri-bakteri tersebut dalam menghasilkan senyawa biofungisida. Biofungisida sebagai zat yang dihasilkan oleh kelompok bakteri dari golongan *Bacillus* antara lain sebagai produk metabolit berupa alboleutin, bacillomycin, botrycin,

chlorotetain, fengycin, mycosubtilin, dan ituirin (Javandira *et al.* 2013).

Tabel 2. Nilai serangan Blas dan skala sesuai SES IRRI.

| No | Perlakuan | Persentase Serangan Blas |       |       | Rataan* (%) | Skala IRRI |
|----|-----------|--------------------------|-------|-------|-------------|------------|
|    |           | I                        | II    | III   |             |            |
| 1  | I.K+      | 0                        | 2.857 | 0     | 0.9524 a    | 3          |
| 2  | I.K-      | 3.639                    | 6.591 | 3.810 | 4.680 b     | 5          |
| 3  | IP1       | 0                        | 0     | 0     | 0 a         | 0          |
| 4  | IP2       | 0                        | 0     | 0     | 0 a         | 0          |
| 5  | IP3       | 0                        | 0     | 0     | 0 a         | 0          |

\*Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan (DMRT) pada taraf 5%.



Gambar 2. Grafik Lesio yang terbentuk.

### Tinggi Tanaman Padi

Tinggi tanaman padi pada minggu pertama setelah tanam menunjukkan tidak adanya perbedaan yang nyata pada semua perlakuan. Perlakuan dengan penyemprotan suspensi P1 (*Bacillus cereus*), P2 (*Pseudomonas aeruginosa*), P3 (konsorsium), K+ (Fungisida) dan K-(Aquades) masih menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang nyata bahkan hingga minggu ke-6 mst. Sedangkan pada 9 mst terjadi perbedaan tinggi tanaman padi, terutama pada perlakuan P2 dan P3 lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya (Gambar 3).

Pada 9 mst terlihat bahwa penggunaan konsorsium antara *B.cereus* dan *P. aeruginosa* dapat meningkatkan pertumbuhan yang signifikan terhadap tinggi tanaman padi, panjang daun serta jumlah anakan pada tanaman padi Inpari 15 dibanding penggunaan isolat secara

terpisah, hal tersebut diduga bakteri-bakteri tersebut dapat menghasilkan senyawa yang berperan sebagai hormon pertumbuhan pada tanaman padi. Inpari (2015) menyatakan bahwa hormon auksin dan giberelin. Hasil penelitian Syahroni (2011) ternyata isolat *Bacillus cereus* dan *Pseudomonas aeruginosa* ternyata mampu menghasilkan IAA (Asam Indol Asetat).

### Panjang Daun Tanaman Padi

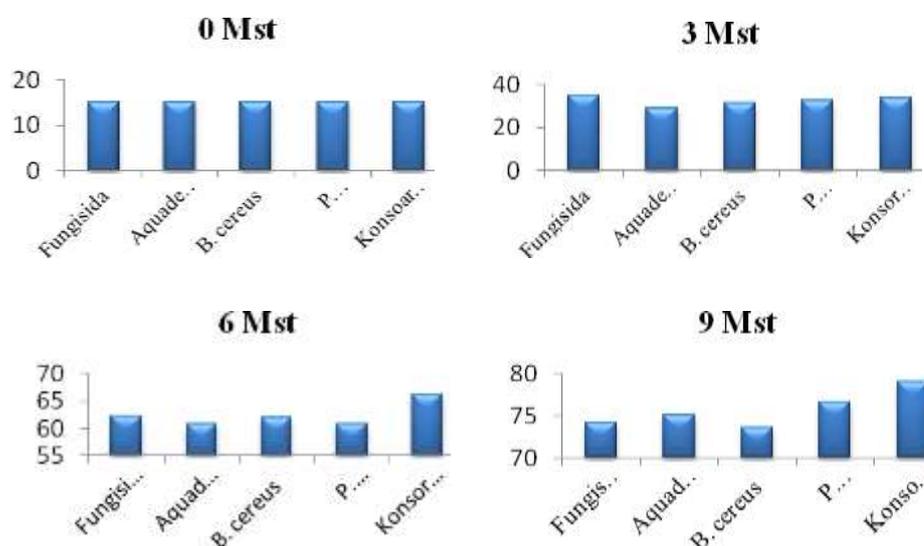
Minggu 1 mst hingga 5 mst menunjukkan panjang daun tanaman padi yang disemprot dengan isolat P1, P2 dan P3 tidak berbeda nyata dengan panjang daun tanaman padi yang disemprot menggunakan aquades steril. Namun demikian tanaman padi yang disemprot menggunakan isolat konsorsium menunjukkan pertumbuhan daun yang signifikan dibandingkan isolat *Bacillus cereus* dan *Pseudomonas aeruginosa*.

### Panjang Daun Tanaman Padi

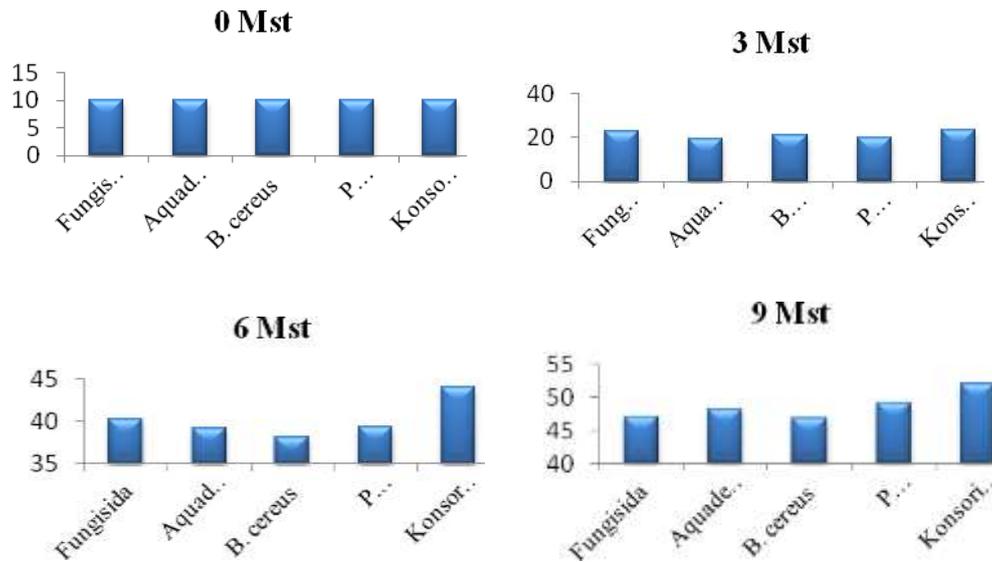
Minggu 1 mst hingga 5 mst menunjukkan panjang daun tanaman padi yang disemprot dengan isolat P1, P2 dan P3 tidak berbeda nyata dengan panjang daun tanaman padi yang

disemprot menggunakan aquades steril. Namun demikian tanaman padi yang disemprot menggunakan isolat konsorsium menunjukkan pertumbuhan daun yang signifikan dibandingkan isolat *Bacillus cereus* dan *Pseudomonas aeruginosa*.

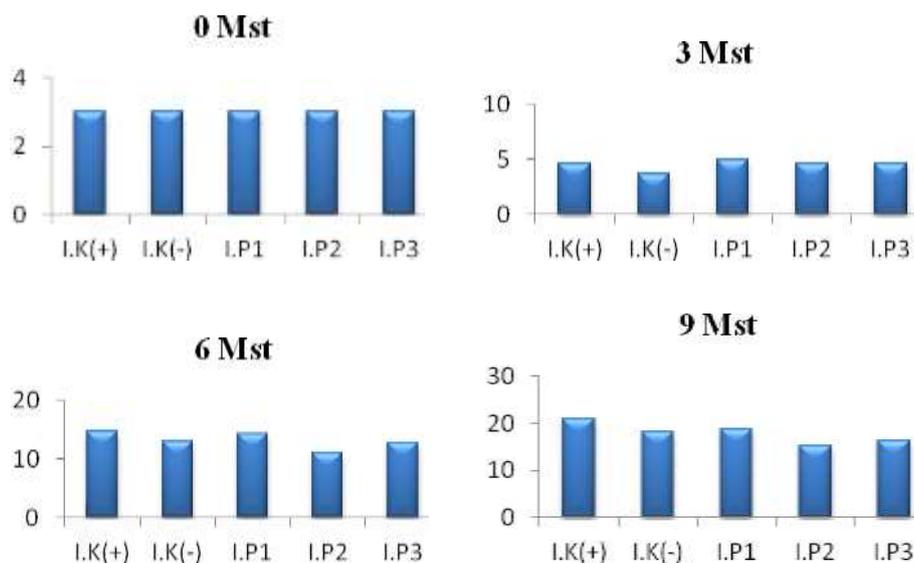
Panjang daun pada 6 mst menunjukkan perbedaan yang nyata antara tanaman padi yang disemprot menggunakan isolat P1, P2, dan P3 terhadap panjang daun tanaman padi yang disemprot menggunakan aquades steril dan fungisida. Hal ini terlihat dari nilai sig.  $0,045 < 0,05$ . Pertambahan panjang daun pada 6 mst paling tinggi terdapat pada tanaman padi dengan penyemprotan isolat P3 dengan nilai 44,033cm. Perlakuan menggunakan isolat uji terhadap panjang daun tanaman padi pada 9 mst tidak menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap panjang daun tanaman padi yang diperlakukan dengan menggunakan aquadest steril pada masing-masing perlakuan. Meskipun demikian, perlakuan dengan menggunakan isolat P3 menunjukkan pertumbuhan panjang daun yang paling tinggi dibandingkan isolat-isolat lainnya. (Gambar 3).



Gambar 3. Tinggi tanaman padi yang diberi perlakuan dengan isolat biokontrol.  
 Keterangan: Sumbu X ialah perlakuan kontrol dan perlakuan isolat.  
 Sumbu Y ialah tinggi tanaman padi (cm).



Gambar 4. Panjang daun tanaman padi yang diberi perlakuan dengan isolat biokontrol.  
 Keterangan: Sumbu X ialah perlakuan kontrol dan perlakuan isolat.  
 Sumbu Y ialah panjang daun tanaman padi (cm).



Gambar 5. Jumlah anakan tanaman padi yang diberi perlakuan dengan isolat biokontrol.  
 Keterangan: Sumbu X ialah perlakuan kontrol dan perlakuan isolat.  
 Sumbu Y ialah jumlah anakan tanaman padi (cm).

### Jumlah Anakan

Perlakuan menggunakan isolat P1, P2, dan P3 terhadap jumlah anakan tanaman padi pada 1 mst hingga 4 mst tidak menunjukkan adanya perbedaan yang nyata terhadap jumlah anakan tanaman padi pada perlakuan dengan isolat dan juga dengan menggunakan aquadest steril dan

fungisida. Perlakuan menggunakan isolat bakteri *Bacillus cereus*, konsorsium dan fungisida tidak terdapat perbedaan yang nyata pada 6 mst hingga 9 mst terhadap jumlah anakan tanaman padi dengan perlakuan aquades. Namun perlakuan menggunakan fungisida pada 9 mst terjadi lonjakan jumlah anakan tanaman padi yang

sangat tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Perlakuan P1 menunjukkan jumlah anakan tanaman padi lebih banyak dibandingkan dengan perlakuan P2 (Gambar 5).

Mankozeb yang terdapat pada fungisida dapat mempengaruhi banyak tempat pada cendawan sehingga mengganggu metabolisme lemak, respirasi, dan sistem produksi. Selain itu penghambatan pertumbuhan hifa cendawan disebabkan bahan aktif mankozeb merubah isothiocynate dan menghambat sistem kerja enzim dalam pembentukan ATP pada cendawan (Harbone, 1996).

### Jumlah Malai

Pengamatan jumlah malai tanaman padi dilakukan saat 9 mst. Perlakuan penyemprotan dengan isolat P1, P2 dan P3 pada tanaman padi yang terserang *Pyricularia grisea* menunjukkan jumlah malai yang tidak berbeda nyata dengan jumlah malai pada perlakuan dengan aquades steril dan fungisida. Namun demikian perlakuan menggunakan isolat P1 menunjukkan jumlah malai paling banyak yaitu 32 tangkai per 3 pot sedangkan perlakuan menggunakan P2 menghasilkan jumlah malai paling sedikit, yaitu 22 per 3 pot.

Tabel 3. Jumlah Malai Tanaman Padi  
 var. Inpari 15

| Perlakuan | Ulangan |    |     | Jumlah (tangkai) |
|-----------|---------|----|-----|------------------|
|           | I       | II | III |                  |
| I.K(+)    | 9       | 9  | 11  | 29               |
| I.K(-)    | 8       | 10 | 7   | 25               |
| I.P1      | 7       | 11 | 14  | 32               |
| I.P2      | 6       | 6  | 10  | 22               |
| I.P3      | 10      | 10 | 7   | 27               |

\*Data malai pada 9 mst.

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di lahan BPTTP Aceh tentang pengendalian penyakit Blast yang disebabkan cendawan patogen *Pyricularia grisea* pada tanaman padi Inpari 15 bahwa isolat *Bacillus cereus*, *Pseudomonas aeruginosa*, dan konsorsium *Bioteknologi*

memiliki potensi yang sangat baik dalam menghambat pertumbuhan cendawan patogen tanaman padi secara *in vivo*. Kemampuan *B. cereus*, *P.aeruginosa* dan konsorsium cenderung sama atau lebih baik daripada perlakuan dengan menggunakan pestisida.

### DAFTAR PUSTAKA

- Christina LS. 2012. Isolasi dan Karakteristik Bakteri *indigenus* (*Bacillus cereus* Frank.) sebagai Agensia Pengendalian Hayati terhadap Hama Kubis. *J Eugenia* Vol.1(1): 202-208.
- Harbone JB. 1996. Metode Fitokimia Penuntun Cara Kerja Modern Menganalisis Tumbuhan, Terjemahan Kosasih Padmawinata dan iwang Soediro. Bandung. ITB hlm: 129-134.
- IRRI. International Rice Research Institute. 1988. *Standard Evaluation System for Rice*. Los Banos: International Rice Research Institute.
- Javandira, Cokorda, Luqman Qurata Aini, dan Abdul Latief Abadi. 2013. Pengendalian Penyakit Busuk Lunak Umbi Kentang (*Erwinia carotovora*) Dengan Memanfaatkan Agens Hayati. *J HPT* vol.1, no.1, April.
- Kustiarto B, Kartowinoto S, Amir M, Harahap Z. 1982. Perbaikan Ketahanan Varietas terhadap Penyakit Blast. Di dalam: Puslitbangtan hlm: 127-138.
- Meiniwati, Siti Khotimah, dan Mukarlina. 2014. Uji Antagonis *Pyricularia grisea* Sacc. Penyebab Blast pada Tanaman Padi menggunakan Jamur Rizosfer Isolat Lokal. *J Protobiont*. Vol 3(1): 321-331.
- Nawangsih AA. 2006. Seleksi dan Karakteristik Bakteri Biokontrol untuk Mengendalikan Penyakit Layu Bakteri (*Ralstonia solanacearum*) pada tomat [disertasi]. Bogor: Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor hlm: 112-114.
- Syachroni FA. 2011. Efektivitas Formulasi Bakteri sebagai Pengendali Penyakit Hawar Pelepah Daun Tanaman Padi [Skripsi]. Bogor: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor hlm: 34-36.
- ZouL *et al.* 2006. Elucidation of the hrp clusters of *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzicola* that control the hypersensitive response in nonhost tobacco and pathogenicity in susceptible host rice. *Appl Environ Microbiol* 72:6212-6224.

## **Induksi Embriogenesis Somatik *Artemisia vulgaris* L. dengan Pemberian 2,4-Dichlorophenoxyacetic Acid (2,4-D)**

**Zozy Aneloi Noli, Suwirmen dan Nazhira Fadhillah**

Laboratorium Fisiologi Tumbuhan Jurusan Biologi, FMIPA Universitas Andalas,  
Kampus UNAND Limau Manis Padang – 25163  
Email : zozya@yahoo.com

### **ABSTRAK**

Malaria merupakan salah satu penyebab utama tingginya angka kematian diberbagai negara. Timbulnya resistensi *Plasmodium falciparum* yaitu protozoa penyebab penyakit malaria terhadap kinolina memerlukan senyawa anti malaria alternatif. Artemisinin merupakan senyawa baru sebagai anti malaria yang lebih efektif. Penelitian ini bertujuan untuk menginduksi Embriogenesis somatik *Artemisia vulgaris* dalam upaya memperoleh sumber Artemisinin secara *in vitro*. Pada penelitian ini diamati respon *A. vulgaris* terhadap pemberian beberapa konsentrasi 2,4-D. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan 7 perlakuan (0mg/L; 0,25 mg/L ; 0,50 mg/L; 0,75 mg/L ; 1,00 mg/L; 1,25 mg/L dan 1,5 mg/L 2,4-D) dan 4 ulangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 0,75 mg/L 2,4-D and 1,00 mg/L 2,4-D mampu menginduksi Embriogenesis Somatik *A. vulgaris*.

**Kata Kunci:** anti malaria, Embriogenesis Somatik, 2,4-D, Artemisinin

### **ABSTRACT**

*Artemisinin is one of the new antimalarial compound. This study aims to induce somatic embriogenic Artemisia vulgaris to obtain Artemisinin through in vitro technique. In this study observed A. vulgaris response to treatment of some concentration of 2,4-D. The research used Completely Randomized Design (CRD) with 7 treatments and 4 replications. The treatments were : without 2,4-D (control); 0,25 mg/L 2,4-D; 0,50 mg/L 2,4-D; 0,75 mg/L 2,4-D; 1,00 mg/L 2,4-D; 1,25 mg/L 2,4-D; 1,5 mg/L 2,4-D. The result showed that 0,75 mg/L 2,4-D and 1,00 mg/L 2,4-D were able to induce somatic embryogenesis of A. vulgaris.*

**Keywords :** somatic embryogenesis, 2,4-D, *Artemisia vulgaris*

### **PENDAHULUAN**

Malaria merupakan salah satu penyebab utama tingginya angka kematian diberbagai negara. Diperkirakan 1,5 juta hingga 2,7 juta jiwa meninggal setiap tahunnya akibat penyakit malaria diseluruh dunia. Daerah subtropis dan tropis merupakan daerah yang beresiko tinggi terhadap penyakit malaria. Indonesia merupakan salah satu negara di kawasan tropis dan merupakan daerah endemis untuk malaria serta memiliki resiko penyebaran yang cukup signifikan (Ishak, 2005).

Selama ini penanganan terhadap penyakit malaria menggunakan pil kina, senyawa

klorokuin dan sulfadoksin-pirimetamin. Akan tetapi, telah terjadinya resistensi *Plasmodium falciparum* yaitu protozoa penyebab penyakit malaria terhadap senyawa tersebut (Harijanto, 2011). Ditemukannya alternatif senyawa baru sebagai anti malaria yang lebih efektif menjadi harapan besar dalam penanganan penyakit ini, senyawa tersebut adalah artemisinin yang terdapat pada tanaman *Artemisia* (Ebadi, 2007).

Saat ini *Artemisia annua* L. merupakan tumbuhan yang satu-satunya mempunyai kadar artemisinin yang cukup tinggi di alam yaitu 0,1-1,8 % bahkan dengan menggunakan klon Cina dan Vietnam kandungannya dapat mencapai 2 % (Ferreira *et al.*, 2005). Tanaman ini merupakan

tanaman subtropis yang telah tersebar di Malaysia dan Vietnam (Kardinan, 2006). Meskipun demikian terdapat jenis artemisia yang tersebar di Indonesia, salah satunya *Artemisia vulgaris* L. namun, sejauh ini belum banyak dilakukan penelitian. Padahal tanaman ini berpotensi mengandung berbagai senyawa metabolit sekunder salah satunya artemisinin (Kasmiyati, Herawati dan Kristiana, 2008).

Masalah yang dihadapi dalam pembudidayaan tanaman obat ini adalah biji Artemisia mempunyai viabilitas yang sangat rendah dan tidak mempunyai masa dormansi. Selain itu tanaman ini hanya diperbanyak secara konvensional melalui stek anakan atau secara generatif melalui biji (Kardinan, 2006). Hal ini berdampak terhadap bibit yang tidak seragam, variasi bibit yang dihasilkan dengan biji juga sangat mempengaruhi kandungan zat bioaktif yang dihasilkan (Ermayanti *et al.*, 2002).

Perbanyakan *A. vulgaris* dapat dilakukan melalui teknik kultur jaringan. Dengan teknik kultur jaringan ini, dapat dihasilkan bibit bermutu, seragam dan bebas penyakit dalam jumlah banyak dan waktu yang singkat (Wulansari *et al.*, 2013). Beberapa cara dalam teknik kultur jaringan adalah dengan kultur kalus, kultur sel, kultur protoplas, kultur organ dan embriogenesis somatik (George dan Sherrington, 1984).

Menurut Taryono (2012) embriogenesis somatik mempunyai kelebihan dibandingkan dengan cara lainnya yaitu embrio yang dihasilkan bersifat bipolar sehingga tahapan pengakaran tidak diperlukan, bibit dari biji apomiksis sangat seragam, kalus embriogenik dapat diperbanyak secara cepat dalam media cair. Bibit dapat dibuat setiap saat tanpa mengenal musim dan masa istirahat embrio, sehingga saat ini teknik kultur jaringan melalui embriogenesis somatik sering digunakan untuk budidaya tanaman obat.

Embriogenesis somatik adalah suatu proses dimana sel somatik baik haploid maupun diploid berkembang membentuk tumbuhan baru melalui tahap perkembangan embrio dan spesifik tanpa melalui fusi gamet, embrio somatik dapat dicirikan dengan struktur yang bipolar, yaitu

memiliki dua calon meristem yaitu meristem akar dan meristem tunas. Sehingga perbanyakan melalui kultur jaringan dengan cara embriogenesis somatik lebih menguntungkan jika dibandingkan dengan teknik organogenesis (Purmaningsih, 2008).

Embriogenesis somatik terbentuk melalui dua jalur yaitu secara langsung maupun tidak langsung (melewati kalus). Embriogenesis langsung dicirikan dengan terjadinya diferensiasi jaringan eksplan embrioid tanpa melalui pembentukan kalus, sedangkan embriogenesis secara tidak langsung terjadi melalui pembentukan kalus. Keberhasilan akan dicapai apabila kalus atau sel yang digunakan bersifat embriogenik (Purmaningsih, 2004).

Faktor yang dapat mempengaruhi dalam induksi embriogenesis somatik adalah komposisi medium, jenis eksplan, ekspresi gen dan zat pengatur tumbuh (Trisnawati dan Sumardi, 2000). Pola perkembangan eksplan dalam embriogenesis somatik memerlukan zat pengatur tumbuh untuk merangsang potensi yang ada (Edy dan Pujisiswanto, 2008). Zat pengatur tumbuh yang berperan dalam induksi embriogenesis somatik salah satunya adalah 2,4-Dichlorophenoxyacetic Acid (2,4-D) (Fintarti, 2010).

Beberapa penelitian mengenai embriogenesis somatik sebelumnya telah dilakukan Yelnititis dan Bermawie (2000) yang berhasil menginduksi embrio somatik pada tanaman tangguh (*Pettiveria alliacea*) dengan menggunakan 0,1 mg/L 2,4-D. Sedangkan Fintarti (2010) berhasil menginduksi embriogenesis somatik dari kalus pegagan (*Centella asiatica* L. Urban) dengan pemberian 0,5 mg/L dan 1,25 mg/L 2,4-D. Kemudian Adri (2012), berhasil menginduksi embrio somatik pada tanaman gambir (*Uncaria gambir* Roxb.) dengan pemberian 2,4-D pada konsentrasi 1 mg/L. Penelitian mengenai embriogenesis somatik tanaman artemisia sebelumnya telah dilakukan pada jenis *A. annua* L. dengan pemberian 2,4-D sebesar 4,52  $\mu$ M atau setara dengan 0,99 mg/L (Chol *et al.*, 2007). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi 2,4-D

yang mampu menginduksi embriogenesis somatik tanaman *A. vulgaris*.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 7 perlakuan yaitu : kontrol (tanpa 2,4-D), 2,4-D 0,25 mg/L, 2,4-D 0,50 mg/L, 2,4-D 0,75 mg/L, 2,4-D 1,00 mg/L, 2,4-D 1,25 mg/L, 2,4-D 1,50 mg/L. Masing-masing perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak 4 ulangan. Total unit percobaan adalah  $7 \times 4 = 28$

### Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian adalah alat dan bahan yang biasa digunakan dalam kultur jaringan. Eksplan yang digunakan adalah bagian pucuk dari daun *A. vulgaris*.

### Cara kerja

Cara kerja terdiri dari beberapa tahap yaitu sterilisasi alat, pembuatan larutan stok, pembuatan media tanam, persiapan eksplan, penanaman eksplan, pengamatan, dan analisis data

### Pengamatan

Pengamatan dilakukan setelah 12 minggu meliputi respons eksplan embrio somatik dan persentase embrio somatik yang terbentuk. Terbentuknya embrio somatik dicirikan pada beberapa tahap perkembangan meristematis dalam fase globular, hati, torpedo dan kotiledon. Kemudian data disajikan menggunakan notasi, bila tidak ada embrio somatik yang terbentuk dinyatakan dengan (-) dan apabila ada embrio somatik yang terbentuk dinyatakan dengan (+). Persentase embrio somatik yang terbentuk dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$\frac{\text{Jumlah eksplan membentuk embrio somatik}}{\text{Jumlah ulangan}} \times 100 \%$$

### Analisis data

Analisis data secara deskriptif.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Respons eksplan embrio somatik dan persentase embrio somatik yang terbentuk dari eksplan daun *A. vulgaris* pada medium MS dengan pemberian 2,4-D diamati pada 12 minggu setelah tanam disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Respons eksplan *A. vulgaris* yang membentuk embrio somatik dan persentase embrio somatik yang terbentuk pada medium MS dengan pemberian 2,4-D pada 12 minggu setelah tanam

| Perlakuan                | Embrio somatik yang terbentuk | Persentase embrio somatik yang terbentuk (%) |
|--------------------------|-------------------------------|--|
| A. Kontrol (tanpa 2,4-D) | 0                             | 0  |
| B. 0,25 mg/L 2,4-D       | -                             | 0  |
| C. 0,50 mg/L 2,4-D       | -                             | 0  |
| D. 0,75 mg/L 2,4-D       | ++                            | 50   |
| E. 1,00 mg/L 2,4-D       | +                             | 25   |
| F. 1,25 mg/L 2,4-D       | -                             | 0  |
| G. 1,50 mg/L 2,4-D       | -                             | 0  |

Keterangan :

( 0 ) = tidak ada respons

( - ) = tidak terbentuknya embrio somatik

( + ) = terbentuknya embrio somatik

Berdasarkan Tabel 1 terlihat bahwa konsentrasi 0,75 mg/L 2,4-D dan 1,00 mg/L 2,4-D yang diberikan memberikan respons terbentuknya embrio somatik pada minggu ke 12 setelah penanaman. Jika dibandingkan antara keduanya, maka konsentrasi 0,75 mg/L 2,4-D paling tinggi dalam keberhasilan menginduksi embrio somatik yaitu sebesar 50% dibandingkan konsentrasi 1,00 mg/L 2,4-D yang hanya sebesar 25%. Untuk konsentrasi yang lebih rendah atau lebih tinggi dari konsentrasi tersebut tidak menunjukkan ada respons terbentuknya embrio somatik. Hal ini menandakan bahwa hanya konsentrasi optimum yang dibutuhkan eksplanlah yang dapat menginduksi terjadinya embrio somatik.

2,4-D merupakan salah satu zat pengatur tumbuh yang mampu mendorong terjadinya

proses embrio somatik. Hatakana *et al.*, (1991) menyatakan konsentrasi auksin seperti 2,4-D yang optimal akan menginduksi embrio somatik lebih cepat dan dalam jumlah yang lebih banyak. Andri (2012) melaporkan bahwa persentase terbentuknya embrio somatik tanaman Gambir (*Uncaria gambir*) pada konsentrasi 1 mg/L 2,4-D sebesar 83,3 % dan 2 mg/L 2,4-D sebesar 16,6%. Persentase terbentuknya embrio somatik fase globular pada tanaman kopi (*Coffea arabica*) pada konsentrasi 4 mg/L 2,4-D adalah mencapai 100% (Riyadi dan Tirtaboma, 2004).

Perkembangan embrio somatik terbentuk melalui dua jalur yaitu secara langsung maupun tidak langsung. Pada penelitian ini terbentuknya embrio somatik melalui jalur tidak langsung karena melewati proses kalus, pada minggu ke 8 teramati bentuk kalus yang mulai memunculkan nodul-nodul, diduga nodul tersebutlah yang akan berkembang menjadi embrio somatik. Menurut Wattimena (1998), nodul merupakan sekelompok sel pada tempat tertentu dalam kalus yang sifatnya menyerupai kambium dan bersifat meristemoid. Fase perkembangan embrio somatik yang teramati adalah fase globular.

Fase globular biasanya lebih mudah diamati karena bentuknya yang bulat spesifik, pada penelitian ini dihasilkan embrio somatik pada fase globular berwarna kuning untuk perlakuan 0,75 mg/L 2,4-D dan fase globular berwarna hijau untuk perlakuan 1,00 mg/L 2,4-D. Menurut Utami *et al.* (2007), fase globular pada embrio somatik biasanya dicirikan dengan warna hijau kekuningan, remah, mengkilat dan berding tipis. Sedangkan menurut Riyadi dan Tirtaboma (2004) fase globular biasanya dicirikan dengan bentuk bulat transparan, kemudian berkembang menjadi warna kekuningan, putih kekuningan dan putih.

Pada Gambar 1 menunjukkan terbentuknya embrio somatik fase globular dari tanaman *A. vulgaris* yang diberikan konsentrasi 2,4-D sebesar 0,75 mg/L. Hasil yang sama diperoleh pada penelitian Tahardi, Sianipar dan Riyadi (2002) mengenai embrio somatik sagu (*Metroxylon sagu*) yang diawali dengan terbentuknya kalus embriogenik, dan pada fase

selanjutnya membentuk embrio somatik globular. Penelitian dari Fintarti (2010) mengenai embrio somatik kalus pegagan (*Centela asiatica* L.) mendapatkan fase globular pada konsentrasi 1,25 mg/L. Sedangkan pada *A. annua* L. dengan pemberian konsentrasi 2,4-D sebesar 4,52  $\mu$ M atau setara dengan 0,99 mg/L berhasil menginduksi embrio somatik fase globular yang selanjutnya berkembang sampai fase kotiledon (Chol *et al.*, 2007).



Gambar 1. Embrio somatik fase globular *A. Vulgaris* pada perlakuan D (0,75 mg/L 2,4-D)

Yelnititis (2013) menyatakan proses perkembangan anatomi embrio somatik yang dihasilkan adalah terjadi perubahan bentuk, pada mulanya pro embrio yang berupa nodular-nodular akan membentuk fase globular, selanjutnya fase globular akan dicirikan dengan bentuk yang bulat atau membulat, setelah itu embrio somatik akan berkembang menjadi fase hati, yang diawali dengan pembentukan satu atau dua kotiledon, akan tetapi fase hati secara visual sulit diamati. Pada tahap selanjutnya struktur bipolar akan semakin jelas yaitu fase torpedo, menurut Leyser dan Day (2003) fase hati memanjang membentuk fase torpedo dengan pola jaringan yang sama, setelah beberapa minggu fase tersebut akan berkembang menjadi fase kotiledon dengan polaritas embrio somatik yang sangat jelas.

Pada hasil pengamatan embrio somatik yang terbentuk juga memperlihatkan, tidak semua bagian eksplan yang berkalsus yang

membentuk embrio somatik. Menurut Utami *et al.* (2007), auksin merupakan jenis zat pengatur tumbuh yang mampu mengaktifasi sinyal transduksi sehingga sel dapat melakukan pemrograman kembali ekspresi gen yang diperlukan untuk menginduksi kalus embriogenik, tidak semua sel-sel kalus tersebut mampu berkembang menjadi embrio somatik, hal ini disebabkan karena adanya kompetisi diantara sel-sel embriogenik untuk mengadakan perkembangan lebih lanjut, tetapi kalus baik yang kompeten maupun yang inkompeten menjadi embriogenik, dapat dihasilkan dari eksplan yang sama ini mengindikasikan bahwa sel yang identik dapat memberikan respons yang berbeda terhadap rangsang yang sama dan hanya sel tertentu yang dapat merespons, respons tersebut berupa perubahan untuk memprogram kembali sel sehingga kompeten menjadi embrio, sedangkan sel yang lain tidak responsif terhadap rangsang sehingga terjadi perkembangan yang tidak sinkron.

Oktavia *et al.*, (2003) menyatakan bahwa setiap jaringan memiliki respons yang berbeda dalam penyerapan zat pengatur tumbuh karena kebutuhan akan zat pengatur tumbuh pada masing-masing eksplan berbeda, oleh karena itu terkadang hanya dibutuhkan auksin, sitokinin secara sendiri-sendiri maupun campuran keduanya. Selain 2,4-D terdapat jenis zat pengatur tumbuh dari golongan sitokinin yang mampu menginduksi embriogenesis somatik salah satunya adalah Benzyladenin, BAP serta Kinetin (Purmaningsih, 2004), CPPU atau forclorofeneuron yang aktifitasnya sama seperti sitokinin juga dapat membentuk embrio somatik, penggunaannya terkadang disinergiskan dengan TDZ (Royani, Sulistyorini dan Utomo, 2012).

## KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan mengenai induksi embriogenesis somatik daun *A. vulgaris* dengan pemberian konsentrasi 2,4-D dapat disimpulkan bahwa pemberian konsentrasi 0,75 mg/L 2,4-D dan 1,00 mg/L 2,4-D

merupakan konsentrasi yang mampu menginduksi embriogenesis somatik.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis ucapkan kepada Dr. Zozy Aneloi Noli dan Suwirmen, MS yang telah memberi banyak masukan dan saran dalam penulisan artikel ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adri. 2012. *Pengaruh 2,4-D Terhadap Pembentukan Embrio Somatik Tanaman Gambir (Uncaria GambirRoxb.) Dan Uji Responsnya Terhadap PEG Dalam Upaya Memperoleh Klon Gambir Toleran Kekeringan*. Program Pascasarjana. Universitas Andalas. Padang.
- Chol, P. S., S. R. Min., M.S Ko, and R. Liu. 2007. Somatic Embryogenesis and Plant Regeneration in Tissue Culture of *Artemisia Annu L. J Plant Biotechnologi* 34 (3) : 197-200.
- Ebadi, N. 2007. *Pharmacodynamic Basic of Herbal Medicine*. CRC Press. London New York Washington D.C. 726 p.
- Ermayanti, T. M., Y. Andri., D. R. Wulandari dan E. Al Hafidz. 2002 Mikropropagasi *Artemisia cina* dan *Artemisia annua*. *Seminar Nasional Pemanfaatan dan Pelestarian Plasma Nutfah*. Bogor 3-4 September 2002.
- Ferreira, J. F. S., J. C. Laughlin., N. Delabays and P. M. de Magalhaes. 2005. Cultivation and genetics of *Artemisia annua L.* for Increase Production of The Antimalarial Artemisinin. *Plant Genetic Resources* III (2) : 206-229.
- Fintarti, M. 2010. *Embriogenesis Somatik dari Kalus Peganggan (Centella asiatica L Urban ) Dengan Pemberiaan 2,4 -D*. Skripsi Universitas Andalas. Padang
- George, E. F. dan Sherrington, 1984. *Plant Propagation by Tissue Culture*. Eastern Press. Reading Berks.
- Harijanto, P.N. 2011. ACT Sebagai Obat Pilihan Malaria Ringan di Indonesia. Hasil Penelitian SMF Ilmu Penyakit Dalam RSU Bethesda Tomohon, Sulawesi Utara. *CDK* 183. 38 (2).

- Hatakana, T., O, Arakawa, T. Yasuda, N. Uchida dan T. Yamaguchi. 1991. Effect of Plant Growth Regulators on Somatic Embryogenesis in Leaf Cultures of *Coffea canephora*. *Plant cell reports* 10 : 179-182
- Ishak. 2005. Analisis Bibliometrika Terhadap Artikel Penyakit Malaria di Indonesia tahun 1970-April 2004 Menggunakan Database Online Pubmed. *Jurnal Studi Perpustakaan dan Informasi* 1 (2)
- Kardinan, A. 2006. Tanaman Artemisia Penakluk Penyakit Malaria. <http://www.kompas.com/kompascetak/0604/20/ilpeng/2592372.htm>. Diakses tanggal 22 Januari 2015.
- Kasmiyati., S. Herawati dan M. M. Kristiana. 2008. Pertumbuhan *Artemisia vulgaris* Secara Kultur Pucuk pada Medium dengan Kandungan Mioinositol dan Ekstrak Khamir. *Biota Vol. 13* (2). Leysner, O dan S. Day. 2003. *Mechanism in Plant Development*. Blackwell Publ. 241
- Oktavia., Fetrina., Siswanto., Budiani dan Sudarsono. 2003. Embriogenesis Somatik Langsung dan Regenerasi Planlet Kopi Arabika (*Coffea arabika*) dari Berbagai Eksplan. *Menara Perkebunan* 2003 71(02) : 45-55.
- Pierik, R.L.M., 1987. *In Vitro Culture of Higher Plants*. Martinus Nijhaf Publisher, Dorroocht. The Netherland.
- Purmaningsih, R. 2004. Regenerasi Tanaman melalui Embriogenesis Somatik dan Beberapa Gen yang mengendalikannya. *Buletin Agrobio Balai Penelitian Bioteknologi Tanaman Pangan*. Bogor.
- Purmaningsih, R. 2008. *Regenerasi Tanaman Sedap Malam Melalui Organogenesis dan Embriogenesis Somatik*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian.
- Riyadi, I dan Tirtoboma. 2004. Pengaruh 2,4-D Terhadap Induksi Embrio Somatik Kopi Arabica. *Buletin Plasma Nutfah* 10 (2) : 82-89.
- Royani, J.I, I. Sulistyorini dan D.R Utomo. 2012. Regenerasi Tanaman Obat Keladi Tikus (*Thymoniu flagelliform* L. Blume) Melalui Embriogenesis Somatik secara *in vitro*. *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia*. 14 (1) : 44-49.
- Tahardi, J.S., N.F Sianipar dan I. Riyadi. 2002. Somatic Embryogenesis in Sago Palm (*Metroxylon sago* Rottb.) 75-81
- Taryono. 2012. *Pengantar Bioteknologi Tanaman*. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Utami, E.S, W., I. Sumardi., Taryono dan E.Semiarti. 2007. Pengaruh NAA terhadap Embriogenesis Somatik Anggrek Bulan (*Phalenopsis amabilis* L.) BI. *Biodiversitas* 8 (4) : 295-299
- Wattimena, G.A. 1998. *Zat Pengatur Tumbuh Pada Tanaman*. Laboratorium Kultur Jaringan Pusat Antar Universitas Bioteknologi IPB. Bogor.
- Wulansari, A., A.F Martin., D.E Rantau dan T.M Ermayanti. 2013. Perbanyakkan Beberapa Aksesori Talas (*Colocasia esculenta* L.) Diploid Secara Kultur Jaringan dan Konservasinya Mendukung Diversifikasi Pangan. *Seminar Nasional Riset Pangan, Obat-obatan dan Lingkungan Kesehatan*. LIPI.
- Yelnititis dan N. Bermawie. 2000. Perbanyakkan Tanaman Tangguh (*Pettiveria alliaceae*) Melalui Embriogenesis Somatik. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian Pengembangan Bioteknologi* III. 429-343.
- Yelnititis. 2013. Induksi Embrio Somatik *Shorea pinanga* Scheef pada Kondisi Fisik Media Berbeda. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan* 7 (2) : 73-84

## Viabilitas dan Pertumbuhan Biji Porang (*Amorphophallus muelleri* BLUME) dari Bunga Terfertilisasi dan tidak Terfertilisasi

Nunung Harijati\*<sup>1)</sup> dan Hikma Isnailul Navisya\*)

\*)Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Brawijaya, Malang

<sup>1)</sup> email : harijati@ub.ab.id

### ABSTRAK

Biji Porang secara alami diduga dihasilkan dari bunga terfertilisasi dan bersifat poliembrioni. Selain itu, disebutkan bahwa biji Porang juga dapat dihasilkan dari bunga tidak terfertilisasi (apomiksis). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui daya kecambah biji Porang, persentase biji yang menghasilkan tunas tunggal dan tunas lebih dari 1, pertumbuhan tunas no1 dan no.2, dan umbi yang dihasilkan. Biji dari bunga terfertilisasi dan tidak terfertilisasi diseleksi, diukur diameter, panjang dan beratnya. Biji ditanam dalam media kompos. Parameter pertumbuhan diukur sekali per minggu. Pemanenan umbi dilakukan pada minggu ke-22. Umbi yang dipanen ditimbang, diukur tebal dan diameternya. Data yang diperoleh dianalisis dengan SPSS 16 for windows dengan uji t tidak berpasangan dengan taraf signifikansi  $\alpha 0,05$ . Persentase perkecambahan biji dari bunga terfertilisasi (F) tidak berbeda nyata dengan biji dari bunga tidak terfertilisasi (UF), masing-masing sebesar 94,67 % dan 93,33 %. Persentase poliembrioni masing-masing sebesar >60 % dan >37 %. Jumlah maksimal tunas biji F adalah 4 tunas, biji UF 3 tunas. Biji UF lebih banyak menghasilkan tunas tunggal (56%) dibandingkan biji F (30,67%). Parameter lain seperti tinggi dan lebar tangkai daun, lebar kanopi, diameter dan tebal umbi, serta bobot umbi yang berasal dari biji F lebih tinggi dari biji UF. Untuk biji poliembrioni, tinggi tunas 1 > tunas 2 baik pada biji F maupun UF, hasil pengukuran diameter tunas dan diameter tajuk berlaku sebaliknya (tunas 1 < tunas 2). Kesimpulan : Daya kecambah biji F dan UF tidak berbeda nyata, namun berat umbi F dari dua kali lipat lebih tinggi.

**Kata kunci:** porang, poliembrioni, apomiksis, tunas, umbi

### ABSTRACT

*Porang seeds are naturally alleged to be generated from fertilized flowers and may be polyembryonic. In addition, Porang seeds may also be produced from non-fertilized flowers (apomixis). The aims of research is to determine percentage of seed germination, the percentage of seeds that produce single shoots and shoots more than 1, the growth of shoots no1 and no.2, and tubers yield. Seeds from fertilized and non-fertilized flowers were selected, measured in diameter, length and weight. Seeds were grown in compost media. The growth parameters were measured once per week. Harvesting tubers were done at 22 weeks. Then the harvested tubers were weighed, measured in thickness and diameter. The obtained data were analyzed using SPSS 16 for windows with unpaired t test at significance level of  $\alpha 0,05$ . Percentage of seed germination from fertilized flowers (F) was not significantly different from seeds from non-fertilized flowers (UF), 94.67% and 93.33%, respectively. While the percentages of polyembryoni were > 60% and > 37%, respectively. Maximum shoots number of seed F was 4 shoots, whereas seed UF was 3 shoots. UF seeds produced more single shoots (56%) than F seeds (30.67%). Other parameters such as the height and width of the petiole, the width of the canopy, the diameter and the tuber thickness, and the tuber weight derived from F seeds were higher than UF seeds. For polyembryoni seeds, height of shoot 1 > shoot 2 in both F and UF seeds, the result of measurement of shoot diameter and canopy diameter was vice versa (shoot 1 < shoot 2). Conclusion: The percentage germination of F and UF seeds was not significantly different, however the weight of tuber F was two-fold higher than tuber UF*

**Keywords:** porang, polyembryoni, apomiksis, shoot, tuber

### PENDAHULUAN

*Amorphophallus* merupakan genus besar tanaman herba berumbi dari famili Arum

(Araceae) yang tumbuh didaerah tropik dan subtropik zona paleotropik, dari Afrika barat hingga pulau-pulau Pasifik, tidak sebuah pun ditemukan di Amerika. Dari situs rareplants

(2017) diketahui hingga saat ini dilaporkan ada 200 spesies. Di Indonesia, dari situs masyarakat aroid dunia (<http://aroid.org>), dilaporkan *Amorphophallus* ditemukan mulai dari Sumatera hingga Sulawesi. *Amorphophallus* sebagian besar merupakan tanaman endemik, bentuk umbinya sangat bervariasi dari satu spesies ke spesies lainnya, bulat (globose) misalnya pada *A. konjac*, memanjang (*A. longituberosus*) atau berumpun (*A. coaetaneus*). Dari semua spesies *Amorphophallus* yang ada di Indonesia, *A. titanium* merupakan spesies yang paling indah dan terdistribusi luas ke garden-garden yang ada di dunia, sedangkan *A. muelleri* yang dikenal dengan nama lokal Porang dan punya sinonim *A. onchophyllus* merupakan spesies yang punya nilai ekonomi paling tinggi. Jepang merupakan negara pengimpor Porang paling banyak, kemudian disusul China, Taiwan, Korea dan Australia. Tingginya nilai ekspor Porang (*A. muelleri*) tidak terlepas dari kandungan glukomanan yang cukup tinggi.

Kandungan glukomanan *A. muelleri* sebesar 68,93% diperoleh dengan metode kolorimetri dengan reagen 3,5-DNS (Mekkerdchoo dkk., 2017). Dengan metode yang sama *A. konjac* menunjukkan kelasnya sebagai spesies *Amorphophallus* yang mengandung glukomanan tertinggi, Widjanarko & Megawati (2015) mendapatkan hasil sebesar 93.21% glukomanan dari tepung *A. konjac*. Glukomanan merupakan senyawa penting yang dapat digunakan untuk menghilangkan konstipasi dengan menurunkan waktu tinggal feces (Marzio *et al.*, 1989). Glukomanan juga berperan menurunkan berat badan (Keithley & Swanson, 2005). Hal tersebut memungkinkan karena glukomanan menyerap air membentuk massa seperti gel yang viscous sehingga memberi efek kenyang (Henry *et al.*, 1986). Pada pasien obese, konsumsi 1 gram glukomanan dan 250 ml air satu jam sebelum makan dari tiga kali makan tiap hari selama 8 minggu menghasilkan penurunan berat badan 2.5 kg (Walsh *et al.*, 1984). Tidak hanya dapat menurunkan berat badan, Walsh *et al.* (1984) juga menunjukkan pasien obese mengalami penurunan kolesterol total secara signifikan. Pada

laki-laki sehat, konsumsi 3.9 gram glukomanan selama 4 minggu menurunkan kolesterol total (10%), kolesterol LDL (low-density lipoprotein) (7.2%), trigliserida (23%) dan tekanan darah sitosolik (2.5%) (Arvill & Bodin, 1995).

Untuk menanam Porang (*Amorphophallus muelleri*) dapat menggunakan bibit yang berupa biji, bulbil dan umbi. Bibit berupa umbi per kilogram dengan isi 10-15 umbi dihargai 9 ribu rupiah, Bibit berupa bulbil per kilogram dengan isi 100 butir dihargai 70 ribu rupiah, sedangkan biji per kg dihargai 5 ribu rupiah (personal komunikasi). Satu kilogram biji berisi 2500-3300 butir tergantung dari ukuran biji. Dari info personal tersebut dapat dikatakan penggunaan biji sebagai bibit paling menguntungkan. Di alam, pembentukan biji *Amorphophallus* didahului oleh penyerbukan yang dilakukan oleh kumbang (Bostrichidae, Cetoniidae, Hybosoridae, Lyctidae, Nitidulidae, Rutelinae, Scarabaeidae, Staphylinidae), lalat (Drosophilidae, Muscidae), dan lebah (Apidae: Trigone) (Punekar & Kumaran (2010). Biji hasil penyerbukan di alam, terutama biji dari *Amorphophallus muelleri*, belum pernah dilihat daya kecambahnya. Di alam tentu tidak semua biji yang terbentuk hasil dari fertilisasi. Oleh karena itu menarik untuk diteliti apakah biji hasil fertilisasi dan tidak terfertilisasi mempunyai daya kecambah yang sama atau berbeda. Dari pengamatan empiris diperoleh fakta bahwa kadang-kadang dalam satu biji *A. muelleri* muncul dua tunas. Tunas merupakan struktur berasal dari embrio yang sukses berkembang dan tumbuh. Adanya embrio yang muncul lebih dari satu pada biji yang sama dikatakan biji tersebut poliembrioni (Batygina & Vinogradova, 2007), sehingga ingin juga diketahui apakah sama peluang poliembrioni antara biji hasil fertilisasi dan tidak terfertilisasi serta pertumbuhan tunas-tunas yang dihasilkan. Tunas yang berkembang dengan baik tentu berimplikasi terhadap umbi yang dihasilkan karena tunas berfungsi sebagai 'source' dan umbi sebagai 'sink'. Dengan adanya perjalanan asal biji yang berbeda (hasil fertilisasi dan tidak terfertilisasi), perlu

dibuktikan umbi yang dihasilkan mungkin berbeda

## BAHAN DAN METODE

### Penyiapan bahan tanam.

Untuk menjaga kemurnian bahan tanam (Biji), maka biji diperoleh dengan menanam sendiri umbi yang sudah berumur tiga tahun. Umbi dipesan khusus dari petani Porang (A.muelleri) Dusun Oro-Oro Waru, Desa Sumberbendo, Kecamatan Saradan, Kabupaten Madiun, Jawa Timur. Umbi ditanam dalam pot ukuran 50 cm x 30 cm dengan menggunakan media campuran tanah : kompos (1:1). Setelah bunga muncul dan masih dalam kondisi tertutup seludang (Gambar 1B), bunga jantan dipotong. Pemotongan dilakukan dengan mengelupas seludang hingga ketemu bunga jantan. Bunga yang sudah terpotong kemudian dibungkus plastik untuk menghindari penyerbukan silang (Gambar 1E). Jarak antara bunga jantan yang terpotong dan bunga normal kurang lebih 20 m. Tanaman dirawat dengan memberi pupuk NPK dengan dosis 0,8 g/ g berat benih tiap bulan, penyiraman ketika media benar-benar kering, dan penyiangan ketika muncul gulma. Pemanenan dilakukan setelah tanaman rebah (Gambar 1H), buah dilepaskan dari tongkolnya, dikelupas buah dan kulitnya untuk mendapatkan biji. Sebagai bahan tanam biji dipilih yang mempunyai diameter 5-10 mm, panjang 10-15 mm dan berat 0,2-0,3 g. Biji ditanam dalam bak yang berisi humus. Tiap bak berisi 25 biji. Satu bak merupakan satu ulangan, berarti untuk tiga ulangan ada 75 biji.

### Pengambilan data

Perkecambahan biji dihitung 7 minggu setelah tanam. Perhitungan perkecambahan menggunakan rumus (Soetopo, 1996) sebagai berikut :

$$\text{Perkecambahan (\%)} = n/N \times 100 \%$$

Keterangan : n = jumlah biji yang berkecambah;

N = jumlah biji yang ditanam

$$\text{Poliembrion (\%)} = np/N \times 100\%$$

Keterangan np = jumlah biji poliembrion;

N = jumlah biji yang ditanam

Setiap minggu dicatat jumlah tunas yang muncul. Selain jumlah tunas, panjang dan diameter petiol diukur, masing-masing menggunakan penggaris dan jangka sorong. Diameter diukur menggunakan penggaris. Khusus untuk umbi diukur setelah tanaman rebah, diameter dan tebal umbi diukur menggunakan jangka sorong, sedangkan berat umbi ditimbang dengan neraca digital. Tinggi dan petiol diambil dari 75 sampel terfertilisasi dan 75 petiol tidak terfertilisasi tanpa membedakan apakah petiol tersebut berasal dari tunas poliembrionia atau tidak, kriteria panjang petiol adalah petiol dari tunas yang pertama muncul. Untuk pengukuran petiol tunas poliembrion diambill dari tunas yang pertama muncul dan tunas kedua muncul dari biji yang sama baik dari biji terfertilisasi maupun tidak terfertilisasi.

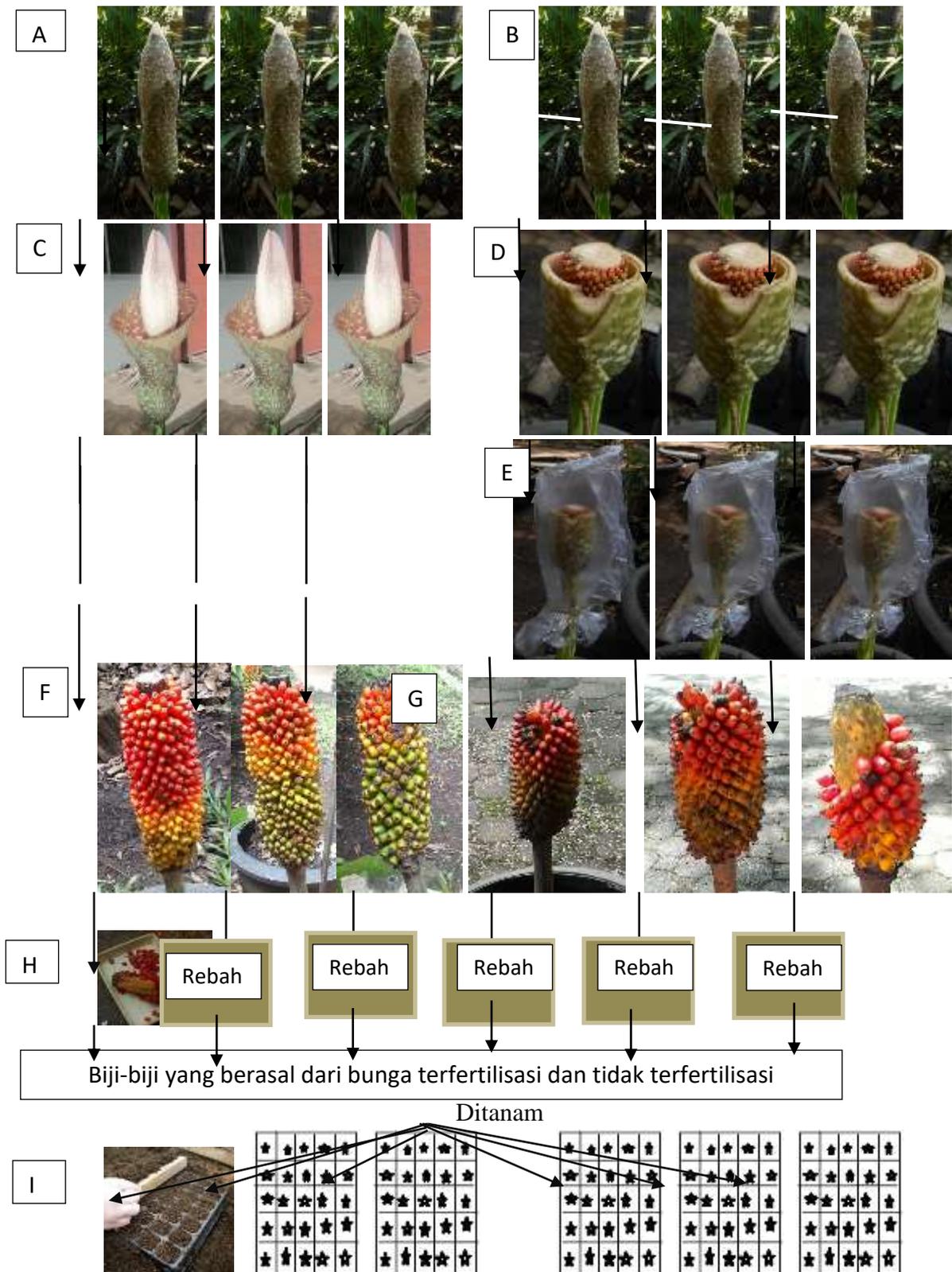
### Analisis data

Variabel terikat yang diamati pada penelitian ini adalah persen perkecambahan, panjang petiol, lebar tajuk, proporsi poliembrion. Untuk biji poliembrion, Tunas no.1 dan no.2 diukur panjang petiolnya, diameter petiol dan diameter tajuk. Umbi yang dihasilkan diukur diameter, tebal, dan berat. Untuk mengetahui perbedaan asal biji (dari bunga terfertilisasi vs bunga tidak terfertilisasi) dilakukan uji t-tidak berpasangan menggunakan bantuan SPSS ver 16 for Window. Untuk mengetahui apakah ada perbedaan antara tunas no.1 dan tunas no.2 dari biji poliembrion juga dilakukan uji t-tidak berpasangan dengan taraf signifikansi  $\alpha 0,05$ .

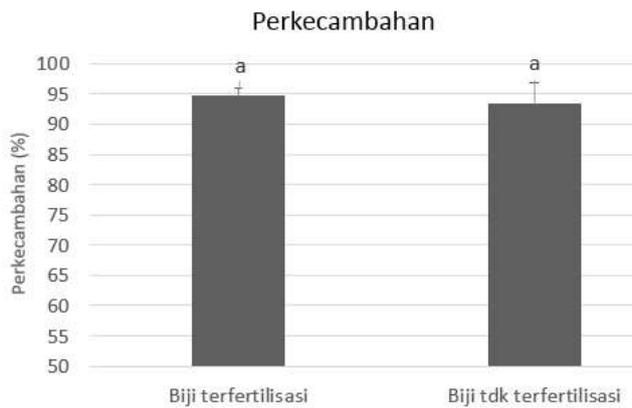
## HASIL

Dari tiga ulangan dimana tiap ulangan terdiri dari 25 biji, diperoleh kemampuan berkecambah yang dihitung dalam persen. Diperoleh hasil sebagai pada gambar 2. Adapun jumlah biji yang berkecambah perminggu dapat dilihat pada tabel 1.

Dari tiap ulangan dihitung juga poliembrion dari biji yang diwujudkan dengan tunas yang dihasilkan. Dalam satu biji bisa muncul tunas satu atau lebih dari satu. Dari masing-masing ulangan poliembrion dihitung kemudian dirata-rata, hasilnya seperti gambar 3.



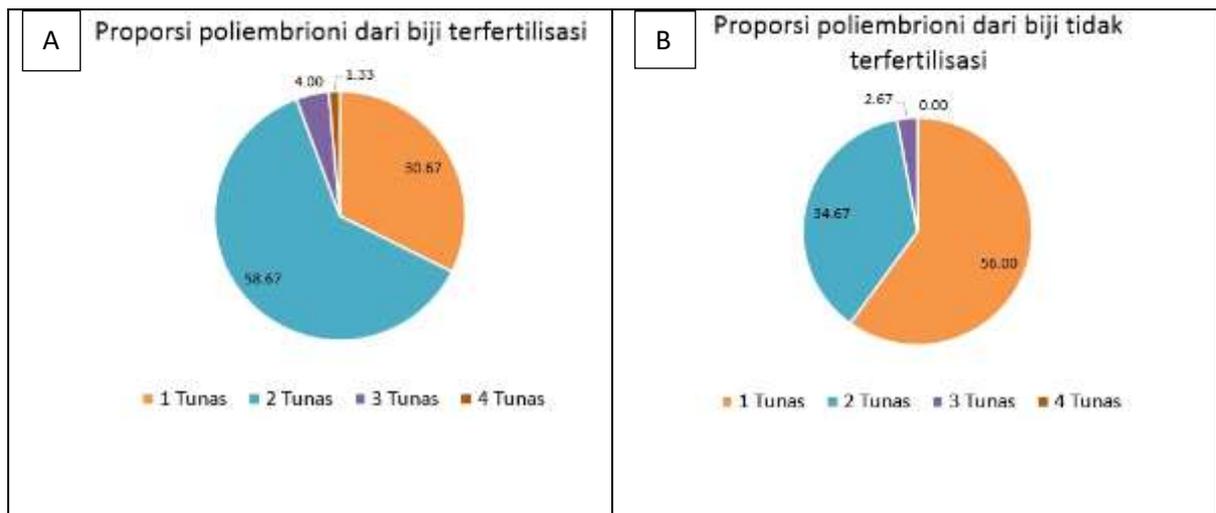
Gambar 1. Diagram persiapan bahan tanam dari bunga normal dan bunga yang dipotong bunga jantannya hingga penanaman. A. Bunga normal; B. Bunga normal yang akan dihilangkan bunga jantannya; C. Bunga normal yang tengah mekar; D. Bunga yang dihilangkan bunga jantannya; E. Bunga betina yang disungkup.; F. Buah yang berasal dari bungan normal; G. Buah yang berasal dari bunga betina (bunga jantan dihilangkan). H. Buah yang rebah dan biji siap dipanen; I. perkecambahan dari masing-masing biji terfertilisasi (bunga normal) dan biji tidak terfertilisasi (bunga jantan dipotong)



Gambar 2. Hasil penghitungan viabilitas biji yang ditunjukkan dalam persen perkecambahan dari biji terfertilisasi dan tidak terfertilisasi. Catatan: huruf yang sama tidak menunjukkan berbeda nyata pada uji-t tidak berpasangan  $\alpha 0.05$

Tabel 1. Perkecambahan biji terfertilisasi dan tidak terfertilisasi mulai minggu ke 1 hingga minggu ke 10

| Minggu ke | Perkecambahan (%)   |                         |
|-----------|---------------------|-------------------------|
|           | Biji terfertilisasi | Biji tdk terfertilisasi |
| 1         | 41.33               | 32                      |
| 2         | 84                  | 41.33                   |
| 3         | 92                  | 65.33                   |
| 4         | 94.67               | 84                      |
| 5         | 94.67               | 86.67                   |
| 6         | 94.67               | 86.67                   |
| 7         | 94.67               | 89.33                   |
| 8         | 94.67               | 92                      |
| 9         | 94.67               | 92                      |
| 10        | 94.67               | 92                      |

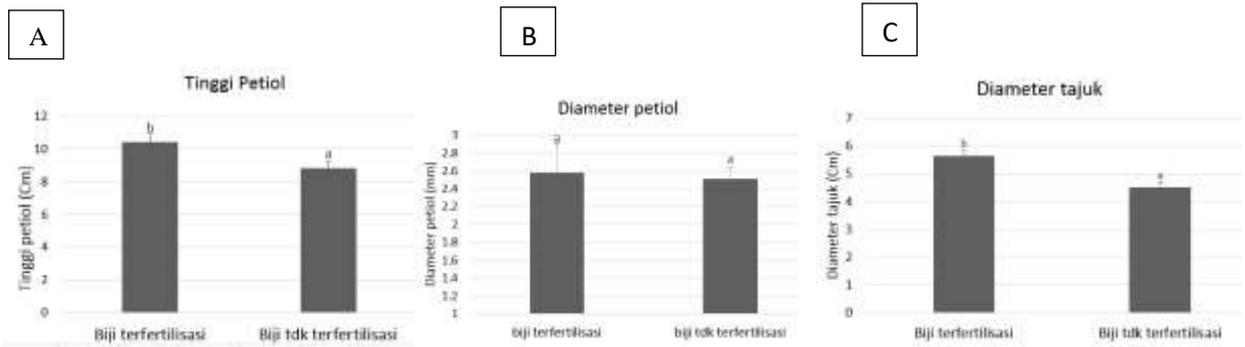


Gambar 3. Proporsi poliembrioni dari biji terfertilisasi (A) dan tidak terfertilisasi (B), masing-masing berasal dari 25 biji yang ditanam.

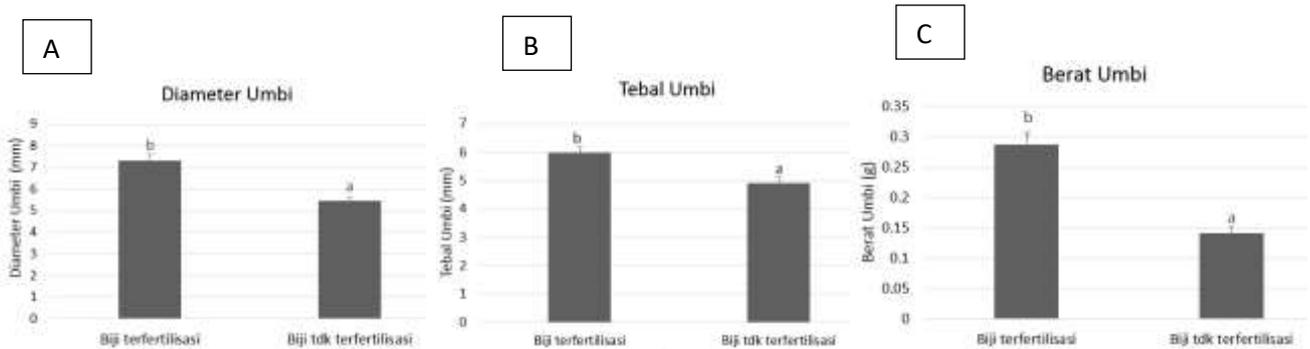
Respon pertumbuhan tanaman dari biji terfertilisasi dan tidak terfertilisasi berasal dari pengukuran tinggi petiol, diameter petiol, dan diameter tajuk tunas yang muncul pertama. Masing-masing berasal dari 75 biji terfertilisasi atau tidak terfertilisasi. Hasil pengukuran bisa dilihat pada gambar 4.

Selain tinggi petiol, diameter petiol dan diameter tajuk, juga diukur diameter, tebal umbi, dan berat umbi yang dihasilkan yang hasilnya bisa dilihat pada gambar 5.

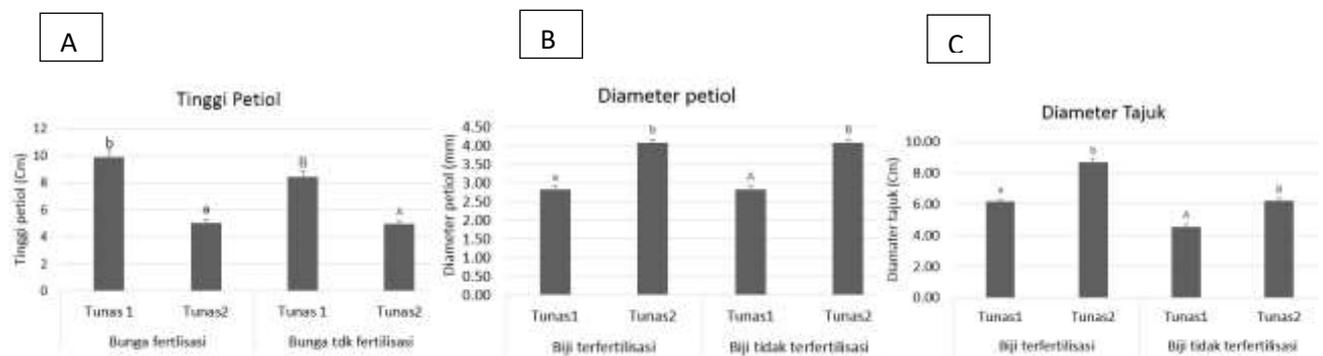
Dalam satu biji bisa menghasilkan lebih dari satu tunas, pada penelitian ini tinggi petiol, diameter petiol dan lebar tajuk dari tunas ke satu dan tunas kedua dibandingkan (Gambar 6).



Gambar 4. Hasil pengukuran tinggi petiol (A), diameter petiol (B), dan diameter tajuk (C). Catatan : huruf yang sama dari masing-masing gambar menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji-t tidak berpasangan  $\alpha 0.05$



Gambar 5. Hasil pengukuran diameter umbi (A), tebal umbi (B), dan berat umbi (C). Catatan : huruf yang sama dari masing-masing gambar menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji-t tidak berpasangan  $\alpha 0.05$



Gambar 6. Hasil pengukuran tinggi petiol (A), diameter petiol (B) dan diameter tajuk (C) dari tunas satu dan tunas dua. Catatan : huruf yang sama (kecil atau besar) dalam satu gambar menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji-t tidak berpasangan  $\alpha 0.05$

**PEMBAHASAN**

Biji Porang (*Amorphophallus muelleri*) yang berasal dari biji terfertilisasi dan tidak terfertilisasi menunjukkan viabilitas yang sama

(Gambar 2). Hal ini disebabkan biji yang dikecambahkan adalah biji baru, bukan biji lama atau dibiji yang dipanen tahun sebelumnya. Foley (2001) menyebutkan bahwa biji yang baru mempunyai daya perkecambahan yang tinggi.

Sebaliknya biji yang disimpan biasanya mengalami penurunan potensi perkecambahannya. Pada penelitian sebelumnya diperoleh hasil bahwa buah Porang yang berasal dari bunga terfertilisasi mempunyai proporsi buah dengan biji tunggal lebih tinggi dibandingkan dengan buah yang berasal dari bunga tidak terfertilisasi (data belum dipublikasi). Sebaliknya buah Porang yang berisi lebih dari satu biji banyak berasal dari bunga tidak terfertilisasi. Diduga biji porang yang apomiksis tinggi juga menunjukkan poliembrioni tinggi. Poliembrioni adalah biji yang banyak mempunyai embrio (Martinez-Gomez & Gradziel, 2003), sedangkan apomiksis merupakan biji yang terbentuk tanpa memerlukan penyatuan gamet jantan dan betina (Bicknell & Koltunow, 2004).

Embrio yang terbentuk dalam perkembangannya membentuk tunas. Sehingga poliembrion bisa dilihat dari banyaknya tunas yang muncul dari satu biji ketika biji tersebut sukses berkecambah. Dari penelitian ini poliembrioni lebih banyak dihasilkan pada biji yang terfertilisasi (64%) dibanding dengan biji yang tidak terfertilisasi (37.34%) (Gambar 3). Jika dicermati lebih dalam, poliembrioni yang terbesar ditunjukkan oleh biji dengan dua tunas (Gambar 3A). Oleh karena itu, dari fakta ini menimbulkan dugaan bahwa embrio dari biji tunggal sensitif untuk membelah menjadi dua embrio atau lebih. Batygina & Vinogradova (2007) menyebutkan embrio-embrio pada poliembrioni dapat berasal dari satu embrio yang memisah menjadi embrio-embrio pada awal pembelahan mitosis. Berarti disini sudah terjadi fertilisasi dan sudah memperbanyak diri kemudian membelah menjadi dua kelompok sel, kemudian masing-masing kelompok melanjutkan proses pembelahan.

Tunas yang dihasilkan dari biji terfertilisasi ternyata lebih tinggi dibandingkan dengan tunas yang tumbuh dari biji tidak terfertilisasi (Gambar 4A). Tinggi tunas dalam dunia *Amorphophallus* sesungguhnya adalah tinggi petiol. Selain tinggi tunas, diameter tajuk juga lebih tinggi pada biji yang terfertilisasi

(Gambar 4C). Fakta ini belum pernah dipublikasikan bahwa tinggi tunas dan lebar tajuk dari biji yang terfertilisasi lebih tinggi dari biji yang tidak terfertilisasi. Kami menduga tunas dari biji terfertilisasi lebih banyak mengandung zat pengatur tumbuh terutama giberelin. Dugaan kami didukung oleh bukti persentase perkecambahan pada minggu ke 1, 2, dan 3 pada biji terfertilisasi (Tabel 1) memberikan hasil lebih tinggi dibandingkan perkecambahan biji yang tidak terfertilisasi. Peng & Harberd (2002) menyatakan bahwa pemberian GA3 dapat memacu perkecambahan. Debeaujon dan Koornneef (2000) menambahkan bahwa peran giberelin dalam memacu perkecambahan adalah berkerja mengatasi hambatan yang dilakukan oleh kulit biji dan ABA. Dalam biji poliembrioni tunas pertama lebih tinggi dibandingkan dengan tunas kedua yang tumbuh dari biji yang sama (Gambar 6 A). Akan tetapi diameter batang dan lebar tajuk lebih lebar dari tunas pertama (Gambar 6 B,C). Dalam fotosintesis daun merupakan organ yang vital karena pada daun kloroplast dan klorofil lebih melimpah dibandingkan organ-organ lain. Disisi hasil, produktivitas suatu tanaman sangat tergantung dari aktivitas fotosintesis.

Pada penelitian ini produktivitas tercermin dari berat umbi yang dihasilkan. Ternyata dari hasil penimbangan umbi, umbi yang berasal dari biji yang terfertilisasi mempunyai berat hampir dua kali lipat dari umbi yang berasal dari biji tidak terfertilisasi (Gambar 5C). Hasil ini selaras dengan performa morfologi daun, yaitu daun yang dihasilkan dari biji terfertilisasi lebih lebar. Oleh karena penelitian ini bukan bersifat destruktif maka daun sengaja tidak dipanen ketika sudah mencapai fase stasioner pertumbuhan untuk diukur luasnya, sehingga parameter yang diambil adalah dengan mengukur diameter tajuk untuk menggambarkan potensi fotosintesis. Selain lebih berat, umbi yang dihasilkan dari biji terfertilisasi lebih tebal dan lebih lebar (Gambar 4A,B). Selain dari segi ukuran daun, biji terfertilisasi menghasilkan tunas poliembrioni lebih tinggi sehingga 'pabrik-pabrik' fotosintesis lebih banyak dipunyai oleh

biji yang terfertilisasi. Umbi yang berasal dari tanaman yang tumbuh dari biji merupakan umbi generasi nol, sering dinyatakan dengan Go. Semakin besar ukuran Go maka semakin menjanjikan umbi tersebut sebagai bahan tanam. Dari wawancara dengan petani dilapang, petani enggan menggunakan umbi Go. Alasan mereka tanaman hasil Go kurang punya kekuatan berkompetisi dengan gulma untuk survive. Mereka lebih suka menggunakan umbi G1 yaitu umbi hasil dari Go.

## KESIMPULAN

Daya kecambah (%) biji terfertilisasi dan tidak terfertilisasi tidak berbeda nyata secara statistik, namun biji yang terfertilisasi cenderung sedikit lebih tinggi. Poliembryoni biji yang terfertilisasi lebih tinggi dari biji yang tidak terfertilisasi. Demikian juga untuk tinggi petiol dan lebar tajuk sehingga umbi yang dihasilkan dari biji terfertilisasi dua kali lebih berat dari biji tidak terfertilisasi

## UCAPAN TERIMAKASIH

Kepada ibu Nurlaila diucapkan banyak terimakasih atas bantuan dana penelitian, serta mas Sugiono dan mas Vicky atas bantuan pembuatan dan perapian rak penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arvill A and L Bodin Effect of short-term ingestion of konjac glucomannan on serum cholesterol in healthy men. *Am J Clin Nutr.* 61 : 585-589
- Batygina , T. B. , and G. Y. Vinogradova . 2007 . Phenomenon of polyembryony: Genetic heterogeneity of seeds. *Russian Journal of Developmental Biology* 38 : 126 – 151 .
- Bicknell R A and AM Koltunow .2004. Understanding Apomixis: Recent Advances and Remaining Conundrums. *Plant Cell* 16: S228-S245
- Debeaujon I and M. Koornneef. 2000. Gibberellin Requirement for Arabidopsis Seed Germination Is Determined Both by Testa Characteristics and Embryonic Abscisic Acid. *Plant Physiology* 122: 415–424.
- Foley ME. 2001. Seed dormancy: an update on terminology, physiological genetics, and quantitative trait loci regulating germinability. *Weed Science*, 49:305–317. 2001
- Henry AD, AS Mitchell, J Aylward, MT Fung, J McEwen, A Rohan. 1986. Glucomannan and risk of oesophageal obstruction. *British Medical Journal* 292 :591-592
- Keithley J and B Swanson . 2005. Glucomannan and obesity: a critical review. *Altern Ther Health Med.* 11: 30-34
- Marzio L, R Del Bianco , MD Donne , O Pieramico, F Cuccurullo . 1989. Mouth-to-cecum transit time in patients affected by chronic constipation: effect of glucomannan. *Am J Gastroenterol.* 84: 888-891
- Peng J and NP Harberd. 2002. The role of GA-mediated signalling in the control of seed germination. *Current Opinion in Plant Biology* 5(5) 376-381
- Martinez-Gomez P and · T. M. Gradziel. 2003. Sexual polyembryony in almond. *Sex Plant Reprod* 16:135-139. DOI 10.1007/s00497-003-0180-x
- Mekkerdchoo, O., C. Borompichaichartkul, A. L. Perrigo, G. Srzednicki, C. Prakitchaiwattana, & A. Antonelli. 2016. Tracing the evolution and economic potential of Konjac Glucomannan in *Amorphophallus* species (*Araceae*) using molecular phylogeny and RAPD markers. *Phytotaxa.* 282 (2):081-106
- Punekar SA and Kumaran KPN. 2010. Pollen morphology and pollination ecology of *Amorphophallus* species from North Western Ghats and Konkan region of India. *Flora* 205 (2010) 326–336
- Walsh DE, V Yaghoubian and A Behforooz . 1984. Effect of glucomannan on obese patients: a clinical study. *Int J Obes.* 8: 289-293
- Widjanarko SB dan J Megawati. 2015. Analisis metode kolorimetri dan gravimetri pengukuran kadar glukomanan pada konjak (*Amorphophallus konjac*). *Jurnal Pangan dan Agroindustri Vol. 3 No 4 p.1584-1588.*

## **Induksi Protein Tanaman Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.) dengan Elisitor Ekstrak *Sida rhombifolia* L. dan *Plantago mayor* L.**

**Henny L. Rampe, Stella D. Umboh dan Marhaenus J. Rumondor<sup>\*)</sup>**

<sup>\*)</sup>Jurusan Biologi FMIPA Universitas Sam Ratulangi  
Jl. Kampus Unsrat Manado 95115  
Email : hennyrampe@yahoo.com

### **ABSTRAK**

Penelitian bertujuan mengetahui kandungan protein tanaman kacang tanah yang diinduksi elisitor ekstrak tumbuhan *Sida rhombifolia* dan *Plantago mayor*. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap bentuk faktorial. Perlakuan varietas kacang tanah (V) : Varietas Kelinci (V1), Varietas Gajah (V2), Varietas Jerapah (V3) dan Varietas Lokal (V4). Perlakuan elisitor ekstrak tumbuhan (E) : Kontrol (E0), ekstrak *Sida rhombifolia* (E1) dan ekstrak *Plantago mayor* (E2), dengan 3 kali ulangan. Aplikasi elisitor ekstrak tumbuhan dilakukan saat tanaman berumur 10 hari setelah tanam (hst), 25 hst dan 40 hst. Analisis protein dilakukan saat tanaman kacang tanah berumur 60 hst. Kandungan protein ditentukan dengan metode Lowry pereaksi Folin-ciocalteu dengan spektrometer. Hasil analisis diperoleh rerata kandungan protein tertinggi pada perlakuan V1E2 (51.26 ppm/g), diikuti perlakuan V2E2 (47.32 ppm/g) dan V4E2 (45.18 ppm/g). Rerata kandungan protein terendah pada perlakuan V3E0 (23.38 ppm/g), diikuti perlakuan V4E0 (26.34 ppm/g) dan V2E0 (30.66 ppm/g). Hasil Analisis Varian perlakuan kacang tanah, elisitor ekstrak tumbuhan dan interaksi perlakuan berpengaruh nyata ( $P < 0.05$ ) terhadap kandungan protein. Aplikasi elisitor ekstrak tumbuhan *Sida rhombifolia* dan *Plantago mayor* menaikkan kandungan protein tanaman kacang tanah.

**Kata Kunci :** *Arachis hypogaea*, elisitor, ekstrak, *Sida rhombifolia*, *Plantago mayor*, protein

### **ABSTRACT**

The aim of this research was to know the protein content of peanut plants induced by elicitor of *Sida rhombifolia* L and *Plantago mayor* L. extracts. The study used a Factorial Complete Randomized Design. Treatment of peanut varieties (V) were Kelinci Varieties (V1), Gajah Varieties (V2), Jerapah Varieties (V3), and Local Varieties (V4). Plant extract elicitor treatment (E) were Control (E0), *Sida rhombifolia* extract (E1), and *Plantago mayor* extract (E2), with 3 replications. The application of plant extract elicitor was performed when the plants were 10 days after planting (dap), 25 dap, and 40 dap. Protein analysis was performed when peanut plants were 60 dap. Protein content was determined by Lowry method of Folin-ciocalteu reagent with a spectrometer. Result showed that the highest mean of protein content was in combination of treatment V1E2 (51.26 ppm/g), followed by V2E2 (47.32 ppm/g), V4E2 (45.18 ppm/g) and V3E2 (37.36 ppm/g). The mean of the lowest protein content was at V3E0 (23.38 ppm/g), followed by V4E0 (26.34 ppm/g), V2E0 (30.66 ppm/g), and V1E0 (34.19 ppm/g). Analysis of variance of the peanut treatment, elicitors of plant extract, and the interaction of treatments was significantly ( $P < 0.05$ ) with regard to protein content. Application of elicitor of plant extract of *Sida rhombifolia* and *Plantago mayor* is able to increase the protein content of peanuts.

**Keywords:** *Arachis hypogaea* L., Elicitor, *Sida rhombifolia*, extract, *Plantago mayor*, protein content.

### **PENDAHULUAN**

Kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.) termasuk Famili Fabaceae merupakan tanaman semusim, dan sebagai salah satu komoditi

palawija yang bernilai ekonomi tinggi. Di Indonesia, kacang tanah merupakan tanaman kacang-kacangan penting kedua setelah kedelai. Data Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi Kota Malang, Tahun 2016 telah

dilepas 39 varietas unggul kacang tanah, dimana setiap varietas memiliki sifat khas sendiri dalam hal sifat biologi tumbuhan, komposisi kimia biji, resistensi terhadap penyakit karat, bercak daun, dan toleransi abiotik (BALITKABI, 2017).

Dalam budidaya kacang tanah, adanya hama dan patogen merupakan salah satu penyebab menurunnya produksi. Data Badan Pusat Statistik (2016), produksi kacang tanah untuk propinsi Sulawesi Utara dari tahun ke tahun cenderung menurun, pada tahun 2013, 2014 dan 2015 produksi kacang tanah berturut-turut sebanyak 8.805 ton, 7.069 ton dan 3.971 ton. Menurunnya produksi kacang tanah dapat disebabkan teknik budidaya yang tidak tepat, rendahnya hara tanah serta serangan hama dan patogen.

Petani di Indonesia, pada umumnya melakukan pengendalian hama dan patogen dengan pestisida sintetis. Penggunaan pestisida yang berlebihan dan cara aplikasi yang tidak bijaksana memberikan dampak negatif yaitu pencemaran lingkungan, kematian hewan non-target, penyederhanaan rantai makanan alami dan keragaman hayati, bioakumulasi / biomagnifikasi, resistensi hama dan terbunuhnya musuh alami (Djafarudin, 2008 dan Asadi, 2009). Salah satu cara mengurangi ketergantungan pemakaian pestisida adalah dengan penanaman tanaman resisten terhadap serangan hama dan patogen.

Rampe *et al.*, (2015) telah melakukan penelitian resistensi antibiosis, antixenosis dan toleransi pada tanaman kacang tanah Varietas Lokal, Kelinci, Gajah, Bima, Bison dan Jerapah. Kajian resistensi antibiosis dengan menganalisis kandungan flavonoid. Kajian resistensi antixenosis yaitu pengamatan struktur anatomi daun dan batang meliputi panjang dan kerapatan trikoma, jumlah stomata, tebal mesofil daun dan tebal korteks batang. Selanjutnya penelitian resistensi toleransi, meliputi analisis protein dan klorofil daun kacang tanah. Kajian resistensi antibiosis pada tanaman kacang tanah, juga telah dilakukan oleh Rampe dan Umboh (2017) yaitu menganalisis kandungan tanin.

Resistensi terinduksi adalah terjadinya peningkatan resistensi tanaman terhadap infeksi oleh patogen setelah terjadi rangsangan. Terdapat dua bentuk resistensi terinduksi yaitu *Systemic Acquired resistance* (SAR) dan *Induced Systemic Resistance* (ISR). Resistensi terinduksi dapat dipicu dengan penambahan bahan-bahan kimia atau menginokulasikan patogen nekrotik disebut induksi SAR. Induksi SAR dicirikan dengan terbentuknya akumulasi asam salisilat dan *pathogenesis related-proteins* (PRP) berupa kitinase, b-1,3 glutanase, endoproteinase dan oxalate oksidase (Van Loon & Bakker, 2003 ; Corina *et al.*, 2009). Resistensi terinduksi karena agen biotik non-patogenik disebut ISR seperti rizobakteria.

Penelitian pengaktifan gen resistensi telah dilakukan oleh para peneliti dengan menggunakan elisitor ekstrak tumbuhan dan bahan kimia. Tanaman elisitor adalah suatu tanaman yang mengandung senyawa biologis yang dapat menyebabkan peningkatan produksi fitoaleksin bila diaplikasikan pada tumbuhan atau kultur sel tumbuhan. Elisitor dapat berasal dari bakteri, jamur, virus, senyawa polimer karbohidrat, protein, lemak dan mikotoksin sebagai elisitor biotik (Walters *et al.*, 2013), dan elisitor abiotik seperti sinar UV, ion-ion logam dan hormon dan molekul-molekul pengkode resistensi tanaman (Larroque *et al.*, 2013).

Penelitian elisitor alami telah dilakukan Gajera *et al.*, (2015) mendapatkan *Trichoderma viride* berpotensi elisitor pada tanaman kacang tanah yang terdampak penyakit busuk *Aspergillus niger*, yaitu menginduksi terbentuknya enzim-enzim resistensi Phenylalanine Ammonia Lyase (PAL), Polifenol Oksidase (PO) dan chitinase. Suganda (2000) yaitu ekstrak beluntas (*Plucea indica*) berpotensi sebagai penginduksi resistensi tanaman cabai merah terhadap penyakit antraknos *Colletotrichum gloesporioides*. Tumbuhan sambiloto (*Andrographis paniculata*) berpotensi elisitor tanaman jahe terhadap penyakit layu bakteri *Ralstonia solanacearum*.

Protein dalam tumbuhan dapat berupa protein struktural, cadangan makanan, transpor, pengatur dan pertahanan. Sebagai produk

pertumbuhan, sintesis protein tergantung dari keberadaan hara mineral dalam tanah. Kandungan protein dalam tanaman dapat digunakan sebagai parameter pertumbuhan dan resistensi tumbuhan, dimana protein berperan sebagai komponen struktural, enzimatis dan hormonal. Penelitian elisitor ekstrak tumbuhan menunjukkan terjadi peningkatan protein enzim sebagai respon resistensi terinduksi.

Peningkatan produksi kacang tanah dengan menanam varietas resisten terhadap hama dan penyakit merupakan strategi dalam mengantisipasi meningkatnya penggunaan pestisida kimia. Kendala yang ditemui di lapang, penanaman varietas resisten masih diserang hama dan patogen. Hal ini dapat disebabkan ekspresi gen resistensi tidak tepat dalam hal merespon adanya hama dan patogen, bahkan terlambat mensintesis senyawa-senyawa kimia untuk resistensi tumbuhan. Tujuan penelitian ini menguji potensi elisitor ekstrak *Sida rhombifolia* dan *Plantago mayor* sebagai inducer resistensi pada tanaman kacang tanah.

## METODE PENELITIAN

### Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di perkebunan Kelurahan Lansot Sarongsong Kota Tomohon dan Laboratorium Ekologi Jurusan Biologi FMIPA UNSRAT.

### Prosedur penelitian

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap bentuk faktorial. Perlakuan varietas kacang tanah (V) : Varietas Kelinci (V1), Varietas Gajah (V2), Varietas Jerapah (V3) dan Varietas Lokal (V4). Perlakuan elisitor ekstrak tumbuhan (E) : Kontrol (E0), ekstrak *Sida rhombifolia* (E1) dan ekstrak *Plantago mayor* (E2), dengan 3 kali ulangan.

### Persiapan Lahan Percobaan dan Aplikasi Pupuk Organik

Lahan percobaan dibersihkan dari gulma dan sisa-sisa tumbuhan (akar dan ranting). Selanjutnya dibuat petak percobaan /  
*Bioteknologi*

bedengan dengan ukuran 4 x 1 m, dengan jarak antara bedengan adalah 50 cm. Penentuan kombinasi perlakuan secara acak pada petak percobaan. Setiap petak percobaan diberi pupuk organik petrogenik sebanyak 20 ton / ha yang diberikan satu bulan sebelum benih kacang tanah ditanam. Pupuk organik diberikan secara merata pada lapisan olah tanah yaitu  $\pm$  20 cm dari permukaan.

### Penanaman dan Pemeliharaan Tanaman Kacang Tanah

Setiap petak percobaan ditanami dengan 20 benih kacang tanah, jarak tanam 40 x 30 cm, dengan satu biji per lubang tanam. Penyiangan dan pembumbunan dilakukan saat tanaman berumur empat minggu bertujuan agar pertumbuhan dan pembentukan polong berlangsung cepat dan baik. Penyiangan dan pembumbunan kedua dilakukan setelah tanaman berbunga. Pemeliharaan tanaman dihentikan ketika tanaman menjelang tua yaitu berumur 60-70 hari. Analisis protein tanaman kacang tanah pada 60 hari setelah tanam.

### Pembuatan ekstrak dan aplikasi elisitor ekstrak tumbuhan pada kacang tanah.

Tumbuhan *S. rhombifolia* dan *P. mayor* dicuci bersih, dikeringanginkan, kemudian dipotong ukuran 1-2 cm untuk memudahkan penggerusan. Selanjutnya dihaluskan dengan mortal dan diencerkan 1:1 (w/v) dengan buffer fosfat pH 7,0. Ekstrak tanaman selanjutnya disaring dengan kain kasa steril, supernatan dimasukkan dalam botol sampel bertutup, dan disimpan dalam lemari es suhu 10°C. Aplikasi induksi resistensi dengan elisitor ekstrak *S. rhombifolia* dan *P. mayor* dilakukan 3 kali, yaitu ketika tumbuhan berumur 10 hari setelah tanam (hst), 25 hst dan 40 hst, dengan melakukan penyemprotan pada seluruh tumbuhan.

### Analisis Kandungan Protein

#### Preparasi

Tanaman kacang tanah dibersihkan, dikeringanginkan, dipotong sekitar 2 cm, dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 70°C

untuk menghilangkan kadar airnya. Bahan kering tanaman dihaluskan dan diayak hingga diperoleh serbuk.

### Prosedur Analisis Protein

Analisis protein dengan metode Lowry dengan pereaksi Folin-Ciocalteu (Harborne, 1987 dan Tranggono, 1989). Larutan Lowry A : Larutan Folin ciocalteu 50 %. Larutan Lowry B : 50 ml Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 2 % dalam NaOH 0.1 N, ditambahkan 0.5 ml CuSO<sub>4</sub> 1 % dan 0.5 ml K-Na Tartrat 2 %. Larutan standar Serum Bovin Albumin (SBA) dalam larutan buffer fosfat pH 7.4

1 gr sampel serbuk kacang tanah dimasukkan ke dalam tabung reaksi, ditambah 5 ml eter, dimaserasi selama 30 menit, selanjutnya supernatan dibuang. Sampel dimaserasi dengan 5 ml eter selama 30 menit dan supernatant dibuang. Selanjutnya dicuci dengan etanol 50 % dan disentrifuse beberapa kali sampai larutan jernih. Kemudian ditambahkan 3 ml TCA 10 % didiamkan 10 menit. Supernatan disentrifuge 10 menit, supernatan dibuang, endapan diambil dan diencerkan dengan 3 ml aquadest. Selanjutnya diambil 0.1 ml, ditambahkan 2 ml larutan Lowry B, digojog, ditambahkan 0.25 ml larutan Lowry A, divortex selama 2 menit, diinkubasi selama 30 menit, dan dibaca dengan spektrometer pada panjang gelombang 750 nm.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Protein meliputi lebih dari 50% bobot kering sel, merupakan molekul yang mempunyai struktur sangat rumit, dengan fungsi dan struktur beragam, merupakan polimer asam amino dengan berat molekul tinggi. Asam amino tersusun linier, urutannya ditentukan oleh sandi triplet basa DNA ini, dan setiap protein mempunyai urutan asam amino yang khas (Page, 1981 ; Campbell *et al.*, 1999). Hasil analisis kandungan protein pada beberapa varietas kacang tanah ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan Protein pada Beberapa Varietas Kacang Tanah

| No | Varietas kacang tanah | Protein ppm/g |                              |                            |
|----|-----------------------|---------------|------------------------------|----------------------------|
|    |                       | Kontrol (E0)  | <i>Sida rhombifolia</i> (E1) | <i>Plantago mayor</i> (E2) |
| 1  | Kelinci (V1)          | 34.19         | 41.22                        | 51.26                      |
| 2  | Gajah (V2)            | 30.66         | 38.84                        | 47.33                      |
| 3  | Jerapah (V3)          | 23.38         | 31.41                        | 37.36                      |
| 4  | Lokal (V4)            | 26.34         | 35.20                        | 45.18                      |

Hasil analisis diperoleh rerata kandungan protein tertinggi pada perlakuan V1E2 (51.26 ppm/g), diikuti perlakuan V2E2 (47.32 ppm/g) dan V4E2 (45.18 ppm/g). Rerata kandungan protein terendah pada perlakuan V3E0 (23.38 ppm/g), diikuti perlakuan V4E0 (26.34 ppm/g) dan V2E0 (30.66 ppm/g).

Hasil Analisis Varian perlakuan kacang tanah, elisitor ekstrak tumbuhan dan interaksi perlakuan berpengaruh nyata ( $P < 0.05$ ) terhadap kandungan protein. Hasil Uji BNT antara perlakuan varietas kacang tanah ( $\text{sig} = 0.00$ ) berbeda nyata ( $P < 0.05$ ), dan antara perlakuan elisitor ekstrak tumbuhan ( $\text{sig} = 0.00$ ) berbeda nyata ( $P < 0.05$ ).

Protein dapat berperan sebagai 1) Komponen struktural internal sel yaitu komponen membran sel dan dinding sel, 2) Cadangan makanan terutama dalam biji, 3) Transpor substansi lain, 4) Pertahanan melawan substansi asing dan 5) Pengatur yaitu enzim dan hormon. Sebagai protein fungsional (enzim) mengatur metabolisme secara selektif dengan mempercepat reaksi kimiawi dalam sel.

Protein digolongkan sebagai protein sederhana dan protein konjugasi. Protein sederhana yaitu protein yang hanya mengandung asam amino seperti albumin, globulin, glutelin, prolamin, skleroprotein dan histon. Protein konjugasi yaitu jika dihidrolisis mengandung komponen lain selain asam amino, seperti fosfoprotein, glikoprotein, lipoprotein dan nucleoprotein.

Tumbuhan menyerap nitrogen dalam bentuk  $\text{NO}_3^-$  dan  $\text{NH}_4^+$ . Sumber nitrogen tanah yaitu hasil dekomposisi bahan organik dan pupuk. Tanah mengandung sedikit asam amino hasil dekomposisi dan eksudat akar. Diketahui 90% nitrogen total tanah terdapat dalam bentuk bahan organik. Pengubahan nitrogen organik menjadi  $\text{NH}_4^+$  oleh bakteri dan fungi tanah disebut amonifikasi (Salisbury dan Ross, 1985).

Laju penambatan  $\text{N}_2$  tertinggi setelah pembungaan ketika permintaan nitrogen dalam biji dan buah yang sedang berkembang meningkat, yaitu sekitar 90% penambatan  $\text{N}_2$  terjadi selama periode reproduktif dan 10% pada 2 bulan pertama masa vegetatif. Laju penambatan nitrogen terjadi saat sinar matahari terang, fotosintesis meningkat, konsentrasi  $\text{CO}_2$  tinggi. Saat menjelang tengah hari, laju penambatan nitrogen meningkat, pengangkutan gula dari daun ke bintil akar berlangsung cepat. Menjelang tengah hari saat transpirasi tinggi, aliran transpirasi membantu pengambilan senyawa nitrogen dari akar dan bintil akar (Salisbury dan Ross, 1985).

Kandungan protein tanaman kacang tanah ditentukan oleh keberadaan nitrogen dalam tanah. Nitrogen adalah unsur hara esensial bagi tanaman dan menjadi komponen utama protein, asam nukleat, hormon dan vitamin (Pandey dan Sinha, 1979). Tanaman kacang tanah memiliki bintil akar yang dikolonisasi bakteri *Rhizobium* yang dapat memfiksasi  $\text{N}_2$  menjadi  $\text{NH}_4$ . Selanjutnya dengan proses nitrifikasi terjadi perubahan  $\text{NH}_4$  menjadi  $\text{NO}_2$ , dan perubahan  $\text{NO}_2$  menjadi  $\text{NO}_3$ . Selanjutnya  $\text{NO}_3$  direduksi dan digabung menjadi senyawa organik dalam proses asimilasi nitrat (Devlin dan Witham, 1983, dan Sudarma, 2014).

Hasil analisis protein Tabel 1, menunjukkan bahwa aplikasi elisitor ekstrak tumbuhan *S. rhombifolia* dan *P. mayor* menaikkan kandungan protein pada tanaman kacang tanah. Pada perlakuan tanpa elisitor (E0) kandungan protein tanaman kacang tanah berkisar antara 23.38 – 34.19 ppm/g, dan terjadi peningkatan kandungan protein setelah aplikasi *S. rhombifolia* yaitu berkisar antara 31.41 – 41.22

ppm/g, dan aplikasi *P. mayor* yaitu berkisar antara 37.36 – 51.26 ppm/g.

Meningkatnya kandungan protein tanaman kacang tanah setelah aplikasi elisitor ekstrak *S. rhombifolia* dan *P. mayor*, disebabkan elisitor dapat memicu respon fisiologis, morfologis dan akumulasi fitoaleksin (Namdeo, 2007), sebagai molekul yang mengaktifkan sinyal transduksi dan menyebabkan aktivasi dan ekspresi gen yang terkait dengan biosintesis metabolit sekunder (Zhao *et al.*, 2005 dan Angelova, *et al.*, 2006).

Respon fisiologis tanaman kacang tanah setelah aplikasi elisitor ekstrak *S. rhombifolia* dan *P. mayor*, dapat mempengaruhi berbagai reaksi metabolisme primer dan sekunder yang tentunya berhubungan dengan produksi metabolit primer seperti protein, dan metabolit sekunder seperti flavonoid, tanin dan asam salisilat.

Resistensi tumbuhan terhadap serangga dan patogen dapat berupa sintesis berbagai protein dan enzim, seperti inhibitor defensin, inhibitor amilase, lektin dan inhibitor proteinase, yang dapat menghambat pencernaan dan penyerapan nutrisi pada serangga herbivora (Freeman dan Beattie, 2008). Enzim lainnya yang juga mengganggu serapan nutrisi pada serangga seperti peroksidase, polifenol oksidase, peroksidase askorbat dan peroksidase lainnya (Warab *et al.*, 2012).

## KESIMPULAN

1. Rerata kandungan protein tertinggi pada perlakuan V1E2 (51.26 ppm/g), diikuti perlakuan V2E2 (47.32 ppm/g) dan V4E2 (45.18 ppm/g). Rerata kandungan protein terendah pada perlakuan V3E0 (23.38 ppm/g), diikuti perlakuan V4E0 (26.34 ppm/g) dan V2E0 (30.66 ppm/g).
2. Aplikasi elisitor ekstrak tumbuhan *Sida rhombifolia* dan *Plantago mayor* menaikkan kandungan protein tanaman kacang tanah.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Rektor Universitas Sam Ratulangi Manado, yang telah mendanai penelitian ini melalui Penelitian Unggulan Universitas Tahun 2017.

## DAFTAR PUSTAKA

- Angelova, Z. ; S. Georgiev and W. Roos. 2006. Elicitation of Plants. *Biotechnol. & Biotechnol. Eq.* 20(2) : 72-83.
- Asadi. 2009. Identifikasi Ketahanan Sumber Daya Genetik Kedelai Terhadap Hama Pengisap Polong. *Buletin Plasma Nutfah.* 15(1) : 27-31.
- Badan Pusat Statistik. 2016. Produksi Kacang Tanah Menurut Provinsi (ton), 1993-2015. <https://www.bps.go.id/linkTableDinamis/view/id/874>. Diakses 2 Desember 2016.
- BALITKABI. 2017. Deskripsi Varietas Kacang Tanah. <http://balitkabi.litbang.pertanian.go.id/?p=10511>. Diakses 30 Maret 2017.
- Corina, V.A. ; D.A. Dempsey and D.F. Klessig. 2009. Salicylic Acid, A Multifated Hormone to Combat Disease. *Annu.Rev.Phytopathol* 47 : 177-206.
- Devlin, R. M. and F. H. Witham. 1983. *Plant Physiology*. Willard Grant Press, Boston. 577 pp.
- Djafaruddin. 2008. *Dasar-dasar Pengendalian Penyakit Tanaman*. Bumi Aksara. 271 hal.
- Freeman, B. C. and G. A. Beattie. 2008. An Overview of Plant Defenses Against Pathogens and Herbivores. <http://www.apsnet.org/edcenter/intropp/topics/Pages/OverviewOfPlantDiseases.aspx>. Diakses 29 September 2015.
- Gajera, H.P.; D.D.Savaliya; S.V. Patel and B.A.Golakiya. 2015. *Trichoderma viride* Induces Pathogenesis Related Defence Response Against Root Patogen Infection in Groundnut (*Arachis hypogaea* L.). *Infect. Genet. Evol.* 34 : 314-315.
- Gunaeni, N.; A.W. Wulandari dan A. Hudayya. 2015. Pengaruh Bahan Ekstrak Tanaman Terhadap Pathogenesis Related Protein dan Asam Salisilat dalam Menginduksi Resistensi Tanaman Cabai Merah terhadap Virus Kuning Keriting. *J.Hort.* 25(2):160-170.
- Harborne. 1987. *Metode Fitokimia. Penuntun Cara Modern Menganalisis Tumbuhan*. Terj. K. Padmawinata dan I. Soediro. ITB. Bandung. 354 hal.
- Hersanti. 2007. Analisis Aktifitas Enzim Peroksidase dan Kandungan Asam Salisilat Dalam Tanaman Cabai Merah yang Diinduksi Ketahanannya Terhadap Cucumber Mosaic Virus (CMV) oleh Ekstrak Daun Bunga Pukul Empat (*Mirabilis jalapa*). *J. Perlindungan Tanaman Indonesia* 11(1) : 1314-1320
- Inayati, A. 2016. Ketahanan Terimbas Tanaman Kacang-kacangan Terhadap penyakit. *Iptek Tanaman Pangan* 11(2) : 175-185
- Namdeo, A.G. 2007. Review Article : Plant Cell Elicitation for Production of Secondary Metabolites. *Pharmacognosy Reviews* 1(1) : 69-79.
- Pandey, S.N. and B.K. Sinha. 1979. *Plant Physiology*. Vikas Publ House Ltd. New Delhi. 570p.
- Rampe, H.L.; M. Tulung; J. Pelealu and S.D. Runtunuwu. 2015. The Antibiotic and Antixenotic Resistance of Some Peanut (*Arachis hypogaea* L.) Varieties After the Organic Fertilizer Application. *International Journal of Research in Engineering and Science (IJRES)* 3 (10) : 40-4.
- Rampe, H.L. dan S.D. Umboh. Profil tanin Sebagai resistensi Antibiosis Beberapa Varietas kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.) yang Diinduksi Pupuk Organik (Sementara dilaksanakan, PUU UNSRAT 2017).
- Salisbury, F. B. and C. W. Ross. 1985. *Plant Physiology*. Wadsworth Publishing Company. Belmont. California. 540 pp.
- Schaad, N.W.; J.B. Jones and W. Chun. 2001. *Laboratory Guide for Identification of Plant Pathogenic Bacteria*. APS Press, The American Phytopathological Society, St.Paul Minnesota. 270p.
- Sudarma, I. M. 2014. *Penyakit Tanaman Kacang Tanah (Arachis hypogaea L.)*. Graha Ilmu. Yogyakarta. 268 hal.
- Suganda, T. 2000. Introduction of Resistance of Red Papper Against Fruit Antracnose by The Application of Biotic and Abiotic Inducers. *J. Agrikultura.* 11:72-78

- Tranggono dan Setiaji. 1989. Biokimia Pangan. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gisi. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Van Loon, I.C. and P.A.H.M. Bakker. 2003. Signaling in Rhizobacteria-plant-Interaction, Viewed 17 Maret 2013.
- Walters, D.L. ; J. Ratsep and N.D. Havis. 2013. Controlling Crop Diseases Using Induced Resistance : Challenges fo the future. Journal of Experimental Botany. 18p.
- Warab, A. R.; M. G. Paulrajc, T. Ahmadd, A. A. Buhrood, B. Hussaine, S. Ignacimuthub and C. Sharmaa. 2012. Mechanisms of Plant Defense Against Insect Herbivores. Plant Signaling & Behavior. Vol 7 (10) : 1306-1320.
- Zhao, J. ; L. Davis and R. Verpoorte. 2005. Elicitor Signal Transduction Leading to Production of Plant Secondary Metabolites. Biotechnol. Adv. 23:283-333

## Optimasi Medium melalui Penambahan Sitokinin dan Auksin pada beberapa Spesies Gaharu secara *In Vitro*

Aryani Leksonowati<sup>1\*</sup> dan Witjaksono

<sup>1</sup>Pusat Penelitian Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Cibinong Science Center  
Jl. Raya Bogor-Jakarta Km 46, Cibinong, Bogor  
Telp/Fax: (021) 8765066 / (021) 8765067  
\*E-mail: [ryani\\_like@yahoo.com](mailto:ryani_like@yahoo.com)

### ABSTRAK

Tumbuhan gaharu merupakan penghasil resin wangi (gubal gaharu) yang banyak dimanfaatkan dalam industri parfum maupun obat-obatan. Keberadaannya di alam banyak diburu sehingga populasinya semakin berkurang. Salah satu alternatif untuk mengatasi masalah tersebut melalui perbanyakan secara *in vitro*. Tujuan penelitian ini yaitu mendapatkan medium yang optimum dengan penambahan sitokinin maupun auksin untuk pertumbuhan tunas dan perakaran gaharu secara *in vitro* pada spesies *Aquilaria beccariana*, *Aquilaria filaria*, dan *Aquilaria malaccensis*. Perlakuan sitokinin dicobakan pada ketiga spesies tersebut meliputi BA (0; 0,05; 0,1; 1 dan 5 mg/L); TDZ (0; 0,005; 0,01; 0,05 dan 0,1 mg/L) dan kinetin (0; 0,05; 0,1; 1 dan 5 mg/L) secara tunggal untuk optimasi pertunasan. Untuk optimasi perakaran digunakan auksin tunggal IBA (0; 0,05; 0,1; 0,5 dan 1 mg/L) dan NAA (0; 0,05; 0,1; 0,5 dan 1 mg/L) pada spesies *A. beccariana* dan *A. filaria*. Jenis sitokinin yang diberikan dapat menginduksi terbentuknya tunas pada ketiga spesies gaharu, dengan prosentase tunas > 1 cm terbanyak diperoleh pada *A. beccariana*. Pemberian BA dan kinetin 0,05-0,1 mg/L meningkatkan rata-rata jumlah tunas berukuran > 1 cm menjadi 1,32 tunas pada *A. beccariana*. BA juga meningkatkan rata-rata jumlah tunas < 0,5 cm sebanyak 4-6 tunas, lebih tinggi dibanding TDZ maupun kinetin. Tunas tertinggi sepanjang 5,2 cm diperoleh pada *A. malaccensis* yang diberi kinetin 1 mg/L. Perlakuan 0,05 mg/L NAA dapat menginduksi prosentase akar hingga 40%. Pemberian IBA 0,1-0,5 mg/L menghasilkan jumlah dan panjang akar yang lebih tinggi dibanding NAA yaitu 2,5 dan 3 cm. Planlet gaharu yang diaklimatisasi dapat tumbuh dengan prosentase hidup 69-81%.

**Kata kunci :** *Aquilaria beccariana*, *Aquilaria filaria*, *Aquilaria malaccensis*, kultur gaharu *in vitro*

### ABSTRACT

*Aquilaria* sp. are plants species producing fragrant woody material called "agarwood" commonly used as medicine and perfume. Current problem faced is the decreasing of agarwood plant population in their natural habitat because of illegal hunting. *In vitro* propagation may become an alternative methods to resolve this problem. The aim of this research were to find an optimum medium for shoot buds and roots induction by the addition of cytokinin and auksin *Aquilaria beccariana*, *Aquilaria filaria*, and *Aquilaria malaccensis* *in vitro*. Single treatment of cytokinin that attempted on all three species for shoot buds induction, i.e. BA (0; 0,05; 0,1; 1 dan 5 mg/L); TDZ (0; 0,005; 0,01; 0,05 dan 0,1 mg/L) and kinetin (0; 0,05; 0,1; 1 dan 5 mg/L). For roots regeneration of *A. beccariana* and *A. filaria* species, single treatment of auxin IBA (0; 0,05; 0,1; 0,5 dan 1 mg/L) and NAA (0; 0,05; 0,1; 0,5 dan 1 mg/L) were used. All type of cytokinin given can induce the shoot formation of the three gaharu species, with the percentage of >1 cm shoots most obtained in *A. beccariana*. The addition of 0,05-1 mg/L BA and kinetin increased the mean of > 1 cm shoots number of *A. beccariana* up to 1.32 buds. BA also increased the number of < 0,5 cm shoots as much as 4-6 buds which higher than TDZ or kinetin. The highest *A. malaccensis* shoots of 5.2 cm were obtained by the addition of 1 mg/L kinetin. The 0,05 mg/L NAA treatments induced root percentages up to 40%. The treatment of 0,1-0,5 mg/L IBA resulted 2,5 of roots numbers and 3 cm of roots length, which higher than NAA treatment. All gaharu plantlets that acclimatized grew well with the 69-81% of survival percentage.

**Key words :** *Aquilaria beccariana*, *Aquilaria filaria*, *Aquilaria malaccensis*, agarwood micropropagation

## PENDAHULUAN

Tumbuhan gaharu (genus *Aquilaria* dan *Thymelaeaceae*) merupakan salah satu jenis tumbuhan penghasil gubal gaharu yang tersebar di India, Burma, Malaysia, Filipina dan Indonesia. Gaharu banyak diburu karena adanya resin wangi berupa seskuiterpena dan kromona, yang dapat dimanfaatkan secara luas untuk keperluan industri parfum, kosmetik, dan obat-obatan (Aker *et al.*, 2013; Subasinghe *et al.*, 2012). Resin tersebut dihasilkan tumbuhan sebagai respon dari masuknya patogen ke dalam jaringan yang terluka baik secara alami maupun disengaja (Ng *et al.*, 1997). Sejak tahun 1995, tumbuhan gaharu khususnya *Aquilaria malaccensis* dimasukkan dalam daftar Appendix II CITES (*Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora*) di mana perdagangannya harus diatur melalui kuota agar kepunahan spesies tanaman ini dapat dicegah akibat adanya perburuan liar (Barden *et al.*, 2000).

Salah satu alternatif solusi untuk mengatasi masalah populasi gaharu di alam, yaitu budi daya gaharu secara konvensional dan inokulasi buatan dengan cara mengebor batang tanaman penghasil gaharu untuk memasukkan inokulum patogenik ke dalamnya. Dari infeksi tersebut, akan terbentuk gubal yang mengandung resin wangi dan terakumulasi pada jaringan kayu. Senyawa wangi yang dihasilkan tersebut dapat diperoleh dengan mengekstraksi gubal gaharu secara langsung (Azah *et al.* 2008). Tetapi cara ini memerlukan budi daya tanaman dalam skala besar dan waktu yang lama serta konsistensi keberhasilan yang rendah. Cara lain yang diupayakan menjadi penghasil resin gaharu melalui metode kultur jaringan di mana lebih efisien karena dapat menghemat luasan lahan tanam dan lebih cepat.

Beberapa penelitian mengenai perbanyak spesies pada gaharu secara *in vitro* telah dilakukan. Induksi jumlah tunas optimum pada *Aquilaria agallocha* Roxb. didapat dari meristem buku dari tanaman muda yang dikulturkan pada medium MS yang diperkaya

dengan 4 mg/L BAP dan 0,5 mg/L NAA. Regenerasi akar diperoleh pada perendaman dengan larutan 40 mg/L IBA cair, kemudian disubkultur pada medium 1/2MS dan 2 mg/L IBA (Debnath *et al.* 2013). Pada *Aquilaria hirta*, pemberian 0,1 mg/L BAP paling efektif untuk multiplikasi tunas dengan produksi sebanyak 6,1 tunas per kultur (Hassan *et al.*, 2011). Pada *Aquilaria agallocha*, regenerasi tunas melalui organogenesis dari kecambah biji diperoleh pada medium MS ditambah 1,3 µmol/L BA selama 7 minggu pertama, kemudian elongasi tunas pada 7 minggu berikutnya di medium MS dan 1,3 µmol/L BA + 0,5 µmol/L NAA menghasilkan rata-rata 2 cm. Sebanyak 96,7% planlet dapat berakar pada medium 1/2MS setelah sebelumnya direndam dalam larutan 5 µmol/L NAA selama 48 jam (Meng-Ling *et al.*, 2005).

Tujuan penelitian ini yaitu mendapatkan formulasi medium yang optimum melalui penambahan sitokinin maupun auksin untuk pertumbuhan tunas dan perakaran gaharu secara *in vitro* pada spesies *A. beccariana*, *A. filaria* dan *A. malaccensis*.

## BAHAN DAN METODE

Sumber eksplan yang digunakan dalam percobaan ini adalah tunas gaharu *A. malaccensis*, *A. beccariana* dan *A. filaria* yang dipelihara secara *in vitro* koleksi Laboratorium Biak Sel dan Jaringan, Pusat Penelitian Biologi-LIPI berumur 3 bulan pada subkultur terakhir.

Penelitian dibagi menjadi dua percobaan yaitu pengaruh sitokinin dan auksin terhadap tunas gaharu. Medium dasar yang dipakai adalah formulasi MS (Murashige & Skoog, 1962) yang terdiri dari (mg/L):  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  1650,  $\text{KNO}_3$  1900,  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  440,  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  370,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  170, hara mikro, vitamin (Glycine 4, Pyridoxine 1, Thiamin 0,2, Nicotinic acid 0,5), sukrosa 30.000, dan sitokinin atau auksin sesuai perlakuan. Medium tumbuh diatur pHnya antara 5,7–5,8 dengan menambahkan larutan penyangga 0,1 N HCl atau KOH, lalu ditambah agar 7 g/L sebagai bahan pematat. Medium diautoklaf pada suhu 121 °C dan tekanan 15 Psi selama 20 menit,

kemudian disimpan dalam lemari pada ruangan bersuhu 25 °C minimal sehari sebelum dipergunakan.

### **Pengaruh Jenis Sitokinin terhadap Pertumbuhan Tunas Gaharu *In Vitro*.**

Potongan ruas gaharu *A. malaccensis*, *A. beccariana* dan *A. filaria* berukuran panjang sekitar 1 cm dengan 2-3 buku digunakan sebagai inokulum untuk percobaan. Inokulum tersebut ditanam di medium perlakuan dengan posisi tegak. Masing-masing perlakuan terdiri dari 6-10 botol ulangan dan masing-masing botol diisi 5 inokulum. Perlakuan sitokinin yang dicobakan meliputi *benzyl adenine* (BA) tunggal (0; 0,05; 0,1; 1 dan 5 mg/L); *thidiazuron* (TDZ) tunggal (0; 0,005; 0,01; 0,05 dan 0,1 mg/L) dan *kinetin* tunggal (0; 0,05; 0,1; 1 dan 5 mg/L). Pengamatan pertumbuhan biak dilakukan pada akhir minggu keenam terhadap persentase tunas, jumlah dan panjang tunas. Tunas dikategorikan menjadi 3 ukuran yaitu panjang tunas > 1 cm; 0,5-1 cm dan < 0,5 cm. Data ditampilkan dalam bentuk rata-rata dan standar error (SE). Biak dipelihara di dalam ruang pemeliharaan pada suhu 25 °C, dengan lama pencahayaan selama 16 jam per hari.

### **Pengaruh Jenis Auksin terhadap Perakaran Tunas Gaharu *In Vitro*.**

Potongan ruas gaharu *A. beccariana* dan *A. filaria* berukuran panjang sekitar 1 cm terdiri dari 2-3 buku digunakan sebagai inokulum untuk percobaan. Inokulum tersebut ditanam di medium perlakuan dengan posisi tegak. Masing-masing perlakuan terdiri dari 6-10 botol ulangan dan masing-masing botol diisi 5 inokulum. Perlakuan auksin yang dicobakan meliputi *indole-3-butyric acid* (IBA) tunggal (0; 0,05; 0,1; 0,5 dan 1 mg/L) dan *1-naphthaleneacetic acid* (NAA) tunggal (0; 0,05; 0,1; 0,5 dan 1 mg/L). Pengamatan pertumbuhan biak dilakukan pada akhir minggu keenam terhadap persentase, jumlah dan panjang akar. Data ditampilkan dalam bentuk rata-rata dan standar error (SE). Biak dipelihara di dalam ruang pemeliharaan pada

suhu 25 °C, dengan lama pencahayaan selama 16 jam per hari.

### **Aklimatisasi Planlet Gaharu**

Bahan tanaman yang digunakan untuk aklimatisasi adalah planlet gaharu *A. malaccensis* dan *A. beccariana* berumur 3-4 bulan. Planlet yang sudah cukup besar dan berakar banyak dibersihkan dari sisa-sisa agar dengan menambahkan air ke dalam botol kultur. Selanjutnya direndam dalam larutan fungisida 1 g/L dan bakterisida 1 g/L, masing-masing selama 3 menit. Setelah itu planlet ditanam dalam bak segiempat plastik yang telah diisi dengan medium aklimatisasi yang telah disterilkan. Komposisi medium terdiri dari sekam : pasir : tanah : cocopeat = 2 : 2 : 1 : 1. Selanjutnya planlet tersebut disiram dengan 2 g/l larutan Growmore (20-20-20), lalu ditutup dengan plastik transparan dan diikat dengan tali karet. Tanaman disiram dengan disemprot air setiap 2 hari dan dipelihara selama 8-12 minggu sampai muncul tunas-tunas baru dan tanaman menjadi kuat. Selama di bak aklimatisasi diamati parameter persentase hidup serta penambahan tinggi tanaman.

## **HASIL**

### **Pengaruh Jenis Sitokinin terhadap Pertumbuhan Tunas Gaharu *In Vitro***

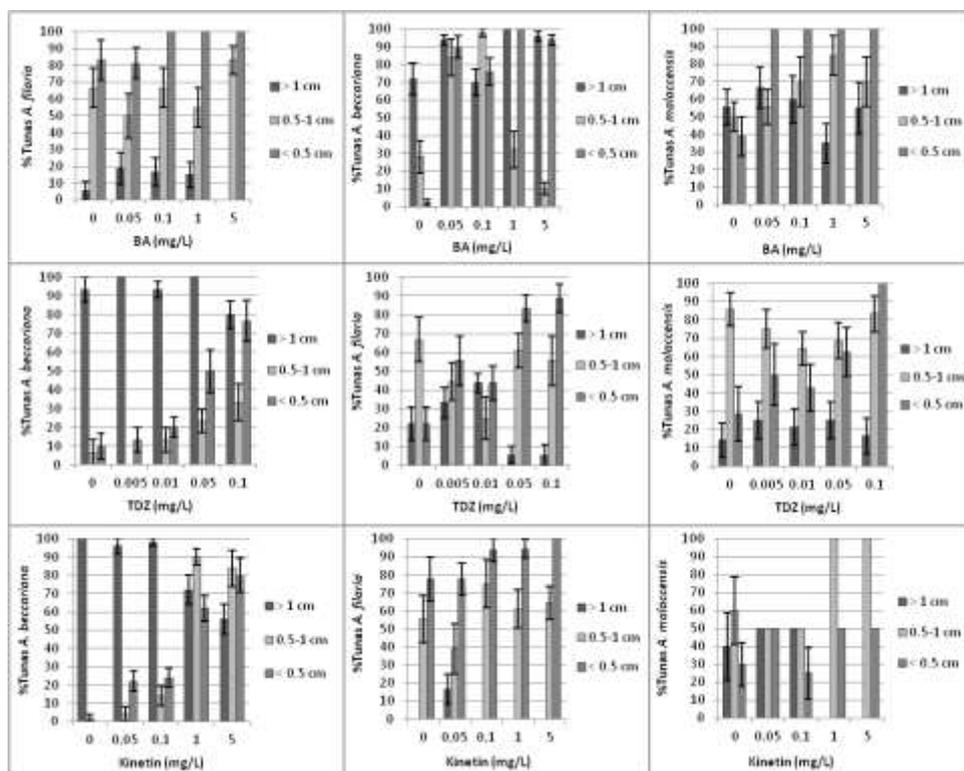
Pengaruh jenis sitokinin terhadap pertumbuhan ketiga spesies gaharu dicobakan dengan menggunakan zat pengatur tumbuh (ZPT) BA, TDZ dan Kinetin. Untuk lebih memudahkan pengamatan, tunas dikategorikan menjadi 3 macam ukuran yaitu >1 cm; 0,5-1 cm dan <0,5 cm. Ketiga jenis sitokinin tersebut hampir semuanya memicu pertunasan dengan warna daun hijau, meskipun begitu pengaruhnya berbeda-beda terhadap persentase tunas dari ketiga spesies gaharu (Gambar 1). Jika dibandingkan dari ketiga spesies tersebut, *A. beccariana* memiliki persentase tunas yang lebih tinggi dibanding dua spesies lainnya terutama untuk tunas berukuran >1 cm. Pemberian 0,05-0,1 mg/L BA pada *A. beccariana* meningkatkan

persentase tunas hingga >70%. Pada *A. filaria*, pemberian 0,1-5 mg/L BA meningkatkan persentase tunas berukuran <0,5 cm hingga 100%, sedangkan pada *A. malaccensis* diperoleh dengan pemberian 0,05-5 mg/L BA.

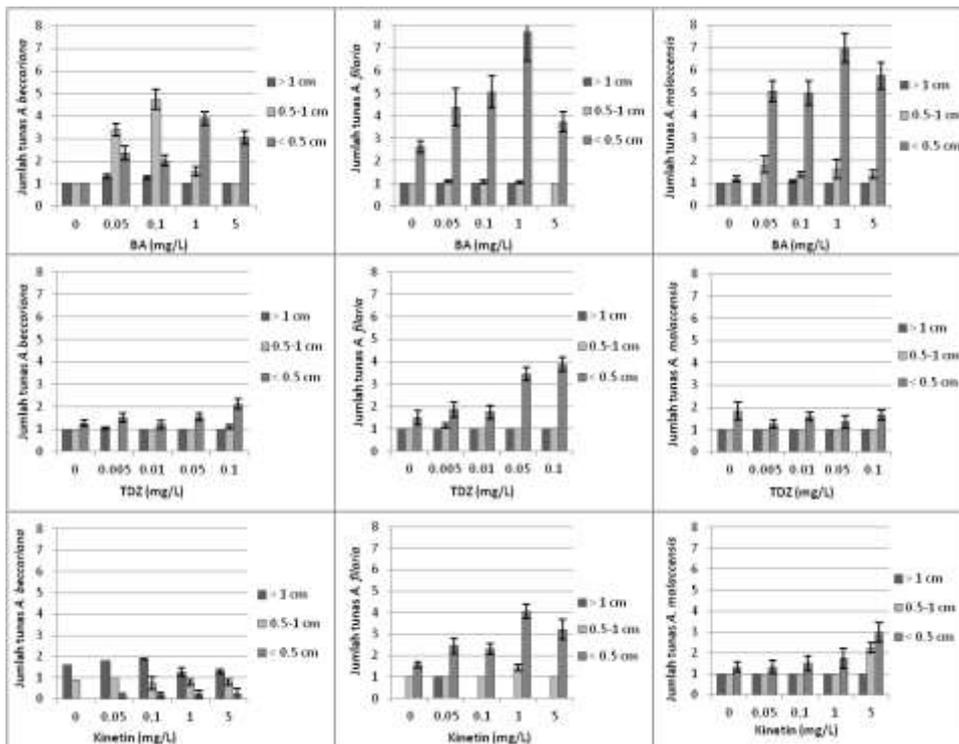
Perlakuan 0,005-0,05 mg/L TDZ menghasilkan persentase tunas *A. beccariana* berukuran >1 cm yang hasilnya tidak terlalu berbeda dengan kontrol yaitu masih di atas 80%. Sementara itu, pada perlakuan 0,005-0,05 mg/L TDZ meningkatkan persentase tunas *A. beccariana* berukuran 0,5-1 cm dan <0,5 cm hingga hampir 40% dan 80%. Pada tunas *A. filaria*, persentase tunas >1 cm menjadi sangat sedikit (<10%) pada pemberian 0,05-0,1 mg/L TDZ, sedangkan persentase tunas <0,5 cm meningkat hingga lebih dari 80%. Pemberian TDZ 0,05 dan 0,1 mg/L pada *A. malaccensis* berpengaruh dalam meningkatkan persentase tunas berukuran 0,5-1 cm hingga 100%, namun mengalami penurunan pada konsentrasi TDZ yang lebih tinggi. Pada *A. beccariana*, pemberian 1 mg/L kinetin meningkatkan

persentase tunas 0,5-1 cm dan <0,5 cm hingga 90% dan 80%. Pemberian 0,1-5 mg/L kinetin meningkatkan persentase tunas *A. filaria* berukuran <0,5 cm hingga 100%. Sementara itu, konsentrasi kinetin sebesar 1-5 mg/L hanya mempengaruhi persentase tunas *A. malaccensis* berukuran 0,5-1 cm hingga 100%.

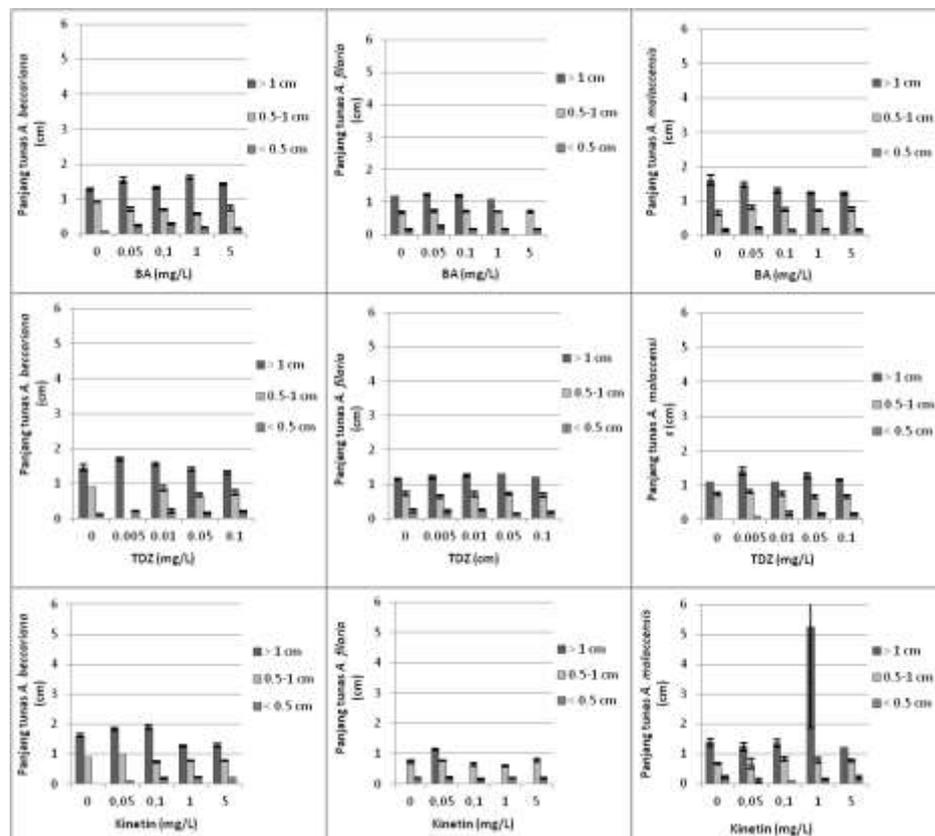
Tunas-tunas gaharu yang terbentuk dari ketiga jenis perlakuan sitokinin, masing-masing diukur panjangnya sesuai kategori ukuran tunas. Dari Gambar 3 dapat dilihat bahwa rata-rata tunas berukuran paling besar (>1 cm) umumnya memiliki panjang 1-2 cm, kecuali pada tunas *A. malaccensis* yang diberi 1 mg/L kinetin ada yang mencapai tinggi 5 cm. Namun, pada tunas *A. beccariana* umumnya memiliki rata-rata tunas >1 cm sekitar 1,2-1,8 cm, sedikit lebih tinggi dibanding kedua jenis gaharu lain pada perlakuan sitokinin yang sama. Rata-rata panjang tunas berukuran sedang umumnya hampir merata pada ketiga jenis gaharu yaitu sekitar 0,6-1 cm, sedangkan tunas berukuran terkecil 0,1-0,3 cm.



Gambar 1. Pengaruh sitokinin BA, TDZ dan kinetin terhadap persentase tunas yang terbentuk pada *A. beccariana*, *A. filaria* dan *A. malaccensis*. Kategori ukuran tunas : > 1 cm; 0,5-1 cm dan < 0,5 cm.



Gambar 2. Pengaruh sitokinin BA, TDZ dan kinetin terhadap jumlah tunas yang terbentuk pada *A. beccariana*, *A. filaria* dan *A. malaccensis*. Kategori panjang tunas : > 1 cm; 0,5-1 cm dan < 0,5 cm.



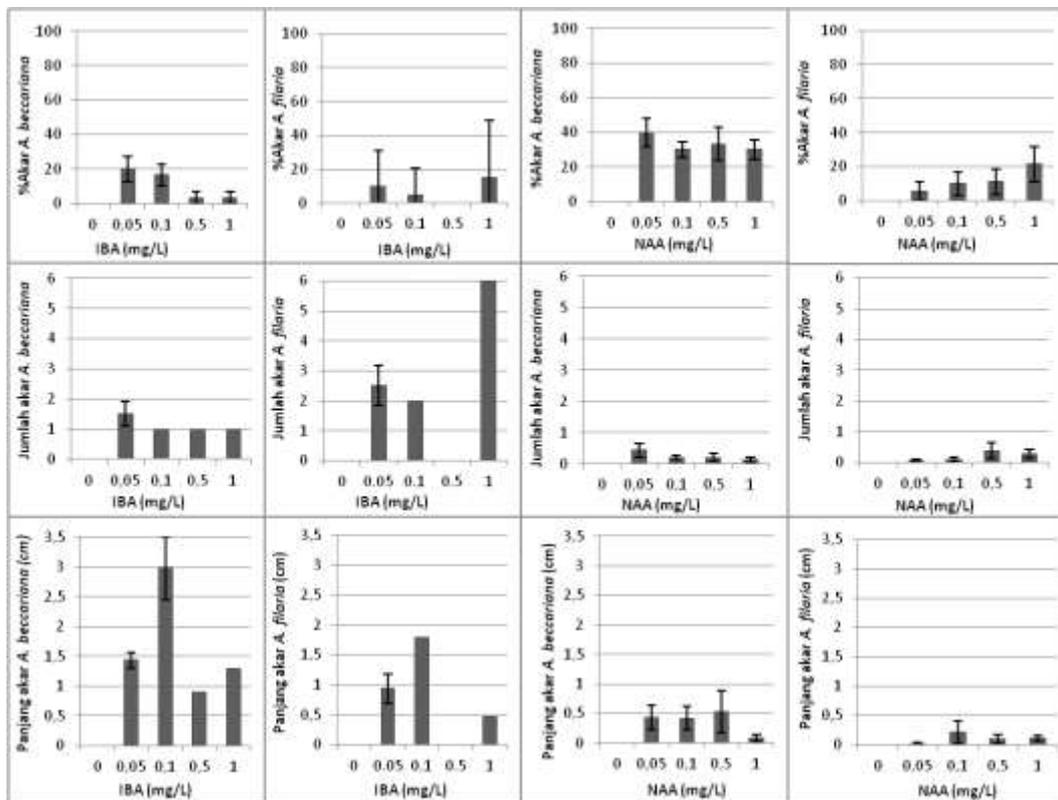
Gambar 3. Pengaruh sitokinin BA, TDZ dan kinetin terhadap panjang tunas yang terbentuk pada *A. beccariana*, *A. filaria* dan *A. malaccensis*. Kategori panjang tunas : > 1 cm; 0,5-1 cm dan < 0,5 cm.

**Pengaruh jenis auksin terhadap perakaran tunas gaharu *in vitro*.**

Pada percobaan induksi perakaran ini, hanya dua jenis gaharu yang dicobakan yaitu *A. beccariana* dan *A. filaria*, hal ini karena keterbatasan bahan tanaman, sedangkan jenis auksin yang digunakan sebagai perlakuan yaitu IBA dan NAA. Tidak semua tunas gaharu yang diberi perlakuan IBA maupun NAA dapat berakar, sehingga persentase akar yang diperoleh pada kedua jenis gaharu tersebut sangat rendah (Gambar 4). Perlakuan NAA pada tunas *A. beccariana* menginduksi tunas berakar sedikit lebih banyak (20-40%) dibanding NAA pada *A. filaria* maupun IBA pada kedua jenis gaharu. Namun dari keseluruhan tunas yang berakar, IBA memiliki pengaruh yang lebih tinggi dalam pembentukan akar dengan rata-rata 1- hingga 6, dibanding NAA pada kedua jenis gaharu. Begitu pula dengan rata-rata panjang akar, pengaruh IBA masih lebih baik dalam merangsang pemanjangan akar sekitar 0,5-3 cm, lebih panjang dibanding perlakuan NAA yang panjang akarnya hanya mencapai 0,5 cm.

**Aklimatisasi Planlet Gaharu**

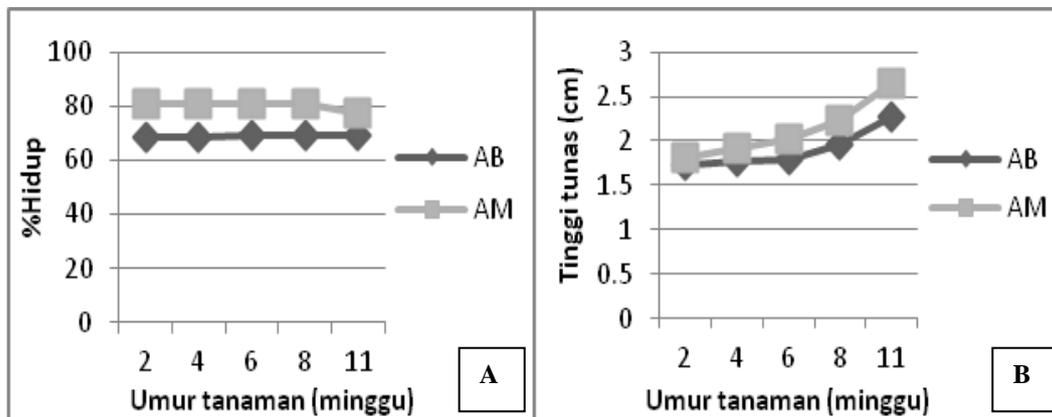
Planlet gaharu yang siap diaklimatisasi berumur sekitar 3-4 bulan setelah subkultur terakhir dan umumnya masih belum berakar (Gambar 5A). Spesies gaharu yang digunakan untuk aklimatisasi yaitu *A. beccariana* dan *A. malaccensis*. Planlet ditanam di bak aklimatisasi selama 11 minggu untuk proses penyesuaian sebelum dipindahkan ke pembibitan di polibag (Gambar 5B). Selama masa itu pula, perakaran gaharu mulai terbentuk sehingga tanaman menjadi lebih kuat dan segar (Gambar 5C). Dari segi persentase hidup, *A. malaccensis* mencapai persentase 80%, lebih baik dibanding *A. beccariana* yang hanya mencapai 69%. Meskipun begitu, pada *A. malaccensis* mengalami sedikit penurunan survival pada minggu terakhir (Gambar 6A). Kedua spesies gaharu tersebut mengalami peningkatan pertumbuhan tanaman setiap minggunya, namun spesies *A. malaccensis* lebih tinggi dibanding *A. beccariana*. Dari Gambar 6B, terlihat bahwa tinggi tanaman *A. malaccensis* pada minggu terakhir mencapai 2,5 cm, lebih tinggi dibanding *A. beccariana*.



Gambar 4. Pengaruh auksin IBA dan NAA terhadap perakaran yang terbentuk pada tunas *A. beccariana* dan *A. filaria*.



Gambar 5. Foto gaharu *A. beccariana*. (A) Planlet berumur 3 bulan dan siap diaklimatisasi, (B) Gaharu di bak aklimatisasi, dan (C) Gaharu berumur 11 minggu di bak aklimatisasi yang sudah berakar.



Gambar 6. Pertumbuhan gaharu *A. beccariana* (AB) dan *A. malaccensis* (AM) di bak aklimatisasi. (A) prosentase hidup dan (B) tinggi tunas (cm).

## PEMBAHASAN

Pertumbuhan tunas pada gaharu baik *A. beccariana*, *A. filaria* dan *A. malaccensis* dapat ditingkatkan melalui penambahan berbagai macam jenis sitokinin. Seluruh spesies gaharu dapat membentuk tunas baik di medium tanpa sitokinin maupun dengan sitokinin dengan ukuran tunas dari yang pendek, sedang hingga agak panjang. Namun penambahan sitokinin pada konsentrasi tertentu berpengaruh terhadap peningkatan persentase hidup dan jumlah tunas gaharu secara umum. Berdasarkan Gambar 1 dan 2, dapat terlihat bahwa penambahan sitokinin berpengaruh khususnya pada tunas dengan kategori kecil maupun sedang, sementara itu tunas-tunas yang berukuran > 1 cm belum banyak mengalami pertambahan tinggi dikarenakan planlet yang masih berumur 6 minggu. Tunas berukuran agak panjang yang

dihitung dalam parameter persentase dan jumlah tunas sebenarnya berasal dari inokulum awal pada saat subkultur. Dari ketiga jenis sitokinin yang diberikan, nampaknya BA lebih efektif memicu proliferasi tunas dibanding yang lain. Perlakuan BA dari konsentrasi 0,5-1 mg/L dapat memicu pertambahan jumlah tunas berukuran ≤ 1 cm pada ketiga spesies gaharu sebanyak 4-7 tunas per inokulum dengan persentase pembentukan tunas yang tinggi pula, sedangkan konsentrasi BA lebih dari 1 mg/L justru akan menurunkan jumlah tunas. Pada perlakuan TDZ dan kinetin, jumlah tunas-tunas berukuran kecil yang dihasilkan masih kurang dari 4 tunas per inokulum.

Jika dibandingkan antar ketiga spesies gaharu, hanya *A. beccariana* yang memiliki tunas berukuran > 1 cm yang jumlahnya di atas 1 tunas per inokulum. Selain itu, tunas berukuran 0,5-1 cm pada spesies ini juga mencapai rata-rata lebih

dari 4 tunas per eksplan pada perlakuan 0,1 mg/L BA. Pada perlakuan kinetin, tunas-tunas berukuran > 1 cm juga muncul dari konsentrasi 0 mg/L (kontrol), 0,05 dan 0,1 mg/L. Ini artinya dalam waktu pengamatan yang sama selama 6 minggu tersebut, *A. beccariana* memang tumbuh lebih cepat dibanding dua spesies lainnya. Pada parameter panjang tunas gaharu, umumnya panjangnya hampir merata pada ketiga spesies untuk semua perlakuan, kecuali perlakuan 1 mg/L kinetin mencapai 5 cm. Tetapi, nilai standar errornya besar sehingga kemungkinan data yang didapat sangat bervariasi akibat terdapat satu ulangan yang memiliki tinggi tunas yang sangat berbeda dengan ulangan lainnya (data pencilan).

Jenis dan konsentrasi sitokinin yang diberikan sangat berpengaruh terhadap respon pertumbuhan tanaman dan efeknya dapat berbeda-beda pada tiap spesies. Sitokinin BA ini biasa dipakai untuk menginduksi pembentukan tunas samping dan mengurangi dominasi apikal (George, 1993). Umumnya BA merupakan sitokinin yang efektif untuk memicu pertunasan pada banyak spesies gaharu. Penggunaan 0,5 ppm BA dan 0,25 ppm TDZ optimum dalam menghasilkan jumlah tunas, panjang tunas dan jumlah daun planlet gaharu dari tunas aksilar (bibit) maupun yang berasal dari tunas adventif (Azwin, 2016). Pada penelitian lainnya, Saikia & Shrivastava (2016) melaporkan bahwa persentase organogenesis tunas dari eksplan daun sebesar 53,33% didapat pada medium MS ditambah kombinasi sitokinin yang tinggi dan auksin rendah (2 mg/L BAP dan 0.1 mg/L NAA), lebih tinggi dibanding perlakuan lainnya. Sementara itu, Fauzan *et al* (2015) melaporkan bahwa perlakuan kombinasi 0,1 mg/L IBA dan 0,05 mg/L BAP efektif dalam meningkatkan tinggi dan jumlah ruas *A. beccariana* rata-rata sebesar 1,64 cm dan jumlah ruas rata-rata sebesar 6,40 ruas, sedangkan perlakuan 0,03 mg/L BAP memberikan respon peningkatan jumlah tunas sebanyak 1,91 tunas. Pada gaharu yang berbeda genus seperti *Aquilaria agallocha* Roxb. (genus *Thymelaeaceae*), jumlah tunasnya meningkat menjadi 18 kali lipat pada saat dikulturkan di medium MS dan 0.2 mg/L BAP (Debnath, 2013).

*Bioteknologi*

Pada parameter pengaruh auksin terhadap perakaran, dapat dilihat bahwa gaharu merupakan tanaman yang sulit berakar jika tidak diberi auksin eksogen pada mediumnya. Data pada Gambar 4 menunjukkan bahwa auksin 0,05 mg/L NAA pada *A. beccariana* dapat memicu persentase perakaran hingga 40%, lebih tinggi dibanding pada *A. malaccensis*. Jika dibandingkan antara kedua sitokinin yang digunakan, NAA lebih kuat pengaruhnya dalam memicu persentase akar gaharu, namun dari segi jumlah akar dan panjang akar ternyata masih lebih rendah dibandingkan IBA. NAA dan IBA merupakan jenis auksin yang biasa digunakan untuk menginduksi perakaran gaharu, namun responnya juga tergantung konsentrasi dan spesies gaharu. Induksi persentase perakaran yang lebih tinggi (86,66%) pada eksplan daun muda *A. malaccensis* didapat pada medium ½ MS ditambah carbon aktif dan 1 mg/L NAA (Saikia & Shrivastava, 2016). Pada *A. agallocha* Roxb., regenerasi akar diperoleh dengan membasahi tunas pada medium liquid ½ MS ditambah 40 mg/L IBA selama 48 jam, kemudian disubkultur pada medium ½ MS ditambah 2 mg/L IBA selama seminggu, dan terakhir ditransfer pada medium tanpa auksin ditambah 0,2% arang aktif (Debnath, 2013). Hasil ini serupa dengan penelitian Meng-Ling *et al* (2005) pada *A. Agallocha*, dimana planlet dapat berakar sebanyak 96.7% pada medium ½ MS setelah sebelumnya direndam 5 µmol/L NAA selama 48 jam.

Setelah optimasi pertumbuhan tunas gaharu secara *in vitro*, tanaman harus bisa beradaptasi dengan lingkungan luar di pembibitan dan lapang. Dari dua spesies gaharu yang sudah diaklimatisasi yaitu *A. beccariana* dan *A. malaccensis*, semuanya menunjukkan bahwa gaharu dapat tumbuh dengan baik di pembibitan meskipun persentase hidupnya tidak mencapai 100%. Planlet yang diaklimatisasi harus berada dalam kondisi yang sehat dan kuat meskipun belum berakar, hal ini sangat menentukan keberhasilan aklimatisasi. Gaharu di bak aklimatisasi yang telah berumur 8-12 minggu

biasa sudah berakar dan siap untuk dipindah ke kondisi lapang di polibag.

## KESIMPULAN

Sitokinin BA, TDZ dan kinetin serta auksin IBA dan NAA yang ditambahkan pada medium memiliki efek yg berbeda-beda terhadap tingkat pertumbuhan dan perakaran tunas pada spesies gaharu *A. beccariana*, *A. filaria* dan *A. malaccensis*. Jenis sitokinin yang diberikan dapat menginduksi terbentuknya tunas pada ketiga spesies gaharu, dengan prosentase tunas >1 cm terbanyak diperoleh pada *A. beccariana*. Perlakuan IBA dan NAA hampir semuanya menginduksi prosentase akar hingga 40%. Planlet gaharu berhasil diaklimatisasi dengan prosentase hidup 69-81%.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Kami menyampaikan ucapan terimakasih kepada teman-teman (khususnya Wacih Tresnasih dan Ibu Katarina Utami) di Laboratorium Biak Sel dan Jaringan Tumbuhan, Bidang Botani, Puslit Biologi-LIPI yang telah banyak membantu terlaksananya penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akter, S., M.T. Islam, M. Zulkefeli and S.I. Khan. 2013. Agarwood Production-A Multidisciplinary Field to Be Explored in Bangladesh. *Journal of Pharmaceutical and Life Sciences* 1 (4): 1-11.
- Azah, M.A.N., Y.S. Chang, J. Mailina, A. Abu Said, A. Husni, N. Hasnida and N. Yasmin. 2008. Comparison of Chemical Profiles of Selected Gaharu Oils from Peninsular Malaysia. *The Malaysian Journal of Analytical Sciences* 2 (12): 338-340.
- Azwin. 2016. Penggunaan BAP dan TDZ untuk Perbanyak Tanaman Gaharu (*Aquilaria malaccensis* Lamk.). *Jurnal Ilmiah Pertanian* 13 (1): 59-69.
- Barden A, N.A. Anak, T. Mulliken and M. Song. 2000. Heart of The Matter: Agarwood Use and Trade, and CITES Implementation for *Aquilaria malaccensis*.]. TRAFFIC International. [www.trafficj.org/publication/00\\_heart\\_the\\_matter\\_agarwood.pdf](http://www.trafficj.org/publication/00_heart_the_matter_agarwood.pdf).
- Debnath, B., S. Sinha, and R. K. Sinha. 2013. *In Vitro* Multiplication of Shoot Buds of *Aquilaria Agallocha* Roxb. (*Thymelaeaceae*). *Journal of Biotechnology* 2 (2): 7-10.
- Fauzan, Y.S.A., E. Sandra, dan D. Mulyono. 2015. Kajian Elongasi pada Tanaman *In Vitro* Gaharu (*Aquilaria beccariana* van Tiegh). *Jurnal Bioteknologi & Biosains Indonesia* 2 (2): 65-72.
- George, E.F. 1993. Plant Propagation by Tissue Culture Part 1 In Practice. 2nd edition. England: Exegetic Limited.
- Hassan, N.H., N.A.A Mohd Ali, F. Zainudin, and H. Ismail. 2011. Effect of 6-benzylaminopurine (BAP) in different basal media on shoot multiplication of *Aquilaria hirta* and detection of essential oils in the *in vitro* shoots. *African Journal of Biotechnology* 10 (51): 10500-10503.
- Meng-ling, H.E., Q. Shu-Yuan, and H. Lan-juan. 2005. Rapid *in vitro* propagation of medicinally important *Aquilaria agallocha*. *Journal of Zhejiang University Science* 6B(8): 849-852.
- Murashige, T, and F. Skoog. 1962. A Revised Medium for Rapid Growth and Bioassays with Tobacco Tissue Culture. *Plant Physiology* 15: 473-497.
- Ng, L.T., Y.S. Chang, and A.A. Kadir. 1997. A Review on Agar (Gaharu) Producing *Aquilaria* Species. *Journal of Tropical Forest Products* 2 (2): 272-285.
- Saikia, M., and K. Shrivastava. 2015. Direct shoot organogenesis from leaf explants of *Aquilaria malaccensis* Lam. *Indian Journal of Research in Pharmacy and Biotechnology* 3 (2): 164-170.
- Subasinghe, S.M.C.U.P., D.S. Hettiarachchi, and E. Rathnamalala. 2012. Agarwood-Type Resin from *Gyrinops walla* Gaertn: A New Discovery. *Journal of Tropical Forestry and Environment* 2 (2): 43-48.

## Uji Antioksidan Taurine Dan Ekstrak Jamur Tiram Terhadap Efek Oksidan Paraquat Pada Jaringan Paru Mencit Jantan (*Mus musculus*)

Endang L. Widiastuti<sup>1</sup>, Bayu P.D. Jaya<sup>2</sup>, Endang Nurcahyani<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Biologi–FMIPA Universitas Lampung; <sup>2</sup>Lab. Fisiologi–FK Universitas Lampung  
Jl. Sumantribrojonegoro No. 1 Bandar Lampung, LAMPUNG 35145 – INDONESIA  
[elwidi@yahoo.com/](mailto:elwidi@yahoo.com) endang.linirin@fmipa.unila.ac.id

### ABSTRAK

Herbisida cukup memegang peran di bidang pertanian, namun demikian penggunaannya memberikan dampak samping sehubungan dengan peningkatan kerusakan oksidatif melalui pembentukan molekul reaktif-oksidatif (*reactive oxidative species* atau ROS). ROS ini mampu diperkecil jumlahnya dengan pemberian oksidan. **Tujuan** dari penelitian ini adalah untuk mengeksplorasi peran senyawa organik taurine serta ekstrak jamur tiram terhadap efek oksidan paraquat pada jaringan paru mencit jantan, *Mus musculus* galur DDY. **Metode** penelitian menggunakan rancangan acak lengkap dengan 5 perlakuan, yaitu control (K), pemberian paraquat (P1), pemberian ekstrak jamur tiram (P2), pemberian paraquat dan taurine (P3), serta pemberian paraquat dan ekstrak jamur tiram (P4), dengan masing-masing ulangan adalah 6. Parameter yang diukur adalah konsentrasi malonaldehyde (MDA), glutation, superoxidedismutase (SDO), serta histopatologis jaringan paru. Analisis data dilakukan dengan ANOVA dan uji lanjut BNT, serta uji *Man Whitley* pada  $\alpha$  5%. **Hasil penelitian** ini didapat bahwa pemberian taurine serta pemberian jamur tiram mampu untuk menurunkan efek oksidasi dari paraquat. Konsentrasi MDA menurun 16-74%, demikian juga konsentrasi SDO menurun 17-20%, sedangkan glutation meningkat >200%. Untuk efek pemulihan oksidan baik pemberian jamur tiram serta taurine mampu memperbaiki kerusakan jaringan dari skor 5,33 menjadi 3,50. **Kesimpulan** dari penelitian ini adalah baik senyawa taurine maupun ekstrak jamur tiram mampu menurunkan efek oksidan paraquat dengan menurunkan konsentrasi MDA dan SOD dan menaikkan konsentrasi glutation, serta mampu memperbaiki jaringan paru sebesar 34-37%.

**Kata kunci:** taurine, oyster mushroom, MDA, SOD, glutathione levels

### ABSTRACT

*Paraquat is one of chemical substances used in agriculture as herbicide. However, it is able to increase the oxidative damage by increase in the reactive molecules (reactive oxidative species or ROS). Yet the effect of ROS is expected to be decreased by supplementing such oxidant molecules. The aims of the study was to explore such antioxidant ability of organic taurine and oyster mushroom extract on oxidant effect of paraquat in lung tissues of DDY male mice (*Mus musculus*). Completely randomized design with 5 treatment groups was assigned for this study, they were a control (C), paraquat group (P1), oyster mushroom extract group (P2), paraquat and taurine group (P3) and paraquat and oyster mushrooms extract group (P4). Parameters measured were MDA, glutathione, SOD enzyme levels and histopathological changes in lung tissues. Data was analyzed using one-way ANOVA and followed by LSD and Man Whitley test (for histopathological study) at 5% level of significant. The results indicated that paraquat decreased in lung MDA levels significantly for 15-25%, as well as those in SDO level for 17-20%, but the level of glutathione increased >200%. The recovery level of lung tissues due to paraquat effect in both groups given taurine and oyster mushroom extract enhanced from score level of 5.33 to 3.50. In conclusion, both of organic taurine and oyster mushroom extract were able to decrease the concentration of MDA and SOD and increased the glutathione concentration in lung tissues, as well as to improve the lung tissues damage for about 34-37%.*

**Key words:** taurine, oyster mushroom, MDA, SOD, glutathione levels

## PENDAHULUAN

Paraquat adalah senyawa yang umum digunakan sebagai bahan herbisida di bidang pertanian. Namun demikian, paraquat mampu meningkatkan molekul-molekul reaktif yang disebut dengan ROS (*reactive oxidative species*), yaitu molekul-molekul oksidan yang mampu merusak jaringan. Dalam jumlah yang banyak di dalam tubuh, paraquat (1,1'-dimethyl-4,4'-bipyridinium dichloride) dapat menimbulkan kematian, demikian juga jika dalam jumlah yang sedikit namun terakumulasi dalam tubuh dalam kurun waktu tertentu akan mengakibatkan rusaknya berbagai jaringan terutama dari organ paru, hati, otak, dan ginjal (Awadalla, 2010; Ortiz *et al.*, 2016). Kerusakan jaringan tersebut diakibatkan aktivitas proliferasi molekul-molekul ROS tersebut serta oksidasi dari NADPH, yaitu molekul yang diperlukan dalam reaksi redoks di metabolisme (Oliviera *et al.*, 2008; Franco *et al.*, 2009).

Banyak penelitian yang sedang berlangsung sekarang ini berusaha untuk mencari antioksidan yang dapat mencegah kerusakan akibat akumulasi senyawa oksidan yang di antaranya adalah paraquat. Walau diketahui berbagai molekul seperti berbagai vitamin, seperti vitamin C dan E serta N-acetylcysteine dan melatonin telah diketahui mampu mencegah kerusakan yang diakibatkan oleh paraquat (Mood *et al.*, 2011; Moon and Chun, 2010; Awadalla, 2010; Hong *et al.*, 2003). Namun demikian eksplorasi terhadap berbagai bahan organik yang mampu menjadi antioksidan dari senyawa yang menyebabkan pelepasan ROS ini perlu dilakukan. Salah satunya adalah asam amino bebas taurine. Taurine adalah asam amino bebas yang mengandung grup sulfur serta memiliki berbagai fungsi di dalam tubuh, di antaranya sebagai senyawa organik yang berperan dalam menjaga stabilitas membrane, osmoregulasi, neuromodulasi dan detoksifikasi (Shim *et al.*, 2009; Ripps and Shen, 2012). Bahkan taurine mampu meningkatkan

pertumbuhan serta kematangan gonad pada hewan vertebrata lainnya seperti ikan cobia (Widiastuti *et al.*, 2011).

Taurine terdapat banyak di jaringan hati (Batista *et al.*, 2012) serta diketahui mampu menjaga jaringan tubuh dari berbagai senyawa toksik, khususnya di jaringan hati yang menyebabkan hepatotoksisitas (Heidari *et al.*, 2013; Liao *et al.*, 2008; Tabassum *et al.*, 2006). Kemampuan taurine tersebut dikarenakan perannya dalam menekan produktivitas ROS serta mengikat ROS di dalam sel (Ripps and Shen, 2012; Ozden *et al.*, 2012; Yildirim and Kilic, 2011). Di samping itu taurine juga mampu untuk meningkatkan aktivitas berbagai enzim yang berperan sebagai antioksidan (Tasci *et al.*, 2008; Zhang *et al.*, 2014). Di samping taurine, eksplorasi antioksidan juga dilakukan di jamur. Jamur tiram (*Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm) merupakan salah satu jamur konsumsi serta banyak mengandung senyawa fenolik seperti polifenol yang diketahui memiliki kemampuan sebagai antioksidan tinggi (Iwakolun *et al.*, 2007; Neelam and Singh, 2013) serta senyawa  $\beta$  glucan yang juga mampu meningkatkan berbagai enzim antioksidan seperti SOD, katalase, dan peroksidase (Patel *et al.*, 2012). Dengan kandungan senyawa yang dimilikinya, jamur ini juga mampu menjaga organ hati dari kerusakan jaringan yang diakibatkan oleh racun dari acetaminophen (Naguib *et al.*, 2014).

Dengan berbagai peran yang dimiliki oleh taurine serta kandungan senyawa di jamur tiram terhadap kemampuannya sebagai antioksidan, maka perlu dilakukan suatu kajian yang menunjukkan kemampuan taurine dan ekstrak jamur tiram sebagai antioksidan terhadap pengaruh paraquat di jaringan paru. Paru sebagai salah satu organ penting yang berperan dalam pengikatan oksigen. Dalam kajian ini, parameter dari kerusakan oksidatif yang diukur adalah kadar MDA, glutathion dan enzim SOD serta tingkat kerusakan di jaringan paru akibat induksi paraquat.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini menggunakan 30 mencit jantan (*Mus musculus*) dari galur DDY dengan bobot 30 – 40 gram. Mencit-mencit ini diletakkan masing-masing pada kandang terpisah dan diaklimatisasi di laboratorium dengan suhu ruang dan siklus pencahayaan 12:12 jam selama 1 minggu dan diberi makan serta minum *ad libitum*.

### Preparasi jamur tiram (oyster mushroom)

Jamur tiram didapat dari pasar tradisional. Badan buah jamur dipotong kecil untuk kemudian dikeringkan dalam oven dengan suhu 30-35<sup>0</sup> C. Jamur yang sudah kering selanjutnya dihaluskan dengan menggunakan blender hingga menjadi tepung dan disimpan dalam botol pada suhu ruang. Ekstrak jamur tiram dilakukan dengan memanaskan 2.5 gram dalam 1 liter akuades selama 15 menit yang diikuti dengan penyaringan. Selanjutnya sebelum digunakan ekstrak ini disimpan pada suhu -40<sup>0</sup> C.

### Metode Perlakuan

Mencit dibagi dalam 5 kelompok/grup, yaitu:

- Kontrol (C): mencit diberi makan dengan makanan standar tanpa pemberian paraquat, taurine dan ekstrak jamur tiram,
- P1: Mencit diberi ekstrak jamur tiram dengan dosis 62.5 g/kg pada pakan standar dan air minum dengan dosis 2.5 g/l,
- P2: Mencit diberi pakan standar dan diinduksi dengan paraquat dengan dosis 20 mg/kg BB secara intraperitoneal, 2 kali seminggu selama 3 minggu,
- P3: Mencit diberi pakan standar dan diinduksi dengan paraquat seperti pada kelompok P2, namun juga diberi taurine dengan dosis 15.6 g/kg BB,
- P4: Mencit diberi pakan standar dan diberi ekstrak jamur tiram seperti di kelompok P1 dan diinduksi paraquat seperti di kelompok P2.

Setelah 3 minggu, mencit dikorbankan dan sebanyak 100 mg jaringan paru untuk setiap individu diambil dan dihomogenasi dengan menggunakan Tissue Lyser dalam 1 ml PBS 0.1 M pH 7.4. Alokot kemudian disentrifus dengan kecepatan 5,000 rpm selama 10 menit. Selanjutnya supernatant dipindahkan kedalam tube dan disimpan pada suhu -20<sup>0</sup> C.

### Analisis Kerusakan Oksidatif

Kerusakan oksidatif ini dilakukan dengan mengukur konsentarsi MDA. Konsentrasi MDA diukur dengan menggunakan metode yang dimodifikasi dengan tiobarbituric acid (TBA) (berdasarkan Zainuri dan Wanandi, 2012). Konsentrasi glutathione diukur dengan menggunakan “glutathione examination kit” berdasarkan Syafrudin dan Subandrate (2015). Selanjutnya aktivitas enzim SOD diukur dengan menggunakan “RanSOD inspection kit” dari Randox (dengan langkah konsisten seperti yang direkomendasikan oleh perusahaan tersebut).

### Pengamatan Histopatologi

Jaringan paru difiksasi dengan 10% formalin buffer, selanjutnya jaringan dipreparasi dengan Mayer Hematoxililn stain. Untuk pengamatan histopatologi didasarkan pada metode Manja Roenigk dengan kriteria sebagai berikut: 0 = normal; 1 = jika ada degenerasi parenchymatus; 2 = jika ada degenerasi hydropic, dan 3 = jika ada necrosis.

### Analisis Data

Data untuk kerusakan oksidatif dalam bentuk konsentrasi MDA, glutathione, dan enzim SOD dilakukan analisis *one-way* Anova yang diikuti dengan uji lanjut Least Significant Difference (LSD). Uji histopathologi dilakukan dengan uji Kruskal Wallis yang dilanjutkan dengan uji Mann Whitney. Semua pengujian parameter dilakukan pada taraf confidant interval 95% ( $\alpha=5\%$ ).

**HASIL**

Kadar melonaldehyde (MDA), glutation serta superoxide dismutase (SOD) di jaringan

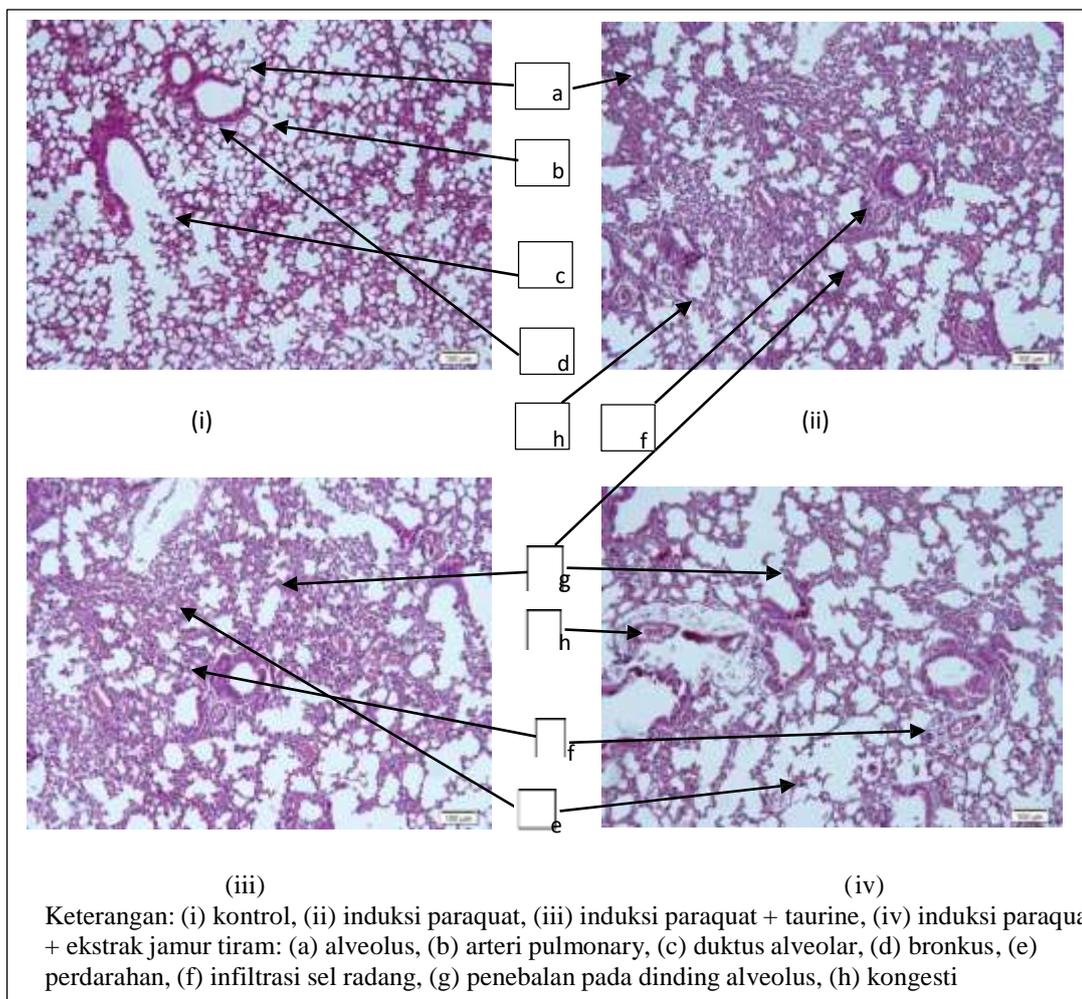
paru mencit setelah diinduksi dengan paraquat dan pemberian taurine dan ekstrak jamur tiram dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rerata kadar MDA, glutation serta SOD pada mencit jantan yang diinduksi paraquat ( $\bar{x} \pm \text{SEM}$ )

| Kelompok* /<br>Konsentrasi<br>molekul | C                       | P1                       | P2                      | P3                      | P4                      |
|---------------------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| MDA (nmol/ ml)                        | 10,07±0,87 <sup>a</sup> | 20,58 ±0,75 <sup>c</sup> | 8,94±0,35 <sup>a</sup>  | 7,13±0,47 <sup>b</sup>  | 5,39±0,51 <sup>b</sup>  |
| Glutation ( $\mu\text{g/ml}$ )        | 1,39±0,05 <sup>a</sup>  | 0,35±0,05 <sup>c</sup>   | 1,65±0,14 <sup>ab</sup> | 1,21±0,11 <sup>a</sup>  | 1,12±0,13 <sup>a</sup>  |
| SOD (IU/ml)                           | 2,64±0,44 <sup>a</sup>  | 4,82±0,12 <sup>c</sup>   | 3,38±0,29 <sup>ab</sup> | 3,98±0,40 <sup>bc</sup> | 3,85±0,35 <sup>bc</sup> |

Catatan: <sup>a,b,c</sup> nilai rerata pada baris yang sama yang diikuti dengan superscript huruf berbeda menunjukkan perbedaan signifikan pada uji LSD ( $\alpha=5\%$ )

\* C = grup kontrol; P1 grup induksi paraquat; P2 grup ekstrak jamur tiram; P3 grup induksi paraquat dan pemberian taurine; P4 grup induksi paraquat dan pemberian ekstrak jamur tiram



Gambar 1. Histopatologi jaringan paru mencit akibat induksi paraquat dan pemberian taurine serta ekstrak jamur tiram (H&E perbesaran 100x)

Tabel 2. Pemberian taurine dan ekstrak jamur tiram terhadap skor kerusakan jaringan paru akibat induksi paraquat

| Perlakuan                                   | C                      | P1                     | P2                     | P3                     | P4                     |
|---|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| Skor kerusakan ( $\bar{x} \pm \text{SEM}$ ) | 0,17±0,17 <sup>a</sup> | 5,33±0,21 <sup>c</sup> | 0,00±0,00 <sup>a</sup> | 3,50±0,56 <sup>b</sup> | 3,33±0,33 <sup>b</sup> |

Catatan: <sup>a,b,c</sup> menunjukkan perbedaan yang signifikan pada uji *Mann Whitney*  $\alpha=5\%$

Hasil menunjukkan bahwa induksi paraquat meningkatkan konsentrasi MDA di jaringan paru hingga mencapai 100%, namun konsentrasi MDA ini mampu diturunkan dengan pemberian taurine ataupun ekstrak jamur tiram, yaitu sebesar 16,7% hingga 73,80%. Sebaliknya, peningkatan glutation oleh paraquat dalam jaringan paru mencit tersebut mampu ditingkatkan oleh pemberian taurin dan ekstrak jamur tiram sebesar lebih dari 200%. Seperti yang telah diduga, induksi paraquat mampu meningkatkan enzim SOD. Namun aktivitas enzim ini mampu diturunkan dengan pemberian taurine ataupun ekstrak jamur tiram sebesar 17% hingga 20%.

Dari gambaran histopatologi, kerusakan yang diamati pada paru adalah ada tidaknya inflamasi, yang ditandai dengan infiltrasi sel radang, perdarahan serta penebalan dinding alveolus. Hasil pengamatan histopatologi paru terhadap kelompok kontrol dan jamur tiram ((i) Gambar 1) tidak ditemukan adanya inflamasi dan perdarahan pada paru. Untuk kelompok mencit yang diinduksi dengan paraquat ((ii) Gambar 1), menunjukkan adanya perdarahan yang masif pada lebih dari 50% bagian paru. Selain itu, juga nampak banyaknya infiltrasi sel radang dan kongesti. Tampak juga adanya penebalan pada dinding alveolus yang tersebar merata pada seluruh bagian paru.

Pemberian taurine dan ekstrak jamur tiram pada mencit yang diinduksi paraquat, mampu memperbaiki kerusakan yang tampak pada gambaran histopatologi paru. Perdarahan dan infiltrasi sel masih tampak pada paru, namun tidak semasif yang terjadi pada kelompok yang diinduksi paraquat.

Penebalan pada dinding alveolus juga masih tampak terjadi pada kelompok ini. Secara

keseluruhan hasil skor kerusakan jaringan dapat dilihat pada Tabel 2. Pengamatan di histopatologi jaringan paru, nampak terlihat bahwa baik taurine maupun ekstrak jamur tiram pun mampu menurunkan kerusakan yang ditimbulkan oleh induksi paraquat (Gambar 1, Tabel 2).

Walau masih ada tanda stress oksidatif dari induksi paraquat, namun kerusakan tidak tampak semasif seperti yang terlihat di kelompok yang hanya diinduksi paraquat saja. Berdasarkan skor kerusakan terlihat bahwa pemberian taurine dan ekstrak jamur tiram mampu menurunkan kerusakan tersebut dengan persen pemulihan 34,3% -37,5%.

## PEMBAHASAN

Pemberian paraquat sebagai senyawa oksidan pada mencit jantan meningkatkan proses oksidasi yaitu ditandai dengan peningkatan MDA dan enzim SOD serta penurunan glutation yang diakibatkan adanya radikal bebas yang dihasilkan dari induksi paraquat tersebut. Hal ini sejalan dengan hasil kajian yang dilakukan oleh Choi *et la* (2013) dan juga Franco *et al* (2009), yang menunjukkan adanya induksi molekul- molekul ROS serta kerusakan jaringan akibat akumulasi paraquat di jaringan tubuh, khususnya di hati. Peningkatan ROS ini sebagai akibat dari adanya stress oksidatif, ditandai dengan meningkatkan MDA. Peningkatan MDA menandakan bahwa jaringan telah mengalami peroksidasi lipid, seperti yang ditunjukkan oleh jaringan hati oleh Ortiz *et al* (2016). Jaringan paru meruoakan jaringan yang banyak memiliki pembuluh darah. Molekul- molekul ROS yang terbentuk dari induksi paraquat selanjutnya akan melakukan reaksi

berantai dengan oksidasi asam lemak tak jenuh ganda dan akhirnya akan menghasilkan MDA hingga mencapai 82% (Valko *et al.*, 2007; Marciniak *et al.*, 2009).

Pemberian taurine yang akhirnya terakumulasi di jaringan paru, diduga memiliki kemampuan untuk menstabilkan rantai electron transport serta menghambat pembentukan dan daya ikat langsung molekul-molekul ROS (Ripps and Shen, 2012; Ozden *et al.*, 2012; Yildirim and Killic, 2011). Akibat dari penstabilan rantai electron serta penurunan molekul-molekul ROS ini terjadi penurunan lipid peroksidasi (Zhang *et al.*, 2014). Selanjutnya penurunan lipid peroksidasi ini ditandai dengan menurunnya konsentrasi MDA.

Peningkatan MDA diikuti dengan adanya penurunan konsentrasi glutathion dan peningkatan berlebih dari enzim SOD. Telah diketahui bahwa glutathion memegang peran sebagai antioksidan, namun jika sel atau jaringan sudah mengalami stress oksidatif maka glutathion akan teroksidasi akibatnya konsentrasi glutathion mengalami penurunan. Pada penelitian ini, pemberian taurine ataupun ekstrak jamur tiram yang memiliki berbagai senyawa fenolik (Iwakolun *et al.*, 2007; Neelam and Singh, 2013) mampu membantu konsentrasi glutathion kembali meningkat. Taurine sebagai senyawa asam amino bebas ( $\beta$  amino acid group) dan juga senyawa fenolik ekstrak jamur tiram diduga berfungsi sebagai pendonor electron dari reaksi oksidasi paraquat di jaringan paru mencit, yang akhirnya konsentrasi glutathion mampu meningkat kembali. Hal ini sejalan dengan pendapat Wang *et al* (2013) dan Abbasoglu *et al* (2001), bahwasanya taurine dengan aktivitas antioksidanya mampu mencegah kerusakan oksidatif akibat stress oksidatif dari paraquat. Kemampuan taurine dalam meningkatkan konsentrasi glutathion dilakukan dengan tiga cara, yaitu dengan mempengaruhi sintesis glutathion tersebut (Hagar, 2004), menghambat oksidasi dengan mengurangi aktivitas peroksidasi lipid (Miyazaki *et al.*, 2004; Centiner *et al.*, 2005), dan menjaga rasio antara glutathion dengan GSSG (Zhang *et al.*, 2014).

Sementara itu, peningkatan konsentrasi enzim superoxide dismutase akibat reaksi oksidasi oksidasi paraquat juga dapat diturunkan dengan penambahan taurine ataupun ekstrak jamur tiram. Seperti yang telah disampaikan sebelumnya, hal ini diduga baik taurine ataupun senyawa fenolik dari jamur tiram diduga mampu menurunkan lipid peroksidasi, seperti halnya yang diutarakan oleh Zhang *et al* (2014).

Secara histopatologi, penurunan lipid peroksidasi akibat pemberian taurine dan ekstrak jamur tiram dalam menurunkan aktivitas stress oksidatif paraquat terhadap jaringan paru dapat terlihat dengan baik yaitu dari penurunan skor kerusakan jaringan. Efek pemulihan dari lipid peroksidasi jaringan paru yang dilihat dari skor kerusakannya memperlihatkan adanya penurunan, jika dilihat dari persen penurunan berkisar antara 34,3% hingga 37,5%.

Seperti yang telah diungkapkan sebelumnya, taurine umumnya juga diproduksi oleh tubuh, namun dalam jumlah yang terbatas. Penambahan taurine dengan demikian mampu meningkatkan taurine di dalam tubuh yang akhirnya mampu menjamin aktivitas respirasi sehingga sintesis ATP meningkat dan produksi anion-anion superoksida menurun (Zhang *et al.*, 2014; Jong *et al.*, 2012). Demikian juga dengan jamur tiram, ekstrak jamur ini memiliki kandungan antioksidan tinggi yang mampu mengikat radikal bebas sehingga mampu menurunkan kerusakan oksidatif akibat paraquat (Singh *et al.*, 2015). Dengan adanya senyawa polifenol yang dimiliki oleh jamur tiram ini, senyawa ini mampu menjadi donor hydrogen yang selanjutnya mampu menetralkan molekul-molekul ROS penyebab utama peroksidasi lipid yang terbentuk dari induksi paraquat (Lin *et al.*, 2011) disamping kandungan polisakarida  $\beta$ -glukan yang juga berperan sebagai antioksidan (Patel *et al.*, 2012).

Terkait dengan peningkatan kembali kadar glutathion, penurunan peroksidasi lipid mampu menurunkan konsumsi glutathion di dalam sel. Peningkatan kembali konsentrasi glutathion dari pemberian ekstrak jamur tiram,

khususnya yang memiliki polifenol, menunjukkan adanya aktivitas enzim  $\gamma$ -glutamylcysteine synthetase ( $\gamma$ -GCS) yang mengkatalisis sintesis glutation (Masella *et al.*, 2005). Jamur tiram juga memiliki asam amino yang mengandung sulfur, yaitu cysteine (Jaworska and Bernas, 2011). Cysteine sendiri adalah asam amino prekursor untuk sintesis glutation. Dengan demikian, induksi paraquat yang mengakibatkan penurunan konsentrasi glutation di sel-sel jaringan paru mampu diturunkan efeknya dengan adanya peningkatan kinerja enzim  $\gamma$ -glutamylcysteine synthetase ( $\gamma$ -GCS) serta ketersediaan cysteine.

## KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pemberian taurine dan ekstrak jamur tiram mampu menurunkan efek oksidan paraquat dengan menurunkan konsentrasi MDA dan SOD dan menaikkan konsentrasi glutation, serta mampu memperbaiki jaringan paru sebesar 34-37%.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abbasoglu, D.S., O. Kanbagli, J. Balkan, U. Cevikbas, T.G. Aykac, M. Uysal. 2001. The protective effect of taurine against thioacetamide hepatotoxicity. *Hum. Exp. Toxicol.* 20(1):23-27.
- Awadalla, A.E. 2010. Efficacy of vitamin C against liver and kidney damage induced by paraquat toxicity. *Exp Toxicol Pathol*, 64(5):431-4.
- Batista, T. M., Ribeiro, R. A., da Silva, P. M. R., Camargo, R. L., Lollo, P. C. B., Boschero, A. C. 2012. Taurine supplementation improves liver glucose control in normal protein and malnourished mice fed a high-fat diet. *Mol. Nutr. Food Res*, 57(3):423-434.
- Cetiner, M., Sener, G., Sehirli, A.O., Demiralp, E.E., Ercan, F., Gedik, N. 2005. Taurine protects against methotrexate induced toxicity and inhibits leukocyte death. *Toxicol Appl Pharmacol*, 209(1):39-50.
- Choi, J. S., Jou, S. C., Oh, M.Y., Kim, Y.H., Park, M.J., Gil, H.Y. 2013. The dose of cyclophosphamide for treating paraquat induced rat lung injury. *Korean J Intern Med*, 28:420-427.
- Franco, R., Olea, R.S., Reyes, E.M.R., Panayiotidis, M.I. 2009. Environmental toxicity, oxidative stress and apoptosis: manage a trois. *Mutation Research*, 674(2009): 3-22.
- Hagar, H. H. 2004. The protective effect of taurine against cyclosporine A induced oxidative stress and hepatotoxicity in rats. *Toxicology Letters*, 151:335-343.
- Heidari, R., Babaei, H., Eghbal, M. A. 2013. Cytoprotective effects of taurine against toxicity induced by isoniazid and hydrazine in isolated rat hepatocytes. *Arh Hig Rada Toksikol*, 64:201-210.
- Hong, S.Y., Yang, J.O., Lee, E.U., Lee, Z.W. 2003. Effects of N-acetyl-L-cysteine and glutathione on antioxidant status of human serum and 3T3 fibroblasts. *J Korean Med Sci*, 18: 649-54.
- Iwalokun, B.A., Usen, U.A., Otunba, A.A., Olukoya, D.K. 2007. Comparative phytochemical evaluation, antimicrobial and antioxidant properties of *Pleurotus ostreatus*. *African Journal of Biotechnology*, 6(15): 1732-1739.
- Jaworska, G., Bernas, E., Mickowska, B. 2011. Effect of production process on the amino acid content of frozen and canned *Pleurotus ostreatus* mushrooms. *Food Chemistry*, 125:936-943.
- Jong, C.J., Azuma, J., Schaffer, S. 2012. Mechanism underlying the antioxidant activity of taurine: prevention of mitochondrial oxidant production. *Amino Acid*, 42:2223-2232.
- Liao, Y., Lu, X., Lu, C., Li, G., Jin, Y., Tang, H. 2008. Selection of agents for prevention of cisplatin-induced hepatotoxicity. *Pharmacological Research*, 57:125-131.
- Lin, H.H., Chen, J.H., Chou, F.P., Wang, C.J. 2011. Protocatechuic acid inhibits cancer cell metastasis involving the downregulation of Ras/Akt/NF- $\kappa$ B pathway and MMP-2 production by targeting RhoB activation. *Br J Pharmacol*, 162(1): 237-54.
- Marcinik, A.J., Brzeszczynska, K., Gwozdziński, A., Jeiger. 2009. Antioxidant capacity and physical

- exercise. *Biology of Sport*, 26(3):197-213.
- Maisella, R., Benedetto, R.D., Vari, R., Filesi, C., Giovannini, C. 2005. Novel mechanisms of natural antioxidant compounds in biological systems: involvement of glutathione and glutathione related enzymes. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 16:577-586.
- Miyazaki, T., Matsuzaki, Y., Ikegami, T., Miyakawa, S., Doy, M., Bouscarel, B. 2004. Optimal and effective oral dose of taurine to prolong exercise performance in rat. *Amino Acid*, 27:291-298.
- Mood, N.E., Sabzghababeh, A.M., Yaraghi, A., Montazeri, K., Golabi, M., Sharifian, A., Badri, S. 2011. Effect of antioxidants on the outcome of therapy in paraquat intoxicated patients. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, 10(1): 27-31.
- Moon, J.M., Chun, B.J. 2010. The efficacy of high doses of vitamin C in patients with paraquat poisoning. *Human and Experimental Toxicology*, 30(8): 844-850.
- Naguib, Y.M., Azmy, R.M., Samaka, R.M., Salem, M.F. 2014. *Pleurotus ostreatus* opposes mitochondrial dysfunction and oxidative stress in acetaminophen induced hepato-renal injury. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 14:494-515.
- Neelam, S., Singh, S. 2013. Comparative studies on antioxidant capacity of ethanol extracts of *Pleurotus florida* and *Pleurotus ostreatus*. *Annals of Biological Research*, 4(4): 77-82.
- Oliviera, R.J.D., Duarte, J.A., Navarro, A.S., Remiao, F., Bastos, M.L., Carvalho, F. 2008. Paraquat poisonings: mechanisms of lung toxicity, clinical features and treatment. *Clinical Reviews in Toxicology*, 38: 13-71.
- Ortiz, M.S., Forti, K.M., Martinez, E.B.S., Munoz, L.G.M., Husain, K., Muniz, W.H. 2016. Effects of antioksidant N-acetylcysteine against paraquat induced oxidative stress in vital tissues of mice. *Int J Sci Basic Appl Res*, 26(1): 26-46.
- Ozden, S., Catalgo, B., Oktayoglu, S. G., Karatug, A., Bolken, S., Alpertunga, B. 2012. Acute effects of methiocarb on oxidative damage and the protective effects of vitamin E and taurine in the liver and kidney of wistar rats. *Toxicology and Industrial Health*, 29(1):60-71.
- Patel, Y., Naraian R., Singh, V.K. 2012. Medicinal properties of *Pleurotus* species (Oyster mushroom): A Review. *World Journal of Fungal and Plant Biology*, 3(1):01-12.
- Ray, S., Sengupta, A., Ray, A. 2007. Effects of paraquat on antioxidant system in rats. *Indian Journal of Experimental Biology*, 45:432-438.
- Ripps, H., Shen, W. 2012. Review: taurine: a very essential amino acid. *Molecular Vision*, 18: 2673-2686.
- Syafrudin and Subrandate. 2015. Kadar glutathion (GSH) darah karyawan SPBU di kota Palembang. *Jurnal Kedokteran dan Kesehatan*, 2(3):277-281.
- Shim, K. S., Jung, H.J., Na, C.S., Yoon, C., Park, G.H. 2009. Effect of taurine on lipid metabolism and protein synthesis in poultry and mice. *Asian-Aust J Anim Sci*, 22(6): 865-870.
- Singh, V., Vyas, D., Pandey, R., Sheikh, IA. 2015. *Pleurotus ostreatus* produces antioxidant and anti arthritis activity in wistar albino rats. *World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Science*, 4(05): 1230-1246.
- Tabassum, H., Rehman, H., Banerjee, B.D., Raisuddin, S., Parvez, S. 2006. Attenuation of tamoxifen induced hepatotoxicity by taurine in mice. *Clinica Chimica Acta*, 370:129-136.
- Tasci, I., Mas, N., Mas, M.R., Tuncen, M., Comert, B. 2008. Ultrastructural changes in hepatocytes after taurine treatment in CCl<sub>4</sub> induced liver injury. *World J Gastroenterol*, 14(31): 4897-4902.
- Valko, M. D. Leibfritz, J. Moncol, M.T. Cronin, M. Mazur, J. Telser. 2007. Free radical and antioxidant in normal physiological functions and human disease. *The International Journal of Biochemistry and Cell Biology*. 39(2007):44-48.
- Widiastuti, E.L., N. Nukmal, M. Kanedi, S. Saputra. 2011. Taurine Effects on Growth and Gonad Maturation in Cobia (*Rachycentron canadum*). *Proceeding Advances in Biological Sciences. International Conference on Biological Science Faculty of Biology Universitas Gadjah Mada 2011 (ICBS BIO-UGM 2011)*. Pp 315-320.
- Wang, G.G., Li, W., Lu, X.H., Zhao, X., Xu, L. 2013. Taurine attenuates oxidative stress

- and alleviates cardiac failure in type I diabetic rats. *Croat Med J*, 54: 171-179.
- Yildirim, Z., Kilic, N. 2011. Effect of taurine and age on cerebellum antioxidant status and oxidative stress. *International Journal of Gerontology*, 5: 166-170.
- Zainuri, M., Wanandi, S. I. 2012. Aktifitas spesifik manganese superoxide dismutase (MnSOD) dan katalase pada hati tikus yang diinduksi hipoksia sistemik: hubungannya dengan kerusakan oksidatif. *Media Litbang Kesehatan*, 22(2):87-92.
- Zhang, Z., Liu, D., Yi, B., Liao, Z., Tang, L., Yin, D., He, M. 2014. Taurine supplementation reduces oxidative stress and protects the liver in an iron overload murine model. *Molecular Medicine Reports*, 10: 2255-2262.

## Potensi Ekstrak Tunikata Laut *Polycarpa aurata* Quoy and Gaimard 1834 Sebagai Antibakteri MRSA (*Methicillin Resistant Staphylococcus aureus*)

Magdalena Litaay<sup>1\*</sup>, Elvianita Baby<sup>1</sup>, Zaraswati Dwyana<sup>1</sup>, Eva Johannes<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departemen Biologi, FMIPA Universitas Hasanuddin,  
Jl. Perintis Kemerdekaan Km 10, Makassar 90245  
Tel. +6285930944440, Fax. +62411588551  
\*Email: [mlitaay@fmipa.unhas.ac.id](mailto:mlitaay@fmipa.unhas.ac.id)

### ABSTRAK

Penelitian tentang potensi ekstrak methanol tunikata laut *Polycarpa aurata* Quoy and Gaimard 1834 sebagai antibakteri MRSA (*Methicillin Resistant Staphylococcus aureus*) telah dilakukan pada bulan Pebruari sampai April 2017. Studi ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan ekstrak *P. aurata* sebagai antibakteri MRSA. Bahan aktif dari sampel kering tunikata *P. aurata* diekstraksi menggunakan pelatut metanol. Ekstrak kering dibuat dalam tiga seri konsentrasi yakni 10%, 20% dan 30% selanjutnya diujikan pada MRSA. Uji zone hambatan digunakan untuk melihat kemampuan ekstrak *P. aurata* terhadap pertumbuhan bakteri MRSA. Pengamatan zona hambatan dilakukan 1x24 jam dan 2x24 jam. Uji zona hambatan dilakukan untuk melihat pengaruh ekstrak terhadap pertumbuhan MRSA. Hasil penelitian setelah 1x24 jam menunjukkan zone hambatan sebagai berikut: 10% (14.5 mm); 15% (16 mm) dan 20% (17mm). Hasil ini menunjukkan bahwa ekstrak *P. aurata* memiliki kemampuan antibakteri MRSA.

**Kata kunci:** Asidian, *Polycarpa aurata*, anti MRSA, marine bioactive

### ABSTRACT

The research on potential methanol extract of marine tunicate *Polycarpa aurata* Quoy and Gaimard 1834 as antibacterial MRSA (*Methicillin Resistant Staphylococcus aureus*) was done from February to April 2017. This research was intended to know the potential of tunicate *P. aurata* extract as an antibacterial MRSA. Active compounds of dried sample *P. aurata* was extracted with methanol. Dried extract was made into three different concentration of 10%, 20% and 30%, was then test against MRSA. A test of inhibition zone was applied to determine the ability of extracts of *P. aurata* tunicate against growth of MRSA. Observation on inhibition zone was done on 1x24 h and 2x24 h. The test results 1x24 h incubation indicated that inhibition zone as follows: 10% (14.5 mm); 15% (16 mm); 20 (17 mm), respectively. Active compounds extracted from *P. aurata* at a concentration of 10%, 15% and 20% were able to inhibit the growth of bacteria, it is proved that the tunicate's extract has potential as an antibacterial for MRSA.

**Keywords:** Ascidian, *Polycarpa aurata*, anti MRSA, marine bioactive.

### PENDAHULUAN

Penggunaan antibiotik sangat banyak terutama dalam pengobatan yang berhubungan dengan infeksi, namun kenyataannya masalah infeksi terus berlanjut (Depkes, 2008). Hal ini karena pengobatan dengan antibiotik dapat menyebabkan resistensi sehingga memerlukan produk baru yang memiliki potensi sebagai antibakteri yang dapat mengatasi masalah infeksi.

Perubahan iklim global telah memperlihatkan dampak munculnya berbagai penyakit baru akibat resistensi mikroba patogen terhadap antibiotik. Penemuan antibiotik telah banyak dilakukan baik bersifat sebagai antimikroba, antikanker, antitumor maupun antijamur (Zainuddin dkk, 2010). Pada saat ini banyak ditemukan bakteri Gram positif yang bersifat *multidrug resistant*, salah satunya bakteri *Staphylococcus aureus* yang kemudian dikenal

sebagai Methicillin resistant *S. aureus* atau dikenal sebagai MRSA (Huang, 2007).

Beberapa dekade belakangan, infeksi MRSA terus meningkat di berbagai belahan dunia. Penyebab utama resistensi antibiotik adalah penggunaannya yang meluas dan irasional (Utami, 2011). Sifat patogen dari disebabkan karena pengaruh adaptasi dan evolusi bakteri, sehingga bakteri menjadi lebih virulen dan lebih resisten terhadap antibiotik.

Pemberian antibiotika merupakan pengobatan utama dalam penatalaksanaan penyakit infeksi. Adapun manfaat penggunaan antibiotik tidak perlu diragukan lagi, akan tetapi penggunaannya yang berlebihan akan segera diikuti dengan munculnya kuman kebal antibiotik, sehingga manfaatnya akan berkurang. Resistensi kuman terhadap antibiotik, terlebih lagi *multidrug resistant* merupakan masalah yang sulit diatasi dalam pengobatan pasien. Hal ini muncul sebagai akibat pemakaian antibiotik yang kurang tepat dosis, macam dan lama pemberian sehingga kuman berubah menjadi resisten (Agustino, 2008).

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa organisme laut memiliki potensi yang sangat besar, dalam menghasilkan senyawa-senyawa aktif yang dapat digunakan sebagai bahan baku obat-obatan. Beberapa organisme laut yang diketahui dapat menghasilkan senyawa aktif antara lain ialah spons, moluska, bryozoa, tunikata dan lain-lain (Radjasa *et al.* 2011; Mans, 2016). Organisme-organisme ini diketahui dapat menghasilkan sejumlah besar produk laut yang bersifat alami, juga mampu menunjukkan keragaman senyawa kimia yang sangat besar (Thakur and Muller, 2004). Berbagai invertebrata laut menyediakan nutrient dan niche yang baik bagi berbagai mikroba (Erwin *et al.* 2014). Bahan alam laut yang dihasilkan dapat berasal dari mikroba atau interaksi mikroba dengan inang yang berperang penting dalam pengembangan bahan obat dan penyembuhan berbagai penyakit (Newman dan Cragg 2012).

Tunikata merupakan invertebrata di ekosistem terumbu karang yang banyak menghasilkan senyawa seperti, antibakteri,

antitumor dan antikanker. Sekitar 1.000 bahan aktif telah diisolasi dari tunikata (Schmidt & Donia 2010). Selain itu hewan laut seperti tunikata *P. aurata* yang ada di terumbu karang, diketahui memiliki senyawa yang berguna untuk bahan antibiotik, antiradang, dan antikanker (Lambert 2004).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Pham, *et al* (2013) menunjukkan bahwa hasil ekstraksi tunikata *P. aurata* mengandung senyawa kimia berupa peptida dan golongan alkaloid yang bersifat sitotoksik dan memiliki kemampuan sebagai antibakteri terhadap beberapa bakteri patogen.

Penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh Christine (2015) dan Litaay dkk (2015) menunjukkan bahwa isolat bakteri yang berasal dari tunikata *P. aurata* berpotensi menghasilkan senyawa antibakteri berifat bakteriosidal maupun bersifat bakteriostatik.

Sebagai akibat penggunaan antibiotika yang tidak rasional akan menyebabkan terjadinya resistensi antibiotik. Resistensi antibiotik menimbulkan infeksi mikroorganisme yang tidak dapat diobati dengan antibiotik biasa, berakibat perlunya digunakan antibiotik jenis baru dengan spektrum lebih luas. Isolat dari karang laut memiliki potensi anti MRSA (Kristiana *et al.* 2017), Olehnya perlu dilakukan penelitian tentang potensi ekstrak tunikata sebagai antibakteri terhadap Bakteri MRSA.

## **BAHAN DAN METODE**

### **Alat dan Bahan**

Alat sampling lapangan, yaitu masker, *snorkel*, *SCUBA* dan *cool box*. Sedangkan, alat-alat dalam laboratorium adalah cawan petri, deck glass, objek glass, gelas ukur, Erlenmeyer, gelas kimia, botol vial, tabung reaksi, batang pengaduk, autoklaf, inkubator, oven, neraca, rotavapor, lemari pendingin, *hot plate*, LAF (*Laminary Air Flow*), vortex, sendok tanduk, bunsen, ose bulat, ose lurus, pipet, rak tabung reaksi, pipet tetes, spoit dan pipet skala spektrofotometer. Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian adalah tunikata *Polycarpa aurata*, aquadest, air laut

steril, alkohol 70%, mikroba uji (MRSA), kertas saring, metanol 96%, medium *Nutrient Agar*(NA), medium *Muller Hinton Agar* (MHA), amoxicillin, KOH 40%, *paper disk*, aluminium foil, NaCl 0,9 %, spiritus, kapas dan *cling wrap*.

### **Pengambilan Sampel Tunikata *P. aurata***

Pengambilan sampel Tunikata *P. aurata* dilakukan di perairan Pulau Barrang Lompo, Makassar pada kedalaman 2-10 meter dengan bantuan *SCUBA*. Sampel tunikata sesudah diangkat dari permukaan laut, selanjutnya dibersihkan dari organisme penempel dan dibilas beberapa kali menggunakan air laut bersih. Kemudian dimasukkan kedalam plastik sampel dan *cool box*, selanjutnya dibawa ke laboratorium untuk dilakukan pengujian tahap selanjutnya. Di laboratorium sampel tunikata dibilas beberapa menggunakan air akuades untuk menghilangkan garam dari sampel. Selanjutnya sampel dikeringanginkan selama beberapa hari sampai kering. Sampel kering siap dimaserasi.

### **Ekstraksi dan maserasi**

Ekstraksi bahan dilakukan secara maserasi dengan menggunakan pelarut metanol 96%. Sampel tunikata kering dihaluskan dengan blender sehingga diperoleh tepung tunikata. Selanjutnya bahan yang berupa tepung tunikata *P. aurata* sebanyak 200 gram dimaserasi dengan pelarut metanol dengan perbandingan 1:3 dan dibiarkan selama 1x24 jam ditempat yang terlindung dari cahaya pada suhu kamar, sambil berulang-ulang diaduk. Bahan disaring menggunakan kertas saring dan ekstraknya ditampung. Ampas kemudian direndam kembali dengan pelarut metanol untuk dimaserasi seperti tahap pertama. Proses ini berlangsung sampai 3 kali maserasi. Ekstrak yang diperoleh digabungkan dan disaring. Ekstrak metanol cair yang diperoleh disaring dievaporasi dan kemudian ditimbang ekstrak kental yang diperoleh. Ekstraksi Sampel tunikata *P. aurata* yang dikeringkan menghasilkan 200gr simplisia. Hasil maserat ditampung dan dievaporasi pada suhu 50°C untuk menguapkan metanol yang terdapat di dalam maserat, selanjutnya diperoleh

ekstrak tunikata *P. aurata* sebanyak 28,2 gram yang berwarna hitam dan memiliki tekstur yang kental. Ekstrak inilah yang digunakan dalam uji daya hambat terhadap bakteri MRSA. Ekstrak kental tunikata *P. aurata* dibuat dengan tiga seri konsentrasi yakni 10%, 15% dan 20%.

### **Penyiapan Bakteri Uji**

Bakteri uji yang digunakan yaitu *Staphylococcus aureus* tahan methicillin atau *Methicillin-resistant S. Aureus* (MRSA) yang berasal dari biakan murni yang diperoleh dari Laboratorium Terpadu *Science Building*, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin. Bakteri uji yang berumur 24 jam pada agar miring disuspensikan dengan larutan NaCl fisiologis 0,9% steril. Kemudian suspensi biakan dikultur sehingga diperoleh pengenceran yang diharapkan pada panjang gelombang 580 mm yang memiliki transmitan 25% (setara dengan kepadatan 10<sup>8</sup>) terhadap blanko NaCl 0,9% steril dengan menggunakan alat spektrofotometer.

### **Uji daya hambat**

Uji aktifitas antibakteri menggunakan *metode disc diffusion* (tes Kirby-Bauer) atau dikenal dengan metode difusi yaitu dengan meletakkan piringan yang berisi agen antibakteri (ekstrak metanol tunikata *P. aurata*) diatas media padat agar yang telah ditanami mikroorganisme yang akan berdifusi pada media agar tersebut. Dimasukkan 0,1 ml inokulum ke dalam cawan petri, kemudian ditambahkan 20 ml media MHA yang telah dicairkan dihomogenkan dan dibiarkan sampai media memadat. Selanjutnya *blindisk* (diameter 6 mm) direndam ke dalam larutan uji dengan berbagai konsentrasi pada ekstrak, dikeringkan dan diletakkan di atas permukaan media agar. Kemudian diinkubasi pada suhu 36-37°C selama 18-24 jam. Selanjutnya diameter daerah hambat di sekitar *blindisk* diukur dengan menggunakan penggaris. Pengujian dilakukan sebanyak 2 kali (Ditjen POM, 2005).

### Analisis data

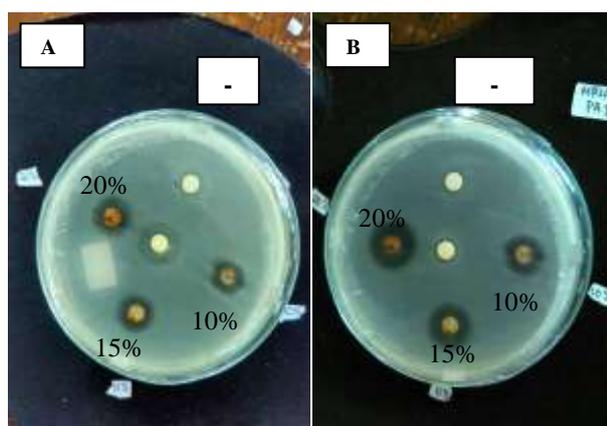
Data hasil uji daya hambat dalam berbagai macam konsentrasi ekstrak dianalisis secara deskriptif dan disajikan dalam bentuk tabel dan gambar.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji daya hambat dilakukan *P. aurata* menghasilkan senyawa yang dapat digunakan untuk menghambat pertumbuhan bakteri patogen MRSA. Hasil pengukuran diameter hambatan ekstrak tunikata selama 1x24 jam dan 2x24 jam pada Tabel 1 dan Gambar 1.

Tabel 1. Hasil pengukuran diameter hambatan ekstrak tunikata *P. aurata* terhadap MRSA dengan waktu inkubasi 1x24 jam dan 2x24 jam.

| Konsentrasi | Diameter Zona Hambat (mm) |          |
|-------------|---------------------------|----------|
|             | 1x24 jam                  | 2x24 jam |
| 10%         | 14,5                      | 15,5     |
| 15%         | 16                        | 18       |
| 20%         | 17                        | 19       |
| K (+)       | 8                         | 8        |
| K (-)       | 6                         | 6        |



Gambar 1. Diameter zona hambat ekstrak Tunikata *P. aurata* terhadap bakteri MRSA setelah masa inkubasi (A) 24 jam dan (B) 48 jam.

Hasil pengukuran uji daya hambat menunjukkan selama inkubasi 2x24 jam pada ketiga konsentrasi mengalami pertambahan zona hambat. Pada konsentrasi 20% memiliki zona hambat paling besar dengan masa inkubasi 1x24 jam dan 2x24 jam. Menurut Bhorgin (2014), besar kecilnya daerah hambatan dipengaruhi juga oleh laju pertumbuhan mikroorganisme, kemampuan dan laju difusi bahan aktif pada medium, kepekaan mikroorganisme terhadap zat aktif serta ketebalan dan viskositas medium. Suatu antibakteri dikatakan bersifat bakteriostatik jika antibakteri tersebut dapat menghambat pertumbuhan bakteri uji dan tidak mematikan bakteri uji sehingga dalam waktu 48 jam daerah hambatan kembali ditumbuhi bakteri tersebut. Antibakteri dikatakan bersifat bakterisida jika antibakteri tersebut dapat mematikan bakteri uji. Hasil pengukuran zona hambat menunjukkan bahwa pada konsentrasi 10%, 15% dan 20% senyawa ekstrak tunikata *P. aurata* bersifat efektif dalam menghambat aktivitas dan pertumbuhan bakteri MRSA. Hal ini terjadi karena adanya penambahan zona hambat pada inkubasi selama 2x24 jam. Selain itu Brown *et al.* (2005) menyatakan bahwa agen bakteriostatik seringkali hanya mampu menghambat sintesis protein dan bereaksi dengan cara terikat pada ribosom sel bakteri, sehingga jika konsentrasi antimikroba ini berkurang maka akan dikeluarkan dari ribosom dan pertumbuhan bakteri kembali berlangsung. Standar ukuran zona hambat suatu antimikroba adalah 14 mm.

Jika suatu zona hambat antimikroba mengalami penyusutan ukuran dari masa inkubasi sebelumnya maka antimikroba tersebut dikategorikan sebagai bakteriostatik atau antimikroba tersebut hanya mampu menghambat aktivitas atau pertumbuhan dari mikroba. Apabila zona hambat yang terbentuk dari suatu antimikroba mengalami penambahan ukuran di masa inkubasi selanjutnya, maka antimikroba tersebut bersifat bakteriosidal atau bersifat membunuh mikroba. Berdasarkan penelitian yang dilakukan membuktikan bahwa ekstrak tunikata *P. aurata* bersifat bakteriosida atau dapat membunuh pertumbuhan bakteri MRSA yang

dimana ukuran zona hambat bertambah saat inkubasi 2x24 jam dan melebihi standar ukuran zona hambat suatu antimikroba.

Zona hambat pada kontrol positif memiliki zona sebesar 8 mm. Berdasarkan uji kepekaan terhadap antibiotik digolongkan kedalam tiga kriteria sesuai dengan NCCLS (*National Committee for Clinical Laboratory Standards*), yaitu antibiotik beta-laktam dikatakan resisten (R) bila besarnya zona hambatan  $\leq 9$  mm. Hal ini membuktikan bahwa amoxicilin bersifat resisten terhadap bakteri MRSA.

*Methicillin Resistant Staphylococcus aureus* (MRSA) adalah bakteri resisten hampir terhadap banyak antibiotik terutama terhadap golongan betalaktam yang memiliki target terhadap dinding sel bakteri. Penggunaan antibiotik yang berlebihan akan menimbulkan kekebalan pada bakteri sehingga manfaat dari antibiotik menjadi berkurang. Salah satu cara untuk menghambat MRSA ini yaitu dengan menemukan inovasi baru yang memiliki kemampuan yang berbeda. Inilah yang menjadi tujuan dari dilakukannya penelitian ini. Dari hasil penelitian ini dapat menyampaikan informasi ke farmasis tentang kemampuan ekstrak Tunikata *P. aurata* dalam membunuh pertumbuhan bakteri MRSA. Penelitian yang telah dilakukan Pham *et al.* (2013) menunjukkan bahwa hasil ekstraksi tunikata *P. aurata* mengandung senyawa kimia berupa peptida dan golongan alkaloid yang bersifat sitotoksik dan memiliki kemampuan sebagai antibakteri terhadap beberapa bakteri patogen. *Alkaloid* memiliki kemampuan sebagai antibakteri. Mekanisme yang diduga adalah dengan cara mengganggu komponen penyusun peptidoglikan pada sel bakteri, sehingga lapisan dinding sel tidak terbentuk secara utuh dan menyebabkan kematian sel tersebut.

Tunikata merupakan hewan invertebrata yang berpotensi mengandung senyawa metabolit sekunder berupa alkaloid, flavonoid, dan steroid, serta beberapa senyawa-senyawa lain (Aulia, 2011). Senyawa flavonoid diduga mekanisme kerjanya mendenaturasi protein sel bakteri dan merusak membran sel tanpa dapat diperbaiki lagi.

Flavonoid juga bersifat lipofilik yang akan merusak membran mikroba. Di dalam flavonoid mengandung suatu senyawa fenol, dimana senyawa ini pada penelitian sebelumnya dapat mengganggu pertumbuhan bakteri *S. aureus*. Fenol merupakan suatu alkohol yang bersifat asam sehingga disebut juga asam karbolat. Fenol memiliki kemampuan untuk mendenaturasikan protein dan merusak membran sel. Kondisi asam oleh adanya fenol dapat berpengaruh terhadap pertumbuhan bakteri *S. aureus* (Rahayu, 2000).

## KESIMPULAN DAN SARAN

Tunikata *P. aurata* berpotensi sebagai antibakteri terhadap MRSA pada ketiga konsentrasi 10%, 15% dan 20% dan bersifat bakteriosidal. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengkarakterisasi bahan aktif dari tunikata *Polycarpa aurata*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agustino, L. 2008. Dasar-dasar Kebijakan Publik Cetakan kedua. Alfabeta. Bandung.
- Aulia, U. N. 2011. Eksplorasi Potensi dan Fungsi Senyawa Bioaktif Ascidian *Didemnum molle* Sebagai Antifouling. Skripsi. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Bhorgin, A. J. And K. Uma. 2014. Antimicrobial activity of Earthworm Powder (*Lampito mauritii*). Int Journal of Current Microbiology and Applied Science: ISSN: 2319-7706. 3 (1):437-443.
- Brown, D.F.J., D.I., Edwards, P.M., Hawkey, D., Morrison, G.L., Ridgway, K.J., Towner, M.W.D. Wren. 2005. Guidelines for the laboratory diagnosis and susceptibility testing of methicillin-resistant *S. Aureus* (MRSA). J Antimicrob Chemother. 56:1000–1018.
- Cragg, G. M. and D. J Newman. 2013. Natural products: A continuing source of novel drug leads. Biochim. Biophys. Acta 1830:3670-3695.
- Christine, G. 2015. Potensi Tunikata *Polycarpa aurata* Sebagai Sumber Inokulum Bakteri Endosimbion Penghasil Antibakteri.

- Skripsi. Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Erwin, P. M., M. C. Pineda, N. Webster, X. Truon, S. López-Legentil. 2014. Down under the tunic: bacterial biodiversity hotspots and widespread ammonia-oxidizing archaea in coral reef ascidians. *ISME J.* 8:575-588.
- Depkes R.I., 2008. Profil Kesehatan Indonesia. Jakarta.
- Huang, Y.C. 2007. Prevalence of Methicillin Resistant *S. aureus* nasal colonization among Taiwanese Children. *Journal Clin Microbiology.* 27:3992-5.
- Kristiana, R., D. Ayuningrum, M.A. Asagabaldan, H. Nuryadi, A. Sabdon, O.K. Radjasa, A. Trianto. 2017. Isolation And Partial Characterization Of Bacteria Activity Associated With *Gorgonian Euplexaura* sp. Against Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA). *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 55 (2017) 012056 doi:10.1088/1755-1315/55/1/012056
- Lambert, G. 2004. Relaxing, and Fixing Tunikata for Taxonomi. Departements edu. Washington.
- Litaay, M, G. Christine, R.G. B, Z.Dwyana. 2015. Bioaktivitas simbiosis tunikata *Polycarpa aurata* sebagai antimikroba. Prosiding Semnas PBI ke 23. Jayapura, September 2015.
- Mans, D.R.A. 2016. Exploring the global animal biodiversity in the search for new drugs - marine invertebrates. *J Transl Sci.* 2(3): 170-179. doi: 10.15761/JTS.1000136
- Pham, C. D., H., Weber, R., Hartmann, V., Wray, W., Lin, D., Lai, and P.
- Proksch. 2013. New Cytotoxic 1,2,4-Thiadiazole Alkaloids from the Tunikata *P. aurata*. *Org. Lett.* 15 (9):2230-2233. <http://www.pubfacts.com>.
- Rahayu, P. W. 2000. Aktivitas Antimikroba Bumbu Masakan Tradisional Hasil Olahan Industri Terhadap Bakteri Patogen dan Perusak. *Buletin Teknologi dan Industri Pangan.* Vol 11(2).
- Radjasa, O.K., Y.M. Vaske, G. Navarro, H.C. Vervoort, K. Tenney, R.G. Linington, P. Crews. 2011. Highlights of marine invertebrate-derived biosynthetic products: Their biomedical potential and possible production by microbial associates. *Bioorganic & Medicinal Chemistry* 19: 6658–6674
- Schmidt, E. W and M. S. Donia. 2010. Life in cellulose houses: Symbiotic bacterial biosynthesis of ascidian drugs and drug leads. *Curr. Opin. Biotechnol.* 21: 827-833.
- Thakur N.L. and W.E.G Muller. 2004. Biotechnological Potential of Marine Sponges. *Current Science.* 11:86.
- Utami, R. E. 2011. Antibiotika, Resistensi dan Rasionalitas Terapi. *Jurnal El-Hayah.* 1(4) : 191-198.
- Zainuddin E.N., R., Syamsuddin, H., Sunusi, Huyyirnah., Abustang, A. C. Malina dan A. Hidayani. 2010. Isolasi Senyawa Aktif Rumput Laut Asal perairan Sulawesi Selatan Sebagai Antibiotik melawan Bakteri Patogen Pada Ikan. *Penelitian Hibah Kompetitif Strategis Nasional.*

## Bioprospeksi Tabulotutu (*Euphorbia hirta* L) di Gorontalo

Novri Youla Kandowangko

Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,  
Universitas Negeri Gorontalo  
Email : novrikandowangko@ung.ac.id

### ABSTRAK

Salah satu jenis tumbuhan obat adalah Tabulotutu (*Euphorbia hirta* L). Tumbuhan ini merupakan gulma dan terdapat di tempat terbuka di sekitar pantai, padang rumput, pinggir jalan atau kebun. Tujuan penelitian ini adalah pengembangan potensi tumbuhan obat Tabulotutu sebagai upaya peningkatan derajat kesehatan masyarakat. Metode yang digunakan adalah survey eksplorasi pengobat tradisional dan Participatory Rural Appraisal yaitu proses pengkajian yang berorientasi pada keterlibatan dan peran masyarakat secara aktif dalam penelitian. Keterlibatan masyarakat diperoleh melalui wawancara dengan teknik wawancara semi struktural yang berpedoman pada daftar pertanyaan seperti: nama lokal tanaman, bagian yang dimanfaatkan, manfaatnya, cara pemanfaatannya, status tanaman (liar/budidaya) dan lainnya. Selanjutnya observasi langsung untuk memastikan jenis tumbuhan Tabulotutu dan cara pemanfaatannya. Data dianalisis secara deskriptif dengan dua bentuk pendekatan, yaitu pendekatan antropologi medikal dan pendekatan etnobotani medical obat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tumbuhan Tabulotutu telah dimanfaatkan oleh masyarakat Gorontalo sebagai ramuan obat untuk mengobati penyakit Asma, radang tenggorokan, mata merah, katarak, usus buntu, sakit pinggang, kencing darah, batuk. Cara pemanfaatannya: direbus (53,85%), ditetes (38,46%), diseduh (7,69%). Bagian tumbuhan yang dimanfaatkan: Daun (38,46%), Getah (38,46%), Akar (7,69%), Batang dan Daun (7,69%), dan semua bagian tumbuhan (7,69%). Tumbuhan Tabulotutu ini dapat dimanfaatkan dalam bentuk herba segar (84,62%) dan herba kering (15,38%). Bentuk pemanfaatannya dapat berbentuk tunggal (76,92%) dan ramuan (23,08%). Tabulotutu termasuk tumbuhan C4 yang dapat menyebar dengan biji dan memiliki peluang untuk dibudidayakan.

**Kata kunci:** Etnobotani, *Euphorbia hirta*, L, tumbuhan obat

### PENDAHULUAN

Tumbuhan *Euphorbia hirta* L. (*E.hirta*) dikenal sebagai gulma pantropis, yang termasuk family Euphorbiaceae dan telah digunakan dalam pengobatan penyakit Asma, diare, infeksi ginjal di Turgo, Yogyakarta, Indonesia (Nahdi, Nugraheni, Martiwi, & Arsyah, 2016). Ekstrak daun metanol *E. hirta* berpotensi untuk digunakan sebagai pendekatan ramah lingkungan yang ideal untuk pengendalian vektor malaria (Panneerselvam, Murugan, Kovendan, Kumar, & Subramaniam, 2013). Tujuan penelitian ini adalah pengembangan potensi tumbuhan obat Tabulotutu sebagai upaya peningkatan derajat kesehatan masyarakat.

### BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di kecamatan Asparaga, Kabupaten Gorontalo, Kecamatan Anggrek Kabupaten Gorontalo Utara, dan Kecamatan Tapa Kabupaten Bone Bolango Provinsi Gorontalo dengan menggunakan metode survey. Data dan informasi tentang penggunaan tumbuhan *Tabulotutu* dilakukan dengan cara wawancara dan observasi langsung di lapangan. Wawancara dilakukan dengan sumber utama penyembuh tradisional (dukun) dan penduduk lokal yang mengetahui atau menggunakan tanaman di sekitarnya untuk mengobati penyakit. Data yang dikumpulkan adalah nama local tumbuhan, tempat tumbuh, bagian tumbuhan yang digunakan, metode/cara pemanfaatan dan kegunaan dari tumbuhan obat tersebut. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah: perekam,

kamera digital, notebook, pulpen, gunting, kantung plastik dan kuesioner. Bahan yang digunakan adalah semua tanaman *tabulotutu* yang ditemukan di lokasi penelitian. Tanaman diidentifikasi menggunakan Steenis (1972) dan Backer (1973).

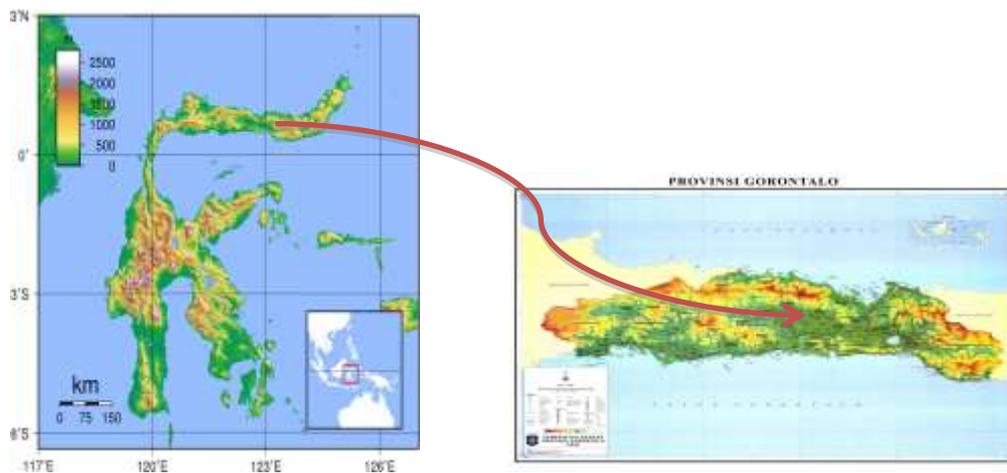
### Lokasi Penelitian

Lokasi pelaksanaan penelitian di kecamatan Asparaga, Kabupaten Gorontalo terletak pada posisi di antara 00.24" - 10.02 LU dan 121<sup>2</sup>.59" - 123<sup>o</sup>.32 BT dan di Kecamatan Anggrek Kabupaten Gorontalo Utara terletak pada posisi Gografis pada 0<sup>o</sup>30' - 1<sup>o</sup> 02' LU dan 121<sup>o</sup> 59' - 123<sup>o</sup> 02' BT, serta di Kecamatan Tapa, Kabupaten Bone Bolango. Lokasi pelaksanaan penelitian seperti tampak pada Gambar 1.

Kingdom : Plantae, Angiospermae, Eudikotil, Kelas: Rosidae, Ordo : Malpighiales, Family Euphorbiaceae, Genus Euphorbia, Species *Euphorbia hirta* L.

### HASIL PENELITIAN

Tumbuhan *Tabulotutu* memiliki banyak nama daerah/local. Data nama lokal tumbuhan *Euphorbia hirta* L. di Indonesia tertera pada Tabel 1. Tumbuhan *Tabulotutu* banyak ditemukan di tanah yang kosong dan di pinggir jalan. Data pemanfaatan tumbuhan *Tabulotutu* sebagai obat, tertera pada Tabel 2.



Gambar 1. Lokasi penelitian di kabupaten Gorontalo dan Kabupaten Gorontalo utara.



Gambar 2. Tumbuhan *Tabulotutu* (*Euphorbia hirta* L)

**Tabel 1. Nama local Tumbuhan *Euphorbia hirta* L.**

| No. | Nama Daerah                             | Bahasa daerah           | Referensi                                 |
|-----|---|-------------------------|---|
| 1   | Talulobutu                              | Gorontalo               |   |
| 2   | Duku Tinta                              | Sangihe, Sulawesi Utara | (Kinho et al., 2011)                      |
| 3   | Rumput dukun anak merah                 | Ratahan, Sulawesi utara | (Kinho et al., 2011)                      |
| 4   | Patikan kebo, patikan jawa, Kukon-kukon | Bahasa Jawa             | Hariana, 2009                             |
| 5   | Gendong anak, gelang susu               | Jakarta                 | Hariana, 2009                             |
| 6   | Nanangkaan                              | Sunda                   | Hariana, 2009                             |
| 7   | Suma ibi                                | Maluku                  | Hariana, 2009                             |
|     | sosononga                               | Halmahera               |   |
|     | Isu gibi                                | Tidore                  |   |
| 8   | Kapati-pati                             | Muna, Sulawesi Tenggara | (Windadri, F.I.; M. Rahayu, T. Uji, 2006) |

**Tabel 2. Data pemanfaatan Tumbuhan *Tabulotutu* sebagai obat di masyarakat Gorontalo**

| No | Bagian tumbuhan yang digunakan | Cara pemanfaatannya   | Penyakit yang diobati | Keterangan   |
|----|--------------------------------|---|-----------------------|--|
| 1  | Batang dan Daun                | Bagian tumbuhan yang digunakan adalah daun dan batang, daun sebanyak 10 helai dan batang sebanyak 5 potong batang dicuci kemudian direbus dengan air sebanyak 2 gelas, dibiarkan mendidih hingga tersisa 1 gelas air rebusan lalu diminum. Dosis pemakaiannya 1 x sehari sampai sembuh. | obat sakit pinggang   | Nama Batra : Samsudin, Desa Iloheluma Kecamatan Anggrek, Kabupaten Gorontalo utara |
| 2  | Getah                          | Getah tumbuhan diteteskan pada mata yang merah. Dosis pemakaiannya 2 x sehari sampai sembuh   | mata merah            | Nama Batra : Samsudin, Desa Iloheluma Kec. Anggrek Kabupaten Gorontalo utara       |
| 3  | Getah                          | Getah tumbuhan diteteskan pada mata katarak. Dosis pemakaiannya 2 x sehari sampai sembuh  | katarak               | Nama Batra : Samsudin, Desa Iloheluma Kec. Anggrek Kabupaten Gorontalo utara       |
| 4  | Semua bagian tumbuhan          | Semua bagian tumbuhan dicuci kemudian direbus dengan air sebanyak 2 gelas, dibiarkan mendidih hingga tersisa 1 gelas air rebusan  | usus buntu            | Nama Batra : Jaliha Patila, Desa Tolango Kec. Asparaga Kabupaten Boalemo           |

|    |                        |  |                      |  |
|----|------------------------|--|----------------------|--|
|    |                        | kemudian tambahkan perasan rimpang kunyit sebanyak 5 mL lalu diminum. Dosis pemakaiannya 1 x sehari sampai sembuh.   |                      |  |
| 5  | Daun                   | 10 helai daun dicuci bersih dan direbus. Air rebusan diminum 2 x sehari sampai sembuh  | Radang Tenggorokan   | Batra : Abu Yunu, Suku Polahi Kecamatan Asparaga Kabupaten Boalemo           |
| 6  | Getah                  | Getah batang yang masih muda, diteteskan pada mata yang sakit  | Gangguan penglihatan | Batra : Abu Yunu, Suku Polahi Kecamatan Asparaga, Kabupaten Boalemo          |
| 7  | Akar                   | Akar tumbuhan dicuci bersih dan direbus. Air rebusan diminum 2 x sehari sampai sembuh  | Asma                 | Batra : Yunus Nani, Suku Polahi Kecamatan Asparaga, Kabupaten Boalemo        |
| 8  | Daun yang sudah kering | daun yang sudah dikeringkan, direbus dengan 2 gelas air sampai mendidih, kemudian disaring setelah itu airnya diminum  | Asma                 | Desa Dunggala, Kecamatan Tapa, Kabupaten Bone Bolango                        |
| 9  | Daun                   | Daun diseduh dengan air panas secukupnya, disaring dan digunakan untuk air kumur   | Radang tenggorokan   | Desa Dunggala, Kecamatan Tapa, Kabupaten Bone Bolango                        |
| 10 | Daun                   | 5 helai daun ditambah dengan 1 potong gula merah, direbus bersama-sama dengan 3 gelas air sampai mendidih. Disaring dan diminum 2 kali sehari.                                       | Kencing darah        | Desa Dunggala, Kecamatan Tapa, Kabupaten Bone Bolango                        |
| 11 | Getah Batang muda      | Getah batang muda ditambahkan air dan ditetesi pada mata merah   | Mata merah           | Batra : Rosmin Polapa Desa Hunggaluwa Kecamatan Limboto, Kabupaten Gorontalo |
| 12 | Daun                   | 11 helai daun yang sudah dikeringkan, direbus dengan 2 gelas air sampai mendidih, kemudian disaring setelah itu airnya diminum   | Asma                 | Desa Modelidu Kecamatan Telaga Biru, Kabupaten Gorontalo                     |
| 13 | Daun                   | Daun sebanyak 10 helai dicuci bersih dan direbus. Selanjutnya campurkan dengan gula merah secukupnya. Air rebusan yang telah dicampur gula merah diminum 3 kali sehari sampai sembuh | Batuk                | Masyarakat Suwawa Tengah, Kecamatan Suwawa, Kabupaten Bone bolango           |

**Tabel 3. Cara pemanfaatan tumbuhan *Tabulotutu* sebagai obat pada masyarakat Gorontalo**

| Cara pemanfaatan |         | Bentuk Obat |         | Kondisi Tumbuhan |         |
|------------------|---------|-------------|---------|------------------|---------|
| Direbus          | 53,85 % | Ramuan      | 23,08 % | Kering           | 15,38 % |
| Ditetes          | 38,46 % | Tunggal     | 76,92 % | Segar (basah)    | 84,62 % |
| Diseduh          | 7,69 %  |             |         |                  |         |

**PEMBAHASAN**

Berdasarkan data yang tertera pada Tabel 2, tumbuhan *Tabulotutu* telah dimanfaatkan oleh masyarakat Gorontalo sebagai obat mata merah, katarak, sakit pinggang, radang tenggorokan, usus buntu, asma, kecing darah dan batuk. Pemanfaatan tumbuhan sebagai obat asma, ternyata sama dengan yang dilakukan oleh masyarakat di dusun Turgo, Yogyakarta (Nahdi et al., 2016). Hal yang berbeda terletak pada bagian tumbuhan yang dimanfaatkan sebagai obat asma. Untuk masyarakat Gorontalo, bagian tumbuhan yang dimanfaatkan adalah bagian tumbuhan secara terpisah, yaitu bagian akar dan bagian daun, baik daun yang sudah kering maupun daun yang masih segar. Sebaliknya pada

masyarakat Turgo Yogyakarta, bagian tumbuhan yang dimanfaatkan adalah seluruh bagian tumbuhan. Selanjutnya untuk pemanfaatan tumbuhan sebagai obat bagi penyakit infeksi saluran kencing / kencing berdarah, mirip dengan yang dilakukan oleh masyarakat Sulawesi Utara yaitu sebagai obat untuk melancarkan kencing (Kinho et al., 2011). Selanjutnya berdasarkan pada bagian tumbuhan yang dimanfaatkan sebagai obat, diperoleh hasil sebagai berikut: batang dan daun (7,69%), akar (38,46%), daun (38,46%), getah (38,46%) dan semua bagian tumbuhan (7,69%). Hasil penelitian ini juga sama ditemukan di daerah lain di Indonesia, seperti yang tertera pada Tabel 4.

Tabel 4. Data pemanfaatan Tumbuhan *Euphorbia hirta* L. sebagai obat di daerah lain

| No | Bagian tumbuhan yang digunakan         | Cara pemanfaatannya  | Penyakit yang diobati                            | Referensi                                 |
|----|--|--|--|---|
| 1  | Daun dan akar                          | Cara meramunya ambil bagian daun dan akar kemudian direbus dan airnya diminum.   | obat sarampah                                    | (Kinho et al., 2011)                      |
| 2  | Semua bagian tumbuhan                  | Semua bagian tumbuhan direbus dengan air dan minum air rebusannya.   | Untuk memulihkan stamina wanita pasca melahirkan | (Kinho et al., 2011)                      |
| 3  | Semua bagian tumbuhan                  | Cuci bersih 1 gengam tumbuhan kering, kemudian direbus dengan 2 – 3 gelas air. Saring air rebusannya, kemudian diminum 2 x sehari, masing-masing ½ gelas | Abses paru dan bronkhitis kronis                 | (Kinho et al., 2011)                      |
| 4  | Semua bagian tumbuhan yang masih segar | Herba segar sebanyak 30 – 60 g direbus dengan 3 gelas air sampai tersisa 1 gelas. Selanjutnya diminum pada pagi dan sore hari, masing-masing ½ gelas     | Melancarkan kencing                              | (Kinho et al., 2011)                      |
| 5  | Semua bagian tumbuhan yang masih segar | Semua bagian tumbuhan yang masih segar sebanyak 30 – 150 g, direbus dengan air secukupnya. Kemudian minum air rebusannya 3 kali sehari                   | <i>Thypus abdominalis</i>                        | Hariana, 2009                             |
| 6  | Getah                                  | diolskan   | Mematangkan bisul                                | (Windadri, F.I.; M. Rahayu, T. Uji, 2006) |
| 7  | Semua bagian tumbuhan                  | direbus  | Asthma, diarrhea, infeksi ginjal                 | (Nahdi et al., 2016)                      |

Berdasarkan hasil penelitian aktivitas antimikroba dan sitotoksik berbagai ekstrak *Euphorbia hirta* L. dari Malaysia diperoleh hasil bahwa ekstrak etanol menghasilkan aktivitas

antimikroba terkuat melawan *Salmonella typhi* dengan nilai MIC 0,031mg / ml. Ekstrak diklorometan dan etil asetat menunjukkan aktivitas sedang dengan nilai MIC berkisar antara

1 - 0.5 mg/ml. Menariknya, semua ekstrak tersebut tidak menunjukkan efek sitotoksik terhadap sel Vero (Perumal, Mahmud, Pillai, Lee, & Ramanathan, 2012). Selanjutnya, berdasarkan hasil penelitian yang dilaporkan ternyata dalam *Euphorbia hirta* terkandung jamur yang diidentifikasi sebagai *Achaetomium* sp. Isolat jamur dari *E. hirta* ini dapat menghasilkan metabolit sekunder dengan kandungan fenolat tinggi termasuk flavonoid dan tanin yang berkontribusi terhadap potensi biologis yang signifikan. Ekstrak etil asetat dari fenolat *Achaetomium* sp., mengandung antibakteri, antioksidan, potensi hepatoprotektif yang dapat berfungsi sebagai sumber daya substansial berkelanjutan untuk metabolit sekunder baru (Uma Anitha & Mythili, 2017).

*Euphorbia hirta* sering digunakan secara tradisional untuk gangguan wanita, penyakit pernafasan (batuk, coryza, bronkitis, dan asma), infestasi cacing pada anak-anak, disentri, sakit kuning, jerawat, gonore, masalah pencernaan, dan tumor. Hal ini dilaporkan mengandung alkana, triterpen, fitosterol, tanin, polifenol, dan flavanoid (Kumar, Malhotra, & Kumar, 2010). Tumbuhan *Euphorbia hirta* L., mengandung tiga puluh satu senyawa, termasuk empat belas triterpenoid, tujuh kumarin, empat lignan, dan enam diterpenes (Li et al., 2015)

### **Peluang budidaya Tumbuhan *Euphorbia hirta* L.**

Tumbuhan *Euphorbia hirta* L. merupakan jenis tumbuhan liar yang berasal dari India dan Australia dan sekarang tersebar di daerah tropis. Tumbuhan ini merupakan gulma dan terdapat di tempat terbuka di sekitar pantai, padang rumput, pinggir jalan atau kebun. Terna tegak atau sedikit berbaring tinggi tumbuhan hanya 10-20 cm, batang berukuran 0.4 cm dan lunak, beruas, berambut, berwarna ungu atau merah kecoklatan dan mengeluarkan getah putih jika dipatahkan. Daun tunggal, bertangkai pendek dan letaknya berhadapan. Helaihan daun berbentuk jorong, ujung tumpul, pangkal runcing, tepi bergerigi, berambut jarang, warna hijau kadang-kadang terdapat bercak berwarna ungu,

permukaan bawah warna lebih pucat, panjang 5-50 mm, lebar 25 mm. bunga majemuk berbentuk bola dengan garis tengah sekitar 1 cm, keluar dari ketiak daun, berwarna hijau pucat atau merah kecoklatan. Buah kotak dan berwarna hijau kemerahan. Biji sangat kecil berwarna cokelat dan berambut (Dalimartha, 2008)

Menurut Sauerborn et al., (1988), *E. hirta* disebarkan dengan biji, dan merupakan spesies tumbuhan C4. Untuk perkecambahan, tumbuhan ini membutuhkan suhu yang lebih rendah yaitu 10-20 °C. Suhu maksimum adalah 40 °C. Suhu perkecambahan optimum adalah 15 - 40 °C. Tumbuhan ini membutuhkan cahaya untuk perkecambahan, dan tidak mampu berkecambah saat terkubur di bawah permukaan tanah. Perkecambahan menurun dengan menurunnya potensi osmotik. Biji *E. hirta* tidak dapat berkecambah pada suhu -10,3 bar.

Hal yang menarik dan membutuhkan perhatian dalam budidaya *Euphorbia hirta* adalah tumbuhan ini tidak mampu berkecambah saat terkubur di bawah permukaan tanah. Kenyataan ini berbeda dengan teknik budidaya tanaman pada umumnya, di mana biji harus ditanamkan ke dalam tanah.

### **KESIMPULAN**

Dari kajian di atas terdapat peluang untuk membudidayakan *Euphorbia hirta* L. di Indonesia, karena manfaat tumbuhan ini sebagai obat sangat besar.

### **UCAPAN TERIMA KASIH**

Terima kasih dan apresiasi yang besar diberikan kepada pengobat tradisional yang telah memberikan informasi tentang tumbuhan obat *Tabulotutu* ini, yaitu *Samsudin, Jaliha Patila, Abu Yunu, Yunus Nani, dan Rosmin Nani*, serta pengobat lainnya yang tidak ingin disebutkan

namanya. Kami juga menghargai Herlina Pomanto, Melda Wahid dan Siti Ramla Kahar atas bantuan penyelesaian penelitian dan penulisan artikel ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Hong, L., Guo, Z., Huang, K., Wei, S., Liu, B., Meng, S., & Long, C. (2015). Ethnobotanical study on medicinal plants used by Maonan people in China. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 11(1). <http://doi.org/10.1186/s13002-015-0019-1>
- Kinho, J., Irawati, D., Arini, D. W. I., Tappa, S., Kama, H., Kafiar, Y., Karundeng, M. C. (2011). *TUMBUHAN OBAT TRADISIONAL DI SULAWESI UTARA*.
- Kumar, S., Malhotra, R., & Kumar, D. (2010). Euphorbia hirta: Its chemistry, traditional and medicinal uses, and pharmacological activities. *Pharmacognosy Reviews*. <http://doi.org/10.4103/0973-7847.65327>
- Li, E.-T., Liu, K.-H., Zang, M.-H., Zhang, X.-L., Jiang, H.-Q., Zhou, H.-L., ... Wu, Y. (2015). Chemical constituents from Euphorbia hirta. *Biochemical Systematics and Ecology*, 62, 204–207. <http://doi.org/10.1016/j.bse.2015.09.007>
- Nahdi, M. S., Nugraheni, I. K. A., Martiwi, A. R. I., & Arsyah, D. C. (2016). The ethnobotany of medicinal plants in supporting the family health in Turgo, Yogyakarta, Indonesia. *Biodiversitas*, 17(2), 900–906. <http://doi.org/10.13057/biodiv/d170268>
- Panneerselvam, C., Murugan, K., Kovendan, K., Kumar, P. M., & Subramaniam, J. (2013). Mosquito larvicidal and pupicidal activity of Euphorbia hirta Linn. (Family: Euphorbiaceae) and Bacillus sphaericus against Anopheles stephensi Liston. (Diptera: Culicidae). *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 6(2), 102–109. [http://doi.org/10.1016/S1995-7645\(13\)60003-6](http://doi.org/10.1016/S1995-7645(13)60003-6)
- Perumal, S., Mahmud, R., Pillai, S., Lee, W. C., & Ramanathan, S. (2012). Antimicrobial Activity and Cytotoxicity Evaluation of Euphorbia hirta (L.) Extracts from Malaysia. *APCBEE Procedia*, 2, 80–85. <http://doi.org/10.1016/j.apcbee.2012.06.015>
- Uma Anitha, K. P. G., & Mythili, S. (2017). Antioxidant and hepatoprotective potentials of novel endophytic fungus Achaetomium sp., from Euphorbia hirta. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 10(6), 588–593. <http://doi.org/10.1016/j.apjtm.2017.06.008>
- Windadri, F.I.; M. Rahayu, T. Uji, H. R. (2006). Pemanfaatan Tumbuhan sebagai Bahan Obat oleh Masyarakat Lokal Suku Muna di Kecamatan Wakarumba, Kabupaten Muna, Sulawesi Utara. *Biodiversitas*, 7, 333–339.
- Sauerborn E, Sauerborn J, 1984. Plants of Cropland in Western Samoa with Special Reference to Taro. PLITS 2(4). Universitat Hohenheim, Stuttgart, Germany: Institut für Pflanzenproduktion in den Tropen und Subtropen.
- Hariana, A. 2009. Tumbuhan Obat dan Khasiatnya Seri 3. Cet.5. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Dalimartha, S. 2008. Atlas tumbuhan obat jilid 6. Pustaka Bunda, Grup Puspa Swara, Anggota IKAPI. Jakarta.
- Sauerborn J, Koch W, Krage J, 1988. On the influence of light, temperature, depth of burial and water stress on the germination of selected weed species. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, Sonderheft, 11:47-53.

## **Amplifikasi dan Sekuensing Gen RV 1980C *Mycobacterium tuberculosis* sebagai Antigen Immunodiagnostik Tuberkulosis Laten**

**Rosana Agus**

Departemen Biologi Fakultas MIPA UNHAS

E mail : rosanagus65@gmail.com

### **ABSTRAK**

Tantangan utama dalam pengendalian TB adalah mendiagnosis secara cepat dan tepat penyakit TB khususnya TB laten. Deteksi TB laten tidak memiliki standar baku, namun saat ini dilakukan dengan uji *tuberculin skin test* (TST). Adanya keterbatasan dari uji TST, maka saat ini penelitian diarahkan untuk memperoleh antigen spesifik sebagai imunodiagnostik. Diantaranya adalah protein MPT 64 yang dikode oleh Rv 1980c. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengamplifikasi dan mengurutkan gen Rv 1980c sebagai antigen imunodiagnostik TB laten. Metode yang digunakan adalah mengisolasi DNA kromosom, mengamplifikasi gen Rv 1980c (MPT 64) dengan PCR dan sekuensing. Hasil yang diperoleh adalah produk PCR gen Rv 1980c berukuran 671 bp dengan homologi 100 %. Jadi gen Rv 1980c yang mengkode protein MPT 64 berpotensi sebagai antigen imunodiagnostik TB laten.

**Kata kunci :** *MPT 64, TST, PCR*

### **PENDAHULUAN**

Pada tahun 2015 diperkirakan terdapat 10,4 juta penderita TB baru diseluruh dunia, dimana penderita pria 5,9 juta (56%), wanita 3,5 juta (34%) dan anak-anak 1,0 juta (10%). Diketahui terdapat 6 negara yang menambah 60% kasus TB baru di dunia yaitu India, Indonesia, China, Nigeria, Pakistan dan Afrika Selatan (WHO,2016). Umumnya sebagian besar masyarakat di Indonesia telah mendapatkan vaksin BCG ketika usia balita. Namun efektivitas vaksin ini tidak bertahan hingga dewasa, sehingga diduga bahwa setiap orang dapat terinfeksi oleh *M. tuberculosis* yang bersifat laten. Infeksi TB laten berpotensi menjadi TB aktif setiap saat, dan orang dengan TB aktif dapat menjadi sumber infeksi baru.

Infeksi tuberkulosis laten adalah terdapatnya *M.tuberculosis* pada tubuh tanpa tanda dan gejala atau bukti radiografi atau pemeriksaan bakteriologis. Diperkirakan hingga 13 juta orang di Amerika Serikat adalah TB laten. Sekitar 5-10% orang yang terinfeksi akan menderita TB jika tidak diobati. Hal ini setara dengan 650.000 sampai 1.300.000 orang akan mengembangkan penyakit TB (CDC, 2013).

Deteksi infeksi TB laten tidak memiliki standar baku, namun saat ini dilakukan dengan uji *tuberculin skin test* (TST). Prinsip uji tuberkulin adalah timbulnya hipersensitivitas pada seseorang yang terinfeksi *M. tuberculosis* terhadap komponen tuberkulin dari bakteri tersebut yaitu *purified protein derivative* (PPD). PPD mengandung lebih dari 200 antigen mikobakterium yang berbeda, yang banyak ditemukan pada mikobakterium termasuk galur vaksin *M. bovis* BCG (Menzies *et al.*, 2007).

Beberapa kelemahan TST antara lain tidak dapat membedakan antara penderita TB aktif dan laten. Uji ini akan positif pada orang yang divaksin BCG dan yang kontak dengan mikobakterium lain (Pai *et al.*, 2015). Oleh karena itu spesifisitas PPD dipertanyakan terutama pada daerah endemis seperti Indonesia.

Adanya keterbatasan dari uji TST, maka saat ini penelitian diarahkan untuk menemukan antigen spesifik yang akan digunakan sebagai imunodiagnostik. Terutama ketersediaan reagen diagnostik TB yang dapat mengidentifikasi individu terinfeksi baru dan laten dengan resiko tinggi untuk berkembang menjadi tuberkulosis aktif.

Beberapa protein rekombinan yang peneliti telah peroleh adalah ESAT-6, 38 kDa dan MPT 64 untuk diagnostik TB. Protein MPT 64 berada pada daerah RD2 dan menunjukkan antigen yang imunodominan pada studi imunoreaktivitas berbagai hewan uji (Kalra *et al.*, 2010). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa MPT 64 merupakan salah satu antigen terbaik dari RD 2 yang menunjukkan reaksi hipersensitivitas yang kuat dan dapat memicu IFN- $\gamma$  pada pasien TB dan kontak. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengamplifikasi dan mengurutkan sekuens MPT 64 *Mycobacterium tuberculosis* sebagai antigen imunodiagnostik TB laten

## BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah isolat klinis dari *M.tuberculosis* yang dikultur dalam medium Lowestein Jensen, kit ekstraksi DNA kromosom, primer, agarosa, PCR Mix, buffer TE, buffer TAE, etidium bromide.

Tahapan penelitian dilakukan sebagai berikut:

### 1. Isolasi DNA kromosom *M.tuberculosis*

Isolasi DNA kromosom *Mycobacterium tuberculosis* dilakukan dengan metode Boom. Ke dalam 100  $\mu$ l sampel ditambahkan 900  $\mu$ l buffer lisis L6, sentrifugasi 12.000 rpm selama 10 menit. Selanjutnya supernatan ditambahkan dengan 20  $\mu$ l celite, sentrifugasi 15 detik. Endapan dicuci dengan 1 ml buffer L2 sebanyak dua kali. Kemudian dicuci dengan 1 ml etanol 70%, dan 1 ml aseton masing-masing dua kali. Endapan dilarutkan dengan menambahkan buffer TE.

### 3. Amplifikasi gen Rv 1980c pengkode MPT 64

Amplifikasi fusi gen MPT 64 dilakukan dengan PCR menggunakan primer spesifik. Urutan primer yang digunakan dalam penelitian ini menurut Fu et al, 2009, adalah sebagai berikut :

MPT 64 F :

GGTGGCGGTGGAAGCGGCGGTGGCGGAA  
GCGGCGGTGGCGGCAGCGGCCCAAGAC  
CACTGCGAGGAG dan MPT 64 R :  
GAAAGCTTCTAGGCCAGCATCGAGTCGAT  
CGC

Kondisi PCR untuk amplifikasi adalah pra denaturasi 94<sup>o</sup>C 5 menit, denaturasi 94<sup>o</sup>C 1 menit, annealing 60<sup>o</sup>C 1 menit dan elongasi 72<sup>o</sup>C 45 detik Pemanjangan fragmen DNA akhir 720C selama 5 menit dan dilakukan 30 siklus.

### 3. Sekuensing

Sekuensing dilakukan untuk mengurutkan urutan nukleotida Rv 1980c dan dianalisa homologinya dengan BLAST

## HASIL

#### 1. Isolasi DNA kromosom *M.tuberculosis*

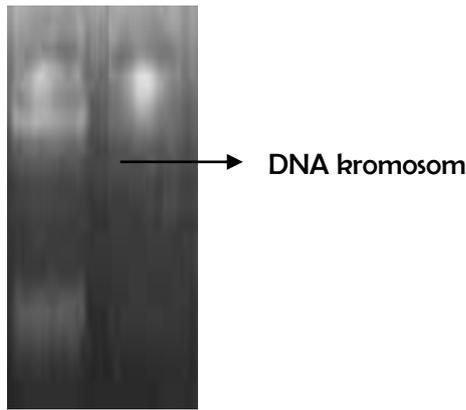
Hasil isolasi DNA kromosom *M.tuberculosis* dengan metode Boom dapat dilihat pada gambar 1

#### 2. Amplifikasi gen Rv 1980c *M.tuberculosis*

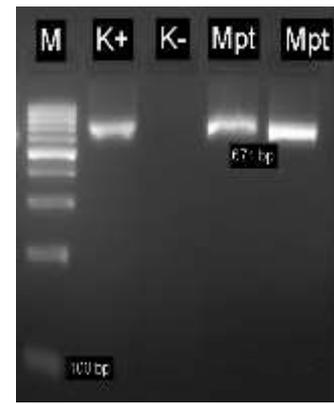
Hasil amplifikasi gen Rv 1980c dengan PCR menggunakan primer spesifik diperoleh hasil seperti pada gambar 2.

#### 3. Sekuensing Rv 1980c

Sekuensing gen Rv 1980c dan analisa BLAST dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 1. DNA kromosom *M.tuberculosis*



Gambar 2. Amplifikasi gen Rv 1980c

|       | <b>Score</b>   | <b>Expect</b> | <b>Identities</b>  | <b>Gaps</b> | <b>Strand</b> |     |
|-------|----------------|---------------|--|-------------|---------------|-----|
|       | 1269 bits(687) | 0.0           | 687/687(100%)  | 0/687(0%)   | Plus/Plus     |     |
| Query | 1              |               | CTAGGCCAGCATCGAGTCGATCGCGGAACGTGGGACCAATACCTGGGTTGGGCCGGCTGC   |             |               | 60  |
| Sbjct | 1              |               | CTAGGCCAGCATCGAGTCGATCGCGGAACGTGGGACCAATACCTGGGTTGGGCCGGCTGC   |             |               | 60  |
| Query | 61             |               | TTCGGGCAGCAACTCCCCGGGTTGAAGAAGAAAATCACCCCGTCGTTCTGTGACTGCGAA   |             |               | 120 |
| Sbjct | 61             |               | TTCGGGCAGCAACTCCCCGGGTTGAAGAAGAAAATCACCCCGTCGTTCTGTGACTGCGAA   |             |               | 120 |
| Query | 121            |               | GTTCTGATAAATTCACCGGGTCCAAGCCGGCATTTCGGCGCTATCGATACTGTTGTCCGGT  |             |               | 180 |
| Sbjct | 121            |               | GTTCTGATAAATTCACCGGGTCCAAGCCGGCATTTCGGCGCTATCGATACTGTTGTCCGGT  |             |               | 180 |
| Query | 181            |               | CTGCTTGCTCAGTTCACCTTGCACAATGGGGAAGACGACTGGCAGCGGATCGGTGTCAGC   |             |               | 240 |
| Sbjct | 181            |               | CTGCTTGCTCAGTTCACCTTGCACAATGGGGAAGACGACTGGCAGCGGATCGGTGTCAGC   |             |               | 240 |
| Query | 241            |               | CTGCCACAGCGTGTTCATAGGTGATTGGCTTGCATAGGCCTGGTCCCAATCGAAGGCCTT   |             |               | 300 |
| Sbjct | 241            |               | CTGCCACAGCGTGTTCATAGGTGATTGGCTTGCATAGGCCTGGTCCCAATCGAAGGCCTT   |             |               | 300 |
| Query | 301            |               | GTACGTGGTCGTTGGGTGCGTGCCGCCGGCGTTCTGGTAGACCTTGTGAGCACCACGGCCTG |             |               | 360 |
| Sbjct | 301            |               | GTACGTGGTCGTTGGGTGCGTGCCGCCGGCGTTCTGGTAGACCTTGTGAGCACCACGGCCTG |             |               | 360 |
| Query | 361            |               | CGTACCACGCGGCGGTATCGCGGACTGGTATGTGGCCGAGGTGATATTCAATTCGTAGGG   |             |               | 420 |
| Sbjct | 361            |               | CGTACCACGCGGCGGTATCGCGGACTGGTATGTGGCCGAGGTGATATTCAATTCGTAGGG   |             |               | 420 |
| Query | 421            |               | GGCTTCGCGTGGAGTGGACGATGTGGCCGCGCTGAGGAACTTGTTCGCGCTCTGGGCGAT   |             |               | 480 |
| Sbjct | 421            |               | GGCTTCGCGTGGAGTGGACGATGTGGCCGCGCTGAGGAACTTGTTCGCGCTCTGGGCGAT   |             |               | 480 |
| Query | 481            |               | GTAATTTTCCAGCGACTTCTGGTTCGGGGTAGTAACTGGGCAGGCTGATGTTGATGTTGTA  |             |               | 540 |
| Sbjct | 481            |               | GTAATTTTCCAGCGACTTCTGGTTCGGGGTAGTAACTGGGCAGGCTGATGTTGATGTTGTA  |             |               | 540 |
| Query | 541            |               | GGCCGGGTCGGACATTTGAATCTGGCACGCCTGGCCGGTATCGGTGCCTTTCAACTCCTC   |             |               | 600 |
| Sbjct | 541            |               | GGCCGGGTCGGACATTTGAATCTGGCACGCCTGGCCGGTATCGGTGCCTTTCAACTCCTC   |             |               | 600 |
| Query | 601            |               | GCAGTAGGTCTTGGGCGCGGCCGTGGCCACACCCGAACAACAGAGCAAAAACGACAGCCGT  |             |               | 660 |
| Sbjct | 601            |               | GCAGTAGGTCTTGGGCGCGGCCGTGGCCACACCCGAACAACAGAGCAAAAACGACAGCCGT  |             |               | 660 |
| Query | 661            |               | GACCAGCATGAAGATCTTGATGCGCAC                                    |             | 687           |     |
| Sbjct | 661            |               | GACCAGCATGAAGATCTTGATGCGCAC                                    |             | 687           |     |

Gambar 3. Analisa BLAST Rv 1980c

## PEMBAHASAN

Berbagai macam teknik dapat dilakukan untuk mengisolasi DNA kromosom. Diketahui ada 2 teknik dasar untuk melisis sel bakteri yaitu cara kimia dan mekanik. Isolasi kromosom pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan teknik Boom yang diperkenalkan oleh Boom *et.al*, 1990.

Metode ini berdasarkan proses lisis dari sel dan menginaktifkan sifat nuklease dengan agen "chaotropic" yaitu guanidium thiocyanate (GuSCN). Selanjutnya asam nukleat akan bergabung dengan partikel silika atau diatom yang terdapat dalam reagen tersebut. Diatom merupakan bahan yang mengikat DNA dan berasal dari fosil dinding sel alga uniseluler.

Hal ini tampak dari pita tebal yang dihasilkan setelah elektroforesis, yang menandakan bahwa ekstraksi DNA dari kromosom *M.tuberculosis* telah berhasil dilakukan. Pada gambar tampak adanya pita yang smear, karena banyak DNA yang terpotong pada saat ekstraksi. DNA kromosom akan digunakan sebagai sumber untuk memperoleh gen Rv 1980c. Hasil isolasi DNA kromosom menunjukkan bahwa DNA yang diperoleh cukup banyak seperti terlihat pada gambar 1.

Selanjutnya dilakukan amplifikasi PCR dengan primer spesifik untuk memperoleh gen Rv 1980c. Pada gambar 2 terlihat bahwa baik kontrol positif (K+) dan sampel (MPT64) diperoleh band dengan ukuran 671 bp. Hal ini sesuai yang diperoleh oleh Fu *et al.*, 2009.

Produk PCR selanjutnya disekuensing dan dilakukan analisa BLAST untuk memperoleh homologi dengan GeneBank. Hasil BLAST diperoleh homologi 100% (gambar 3). Hal ini berarti bahwa gen Rv 1980c yang mengkode MPT 64 yang diisolasi dari isolate klinis *M.tuberculosis* memiliki kesamaan dengan data dari gene bank. Jadi gen Rv 1980c berpotensi digunakan sebagai antigen untuk imunodiagnostik TB laten.

## KESIMPULAN

Gen Rv 1980c *M.tuberculosis* pengkode protein MPT 64 telah berhasil di amplifikasi dengan PCR dan diperoleh band 671 bp dan homologi dengan gene bank 100%.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini peneliti ingin berterima kasih kepada Kementerian Ristek Dikti yang telah mendanai penelitian ini melalui Hibah Kompetensi 2017.

## DAFTAR PUSTAKA

- Centers for Disease Control and Prevention National Center for HIV/AIDS, Viral Hepatitis, STD and TB prevention, 2013, Latent tuberculosis infection:a guide for primary health care providers, Developed in partnership with Global Tuberculosis, Institute at Rutgers, The State University of New Jersey
- Boom, R. C.J.A, Sol, M.M.M, Salimans, C. L Jansen, P.M.E. Wertheim-van Dillen and J.van Der Noordaa, 1990, Rapid and Simple Method for Purification of Nucleic acids, *J. of Clinical Microbiology*, p 495-503
- Fu R., Chun Wang, Chunwei Shi, Mengji Lu, Zhengming Fang, Jia Lu, Fang Wang, and Xionglin Fan, 2009, An Improved Whole-Blood Gamma Interferon Assay Based on the CFP21-MPT64 Fusion Protein, *Clinical and vaccine immunology*, p. 686-691
- Kalra Manta, Gopal Krishen, Javaid Ahmad & Indu Verma, 2010, Evaluation of *Mycobacterium tuberculosis* specific RD antigens for Delayed type Hypersensitivity responses in guinea pig, *Indian Journal of Experimental Biology*, Vol 48, February, 117-123
- Menzies D, Madhukar Pai, and George Comstock, 2007, Meta-analysis: New Tests for the diagnosis of latent tuberculosis infection: Areas of Uncertainty and Recommendations for Research, *Ann Intern Med.* 146 : 340-354
- Pai M and Giovanni Sotgiu, 2016, Diagnostics for latent TB infection: incremental, not transformative progress, *Editorial Tuberculosis* 47: 704-706
- WHO, 2016, Global Tuberculosis Report

## **Kandungan Fitokimia dan Aktifitas Sitotoksik Ekstrak Etil Asetat Rumput Laut Merah (*Halimena durvilae*) yang diambil dari Perairan Sulawesi Utara**

**Sanger G. Rarung L.K. Kaseger B.E.**

Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan, Universitas Sam Ratulangi, Manado  
sanger.grace@yahoo.co.id

### **ABSTRAK**

Rumput laut merupakan komoditas yang sangat populer dalam perdagangan dunia saat ini, karena pemanfaatannya sangat luas baik untuk pangan, kesehatan, kosmetik maupun industri. Analisis fitokimia merupakan pengujian yang digunakan untuk memberikan informasi jenis senyawa bioaktif yang terkandung dalam tanaman. Informasi mengenai komponen bioaktif sangat berguna untuk memprediksi manfaatnya bagi tubuh manusia, terutama untuk kesehatan. Beberapa spesies marine algae ditemukan memproduksi metabolik sekunder dengan aktifitas antitumor. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 44 – 51% spesies alga laut rata-rata menunjukkan aktifitas sitotoksik dan antiproliferatif. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kandungan senyawa fitokimia dan aktifitas sitotoksik ekstrak etil asetat rumput laut merah *H. durvilae* yang banyak tumbuh di perairan Indonesia. Hasil analisis menunjukkan bahwa *H. durvilae* mengandung steroid, flavonoid dan saponin dengan Aktifitas sitotoksik LD<sub>50</sub> 38.304 ± 0.784 ppm. Karena itu rumput laut ini dapat dimanfaatkan sebagai pangan fungsional untuk mencegah tumor atau kanker.

**Key word:** *H. durvilae*, bioaktif, Fitokimia, BSLT.

### **PENDAHULUAN**

Penyakit degenerative yang menakutkan pada manusia, meningkat dengan perubahan gaya hidup, nutrisi dan pemanasan global. Saat ini obat-obat yang tersedia mengakibatkan efek samping dalam berbagai kasus. Karena itu eksplorasi bahan alami yang mempunyai aktivitas biologis signifikan menjadi salah satu target para peneliti saat ini. Menurut WHO 80% penduduk dunia terutama mereka yang berada dinegara berkembang menyadari obat-obat dari tumbuhan bermanfaat untuk memelihara kesehatan. Produk alam dan turunannya mempersembahkan lebih dari 50 % obat didalam penggunaan kecara klinis. Lebih dari 60% dari obat-obat untuk mengobati kanker berasal dari bahan alamiah (Boopathy and Kathiresan, 2010).

Sejak beberapa decade, rumput laut dan ekstraknya menghasilkan banyak perhatian didalam industry pharmaceutical sebagai sumber senyawa bioaktif. Rumput laut kaya akan antiosidan seperti carotenoid, pigmen, polyphenol, enzyme dan beberapa polysakarida fungsional. Beberapa penemuan melaporkan

beberapa senyawa antioxidant seperti: phylophoeophytin terdapat didalam *Eisenia bicyclis*, phlorotannin didalam *Sargasum kjellamanianum*, fucosantin didalam *Hijikia fusiformis*, polysakarida sulfat dengan berat molekul rendah didalam *Laminaria japonica* dan mycosporin asam amino (MAAs) dari rumput laut merah (Gornish & Garbary, 2010).

Penduduk Asia Timur menggunakan sayuran alga laut secara teratur sejak dahulu kala, mengakibatkan insident penyakit kanker paru-paru yang rendah. Konsumsi serat antioksidan alamiah, mengurangi kematian karena penyakit jantung koroner, dan kanker. Banyak penelitian telah membuktikan bahwa senyawa bioaktif dalam rumput laut dapat mencegah ataupun mengobati beberapa penyakit (Chew *et al.*, 2008, Kim *et al.*, 2006) β-karoten dan lutein berfungsi sebagai antimutagenik dan dapat melawan kanker payu darah. karagenan dan oligosakarida sebagai antitumor, fucoidan sebagai anti-HIV, anti-kanker dan neurodegenerative. Phlorotannin berfungsi sebagai antiproliferasi, bakterisidal, menghambat

H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> yang memediasi kerusakan DNA dan hipertensi (Gornish & Garbary, 2010).

Untuk 30 tahun terakhir ini *Artemia salina* telah digunakan didalam beberapa sistim bioassay. Uji in-vitro sitotoksik menggunakan BSLT (*brine salina lethality test*) adalah sederhana, umum, tidak mahal dan cepat. BSLT dianggap sebagai sebuah pemeriksaan yang cocok untuk penentuan awal toksisitas, mendeteksi toxin jamur, logam berat, pestisida dan uji toksisitas material gigi. BSLT dapat juga dieksplorasi untuk aktifitas sitotoksik cell-line dan aktivitas antitumor. BSLT sangat bermanfaat untuk isolasi senyawa biogenik dari aktifitas sitotoksik metabolisme sekunder makroalga. Sifat sitotoksik melalui material tanaman penting untuk mengetahui kehadiran senyawa antitumor. Banyak senyawa metabolisme sekunder dihasilkan oleh algae merah laut yang dikenal bersifat sitotoksik (Zakaria et al., 2011).

Penelitian tentang senyawa bioaktif rumput laut masih sangat sedikit saat ini, teristimewa rumput laut *H.durvilae*. Untuk itu perlu dilakukan penelitian tentang komponen fitokimia rumput laut ini agar dapat dieksplorasi dikemudian hari untuk tujuan kesehatan. Rumput laut merah adalah jenis eukariotik, yang dicirikan oleh pigmen-pigmen fotosintetis yang indah seperti: phycoerythrin, phycocyanin dan allophycocyanin yang diatur dalam phycobilisome. Rumput laut merah terdapat banyak spesies yang dominan tumbuh dipantai dan continental shelf daerah tropis. Rumput laut merah sangat ekonomis karena penyedia makanan dan gel. Rumput laut ini dapat dengan mudah diambil dalam jumlah besar untuk maupun aplikasi pharmacology.

## METODOLOGI PENELITIAN

### Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rumput laut *H.durvilae*, benur udang *Salina artemia*, metanol, etil asetat, HgCl<sub>2</sub> padatan, KI padatan, bismut sub nitrat, asam asetat glasial, I<sub>2</sub> padatan, kloroform, NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat, asam asetat anhidrida etanol, HCL

pekat, bubuk magnesium dan FeCl<sub>3</sub> yang diperoleh dari MERCK (Darmstadt, Germany).

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah tabung reaksi, labu takar, gelas kimia, gelas arloji, batang pengaduk, corong, pipet tetes, pipet ukur, labu erlenmeyer, botol berwarna coklat, kertas saring, lumpang, penjepit tabung, lampu TL 20 watt dan kantung plastik.

### Preparasi sampel

*H.durvilae* diambil diperairan Sulawesi Utara Desa Arakan Kabupaten Minahasa Selatan. Jarak dari garis pantai 50 -150 m, dengan kedalaman kira-kira 1-5 meter. Sampel dicuci dengan dengan air laut dan air tawar untuk mengeluarkan epipita, kotoran dan kerang-kerangan. Sampel kemudian dibawa ke laboratorium kemudian dicuci dengan air mengalir.

### Ekstraksi sampel.

250 gr sampel segar masing-masing dihancurkan dengan blender dan dimaserasi menggunakan metanol 70% dengan perbandingan 1:2 (b/v), direndam selama semalam. Ekstraksi dilakukan sebanyak 3x, dengan cara yang sama, maseratnya ditampung. Ekstrak kemudian disaring dengan kertas saring Whatman no.1. Filtrat dikumpulkan diupkan menggunakan rotary vaccum evaporator (400C) hingga didapatkan ekstrak kental. Setelah itu difraksinasi dengan pelarut etil asetat menggunakan corong pisah, kemudian dipekatkan menggunakan menggunakan rotary vaccum evaporator (400C). Ekstrak kemudian dimasukkan dalam vial disimpan pada suhu 50C yang kemudian akan dianalisis komponen senyawa fitokimia dan aktifitas sitotoksik.

### Analisis Fitokimia

Uji alkaloid (Uji Meyer, Dragendorff dan Wagner)

Prosedur analisis senyawa alkaloid rumput laut sebagai berikut: Sebanyak 0.5 g sampel ditambahkan kloroform-amoniak. Larutan disaring dan filtrat ditambahkan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 2M sebanyak 3-5 tetes. Filtrat dikocok sampai

terbentuk dua lapisan. Lapisan asam (terdapat pada bagian atas) dipipet ke dalam tiga tabung reaksi, lalu ditambahkan beberapa tetes kedalam pereaksi Mayer (kombinasi 1,36 g HgCl<sub>2</sub> dilarutkan dalam 60 ml air suling dan 5 g KI dalam 10 ml air suling, dicampurkan dan diencerkan dengan air suling sampai 100 ml; pereaksi Dragendorff (kombinasi 8 g KI dilarutkan dalam 20 ml air suling dan 0,85 g bismut sub nitrat dilarutkan dalam 10 ml asam asetat glasial dan 40 ml air suling. Kedua larutan dicampurkan diencerkan dengan 2/3 bagian larutan 20 ml asam asetat glasial dalam 100 ml air suling); pereaksi Wagner (sebanyak 1,27 g iodium dan 2 g KI dilarutkan dalam 5 ml air suling, kemudian larutan ini diencerkan menjadi 100 ml dengan air suling). Terbentuknya endapan menunjukkan bahwa contoh tersebut mengandung alkaloid. Reaksi dengan pereaksi Mayer akan terbentuk endapan putih, dengan pereaksi Dragendorff terbentuk endapan merah jingga dan dengan pereaksi wagner terbentuk endapan coklat (Harborne, 1996)

Uji triterpenoid dan steroid :

Sampel 0.5 gr ditambahkan asam asetat anhidrat dibiarkan selama 2 jam, kemudian disaring, kemudian enam tetes larutan dipindahkan ke dalam tabung reaksi dan ditambah 2-3 tetes asam sulfat pekat. Adanya triterpenoid ditunjukkan dengan terjadinya warna merah jingga atau ungu, sedangkan adanya steroid ditunjukkan dengan adanya warna biru (Harborne, 1996 dengan modifikasi)

Uji flavonoid:

Sampel 0.5 g ditambahkan 10 ml etanol dan dipanaskan selama lima menit di dalam tabung reaksi. Kemudian disaring dengan kertas whatman, filtrat ditambah 5 ml HCl pekat dan 0.05 serbuk Mg selanjutnya dikocok kuat-kuat. Hasil positif ditunjukkan dengan timbulnya warna merah, kuning atau jingga (Harborne dengan modifikasi).

Uji saponin :

Sampel 0.5 g, ditambah air panas 5 ml dalam tabung reaksi kemudian dikocok dikocok kuat-kuat. Hasil positif ditunjukkan dengan terbentuknya busa, bila ditambahkan 1 tetes HCL 1% (encer) busa tetap stabil) (Djamil dan Anelia, 2009)

Uji tannin:

Sampel 0.5 g ditambahkan 10 tetes larutan FeCl<sub>3</sub> 1%. Sampel positif mengandung tannin apabila menghasilkan warna hitam, ungu, kebiruan atau hijau (Djamil dan Anelia, 2009)

Uji sitotoksik (Metoda brine salina lethality/BSLT).

Uji aktifitas sitotoksik berdasarkan metoda Meyer et al., 1998 Mclaughlin & Roger, 1982 dan Cabarlo et al., 2002, dengan larva Artemia salina sebagai hewan uji. Mula-mula telur A.salina ditetaskan dalam 38 g garam dapur dan 1000 ml aquades dibawah lampu TL 20 watt, setelah 48 jam telur menetas menjadi nauphil instar III/V. Kemudian dimasukkan dalam vial yang telah berisi ekstrak sampel dengan konsentrasi (15, 625 – 1000 ppm) dengan 3 kali ulangan, kemudian diinkubasi pada suhu kamar selama 24 jam dibawah lampu TL 20 watt. Setelah inkubasi, pengamatan dilakukan dengan menghitung jumlah A. salina yang mati pada semua konsentrasi, kemudian dihitung nilai LD50.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Senyawa Fitokimia

Penentuan golongan senyawa fitokimia (Tabel 1) menunjukkan bahwa ekstrak etil asetat *H.durvilae* mengandung steroid, flavonoid dan saponin, sedangkan Alkaloid dengan metoda wagner, Meyer dan Dragondorf serta tannin, triterpenoid dan hydroquinon tidak terdeteksi. Demikian juga senyawa alkaloid tidak terdeteksi pada semua ekstrak *H.durvilae*.

Tabel 1. Kandungan senyawa Fitokimia  
*H. durvillae*

| Golongan Senyawa       | Kandungan senyawa |
|------------------------|-------------------|
| Alkaloid -Wagner       | -                 |
| - Mayer                | -                 |
| - Dragondorf           | -                 |
| Steroid                | +                 |
| Flavoid                | +                 |
| Tannin                 | -                 |
| Saponin                | +                 |
| Terpenoid/Triterpenoid | -                 |
| Hidroquinon            | -                 |

Rumput Laut dan ekstraknya mempunyai beberapa komponen senyawa kimia protektif seperti senyawa polyfenol, polysakarida dan PUFA. Tidak saja dimakan, tetapi juga sebagai anti helmitik, antidiabetes, pembengkakan, anti kolesterol anty pyretic, analgetic, anti peradangan dan aktifitas antioksidan (Kim *et al*, 2008).

Flavonoid adalah golongan besar senyawa fenolik yang terjadi secara alamiah dalam tanaman, yang meliputi flavonon, isoflavon, flavon dan calcone. Flavonoid berfungsi sebagai obat alamiah yang mempunyai aktifitas sebagai antivirus, antijamur, antioksidan, antiperadangan, antialergi, antitrombotik, anticarsinogenik, hepatoprotectif, dan aktifitas sitotoksik. Kandungan flavonoid dalam tanaman menimbulkan ketertarikan didalam penelitian saat ini. Dari aktifitas biology sebagai antiperadangan flavonoid telah dimanfaatkan sebagai pengobatan china dan industry kosmetik dalam bentuk ekstrak kasar. Kehadiran flavonoid dalam ekstrak kasar tanaman secara tradisional digunakan didalam pengobatan reumatik dan didalam menyembuhkan herpes simplex (*P. arsborescens*) (Aguinaldo, *et al.*, 2005; Veitch, 2007; Jiang *et al.*, 2008; Kim *et al*, 2008).

Triterpenes pengaruhnya sebagai antiperadangan, hepatoprotektif, analgesic, antimikroba, antimycotic, virostatik, imunomodulatory pengaruh obat kuat, digunakan juga dalam pencegahan dan pengobatan hepatitis, infeksi parasit dan protozoa karena pengaruh sitostatiknya. Kerugian menggunakan

triterpenoid adalah toxisitasnya yang dihubungkan dengan sifat hemolitik dan sytostatik. Sterol dan turunannya terdapat dalam rumput laut yang dapat merendahkan tingkat kolesterol plasma darah. Dietary fiber rumput laut mempunyai berbagai fungsi sebagai antioksidan, antimutagenik, antikoagulan dan juga sebagai antitumor (Yamamoto and Maruyama H. 1995, Boopathy and Kathiresan, 2010).

Gross *et al.*, 2006 melaporkan alkaloid ditemukan didalam alga laut dibagi dalam 3 golongan yaitu: alkaloid fenyletilamine, Indol dan halogenindol alkaloid dan alkaloid jenis lain. Secara struktural alkaloid diisolasi dari alga laut paling banyak mengarah pada feniletilamin dan indol, dimana aktifitas biologinya belum ditemukan sepenuhnya. Alkaloid marine alga relative jarang, jika dbandingkan dengan alkaloid tumbuhan darat. Penelitian obat laut secara besar-besaran difokuskan pada penemuan untuk pengobatan kanker. Ada 2 turunan alkaloid yaitu lophocladine A dan lophocladin B diisolasi dari algamerah *lophocladia sp.* yang diambil dari kepulauan Fiji, New Zealand mempunyai aktifitas antikanker dan terbukti berhasil pada beberapa cell line kanker.

Banyak perhatian terfokus pada rumput laut sebagai sumber alternative untuk mengekstraksi antioksidan alami. Di India rumput laut terutama dieksploitasi sabagai sumber phycolloid seperti agar-agar, alginat dan karagenan terutama untuk makanan dan obat. Dan secara sistematik dipelajari untuk potensial terapi (Vinayak *et al.*, 2011). Alga merah terutama mengandung isoprenoid dan turunan asetogenin, bersama beberapa asam amino, shikimate dan turunan asam nukleat. Alga laut juga secara signifikan memproduksi senyawa halogen dengan lebih dari 90% bromin dan klorin, kolesterol dan demosterol ke lingkungan. Polysulfida siklik, terpenoid, asam amino dan metabolik indol ditemukan pada *Chondria spesies* (Boopathy and Kathiresan, 2010).

Beberapa hasil penelitian membuktikan bahwa ekstrak kasar senyawa organik rumput laut merah mempunyai aktifitas sebagai

anioksidan, antibakteri. Turunan sesquiterpen dari algae merah *Laurencia chondriodes* mempunyai aktifitas antibakteri melawan bakteri patogen manusia (Basemir *et al.*, 2004). Sesquiterpen dari rumput laut *Ulva fasciata delile* mempunyai aktifitas antibakteri (Chakraborty *et al.*, 2010). Ekstrak metanol rumput laut merah *Gracilaria salicornia* mempunyai kandungan total fenol  $6.33 \pm 0.51$  mg GAE/100 g ekstrak dengan aktifitas peredam radikal DPPH sebesar  $16.57 \pm 1.83$  % (10 mg/ml) (Sanger *et al.*, 2013).

Beberapa spesies marine algae ditemukan memproduksi metabolik sekunder dengan aktifitas antitumor (Blund, *et al.*, 2006). *Sargasum stenophyllum*, *Capsosiphon fulvescens* menghambat migrasi dan viabilitas cell melanoma manusia in-vitro dan in-vivo (Dias *et al.* 2005) dan rata-rata menginduksi apoptosis pada sel gastrik manusia. Fucans dengan berat molekul rendah yang diekstraksi dari *Ascophyllum nodosum* menunjukkan aktifitas antiproliferatif melawan adenocarcinoma kolon manusia dan cell line carcinoma bronchopulmonary (Riou *et al.*, 1996, Ellouali *et al.*, 1993)). Sterol yang diisolasi dari *Galaxaura marginata* dan *G. oblongata* mempunyai aktifitas sitotoksik untuk beberapa type sel kanker.

Senyawa aktif yang terdapat dalam polisakarida alga terutama polisakarida sulfat. Paling banyak penelitian melaporkan bahwa polisakarida sulfat dapat meperkuat immune respons alamiah melalui promosi aktifitas tumorsidal macrophage dan sel pembunuh alamiah. Sel-sel antigen bermigrasi kedalam dan keluar jaringan tumor ke antigen tumor T-herpel sel sama seperti memproduksi cytokine seperti interleukin-1-beta dan TNF-alfa yang menstimulasi T-helper sel. Sebagai akibat T-helper sel mempromosikan aktifitas sitotoksik T-sel, yang mempunyai pengaruh sitotoksik yang kuat pada sel tumor (Yim *et al.*, 2005, Zhou *et al.*, 2005).

### Aktifitas sitotoksik

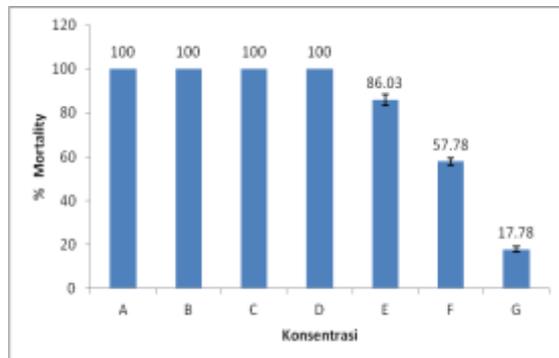
Hasil analisis sitotoksik fraksi etil asetat rumput laut *H.durvilae* (Gambar 1) diperoleh nilai  $LD_{50} 38.304 \pm 0.784$  ppm. Berdasarkan

hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa rumput laut *H. durvilae* ini mempunyai senyawa sitotoksik yang potensial. Menurut Mc Laughlin and Rogers (1998) sitotoksitas yang didasarkan pada uji BSLT dibagi dalam 3 kategori sebagai berikut  $LC_{50} > 1000$  ppm mengekspresikan tidak aktif,  $LC_{50} 30-1000$  ppm aktif dan  $LC_{50} < 30$  ppm sangat aktif. Hal ini sejalan dengan yang dilaporkan oleh Sukoso *et al.*, 2012 pada rumput laut merah *Porphyra sp* dari ekstrak n-heksan IC  $50=567.49$  ppm, Etil asetat 108,29 dan metanol 270.46 ppm. Berdasarkan kategori Mc Laughlin and Rogers (1998) semua ekstrak dinyatakan aktif dan ekstrak etilasetat paling aktif sebagai senyawa sitotoksik.

Ekstrak etil asetat dan metanol 50% dari algae merah *Hypnea flagelliformis* menunjukkan toksitas yang signifikan pada uji Brine larva *S. artemia* demikian juga pada uji toksisitas dengan menggunakan bioassay anti-bakteri dan anti-jamur menggunakan organisme yang berbeda (Saedinia *et al.*, 2009). Ekstrak alga merah *Amphiroa zonata* menunjukkan bersifat sitotoksik pada leukemia cell line. Algae merah *Laurencia brandenii* yang diekstrak dan difraksinasi dengan kromatografi kolom menggunakan sistim pelarut yang berbeda. Fraksinya diuji untuk aktifitas sitotoksik. Fraksi yang dielusi dengan petroleum:chloroform (6:4) menunjukkan aktifitas yang ekselent. Pada analisis GC-MS pada dosis 200 µg/ml fraksi algae aktif diperoleh penghambatan 100%. Dimana pada uji toksitas menunjukkan nilai  $LD=93\mu\text{g/ml}$ , yang memiliki aktifitas cytotoxic aktif (Manilal *et al.*, 2009).

Senyawa sitotoksik dalam rumput laut *H. durvilae ini* dapat dieksplorasi sebagai novel yang mengarah pada *chemoprevention cancer* dan *complementer chemotherapy*. Beberapa spesies marine algae ditemukan memproduksi metabolik sekunder dengan aktifitas antitumor (Blund, *et al.*, 2006). Hasil penelitian menunjukkan bahwa 44 – 51% spesies alga laut rata-rata menunjukkan aktifitas cytotoxic dan antiproliferatif. *Udotea flabellum* dan *U. conglutinate* menunjukkan aktifitas cytotoxic melawan semua cell-line kanker. Untuk

Rhodophyta, ekstrak *Bryothamniontriquetrum* menunjukkan cytotoxic selective yang menonjol melawan Hep-2 cell (LC<sub>50</sub>=8.28 µg/ml SI=12.04).



Gambar 1. Aktifitas sitotoksik *H. durvillae* ( A= 1000 ppm; B=500 ppm; C= 250 ppm; D = 125 ppm; E= 62.5 ppm F= 31.250 ppm ; G= 15.625 ppm.

Alga merah *G. salicornia* dan *Hypnea flagelliformis* dari ekstrak etil asetat menunjukkan memberikan pengaruh yang potensial melawan *A. salina* nauplii rata-rata dengan IC<sub>50</sub> =3 dan 4 µg/ml. Ekstrak metanol 50% juga efektif melawan *A. salina*. ekstrak metanol tidak menunjukkan aktifitas anti-jamur dan anti-bakteri melawan *S. aureus*, *E. coli*, *Candida albicans* dan *Aspergillus niger* dengan metoda Broth-dilution. Hanya ekstrak etilasetat menunjukkan aktifitas antibakteri dengan konsentrasi penghambatan minimum 2µg/ml pada *S. aureus*. Hal ini menunjukkan bahwa *G. salicornia* dan *H. flagelliformis* sebagai sumber senyawa cytotoxic (Saeidnia, 2009)

Ekstrak chloroform *Acanthophora spicifera* menunjukkan aktifitas antioksidan paling tinggi 50.098±2.104% dan nilai EC<sub>50</sub> 0.789 mg/ml. Sebuah korelasi yang positif diantara kadar fenol dan aktifitas antioksidan yang diekstrak dengan etilasetat menunjukkan kadar fenol tertinggi 40.583±1.161 µg GAE/mg ekstrak dan aktifitas antioksidan 45.596±1.198%. Ekstrak menunjukkan pengaruh sitotoksik dengan LC<sub>50</sub> 635.47 µg/ml akut dan 275.72 µg/ml kronik. Metanol ekstrak dari ekstraksi partisi pelarut yang menunjukkan aktifitas antimicrobial, ekstrak dielusi dengan metanol 10

µg/ml, 50 µg/ml, 100 µg/ml, 250 µg/ml. 500 µg/ml , 1000 µg/ml (Zakaria *et al.*, 2011)

Rumput laut diketahui kaya akan senyawa bioaktif dan aktifitas biologi dikenal aktifitas yang potensial untuk pengobatan kanker. Yuan dan Walsh (2006) melaporkan aktifitas antiproliferatif ekstrak didalam cervical adenocarcinoma cell-line (HeLa). Ekstrak *Styopodium zonale* menunjukkan aktifitas sitotoksik melawan kanker melanoma line. Fucan dengan berat molekul rendah diekstraksi dari *Ascophyllum nodosum* menunjukkan aktifitas antiproliferative melawan adenocarcinoma colon manusia dan bronchopulmonary carcinoma cell line (Ellouali *et al.* 1993). Sterols yang diisolasi dari *Galaxaura marginata* and *G. oblongata* menunjukkan sitotoksik (Huang *et al.* 2005). Meningkatnya penelitian menggunakan model roden telah menunjukkan aktifitas antikarsinogenik dari spesies alga merah dan alga hijau melawan kanker payu darah, intestinal, carsinogenesis kulit (Yamamoto and Maruyama, 1985). Kenyataannya mengkonsumsi alga disarankan sebagai zat chemopreventif melawan kanker payu (Boopathy and Kathiresan, 2010).

Rumput laut adalah sumber penting protein iodium, vitamin dan metabolisme menunjukkan aktifitas melawan insiden kanker. Rumput laut kaya akan catechin, epicatechin, epigallocatechin galat dan asam galat. *Palmaria palmitat*, edible seaweed, menunjukkan efektif sebagai antioksidan, mampu menghambat proliferasi sel kanker. Ekstrak alkohol algae merah *Acanthophora spicifera* menghambat aktifitas carcinoma cell Ehrlich's ascites yang dikembangkan didalam mice pada dosis 20 mg/kg, yang dibandingkan dengan obat standart 5-fluorouracil, yang dapat meningkatkan waktu survive, menurunkan volume tumor dan jumlah sel aktif. *Acanthophora spicifera*, *Ulva reticulata*, *Gracilaria foliifera*, and *Padina boergesenii* dilaporkan menunjukkan aktifitas cytotoxic pada ekstrak metanolnya (Vasanthi, Rajamanickam, and Saraswathy, 2004).

Fucoidan berat molekul rendah diisolasi dari *Ascophyllum nodosum* menunjukkan

pengaruh anti-proliferatif pada sel normal maupun yang tertular ginjal hamster Fibroblast CCL39), colon sigmoid adenocarcinoma (COLO320 DM), sel otot polos. Fucoidan menunjukkan sifat antitumor, antikanker, antimetastatik, serta sifat fibrinolitik pada mice. Stylopoldion yang diisolasi dari *stypodium sp.* adalah potensial sitotoksik metabolik yang menghentikan gelondongan mitotik. Senyawa condriamide-A dari *Chondria sp.* menunjukkan sitotoksik pada sel kanker nasopharings dan colorectal manusia. Caulerppeneyne dari *Caulerpa sp* menunjukkan bioaktifitas melawan cell-line manusia dan mempunyai sifat antitumor antiproliferatif. Dua senyawa meroterpen dan usneodidone menunjukkan sifat antitumor yang diisolasi dari *Cytospora sp.* Berdasarkan penelitian pada *Chondria dasyphylla* fraksi heksana mengandung phytosterol dengan sitotoksik melawan kanker payu darah sel-line, fraksi kloroform menunjukkan pengaruh paling sitotoksik melawan T47D sel-line dan sel line normal. Fraksi kloroform potensil melawan T47D sel line pada IC 50  $33.54 \pm 4.60 \mu\text{g/ml}$ , fraksi heksana menunjukkan pengaruh sitotoksik melawan T47D sel line dengan konsnetrasi IC50  $82.26 \pm 4.09 \mu\text{g/ml}$ , colon carcinoma (HT)-29), colorectal adenocarcinoma (Caco-2) ductal carcinoma payu darah (T47D) dan dan fibroblast embrio tikus Swiss (NIH3T3) sel-line melalui uji MTT (Boopathy and Kathiresan, 2010).

## KESIMPULAN

Rumput laut *H.durvilae* megandung senyawa metabolik sekunder flavonoid, steroid dan saponin dengan aktifitas sitotoksik yang aktif, karena itu rumput laut ini dapat dimanfaatkan sebagai makanan fungsional untuk mencegah atau mengobati kanker.

## DAFTAR PUSTAKA

Aguinaldo A.M., Espeso E.I, Guevara B.Q. and Nonato M.G. (2005). Phytochemistry. In: Guevara BQ (ed.) A Guidebook to Plant Screening: Phytochemical and Biological.

- University of Santo Tomas, Manila, Philippines.
- Bansemir A, Just N, Michalik M, Lindequist U, Lalk M. Extracts and sesquiterpene derivatives from the red alga *Laurencia chondriodes* with antibacterial activity against fish and human pathogenic bacteria. Chem Biodiv. 2004;1:463–467.
- Blunt, J.W., Copp, B.R, Munro, M.H.G., Northcote, P.T. and Prinsep, M.R.2006. Marine Natural Products. Nat. Prod Rep, 20:1–48
- Boopathy, N.S. and Kathiresan, K. 2010. Anticancer Drugs from Marine Flora: An Overview. Journal of Oncology. 18 pages.
- Carballo J.I, Hernandez-Inda J.L, Perez P. 2002. A Comparison Between Two Shrimp Assay to Detect in Vitro Cytotoxicity in Marine Natural Product (methodology Artikel). BMC Biotechnology ; 2: 1-5.
- Chakraborty K., Praveen N.K, Vijayan K.K. and Rao G.S. 2013. Evaluation of phenolic contents and antioxidant activities of brown seaweeds belonging to *Turbinaria* spp. (Phaeophyta, Sargassaceae) collected from Gulf of Mannar Asian Pac J Trop Biomed.
- Chew, Y.L., Lim, Y.Y., Omar, M. and Khoo, K.S. 2008. Antioxidant Activity of Three Edible Seaweeds from Two Areas in South East Asia. Science Direct LWT, 41: 1067-1072.
- Copriyadi J, Yasmi E, Hidayati. 2005. Isolation and characterization of coumarines from peels of orange (*Citrus hystrix* DC). Jurnal Biogenesis; 2: 13–25.
- Cornish L.M., and Carbary D.J., 2010. Antioxidant from macro-algae: potential applications in human health and nutrition. 25(4):1-17.
- Djamil R., Anelia T. 2009. Penapisan Fitokimia, Uji BSLT dan Uji Antioksidan Ekstrak Metanol Beberapa spesies Papilionaceae. J. Ilmu Kefarmasian Indonesia 7:65-71.
- Diaz, M.N., B. Frei, J.A. Vita, and J.F. Keaney, Jr. 1997. Antioxidants and atherosclerotic heart disease. *N. Engl. J. Med.* 337: 408-416.
- Ellouali M., Boisson-Vidal C., Durand P., and Jozefonvicz J., “Antitumor activity of low molecular weight fucans extracted from brown seaweed *ascophyllum nodosum*,” Anticancer Research, vol. 13, no. 6, pp. 2011–2019, 1993.

- Harborne J.B. 1996. *Metoda Fitokimia Penuntun Cara Modern Menganalisis Tumbuhan*. Edisi Kedua. 94-240. ITB. Bandung.
- Huang, D., Ou, B. and Prior, R.L. 2005. The Chemistry Behind Antioxidant Capacity Assays. *J Agric Food Chem.* 53: 1841-1856.
- Kim M.H. and Joo H.G. 2008. Immunostimulatory effects of fucoidan on bone marrow-derived dendritic cells," *Immunology Letters*, vol. 115, no. 2, pp. 138-143.
- Manilal A., Sujith S., Kiran G.S., Selvin J., Shakir C. 2009. Cytotoxic Potentials of Red Alga, *Laurencia brandenii* Collected from the Indian Coast *Global Journal of Pharmacology*, 3 (2): 90-94.
- Mao S.C., Guo Y.M. 2010. Sesquiterpens from Chinese. Red algae *Laurencia Okumurai*. *Chin. J. Nat. Med.* 8. 321-325.
- McLaughlin, J.L. and Rogers, L.L. 1998. The use of biological assay to evaluate botanicals. *Drug Information Journal.* 32:513-524.
- Meyer BN. Brine shrimp: a convenient general bioassay for active plant constituent. *Planta Medica.* 1982., 45: 31-4.
- Saeidnia S., Gohari A.R., Shahverdi A.R., Permeh P., Nasiri M., Mollazadeh K. and Farahani F. 2009. Biological activity of two red algae, *Gracilaria salicornia* and *Hypnea flagelliformis* from Persian Gulf. *Phcog. Res.* 1: 428-430.
- Sanger G. Widjanarko, S.B., Kusnadi, J. and Berhimpon S. 2013 Antioxidant Activity of Methanol Extract of Seaweeds Obtained from North Sulawesi. 2013. *Food Science and Quality Management*. Vol. 19. ISSN 2224-6088 (Paper).
- Sukoso, Happy Nursyam H., Rasminah S.Ch. S, and Sormin R.B.D., 2012. Potent Antibacterial and Cytotoxic Activities of *Porphyra* Sp Extract *International Journal of Current Agricultural Research* Vol. 1, No. 1, PP.19 -21.
- Jiang H, Zhan WQ, Liu X, Jiang SX (2008). Antioxidant activities of extracts and flavonoid compounds from *Oxytropis falcate* Bunge. *Nat. Prod. Res.* 22(18): 1650-1656
- Veitch NC (2007). Isoflavonoids of the Leguminosae. *Nat. Prod. Rep.* 24: 417-464.
- Vasanthi H.R., Rajamanickam G.V., and Saraswathy A. 2004. Tumoricidal effect of the red algae *Acanthophora spicifera* on Ehrlich's ascites carcinoma in mice *Seaweed Res. Util Net*, pp. 217-224, 2004.
- Vinayak R.C., Sabu A.S., Chatterji A. 2010 Bio-Prospecting of a Few Brown Seaweeds for Their Cytotoxic and Antioxidant Activity. *Complementary and Alternative Medicine*. Vol. 2011.1-9.
- Yamamoto and Maruyama H. 1995 "Effect of dietary seaweed preparations on 1,2-dimethylhydrazine induced intestinal carcinogenesis in rats," *Cancer Letters*, vol. 26, no. 3, pp. 241-251.
- Yim J.H., E. Son E, S. Pyo S, and H. K. Lee H.K. 2005 "Novel sulfated polysaccharide derived from red-tide microalga *Gyrodinium impudicum* strain KG03 with immunostimulating activity in vivo," *Marine Biotechnology*, vol. 7, no. 4, pp. 331-338, 2005. 140
- Yuan, Y. and Walsh, N.A. 2006. Antioxidant and Antiproliferative Activity of Extracts from A Variety of Edible Seaweeds. *Food And Chemical Toxicology*, 44, 1144-1150.
- Zakaria N.A., Darah Ibrahim D., Sulaiman S.F. and Supardy N.A. 2011 Assessment of antioxidant activity, total phenolic content and *in vitro* toxicity of Malaysian red seaweed, *Acanthophora spicifera*. *J. Chem. Pharm. Res.*, 2011, 3(3):182-191
- Zhou H. Xin W. Sheng Y. Sun Z. Li, and Z. Xu Z. 2005. In vivo growth-inhibition of S180 tumor by mixture of 5-Fu and low molecular  $\lambda$ -carrageenan from *Chondrus ocellatus*," *Pharmacological Research*, vol. 51, no. 2, pp. 153-157.

## Oksitosin Menghambat Aktivasi Ghrelin terhadap Neuron NPY di Pusat Pengendali Makan *Arcuate Nucleus* Hipotalamus

Putra Santoso<sup>1\*</sup>, Anthoni Agustien<sup>1</sup>

Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas

\*Jurusan Biologi Kampus UNAND Limau Manis Kec. Pauh Kota Padang-Sumatra Barat 25163, Tlp. (0751) 777427, E-mail: putrasantoso@fmipa.unand.ac.id

### ABSTRAK

Hormon ghrelin disekresikan oleh lambung saat kosong dan dapat mengaktifasi neuron oreksigenik neuropeptida Y (NPY) pada pusat pengendali makan *arcuate nucleus* (ARC) di hipotalamus. Aktivasi NPY oleh ghrelin menjadi mekanisme utama munculnya rasa lapar secara akut dan resiko obesitas. Di sisi lain, oksitosin dapat mengaktifasi neuron anoreksigenik proopiomelanocortin (POMC) di ARC sehingga bermanifestasi terhadap timbulnya rasa kenyang. Akan tetapi, belum diketahui apakah oksitosin juga dapat mengintervensi aktivasi ghrelin terhadap neuron NPY. Pada penelitian ini, neuron tunggal NPY diisolasi dari hipotalamus tikus putih Wistar jantan dengan metode enzimatik. Dinamika konsentrasi  $Ca^{2+}$  sitosolik ( $[Ca^{2+}]_i$ ) neuron NPY sebagai indikator responnya terhadap ghrelin dan oksitosin dimonitor dengan mikrofluorometri fura-2 *in vitro*. Inervasi terminal akson oksitosin pada neuron NPY juga diamati secara mikroskopis pada mencit transgenik hrGFP-NPY. Hasil penelitian menunjukkan bahwa oksitosin dapat menghambat peningkatan  $[Ca^{2+}]_i$  neuron NPY yang diinduksi oleh ghrelin. Sebanyak 33% dari neuron NPY yang teraktivasi oleh ghrelin dapat ditekan oleh oksitosin. Pada observasi mikroskopis ditemukan bahwa terminal-terminal akson neuron oksitosin menginervasi badan sel neuron NPY. Berdasarkan hasil tersebut disimpulkan bahwa oksitosin secara humoral dan neuronal dapat menghambat aktivasi ghrelin terhadap NPY. Hal ini diduga sebagai salah satu mekanisme kerja oksitosin dalam meregulasi makan selain melalui jalur aktivasi neuron POMC di ARC.

**Kata kunci:** neuron anoreksigenik, obesitas, oreksigenik, regulasi makan

### ABSTRACT

*Ghrelin is a hormone mainly secreted by stomach during empty state and capable of activating orexigenic neuropeptide Y (NPY) neurons in the hypothalamic feeding center arcuate nucleus (ARC). Ghrelin-induced activation of NPY neurons profoundly produces appetite and it is also implicated in obesity. On the other hand, oxytocin (Oxt) is capable of activating anorexigenic proopiomelanocortin (POMC) neurons in the ARC and thereby promotes satiety. However, it remains to be elucidated whether Oxt also interferes the ghrelin activation on NPY neurons and thereby inhibits feeding. In this current study, isolated single NPY neurons were prepared from adult male Wistar rats and the dynamics of cytosolic  $Ca^{2+}$  concentration ( $[Ca^{2+}]_i$ ) as an indicator of neuronal activity of NPY neurons were monitored in vitro by Fura-2 microfluorometry. The innervation of Oxt terminals to NPY neurons were investigated in transgenic mice hrGFP-NPY using confocal microscope. The results demonstrated that Oxt could potently inhibit the ghrelin-induced  $[Ca^{2+}]_i$  increase of NPY neurons. As many as 33% of ghrelin-induced activation of NPY neurons were suppressed by Oxt. Moreover, the microscopic observation revealed that the Oxt terminals directly innervate the ARC NPY neurons. Hence, Oxt could act as humoral and neuronal signals to counteract ghrelin action on NPY neurons. It possibly underlies the mechanism of Oxt to regulate feeding beyond the well-elucidated pathway through the activation of ARC POMC neurons.*

**Key words:** anorexigenic neurons, obesity, orexigenic, feeding regulation

### PENDAHULUAN

*Arcuate nucleus* (ARC) adalah salah satu pusat regulasi makan yang terletak di

hipotalamus. ARC tersusun atas beberapa jenis neuron diantaranya adalah neuropeptida Y (NPY) yang bersifat oreksigenik (memicu hasrat makan) dan proopiomelanokortin (POMC) yang bersifat

anoreksigenik (memicu rasa kenyang) (Sohn *et al.*, 2013; Sousa-Ferreira *et al.*, 2011). Neuron NPY berperan dalam memediasi berbagai sinyal periferal termasuk hormon ghrelin untuk memicu munculnya rasa lapar (Kohno and Yada, 2012; Mercer *et al.*, 2011; Kohno *et al.*, 2007; Kohno *et al.*, 2003). Hormon ghrelin disekresikan oleh lambung saat kosong dan dapat dengan mudah menembus *blood-brain-barrier* sehingga mencapai sistem saraf pusat termasuk hipotalamus. Neuron NPY di ARC mengekspresikan reseptor ghrelin sehingga dapat diaktivasi oleh hormon tersebut (Yin *et al.*, 2014; Fetissov *et al.*, 2004). Ghrelin dapat meningkatkan ekspresi mRNA NPY dan kadar NPY dalam plasma darah baik pada tikus maupun manusia (Coiro *et al.*, 2008; Goto *et al.*, 2006). Blokade aktivitas neuron NPY dilaporkan dapat menghambat laju peningkatan konsumsi makan yang dipicu oleh ghrelin (Nakazato *et al.*, 2001). Dengan demikian, interaksi antara hormon ghrelin dan neuron NPY merupakan mekanisme fisiologis yang penting dalam regulasi makan.

Aktivasi neuron NPY oleh ghrelin dapat dihambat oleh beberapa peptida dari jaringan periferal seperti insulin dan leptin (Maejima *et al.*, 2011; Kohno *et al.*, 2007; Niimi *et al.*, 2001). Akan tetapi, belum diketahui apakah peptida-peptida yang diproduksi oleh jaringan otak (neuropeptida) juga dapat mengintervensi aktivasi NPY tersebut. Salah satu neuropeptida yang potensial adalah oksitosin. Oksitosin diproduksi oleh populasi neuron yang terletak di nukleus paraventricular (PVN) dan nukleus supraotikus (SON) di hipotalamus. Oksitosin menimbulkan efek anorektik (memicu rasa kenyang) dan meningkatkan laju pemakaian energi (Blevins *et al.*, 2016; Bevins *et al.*, 2015; Sabatier *et al.*, 2013; Wu *et al.*, 2012). Oksitosin dilaporkan dapat menekan laju konsumsi makan dan menurunkan berat badan pada individu sehat dan penderita obesitas baik pada tikus, monyet maupun pada manusia (Blevins *et al.*, 2015; Maejima *et al.*, 2015; Zhang *et al.*, 2013; Morton *et al.*, 2012). Neuron oksitosin di PVN memediasi efek anorektik dari hormon leptin

(Perello and Ringo, 2013; Wu *et al.*, 2012). Penelitian sebelumnya juga telah menemukan bahwa terminal-terminal akson dari neuron oksitosin di PVN dan SON terproyeksi secara langsung ke ARC yang secara khusus menarget neuron POMC sehingga dapat bermanifestasi terhadap penghambatan konsumsi makan (Maejima *et al.*, 2014). Reseptor oksitosin juga diekspresikan dalam jumlah yang banyak di ARC (Ostowski, 1998). Dengan demikian, kami berspekulasi bahwa disamping aktivasi terhadap neuron POMC, oksitosin juga dapat menghambat aktivasi ghrelin terhadap neuron NPY di ARC.

Penelitian ini bertujuan untuk membuktikan adanya intervensi oksitosin terhadap aktivitas ghrelin pada neuron NPY di ARC. Efek langsung dari oksitosin terhadap aktivitas ghrelin di neuron NPY tikus Wistar jantan diamati melalui pengukuran kadar  $Ca^{2+}$  di sitosol ( $[Ca^{2+}]_i$ ) secara *in vitro*. Selain itu, keberadaan terminal akson oksitosin di neuron NPY juga diamati secara mikroskopis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa oksitosin berperan sebagai regulator negatif terhadap neuron NPY yang berkemungkinan dapat berimplikasi terhadap mekanisme regulasi makan di otak.

## BAHAN DAN METODE

### Hewan Percobaan

Tikus Wistar jantan dan mencit transgenik jantan *humanized renilla green fluorescence protein* NPY (hrGFP-NPY) (usia 6 minggu) (van den Pol *et al.*, 2009) dipelihara pada kondisi 12 jam periode terang/gelap (siklus sirkadian normal) dan diberi makan dengan pakan standar dan minum *ad libitum*. Semua protokol dalam penggunaan dan penanganan hewan pada penelitian ini sesuai dengan standar regulasi pemerintah No. 95 tahun 2012 dan Panduan Nasional Etika Penelitian Bidang Kesehatan tahun 2011.

### **Pengukuran Konsentrasi $Ca^{2+}$ Sitosolik *in vitro***

Sediaan neuron tunggal ARC dipersiapkan sesuai dengan prosedur seperti yang telah dilaporkan oleh peneliti sebelumnya (Yin *et al.*, 2014; Kohno *et al.*, 2007; Kohno *et al.*, 2003).  $[Ca^{2+}]_i$  diukur dengan menggunakan *ratio metric fura-2 microfluorometry* (Maejima *et al.*, 2014; Kohno *et al.*, 2003). Kriteria respon  $[Ca^{2+}]_i$  terhadap perlakuan hormon mengacu kepada penelitian sebelumnya (Maejima *et al.*, 2012; Kohno *et al.*, 2007; Kohno *et al.*, 2003). Berkenaan dengan kriteria supresi oksitosin terhadap aktivasi ghrelin pada neuron NPY, jika oksitosin menurunkan 40% atau lebih dari level peningkatan  $[Ca^{2+}]_i$  saat diperlakukan dengan ghrelin, maka dikategorikan sebagai adanya penghambatan (supresi).

### **Imunositokimia Neuron NPY**

Pewarnaan imunositokimia neuron NPY dilakukan sesuai protokol yang mengacu kepada laporan sebelumnya (Kohno *et al.*, 2007; Kohno *et al.*, 2003).

### **Pewarnaan Immunofluoresen Terminal Neuron Oksitosin di ARC**

Mencit transgenik hrGFP-NPY (protein NPYnya berfluoresen hijau) diperfusi secara transkardial dengan paraformaldehid 4% dan asam pikrat 0.2%. Selanjutnya sampel otak difiksasi dan disayat dengan *Freezing microtome* untuk tujuan pengamatan mikroskopis. Sayatan histologis diperlakukan dengan antibodi anti-oksitosin untuk mendeteksi ekspresi neuropeptida oksitosin di ARC (Maejima *et al.*, 2014; Kohno *et al.*, 2007). Imunofluoresensi dari terminal-terminal akson oksitosin dan juga fluoresensi protein NPY diamati dengan mikroskop *laser-scanning confocal* (Fluoreview FV1000-TO; Olympus, Tokyo, Japan).

### **Analisis Statistik**

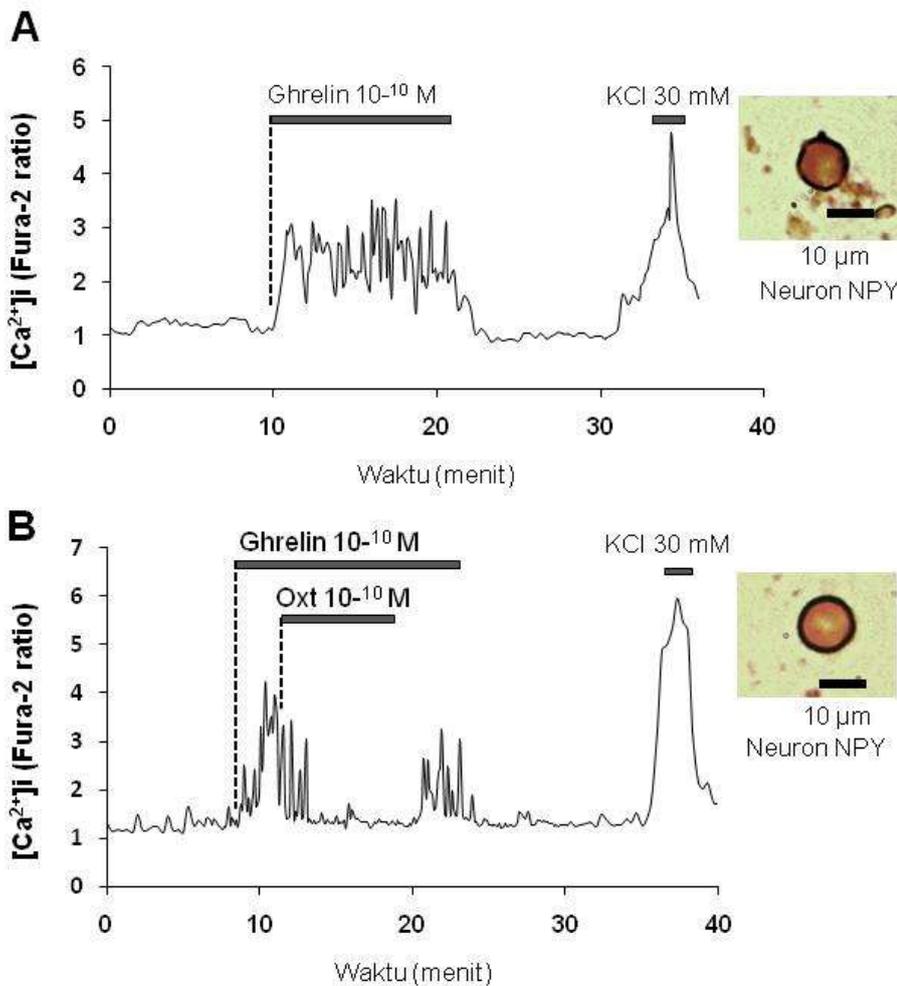
Data disajikan dalam bentuk mean  $\pm$  SE. Student's t-test digunakan untuk menguji signifikansi perbedaan antar kelompok perlakuan

dimana jika nilai  $P < 0.05$  maka dianggap signifikan.

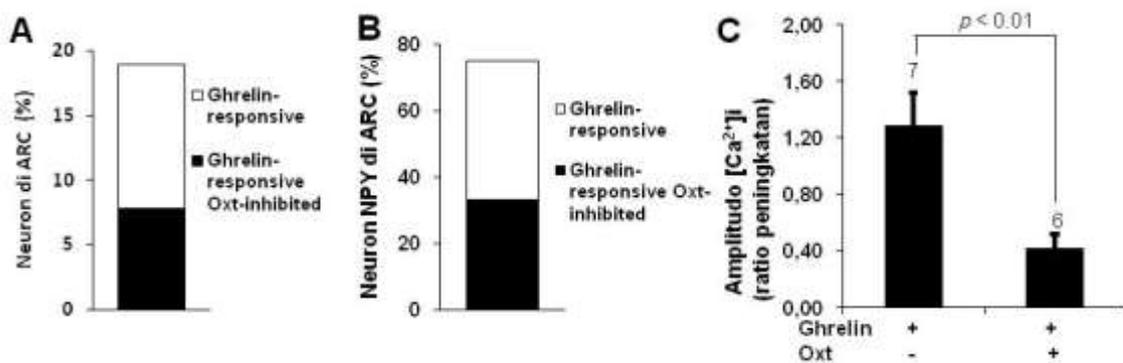
## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pemberian ghrelin dengan konsentrasi  $10^{-10}$  M memicu peningkatan  $[Ca^{2+}]_i$  pada neuron tunggal NPY yang diisolasi dari ARC (Gb. 1a). Selanjutnya, pemberian oksitosin dengan konsentrasi  $10^{-10}$  M mampu menghambat peningkatan  $[Ca^{2+}]_i$  yang dipicu oleh ghrelin tersebut (Gb. 1b). Hal yang sama juga ditemukan pada sejumlah kecil neuron di ARC yang tidak termasuk jenis neuron NPY. Efek penghambatan oksitosin terhadap aktivitas ghrelin bersifat reversibel dimana ketika perlakuan oksitosin dihentikan, maka aktivasi ghrelin terhadap NPY kembali muncul. Neuron-neuron yang diuji memperlihatkan respon terhadap KCl 30 mM sebagai bukti bahwa sampel neuron yang digunakan bersifat viabel (Gb. 1a-b). Sebanyak 24 dari 127 (19%) neuron ARC yang diuji dapat teraktivasi oleh ghrelin, dan 10 dari 127 (8%) adalah neuron yang ditekan aktivasinya oleh oksitosin (Gb. 2a). Sebanyak 18 dari 24 (75%) neuron ARC yang berespon terhadap ghrelin diidentifikasi sebagai neuron NPY berdasarkan hasil imunositokimia (Gb. 2a), dan 6 dari 18 (33%) neuron NPY yang teraktivasi oleh ghrelin dapat ditekan oleh oksitosin (Gb. 2b). Rata-rata amplitudo dari peningkatan  $[Ca^{2+}]_i$  pada neuron NPY yang diinduksi oleh ghrelin menurun secara signifikan saat ditambahkan oksitosin ( $0.42 \pm 0.10$  vs  $1.29 \pm 0.23$  dari runit rasio untuk kombinasi ghrelin dan oksitosin vs ghrelin saja; Gb. 2c).

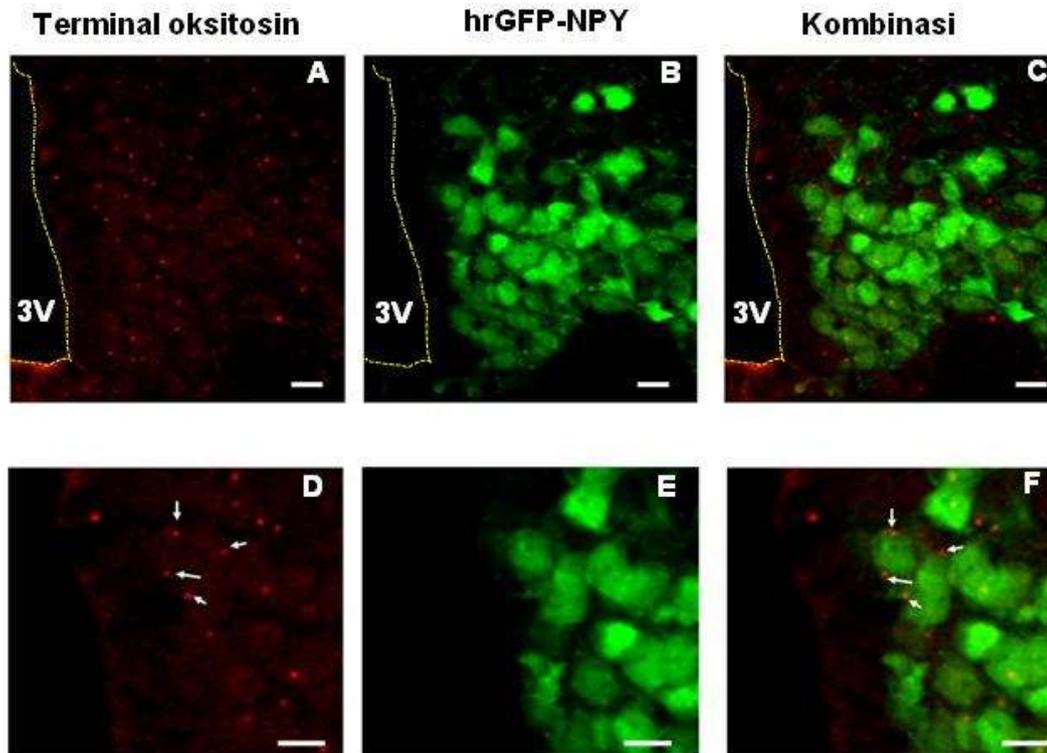
Pada pengamatan mikroskopis dengan menggunakan mencit transgenik hrFGP NPY, terminal-terminal akson oksitosin ditemukan di neuron ARC (Gb. 3a, b) termasuk juga pada neuron NPY (Gb. 3c-f). Hal tersebut mengindikasikan bahwa neuron oksitosin menginervasi neuron NPY secara langsung.



Gambar 1. Oksitosin menghambat peningkatan  $[Ca^{2+}]_i$  yang dipicu oleh ghrelin pada neuron NPY di ARC. (A) Penambahan ghrelin  $10^{-10}$  M ghrelin memicu peningkatan  $[Ca^{2+}]_i$  pada neuron NPY di ARC *in vitro*. (B) Penambahan oksitosin  $10^{-10}$  M menghambat peningkatan  $[Ca^{2+}]_i$  tersebut di neuron NPY. Skala pada A - C = 10  $\mu$ m.



Gambar 2. Fraksi neuron di ARC berdasarkan responnya terhadap pemberian hormon ghrelin dan oksitosin. (A) Persentase seluruh sampel neuron ARC yang berespon terhadap ghrelin dan yang responnya ditekan oleh oksitosin. (B) Persentase dari neuron NPY di ARC yang berespon terhadap ghrelin dan yang responnya ditekan oleh oksitosin. (C) Amplitudo dinamika  $[Ca^{2+}]_i$  pada neuron NPY berdasarkan rasio perubahannya saat diperlakukan dengan ghrelin dan oksitosin. \*\*  $P < 0.01$ . Angka-angka di atas grafik pada C menunjukkan jumlah neuron representatif yang digunakan dalam pengukuran dinamika  $[Ca^{2+}]_i$ .



Gambar 3. Terminal neuron oksitosin menginervasi neuron NPY di ARC secara langsung. (A, D) Foto mikroskopis yang memperlihatkan imunofluoresensi dari terminal akson oksitosin di ARC, (B, E) neuron hrGFP NPY di ARC, (C, F) Kombinasi gambar yang memperlihatkan bahwa terminal akson oksitosin menginervasi neuron NPY secara langsung di ARC. Panah putih pada D mengindikasikan terminal-terminal akson oksitosin yang menginervasi neuron NPY seperti yang diperlihatkan pada F. D-F adalah sebagian dari gambar A-C yang diperbesar. Skala pada A-F = 10  $\mu\text{m}$ . 3V: *third ventricle*; hrGFP-NPY : *humanized renilla green fluorescence protein* NPY.

Hasil penelitian ini membuktikan bahwa peptida anorektik oksitosin berinteraksi secara langsung dan sekaligus menekan aktivasi ghrelin terhadap neuron NPY di ARC. Selain itu, neuron oksitosin menginervasi neuron NPY secara langsung. Oleh sebab itu, aksi oksitosin untuk menghambat aktivasi ghrelin terhadap NPY seperti yang ditemukan dalam penelitian ini sangat mungkin merepresentasikan kondisi fisiologis sebenarnya di otak.

Peningkatan  $[\text{Ca}^{2+}]_i$  pada neuron merupakan manifestasi dari depolarisasi membran, dan merupakan salah satu faktor kunci bagi aktivitas neuronal seperti sintesis dan pelepasan hormon/neurotransmitter, ekspresi gen, dan aktivasi enzim (Grienberger and Konnerth; 2012). Oleh karena itu, adanya efek supresi oleh oksitosin terhadap peningkatan  $[\text{Ca}^{2+}]_i$  yang

diinduksi oleh ghrelin pada neuron NPY mengindikasikan adanya mekanisme inhibisi aktivitas selular dari neuron tersebut. Dinamika perubahan  $[\text{Ca}^{2+}]_i$  yang terjadi secara spontan pada neuron NPY saat diperlakukan dengan oksitosin merefleksikan interaksi langsung antara oksitosin dengan NPY. Oksitosin menghambat aktivasi ghrelin terhadap neuron NPY sehingga dapat menurunkan laju sintesis dan pelepasan molekul neuropeptida dari NPY di ARC. Laporan sebelumnya telah menyatakan bahwa neuron oksitosin dari PVN tidak dapat mempengaruhi aktivitas NPY di ARC yang berada dalam fase basal (tidak sedang terstimulasi) (Karshes *et al.*, 2014). Hal ini mungkin mengindikasikan bahwa efek inhibisi dari oksitosin hanya akan muncul pada kondisi neuron NPY yang teraktivasi, sebagaimana yang ditemukan dalam penelitian

kami. Penelitian lain menemukan bahwa pemberian oksitosin secara perifer dapat menghambat efek stimulasi ghrelin terhadap peningkatan kadar peptida NPY di plasma darah pada manusia (Coiro *et al.*, 2008; Chiodera *et al.*, 2001). Hal tersebut mengindikasikan adanya efek antagonis dari oksitosin terhadap aksi ghrelin dalam menginduksi pelepasan neuropeptida dari neuron NPY. Akan tetapi, oksitosin dari sistem sirkulasi sangat sulit untuk dapat menembus barrier darah-otak (blood-brain barrier) yang memungkinkannya untuk dapat beraksi secara langsung di ARC (Sabatier *et al.*, 2013; Wu *et al.*, 2012). Oleh sebab itu, adanya efek penghambatan oleh oksitosin perifer terhadap pelepasan neuropeptida dari NPY di ARC berkemungkinan menggunakan mekanisme lain selain dari aksi langsung di ARC. Hal ini menarik untuk dipelajari pada penelitian selanjutnya.

Persentase dari populasi neuron NPY di ARC yang aktivasinya oleh ghrelin ditekan oleh oksitosin jauh lebih rendah dibandingkan dengan populasi yang ditekan hormon insulin dan (33% vs 74% and 83%, masing-masingnya) (Kohno *et al.*, 2012; Maejima *et al.*, 2011). Hal ini mungkin mengindikasikan bahwa oksitosin memerlukan aksi sinergis dengan kedua hormon perifer tersebut untuk dapat menekan aktivasi NPY dan selanjutnya menurunkan jumlah konsumsi makan. Kemungkinan lainnya adalah bahwa aksi oksitosin yang menghambat aktivasi ghrelin terhadap neuron NPY memberikan efek aditif terhadap aksi utamanya dalam mengaktifkan neuron POMC di ARC sehingga melipatgandakan efek anoreksigenik dari oksitosin tersebut. Penelitian lanjutan sangat diperlukan untuk membuktikan spekulasi-spekulasi ini.

Dalam penelitian ini juga ditemukan adanya terminal-terminal akson oksitosin yang berkoneksi langsung dengan neuron NPY di ARC. Hal tersebut mengindikasikan bahwa aksi oksitosin pada NPY dapat berlangsung melalui mekanisme neuronal. Pada penelitian sebelumnya telah ditemukan bahwa neuron oksitosin dari

SON dan PVN terproyeksi secara langsung ke ARC dan mengaktifkan neuron POMC (Maejima *et al.*, 2014). Laporan lain menemukan bahwa reseptor oksitosin sangat banyak diekspresikan di ARC yang memungkinkannya untuk dapat memediasi aksi oksitosin melalui jalur humoral (Ostowski, 1998). Dengan demikian, aksi oksitosin pada neuron NPY dapat berlangsung baik melalui mekanisme neuronal maupun humoral.

Kendati mayoritas dari neuron yang berespon terhadap ghrelin adalah kelompok neuron NPY, tapi dalam penelitian ini juga ditemukan adanya populasi neuron selain NPY yang aktivasinya oleh ghrelin dihambat oleh oksitosin. Selain dari NPY dan POMC, ARC di hipotalamus juga disusun oleh sejumlah kecil populasi neuron *growth hormone releasing hormone* (GHRH) (Sousa-Ferreira *et al.*, 2011; Schwartz *et al.*, 2000). Laporan sebelumnya menyatakan bahwa ghrelin dapat secara langsung mengaktifkan neuron GHRH di ARC (Osterstock *et al.*, 2010), sehingga populasi neuron non-NPY yang aktivasinya oleh ghrelin dihambat oleh oksitosin mungkin adalah jenis neuron tersebut.

## KESIMPULAN

Penelitian ini membuktikan bahwa oksitosin mampu menekan aktivasi ghrelin terhadap neuron NPY di ARC hipotalamus. Aksi oksitosin tersebut dapat berlangsung melalui mekanisme neuronal maupun humoral. Hal ini diduga sebagai salah satu mekanisme kerja oksitosin dalam meregulasi makan selain melalui jalur aktivasi neuron POMC di ARC.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada Dr. Yuko Maejima dan Prof. Kenju Shimomura (Department of Electrophysiology and Oncology, Fukushima Medical University, Japan) atas dukungan teknis dan saran-sarannya yang sangat berarti dalam penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Blevins JE, Graham JL, Morton GJ, Bales KL, Schwartz MW, Baskin DG, Havel PJ. 2015. Chronic oxytocin administration inhibits food intake, increases energy expenditure, and produces weight loss in fructose-fed obese rhesus monkeys. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* (85):431-438.
- Blevins JE, Thompson BW, Anekonda VT, Ho JM, Graham JL, Roberts ZS, Hwang BH, Agimoto K, Wolden-Hanson T, Nelson J, Kaiyala KJ, Havel PJ, Bales KL, Morton GJ, Schwartz MW, Baskin DG. 2016. Chronic CNS oxytocin signaling preferentially induces fat loss in high-fat diet-fed rats by enhancing satiety responses and increasing lipid utilization. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* (310): 640-658.
- Chiodera P, Volpi R, Capretti L, Coiro V. 2001. Inhibitory effect of oxytocin on plasma neuropeptide Y in humans. *Clinical Endocrinol* (54):125-132.
- Coiro V, Saccani-Jotti G, Rubino P, Manfredi G, Vacca P, Volta E, Chiodera P. 2008. Oxytocin inhibits the stimulatory effect of ghrelin on circulating neuropeptide Y levels in humans. *J Neural Transm* (115):1265-1267.
- Fetissov SO, Kopp J, Hokfelt T. 2004. Distribution of NPY receptors in the hypothalamus. *Neuropeptides* (38):175-188.
- Goto M, Arima H, Watanabe M, Hayashi M, Banno R, Sato I, Nagasaki H, Oiso Y. 2006. Ghrelin increases neuropeptide Y and agouti-related peptide gene expression in the arcuate nucleus in rat hypothalamic organotypic culture. *Endocrinology* (147):5102-5109.
- Grienberger C, Konnerth A. 2012. Imaging calcium in neurons. *Neuron* (73):862-885.
- Karshes MJ, Shah BP, Madara JC, Olson DP, Strohlic DE, Garfield AS, Vong L, Pei H, Watabe-Uchida M, Uchida N, Liberles SD, Lowell BB. 2014. An excitatory paraventricular nucleus to AgRP neuron circuit that drives hunger. *Nature* (507):238-242.
- Kohno D, Gao H, Muroya S, Kikuyama S, Yada T. 2003. Ghrelin directly interacts with neuropeptide-Y-containing neurons in the rat arcuate nucleus. *Diabetes* (52):948-956.
- Kohno D, Nakata M, Maekawa F, Fujiwara K, Maejima Y, Kuramochi M, Shimazaki T, Okano H, Onaka T, Yada T. 2007. Leptin suppresses ghrelin-induced activation of neuropeptide Y neurons in the arcuate nucleus via phosphatidylinositol 3-kinase- and phosphodiesterase 3-mediated pathway. *Endocrinology* (148):2251-2263.
- Kohno D, Yada T. 2012. Arcuate NPY neurons sense and integrate peripheral metabolic signals to control feeding. *Neuropeptide* (46):315-319.
- Maejima Y, Kohno D, Iwasaki Y, Yada T. 2011. Insulin suppresses ghrelin-induced calcium signaling in neuropeptide Y neurons of the hypothalamic arcuate nucleus. *Aging* (3):1092-1097.
- Maejima Y, Rita RS, Santoso P, Aoyama M, Hiraoka Y, Nishimori K, Gantulga D, Shimomura K, Yada T. 2015. Nasal Oxytocin administration reduces food intake without affecting locomotor activity and glycemia with c-Fos induction in limited brain areas. *Neuroendocrinology* (1011):35-44.
- Maejima Y, Sakuma K, Santoso P, Gantulga D, Katsurada K, Ueta Y, Hiraoka Y, Nishimori K, Tanaka S, Shimomura K, Yada T. 2014. Oxytocinergic circuit from paraventricular and supraoptic nuclei to arcuate POMC neurons in hypothalamus. *FEBS Lett.* (588):4404-4412.
- Mercer RE, Chee MJS, Colmers WF. 2011. The role of NPY in hypothalamic mediated food intake. *Front in neuroendo* (32):398-415.
- Morton GJ, Tatcher BS, Reidelberger RD, Ogimoto K, Wolden-Hanson T, Baskin DG, Schwartz MW, Blevins JE. 2012. Peripheral oxytocin suppresses food intake and causes weight loss in diet-induced obese rats. *Am J Physiol Endo Metab* (302):134-144.
- Nakazato M, Murakami N, Date Y, Kojima M, Matsuo H, Kangawa K, Matsukura S. 2001. A role for ghrelin in the central regulation of feeding. *Nature* (409):194-197.
- Niimi M, Sato M, Taminato T. 2001. Neuropeptide Y in central control of feeding and interactions with orexin and leptin. *Endocrine* (14):269-273.

- Osterstock G, Escobar P, Mitutsova V, Colomer LAG, Fontanaud P, Molino F, Fehrentz JA, Carmignac D, Martinez J, Guerineau NC, Robinson ICAF, Mollard P, Merry PF. 2010. Ghrelin stimulation of growth hormone-releasing hormone neurons is direct in the arcuate nucleus. *Plos One* (5):E1-E14.
- Ostowski NL. 1998. Oxytocin receptor mRNA expression in rat brain: implications for behavioral integration and reproductive success. *Psyconeuroendo* (8):989-1004.
- Perello M, Ringo J. 2013. Leptin activates oxytocin neurons of the hypothalamic paraventricular nucleus in both control and diet-induced obese rodents. *Plos One* (8):E1-E10.
- Sabatier N, Leng G, Menzies J. 2013. Oxytocin, feeding, and satiety. *Front in Endocrinology* (435):E1-E10.
- Schwartz MW, Woods SC, Porte D, Seeley J, Baskin DG. 2000. Central nervous system control of food intake. *Nature* (404):661-671.
- Sohn JW, Elmquist JK, Williams KW. 2013. Neuronal circuits that regulate feeding behavior and metabolism. *Trends in Neurosci.* (369):504-512.
- Sousa-Ferreira L, Alvaro AR, Alveleira C, Santana M, Brandao I, Kugler S, de Almaeida LP, Cavadas C. 2011. Proliferative hypothalamic neurospheres express NPY, AGRP, POMC, CART, and Orexin-A and differentiate to functional neurons. *Plos One* (6):E1-E11.
- van den Pol AN., Yao Y, Fu L, Foo K, Huang H, Copparl R, Lowell B, Broberger C. 2009. Neuromedin B and gastrin releasing peptide excite arcuate nucleus neuropeptide Y neurons in a novel transgenic mouse expressing strong renilla GFP in NPYneurons. *J. Neurosci.* (2914):4622-4639.
- Wu Z, Xu Y, Zhu Y, Sutton AK, Zhao R, Lowell BB, Olson DP, Tong Q. 2012. An obligate role of oxytocin neurons in diet induced energy expenditure. *Plos One* (7):E1-E10.
- Yin Y, Li Y, Zhang W. 2014. The growth hormone secretagogue recetor: its intracelular signaling and regulation. *Int. J. Mol. Sci.* (15):4837-4855.:
- Zhang H, Wu C, Chen Q, Chen X, Xu Z, Wu J, Cai D. 2013. Treatment of obesity and diabetes using oxytocin or analogs in patients and mouse models. *Plos One* (8) :E1-E11.

## **Inventarisasi dan Identifikasi Tanaman Obat di Pekarangan Desa Sibetan, Kecamatan Bebandem Kabupaten Karangasem, Bali**

**Yenisbar<sup>1\*</sup>, Wayan Rawiniwati<sup>2</sup>, Ety Hesthiati<sup>3</sup>**

<sup>1, 2 dan 3</sup> Fakultas Pertanian Universitas Nasional, Jl Sawo Manila N0.61 Pasar Minggu, Jakarta Selatan

\* Penulis korespondensi: yenisbar.chaniago@yahoo.com

### **ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk membuat daftar jenis-jenis tanaman obat di pekarangan dan mengidentifikasi peranan setiap jenis tanaman pekarangan tersebut. Data yang diperoleh dapat dijadikan landasan ilmiah untuk pemanfaatan pekarangan sebagai salah satu usaha untuk meningkatkan kesejahteraan petani dan peningkatan kesehatan pemiliknya. Disamping itu peningkatan peranan pekarangan dapat membantu mengurangi kerusakan sumber daya tanah dan air. Penelitian ini dilakukan di pekarangan Dusun Dukuh, Desa Sibetan, Kecamatan Bebandem Kabupaten Karangasem, Bali pada bulan Oktober-Desember 2016. Metoda dalam penelitian ini dilakukan dengan cara pengumpulan data primer secara langsung menginventaris tanaman obat di pekarangan dan data sekunder. Analisa data dilakukan dengan mengelompokkan tanaman pekarangan berdasarkan suku serta penggolongan berdasarkan fungsi tanaman pekarangan. Tanaman obat yang ditemukan di pekarangan Dusun Dukuh Kelurahan Sibetan Kecamatan Babendam sebanyak 54 jenis tanaman obat yang tergolong ke dalam 36 Famili. Jenis yang tergolong Famili Euphorbiaceae paling banyak dibanding famili yang lain. Masing-masing pekarangan yang diamati umumnya terdapat 10-15 jenis tanaman obat. Tanaman obat yang ditemui sudah banyak digunakan oleh masyarakat desa ini untuk pengobatan.

**Kata kunci:** data primer, Euphorbiaceae, penggolongan

### **ABSTRACT**

*This study aims to make a list of medicinal plants in the yard and identify the role of each type of garden plants. The data obtained can be used as the scientific basis for the utilization of yard as one of the efforts to improve the welfare of farmers and increase the health of their owners. Besides, the increasing role of yard can help to reduce the damage of soil and water resources. This research was conducted at Dukuh Hamlet, Sibetan Village, Bebandem District of Karangasem Regency, Bali in October-December 2016. The method in this research is done by collecting primary data directly to inventory medicinal plants in the yard and secondary data. Data analysis is done by grouping Garden plants based on tribe as well as classification based on the function of the garden plants. Medicinal plants found in the yard Dukuh Hamlet Sibetan village Babendam subdistrict as many as 54 types of medicinal plants belonging to 36 families. Type belonging to Family Euphorbiaceae at most compared to other families. Each of the yard observed generally there are 10-15 types of medicinal plants. Medicinal plants encountered are already widely used by villagers for treatment.*

**Keywords:** primary data, Euphorbiaceae, classification

### **PENDAHULUAN**

Indonesia terletak dilintasan khatulistiwa dan merupakan negara agraris. Sebagai Negara agraris memiliki lahan pertanian yang luas. Tetapi dengan semakin banyaknya jumlah penduduk, maka areal pertanian diambil alih untuk perumahan maupun pembangunan pabrik dan jalan atau pusat perbelanjaan. Semakin sempitnya lahan pertanian maka perlu dilakukan

usaha peningkatan produksi dengan cara memanfaatkan tanah yang marginal atau peningkatan produktivitas pertanian.

Peningkatan produktivitas bahan hasil pertanian harus memperhatikan keseimbangan lingkungan. Lingkungan yang hijau dengan penataan yang baik perlu diperhatikan di lahan pekarangan. Pekarangan merupakan lahan yang potensial untuk dikembangkan menjadi lahan pertanian yang produktif terutama untuk

memenuhi kebutuhan pangan yang bergizi bagi pemiliknya. Pekarangan suatu lahan yang terdapat disekitar rumah tinggal baik dipedesaan maupun diperkotaan.

Keanekaragaman jenis tanaman pekarangan perlu ditingkatkan untuk kelestarian plasma nutfah. Makin meningkatnya keanekaragaman jenis tanaman pekarangan terutama tanaman obat dengan penataan yang baik akan dapat meningkatkan keasrian lingkungan dan akan menjaga homeostatis suatu daerah. Pekarangan dapat ditanami sengan berbagai jenis tanaman seperti tanaman pengganti bahan maakanan pokok, hias, sayuran , bahan bangunan, bahan untuk upacara keagamaan dan tenaman obat.

Toga adalah singkatan dari tanaman obat keluarga. Tanaman obat keluarga pada hakekatnya sebidang tanah baik di halaman rumah, kebun ataupun ladang yang digunakan untuk membudidayakan tanaman yang berkhasiat sebagai obat dalam rangka memenuhi keperluan keluarga akan obat-obatan. Kebun tanaman obat atau bahan obat dan selanjutnya dapat disalurkan kepada masyarakat , khususnya obat yang berasal dari tumbuh-tumbuhan. Untuk memperoleh pengobatan yang ideal seorang pengobat herbal harus pandai dan cermat dalam membuat formula tanaman obat. Formula

yang digunakan dalam pengobatan haruslah sesuai dengan kondisi pasien yang berobat.kondisi pasien sangat berkaitan dengan dosis dan tingkat keberhasilan dalam pengobatan herbal.

Penanaman tanaman obat dipekarangan oleh masyarakat belum banyak dilakukan karena keterbatasan pengetahuan dan informasi. Hal ini juga dialami oleh penduduk di Desa Sibetan, Kecamatan Bebandem, Kabupaten Karangasem, Bali. Melihat latar belakang di atas dirasa perlu untuk melakukan inventarisasi dan identifikasi tanaman obat yang ada di pekarangan Desa Sibetan Kecamatan Bebandem, Kabupaten Karangasem, Bali. Penelitian ini bertujuan untuk membuat daftar jenis-jenis tanaman obat di pekarangan dan mengidentifikasi peranan setiap jenis tanaman pekarangan tersebut.

## BAHAN DAN METODA

### Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di pekarangan Dusun Dukuh, Desa Sibetan, Kecamatan Bebandem Kabupaten Karangasem, Propinsi Bali pada bulan Oktober-Desember 2016. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian di Dusun Dukuh Desa Sibetan, Kecamatan Babendam, Kabupaten Karangasem Bali

## Pengumpulan Data

### Pengumpulan data primer

Pengumpulan data primer dilakukan dengan menginventarisasi dan mencatat semua jenis tanaman obat pekarangan masing-masing nomor pekarangan yang dipilih secara acak. Kemudian diidentifikasi langsung untuk jenis tanaman yang sudah diketahui. Jenis tanaman yang belum diketahui diambil spesimennya dan diidentifikasi di lab. Botani Fak. Biologi UNAS dilanjutkan dengan identifikasi di LIPI. Data primer juga di dapat dari wawancara dengan beberapa masyarakat yang memanfaatkan tanaman obat tersebut.

### Pengumpulan data sekunder

Pengumpulan data sekunder dari sumber-sumber pustaka yang berkaitan dengan penelitian ini, terutama untuk dapat menjelaskan fungsi dari tanaman obat tersebut. Selain dari daftar pustaka juga dilakukan wawancara dengan beberapa pemilik pekarangan.

### Analisis data

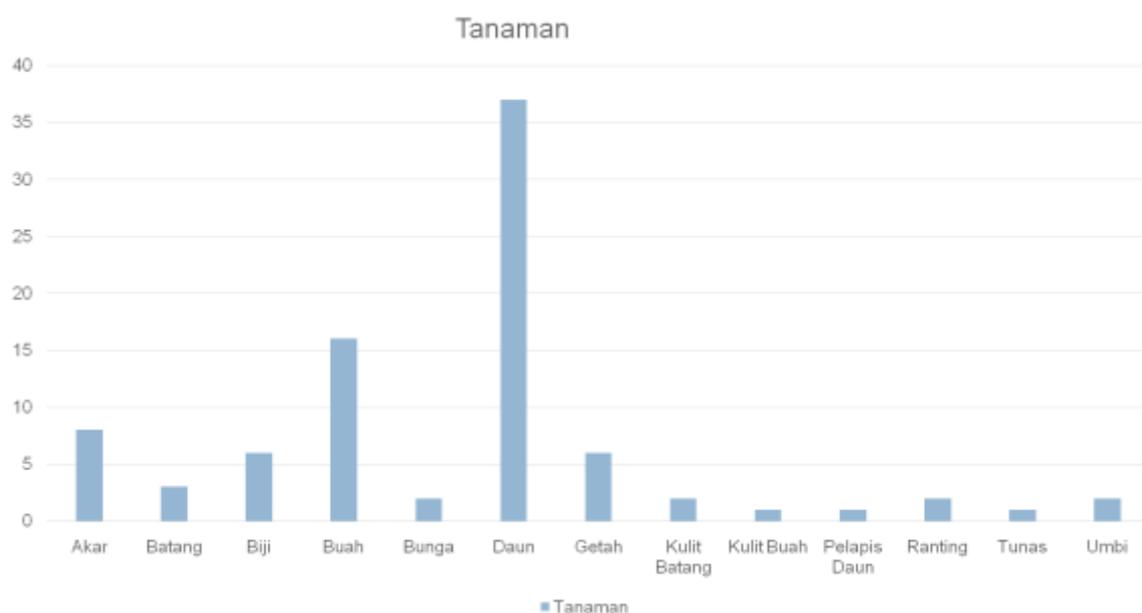
Hasil dari inventarisasi tanaman dilanjutkan dengan melakukan identifikasi. Tanaman yang tidak diketahui jenisnya diidentifikasi di laboratorium Botani kemudian masing-masing

jenis tanaman dikelompokkan berdasarkan suku (famili) nya. Jenis tanaman yang tidak bisa diidentifikasi sendiri dilakukan identifikasi di LIPI. Selanjutnya tanaman obat yang ditemui dipekarangan diidentifikasi kandungan dan kegunaannya sebagai obat berdasarkan literatur yang terkait.

## HASIL

### Komposisi Jenis Tanaman Pekarangan

Beberapa pekarangan diinventaris dengan mencatat semua jenis tanaman obat yang ditemukan di dusun Dukuh kelurahan Sibetan. Dari beberapa pekarangan didapatkan 54 jenis tanaman obat. Masing-masing pekarangan yang diamati umumnya terdapat 10-15 jenis tanaman. Tidak ada pekarangan yang tidak ditanami dengan tanaman obat. Melihat kondisi pekarangan rumah dapat dikatakan bahwa masyarakat di dusun ini sangat perhatian sekali kepada tanaman obat Hal ini dimungkinkan karena umumnya masyarakat masih banyak memanfaatkan tanaman ini sebagai tanaman obat. Tanaman obat ini ada yang dipakai sendiri maupun dipakai untuk keperluan tetangga atau masyarakat yang membutuhkannya.



Gambar 2. Bagian Tanaman yang digunakan sebagai obat

Tanaman obat yang terdapat di Dusun Dukuh Desa Sibetan, Kecamatan Bebandem, Kabupaten Karangasem Bali ada 54 jenis yang tergolong ke dalam 36 Famili. Masing-masing famili terdapat beberapa jenis. Jenis dari Famili Euphorbiaceae paling banyak dibanding famili yang lain. Tanaman obat di Dusun Dukuh Kecamatan Bebandem, Kabupaten Karangasem

Bali ini banyak dimanfaatkan oleh masyarakat baik sebagai tanaman pangan, hias dan obat-obatan. Bagian tanaman yang dipakai sebagai obat adalah organ akar, daun, batang, kulit batang, bunga, buah, biji dan . Jumlah jenis tanaman yang organnya digunakan sebagai obat dapat dilihat pada Gambar 2.

Tabel 1. Jenis tanaman dan Kegunaan Tanaman Obat Di Dusun Dukuh, Desa Sibetan Kecamatan

| No. | Tanaman       | Kegunaan  |
|-----|---------------|---|
| 1.  | Sirih-sirihan | - Radang Kronis Selaput Gendang Telinga (pada anak-anak)<br>- Kencing batu dan pelancar air seni  |
| 2.  | Alamanda      | -Mengobati batuk dan sakit kepala<br>-Menyembuhkan sembelit<br>-Komplikasi dari malaria dan pembengkakan limpa.<br>-Mencegah penyakit kuning.<br>-Antibakteri<br>-Antibiotik  |
| 3.  | Ligundi       | -Pencegahan kehamilan, perawatan setelah bersalin.<br>-Obat pereda, penyegar badan, perawatan rambut.<br>- Obat cacing, peluruh haid.<br>-Mengurangi rasa nyeri (analgetik), -<br>- penurun panas (anti-piretik), obat lunak, peluruh kencing, peluruh kentut, pereda kejang, menormalkan siklus haid, germicide (membunuh kuman).  |
| 4.  | Lidah buaya   | -Detoksifikasi alami<br>-Mengatasi stres<br>-Meningkatkan kekebalan tubuh<br>-Menurunkan kadar gula pada penderita diabetes<br>-Mengobati gangguan pencernaan akibat iritasi di usus dan lambung, luka bakar, anti -<br>penuaan<br>-Pelembab alami pada kulit kering<br>-Mencegah dan mengobati jerawat   |
| 5.  | Kayu Urip     | -Obat sakit lambung, rematik, sifilis, wasir, tukak rongga hidung, nyeri syaraf, patah tulang, sakit gigi, tahi lalat membesar dan gatal, Kapalan atau penebalan kulit, kusta, dan penyakit kulit<br>-Meredakan tangan dan kaki yang baal/kebas   |
| 6.  | Murbai        | -Menurunkan kadar glukosa darah, kadar residu protein dalam ginjal dan membantu menetralkan kadar racun dalam tubuh,<br>-Mengatasi kolestrol tinggi, anemia, kulit kering dan sensitif<br>-Mencegah dan mengatasi peradangan<br>-Memperbaiki sirkulasi darah, kerusakan ringan pada retina, lensadan sistem syaraf mata<br>- Sebagai anti kanker dan anti penuaan yang efektif<br>-Mengendalikan tekanan darah<br>-Meningkatkan daya tahan tubuh dan nafsu makan<br>-Mempercepat pemulihan pasien pasca operasi |
| 7.  | Mahkota dewa  | -Mengobati penyakit diabetes melitus, kanker, tumor, asam urat dan rematik, disentri, dan gatal-gatal karena eksim<br>-Sebagai detoksifikasi, antibakteri, antivirus<br>-Peningkat system imun<br>-Menjaga dan meningkatkan vitalitas<br>-Memperlancar peredaran darah  |
| 8.  | Iler          | -Obat sakit mata, sembelit, ambeien, diabetes melitus, bisul, sakit perut, terlambat  |

|     |                |   |
|-----|----------------|---|
|     |                | <p>datang bulan, tetes radang telinga dan radang usus</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Menyembuhkan luka maupun borok</li> <li>-Mengatasi keputihan dan gangguan pencernaan</li> <li>-Pemulihan pasca persalinan</li> </ul>  |
| 9.  | Hanjuang       | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Meminimalisir rasa nyeri akibat pembengkakan gusi</li> <li>-Menyembuhkan wasir</li> <li>-Melancarkan haid</li> <li>-Mengatasi batuk berdarah</li> <li>-Menghentikan pendarahan</li> </ul>   |
| 10. | Daun Suji      | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Mengobati disentri, beri-beri, tekanan darah tinggi, stroke, sakit saat haid, masalah pencernaan, sakit perut, sesak nafas, batuk, sakit gigi, gusi berdarah, penyakit sipilis dan kanker darah</li> <li>-Penawar racun</li> <li>-Menurunkan kadar kolestrol dan gula darah</li> <li>-Menangkal radikal bebas</li> <li>-Membangun sel yang rusak</li> <li>-Melancarkan aliran darah</li> <li>-Menyehatkan jantung</li> </ul>  |
| 11. | Buni           | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Mengobati jantung berdebar, kurang darah, sifilis, jantung berdebar, bisul, borok, demam, sakit gigi, penyakit kulit, kencing manis, kencing batu dan penyakit ISK</li> <li>-mencegah diabetes dan tumor</li> <li>-anti-kanker dan anti-hipertensi</li> <li>-melancarkan aliran darah</li> </ul>  |
| 12. | Kumis kucing   | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Memperlancar pengeluaran air kemih</li> <li>-obat rematik, batuk, demam, asam urat, keputihan, kencing batu, sembelit, diabetes, sakit pinggang, hipertensi, sifilis, albuminuria, radang ginjal, batu ginjal</li> <li>-mengatasi masuk angin</li> <li>-menghilangkan rasa gatal akibat alergi</li> </ul>   |
| 13. | Kembang sepatu | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Obat penurun demam, malaria, bronchitis, kencing nanah</li> <li>-Meredakan sariawan, bibir pecah-pecah, sakit kepala, gondongan, sembelit, batuk, flu,</li> <li>-Mempercepat penuaan bisul dan penurunan berat badan</li> <li>-Menguatkan dan mencegah perontokan rambut</li> <li>-Pengeringan dan penyembuhan luka</li> <li>-Membersihkan wajah dan menghilangkan jerawat</li> <li>-Penambah tenaga dan stamina</li> <li>-Mengeluarkan racun dalam tubuh</li> <li>-Mengangkat sel kulit mati dan meregenerasi sel kulit yang rusak</li> <li>-Melancarkan saluran kemih</li> <li>-Mencegah infeksi, Keputihan dan melancarkan haid</li> <li>-Menurunkan tekanan darah tinggi dan kolestrol</li> </ul> |
| 14. | Salak          | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Memelihara kesehatan mata</li> <li>-Mengobati diabetes kering, diare/mencret, ambeien</li> <li>-Menstabilkan tekanan darah</li> <li>-Mencegah sembelit, kanker prostat,</li> <li>-Meningkatkan kinerja otak</li> <li>-Menurunkan berat badan</li> </ul>   |
| 15. | Daun wungu     | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Mengobati maag, sakit telinga, sembelit, wasir atau ambeien, bisul, memar</li> <li>-Meluruhkan batu empedu</li> <li>-Meredakan rematik, demam</li> <li>-Mengatasi menstruasi tidak teratur</li> <li>-Melancarkan buang air kecil</li> </ul>   |
| 16. | Puring         | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Obat cacingan, lambung, pencuci perut. Sifilis, sembelit, diare. Bisul dan gatal kulit</li> <li>-Melancarkan peredaran darah dan pencernaan</li> <li>-Menambah nafsu makan</li> <li>-Meluruhkan keringat</li> <li>-Mencegah gangguan saluran kemih</li> <li>-Mengatasi eksema</li> </ul>  |
| 17. | Sirih          | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Mengobati penyakit asma, radang tenggorokan, batuk, demam berdarah, iritasi atau mata merah, keputihan, penyakit bronchitis, luka bakar ringan, penyakit jantung, gusi</li> </ul>   |

|     |               |  |
|-----|---------------|--|
|     |               | <ul style="list-style-type: none"> <li>berdarah, pembengkakan payudara, Maag, radang paru-paru, gatal alergi dan asam urat</li> <li>-menghilangkan bau mulut</li> <li>-mengurangi produksi ASI berlebih</li> <li>-Melancarkan haid</li> <li>-Ramuan selama masa nifas atau setelah melahirkan</li> <li>-Meredakan mimisan</li> <li>-Mencegah penuaan dini</li> </ul>   |
| 18. | Ruku-ruku     | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Meredakan radang</li> <li>-Mengobati batuk</li> <li>-Mengatasi demam</li> <li>-Menangani infeksi pernafasan</li> <li>-Mengatasi bronchitis</li> </ul>  |
| 19. | Jeruk limo    | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Menghilangkan jerawat</li> <li>-Mengatasi mata Lelah</li> <li>-Mengatasi penyakit diabetes</li> </ul>  |
| 20. | Pandan        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mengatasi Lemah Syaraf</li> <li>- Mengatasi Ketombe</li> <li>- Menghitamkan Rambut</li> <li>- Antirematik dan Pegal Linu</li> <li>- Penurun Tekanan Darah Tinggi</li> </ul>   |
| 21. | Patikan kebo  | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Radang tenggorokan, bronchitis, dan asma</li> <li>-Disentri, radang perut, dan diare</li> <li>-Radang kelenjar susu dan payudara bengkak</li> <li>-Eksim , penyakit kulit / gatal –gatal</li> <li>-Luka bakar</li> <li>-Penyakit batuk</li> <li>-obat penyakit kulit, mengurangi bengkak dan menghilangkan gatal- gatal</li> </ul>   |
| 22. | Jahe          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Menurunkan Berat Badan</li> <li>- Menjaga Kondisi Jantung</li> <li>- Mengatasi Mabuk Perjalanan</li> <li>- Mengatasi Gangguan Pencernaan</li> <li>- Mengatasi Morving Sickness</li> <li>- Mengatasi Kanker Usus</li> <li>- Mengobati Sakit Kepala</li> <li>- Mengobati Alergi</li> <li>- Mengobati Mual dan Masuk Angin</li> <li>- Meningkatkan Sistem Kekebalan Tubuh</li> </ul>             |
| 23. | Jarak         | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Mengobatikeputihan pada bayi, radang telinga, sakit gigi, sariawan, perut kembung-<br/>masuk angin, sembelit, jamur, gatal-gatal, bengkak, luka, pendarahan, reumatik, batuk,<br/>dan sebagai peluruh dahak.</li> </ul>  |
| 24. | Kelapa gading | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Menghilangkan Dehidrasi</li> <li>- Mencegah Penuaan Dini</li> <li>- Meningkatkan sistem kekebalan tubuh</li> <li>- Mencegah Pembentukan Batu Ginjal</li> <li>- Baik untuk ibu hamil</li> <li>- Kesehatan kulit</li> <li>- Mempermudah pencernaan</li> <li>- Menurunkan berat badan</li> <li>- Mengobati diabetes</li> <li>- Antioksidan</li> <li>- Mengurangi Tekanan Darah Tinggi</li> </ul> |
| 25. | Suruhan       | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Mengurangi bengkak akibat asam urat</li> <li>- Anti inflamasi</li> <li>- Mengatasi rasa sakit</li> </ul>   |
| 26. | Bandotan      | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Sakit telinga tengah akibat radang</li> <li>-Luka berdarah, bisul, eksim</li> <li>-Bisul, borok</li> <li>-Rematik</li> <li>-Perdarahan rahim</li> </ul>  |

|     |            |  |
|-----|------------|--|
|     |            | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Tumor rahim</li> <li>-Sakit tenggorokan</li> <li>-Malaria, influenza</li> <li>-Perut kembung, mulas, muntah</li> <li>-Perawatan rambut</li> </ul>  |
| 27. | Kikolod    | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Antiradang (antiflamasi), antikanker (antineoplasmik)</li> <li>-Menghilangkan nyeri dan menghentikan pendarahan.</li> <li>-Dapat mengobati mata merah, mata gatal, mata minus dan plus, infeksi mata, katarak, nyeri dan perih pada mata.</li> </ul>   |
| 28. | Cakar ayam | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Mengobati Kanker paru, Bronkhitis, Radang paru, Tonsilis, Batuk, Koreng; Hepatitis, Perut busung, infeksi saluran kencing, Tulang patah; Reumatik; Chorioepithelioma; choriocarcinoma; kanker nasopharynx; kanker paru; infeksi saluran nafas, bronchitis, radang paru (Pneumonia), tonsilitis; serak; cholecystitis, cirrhosis (Pengecilan hati), perut busung(ascites); kanker payudara.</li> </ul>  |
| 29. | Pepaya     | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Kulit melepuh karena panas.</li> <li>-Malaria dan demam.</li> <li>-Mengobati gigitan ular berbisa.</li> <li>-Mengatasi Rambut Beruban.</li> <li>-Mengatasi Cacing gelang</li> <li>-Mengobati Jengkolan</li> <li>-Buang air besar tidak teratur</li> <li>-Merangsang nafsu makan</li> <li>-Mengobati Flu.</li> <li>-Mencegah demam nifas</li> <li>-Melancarkan air seni dan mengeluarkan batu ginjal.</li> <li>-Mengobati Hipertensi</li> <li>-Mengobati Keputihan.</li> <li>-Mengatasi Diare</li> <li>-Menghilangkan Jerawat.</li> <li>-Melancarkan haid.</li> <li>-Melancarkan ASI</li> <li>-Digigit serangga berbisa</li> <li>-Pengobatan Luka bakar</li> <li>-Mengeluarkan pecahan kaca</li> <li>-Mengobati Kutil</li> <li>-Luka kecil.</li> <li>-Tumit pecah-pecah</li> <li>-Mengobati Sakit gigi</li> </ul> |
| 30. | Daun dolar | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Menyehatkan pencernaan</li> <li>-Anti diare</li> <li>-Menangkal radikal bebas</li> </ul>   |
| 31. | Euphorbia  | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Mengobati Diare Akut</li> <li>- Mengobati Demam Malaria</li> <li>- Mengobati Pendarahan Pada Menstruasi</li> <li>- Mengobati Sesak Napas dan Sembelit</li> </ul>   |
| 32. | Lengkuas   | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Mengobati Sakit Kulit</li> <li>-Memperlancar Saluran Kemih</li> <li>-Ramuan Pasca Bersalin</li> <li>-Mengobati Rematik</li> <li>-Obat Tetes Telinga</li> </ul>   |
| 34. | Waru       | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Obat Tb Paru, Batuk, Batuk Berdahak</li> <li>-Obat Amandel</li> <li>-Obat Radang Usus</li> <li>-Obat Muntah Darah</li> <li>-Obat Rambut Rontok dan Penyubur Rambut</li> <li>-Obat Bisul</li> </ul>   |
| 34. | Keladi     | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Mengatasi Kanker</li> <li>-Mengobati penyakit kulit</li> </ul>   |
| 35. | Turnera    | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Mengobati Ulcus duodenum</li> </ul>  |

|     |                |  |
|-----|----------------|--|
|     |                | -Mengobati rematik   |
| 36. | Meniran        | -Mengobati Batu saluran kencing<br>-Mengobati Hepatitis<br>-Mengobati Digigit anjing gila<br>-Mengobati Nephritic edema  |
| 37. | Singkong karet | -Mengatasi penyakit stroke<br>-Meningkatkan daya tahan tubuh<br>-Membantu penyembuhan luka tanpa meninggalkan bekas<br>-Mencegah osteoporosis<br>-Meningkatkan kesehatan mata<br>-Melancarkan pencernaan               |
| 38. | Terong Belanda | -Menjaga stamina<br>-Anti oksidan<br>-Anti kanker<br>-Menyehatkan mata<br>-Memadatkan tulang<br>-Menyehatkan jantung   |
| 39. | Kopi           | -Mencegah batu ginjal<br>-Mencegah depresi<br>-Mampu tingkatkan ketajaman ingatan<br>-Menurunkan resiko diabetes<br>-Menurunkan risiko terkena kanker<br>-Membantu metabolisme tubuh<br>-Sumber antioksidan bagi tubuh |
| 40. | Talas besar    | -Sumber energi<br>-Menyehatkan jantung<br>-Mengobati diare<br>-Mengobati biduren<br>-Mengobati ginjal<br>-Mengobati Nyeri sendi dan otot   |
| 41. | Kenikir        | -Menghilangkan bau mulut<br>-Sebagai obat penyakit maag<br>-Mencegah Infeksi<br>-Melawan kanker<br>-Sebagai obat mastitis<br>-Membersihkan toksin dalam tubuh  |
| 42. | Belimbing      | -Menyembuhkan sakit sariawan<br>-Gusi berdarah<br>-Menurunkan tekanan darah tinggi<br>-Membantu mengatasi jerawat  |
| 43. | Jeruk bali     | -Menurunkan risiko penyakit jantung<br>-Antikanker<br>-Mengobati diare dan sembelit<br>-Meningkatkan daya tahan tubuh<br>-Aroma terapi   |
| 44. | Ciplukan       | -Untuk Mengobati Influenza<br>-Mengobati Bisul<br>-Mengobati Borok<br>-Mengobati Ayan atau Epilepsi<br>-Mengobati penyakit diabetes melitus<br>-Menurunkan tekanan darah tinggi<br>-Mengobati sakit paru- paru         |
| 45. | Daun sendok    | -Gangguan saluran air kemih<br>-Air kemih berdarah<br>-Keputihan<br>-Disentri panas<br>-Diare<br>-Gangguan pencernaan anak-anak<br>-Sakit kuning (Acute icteric hepatitis)   |

|     |                |   |
|-----|----------------|---|
| 46. | Daun gamal     | -Mengobati penyakit kudis dan mengobati luka<br>-Pengobatan rematik dan patah tulang<br>-Antimikroba<br>-Mengatasi penyakit kuning<br>-Melancarkan pencernaan   |
| 47. | Delima         | -Mencegah kanker<br>-Mencegah penyakit jantung<br>-Meningkatkan kekebalan tubuh<br>-Menyehatkan Kulit<br>-Mencegah osteoarthritis<br>-Mencegah penyakit Alzheimer<br>-Menjaga Kesehatan Kulit<br>-Pengobatan Jerawat<br>-Anti penuaan   |
| 48. | Nanas-nanasan  | -Anti radang (anti inflamasi),<br>- Memelihara paru-paru, mencairkan dahak pada tenggorokan, anti batuk,<br>-Anti diare,<br>-Membersihkan darah.<br>-Penyembuh penyakit mimisan<br>-Mengobati berak darah atau <i>Melena</i><br>- <i>Acute-Bronchitis</i> atau muntah darah<br>- Mengobati Bronchitis, Flu, dan Disentri                  |
| 49. | Pare           | -Nafsu makan<br>-Menyembuhkan penyakit kuning<br>-Memperlancar pencernaan<br>-Obat malaria<br>-Mencegah timbulnya penyakit kanker   |
| 50. | Katuk          | Memperlancar keluarnya ASI  |
| 51. | Pandan wangi   | -Mencegah dan mengobati penyakit rematik<br>-Mengobati pegal linu<br>-Menurunkan tekanan darah tinggi<br>-Mampu meningkatkan nafsu makanan<br>-Mengatasi ejakulasi dini<br>-Mengatasi rambut rontok<br>-Menghitamkan rambut<br>-Meregenerasi sel kulit kepala   |
| 52. | Bluntas        | -Meningkatkan nafsu makan<br>-Antibakteri<br>-Mengobati TBC pada kelenjar leher<br>-Mengatasi bau badan dan bau mulut<br>-Meredakan pegal linu<br>-Mengatasi perut kembung<br>-Meredakan nyeri pinggang<br>-Mengatasi gangguan pencernaan<br>-Mengobati nyeri haid nyeri saat menstruasi<br>-Menurunkan demam<br>-Melawan infeksi bakteri |
| 53. | Cocor bebek    | -Menyembuhkan sakit kepala<br>-Batuk<br>-Sakit dada<br>-Borok dan penyakit kulit<br>-Demam<br>-Memperlancar haid  |
| 54. | Harendong bulu | - Mengobati luka yang susah Kering  |

## PEMBAHASAN

Tanaman obat yang terdapat di Dusun Dukuh Desa Sibetan, Kecamatan Bebandem, Kabupaten Karangasem Bali ada 54 jenis tergolong ke dalam 36 Famili. Masing-masing famili terdapat beberapa jenis. Famili Euphorbiaceae paling banyak jenisnya, hal ini dikarenakan banyak dimanfaatkan masyarakat untuk obat yaitu getahnya.

Komposisi jenis tanaman obat di dusun ini cukup beragam dibandingkan dengan penelitian Yenisbar (2014). Hasil penelitian Yenisbar (2014) bahwa, komposisi jenis tanaman di pekarangan dusun Teluk Bundar terdapat 1067 individu terdiri dari 69 jenis yang tergolong ke dalam 39 famili. Menurut fungsinya paling banyak sebagai tanaman perdagangan dan industri 32 jenis diikuti tanaman hias 26 jenis, tanaman obat-obatan 18 jenis. Tanaman sayuran 16 jenis dan tanaman buah-buahan 16 jenis.

Komposisi tanaman pekarangan secara keseluruhan di Nagari Alahan Panjang terdiri dari 49 famili, 76 genus, 95 jenis, dimana pada setiap bagian pekarangan didominasi oleh golongan tanaman sayuran (Rina et al., 2012). Penelitian Sari et al (2015) yang bertujuan untuk mengkaji implementasi program TOGA serta tradisi masyarakat dalam menanam dan menggunakan tanaman obat di Provinsi Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur dan Bali. Hasil penelitiannya menyatakan bahwa, masyarakat yang menanam tanaman obat pada umumnya menggunakan hasil tanaman obat tersebut untuk pengobatan awal sebelum berobat ke tenaga kesehatan dimana "Mitos" atau tradisi masih menjadi dasar penanaman dan pemanfaatan tanaman lekat pekarangan di masing-masing daerah bagi sebagian masyarakat. Penanaman tanaman obat merupakan tradisi turun temurun dari nenek moyang yang biasanya informasi menanam dan memanfaatkan pada umumnya diperoleh dari orang tua. Pengetahuan masyarakat terhadap khasiat dan cara penggunaan tanaman obat yang ada di sekitar rumah masih kurang memadai. Pada umumnya implementasi program khusus tanaman lekat

pekarangan tidak ada tapi hanya disisipkan pada program lainnya karena tidak ada seksi atau unit yang khusus menangani masalah di tingkat Dinas Kesehatan Kabupaten. Sementara itu dari unsur pemerintah yang lebih banyak terlibat dalam pembinaan program tanaman obat adalah Dinas Pertanian dan aparat desa. Dinas Kesehatan dan Puskesmas hanya sebatas menyarankan atau memantau masyarakat.

Tanaman obat tradisional mempunyai peranan penting dalam dunia kesehatan yang pemakaiannya sudah lama dikenal dan digunakan masyarakat Indonesia. Penggunaan obat tradisional akhir-akhir ini mengalami peningkatan, hal ini dipengaruhi oleh kenaikan harga-harga obat-obat modern di masa krisis ekonomi (Supriyadi, 2001). Indonesia kaya akan sumber bahan obat alam yang telah digunakan oleh sebagian besar rakyat Indonesia secara turun temurun, maka perlu didorong upaya pengenalan, penelitian, pengujian dan pengembangan khasiat dan kegunaan suatu tanaman obat (Wijayakusuma, 1993). Pemerintah dalam hal ini Departemen Kesehatan juga mendukung pengobatan tradisional yang berkembang di Indonesia, terutama untuk mengantisipasi harga obat yang mahal (Dalimartha, 1999). Pemanfaatan tanaman obat tradisional salah satu diantaranya adalah untuk mengatasi kelelahan. Upaya pengobatan tradisional dengan obat-obat tradisional merupakan salah satu bentuk peran serta masyarakat dan sekaligus merupakan teknologi tepat guna yang potensial untuk menunjang pembangunan kesehatan. Hal ini disebabkan antara lain karena pengobatan tradisional telah sejak dahulu kala dimanfaatkan oleh masyarakat serta bahan bahannya banyak terdapat di seluruh pelosok tanah air. Dalam rangka peningkatan dan pemerataan pelayanan kesehatan masyarakat, obat tradisional perlu dimanfaatkan dengan sebaik-baiknya. Obat-obatan tradisional selain sangat bermanfaat bagi kesehatan, juga tidak memiliki efek samping yang berbahaya karena bisa dicerna oleh tubuh. Karena itu, banyak perusahaan yang mengolah obat-obatan tradisional yang telah

dimodifikasi, seperti berbentuk kapsul, serbuk, cair, dan tablet. Dewasa ini obat-obatan modern sudah menjadi bagian dari kehidupan kita sehari-hari. Obat-obatan itu dalam berbagai bentuk sudah dijual bebas dan mudah sekali didapatkan dengan harga yang relatif terjangkau seluruh lapisan. Tanaman obat sebagai obat alternatif dan bahkan secara resmi dianjurkan untuk digunakan oleh praktisi di dunia kesehatan.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengamatan dan pembahasan tentang tanaman pekarangan Dusun Dukuh Kelurahan Sibetan kecamatan Babendam Karangasem dapat disimpulkan:

1. Terdapat 54 jenis tanaman obat yang tergolong ke dalam 36 Famili.
2. Famili Euphorbiaceae paling banyak jenis yang didapat dibanding famili yang lainnya.
3. Masing-masing pekarangan yang diamati umumnya terdapat 10-15 jenis tanaman obat.

### Saran

1. Tanaman obat yang ada di pekarangan dapat dimanfaatkan semaksimal mungkin untuk mencegah penyakit dengan meningkatkan stamina sehingga tidak terkena penyakit.
2. Pemanfaatan tanaman obat oleh masyarakat di dusun ini perlu diberi pelatihan cara pemanfaatannya dan meramu tanaman tersebut sebagai obat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, Hadi Susilo. 2008. Revitalisasi Pekarangan sebagai Agroekosistem dalam Mendukung Ketahanan Pangan di Wilayah Perdesaan. IPB. Bogor.
- Budiman B. 1983. Konsumsi pangan keluarga dari hasil pemanfaatan pekarangan di pedesaan Jawa. *Gizi Indonesia* 10 (166-169).
- Brownigg L. 1985. *Home Gardening in International Development Life*. Washington DC
- Daw M E. 1991. A National Perspective of Pekarangan: system, performance and constraints. Dalam M E. Daw *et al* (eds). *Pekarangan Land: development possibilities and their contribution to farmers' welfare*. CASER and DAO, Bogor.
- Qomarudin Moh. 2012. Identifikasi dan Inventarisasi Tanaman Pekarangan Rumah Penduduk di Kecamatan Paciran dan Laren, Kabupaten Lamongan Jawa Timur; Thesis IPB. Bogor.
- Rina DN, Chairul dan Solfiyeni. 2012. Komposisi dan Struktur Tanaman Pekarangan Dataran Tinggi di Nagari Alahan Panjang Kabupaten Solok. *Jurnal Biologi Universitas Andalas (J. Bio. UA.)* 1(2): 144-149.
- Sari I D, Y Yunita, S Siahaan, Riswati, M Syaripuddin. 2015. Tradisi Masyarakat dalam Penanaman dan Pemanfaatan Tumbuhan Obat Lekat di Pekarangan. *Jurnal Kefarmasian* 5(2): 123-132
- Soegiarto A. 1994. *Ekologi kuantitatif: Metode Analisis Populasi dan Komunitas*. Jakarta: Penerbit Usaha Nasional.
- Soemarwoto O. 1983. *ekologi Lingkungan Hidup dan Pembangunan*. Penerbit Djambatan. Jakarta.
- Soemarwoto O. I Soemarwoto, Karyono, E M Soekartodiredjo, A Ramlan. 1987. *pekarangan rumah di Jawa: suatu ekosistem pertanian terpadu*. Dalam: J Metzner dan N Daldjoeni (eds) *Ekofarming: bertani selaras alam*. Yayasan Obor Indonesia. Jakarta.
- Sulianti S B. 2008. Studi fito kimia *Ocimum* spp.: Komponen kimia minyak atsiri Kemangi dan ruku-Ruku. *Berita Biologi* 9(3): 237-241
- Terra GJA. 1948. *Tuinbouw*. Dalam. *landbouw in Indishe. Archipel*. Hall, CJJ, van en C. van Hoeve, s'Gravenhage.
- Terra GJA. 1953. *The distribution of Mixed Gardening on Java*. *Landbouw*. Jakarta
- Wijayakusuma H. 2006. *Atasi Asam Urat dan Rematik ala Hembing*. Jakarta: Puspa Swara.
- Warintek. [ristek.go.id/pangan\\_kesehatan/tanaman\\_obat/lipi\\_pdi/pepaya.htm](http://ristek.go.id/pangan_kesehatan/tanaman_obat/lipi_pdi/pepaya.htm) dan [warintek.ristek.go.id/pertanian/pepaya.Pdf](http://warintek.ristek.go.id/pertanian/pepaya.Pdf)
- Yenisbar, 2014. Keanekaragaman Jenis Tanaman Pekarangan Di Dusun Teluk Bundar Kelurahan Dewisari, Kecamatan Rengasdengklok, Karawang. Hasil penelitian (belum dipublikasikan)

## Efek Ekstrak “Pasote” terhadap Kadar Gula Darah Tikus Putih Jantan yang Diinduksi dengan Sukrosa

Dingse Pandiangan<sup>1</sup>, Lalu Wahyudi<sup>2</sup> dan Edwin de Queljoe<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Biologi FMIPA UNSRAT, Jl. Kampus Bahu Manado. 95115.

Email: dingsepan@unsrat.ac.id

### ABSTRAK

Kebutuhan terhadap obat jantung yang sangat mahal harganya mendorong para peneliti dan industri farmasi untuk mencari terobosan baru dengan harapan mendapatkan senyawa obat jantung baru. Tujuan umum penelitian ini adalah untuk mendapatkan senyawa obat jantung baru dengan memanfaatkan tumbuhan obat tradisional sehingga angka kematian mendadak dapat ditekan. Tujuan khususnya adalah memperoleh informasi ilmiah mengenai aktivitas diabetes tumbuhan ‘Pasote atau Sambote’. Penelitian ini akan memberdayakan potensi keragaman hayati tumbuhan obat yang dimanfaatkan masyarakat di kabupaten Minahasa Sulawesi Utara dengan melakukan pengujian ekstrak etanol tumbuhan “Pasote atau Sambote”. Penelitian ini dilakukan secara bertahap mulai dari pengenalan dan identifikasi pasote secara biologis dan kemudian dilanjutkan dengan pengekstrakan bagian daun dari pasote yang kering dengan etanol dan daun langsung atau segar dengan air. Ekstrak ditimbang bervariasi untuk mengetahui efek yang tepat menurunkan kadar gula. Kemudian ekstrak diaplikasikan atau “cekok” ke dalam tubuh mencit untuk menganalisis efek antidiabetes dari daun pasote tersebut. Kontrol digunakan dua jenis yaitu kontrol positif dan kontrol negatif. Pengukuran kadar gula darah atau antidiabetes digunakan alat *Autocheck multi-monitoring system*. Hasil yang diperoleh adalah bahwa pengukuran berat badan 24 awal tikus sekitar 120 sampai 220 g dengan rata-rata 194 g. Kandungan gula darah tikus awal dari 65 – 128 mg/dL dengan rata-rata 82,5 mg/dL. Setelah pengolahan data secara statistika bahwa rata-rata berat badan tikus jantan putih sebelum perlakuan atau kontrol awal adalah 194,05 g dan kandungan gula darah 82,5 mg/dL. Setelah diberi perlakuan sukrosa selama 48 jam maka berat badan sekitar 160-220 g dengan rata-rata 184,41 g. Berat badan mengalami penurunan 4,97 %. Kemudian kadar gula darah sekitar 68-228 mg/dL atau rata-rata 76,27 mg/mL. Kadar gula darah meningkat sekitar 38,49 % setelah 48 jam perlakuan sukrosa. Setelah perlakuan ekstrak etanol biji pasote mengalami penurunan kadar gula darah dari rata-rata 91 mg/dL menjadi 88 mg/dL atau berkurang 4,97% setelah 48 jam aplikasi. Ekstrak etanol biji “pasote atau sambote” dapat menurunkan kadar gula darah tikus jantan putih setelah 48 jam aplikasi.

**Kata kunci:** *jantung, diabetes, pasote atau sambote, obat tradisional, kolesterol, gula darah*

### PENDAHULUAN

Kabupaten Minahasa dari pengamatan langsung mempunyai keanekaragaman tumbuhan yang digunakan sebagai obat. Salah satu di antaranya adalah “Pasote” sebutan untuk Suku Minahasa Kakas atau “Sambote” untuk Minahasa Tountemboan. Tumbuhan ini sering digunakan para orang tua

di Minahasa yang sudah mengalami gangguan kesehatan terutama penyakit gula dan kolesterol. Dari hasil wawancara langsung bahwa tumbuhan tersebut dimanfaatkan juga sebagai pelengkap bubur Manado (“tinutuan”) sebagai pengganti kemangi. Menurut mereka sakit gula dan kolesterol sembuh setelah menggunakannya secara rutin. Hal ini sudah

menjadi kebiasaan mereka dan sudah ditanam disekitar rumah mereka.

Tumbuhan obat tradisional “Pasote atau Sambote” tersebut belum dikenal secara umum. Dari hasil pengamatan pengusul bahwa tumbuhan tersebut adalah endemik Sulawesi Utara yang belum teridentifikasi dan merupakan aset daerah untuk masa yang akan datang. Kebiasaan Minahasa yang cenderung banyak memakan daging, tentu tumbuhan ini merupakan solusi penurunan kolesterol penyebab utama penyakit jantung. Oleh sebab itu perlu dikembangkan menjadi suatu obat herbal untuk penyakit diabetes dan kolesterol yang merupakan pemicu penyakit jantung.

Penyakit jantung yang umum kebanyakan disebabkan penyempitan pembuluh darah dan pembengkakan jantung. Penyebab dari keduanya adalah kolesterol dan lemak serta gula yang tinggi. Penyempitan pembuluh darah bisa terjadi di pembuluh darah jantung, otak dan bagian lain. Dampak yang cepat kelihatan adalah tekanan darah naik yang lama kelamaan menyebabkan serangan jantung dan stroke. Akhir-akhir ini banyak orang meninggal secara mendadak, hal itu biasanya disebabkan penyakit jantung yang terlambat mengenalinya (Anonim, 2013b). Disamping itu pada awalnya orang memang menduga bahwa sumber cadangan variasi tumbuhan obat terdapat dalam jumlah yang tidak terbatas dan tidak akan habis-habisnya untuk keperluan generasi sekarang serta generasi-generasi yang mendatang. Akan tetapi cadangan sumber daya genetika nabati di pusat keaneka ragamannya tidaklah selalu tersedia terus menerus seperti yang kita inginkan. Maka dengan potensi tumbuhan dan ramuan tradisionalnya dapat dibuka suatu industri obat atau jamu sebagai pemanfaatannya agar potensi yang ada dapat dikembangkan dan memajukan daerah tersebut.

Penyakit jantung yang merupakan pembunuh nomor satu yang sangat menakutkan banyak orang terutama bagi daerah yang tradisinya pemakan daging “B2” dan “RW”.

Kebiasaan makan daging tersebut pemicu peningkatan kolesterol, lemak dan asam urat dalam darah. Kedua penyakit itu merupakan pemicu penyempitan pembuluh darah koroner. Sehingga tidak kaget kalau banyak yang mati mendadak, sebab mereka tidak tau bahwa sudah terserang penyakit jantung. Oleh sebab itu penelitian ini sangat urgen untuk dilakukan supaya diperoleh standarisasi obat tradisional yang sudah siap digunakan yang khas di Sulawesi Utara.

Oleh sebab itu tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui berapa kadar penurunan kadar gula darah, dari pasote atau sambote yang akan dikemangankan menjadi obat jantung. Manfaat yang bisa didapatkan dari penelitian ini adalah sebagai upaya melestarikan pengetahuan obat masyarakat suku Minahasa yang sangat baik untuk pengembangan kesehatan nasional maupun internasional, menggunakan tumbuhan pasote atau sambote sebagai obat yang belum terpublikasi.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari - Juli 2017, di Laboratorium Farmakologi FMIPA Unsrat Manado. Penelitian dilakukan secara bertahap antara lain:

### a. Koleksi tumbuhan (Pengambilan Sampel)

Teknik koleksi yang dilakukan mengikuti (Kandou dan Pandiangan, 2006). Agar sampel baik maka dilakukan pengambilan bagian tumbuhan yang lengkap mencakup, akar, batang, daun, bunga, buah dan biji kalau semuanya ada. Pada penelitian ini yang paling banyak didapatkan adalah biji pasote. Sehingga sampel dari penelitian ini adalah campuran daun dan biji pasote. Sampel atau pasote yang seutuhnya di cabut atau dipotong bagian batangnya kemudian di cuci bersih pada air apabila dekat dengan tanah. Kemudian dikering anginkan dalam ruangan satu malam, kemudin tumbuhan pasote dikeringkan di ruang terbuka di matahari

seharian kemudian apabila sudah rapuh daunnya bila diremas maka daun tersebut di haluskan dengan meremasnya terlebih dahulu, kemudian diblender untuk menghaluskannya.

#### b. Ekstraksi dan Maserasi Sampel

Sampel ditimbang sebanyak 500 gram (berat basah) lalu dirajang. Rajangan dikeringkan dengan menggunakan oven pada suhu  $45^{\circ}\text{C}$ . Daun pasote kering lalu ditimbang (berat kering) dan dihitung rendemen simplisia kering. Setelah itu simplisia diserbuk dengan blender untuk memperkecil permukaan partikel agar kontak antara bahan dan larutan penyari lebih besar, lalu diayak dengan menggunakan ayakan 65 mesh. Prosedur ekstraksi seperti Gambar 4 berikut ini.

Ekstraksi simplisia daun pasote menggunakan pelarut etanol 70%. Pembuatan ekstrak daun pasote dilakukan dengan metode remaserasi, yaitu daun pasote yang telah diayak, ditimbang sebanyak 150 g lalu diekstraksi dengan menggunakan 900 mL etanol 70% dengan cara maserasi selama 5 hari (setiap hari digojok). Ekstrak kemudian disaring dengan menggunakan kertas saring (filtrat 1) dan sisanya diekstrak kembali selama 2 hari menggunakan etanol 70% sebanyak 600 mL lalu disaring (filtrat 2). Selanjutnya filtrat 1 dan 2 dikumpulkan, diuapkan dengan *vacum evaporator* pada suhu  $70^{\circ}\text{C}$  sampai volumenya menjadi  $\frac{1}{4}$  dari volume awal, dan dilanjutkan dengan pengeringan di oven pada suhu  $40^{\circ}\text{C}$  sampai menjadi ekstrak kental. Di dapatkan ekstrak kental. Ekstrak kental siap untuk digunakan pada uji efektifitas ekstrak.

### 3. Uji Efek Ekstrak terhadap Penurunan Kadar Gula Darah Tikus

Hewan uji dibagi dalam 3 kelompok. Sebelum diberi perlakuan, semua tikus dipuasakan selama 24 jam (minum tetap diberikan). Semua tikus yang telah dipuasakan ditimbang berat badannya,

kemudian diperiksa kadar gula darah puasa, setelah itu semua tikus diinduksi sukrosa sebesar 5,625 g/KgBB. Setelah 30 menit, semua tikus diperiksa kadar gula darah sesudah diinduksi sukrosa. Selanjutnya, semua tikus diberi sediaan per oral, untuk kelompok kontrol negatif (K-) hanya diberi CMC 0,5%, untuk kelompok perlakuan (KP) diberi ekstrak dengan dosis 150 mg/kgBB, dan untuk kelompok kontrol positif (K+) diberi glibenklamid dengan dosis 0,45 mg/KgBB, kemudian kadar gula darah tikus diperiksa pada menit ke 15, 30, 60, dan 120 setelah perlakuan. Semua sampel darah diambil dari vena ekor tikus dan kadar gula darah diukur dengan glukometer *Autocheck multi-monitoring system*.

Dosis sukrosa dihitung berdasarkan dosis sukrosa pada kelinci yaitu 3 g/kgBB per oral (Widyastuti dan Suarsana, 2011), maka perhitungan dosis sukrosa untuk tikus adalah  $1,5 \times 3 \times 0,25 = 5,625 \text{ g/KgBB}$ . (0,25 merupakan faktor konversi dosis kelinci ke tikus menurut Harmita dan Radji (2006). Dosis sukrosa yang akan digunakan, dihitung berdasarkan berat badan dari masing-masing tikus, kemudian dilarutkan dalam aquades sebanyak 2,5 mL dan diminumkan pada masing-masing tikus

Sebanyak 0,5 g CMC ditaburkan dalam lumpang yang berisi  $\pm 30$  mL air suling panas. Didiamkan selama 15 menit hingga diperoleh massa yang transparan, lalu digerus sampai homogen, diencerkan dengan air suling dan dimasukkan ke labu ukur 100 mL, dicukupkan volumenya dengan air suling hingga batas tanda tera.

Dosis Glibenklamid pada manusia dewasa adalah 5 mg, maka dosis Glibenklamid untuk tikus adalah  $5 \times 0,018 = 0,45 \text{ mg/KgBB}$ . Tablet Glibenklamid digerus dan diambil sebanyak 15 mg (setara dengan dosis 0,45 mg/KgBB), dimasukkan ke dalam lumpang dan ditambahkan suspensi CMC 0,5% b/v sedikit demi sedikit sambil digerus sampai homogen, volume dicukupkan hingga 5 mL. Kadar gula darah puasa normal  $< 110 \text{ mg/dL}$ .

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Pertumbuhan Tikus Wistar Jantan Putih setelah perlakuan Ekstrak Pasote**

Tikus yang diperoleh sekitar 24 ekor diadaptasikan selama 7 hari terlebih dahulu. Setelah 7 hari dipelihara dan diberi makan standar secara keseluruhan dilakukan pengukuran berat badan tikus yang disebut berat badan tikus

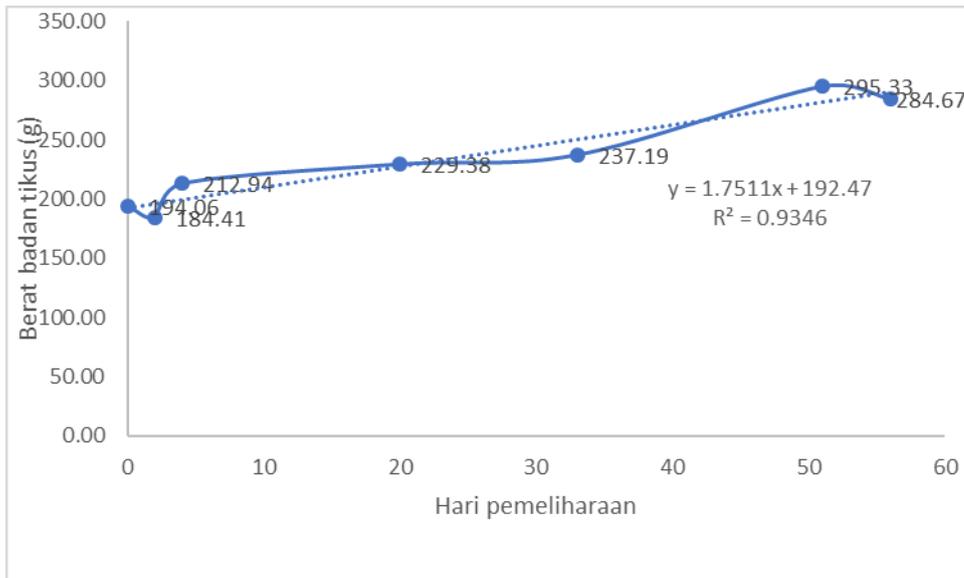
awal atau sebelum dilakukan percobaan. Kemudian dilakukan pensortiran atau pemilihan tikus dari 24 ekor yang disiapkan, yang sebelumnya diperoleh berat badan pengukuran dari sekitar 120 g sampai 220 g (Tabel 1). Tikus yang digunakan 17 tikus yang mampak sama ukuran dan sehat serta lincah. Berat badan tikus Winstar jantan putih sekitar 190 sampai 220 g (Tabel 1 dan Gambar 1).

Tabel 1. Perubahan berat badan tikus (g) selama proses pelaksanaan penelitian

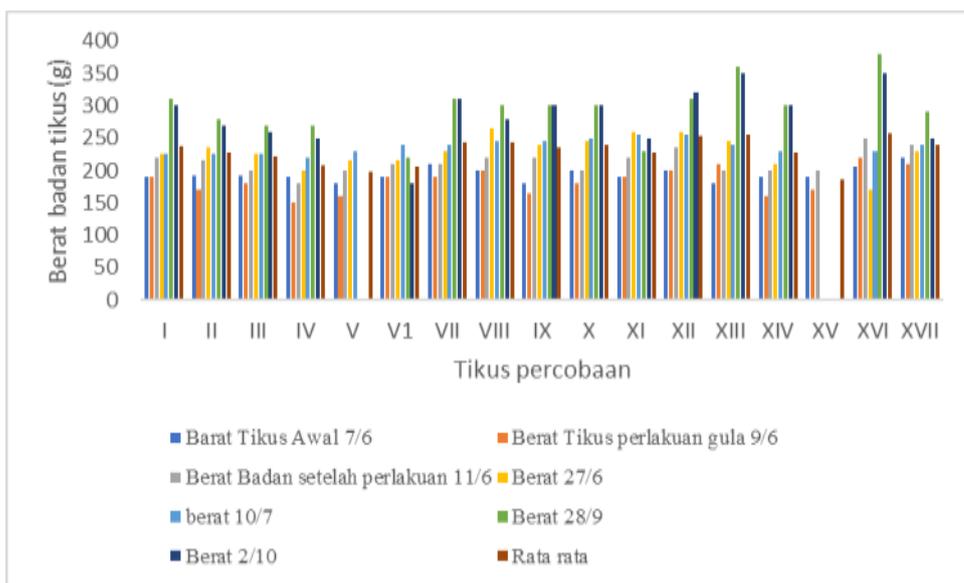
| Tikus     | Barat Tikus Awal 7/6 | Berat Tikus perlakuan gula 9/6 | Berat Badan 11/6 | Berat Badan 27/6 | Berat Badan 10/7 | Berat Badan 28/9 | Berat 2/10  | Rata rata |
|-----------|----------------------|--------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------|-----------|
|           | Hari -0              | Hari ke-2                      | Hari ke-4        | Hari ke-15       | Hari ke-28       | Hari ke-120      | Hari ke-155 |           |
| I         | 190                  | 190                            | 220              | 225              | 225              | 310              | 300         | 237.14    |
| II        | 192                  | 170                            | 215              | 235              | 225              | 280              | 270         | 226.71    |
| III       | 192                  | 180                            | 200              | 225              | 225              | 270              | 260         | 221.71    |
| IV        | 190                  | 150                            | 180              | 200              | 220              | 270              | 250         | 208.57    |
| V         | 180                  | 160                            | 200              | 215              | 230              | MT               | MT          | 197.00    |
| V1        | 190                  | 190                            | 210              | 215              | 240              | 220              | 180         | 206.43    |
| VII       | 210                  | 190                            | 210              | 230              | 240              | 310              | 310         | 242.86    |
| VIII      | 200                  | 200                            | 220              | 265              | 245              | 300              | 280         | 244.29    |
| IX        | 180                  | 165                            | 220              | 240              | 245              | 300              | 300         | 235.71    |
| X         | 200                  | 180                            | 200              | 245              | 250              | 300              | 300         | 239.29    |
| XI        | 190                  | 190                            | 220              | 260              | 255              | 230              | 250         | 227.86    |
| XII       | 200                  | 200                            | 235              | 260              | 255              | 310              | 320         | 254.29    |
| XIII      | 180                  | 210                            | 200              | 245              | 240              | 360              | 350         | 255.00    |
| XIV       | 190                  | 160                            | 200              | 210              | 230              | 300              | 300         | 227.14    |
| XV        | 190                  | 170                            | 200              | MT               | MT               | MT               | MT          | 186.67    |
| XVI       | 205                  | 220                            | 250              | 170              | 230              | 380              | 350         | 257.86    |
| XVII      | 220                  | 210                            | 240              | 230              | 240              | 290              | 250         | 240.00    |
| Rata-rata | 194.06               | 184.41                         | 212.94           | 229.38           | 237.19           | 295.33           | 284.67      |           |

Keterangan Mt = tikus mati

I-XVII = adalah pengelompokan tikus percobaan



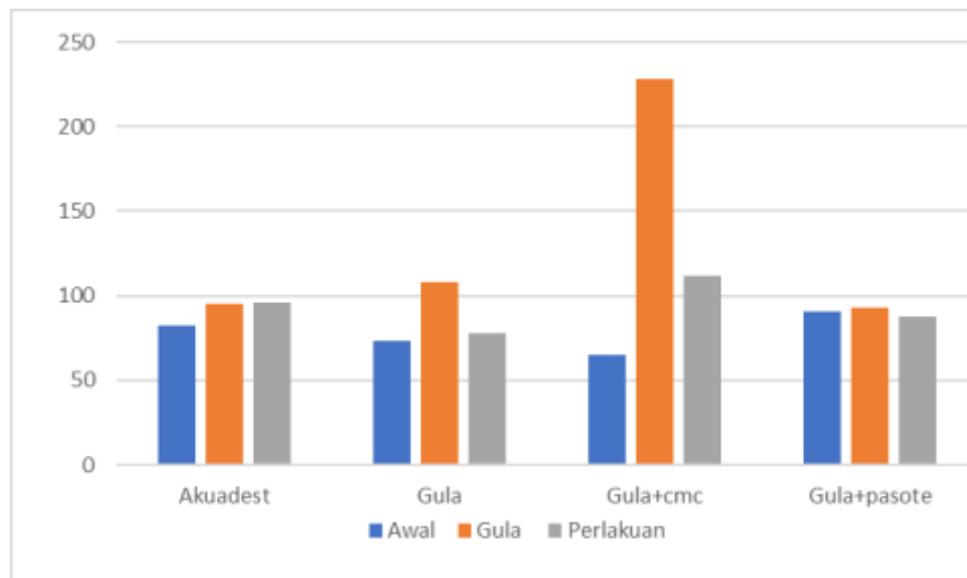
Gambar 1. Perubahan berat badan dan pertumbuhan tikus selama 2 bulan percobaan dengan waktu penimbangan yang bervariasi.



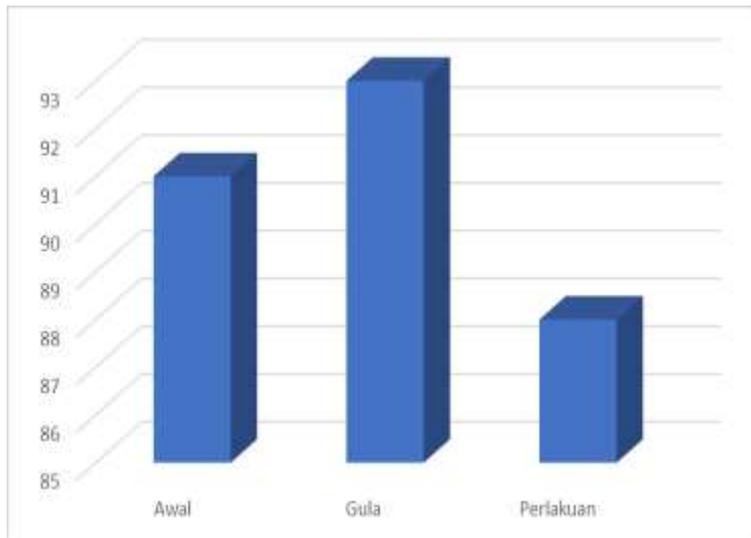
Gambar 2. Grafik perubahan atau pertumbuhan tikus selama percobaan. Pola pertumbuhannya relatif sama dan homogen.

Tabel 2. Kandungan atau kadar gula darah tikus putih: akuadest (tikus kontrol), gula (tikus hanya diberi gula saja, Gula + CMC (tikus diberi gula dan pelarut CMC kemudian diberi glibenklamid) dan Gula + pasote (setelah diinduksi dengan gula kemudian diberi ekstrak etanol biji pasote). Diukur Bersama-sama sebelum diperlakukan atau awal, setelah diberi gula dan setelah diberi pasote.

|                     | Awal Sebelum perlakuan | Setelah pemberian Gula | Perlakuan ekstrak Pasote |
|---------------------|------------------------|------------------------|--------------------------|
| Akuadest            | 82                     | 95                     | 96                       |
| Gula                | 73                     | 108                    | 78                       |
| Gula+cmc            | 65                     | 228                    | 112                      |
| Gula+ekstrak pasote | 91                     | 93                     | 88                       |



Gambar 6. Grafik perubahan kandungan gula darah tikus wistar putih akuadest (tikus kontrol), gula (tikus hanya diberi gula saja, Gula + CMC (tikus diberi gula dan pelarut CMC dan diberi glibenklamid) dan Gula + pasote (setelah diinduksi dengan gula kemudian diberi ekstrak etanol biji pasote). Diukur Bersama-sama sebelum diperlakukan atau awal, setelah diberi gula dan setelah diberi pasote.



Gambar 8. Perubahan kandungan gula darah setelah diberi perlakuan ekstrak etanol biji pasote. Penurunan kadar gula sekitar 4,7%.

Setelah pengolahan data secara statistika bahwa rata-rata berat badan tikus jantan putih sebelum perlakuan atau kontrol awal adalah 194,06 g. Namun setelah diberi perlakuan sukrosa maka berat badan sekitar 160-220 g dengan rata-rata 184,41 g (Tabel 2). Berat badan mengalami penurunan 4,97 %. Penurunan berat badan tersebut diduga masih masa penyesuaian atau adaptasi lingkungan dan dipuaskan sebelum perlakuan. Menurut Muray (2013) bahwa sebaiknya masa adaptasi itu 10 hari. Adaptasi yang dilakukan masih 7 hari sampai hari ke-10 perlu penyesuaian. Namun penimbangan berat badan hari berikutnya mengalami peningkatan secara keseluruhan (Gambar 6). Rata-rata perubahan berat badan sesuai dengan waktu pemeliharaan ada variasi tetapi masih pada ambang batas perubahan 10 % (Murphy, 2015). Khusus untuk perlakuan pakan lemak tinggi berat badan juga berkisar 180-220 g dengan rata-rata 191,67 menjadi 190,83 g atau berkurang sekitar 0,43% selama pemberian makanan lemak 2 hari.

#### **Hasil pengukuran darah Tikus Wistar Putih setelah perlakuan ekstrak Pasote**

Kandungan gula darah tikus awal dari 65 – 128 mg/dL dengan rata-rata 82.5 mg/dL dan kandungan kolesterol adalah low atau tidak

terdeteksi oleh alat *Autocheck Monitoring Multy System*. Hal itu menunjukkan kandungan kolesterol lebih kecil dari 100 mg/mL atau 99, 98, 97 mg/dL dan seterusnya. Setelah pengolahan data secara statistika bahwa kandungan gula darah tikus percobaan sebelum perlakuan 82.5 mg/dL dan kolesterol sangat rendah atau low lebih kecil dari 99 mg/dL. Setelah diberi perlakuan sukrosa maka kadar gula darah sekitar 68-228 mg/dL atau rata-rata 76,27 mg/mL (Gambar 8). Kadar gula darah meningkat sekitar 38,49 % setelah 48 jam perlakuan sukrosa (Tabel 2).

Untuk memperhatikan seberapa besar ekstrak etanol biji pasote itu menurunkan kadar gula darah maka dibandingkan seperti pada Gambar 8. Setelah perlakuan ekstrak etanol biji pasote 60 mg ekstrak etanol dilarutkan dalam 2 mL CMC mengalami penurunan kadar gula darah menjadi rata-rata menurun 91 mg/dL menjadi 88 mg/dL atau berkurang 4,97%.

Kandungan kolesterol masih tetap pada low atau tidak terdeteksi setelah 48 jam setelah perlakuan makanan lemak tinggi. Kadar kolesterol dengan perlakuan hanya 24 jam belum ada perubahan atau alat tidak bisa mendeteksi. Sehingga untuk pengamatan perlakuan lemak tinggi untuk melihat pengaruh ekstrak maka dilakukan pemberian

pakan lemak tinggi selama 4 bulan berikutnya dan sedang dilakukan perlakuan sampai saat tulisan ini dibuat. Pengaruh ekstrak pasote terhadap penurunan kadar gula darah tikus jantan putih dapat diukur dan ditentukan dalam penelitian ini. Untuk pengaruhnya terhadap kandungan kolesterol darah tikus masih sedang berjalan pelaksanaan lanjutannya.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil yang diperoleh adalah bahwa pengukuran berat badan 17 awal tikus sekitar 190 sampai 220 g. Kandungan gula darah tikus awal dari 65 – 128 mg/dL. Setelah pengolahan data secara statistika bahwa rata-rata berat badan tikus jantan putih sebelum perlakuan atau kontrol awal adalah 194,05 g dan kandungan gula darah 82,5 mg/dL. Setelah diberi perlakuan sukrosa selama 48 jam maka berat badan sekitar 160-220 g dengan rata-rata 184,41 g. Berat badan mengalami penurunan 4,97 %. Kemudian kadar gula darah sekitar 68-228 mg/dL atau rata-rata 76,27 mg/mL. Kadar gula darah meningkat sekitar 38,49 % setelah 48 jam perlakuan sukrosa. Perlakuan ekstrak etanol biji pasote mengalami penurunan kadar gula darah dari rata-rata 91 mg/dL menjadi 88 mg/dL atau berkurang 4,97% setelah 48 jam aplikasi. Ekstrak etanol biji “pasote atau sambote” dapat menurunkan kadar gula darah tikus jantan putih. Direkomendasikan untuk digunakan sebagai bahan penyusun obat herbal untuk penderita penyakit degenerative.

Saran dari hasil penelitian ini perlu untuk dilanjutkan dengan pengukuran menggunakan alat spektro dengan volume darah yang lebih besar, yang tentu akan mengambil darah dari jantung atau bagian vital lainnya. Saran lainnya perlu dilanjutkan dengan pengembangan fitofarmaka yang dikombinasikan dengan obat herbal lainnya, kemudian dilakukan pengujian praklinik dan

klinik serta uji rasa ramuan yang disebut BIOVINE.

## DAFTAR USTAKA

- Agoes, A.J. Chaidir dan R.S. Sumadilaga. 1975. *Obat-obat asli suku Kubu*. Bagian Farmakologi FKH-IPB, Bogor.
- Alexandrova, R., I. Alexandrova, M. Velcheva, T. Varadinova. 2000. *Phytoproduct and Cancer. Experimental Pathology and Parasitology*. Bulgarian Academy of Sciences. Anonim, 2013a. *Obat Jantung Herbal Terbukti AMPUH, Aman dan Tanpa Efek Samping*. <http://obatjantungherbal.net/> (akses 6 juli 2013).
- Anonim, 2013b. *Obat Pembengkakan Jantung Herbal Dengan Ace Maxs Ekstrak Kulit Manggis Plus Daun Sirsak yang Ampuh Mengatasi Jantung Secara Total Tanpa Efek Samping*. <http://obatkankerherbal.biz/15/obat-pembengkakan-jantung-herbal> (akses 6 Juli 2013)
- Arbain, D. 1989. *Survey of Some West Sumatra Plants for Alkaloids*. Econ. Bot.
- Brahman, et al.. 1984. *Inventarisasi Tumbuhan obat dari Kabupaten Karo dan Simalungun Sumatra Utara*. Simposium dan Expo Farma Obat Tradisional Indonesia, Bandung.
- De Padua, L.S., Bunyaphatsara, N. 1999. *Plant Resources of South East Asia no. 12(1): Medicinal and Poisonous plants 1*. Ed. R.H.M.J. Lemmens. PROSEA Bogor, Indonesia.
- Djarwaningsih T, Sunarti S, Kramadibrata K. 1999. *Panduan pengolahan dan pengelolaan material herbarium dan pengendalian hama terpadu di Herbarium Bogoriense*. Herbarium Bogoriense – Balitbang Botani. Pusat Penelitian dan Pengembangan Biologi – LIPI Bogor.
- Ervizal, 1994. *Pelestarian Pemanfaatan Keanekaragaman Tumbuhan Obat Hutan Tropika Indonesia*. Prosiding Lokakarya Nasional Keanekaragaman Hayati Hutan Troipka Indonesia.
- Harborne, JB .1984. *Phytochemical Methods*, edisi ke-2, Chapman & Hall, London

- Harmita, dan Radji, M. 2006. *Buku Ajar Analisis Hayati Ed.3*. Penerbit Buku Kedokteran EGC, Jakarta.
- Indrajati, V. 2010. Herbal ahli atasi penyakit. Penebar Swadaya Cibubur Jakarta.
- Kandou, E.F. dan Pandiangan D. 2006. Inventarisasi dan Penapisan Alkaloid tumbuhan obat tradisional suku Sanger di Sangihe Sulawesi Utara. *Eugenia* 12(3) p.196-210.
- Kandou, E.F. dan Pandiangan, D. 2004. Inventarisasi Dan Penapisan Alkaloid Tumbuhan Obat Tradisional Suku Sanger Di Sangihe Sulawesi Utara. Laporan Penelitian Dosen Muda DP2M DIKTI.
- Kepel K, Muchdi, Tuerah N, Novianti N, Ointoe R, Sewoyo S, Mukti S H, Rudatin S. Dan Ari S. 2000. *Penyusunan Rencana Pengembangan Kawasan Andalan Kabupaten Sangihe Talaud*. Penerbit Direktorat Kebijakan Teknologi untuk Pengembangan Wilayah. Badan Pengkajian Dan Penerapan Teknologi.
- Kinho, J., Arini, D. I. D., Ir. Halidah, Nurrani, L., Ane, J.E.H. 2010. Domestikasi Tumbuhan Obat Tradisional Di Propinsi Sulawesi Utara. Laporan Penelitian Balai Penelitian Kehutanan Manado, Badan Penelitian Dan Pengembangan Kehutanan Kementrian Kehutanan
- Nasution, R.E. 1995. *Anekaragaman Tumbuhan Obat Tradisional Serta Cara Pemanfaatannya oleh Suku Disekitar Kotamobagu, Sulawesi Utara*. Prosiding Etnobotani II
- Pandiangan, D. dan Kandow, F.E. 2004. Inventarisasi dan Penapisan Alkaloid Tumbuhan Obat Tradisional Di Sangihe Di Sangihe Sulawesi Utara. Laporan Penelitian Dosen Muda DP2M DIKTI.
- Pandiangan, D., Esyanti, RR, de Queljoe, E. 2008. Aktivitas Antikanker Katarantin pada sel *mouse mammary cancer* MmT06054. *Jurnal Imiah Sains* Vol 8 no.1, pp.107- 113
- Pangemanan, D. 1992. *Bioekologi dan Inventarisasi Tumbuhan Obat di Kabupaten Bolaang Mongondow*. Laporan Penelitian CIPA. UNSRAT.
- Purwanto Y. 2002. Studi Etnomedisinal dan Fitofarmakope Tradisional di
- Rahajoe J.S. & F.I.Windardi. 1996. Empat Serangkai Tumbuhan sebagai Bahan Aromatik pada Suku Monondow, Sulawesi Utara. *Prosiding Simposium Nasional Tumbuhan Obat dan Aromatik*. Balitbang Botani, Puslitbang Biologi LIPI. : 503-508.
- Rifai, M.A. 1981. *Proses Pelangkaan Tumbuhan Obat*. Makalah dalam Seminar Pengawasan Obat Tradisional.
- Rifai, M.A. 1984. *Plasmah nutfah, Erosi Genetik dan Usaha Pelestarian Tumbuhan Obat Indonesia*. Makalah dalam pertemuan Konsultasi penyuluhan Pengadaan Tumbuhan Obat. Jakarta.
- Samiran. 2000. Tapak dara penumpas kanker payudara. Laboratorium Fitokimia, Balitbang Botani (Herbarium) LIPI Bogor. Dalam *Intisari 2000*
- Satari, G. 1994. *Keanekaragaman Hayati Tropik Indonesia Aset Nasional bagi Kesejahteraan Umat Manusia*. Prosiding Lokakarya Nasional Keanekaragaman Hayati Tropik Indonesia.
- Setiawati, A. & Nafriadi. 2012. Obat kardiovaskular: Obat gagal jantung. Farmakologi dan Terapi Edisi 5 cetak ulang 2012. Departemen Farmakologi dan Terapeutik Fak. Kedokteran UI. p. 299-313
- Simbala, H. 2002. Tumbuhan Obat Tradisioanl Dumoga Bone, Bolaangmongondow. Laporan Penelitian, Unsrat.
- Sirait, B.M.L. 2000. Potensi bioaktif tumbuhan kasai, tabat barito, bratawali, bangle, dan sambung nyawa: Penapisan fitokimia dan toksisitas fraksi aktif. Skripsi IPB.Bogor
- Trevor R. (1995) *Kandungan Organik Tumbuhan Tinggi*. Penerbit ITB Bandung,
- Umiati, 1994. *Budidaya Tumbuhan Obat Keluarga*. Makalah dalam Pelatihan Pelatihan
- Pembinaan Penyebarluasan TOGA, Ditjen POM Jakarta.
- Vickery, L.M., Vickery, B. 1981. *Secondary Plant Metabolism*. The Macmillan Press Ltd.London
- Waluyo, E.B. 1990. *Perkembangan Pemanfaatan Tumbuhan Obat di luar Pulau Jawa*.
- Seminar Naional Pelestarian Pemanfaatan Tumbuhan Obat. Bogor.
- Wardah & S. Danimiharja. 1996. Pemanfaatan Tumbuhan sebagai Obat Tradisional Berbagai Daerah Kawasan Taman Nasional Dumoga Bone Sulawesi Utara. *Prosiding Simposium Nasional*

- Penelitian Bahan Obat Alami VIII.* Balitbang Botani, Puslitbang Biologi LIPI. : 217-226
- Whitmore, T C, I G M Tantra, 1989. Tree Flora of Indonesia. Checklist for Sulawesi Published By Agency for Research and Development Forest Research and Development Center Bogor . Indonesia
- Widadeti & Roemantyo. 1996. Pemanfaatan Tumbuhan untuk Pengobatan Tradisional Penyakit Rakyat di Dumoga Bone Sulawesi Utara. Nasional. *Prosiding Seminar dan Lokakarya Nasional Etnobotani II.* Departemen Pendidikan dan Kebudayaan RI LIPI:106-118
- Widyastuti, S., and I Nyoman Suarsana. 2011. Ekstrak Air Tapak Dara Menurunkan Kadar Gula dan Meningkatkan Jumlah Sel Beta Pankreas Kelinci Hiperglikemia. *Jurnal Veteriner.* **12(1):** 7-12.
- Wijayakusuma, H.M.H., Dalihmarta, S., Winar, AS. 1992. *Tumbuhan Berkasiat Obat di Indonesia*, Jilid I. Pustaka Kartini, Ikapi Jaya
- Windardi, F.I. & Uji, T. 1996. Pemanfaatan Tumbuhan dalam Pengobatan Tradisional: studi kasus masyarakat pedesaan di desa Pindol dan Totabuan Kecamatan Lolak Kabupaten Bolaang Mongondow Sulawesi Utara. *Prosiding Simposium Nasional Tumbuhan Obat dan Aromatik.* Balitbang Botani, Puslitbang Biologi LIPI. : 586-589.

## Uji Teratogenik Ekstrak Buah Pare (*Momordica charantia* L.) terhadap Perkembangan Fetus Mencit (*Mus musculus* L.)

Nuning Nurcahyani<sup>1\*</sup>, Silvia Andriani<sup>2)</sup>, Sutyarso<sup>3)</sup>, Hendri Busman<sup>4)</sup>

<sup>\*)</sup>Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung  
Jl S. Brojonegoro No 1 Gedung Meneng Bandar Lampung 35145  
E-mail address: [uya.jujun@gmail.com](mailto:uya.jujun@gmail.com)

### ABSTRAK

Pare digunakan sebagai sayuran dan sebagai tanaman obat tradisional untuk anti radang dan antifertilitas. Salah satu senyawa aktif yang terkandung pada pare diduga bersifat teratogenik yaitu senyawa momordikosida K dan L. Penelitian ini bertujuan untuk membuktikan efek pare (*Momordica charantia* L.) terhadap perkembangan fetus mencit (*Mus musculus* L.). Ekstrak pare diperoleh dengan cara maserasi menggunakan etanol 95% sebagai pelarut. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap dengan analisis varian, 20 ekor mencit betina bunting dibagi dalam 4 kelompok yaitu kelompok [K], [P1], [P2], [P3]. Setiap kelompok terdiri dari 5 ekor mencit. Kelompok Kontrol (K) hanya diberi aquabides, sedangkan kelompok perlakuan masing-masing diberi ekstrak pare secara oral dimulai hari ke-6 – ke-17 kebuntingan dengan dosis perlakuan [P1]22,5 mg/30 grBB, [P2]30 mg/30 grBB, [P3]37,5 mg/30 grBB. Selanjutnya induk mencit dibedah, diambil fetusnya untuk dilakukan pengukuran panjang kranium, sternum, ekor, ekstrimitas depan dan belakang. Analisis data menunjukkan bahwa pemberian ekstrak pare menyebabkan penurunan panjang kranium, sternum, ekor, ekstrimitas depan, dan ekstrimitas belakang secara signifikan. Dosis toksik yang mampu menurunkan panjang kranium dan panjang sternum yaitu dosis 30 mg/30 grBB, sedangkan untuk menurunkan panjang ekor, ekstrimitas depan dan belakang yaitu dosis 37,5 mg/30 grBB.

**Kata kunci :** *Momordica charantia* L, toksik, sternum, kranium, ekstrimitas, ekor

### ABSTRACT

*Pare is used as a vegetable and as a traditional medicinal plant for anti-inflammatory and antifertility. One of the active compounds contained in the pare is suspected to be teratogenic ie K and L momordicosida compounds. This study aims to prove the effects of pare (Momordica charantia L.) on the development of fetal mice (Mus musculus L. Pare extract obtained by maceration using 95% ethanol as solvent. This study used a complete randomized design with variance analysis, 20 mice of 20 female pregnant mice divided into 4 groups, namely [K], [P1], [P2], [P3]. Each group consists of 5 mice. The control group (K) was only given aquabides, whereas the treatment group was each given oral pare extract starting on the 6th day - 17th of pregnancy with the treatment dose [P1] 22.5 mg / 30 grBW, [P2] 30 mg / 30 W [P3] 37,5 mg / 30 grBW. Furthermore, pregnant mice dissect, fetus taken for measurement of cranium, sternum, tail, front and rear extremity length. Data analysis showed that administration of pare extracts caused significant decrease in cranium, sternum, tail, extremity, and rear extremity length. Toxic doses that can reduce the length of cranium and sternum is 30 mg / 30 grBW dose, whereas to reduce the tail length, front and rear extremity is dose 37,5 mg / 30 grBW.*

**Keywords:** *Momordica charantia* L., toxic, sternum, cranium, extremity, tail

### PENDAHULUAN

Masyarakat Indonesia sudah banyak menggunakan sumber bahan obat dari alam, salah satunya adalah pare (*Momordica charantia* L.). Buah pare digunakan sebagai lalapan, sayuran, dan sebagai tanaman obat. Bagian utama pada pare yang memiliki nilai

ekonomis tinggi yaitu buahnya. Pada buah pare terdapat beberapa senyawa yang bersifat toksik yaitu senyawa momordikosida K dan L, Saponin, Flavonoid dan Alkaloid yang diduga mempunyai sifat sitotoksik, yang dapat menghambat pertumbuhan dan perkembangan sel melalui penghambat sejumlah reaksi enzimatik (Nurliani, 2007), salah satunya adalah

terhadap perkembangan fetus mencit (*Mus musculus* L.) terutama pada sel yang sedang mengalami perkembangan. Selain itu senyawa Alkaloid dari tanaman pare dapat menyebabkan berhentinya pembelahan mitosis zigot maupun embrio padastadium metafase (Wurlina, 2006).

Pada periode organogenesis, ekstremitas depan merupakan organ luar yang pertama kali terbentuk pada fetus. Pada periode ini terjadi diferensiasi sel-sel untuk membentuk organ, salah satunya yaitu tunas anggota depan (Widiyani dan Sagi, 2001).

Pada pare terdapat senyawa yang dapat menghambat perkembangan dan pertumbuhan pada fetus (Rosita, 2005). Untuk itu perlu dilakukan penelitian ini dengan tujuan untuk membuktikan pengaruh pemberian ekstrak buah pare terhadap malformasi pada bagian tubuh fetus meliputi panjang kranium, panjang ekor, panjang sternum, panjang ekstremitas depan, dan panjang ekstremitas belakang.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan pada bulan Januari 2017 di Laboratorium Zoologi Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung. Metode yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 kelompok terdiri dari 1 Kontrol dan 3 kelompok perlakuan. Masing-masing kelompok terdiri dari 5 ekor mencit.

### 1. Persiapan dan Pembuatan Ekstrak Buah Pare

Ekstrak daging buah pare diperoleh dengan metode evaporasi. Daging buah pare dibersihkan, dicuci, dan dijemur (tanpa sinar matahari) hingga kering (oven). Setelah kering daging buah pare digiling hingga menjadi serbuk. Kemudian dilakukan maserasi dengan cara merendam 500 gram serbuk daging buah pare dalam 5 liter larutan etanol selama 24 jam. Kemudian disaring menggunakan kertas saring (Susilawaty dan Hermansyah, 2015). Cairan hasil saringan kemudian dipekatkan dengan cara evaporasi menggunakan alat *rotary evaporator* selama 4 jam dengan suhu 50°C dan tekanan 120

atm. Kemudian didapatkan ekstrak daging buah pare sebanyak  $\pm 200$ ml.

### 2. Persiapan dan Perlakuan Hewan Uji

Duapuluh ekor mencit jantan dan 20 ekor mencit betina dengan berat masing-masing 30 gram dikawinkan setelah diaklimatisasi selama 10 hari. Setelah terjadi kebuntingan, mencit dibagi menjadi 4 kelompok dengan masing-masing kelompok terdiri dari 5 mencit sebagai ulangan. Pada kebuntingan hari ke 6 sampai 17 mencit diberi ekstrak buah pare dengan dosis perlakuan sebagai berikut: Kontrol diberi 0,3 ml aquabides (K), dosis 22,5 mg/30 grBB dalam 0,3 ml aquabides (P1), dosis 30 mg/30 grBB dalam 0,3 ml aquabides (P2), dosis 37,5 mg/30 grBB dalam 0,3 ml aquabides (P3).

### 3. Pengamatan

Dengan menggunakan seperangkat alat bedah pada kebuntingan hari ke 17 seluruh mencit baik dari kelompok kontrol maupun perlakuan dibius menggunakan kloroform. Mencit dibedah dan fetus dikeluarkan dari uterus, kemudian dibersihkan dengan air mengalir. Selanjutnya dilakukan pengamatan terhadap parameter yang diukur meliputi panjang kranium, panjang sternum, panjang ekor, panjang ekstremitas depan, panjang ekstremitas belakang dengan menggunakan jangka sorong.

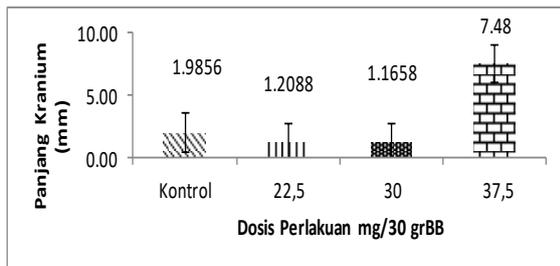
### 4. Analisis data

Data hasil penelitian untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan efek yang ditimbulkan antar perlakuan, diolah secara statistik menggunakan analisis varian (ANOVA). Apabila terdapat perbedaan yang nyata, maka akan dilakukan uji lanjut dengan uji beda nyata terkecil (BNT) pada taraf 5%.

## HASIL

### 1. Panjang Kranium

Data panjang kranium Fetus mencit disajikan pada Gambar 1.

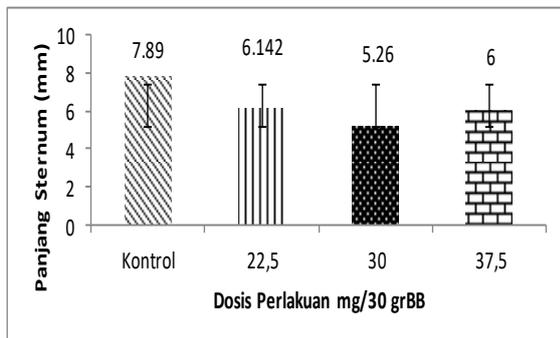


Gambar 1. Rata – Rata Panjang Kranium Fetus Mencit Setelah Pemberian Ekstrak Buah Pare (*Momordica charantia* L.).

Dari diagram di atas diketahui bahwa pemberian ekstrak buah pare berpengaruh nyata terhadap penurunan panjang kranium antara kelompok kontrol dengan dosis 22,5 mg/30 grBB (P1), dosis 30 mg/30 grBB (P2), dan dosis 37,5 mg/30 grBB (P3).

## 2. Panjang Sternum

Pengukuran panjang sternum fetus disajikan pada Gambar 2.

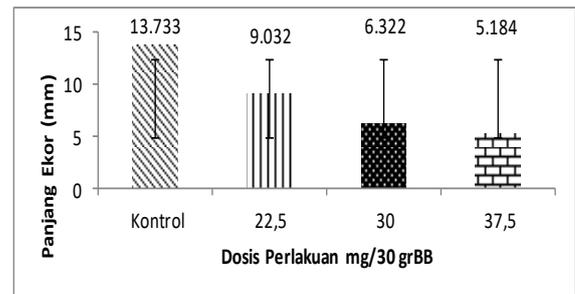


Gambar 2. Rata – Rata Panjang Sternum Fetus Mencit Setelah Pemberian Ekstrak Buah Pare (*Momordica charantia* L.)

Dari Gambar di atas diketahui pemberian ekstrak buah pare secara signifikan menyebabkan penurunan panjang sternum antara perlakuan kontrol dengan (P1),(P2), dan (P3).

## 3. Panjang Ekor

Pengukuran panjang ekor fetus mencit disajikan pada Gambar 3.

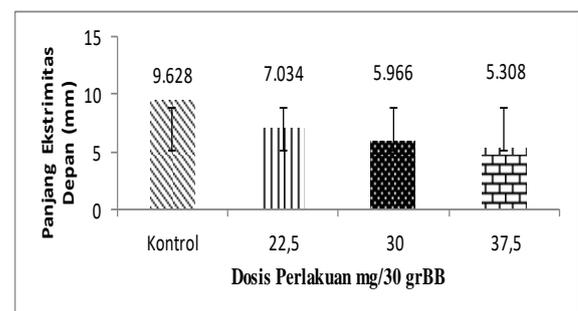


Gambar 3. Rata – Rata Panjang Ekor Fetus Mencit Setelah Pemberian Ekstrak Buah Pare (*Momordica charantia* L.).

Dari Gambar di atas diketahui bahwa pemberian ekstrak buah secara signifikan menyebabkan penurunan panjang ekor antara kelompok kontrol dengan perlakuan dosis 22,5 mg/30 grBB (P1), dosis 30 mg/30 grBB (P2), dan dosis 37,5 mg/30 grBB (P3), dan antar kelompok perlakuan (P1), (P2), (P3).

## 4. Panjang Ekstremitas Depan

Panjang ekstremitas depan fetus mencit tersaji pada Gambar 4.

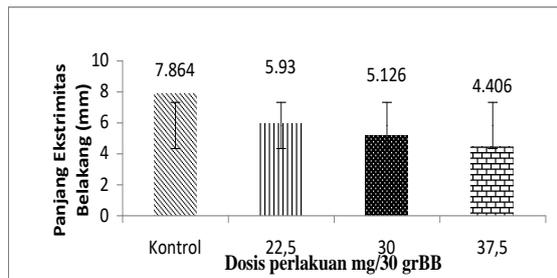


Gambar 4. Rata – Rata Panjang Ekstremitas Depan Fetus Mencit Setelah Pemberian Ekstrak Buah Pare

Dari Gambar di atas diketahui bahwa pemberian ekstrak buah pare menyebabkan terjadinya penurunan panjang ekstremitas depan antara kelompok kontrol dengan perlakuan dosis 22,5 mg/30 grBB (P1), dosis 30 mg/30 grBB (P2), dan dosis 37,5 mg/30 grBB (P3) dan antar kelompok perlakuan (P1), (P2), (P3).

## 5. Panjang Ekstremitas Belakang Fetus

Panjang ekstremitas belakang fetus mencit tersaji pada Gambar 5.



Gambar 5. Rata-Rata Panjang Ekstrimitas Belakang Fetus Mencit Setelah Pemberian Ekstrak Buah Pare (*Momordica charantia*L.)

Dari Gambar di atas diketahui bahwa pemberian ekstrak buah pare secara signifikan menyebabkan terjadinya penurunan panjang ekstrimitas belakang antara kelompok kontrol dengan perlakuan dosis 22,5 mg/30 grBB (P1), dosis 30 mg/30 grBB (P2), dan dosis 37,5 mg/30 grBB (P3) dan antar kelompok perlakuan (P1), (P2), (P3).

## PEMBAHASAN

### 1. Panjang Kranium

Berdasarkan hasil penelitian, pemberian ekstrak buah pare dosis 30 mg/30 grBB (P2) memberikan pengaruh yang nyata terhadap panjang kranium fetus mencit. Diduga senyawa toksik tersebut belum seluruhnya mempengaruhi fetus mencit. Menurut Lu (1995), toksisitas suatu bahan kimia atau senyawa dapat meningkat atau berkurang pada suatu organisme tergantung dosis dan lama pemberiannya. Dari hasil pengamatan menunjukkan bahwa senyawa toksik pada buah pare mampu menurunkan panjang kranium pada fetus.

### 2. Panjang Sternum

Pemberian ekstrak buah pare mengakibatkan penurunan rata-rata panjang sternum fetus. Hal ini sesuai dengan penelitian Santoso (2004), suatu senyawa atau obat memberikan efek samping yang berbeda dan memberikan efek yang buruk apabila dikonsumsi secara berlebihan tidak sesuai dengan tujuan pengobatan, baik senyawa alami

maupun senyawa kimia. Penurunan panjang sternum fetus dipengaruhi oleh terlambatnya proses osifikasi. Keterlambatan osifikasi tulang salah satunya disebabkan oleh penimbunan matriks tulang yang merupakan tahapan kritis yang retan oleh teratogen dipengaruhi oleh beberapa senyawa Tannin, Saponin dan Alkaloid (Tuwuh dkk., 2016). Menurut Widyastuti, dkk. (2006), kegagalan mitosis sel disebabkan oleh alkaloid dan saponin sehingga menyebabkan kurangnya osteoblast yang akan membentuk tulang. Berdasarkan penelitian (Wu, dkk., 2012) beberapa senyawa tersebut terdapat pada buah pare, sehingga penurunan panjang sternum pada fetus diduga disebabkan oleh senyawa-senyawa toksik pada buah pare (*Momordica charantia* L.).

### 3. Panjang Ekor

Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa semakin tinggi dosis ekstrak pare yang diberikan, semakin menurun panjang ekor fetus mencit. Hal ini dapat terjadi karena adanya faktor toksik yang terdapat pada ekstrak buah pare. Menurut Kumolosas dkk. (2004, diduga pada periode kritis perkembangan panjang ekor fetus, senyawa toksik buah pare mulai mempengaruhi sehingga mengalami penurunan panjang ekor. Sesuai dengan penelitian Herrera dkk. (2011) dan Uche-Nwachi & McEwen (2010), bahwa efek teratogenik masih dapat dilihat dari peningkatan persentase resorpsi fetus pada dosis yang lebih tinggi.

### 4. Panjang Ekstrimitas Depan

Pemberian ekstrak pare mengakibatkan penurunan rata-rata panjang ekstrimitas depan fetus secara signifikan. Malformasi pada fetus mencit menurut Herrera dkk. (2011) disebabkan belum berkembangnya kantung optik dan otik, memendeknya alat gerak (ekstrimitas), masih terdapatnya selaput di antara jari (*webbing*). Penurunan panjang ekstrimitas depan juga dapat disebabkan karena proses osifikasi yang terhambat pada tahap organogenesis (Aulia dkk., 2002). Senyawa toksik saponin, alkaloid sangat mempengaruhi proses pembentukan,

pertumbuhan dan perkembangan tulang (Rosa, 2016).

### 5. Panjang Ekstremitas Belakang

Menurunnya panjang ruas-ruas tubuh embrio khususnya panjang ekstremitas belakang dapat terjadi dikarenakan adanya stress dan gangguan lain yang dialami induk (Rosa, 2016), seperti faktor lingkungan yang dapat mengubah toksisitas berbagai zat kimia, penanganan hewan yang tidak benar, cara pengandangan, jenis kandang, bahan alas kandang yang kurang nyaman terhadap induk, dan penempatan kandang yang tidak sesuai. Faktor-faktor tersebut dapat mengakibatkan timbulnya stress sehingga mempengaruhi kurangnya nafsu makan induk sehingga asupan makanan, gizi, dan oksigen. Efek sitotoksik dari ekstrak buah pare diduga mampu menurunkan panjang kranium, sternum, ekor, ekstremitas depan dan belakang serta mampu menghambat proses pembentukan tulang (Osifikasi) yang menyebabkan fetus perlakuan lebih kecil dibandingkan dengan fetus kontrol.

### KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa pemberian ekstrak buah pare pada mencit hamil menyebabkan penurunan panjang kranium, sternum, panjang ekor, dan penurunan panjang ekstremitas depan, dan penurunan panjang ekstremitas belakang.

### DAFTAR PUSTAKA

- Aulia Y., J. Sugianto, Y. Aida.2002. Efek Korambusil Terhadap Perkembangan Fetus Tikus Putih (*Rattus norvegicus* L.) Galur Sprague- Dowley. *Biota* VII (3): 101-108.
- Aulya, S. 2012. Adsorpsi, Emulsifikasi dan antibakteri Ekstrak Daun Pare (*Momordica charantia* L.) (Skripsi.). FMIPA. IPB. Bogor.
- Rosa, F.N. 2016. (Skripsi). Efek Teratogenik Ekstrak Rimpang Rumput Teki (*Cyperus rotundus* L.) Terhadap Jumlah Fetus, Ekstremitas Depan dan Belakang, Serta Malformasi lainnya pada Fetus Mencit (*Mus musculus* L.) Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Fitriawati, N. 2001. Kajian penambahan ekstrak buah dan daun pare (*Momordica charantia* Linn.) pada sifat-sifat reproduksi mencit betina (*Mus musculus albinus*). (Skripsi) Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor IPB).Bogor.
- Garcia, R. N, A. E. G. Alvarez, and C. Edias .2009. *Bond Stregth of contenporary restorative systems to enamel and dentin*. RSBO.
- Herrera, A.A., R.E.C. King, and L.A.D.G. Ipuhan. 2011. Effects of oral administration of crude extract of *Aglaia loheri* blanco and *Ardisia pyramidalis* (Cav.) pers on embryo morphology and maternal reproductive performance. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(16), pp.3904-3916.
- Iriani, S. 2009. Morfologi Fetus Mencit (*Mus musculus* L.) Setelah Pemberian Ekstrak Daun Sambiloto.(Skripsi)FMIPA. Universitas Udaya.
- Junqueira, L.C., J. Carneiro, dan R.O.Kelley. 1998. *Histologi Dasar*. Terjemahanoleh J. Tembayong. Jakarta : Penerbit Buku Kedokteran.
- Kumolosasi, E. 2004. Efek Teratogenik Kulit Batang pule (*Alstonia sholaris* R.Br) pada Tikus Wistar. *Jurnal Matematika dan Sains*. Vol 9 No 2 : 223-227.
- Kini, U and B.N Nandeesh. 2012. *Physiologi of Bone Information, Remodelling and Metabolism*. Fogelman, L, Gnanasegaran, G, van der Wall,H. Radionuclide and Hybrid Bone Imaging.Springer. Berlin.Heidelberg.P:29-57.
- Lu, F.C. 1995. *Toksikologi Dasar : Asas, Organ, Sasaran dan Penilaian Resiko*(Terjemahan Edi Nugroho). Jakarta : UI-Press.
- Lord, M.J, N.A. Jolliffe, C.J.Marsden, C.S.Pateman, D.C.Smith, R.A. P.D.Spooner, Watson,L.M.Roberts. 2003, Ricin. Mechanisms of cytotoxicity, *Toxicol Rev.*, 22(1):53-64.
- Lotlikar, M.M and M.R.Rao. 2006. *Pharmacology of a hypoglycemic principle isolated from the fruits of Momordica charantia* Linn. 28: 129.

- Nurliani A. 2007. *Penelusuran Potensi Antifertilitas Kulit Kayu Durian Melalui Skrining Fitokimia Sains dan Terapan Kimia* I(2): 53-58.
- Murwanti, R., E.Meiyanto, A.Nurrochmad, and SA.Kristina, 2004. *Efek Ekstrak Etanol Rimpang Temu Putih (Curcuma zedoria Rosc.) terhadap Pertumbuhan Tumor Paru Fase Post Inisiasi pada Mencit Betina Diinduksi Benzo(a)piren.* *Majalah Farmasi Indonesia*, 15(1):7-12.
- Panjaitan, R. G. P. 2003. *Bahaya Gagal Hamil Yang Diakibatkan Minuman Beralkohol.* [http://tumoutou.net/702\\_0713\\_4/ruqiah\\_gp.htm](http://tumoutou.net/702_0713_4/ruqiah_gp.htm) online pada tanggal 30 November 2007 pada pukul 13.00.
- Paul, A., and S.S. Raychaudhuri. 2010. Medicinal uses and molecular identification of two *Momordica charantia* varieties - A Review. *Electronic Journal of Biology*, 6(2), pp.43-51.
- Priyambodo, S. 2003. *Pengendalian Hama Tikus Terpadu*. Ed ke-3. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Rosita, 2005. Kajian Efek Teratogenik Ekstrak Buah Pare (*Momordica charantia* L.) Terhadap Perkembangan Pra Lahir Mencit (*Mus musculus* L.) STRAIN BALB-C. (Skripsi). FMIPA UNEJ.
- Santoso, H.B. 2006. Pengaruh Kafein terhadap Penampilan Reproduksi dan Perkembangan Skeleton Fetus Mencit (*Mus musculus* L.). *Jurnal Biologi*. X: 39-48.
- Santoso, R.M., D. Praharani, dan Purwanto. 2012. Daya antibakteri ekstrak daun pare (*Momordica charantia*) dalam menghambat pertumbuhan *Streptococcus viridans*. Artikel Ilmiah Hasil Penelitian Mahasiswa, Universitas Jember.
- Setyawati, I. 2011. Penampilan Reproduksi dan Perkembangan Skeleton Fetus Mencit Setelah Pemberian Ekstrak Buah Nanas Muda. *Jurnal Veteriner*. 112(3) pp.192-199.
- Sherwood, C. 2010. Collagen Fuctions. Available at: <http://www.livestrong.com/article/78360-collagen-fuctions/>
- Silvia, G.A. 2011. Pengaruh Suspensi Sari Akar Manis terhadap Perkembangan Janin pada Mencit Bunting. (skripsi) FMIPA Universitas Indonesia. Jakarta p14-15.
- Sukhla, S., Dixit, and K.R. Pardasani. 2012. In-silico identification of antifertility protein based on sequence and structural similarity *Asian Journal of plant Science and Research*, 2(3), pp.290-298.
- Susilawati, and Hermansyah. 2015. Aktivitas Larvasida Ekstrak Metanol Buah Pare (*Momordica charantia* L.) Terhadap Larva *Aedes aegypti*. Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya, Palembang.
- Tuwuh, P., M. S. Lucia, and Riyanto. 2016. Efek Teratogenik Ekstrak Ciplukan (*Physalis Minima* L), *JURNAL PEMBELAJARAN BIOLOGI* Volume 3(1).
- Yorijuly. 2012. *Perhitungan Dosis Untuk Hewan Percobaan.* <http://yorijuly14.wordpress.com/2012/06/02/perhitungan-dosis-untuk-hewan-percobaan>. Diakses pada tanggal 20/12/2014.
- Widyastuti, N., T. Widiyani, S. listyawati. 2006. Efek Teratogenik Ekstrak Buah Mahkota Dewa (*Phaleria macrocarpa* (Scheff) Boerl.) pada Tikus Putih (*Rattus novergicus* L.) Galur Winstar. *Bioteknologi*, 3(2):56-62.
- Wurlina. 2006. Pengaruh Perasan *Momordica charantia* L terhadap Perkembangan Embrio (Cleavage) Mencit. [http://www.journal.unair.ac.id/logi\\_n/jurnal/filer](http://www.journal.unair.ac.id/logi_n/jurnal/filer).
- Wu, S., Y. Leu, Y. Chang, T. Wu, P. Kuo, Y. Liao, C. Teng, and S.L. Pan. 2012. Physalin F induces Cell Apoptosis in Human Renal Carcinoma Cells by Targeting NF- $\kappa$ B and Generating Reactive Oxygen Species. *Plos One*, 7(7) :1-10.

## **Pemanfaatan Tumbuh-Tumbuhan oleh Kupu-Kupu di Kawasan Ekowisata Mangrove Pantai Indah Kapuk, Jakarta Utara**

**Hasni Ruslan, Dwi Andayaningsih**

Fakultas Biologi Universitas Nasional, Jakarta  
hasniruslan@yahoo.co.id

### **ABSTRAK**

Ekowisata Mangrove Pantai Indah Kapuk merupakan habitat kupu-kupu. Kupu-kupu memiliki peranan sebagai penyerbuk dan indikator perubahan lingkungan. Penelitian bertujuan untuk mengetahui pemanfaatan tumbuh-tumbuhan oleh kupu-kupu. Penelitian dilakukan dengan metode walking transect sepanjang jalan. Alat yang digunakan adalah kamera dan jaring serangga. Hasil penelitian ditemukan 380 individu yang terdiri dari 31 spesies, 5 famili. *Nacaduba kirava*, *Hypolycaena erylus*, dan *Leptosia nina* merupakan kupu-kupu yang mempunyai INP tinggi. Nilai indeks keanekaragaman ( $H=2.12$ ) dan kemerataan ( $E=0.62$ ) yang tergolong sedang. Hasil penelitian terlihat beberapa kupu-kupu memanfaatkan tumbuh-tumbuhan sebagai pakan, dari spesies *Papilio polytes*, *Appias olferna*, *Delias hyparete*, *Leptosia nina*, *Eurema hecabe*, *Danaus genutia*, dan *Oriens gola* sedang mengisap nectar *Asystasia gangetica*. *Hypolycaena erylus* mengisap nectar *Muntingia calabura*, *Terminalia cattapa* dan *Avicenia spp.* *Nacaduba sp* mengisap nectar *Muntingia calabura* *Terminalia cattapa*, *Neptunia plena*, *Pithecellobium dulce*, dan *Cyperus sp.* *Arhopala pseudocentaurus* mengisap nectar *Terminalia cattapa*. *Danaus genutia* mengisap nectar *Muntingia calabura*. *Euploea eunice* mengisap nectar *Pithecellobium dulce*. *Euploea mulciber* mengisap nectar *Pithecellobium dulce*. *Graphium Agamemnon* mengisap nectar *Morinda citrifolia*. Beberapa tumbuhan juga merupakan tanaman inang untuk meletakkan telur, seperti *Eurema* meletakkan telur pada tumbuhan *Neptunia plena* dan *Sesbania grandiflora*. Selain itu, tumbuh-tumbuhan dapat juga dimanfaatkan oleh kupu-kupu untuk bertengger, seperti *Nacaduba kirava* di *Coccinia grandis* dan *Rhizophora spp.*, *Eurema hecabe* di *Ipomoea aquatic*, *Polyura hebe* di *Rhizophora spp.*, *Polyura schreiberi* di *Bruguiera macronat*, *Junonia atlites* di *Cyperus spp.*, *Junonia hedonia* di *Paspalum conjugatum*, dan *Neptis hylas* di *Coccinia grandis*. Pengukuran data abiotik yang didapat sesuai dengan kondisi lingkungan yang dibutuhkan kupu-kupu.

**Kata kunci:** ekowisata mangrove, kupu-kupu, pemanfaatan tumbuh-tumbuhan

### **PENDAHULUAN**

Kawasan Ekowisata Mangrove Pantai Indah Kapuk (PIK) hutan yang ditetapkan oleh pemerintah sebagai hutan tetap. kawasan ini dikelola oleh dinas kelautan dan pertanian Provinsi DKI Jakarta, sebagai salah satu kegiatan terbatas yang berwawasan lingkungan. Kawasan Ekowisata Mangrove PIK memiliki keanekaragaman hayati, salah satunya kupu-kupu.

Kupu-kupu adalah serangga yang termasuk dalam ordo Lepidoptera, artinya serangga yang hampir seluruh permukaan tubuhnya tertutupi oleh lembaran-lembaran sisik yang memberi corak dan warna sayap kupu-kupu.

Kupu-kupu merupakan jenis serangga yang paling banyak dikenal dan sering dijumpai karena bentuk dan warnanya yang indah dan beragam, dan pada umumnya aktif di siang hari (diurnal). Kupu-kupu sangat bergantung pada tumbuhan sebagai pakan dan juga sebagai inang, sehingga memiliki hubungan yang sangat erat antara kupu-kupu dan habitatnya. Oleh karena itu kupu-kupu dapat menjadi indikator perubahan habitat. Perubahan habitat dapat menyebabkan terjadinya perubahan keanekaragaman kupu-kupu (Ruslan, 2012). Keberadaan kupu-kupu di suatu wilayah dengan jumlah yang cukup tinggi tidak terlepas dari adanya kondisi iklim mikro dan habitat yang kondusif, keberadaan tanaman inang, tersedianya

sumber pakan bagi imago kupu-kupu (Widhiono, 2015).

Pakan kupu-kupu imago berupa nektar yang terdapat pada bunga, yang menjadikan kupu-kupu menjadi pengunjung bunga, sekaligus berperan sebagai pengantar serbuk sari dari satu bunga ke bunga lainnya, secara tidak langsung, kupu-kupu dapat menambah keanekaragaman hayati (Gullan dan Cranston 2005). Berdasarkan hubungannya dengan tumbuhan sebagian kupu-kupu bersifat generalis yang dapat mengunjungi banyak jenis bunga pada tumbuhan, sedangkan sebagian kupu-kupu lainnya bersifat spesialis karena hanya mengunjungi jenis bunga tertentu (Bloch dan Erhardt 2008). Spesialisasi kupu-kupu pada tumbuhan tertentu berkaitan dengan bentuk dan tipe morfologi kupu-kupu yang disesuaikan dengan morfologi bunga. Hubungan mutualisme terjadi akibat adanya proses koevolusi yang berlangsung dalam jangka waktu yang lama (Schoonhoven et al. 2005).

Penelitian mengenai kupu-kupu telah dilakukan oleh Ruslan *et al.* (2014), tentang biodiversitas kupu-kupu di hutan kota. Penelitian mengenai pemanfaatan tumbuh-tumbuhan oleh kupu-kupu pentingnya peran kupu-kupu dalam suatu ekosistem, diperlukan adanya penelitian pemanfaatan tumbuh-tumbuhan oleh kupu-kupu di kawasan ekowisata Mangrove belum pernah publikasi. Oleh karena itu dilakukan penelitian ini yang bertujuan untuk mengetahui pemanfaatan tumbuhan oleh kupu-kupu di kawasan Ekowisata Mangrove.

## BAHAN DAN METODE

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah, jarring serangga, lutron LM-8000 4in1, kamera, GPS, dan buku identifikasi. Pengambilan sampel dilakukan dengan metode *walking transect* (berjalan sepanjang jalur). Pengamatan dari jam 09.00 – 13.00 dengan menggunakan swipping net dan kamera. Kupu-kupu yang sudah diketahui jenisnya dicatat dan dihitung jumlahnya, sedangkan yang tidak diketahui jenisnya dikoleksi dan diidentifikasi di laboratorium Zoology dengan menggunakan buku Practical Guide to the Butterflies of Bogor Botanical

Garden oleh Peggy D dan Amir M (2006), buku A Guide to Common Butterflies of Singapore oleh Steven NH Neo (2001), buku Butterflies of Borneo Vol. 1 oleh Kazuhisa Otsuka (1998) dan buku Butterflies of Peninsular Malaysia, Singapore, and Thailand oleh Laurence G. Kirton (2014). Pengambilan data faktor lingkungan meliputi suhu udara, kelembaban udara, kelembaban tanah, pH tanah, dan ketebalan serasah pada tiap perangkap jebak.

## Analisis Data

Komposisi komunitas dianalisis berdasarkan jumlah jenis di setiap kawasan, dan disajikan dalam bentuk tabel. Penilaian terhadap perbedaan komposisi komunitas, didasarkan kepada indeks similaritas mengacu pada Brower et al (1990).

Indeks Keanekaragaman ( $H'$ ) jenis kupu-kupu pada setiap kondisi habitat dihitung menggunakan rumus indeks Shannon-Wiener ( $H'$ ) (Magurran 1988), Dominansi suatu spesies pada penelitian ini dinilai menggunakan kelimpahan dan frekuensi relatif. Kelimpahan relatif berupa proporsi populasi suatu spesies, dapat menggambarkan dominansi dibandingkan spesies lainnya (Brower et al., 1990), sedangkan frekuensi relatif dapat menggambar pemerataan distribusi suatu spesies di suatu kawasan (Krebs, 1985).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa keanekaragaman kupu-kupu tergolong sedang dengan nilai indeks sebesar  $H=2.12$ , dan indeks pemerataan juga sedang (0.62). Keanekaragaman kupu-kupu yang ditemukan di wilayah ekowisata mangrove dapat dipengaruhi oleh adanya keanekaragaman tumbuhan (Hossain, 2014), keanekaragaman tumbuhan tentunya identik dengan ketersediaan pakan bagi kupu-kupu di kawasan tersebut.

Komposisi komunitas kupu-kupu di kawasan Ekowisata Manrove PIK ditemukan 380 individu yang terdiri dari 31 spesies, 5 famili (Papilionidae, Pieridae, Nymphalidae, Lycaenidae, dan Hesperidae). Famili

Nymphalidae banyak ditemukan dari Famili lainnya, karena Nymphalidae merupakan famili besar dengan anggota spesies terbanyak. Selain itu Nymphalidae merupakan famili dengan jumlah spesies terbanyak dan bersifat kosmopolit dengan daya sebar yang tinggi (Zobar dan Genc, 2008). Nymphalidae juga merupakan salah satu famili kupu-kupu yang memiliki kisaran inang yang luas, atau bersifat polifag (Lestari et al., 2015). Lycaenidae dan Hesperidae merupakan famili yang ditemukan dengan jumlah spesies yang rendah. Tetapi jumlah individu dari famili lycaenidae banyak ditemukan, karena pada waktu pengamatan terlihat spesies *Nacaduba berenice* berkumpul mengelompok banyak sekali, hal ini dapat disebabkan masa reproduksi yang tinggi dengan keadaan lingkungan atau pakan yang mencukupi dan sedikitnya predator. Habitat mangrove merupakan habitat yang unik dengan keanekaragaman tumbuhan yang merupakan sumber pakan kupu-kupu (Hossain, 2014; Balakrishnan et al., 2016). Hesperidae merupakan famili kupu-kupu yang bersifat krepuskular yang hanya aktif di waktu matahari terbit dan terbenam (Peggie dan Amir, 2006). Sifat ini dapat mempengaruhi jumlah individu hesperidae yang ditemukan pada saat pengamatan.

Dari spesies yang ditemukan, terdapat beberapa spesies yang ditemukan dominan yaitu, *Nacaduba berenice*, *Hypolycaena erylus* dan *Leptosia nina*. Secara umum, keberadaan suatu spesies dengan jumlah individu yang tinggi dapat dipengaruhi oleh adanya sumber makanan yang sesuai (Sivaperuman dan Venkataraman, 2012), iklim yang kondusif (Widhiono, 2015).

Genus *Nacaduba* merupakan genus yang umum ditemukan sepanjang wilayah Asia Tenggara atau Indo Australian (Corbet, 1938). Sedangkan, spesies *Leptosia nina* diketahui juga sebagai spesies dominan dengan jumlah individu tinggi pada salah satu waktu pengamatan. Tingginya jumlah individu suatu spesies pada waktu tertentu, pada saat melakukan monitoring dapat dikarenakan tingginya jumlah inang pada waktu tersebut. *Leptosia nina* merupakan spesies kosmopolit yang dapat tersebar di berbagai habitat (Utami, 2012). Pada umumnya keberadaan spesies kupu-kupu Pieridae yang

merupakan pemakan nektar tidak terlepas dari keberadaan inangnya (Widhiono, 2015).

Hasil penelitian terlihat beberapa kupu-kupu memanfaatkan tumbuh-tumbuhan *Asystasia gangetica* sebagai pakan lebih banyak dari tumbuhan lain. Hal ini dapat disebabkan karena *Asystasia gangetica* merupakan tumbuhan gulma yang banyak terdapat di lokasi penelitian. Tumbuhan *asystasia* digolongkan sebagai tanaman bawah yang merupakan sumber nektar bagi kupu-kupu imago (Santosa et al., 2017). *Asystasia* sebagai sumber pakan bagi kupu-kupu nymphalidae (Menasagi JB dan Kotikal YK, 2012). Kupu-kupu *Papilio polytes*, *Appias olferna*, *Delias hyparete*, *Leptosia nina*, *Eurema hecabe*, *Danaus genutia*, dan *Oriens gola* pada waktu pengamatan, teramati sedang mengisap nektar *Asystasia gangetica*. *Hypolycaena erylus* mengisap nektar *Muntingia calabura*, *Terminalia cattapa*, dan *Avicenia spp.* *Nacaduba berenice* mengisap nektar *Muntingia calabura* *Terminalia cattapa*, *Neptunia plena*, *Pithecellobium dulce*, dan *Cyperus sp.* *Arhopala pseudocentaurus* mengisap nektar *Terminalia cattapa*. *Danaus genutia* mengisap nektar *Muntingia calabura*, *Euploea eunice* mengisap nektar *Pithecellobium dulce*, *Euploea mulciber* mengisap nektar *Pithecellobium dulce*, dan *Graphium Agamemnon* mengisap nektar *Morinda citrifolia*. Beberapa tumbuhan juga merupakan tanaman inang untuk meletakkan telur seperti *Eurema hecabe* meletakkan telur pada tumbuhan *Neptunia plena* dan *Sesbania grandiflora*. Selain itu tumbuh-tumbuhan dapat juga dimanfaatkan oleh kupu-kupu untuk bertengger, seperti *Nacaduba berenice* di *Coccinia grandis* dan *Rhizophora spp.*, *Eurema hecabe* di *Ipomoea aquatic*, *Polyura hebe* di *Rhizophora spp.*, *Polyura schreiberi* di *Bruguiera macronat*, *Junonia atlites* di *Cyperus spp.*, *Junonia hedonia* di *Paspalum conjugatum*, dan *Neptis hylas* di *Coccinia grandis*.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai pemanfaatan tumbuh-tumbuhan oleh kupu-kupu, dapat disimpulkan bahwa di kawasan ekowisata mangrove ditemukan 5 famili, 32 spesies, dengan

381 individu. Spesies di famili *Nymphalidae* paling banyak ditemukan. Jumlah individu famili Lycaenidae paling banyak ditemukan. Keanekaragaman dan pemerataan kupu-kupu tergolong sedang. Indeks Nilai Penting ditemukan pada kupu-kupu *Nacaduba berenice*, *Hypolycaena erylus*, dan *Leptosia nina*. Tumbuhan dimanfaatkan oleh kupu-kupu untuk menghisap nektar, meletakkan telur (inang), dan bertengger. Tumbuhan *Asystasia gangetica* paling banyak dimanfaatkan kupu-kupu sebagai sumber pakan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Balakrishnan S, Srinivasan M, Santhanam P. 2016. Insect Fauna of Pitchavaram and Parangipettai mangroves of Southeast Coast of India. Proc Zool Soc. DOI 10.1007/s12595-016-0182-y.
- Brower J, Jerold Z, Ende CV. 1990. Field and Laboratory Methods for General Zoology. Third edition. W.M.C Brown Publishers. United States of America. 160-162.
- Corbet AS. 1938. A revision of the malayan species of the *nacaduba* group of genera (Lepidoptera : Lycaenidae).
- Hossain M. 2014. Checklist of butterflies, of the sundarbans mangrove forest, Bangladesh. Journal of Entomology and Zoology studies 2 (1) : 29-32.
- Krebs CJ. 1999. Ecological Methodology, 2nd edn. University of British Columbia.
- Lestari DF, Putri RD, Ridwan M, Purwaningsih AD. 2015. Keanekaragaman kupu-kupu (Insekta : Lepidoptera) di Wana Wisata Alas Bromo, BKPH.
- Magurran 1988), Magurran AE. 1988. Ecological Diversity and Its Measurement. Princeton University Press. New Jersey.
- Menasagi JB & Kotikal YK. 2012. Studies on host plants of butterflies. Asian Journal of Bio Science vol 7 : 11 (18-29).
- Peggie D, Amir M. Practical Guide to the Butterflies of Bogor Botanical Garden - Panduan Praktis Kupu-kupu di Kebun Raya Bogor. Bidang zoologi, pusat penelitian biologi, LIPI Cibinong dan Nagao Natural Environment Foundation, Tokyo. 2006.
- Practical Guide to the Butterflies of Bogor Botanical Garden oleh Peggy D dan Amir M (2006), buku A Guide to Common Butterflies of Singapore oleh Steven NH.
- Neo (2001), buku Butterflies of Borneo Vol. 1 oleh Kazuhisa Otsuka (1998) dan buku Butterflies of Peninsular Malaysia, Singapore, and Thailand oleh Laurence G. Kirton (2014).
- Ruslan H. 2012. Komunitas kupu-kupu Superfamili Papilionidea di Pusat Pendidikan Konservasi Alam Bodogol, Sukabumi, Jawa Barat. Tesis Program Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor.
- Utami EN. 2012. Komunitas kupu-kupu (Ordo Lepidoptera : Papilionoidea) di Kampus Universitas Indonesia Depok, Jawa Barat. Departemen Biologi, Universitas Indonesia : Depok [Skripsi].
- Schoonhoven LM, van Loon JJA, Dicke M. 2005. Insect-Plant Biology. New York : Oxford University Press.
- Widhiono I. 2015. Diversity of butterflies in four different forest types in Mount Slamet, Central Java, Indonesia. Jurnal Biodiversitas Volume 16 (2).
- Zobar D, Genc H. 2008. Biology of the queen of spain fritillary, *Issoria lathonia*.

## Vegetasi Dominan di Areal Bekas Kebun dan Pemanfaatannya oleh Masyarakat Kampung Ayambori Manokwari Papua Barat

Heru Joko Budirianto

Jurusan Biologi Fakultas MIPA Universitas Papua Manokwari  
Jl. Gunung Salju Amban - Manokwari,  
E-mail : [herujokobudirianto@gmail.com](mailto:herujokobudirianto@gmail.com)

### ABSTRAK

Vegetasi di areal bekas kebun merupakan faktor penting bagi masyarakat Kampung Ayambori untuk mengembalikan unsur kesuburan tanah. Kategori Usia areal bekas kebun di Kampung tersebut terdiri dari 5 tahun, 10 tahun, dan 15 tahun. Studi ini penting dilakukan untuk aspek inventarisasi jenis di masing-masing lahan dan penentuan jenis yang berperan dalam pengembalian kesuburan tanah, serta pemanfaatannya oleh masyarakat Kampung Ayambori. Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi jenis-jenis vegetasi dominan di areal bekas kebun dan pemanfaatannya oleh masyarakat Kampung Ayambori Manokwari. Inventarisasi dilakukan menggunakan analisis vegetasi dengan menghitung Indeks Nilai Penting Jenis. Ukuran petak 20x20 m untuk tingkatan pohon, 10x10 m untuk Tiang, 5x5 m untuk pancang, dan 2x2 untuk tingkat semai. Jenis-jenis vegetasi di 3 kategori usia lahan diidentifikasi, peranannya ditentukan berdasarkan penelusuran berbagai referensi dan hasil wawancara dengan masyarakat. Hasil penelitian menunjukkan Jumlah Seluruh jenis pada lahan bera 5 tahun 30 jenis, lahan bekas kebun 10 tahun 73 jenis, Lahan bekas kebun 15 tahun 67 jenis. Jenis yang dimanfaatkan masyarakat berjumlah 26 jenis yang digunakan sebagai bahan makanan, bahan bangunan, dan obat tradisional. Lahan bekas kebun Kampung Ayambori mempunyai potensi jenis indikator kondisi lingkungan tertentu dan masyarakat memanfaatkannya untuk memenuhi kebutuhannya.

**Kata Kunci:** usia lahan bekas kebun, peranan jenis

### ABSTRACT

*Vegetation in the former garden area is an important factor for Kampung Ayambori people to restore the soil fertility element. The age category of the former garden area in the Kampung consists of 5 years, 10 years, and 15 years. This study is important for the inventory aspect of each type of land and the determination of the types that play a role in the return of soil fertility, and its utilization by Kampung Ayambori community. The purpose of this research is to identify the dominant vegetation types in the former garden area and its utilization by Kampung Ayambori Manokwari community. Inventory is conducted using vegetation analysis by calculating the Importance Value Index Type. 20x20 m plot size for tree level, 10x10 m for pole, 5x5 m for piling, and 2x2 for seedling level. The types of vegetation in 3 categories of land age were identified, their role was determined based on the search of various references and interviews with the community. The result showed that the total of all species on the 5-year fallow land of 30 species, the former land of the garden 10 years 73 species, the former land of the garden 15 years 67 species. Type of community used amounted to 26 species used as food, building materials, and traditional medicine. The former land of the Kampung Ayambori garden has the potential of a certain type of environmental condition indicator and the community uses it to fulfill its needs.*

**Keywords:** Age of former garden land, role type

### PENDAHULUAN

Ekosistem merupakan bagian utama dalam evaluasi ekologi. Tipe suatu ekosistem berperan penting dalam pembentukan struktur vegetasi. Aspek iklim menghasilkan suatu bentuk vegetasi dengan pola distribusi dan adaptasi sesuai dengan lingkungannya (Mutaqien dan

Normasiwi, 2015). Vegetasi berpengaruh terhadap sebaran unsur hara dan pencuciannya serta keberadaannya dalam tanah. Hal ini berdampak pada tipe penyusun vegetasi dan kualitas Unsur hara yang dihasilkan. Dengan demikian, vegetasi bisa dijadikan sebagai indikator habitat untuk perencanaan penggunaan suatu lahan (Fajri dan Supartini, 2015).

Penggunaan tanah dalam kurun waktu tertentu berpengaruh pada unsur esensial yang mempengaruhi kesuburan tanah. Endriani (2010) menyatakan bahwa pengolahan tanah yang terlalu sering dapat menyebabkan tanah kehilangan air lebih banyak karena daya pegang tanah terhadap air menurun. Sulistyani (2013) menyatakan pula bahwa kehilangan tanah hingga 60 cm akibat erosi dapat menyebabkan menurunnya hasil panen kedelai hingga 48-88%. Vegetasi dominan dalam suatu areal lahan bekas kebun memiliki dampak terhadap bahan organik tanah. Unsur-unsur tersebut berasal dari komposisi jenis vegetasi yang tumbuh di areal tersebut berupa daun, ranting, dan akar tumbuhan. Yassir dan Omon (2013) menyatakan bahwa makin banyak populasi tumbuhan akan berdampak pada meningkatnya kadar air total, unsur N, P tersedia, dan tekstur tanah.

Studi tentang vegetasi dominan di lahan Bera penting dilakukan sebagai upaya meningkatkan peran lahan agar berfungsi sebagaimana mestinya. Selain itu dapat pula digunakan untuk menentukan hubungan masa bera lahan dengan kualitas lingkungan yang terbentuk dari pola pertumbuhan setiap fase vegetasi. Dampak iklim mikro sangat menentukan tumbuhnya jenis vegetasi. Komposisi vegetasi yang tumbuh di lahan bera berpengaruh pada tingkat keragaman jenisnya. Fase pertumbuhan vegetasi menunjukkan kemampuan regenerasi jenis sebagai hasil adaptasi terhadap ekosistem. Jenis yang memiliki fase lengkap menunjukkan eksistensinya dalam komunitas. Keragaman jenis dan fase pertumbuhan vegetasi mempengaruhi kualitas tanah dan air pada suatu lahan bera. Kualitas tanah yang baik memiliki tingkat unsur kesuburan yang tinggi, aerasi dengan pori tanah yang mampu menyerap, dan menyimpan kadar air yang tinggi.

Ayambori merupakan salah satu kampung yang berbatasan dengan kawasan konservasi yaitu Taman Wisata Alam Gunung Meja manokwari. Mata pencaharian masyarakat adalah berkebun. Sistem perkebunan masyarakat Ayambori dilakukan secara tradisional yaitu dengan sistem tebas bakar. Masyarakat menggunakan istilah kebun baru yang menunjukkan kebun aktif dan kebun lama yang

merupakan lokasi yang diberakan untuk waktu tertentu. Masyarakat tidak memiliki sistem perkebunan yang baku. Lahan yang tidak produktif lagi ditinggalkan untuk waktu yang tidak ditentukan. Olehnya perlu dilakukan penelitian mengenai Vegetasi dominan yang tumbuh di lahan bera. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan jenis dominan di lahan bera dan pemanfaatannya oleh masyarakat kampung Ayambori.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di areal masyarakat yang diberakan di Kampung Ayambori Kabupaten Manokwari. Identifikasi jenis dilakukan langsung di lapang dengan menggunakan jasa pengenalan jenis. Penelitian dilakukan berdasarkan teknik observasi, dan wawancara pada masyarakat tentang pemanfaatan jenis di lahan bera. Observasi dilakukan dengan menentukan lokasi kebun yang dijadikan tempat penelitian. Penentuan lokasi dilakukan secara purposive sampling. Lokasi yang diamati berdasarkan hasil wawancara dengan masyarakat tentang kategori usia lahan yang diberakan. Plot pengamatan dibuat dengan ukuran 20 x 20 m<sup>2</sup> atau dengan luas 400 m<sup>2</sup> untuk fase pohon. Dalam plot tersebut dibuat sub plot dengan ukuran 10 x 10 m untuk fase tiang, 5 x 5 m untuk pancang, dan 2 x 2 m untuk tingkat semai. Pohon-pohon yang berdiameter batang setinggi dada atau pada ketinggian 1,3 m di atas tanah, diukur menggunakan metode kuadrat. Parameter yang diukur antara lain jumlah dan nama jenis, nilai kerapatan, dominasi jenis, frekwensi jenis, indeks nilai penting jenis tumbuhan tingkat pohon dan tumbuhan bawah, serta keanekaragaman jenis.

Data yang dikumpulkan berupa data primer dan sekunder kemudian dianalisis secara deskriptif, kuantitatif, dan tabulasi. Data komposisi jenis pohon di lokasi yang telah diberakan di Lahan bekas kebun masyarakat Kampung Ayambori dianalisis menggunakan analisis vegetasi dengan metode kuadrat. Peranan jenis pohon dapat diketahui dengan menghitung Nilai Penting Jenis dengan persamaan:

$$\text{Kerapatan (Mutlak) Jenis} = \frac{\text{Jumlah Pohon per Jenis}}{\text{Luas Plot Contoh}} \text{ pohon/ha}$$

$$\text{Kerapatan Relatif Jenis} = \frac{\text{Kerapatan Mutlak Jenis}}{\text{Jumlah Kerapatan Jenis}} \times 100\%$$

$$\text{Dominasi (Mutlak) Jenis} = \frac{\text{Luas Bidang Dasar Jenis}}{\text{Luas Areal Plot}} \text{ m}^2/\text{ha}$$

$$\text{Dominasi Relatif Jenis} = \frac{\text{Dominasi (Mutlak) Jenis}}{\text{Jumlah Dominasi (Mutlak) Seluruh Jenis}} \times 100\%$$

$$\text{Frekwensi (Mutlak) Jenis} = \frac{\text{Jumlah Plot yang diduduki Jenis}}{\text{Jumlah Plot Seluruhnya}}$$

$$\text{Frekwensi Relatif Jenis} = \frac{\text{Frekwensi (Mutlak) Jenis}}{\text{Jumlah Frekwensi (Mutlak) Seluruh Jenis}} \times 100\%$$

Nilai Penting Jenis = Kerapatan Relatif Jenis + Frekwensi Relatif Jenis (untuk Fase semai dan Pancang)

Nilai Penting Jenis = Kerapatan Relatif Jenis + Dominasi Relatif Jenis + Frekwensi Relatif Jenis (untuk Fase Tiang dan Pohon)

Keanekaragaman jenis pohon dan vegetasi lainnya dihitung menggunakan indeks Shanon-Wiener dengan persamaan:

$$H = -\sum(P_i \ln P_i)$$

Dimana H = indeks keragaman

$P_i = n_i/N$

$n_i$  = jumlah individu jenis ke-i

N = total Individu

## HASIL

### Jumlah Jenis di Masing-Masing Usia Lahan Bera Kampung Ayambori

Lahan bera di kampung Ayambori memiliki tiga kategori usia lahan, yaitu 5 tahun, 10 tahun dan 15 tahun. Jumlah jenis pada masing-masing usia lahan berbeda dengan komposisi yang berbeda pula. Berikut adalah jumlah jenis dengan fase pertumbuhan pada ketiga kategori usia lahan:



Gambar 1. Jumlah jenis pada setiap usia lahan bera kampung ayambori

Dari Gambar 1 di atas jumlah jenis lahan bera 5 tahun untuk fase semai berjumlah 23 jenis, pancang 19 jenis, dan tiang 6 jenis. Sedangkan untuk fase pohon di lahan bera 5 tahun tidak ada. Lahan bera 10 tahun fase semai 46 jenis, pancang 48 jenis, tiang 23 jenis, dan pohon 2 jenis. Lahan bera 15 tahun fase semai 43 jenis, pancang 39 jenis, tiang 19 jenis, dan pohon 10 jenis.

#### Vegetasi Dominan di Lahan Bera 5 Tahun

Komposisi vegetasi di lahan Bera 5 tahun terdapat 3 Fase, antara lain fase semai, pancang, dan tiang. Jumlah Seluruh jenis pada lahan bera 5 tahun adalah 30 jenis. Jumlah keseluruhan individu dari fase semai sampai tiang adalah 204 individu.

Komposisi jenis tingkat Semai pada lahan bera 5 tahun dengan urutan 10 INP terbaik dapat dilihat pada Tabel 1.

*Lunasia amara* merupakan jenis dengan INP tertinggi 27.70%, disusul kemudian oleh *Premna corymbosa* 23.40%, *Piper aduncum* 20,20%, *Pometia pinnata* 18.95%, *Mallotus sp.* 15.66%, *Ficus septica* 14.41%, *Siphonodon celastrineus* 10.33%, *Spatiothemon javaensis* 7.83%, *Pisonia cauliflora* 6.58%, dan *Macaranga aleutoides* 4.54%.

Jumlah jenis pada tingkat pancang berjumlah 19 jenis, dengan total individu sebanyak 111 individu. Komposisi jenis tingkat Pancang pada lahan bera 5 tahun dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Indeks Nilai Penting tingkat Semai pada Lahan Bera 5 Tahun

| No | Nama Jenis                     | KR     | FR     | INP    |
|----|--------------------------------|--------|--------|--------|
| 1  | <i>Lunasia amara</i>           | 17.50% | 10.20% | 27.70% |
| 2  | <i>Premna corymbosa</i>        | 11.25% | 12.24% | 23.49% |
| 3  | <i>Piper aduncum</i>           | 10.00% | 10.20% | 20.20% |
| 4  | <i>Pometia pinnata</i>         | 8.75%  | 10.20% | 18.95% |
| 5  | <i>Mallotus sp.</i>            | 7.50%  | 8.16%  | 15.66% |
| 6  | <i>Ficus septica</i>           | 6.25%  | 8.16%  | 14.41% |
| 7  | <i>Siphonodon celastrineus</i> | 6.25%  | 4.08%  | 10.33% |
| 8  | <i>Spatiothemon javaensis</i>  | 3.75%  | 4.08%  | 7.83%  |
| 9  | <i>Pisonia cauliflora</i>      | 2.50%  | 4.08%  | 6.58%  |
| 10 | <i>Macaranga aleutoides</i>    | 2.50%  | 2.04%  | 4.54%  |

Tabel 2. Indeks Nilai Penting Jenis tingkat pancang di lahan Bera 5 Tahun

| No | Nama Jenis                    | KR     | FR     | INP    |
|----|-------------------------------|--------|--------|--------|
| 1  | <i>Piper aduncum</i>          | 26.13% | 12.00% | 38.13% |
| 2  | <i>Premna corymbosa</i>       | 12.61% | 12.00% | 24.61% |
| 3  | <i>Mallotus philippensis</i>  | 11.71% | 16.00% | 27.71% |
| 4  | <i>Gliricidia sepium</i>      | 10.81% | 6.00%  | 16.81% |
| 5  | <i>Spathiostemon javensis</i> | 8.11%  | 8.00%  | 16.11% |
| 6  | <i>Lunasia amara</i>          | 4.50%  | 6.00%  | 10.50% |
| 7  | <i>Mallotus rhizonoides</i>   | 4.50%  | 6.00%  | 10.50% |
| 8  | <i>Pisonia cauliflora</i>     | 4.50%  | 4.00%  | 8.50%  |
| 9  | <i>Mallotus sp</i>            | 3.60%  | 4.00%  | 7.60%  |
| 10 | <i>Maesa tetandra</i>         | 1.80%  | 4.00%  | 5.80%  |

Jenis *Piper aduncum* memiliki INP tertinggi 38.13% disusul masing-masing *Premna corymbosa* 24.61%, *Mallotus philippensis* 27.71%, *Gliricidia cepium* 16.81%, *Spathiostemon javensis* 16.11%, *Lunasia amara* 10.50%, *Mallotus rhizonoides* 10.50%, *Pisonia cauliflora* 8.50%, *Mallotus sp* 7.60%, dan *Maesa tetandra* 5,80%. Pada tingkat pancang terjadi penambahan jenis sebanyak 6 jenis. Jenis-jenis tersebut tidak terdapat pada tingkat semai. Penambahan jenis tersebut antara lain *Casuarina rumphiiana*, *Ficus glabosa*, *Ficus variegata*, *Leea aculeata*, *Mallotus sp2*, dan *Spatodea*

*campanulata*. Kemampuan 6 jenis tersebut memiliki kemampuan memanfaatkan sumber daya seperti cahaya, unsur hara mineral, dan iklim. Adapun indeks keragaman jenis pada tingkat pancang adalah 1.05 berkategori sedang. Tingkat paling tinggi di lahan bera 5 tahun adalah Tiang. Pada tingkat ini jumlah keseluruhan jenisnya ada 6 jenis. Meskipun demikian, terdapat 1 jenis tambahan yang tidak terdapat pada tingkat semai dan pancang yaitu *Artocarpus altilis*. Peranan jenis yang ditunjukkan dengan INP dapat dilihat pada Tabel 3 di bawah ini:

Tabel 3. Indeks Nilai Penting Jenis Tingkat Tiang di Lahan Bera 5 Tahun

| No | Nama Jenis                    | KR     | FR     | DR     | INP     |
|----|-------------------------------|--------|--------|--------|---------|
| 1. | <i>Mallotus philippensis</i>  | 53.85% | 54.55% | 48.46% | 156.85% |
| 2. | <i>Pometia pinnata</i>        | 15.38% | 9.09%  | 21.59% | 46.07%  |
| 3. | <i>Mallotus sp.</i>           | 7.69%  | 9.09%  | 10.05% | 26.83%  |
| 4. | <i>Ficus sp.</i>              | 7.69%  | 9.09%  | 7.38%  | 24.17%  |
| 5. | <i>Macaranga aleuritoides</i> | 7.69%  | 9.09%  | 7.38%  | 24.17%  |
| 6. | <i>Artocarpus altilis</i>     | 7.69%  | 9.09%  | 5.13%  | 21.91%  |

Jenis dominan pada tingkat tiang adalah *Mallotus philippensis* dengan INP 156.85%, disusul masing-masing oleh *Pometia pinnata* 46.07%, *Mallotus sp.* 26.83%, *Ficus sp.* 24.17%, *Macaranga aleuritoides* 24.17%, dan *Artocarpus altilis* 21.91%. Jenis-jenis lainnya seperti *Pometia pinnata*, *Ficus sp*, dan *Macaranga aleuritoides*, dapat tumbuh pada setiap tingkatan meskipun tidak selalu menempati urutan INP terbaik. Jenis *Mallotus sp.* merupakan jenis yang selalu menempati INP terbaik dan hadir pada setiap tingkatan. Indeks keragaman jenis pada tingkat tiang tergolong rendah yaitu 0.61. Keragaman jenis yang rendah ini berhubungan dengan masa bera lahan yaitu 5 tahun. Pada masa tersebut, jumlah jenis dan keragaman yang ada masih tergolong rendah. Secara periodik, perubahan akan terjadi dalam masa suksesi, dengan adanya penambahan jenis, densitas dari masing-masing individu, tinggi tumbuhan, dan struktur komunitas yang akan berkembang secara kompleks.

### Komposisi Vegetasi di Lahan Bera 10 Tahun

Lokasi bera 10 tahun memiliki tingkatan vegetasi yang terdiri dari semai, pancang, tiang, hingga pohon. Pertumbuhan dan perkembangan tingkat vegetasi tersebut disebabkan oleh lama waktu bera suatu lahan. Jumlah Seluruh jenis pada lahan Bera berjumlah 75 jenis. Komposisi jenis tingkat semai dengan urutan 10 INP terbaik dapat dilihat pada Tabel 4 di bawah ini:

Tabel 4. Indeks Nilai Penting jenis Tingkat Semai pada Lahan Bera 10 Tahun

| No | Nama Jenis                    | KR     | FR     | INP    |
|----|-------------------------------|--------|--------|--------|
| 1  | <i>Pometia coreacea</i>       | 17.29% | 10.08% | 27.37% |
| 2  | <i>Lunasia amara</i>          | 12.54% | 11.76% | 24.31% |
| 3  | <i>Mallotus sp.2</i>          | 9.83%  | 5.04%  | 14.87% |
| 4  | <i>Spathiostemon javensis</i> | 6.78%  | 6.72%  | 13.50% |
| 5  | <i>Lansium domesticum</i>     | 3.73%  | 4.20%  | 7.93%  |
| 6  | <i>Alchornea sp</i>           | 5.76%  | 1.68%  | 7.44%  |
| 7  | <i>Chisocheton ceramicus</i>  | 2.71%  | 4.20%  | 6.91%  |
| 8  | <i>Premna corymbosa</i>       | 2.37%  | 4.20%  | 6.57%  |
| 9  | <i>Popowia sp</i>             | 4.75%  | 1.68%  | 6.43%  |
| 10 | <i>Kleinhovia hospita</i>     | 3.05%  | 3.36%  | 6.41%  |

Komposisi jenis di lahan bera 10 tahun jenis *Pometia coreacea* menempati INP tertinggi, disusul berturut-turut *Lunasia amara*, *Mallotus sp 2*, *Spathiostemon javensis*, *Lansium domesticum*, *Alchornea sp*, *Chisocheton ceramicus*, *Premna corymbosa*, *Popowia sp*, dan *Kleinhovia hospita*. Tanah di lahan bera 10 tahun termasuk tanah karang dengan kedalaman tanah yang dangkal. Di lahan tersebut jenis *Lunasia amara* dan *Spathiostemon javensis* yang merupakan khas tanah karang menempati peringkat 10 INP. Hal ini menunjukkan bahwa kedua jenis tersebut merupakan jenis khas dimana jumlah jenis dan kehadiran jenis cukup merata di setiap petak pengamatan. Ada jenis yang berada dalam petak tertentu cukup banyak namun penyebarannya tidak merata. Jenis tersebut antara lain seperti *Mallotus sp. 2*, *Alchornea sp*, dan *Popowia sp*. Hal ini disebabkan karena kemampuan adaptasi di lingkungan yang kurang, artinya jenis-jenis tersebut memiliki keterbatasan dalam menyerap

unsur hara sehingga persebarannya berada pada tempat tertentu saja.

Komposisi jenis pada tingkat pancang di lahan bera 10 tahun ada 49 jenis. Jumlah tersebut meningkat bila dibandingkan dengan jumlah jenis pada tingkat yang sama di lahan bera 5 tahun. Penambahan jenis tersebut menunjukkan bahwa perkembangan suksesi secara alamiah berjalan dengan baik. Secara lengkap urutan 10 INP terbaik tingkat pancang dapat dilihat pada Tabel 5 di bawah ini:

Tabel 5. Indeks Nilai Penting jenis Tingkat Pancang di Lahan Bera 10 tahun

| No | Nama Jenis                    | KR     | FR    | INP    |
|----|-------------------------------|--------|-------|--------|
| 1  | <i>Kleinhovia hospita</i>     | 15.65% | 8.77% | 24.42% |
| 2  | <i>Lunasia amara</i>          | 15.22% | 7.89% | 23.11% |
| 3  | <i>Spathiostemon javensis</i> | 10.87% | 8.77% | 19.64% |
| 4  | <i>Mallotus Sp.2</i>          | 6.52%  | 5.26% | 11.78% |
| 5  | <i>Piper aduncum</i>          | 5.22%  | 4.39% | 9.60%  |
| 6  | <i>Pisonia cauliflora</i>     | 4.35%  | 4.39% | 8.73%  |
| 7  | <i>Pometia coreacea</i>       | 4.35%  | 3.51% | 7.86%  |
| 8  | <i>Premna corymbosa</i>       | 3.91%  | 3.51% | 7.42%  |
| 9  | <i>Mallotus philippensis</i>  | 3.04%  | 2.63% | 5.68%  |
| 10 | <i>Streblus elongate</i>      | 1.74%  | 3.51% | 5.25%  |

Jenis dominan pada lahan bera tingkat pancang adalah *Kleinhovia hospita* dan *Lunasia amara* mempunyai kerapatan tinggi di lahan bera 10 tahun pada tingkat pancang. Adapun kehadiran jenis pada setiap petak juga merata bila dibandingkan dengan jenis lainnya. Meningkatnya jumlah jenis dan individu pada tingkat pancang menggambarkan bahwa di lahan bera 10 tahun ketersediannya hampir mencukupi untuk kategori permudaan guna menjamin adanya pergantian atau regenerasi yang alami. Komposisi jenis tingkat tiang di lahan bera 10 tahun adalah 23 jenis. Urutan 10 INP terbaik tingkat tiang dapat dilihat pada Tabel 6.

Jenis yang memiliki INP tertinggi adalah *Kleinhovia hospita* dengan INP 73.59%, *Pometia pinnata* 40.24%, dan peringkat berikutnya adalah *Spathodea campanulata* 34.91%. Bila dikategorisasi, INP jenis *Kleinhovia hospita* termasuk kategori tinggi, sedangkan *Pometia pinnata* dan *Spathodea campanulata* termasuk kategori sedang. Tingkat tiang merupakan fase penting dalam perkembangan suksesi ke arah klimaks. Adanya fase tiang ini menunjukkan

perkembangan lahan bera di wilayah Ayambori. Penambahan jumlah jenis pada fase ini ada 2 yang sekaligus juga menempati daftar INP terbaik yaitu *Ficus nodosa* dan *Leucaena leucocephalla*. Besarnya INP kedua jenis ini termasuk kategori rendah karena di bawah 21.96%. Jumlah individu pada tingkat tiang hanya 57 individu, bila dikategorisasi menurut ketentuan Fadeli (2007) adalah rendah.

Tabel 6. Indeks Nilai Penting Jenis Tingkat Tiang di Lahan Bera 10 Tahun

| No | Nama jenis                        | KR     | FR     | DR     | INP    |
|----|-----------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| 1  | <i>Kleinhovia hospita</i>         | 28.07% | 20.45% | 25.07% | 73.59% |
| 2  | <i>Pometia pinnata</i>            | 10.53% | 6.82%  | 22.90% | 40.24% |
| 3  | <i>Spathodea campanulata</i>      | 12.28% | 13.64% | 9.00%  | 34.91% |
| 4  | <i>Pometia coreaceae</i>          | 5.26%  | 4.55%  | 4.74%  | 14.54% |
| 5  | <i>Mallotus philippensis</i>      | 5.26%  | 4.55%  | 3.67%  | 13.48% |
| 6  | <i>Ficus nodosa</i>               | 3.51%  | 4.55%  | 3.39%  | 11.44% |
| 7  | <i>SpatioSTEMON javensis</i>      | 3.51%  | 4.55%  | 3.11%  | 11.16% |
| 8  | <i>Leucaena leucocephalla</i>     | 3.51%  | 4.55%  | 2.78%  | 10.83% |
| 9  | <i>Melanolepis multiglanulosa</i> | 3.51%  | 4.55%  | 1.51%  | 9.56%  |
| 10 | <i>Dysoxillum mollisimum</i>      | 1.75%  | 2.27%  | 5.09%  | 9.12%  |

Tingkat pohon merupakan fase akhir dari lahan bera 10 tahun. Jumlah jenis pada fase ini hanya 2 pohon. Urutan INP tertinggi jenis pohon dapat dilihat pada Tabel 7 di bawah ini:

Tabel 7. Indeks Nilai Penting jenis Tingkat Pohon di Lahan Bera 10 tahun

| No | Nama jenis                  | KR     | FR     | DR     | INP  |
|----|-----------------------------|--------|--------|--------|------|
| 1  | <i>Spatodea campanulata</i> | 66.67% | 66.67% | 66.67% | 200% |
| 2  | <i>Kleinhovia hospita</i>   | 33.33% | 33.33% | 33.33% | 100% |

Tingkat pohon merupakan fase terakhir dalam masa bera suatu lahan. Dua jenis di atas hanya ditemui pada 2 petak. Meskipun demikian, jenis *Kleinhovia hospita* merupakan jenis yang selalu hadir di setiap fase pertumbuhan. Di tingkat pancang dan tiang jenis tersebut merupakan jenis dominan. Hal ini menunjukkan bahwa jenis tersebut mampu beradaptasi secara

alamiah dengan kondisi lingkungan yang ada di lahan bera 10 tahun. Olehnya, peranan jenis ini mempengaruhi keberadaan sifat fisik maupun kimia tanah yang juga turut menyusun komponen kesuburan tanah.

### Lahan Bera 15 tahun

Jumlah Seluruh jenis lahan bera 15 tahun sebanyak 67 jenis pada semua tingkat pertumbuhan. Komposisi tumbuhan pada lahan bera 15 tahun terdapat 4 tingkat pertumbuhan yaitu semai (43 jenis) pancang (39 jenis), tiang (19 jenis), dan pohon (10 jenis). Adapun jenis dominan pada tingkat semai dapat dilihat pada Tabel 8 di bawah ini:

Tabel 8. Indeks Nilai Penting Jenis Tingkat Semai di Lahan Bera 15 tahun

| No | Nama Jenis                   | KR     | FR    | INP    |
|----|------------------------------|--------|-------|--------|
| 1  | <i>Alchornea sp</i>          | 12.75% | 7.61% | 20.35% |
| 2  | <i>Palaquium amboinensis</i> | 9.31%  | 5.43% | 14.17% |
| 3  | <i>Pometia coreacea</i>      | 8.82%  | 5.43% | 14.26% |
| 4  | <i>Pometia pinnata</i>       | 6.37%  | 6.52% | 12.89% |
| 5  | <i>Lunasia amara</i>         | 7.35%  | 4.35% | 11.70% |
| 6  | <i>Dysoxillum mollisimum</i> | 6.37%  | 4.35% | 10.72% |
| 7  | <i>Lansium domesticum</i>    | 4.41%  | 5.43% | 9.85%  |
| 8  | <i>Arthocarpus altilis</i>   | 5.39%  | 4.35% | 9.74%  |
| 9  | <i>Piper aduncum</i>         | 3.92%  | 3.26% | 7.18%  |
| 10 | <i>Premna corymbosa</i>      | 3.92%  | 3.26% | 7.18%  |

Dari data di atas, jenis dominan pada lahan bera 15 tahun pada tingkat semai adalah *Alchornea sp* 20.35%, di susul oleh *Palaquium amboinensis* 14.17%, *Pometia coreacea* 14.26%, *Pometia pinnata* 12.89%, *Lunasia amara* 11.70%, *Dysoxillum mollisimum* 10.72%, *Lansium domesticum* 9.85%, *Arthocarpus altilis* 9.74%, *Piper aduncum* 7.18%, dan *Premna corymbosa* 7.18%.

Tingkat pertumbuhan pancang di lahan bera 15 tahun mempunyai jumlah jenis sebanyak 39 jenis dengan total 217 individu. Jenis dominan pada Tingkat pancang dapat dilihat pada Tabel 9.

Jenis dominan pada tingkat pancang adalah *Oreocnide rubescens* dengan INP 29.08%, disusul oleh *Piper aduncum* 21.28%, *Lansium domesticum* 13.67%, dan *Premna corymbosa* 11.83%. Jenis *Oreocnide rubescens* hanya memiliki 2 tingkat pertumbuhan yaitu semai dan

pancang. Jenis dominan lain yang memiliki tingkat pertumbuhan serupa antara lain *Lansium domesticum*, *Lunasia amara*, dan *Alchornea sp.*

Tabel 9. Indeks Nilai Penting Jenis Tingkat Pancang di Lahan Bera 15 tahun

| No | Nama Jenis                   | KR     | FR    | INP    |
|----|------------------------------|--------|-------|--------|
| 1  | <i>Oreocnide rubescens</i>   | 24.42% | 4.65% | 29.08% |
| 2  | <i>Piper aduncum</i>         | 11.98% | 9.30% | 21.28% |
| 3  | <i>Lansium domesticum</i>    | 5.53%  | 8.14% | 13.67% |
| 4  | <i>Premna corymbosa</i>      | 3.69%  | 8.14% | 11.83% |
| 5  | <i>Lunasia amara</i>         | 8.29%  | 3.49% | 11.78% |
| 6  | <i>Arthocarpus altilis</i>   | 3.69%  | 6.98% | 10.66% |
| 7  | <i>Pometia coreacea</i>      | 4.15%  | 5.81% | 9.96%  |
| 8  | <i>Spathodea campanulata</i> | 4.61%  | 2.33% | 6.93%  |
| 9  | <i>Alchornea sp</i>          | 3.23%  | 3.49% | 6.71%  |
| 10 | <i>Pometia pinnata</i>       | 2.76%  | 3.49% | 6.25%  |

Tingkat pertumbuhan Tiang pada lahan bera 15 tahun mempunyai jumlah total jenis 19 jenis dengan jumlah 37 individu. Jenis dominan pada tingkat Tiang dapat dilihat pada Tabel 10.

Jenis dominan pada tingkat ini adalah *Kleinhovia hospita* 73.48%, kemudian disusul oleh *Premna corymbosa* 43.39% dan *Theobroma cacao* 22.30%. Jenis yang memiliki INP sama antara lain *Ficus septica* dan *Macaranga mappa* dengan nilai 9.49% serta *Medusanthera laxiflora* dan *Pometia coreacea* dengan nilai 9.28%. Jumlah Seluruh jenis yang sampai pada tingkat tiang ini ada 18 jenis.

Tingkat terakhir pertumbuhan pada lahan bera 15 tahun adalah pohon. Jumlah Seluruh jenis yang sampai pada tingkat pohon adalah 10 jenis dari total 67 jenis pada tingkat pertumbuhan ini.

Jumlah total individunya 21 pohon. Jenis dominan pada tingkat pohon dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 10. Indeks Nilai Penting Jenis Tingkat Tiang di Lahan Bera 15 tahun

| No | Nama jenis                    | KR     | FR     | DR     | INP    |
|----|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| 1  | <i>Kleinhovia hospita</i>     | 13.51% | 14.29% | 45.62% | 73.48% |
| 2  | <i>Premna corymbosa</i>       | 18.92% | 14.29% | 10.19% | 43.39% |
| 3  | <i>Theobroma cacao</i>        | 10.81% | 7.14%  | 4.35%  | 22.30% |
| 4  | <i>Arthocarpus altilis</i>    | 8.11%  | 7.14%  | 6.74%  | 21.99% |
| 5  | <i>Spathodea campanulata</i>  | 8.11%  | 3.57%  | 3.71%  | 15.39% |
| 6  | <i>Dysoxylum mollisimum</i>   | 5.41%  | 7.14%  | 2.23%  | 14.77% |
| 7  | <i>Ficus septica</i>          | 2.70%  | 3.57%  | 3.21%  | 9.49%  |
| 8  | <i>Macaranga mappa</i>        | 2.70%  | 3.57%  | 3.21%  | 9.49%  |
| 9  | <i>Medusanthera laxiflora</i> | 2.70%  | 3.57%  | 3.01%  | 9.28%  |
| 10 | <i>Pometia coreacea</i>       | 2.70%  | 3.57%  | 3.01%  | 9.28%  |

Tabel 11. Indeks Nilai Penting Jenis Tingkat Pohon di Lahan Bera 15 tahun

| No | Nama jenis                     | KR     | FR     | DR     | INP    |
|----|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| 1  | <i>Kleinhovia hospita</i>      | 38.10% | 21.43% | 19.01% | 78.54% |
| 2  | <i>Spathodea campanulata</i>   | 14.29% | 14.29% | 30.66% | 59.23  |
| 3  | <i>Arthocarpus altilis</i>     | 4.76%  | 7.14%  | 20.31% | 32.21% |
| 4  | <i>Lansium domesticum</i>      | 9.52%  | 14.29% | 5.77%  | 29.58% |
| 5  | <i>Pterocarpus indicus</i>     | 9.52%  | 7.14%  | 4.81%  | 21.47% |
| 6  | <i>Euodia elleryana</i>        | 4.76%  | 7.14%  | 5.65%  | 17.56% |
| 7  | <i>Macaranga aleuritoides</i>  | 4.76%  | 7.14%  | 5.13%  | 17.03% |
| 8  | <i>Pometia coreacea</i>        | 4.76%  | 7.14%  | 3.77%  | 15.67% |
| 9  | <i>Hibiscus tiliaceus</i>      | 4.76%  | 7.14%  | 2.88%  | 14.79% |
| 10 | <i>Trichospermum javanicum</i> | 4.76%  | 7.14%  | 2.00%  | 13.91% |

### Pemanfaatan Tumbuhan Pada Lahan Bera

Jenis tumbuhan pada lahan bera bermanfaat untuk pemenuhan kebutuhan manusia (bahan makanan, bahan bangunan dan obat tradisional), menjaga lingkungan, menambah kesuburan tanah, perlindungan dari tiupan angin, tempat hidup fauna, dan pencegahan erosi. Berikut jenis-jenis tumbuhan yang dimanfaatkan oleh masyarakat berdasarkan hasil wawancara:

Tabel 12. Jenis-Jenis Tumbuhan yang Bermanfaat di Lahan Bera

| No  | Nama jenis                       | Nama Lokal   | Manfaat       |                |                  |
|-----|----------------------------------|--------------|---------------|----------------|------------------|
|     |                                  |              | Bahan makanan | Bahan bangunan | Obat Tradisional |
| 1.  | <i>Amomum aculeatum</i>          | Globak       | √             | -              | √                |
| 2.  | <i>Alstonia scholaris</i>        | Kayu Susu    | √             | √              | √                |
| 3.  | <i>Ananas comosus</i>            | Nenas        | √             | -              | -                |
| 4.  | <i>Arthocarpus altilis</i>       | Sukun        | √             | -              | -                |
| 5.  | <i>Ficus trachypison</i>         | Gohi         | √             | -              | -                |
| 6.  | <i>Gnetum gnemon</i>             | Genemo       | √             | -              | -                |
| 7.  | <i>Intsia bijuga</i>             | Kayu Besi    | -             | √              | -                |
| 8.  | <i>Kleinhovia hospital</i>       | Kayu Putih   | -             | √              | -                |
| 9.  | <i>Lansium domesticum</i>        | Langsat      | √             | -              | -                |
| 10. | <i>Leucaena leucocephala</i>     | Pete         | √             | -              | -                |
| 11. | <i>Mallotus sp</i>               | Kayu Putih   | -             | √              | -                |
| 12. | <i>Mangifera minor</i>           | Mangga Hutan | √             | -              | -                |
| 13. | <i>Manihot utilissima</i>        | Singkong     | √             | -              | -                |
| 14. | <i>Musa paradisiaca</i>          | Pisang       | √             | -              | -                |
| 15. | <i>Myristica fatua</i>           | Pala         | √             | -              | -                |
| 16. | <i>Nephelium lappaceum</i>       | Rambutan     | √             | -              | -                |
| 17. | <i>Passiflora foetida</i>        | Buah Putri   | √             | -              | -                |
| 18. | <i>Piper aduncum</i>             | Sirih hutan  | √             | -              | -                |
| 19. | <i>Piper macropiper</i>          | Sirih Hutan  | √             | -              | -                |
| 20. | <i>Pometia coreacea</i>          | Matoa        | √             | √              | -                |
| 21. | <i>Pometia pinnata</i>           | Matoa        | √             | √              | -                |
| 22. | <i>Sauropus androgynous</i>      | Katok        | √             | -              | -                |
| 23. | <i>Smilax sp</i>                 | Daun Bungkus | -             | -              | √                |
| 24. | <i>Syzygium malaccensis</i>      | Jambu        | √             | -              | -                |
| 25. | <i>Theobroma cacao</i>           | Cokelat      | √             | -              | -                |
| 26. | <i>Xanthosoma sangittifolium</i> | Ubi Talas    | √             | -              | -                |
| 27. | <i>Aleurites moluccana</i>       | Kemiri       | √             | -              | -                |
| 28. | <i>Arthocarpus altilis</i>       | Buah Roti    | √             | √              | √                |
| 27. | <i>Elaeocarpus angustifolius</i> | Ganitri      | √             | -              | √                |
| 28. | <i>Hibiscus tiliaceus</i>        | Waru         | -             | -              | √                |
| 29. | <i>Horsfieldia irya</i>          | Pala         | √             | -              | -                |
| 30. | <i>Horsfieldia leavigata</i>     | Pala         | √             | -              | -                |
| 31. | <i>Inocarpus fagiver</i>         | Gayang       | √             | -              | -                |
| 32. | <i>Lantana camara</i>            | Buah Hitam   | √             | -              | -                |
| 33. | <i>Maesa tetandra</i>            | Buah nasi    | √             | -              | -                |
| 34. | <i>Morinda citrifolia</i>        | Mengkudu     | √             | -              | -                |
| 35. | <i>Sterculia shilinglawii</i>    | Buah Woton   | √             | -              | -                |
| 36. | <i>Vitis sp.</i>                 | Anggur hutan | √             | -              | -                |

Data Primer 2017.

Dari data di atas, terdapat 38 jenis tumbuhan yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan makanan, bahan bangunan, dan obat tradisional. Jenis yang dimanfaatkan untuk bahan makanan terdapat 32 jenis tumbuhan, bahan bangunan 7 jenis, dan sebagai obat tradisional 5 jenis. Tumbuhan yang bermanfaat sebagai bahan makanan dijumpai jenis-jenis yang menghasilkan buah antara lain *Pometia pinnata*, *Amomum aculeatum*, *Lansium domesticum*, *Lantana camara*, *Nephelium lappaceum*, *Ananas comosus*, *Theobroma cacao* dan *Mangifera minor*, *Myristica fatua* dan lain-lainnya. Jenis yang terkenal untuk pengobatan oleh masyarakat Ayambori dikenal 2 jenis yaitu *Alstonia scholaris*

dan *Smilax sp.* Jenis *Alstonia scholaris* digunakan untuk pengobatan sakit perut, malaria, dan penyakit dalam. Jenis *Smilax sp.* digunakan oleh kaum pria untuk pengobatan khusus.

## PEMBAHASAN

### Perbedaan Jumlah jenis Masing-Masing lahan Bera

Jumlah jenis dan individu pada masing-masing lahan bera mengalami peningkatan. Hal ini menunjukkan bahwa komunitas pada lahan bera mengalami pertumbuhan alami dengan baik. Peningkatan tersebut juga berdampak pada indeks keragaman di masing-masing usia lahan

bera. Indeks keragaman untuk fase semai-tiang di usia lahan bera 5 tahun tergolong rendah sampai sedang. Adapun di usia lahan bera 10-15 tahun pada fase semai-pohon berkategori sedang.

Secara umum, lahan bera Kampung Ayambori memiliki peningkatan keragaman jenis. Kasim (2012) menyatakan bahwa selama proses suksesi sekunder, peningkatan keragaman jenis dapat mengubah perkembangan sifat substrat tanah. Perkembangan ini sangat baik bagi peningkatan bahan organik yang bersumber dari serasah yang dihasilkan jenis yang tumbuh di lokasi bera. Masyarakat kampung ayambori menjadikan jumlah jenis dan keragaman sebagai indikator kesuburan tanah. Meskipun tidak ada jenis yang digunakan sebagai indikator, tetapi bila jenis yang tumbuh di lahan bera jumlahnya banyak maka masyarakat akan kembali menggarap tanahnya kembali.

Jumlah individu yang tumbuh pada masing-masing lahan bera dipengaruhi oleh sifat fisik maupun kimia tanah. Tanah mengandung bahan organik tanaman yang berperan penting dalam mengembalikan sifat fisik, biologi dan kimia tanah. Meningkatnya jumlah individu dan jenis vegetasi di masing-masing lahan bera menunjukkan sifat-sifat tanah meningkat.

Kemampuan fisika tanah dalam menahan air, secara kimia meningkatkan daya serap kation tanah dan biologi tanah berperan meningkatkan keragaman biota di lahan bera (Setiyawan *et al.*, 2003). Sifat-sifat tanah sangat dibutuhkan dalam mengembalikan kesuburan tanah sehingga peran jenis tertentu dalam mengembalikan kesuburan tanah sangat dibutuhkan. Jumlah individu pada fase pertumbuhan semai di masing-masing lahan bera lebih tinggi dibandingkan dengan 3 fase pertumbuhan lainnya. Jumlah ini menjadi faktor penting dalam sistim pemberaan lahan dengan fungsi pengembalian kesuburan tanah. Fase semai menjadi faktor awal pengembalian aspek kesuburan tanah. Kunarso dan Azwar (2012) menyatakan bahwa peranan tumbuhan bawah seperti semai selain sebagai sumber keragaman hayati, juga berperan dalam menjaga unsur mikro serta mencegah tanah dari bahaya erosi dan menjaga kesuburan tanah.

### **Dampak Vegetasi Dominan Pada Lahan Bera**

Vegetasi dominan pada lahan bera berpengaruh terhadap sifat-sifat tanah di lahan bera. Mindawati *et al.* (2006) menyatakan, dampak jenis dominan dapat memberikan dampak tertentu pada tanah. Kondisi ini juga berpengaruh pada sifat biologi tanah. Sifat biologi memiliki hubungan dengan respirasi tanah yang mempengaruhi aktivitas mikroorganisme dan berdampak pada pertumbuhan tanaman. Prihastuti (2011) menyatakan bahwa sifat biologis tanah merupakan substansi yang bersifat hidup, dinamis, dan mengalami perubahan pada ruang dan waktu. Kondisi ini memberikan peluang besar untuk pengelolaan tanah untuk memberikan peringatan dini adanya degradasi tanah, sehingga bisa direncanakan pengelolaan tanah yang berkelanjutan. Jenis Dominan suatu jenis mempengaruhi keberadaan unsur-unsur hara yang terdapat dalam tanah. Salah satunya dipengaruhi oleh faktor penutupan kanopi dapat menjaga kesuburan tanah.

Fase tiang hingga pohon juga menjadi factor penting pengembalian aspek kesuburan tanah di lahan bera. Adanya bagian morfologi tertentu pada vegetasi dapat memperbaiki unsur tanah. Bentuk tajuk pohon yang sempit dan tipis, memungkinkan optimalisasi cahaya untuk tumbuhan bawah. Perakaran pohon yang dalam dan vertikal memungkinkan akar-akar tersebut menyerap hara pada lapisan yang lebih dalam dan juga berfungsi sebagai jaring pengaman (Suprayogo *et al.*, 2007). Supriyadi (2008) menyatakan, peningkatan struktur dan fisik tanah merupakan salah satu mekanisme meningkatnya bahan organik yang berimplikasi pada peningkatan hasil perkebunan.

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **Kesimpulan**

1. Kampung Ayambori memiliki tiga kategori usia lahan, yaitu 5 tahun, 10 tahun dan 15 tahun, lahan bera 5 tahun untuk fase semai berjumlah 23 jenis, pancang 19 jenis, dan tiang 6 jenis. Sedangkan untuk fase pohon di lahan bera 5 tahun tidak ada. Lahan bera 10 tahun fase semai 46 jenis, pancang 48 jenis,

tiang 23 jenis, dan pohon 2 jenis. Lahan bera 15 tahun fase semai 43 jenis, pancang 39 jenis, tiang 19 jenis, dan pohon 10 jenis.

2. Jenis dominan lahan bera 5 tahun tingkat semai adalah *Lunasia amara*, tingkat pancang jenis dominan *Piper aduncum*, jenis dominan tingkat tiang *Mallotus philippensis*. Jenis dominan lahan bera 10 tahun tingkat semai *Pometia coreacea*, tingkat pancang dan tiang *Kleinhovia hospita*, tingkat pohon *Spathodea campanulata*. Jenis dominan lahan bera 15 tahun tingkat semai *Alchornea* sp, tingkat pancang *oreocnide rubescens*, tingkat tiang dan pohon *Kleinhovia hospita*.
3. Keragaman Jenis fase semai dan Pancang di lahan bera 5 tahun tergolong sedang (1.21), fase pancang tergolong sedang (1.05), dan fase tiang tergolong rendah (0.61). keragaman jenis di lahan bera 10 tahun fase semai dan pancang indeks keragamannya tergolong sedang (1.34), fase tiang tergolong sedang (1.14) dan fase pohon tergolong rendah (0.27). Keragaman Lahan bera 15 tahun fase semai tergolong sedang (1.43), fase pancang tergolong sedang (1.31), fase tiang tergolong sedang (1.28) dan fase pohon tergolong sedang (1.15).
4. Jenis yang dimanfaatkan oleh masyarakat kampung Ayambori di lahan bera seluruhnya 38 jenis. Pemanfaatan untuk makanan 32 jenis, bahan bangunan 7 jenis, dan sebagai obat tradisional 5 jenis.

#### Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan hubungan serasah, mikroorganisme, kadar air tanah, dan unsur kimianya terhadap kesuburan tanah di masing-masing lokasi kebun aktif dan lahan bera.
2. Sosialisasi jenis indikator kesuburan tanah perlu disosialisasikan kepada masyarakat suku Arfak kampung Ayambori
3. Perlu ada penyuluhan pengelolaan lahan perkebunan guna meningkatkan hasil kebun, karena masyarakat hampir tidak mengetahui cara pengelolaan tanah kebun.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada:

1. Kemenristek Dikti yang telah membiayai penelitian ini.
2. Universitas Papua yang telah menunjang perjalanan hingga terpublikasikannya hasil penelitian.
3. Panitia Perhimpunan Biologi Indonesia (PBI) Manado yang telah menyediakan panggung untuk presentasi hasil penelitian.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Budirianto, H. 2012. Hubungan Model rsitektur Pohon Roux Jenis *Koordersiodendron pinnatum* Merr dan Koriba Jenis *Pometia pinnata* Forster Terhadap Parameter Perimbangan Air di Hutan Tanaman Anggori Manokwari. *Jurnal Bio-Science* Vol. 1. No. 1: 12-22.
- Endriani. 2010. Sifat Fisika dan Kadar Air Tanah Akibat Penerapan Olah Tanah Konservasi. *Jurnal Hidrolitan* Vol 1, No 1: 26-34.
- Fajri M dan Supartini. 2015. Analisis vegetasi Tengkawang di Kebun Masyarakat Kabupaten Sintang Kalimantan Barat. *Jurnal Penelitian Ekosistem Dipterocarpa* Vol. 1 No. 2 : 55-62.
- Fachrul M. 2007. Metode Sampling Bioekologi. Bumi aksara. Indonesia.
- Kasim S. 2012. Nilai Penting Dan Keanekaragaman Hayati Hutan Lindung Wakonti Das Baubau. *Jurnal Agriplus*. Vol. 22 No. 2.
- Kumalasari SW, Syamsiah J, Sumarno. 2011. Studi Beberapa Sifat Fisika Dan Kimia Tanah Pada Berbagai Komposisi Tegakan Tanaman Di Sub Das Solo Hulu. *Jurnal Ilmiah Ilmu Tanah dan Agriklimatologi* 8(2).
- Kunarjo A. dan Azwar F. 2013. Keragaman jenis Tumbuhan Bawah Pada Berbagai Tegakan Hutan Tanaman di benakat Sumatera Selatan. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman* Vol. 10 No. 2 : 85-98.
- Mateus R. 2014. Peranan Legum penutup Tanah Tropis Dalam Meningkatkan Simpanan karbon Organik dan Kualitas tanah Serta Hasil Jagung (*Zea mays*, L.) Di Lahan Kering. [Disertasi]. Denpasar : Program Pasca Sarjana, Universitas Udayana.

- Mutaqien Z & Normasiwi S. 2015. Komposisi Vegetasi Dasar Pasca Pembukaan Ladang di Kawasan Hutan Lindung Gunung Talamau Sumatera Barat. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*. Vol. 1, No. 3 : 682-686.
- Murniati. 2010. Arsitektur Pohon, Distribusi Perakaran, Dan Pendugaan Biomassa Pohon Dalam Sistem Agroforestri. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam* Vol. 7 No.2: 103-117.
- Mindawati N, Kosasih AS, Heryati Y. 2006. Pengaruh Penanaman Beberapa Jenis Pohon Hutan Terhadap Kondisi Kesuburan Tanah Andosol. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman* Vol 3. No. 3. Juni 2006 : 155-164.
- Oksana, Irfan M, Huda MU. 2012. Pengaruh Fungsi Alih Lahan Hutan Menjadi Perkebunan Kelapa Sawit Terhadap Sifat Kimia Tanah. *Jurnal Agroteknologi* Vol. 3 No. 1:29-34.
- Prihastuti. 2011. Struktur Komunitas Mikroba Tanah dan Implikasinya Dalam Mewujudkan Sistem Pertanian berkelanjutan. *Jurnal El hayah*. Vol. 1. No 4. Maret 2011 :174-181.
- Setiyawan Y., Sugiyarto., Wiryanto. 2013. Hubungan Populasi mikrofauna dan mesofauna tanah dengan Kandungan C, N, dan Polifenol, Serta Rasio C/N, dan Polifenol/N Bahan Organik Tanaman. *Jurnal Biosmart* Vol. 5 No. 2: 134-137.
- Soewandita H. 2008. Studi Kesuburan Tanah dan Analisis Kesesuaian Lahan Untuk Komoditas Tanaman Perkebunan Di Kabupaten Bengkalis. *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia* Vol. 10 No 2:128-133.
- Sudomo A dan Handayani W. 2013. Karakteristik Tanah Pada 4 Jenis Tegakan Penyusun Agroforestri Berbasis Kapulaga. *Jurnal Penelitian Agroforestry* Vol. 1 No. 1 : 1-11.
- Supriyadi S. 2008. Kandungan Bahan Organik Sebagai Dasar Pengelolaan Tanah di Lahan Kering Madura. *Jurnal Embryo* Vol. 5. No. 2: 176-183.
- Widyatno, Soekotjo, Hatma S., Haryono S., Susilo P., Jatmoko. 2014. Dampak Penerapan Sistem Silvikultur Tebang Pilih Tanam jalur Terhadap kelestarian Kesuburan Tanah Dalam menunjang kelestarian Pengelolaan Hutan Alam. *Jurnal Manusia dan Lingkungan* Vol 21 No 1. Maret : 50-59
- Yamani A. 2010. Kajian Tingkat Kesuburan Tanah Pada Hutan Lindung Gunung Sebatung di Kabupaten Kota Baru Kalimantan Selatan. *Jurnal Hutan Tropis* Vol. 11 No 29:32-37.

## Studi Ekologi Tumbuhan Invasif di Kawasan Cagar Alam Rimbo Panti Pasaman Propinsi Sumatera Barat

Solfiyeni, Wilda Sasra Yulita

<sup>1)</sup>Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas  
e-mail: [solfiyenikarimi@yahoo.co.id](mailto:solfiyenikarimi@yahoo.co.id), [wildasasra1995@gmail.com](mailto:wildasasra1995@gmail.com)

### ABSTRAK

Telah dilakukan studi ekologi tumbuhan invasif di kawasan Cagar Alam Rimbo Panti, Pasaman, Sumatera Barat yang dilaksanakan pada bulan Oktober 2016 sampai bulan Februari 2017. Pengambilan sampel dilakukan di Cagar Alam Rimbo Panti kemudian pengeringan sampel dan pengidentifikasian dilakukan di Herbarium ANDA dan Laboratorium Ekologi Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas Padang. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui komposisi dan struktur tumbuhan invasif di Cagar Alam Rimbo Panti, Pasaman. Penelitian ini menggunakan metode transek dengan peletakan transek secara *purposive sampling* dan peletakan plot secara sistematis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposisi dan struktur tumbuhan invasif yang ditemukan sebanyak 11 famili, 19 spesies, 780 individu dengan indeks nilai penting tertinggi *Elatostema rostratum* yaitu 56,00%. Indeks keanekaragaman tumbuhan invasif tergolong sedang, dengan nilai  $H'$  2,11.

**Kata kunci:** komposisi, struktur, tumbuhan invasif.

### ABSTRACT

*Ecological studies Invasive plant have been carried out in Natural Resources of Rimbo Panti, Pasaman was implemented in October 2016-February 2017. Sampling was conducted in Natural Sanctuary of Rimbo Panti and then dried the samples and identification conducted in Herbarium ANDA and Ecology Laboratory Department of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Andalas University, Padang. The purpose of this study was to determine the composition and structure of invasive plants in Natural Resources of Rimbo Panti, Pasaman. This study used the transect method with laid transect is purposive sampling and the laid of a systematic plot. The results showed that the composition and structure of the invasive plant found 11 families, 19 species, 780 individuals with the highest importance value index *Elatostema rostratum* 56.00%. Invasive plant diversity index of 2.11, which means an invasive plant diversity is medium.*

**Keywords:** composition, structure, invasive plants.

### PENDAHULUAN

Ancaman terhadap keanekaragaman hayati di Indonesia tidak hanya disebabkan oleh eksploitasi yang berlebihan terhadap sumberdaya alam, alih fungsi lahan atau perubahan iklim secara global, tetapi juga disebabkan oleh adanya spesies asing invasif. Spesies asing invasif didefinisikan sebagai spesies yang bukan spesies lokal dalam suatu ekosistem, dan menyebabkan gangguan terhadap pertumbuhan ekonomi dan lingkungan, serta berdampak buruk bagi kesehatan manusia. Spesies asing invasif mampu

menekan pertumbuhan spesies tumbuhan asli yang terdapat di dalam ekosistem sehingga dapat mengakibatkan kepunahan lokal terhadap spesies tumbuhan asli (Sunaryo dan Girmansyah, 2015). Pengaruh spesies invasif dalam suatu ekosistem sangat besar. Beberapa data hasil penelitian tumbuhan invasif di kawasan Taman Nasional di Indonesia, sudah sangat mengkhawatirkan. Beberapa jenis tumbuhan sudah semakin dominan menguasai suatu habitat seperti: *Acacianilotica* di TN Baluran, Jawa Timur (Siregar dan Tjitrosoedirdjo, 1999), jenis *Chromolaena odorata* di TN Pangandaran dan

Ujung Kulon (Tjitrosemito, 1999), jenis *Passiflora* sp. di TN Gede Pangrango, Jawa Barat (Cordon dan Arianto 2004). Sedangkan jenis-jenis *Eupatorium sordidum*, *Austroeupatorium inulaefolium*, *Cestrum aurantiacum*, *Brugmansia suaveolens* dan *Passiflora suberosa* merupakan jenis-jenis tumbuhan invasif di TN Gunung Gede Pangrango (Uji *et al.*, 1999).

Provinsi Sumatera barat mempunyai beberapa daerah yang dinyatakan sebagai kawasan konservasi yaitu kawasan Cagar Alam, diantaranya adalah Cagar Alam Rimbo Panti, Cagar Alam Lembah Harau, dan Cagar Alam Lembah Anai. Cagar Alam Rimbo Panti merupakan salah satu cagar alam tertua di Sumatera. Secara administratif lokasi Cagar Alam Rimbo Panti termasuk wilayah Kenagarian Panti, Kecamatan Panti, Kabupaten Pasaman. Cagar Alam Rimbo Panti memiliki tingkat aktivitas manusia yang tinggi. Menurut Yusuf *et al.* (2005), pencurian kayu serta pembukaan hutan untuk aktivitas peladangan di Cagar Alam Rimbo Panti telah menciptakan kerusakan diberbagai tempat. Selain itu, sebagian areal kawasan Cagar Alam Rimbo Panti dijadikan sebagai kawasan Taman Wisata Alam seluas 570 Ha (Riharno, 2010). Taman Wisata Alam yang berada dalam kawasan Cagar Alam dikhawatirkan bisa menyebabkan kerusakan populasi dan habitat, baik itu flora maupun fauna yang ada di dalam kawasan Cagar Alam Rimbo Panti. Menurut Sunaryo dan Girmansyah (2015), area hutan yang terbuka sangat rentan karena beberapa area konservasi selalu diambil alih oleh tumbuhan invasif dan akan mengganggu keberadaan tumbuhan asli.

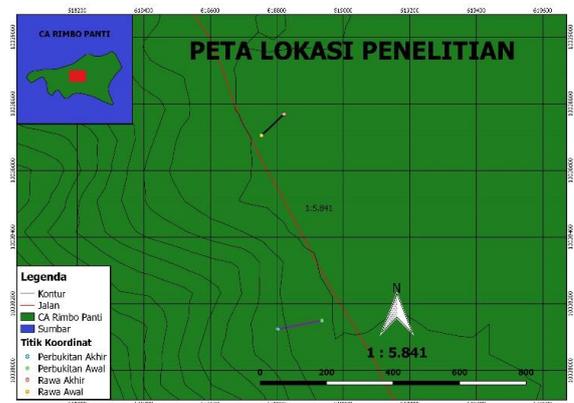
Berdasarkan penelitian Yusuf (2005) tentang analisis vegetasi hutan alam Rimbo Panti, telah dilaporkan bahwa jenis *Arenga obtusifolia* sudah menginvasi Cagar Alam Rimbo Panti sampai lapisan atas. Hasil penelitian Solfiyeni *et al.* (2016) menunjukkan dari 19 jenis tumbuhan invasif yang ditemukan di Cagar Alam Lembah Anai, jenis *Arenga obtusifolia* adalah jenis tumbuhan invasif yang paling dominan. Untuk mengetahui lebih lanjut keberadaan tumbuhan invasif di CA Rimbo Panti, maka dilakukan

penelitian yang bertujuan untuk mengetahui komposisi dan struktur tumbuhan invasif di Cagar Alam Rimbo Panti Pasaman, Sumatera Barat.

## BAHAN DAN METODE

### Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2016-Februari 2017. Penelitian dilaksanakan di Cagar Alam Rimbo Panti, Pasaman, Sumatera Barat. Identifikasi tumbuhan dilakukan di Herbarium Andalas dan Laboratorium Ekologi, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas.



### Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Global Positioning System* (GPS), sling psychrometer, lux meter, meteran, pancang, tali rafia, kertas label, buku catatan lapangan, kamera, koran bekas, pisau, golok, gunting tanaman, kantong plastik, spidol permanen dan kalkulator. Bahan yang digunakan adalah spritus, komunitas tumbuhan di Cagar Alam Rimbo Panti, Pasaman.

### Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode kuadrat (plot) dengan bantuan transek dengan peletakan transek secara *purposive sampling* dan peletakan plot secara sistematis. Jumlah plot pengamatan dibuat sebanyak 100 plot yang ditempatkan dilokasi perbukitan dan lokasi rawa di kawasan Cagar Alam Rimbo Panti.

## Cara Kerja

### 1. Di Lapangan

Pengambilan sampel di lapangan dilakukan untuk mengetahui komposisi dan struktur tumbuhan invasif di Cagar Alam Rimbo Panti. Sampel diambil menggunakan metode transek yang diletakkan secara purposive sampling dan peletakan plot secara sistematis. Plot berukuran 2x2 meter untuk tingkat vegetasi dasar. Kemudian dilakukan pengamatan pada tumbuhan yang termasuk vegetasi dasar. Parameter yang diamati adalah nama jenis baik lokal maupun ilmiah, ciri-ciri, jumlah individu, habitus dan hal yang diperlukan lainnya untuk proses identifikasi. Tumbuhan yang belum teridentifikasi di lapangan, maka dilakukan pengambilan sampel dengan mengoleksi tumbuhan yang dapat dijadikan spesimen herbarium untuk diidentifikasi di laboratorium. Selain itu juga dilakukan pengukuran faktor lingkungan antara lain pengukuran suhu, kelembaban udara dan intensitas cahaya.

### 2. Di Herbarium

Semua sampel tumbuhan yang dikoleksi di lapangan, selanjutnya diproses di laboratorium untuk dibuatkan spesimen herbarium dan kemudian diidentifikasi di Herbarium Universitas Andalas (ANDA). Proses identifikasi dilakukan dengan membandingkan specimen yang ada di herbarium ANDA, selain itu juga dilakukan identifikasi dengan menggunakan buku identifikasi tumbuhan. Setelah semua sampel teridentifikasi, kemudian dikelompokkan jenis yang termasuk tumbuhan invasif dengan menggunakan panduan dari website Invasive Species Specialist Group (ISSG) (2005), SEAMEO BIOTROP (2013) dan jurnal atau penelitian mengenai spesies invasif.

### 3. Analisis Data

#### 3.1. Komposisi Spesies

Komposisi spesies tumbuhan di analisis berdasarkan famili, genus, spesies, dan jumlah individu.

Selanjutnya ditentukan Famili dominan dan co-dominan dengan rumus persentase famili:

$$\frac{\text{Jumlah individu suatu famili}}{\text{Jumlah total individu}} \times 100\%$$

Famili dikatakan dominan jika memiliki nilai persentase >20% selanjutnya suatu famili dikatakan co-dominan bila memiliki nilai persentase 10 – 20% (Johnston and Gilman, 1995).

### 3.2. Struktur Spesies

#### 3.2.1 Nilai Penting

Untuk analisis data yang didapatkan dari lapangan digunakan parameter – parameter yang dikemukakan oleh Mueller-Dombois dan Ellenberg (1974), yaitu: Kerapatan Relatif, Frekuensi Relatif dan Nilai Penting.

$$\text{Kerapatan} = \frac{\text{Jumlah individu}}{\text{Luas areal contoh}}$$

$$\text{Kerapatan Relatif (KR)} = \frac{\text{Kerapatan suatu jenis}}{\text{Kerapatan seluruh jenis}} \times 100\%$$

$$\text{Frekuensi} = \frac{\text{Jumlah unit contoh terdapatnya suatu jenis}}{\text{Jumlah seluruh unit contoh}}$$

$$\text{Frekuensi Relatif} = \frac{\text{Frekuensi suatu jenis}}{\text{Frekuensi Seluruh jenis}} \times 100\%$$

$$\text{Nilai Penting (NP)} = \text{Kerapatan Relatif} + \text{Frekuensi Relatif}$$

#### 3.2.2 Indeks Keanekaragaman

Untuk melihat keanekaragaman spesies digunakan Indeks Shanon atau Shanon Index of General diversity ( $H'$ ) dimana:

$$H' = - \sum \{(ni/N) \log (ni/N)\}$$

$H'$  = Indeks keanekaragaman Shanon

$ni$  = Nilai penting dari tiap spesies

$N$  = Total Nilai penting.

(Sumber = Odum, 1994; dalam Indriyanto, 2008).

Indeks keanekaragaman ( $H'$ ) menurut Shannon-Wiener didefinisikan sebagai berikut:

$H' > 3$  = keanekaragaman spesies tinggi

$H' 1 \leq H' \leq 3$  = keanekaragaman spesies sedang

$H' < 1$  = keanekaragaman spesies pada rendah.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Komposisi Tumbuhan Invasif

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapatkan komposisi tumbuhan invasif di Cagar Alam Rimbo Panti Pasaman seperti yang disajikan pada Tabel 1. Pada Tabel

1 tersebut, dapat dilihat bahwa spesies tumbuhan invasif yang ditemukan di kawasan CA Rimbo Panti terdiri dari 11 famili, 19 spesies, dan 907

Tabel 1. Komposisi Tumbuhan Invasif di Kawasan Cagar Alam Rimbo Panti, Pasaman

| No | Famili      | Jenis                          | Habitat | $\Sigma$<br>Individu |
|----|-------------|--------------------------------|---------|----------------------|
| 1  | Acanthaceae | <i>Asystasia gangetica</i>     | herba   | 194                  |
|    |             | <i>Acanthospermum hispidum</i> | semak   |                      |
|    |             | <i>Ageratum conyzoides</i>     | herba   |                      |
| 2  | Asteraceae  | <i>Mikania micrantha</i>       | Liana   | 45                   |
|    |             | <i>Chromolena odorata</i>      | semak   |                      |
|    |             | <i>Arenga obtusifolia</i>      | palma   |                      |
|    |             | <i>Centela asiatica</i>        | herba   |                      |
|    |             | <i>Cyperus compressus</i>      | calamus |                      |
| 3  | Arecaceae   | <i>Cyperus exaltatus</i>       | calamus | 34                   |
|    |             | <i>Cyperus rotundus</i>        | calamus |                      |
|    |             | <i>Rhynchospora colorata</i>   | calamus |                      |
|    |             | <i>Eleusine indica</i>         | calmus  |                      |
|    |             | <i>Axonopus compressus</i>     | calmus  |                      |
| 4  | Apiaceae    | <i>Echinochloa colona</i>      | calmus  | 6                    |
|    |             | <i>centrosema pubescens</i>    | Liana   |                      |
|    |             | <i>sida rhombifolia</i>        | semak   |                      |
| 5  | Cyperaceae  | <i>Phyllanthus urinaria</i>    | herba   | 1                    |
|    |             | <i>Elatostema rostratum</i>    | herba   |                      |
| 6  | Graminae    | <i>stachytarpeta indica</i>    | semak   | 1                    |
|    |             |                                |         |                      |

individu. Habit tumbuhan invasif yang ditemukan berupa semak, herba, calmus (rumput-rumputan), calamus, palmae, serta liana.

Pada Tabel 2, dapat diketahui ada 2 famili dominan yaitu famili Urticaceae dan Acanthaceae, serta 2 famili co-dominan yaitu famili Cyperaceae dan Famili Graminae.

Tabel 2. Famili Dominan dan Co-dominan Tumbuhan Invasif di Cagar Alam Rimbo Panti Pasaman

| No | Family      | Jumlah Jenis | Jumlah Individu | Persentase Famili (%) |
|----|-------------|--------------|-----------------|-----------------------|
| 1  | Urticaceae  | 1            | 235             | 25.91**               |
| 2  | Acanthaceae | 1            | 194             | 21.39**               |
| 3  | Cyperaceae  | 4            | 166             | 18.30*                |
| 4  | Graminae    | 3            | 149             | 16.43*                |

## 2. Struktur Tumbuhan

Struktur tumbuhan invasif ditunjukkan dengan nilai kerapatan relatif (KR) , frekuensi relatif (FR) dan nilai penting (NP) serta indeks keanekaragaman. Pada Tabel 3 dapat dilihat nilai KR, FR, NP dan indeks keanekaragaman tumbuhan invasif di Cagar Alam Rimbo Panti. Tumbuhan invasif yang dominan adalah tumbuhan yang mempunyai mempuyai NP tertinggi adalah *Elatostemma rostratum* dengan persentase 56,00% yang selanjutnya diikuti oleh jenis *Arenga obtusifolia*, *Asystasia gangetica* dan beberapa jenis lainnya. Nilai Indeks Keanekaragaman tumbuhan invasif di Cagar Alam Rimbo Panti ini adalah 2,11.

Tabel 3. Struktur Tumbuhan Invasif di Cagar Alam Rimbo Panti

| No.    | Famili         | Jenis                          | KR      | FR      | INP     | pi ln pi  |
|--------|----------------|--------------------------------|---------|---------|---------|-----------|
| 1      | Urticaceae     | <i>Elatostemma rostratum</i>   | 25.91%  | 30.09%  | 56.00%  | -0.349924 |
| 2      | Arecaceae      | <i>Arenga obtusifolia</i>      | 9.15%   | 24.78%  | 33.93%  | -0.218829 |
| 3      | Acanthaceae    | <i>Asystasia gangetica</i>     | 21.39%  | 6.19%   | 27.58%  | -0.329882 |
| 4      | Graminae       | <i>Axonopus compressus</i>     | 14.99%  | 3.54%   | 18.53%  | -0.284519 |
| 5      | Asteraceae     | <i>Mikania micrantha</i>       | 4.96%   | 8.85%   | 13.81%  | -0.149015 |
| 6      | Cyperaceae     | <i>Rhynchospora colorata</i>   | 8.82%   | 4.42%   | 13.25%  | -0.214167 |
| 7      | Cyperaceae     | <i>Cyperus exaltatus</i>       | 3.75%   | 3.54%   | 7.29%   | -0.123097 |
| 8      | Cyperaceae     | <i>Cyperus rotundus</i>        | 4.96%   | 1.77%   | 6.73%   | -0.149015 |
| 9      | Leguminosae    | <i>Centrosema pubescens</i>    | 1.10%   | 3.54%   | 4.64%   | -0.049697 |
| 10     | Asteraceae     | <i>Chromolena odorata</i>      | 1.87%   | 1.77%   | 3.64%   | -0.07454  |
| 11     | Graminae       | <i>Eleusine indica</i>         | 0.77%   | 2.65%   | 3.43%   | -0.037541 |
| 12     | Graminae       | <i>Echinochloa colona</i>      | 0.66%   | 1.77%   | 2.43%   | -0.033198 |
| 13     | Asteraceae     | <i>Acanthospermum hispidum</i> | 0.22%   | 1.77%   | 1.99%   | -0.013488 |
| 14     | Cyperaceae     | <i>Cyperus compressus</i>      | 0.77%   | 0.88%   | 1.66%   | -0.037541 |
| 15     | Asteraceae     | <i>Ageratum conyzoides</i>     | 0.22%   | 0.88%   | 1.11%   | -0.013488 |
| 16     | Apiaceae       | <i>Centela asiatica</i>        | 0.11%   | 0.88%   | 1.00%   | -0.007508 |
| 17     | Malvaceae      | <i>Sida rhombifolia</i>        | 0.11%   | 0.88%   | 1.00%   | -0.007508 |
| 18     | Phyllanthaceae | <i>Phyllanthus urinaria</i>    | 0.11%   | 0.88%   | 1.00%   | -0.007508 |
| 19     | Verbenaceae    | <i>Stachytarpetta indica</i>   | 0.11%   | 0.88%   | 1.00%   | -0.007508 |
| Jumlah |                |                                | 100.00% | 100.00% | 200.00% | -2.10797  |

## PEMBAHASAN

Struktur tumbuhan invasif di Cagar Alam Rimbo Panti dapat dilihat pada Tabel 1, dimana ditemukan 11 famili, 19 jenis, dan 907 individu tumbuhan invasif yang termasuk dalam plot pengamatan. Famili Asteraceae dan Cyperaceae merupakan famili dengan jumlah jenis terbanyak yang ditemukan yaitu masing-masing 4 jenis. Penelitian sebelumnya di Cagar Alam Lembah Harau jenis tumbuhan invasif dari famili Asteraceae juga yang terbanyak yaitu 6 jenis (Wahyuni *et al.*, 2016). Tumbuhan invasif famili Asteraceae juga mempunyai jenis terbanyak di Cagar Alam Lembah Anai yaitu 5 jenis (Solfiyeni *et al.*, 2016).

Menurut Cronquist (1981) tumbuhan suku Asteraceae atau sembung-sembugan merupakan kelompok tumbuhan yang terdiri dari 1.100 marga yang meliputi 20.000 spesies yang menyebar luas di seluruh dunia. Famili Cyperaceae, merupakan familia yang secara umum berupa tera perenial yang menyukai

habitat yang lembab, umumnya jenis dari famili ini mempunyai sistem perakaran yang panjang, banyak mempunyai biji yang menyebabkan penyebarannya cepat (Tjitrosoedirdjo *dkk.*, 2010).

Pada Tabel 2, dapat diketahui ada 2 famili dominan yaitu famili Urticaceae dan Acanthaceae, serta 2 famili co-dominan yaitu famili Cyperaceae dan Famili Graminae. Dominannya suatu famili ditentukan oleh jumlah individunya. Menurut Johnston and Gilman (1995) dalam Sahira *et al.* (2016) famili dikatakan dominan jika memiliki nilai persentase >20% selanjutnya suatu famili dikatakan co-dominan bila memiliki nilai persentase 10 – 20%. Famili Urticaceae dominan walaupun hanya dengan satu jenis yaitu *Elatostema rostratum*, tetapi jenis tersebut ditemukan melimpah. Menurut Usman (2016), *Elatostema rostratum* merupakan tumbuhan herba dengan tinggi mencapai satu meter, dan mendominasi CA Batang Palupuah di beberapa titik pengamatan.

Selanjutnya famili Acanthaceae juga termasuk famili dominan, hampir bersamaan

dengan di Cagar Alam Lembah Anai, dimana famili Acanthaceae termasuk famili co-dominan dengan jenis tumbuhan yang sama yaitu *Asystasia gangetica*.

Struktur tumbuhan invasif dapat ditunjukkan dengan nilai frekuensi relatif, kerapatan relatif dan indeks nilai penting (INP). Tumbuhan invasif dominan adalah tumbuhan yang mempunyai INP tertinggi yaitu *Elatostemma rostratum* dan diikuti oleh jenis *Arenga obtusifolia* dengan nama daerah Langkok/Langkap. *Elatostemma rostratum* juga mendominasi tumbuhan tingkat herba di hutan campuran gunung Papandayan (Sulistiyawati *et al.*, 2005). Dominasi *Elatostema* memberikan petunjuk bahwa kondisi iklim di kawasan hutan adalah lembab (van Steenis, 1972). Jenis *Arenga obtusifolia* juga paling dominan di Cagar Alam Lembah Anai (Solfitri *et al.*, 2016).

*Arenga obtusifolia* merupakan tumbuhan invasif yang termasuk palmae. Menurut Haryanto dari hasil pengamatan yang telah dilakukan selama empat tahun di Taman Nasional Ujung Kulon terdapat tumbuhan Langkap (*Arenga obtusifolia*) yang mendominasi kawasan tersebut. Tumbuhan Langkap merupakan tumbuhan lokal (Native) Sumatera yang menjadi salah satu spesies invasif yang bukan merupakan spesies asing (Invasive Alien Species). Di habitat alami berkembang biakan dan regenerasi langkap sangat cepat dan menyebabkan langkap menjadi tumbuhan yang dominan serta mempunyai sifat invasif di beberapa kawasan konservasi, diantaranya Taman Nasional Ujung Kulon dan Pulau Nusa Kambangan.

Invasif langkap di kawasan konservasi mengakibatkan dampak negatif, diantaranya menyebabkan penurunan keanekaragaman hayati baik satwa maupun flora yang ada di lokasi tersebut, produktivitas hutan menurun dan terjadinya degradasi lingkungan (Haryanto, 1997) cit. Usmadi (2015).

Menurut Sastrapradja *et al.* (1978) umumnya langkok tumbuh di dataran rendah sampai ketinggian 550 meter di atas permukaan laut. Langkok dapat ditemukan pada semua tingkat kelerengan dari datar sampai sangat

curam dan semua arah lereng (aspek) dengan kelerengan antara 1,82–55,57%, serta pada jarak antara 0 – 480 m dari sungai. *Arenga obtusifolia* dapat tumbuh optimal dengan suhu maksimal 21°C dengan kondisi lingkungan kategori lembab. Hal ini sesuai dengan kondisi habitat di lokasi penelitian yang lembab karena didominasi pohon-pohon yang besar.

Nilai Indeks Keanekaragaman tumbuhan invasif di Cagar Alam Rimbo Panti ini adalah 2,11. Hal ini disebabkan oleh tingginya nilai kerapatan relatif dan frekuensi relatif dibandingkan spesies lainnya. Menurut Whitmore (1975), nilai kerapatan relatif dapat diketahui bahwa spesies ini memiliki jumlah individu yang paling banyak dibandingkan jenis tumbuhan invasif lainnya. Sedangkan nilai frekuensi relatif suatu jenis merupakan suatu petunjuk bahwa jenis tersebut penyebarannya luas

Untuk jenis yang mempunyai nilai penting (NP) tertinggi hingga terendah, menunjukkan urutan peranan atau penyesuaian jenis dalam persaingan pertumbuhan. Secara umum, tumbuhan dengan nilai penting tinggi mempunyai daya adaptasi, daya kompetisi, dan kemampuan reproduksi yang lebih baik dibandingkan dengan tumbuhan yang lain dalam satu lahan tertentu (Komara, 2008).

Nilai indeks keanekaragaman tumbuhan invasif di kawasan CA Rimbo Panti tergolong sedang yaitu 2,11. Masuknya tumbuhan invasive menandakan vegetasi CA Rimbo Panti sudah terganggu. Keberadaan tumbuhan invasif harus diwaspadai karena tumbuhan invasif dapat bereproduksi dengan cepat sehingga menekan pertumbuhan jenis lain.

## KESIMPULAN

Komposisi tumbuhan invasif di kawasan Cagar Alam Rimbo Panti terdiri dari 11 famili, 19 spesies dan 907 individu. Tiga jenis tumbuhan invasif utama berdasarkan nilai penting tertinggi adalah *Elatostemma rostratum*, *Arenga obtusifolia*, *Asystasia gangetica* dengan nilai penting masing-masing yaitu 56,00%; 33,93%;

27.58%. Indeks keanekaragaman tumbuhan invasif tergolong sedang yaitu 2,11.

## DAFTAR PUSTAKA

- Cordon A and W Arianto, 2004. Invasive alien plant species in Mount Gede-Pangrango Nature Reserve. *J. Gulma Tropika* 2(2), 75-85.
- Cronquist, A. 1981. *An Integrated System of Classification of Flowering Plants*. Bangkok: FAO. 9-10. Columbia University Press, New York.
- ISSG (Invasive Species Specialist Group). 2005. *Global Invasive Species Database*. <http://www.issg.org/database>. [15 Februari 2015].
- Komara, A. 2008. *Komposisi Jenis dan Struktur Tegakan Shorea balangeran (Korth.) Burck., hopea bancana (BOERL.) Van Slooten dan Coumarouna odorata Anbl. Di Hutan Penelitian Dramaga, Bogor, Jawa Barat*. IPB. Bogor.
- Riharno, B. 2010. *Analisis Pengelolaan Taman Wisata Alam Rimbo Panti Pasaman Provinsi Sumatera Barat*. [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Sahira, M. Solfiyeni dan Syamsuardi. 2016. Analisis Vegetasi Tumbuhan Asing Invasif di Kawasan Taman Hutan Raya Dr. Moh. Hatta, Padang, Sumatera Barat. *Prosiding Sem Nas Masy Biodiv Indon*. Volume 2, Nomor 1, Agustus 2016. ISSN: 2407-8050. Hal 60 – 64.
- SEAMEO BIOTROP (Southeast Asian Regional for Tropical Biology). 2013. *Invasive Alien Species*. <http://kmtb.biotrop.org>. Diakses pada tanggal 25 Februari 2015.
- Siregar C and S Tjitrosoedirdjo, 1999. *Acacia nilotica* invasion in Baluran National Park, East Java, Indonesia. *BiotropSpec. Publ.* No. 61.
- Solfiyeni, Chairul dan M. Marpaung. 2016. Analisis Vegetasi Tumbuhan Invasif di Kawasan Cagar Alam Lembah Anai, Sumatera Barat. *Proceeding, Biology Education Conference*, 13, 1, 743-747.
- Sulistiyawati, E., Dian, R., Rfki, M.S. dan Gurnita. 2005. Struktur Komunitas dan Keanekaragaman Tumbuhan di Gunung Papandayan. Makalah Seminar Penggalang Taksonomi Tumbuhan Indonesia. Universitas Pendidikan Indonesia. Bandung.
- Sunaryo, Girmansyah, D. 2015. Identifikasi Tumbuhan Asing Invasif di Taman Nasional Tanjung Puting, Kalimantan Tengah. *PROS SEM NAS MASY BIODIV INDON*. ISSN: 2407-8050. Volume 1, Nomor 5, Agustus 2015 ISSN: 2407-8050. Halaman: 1034-1039.
- Tjitrosemito S, 1999. The Establishment of *Procecidochares connexa* in West Java, Indonesia; A biological control agent of *Chromolaena odorata*. *Biotropia* 12, 19-24.
- Tjitrosoedirjo, S. IS Hidayat, U. Joedjono, W. 2010. *Pengolahan Gulma di Lahan Perkebunan*. PT. Gramedia. Jakarta.
- Uji T, Sunaryo, E Rachman dan EF Tihurua, 2010. Kajian jenis flora asing invasif di Taman Nasional Gunung Gede Pangrango, Jawa Barat. *Biota* 15(2), 167-173.
- Usmadi, D., Agus, H., Joko, R.W. & Lilik, B.P. 2015. Population and Habitat Suitability of Langkap (*Arenga obtusifolia* Mart.) in Leuweung Sancang Nature Reserve, West Java. *Jurnal Biologi Indonesia* 11 (2): 205-214.
- Usman, S. 2016. Jenis-jenis Tumbuhan Invasif di Kawasan Cagar Alam Batang Palupuh, Kabupaten Agam, Sumatera Barat. *Skripsi*. Universitas Andalas. Padang.
- Van Steenis, C.G.G.J, 1972. *The Mountain Flora of Java*. Brill, Leiden.
- Wahyuni, R., Solfiyeni dan Chairul. 2015. Analisis Vegetasi Tumbuhan Asing Invasif di Cagar Alam Lembah Harau. *Prosiding Seminar Nasional Biodiversitas dan Ekologi Tropika Indonesia*. ISBN 978-602-14989-0-3.
- Whitmore, T.C. 1975. *Tropical Rain Forest of Far East*. Oxford University Press. Oxford.
- Yusuf, R dan Purwaningsih, Gusman. 2005. Komposisi dan Struktur Vegetasi Hutan Alam Rimbo Panti, Sumatera Barat. *Biodiversitas* 5 (4) : 266-271.

## Pemanfaatan Vegetasi Mangrove untuk Kedaulatan Ekonomi Masyarakat Pesisir

Farhanuddin<sup>1</sup>, Nur Indah Sari Arbit<sup>2</sup>, Sulmiyati<sup>3</sup>, Suparjo Razasli Carong<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik Universitas Sulawesi Barat

<sup>2,3</sup>Fakultas Peternakan dan Perikanan Universitas Sulawesi Barat

<sup>4</sup>Fakultas Pertanian dan Kehutanan Universitas Sulawesi Barat

Korespondensi: farhan.sulbar@gmail.com, No. HP: 081 355 997 398

### ABSTRAK

Kawasan sempadan pantai di Kabupaten Polewali Mandar adalah kawasan hutan mangrove yang lokasinya berada di wilayah pesisir laut dan merupakan habitat alami mangrove yang berfungsi memberi perlindungan kepada kehidupan pantai dan laut. Masyarakat Kabupaten Polewali Mandar kurang melirik mangrove dijadikan produk bernilai jual. Alasan utamanya karena masyarakat kurang mengetahui potensi keanekaragaman hayati yang dimiliki dan cara pemanfaatan mangrove menjadi sebuah produk. Pengabdian Program Kuliah Kerja Nyata-Pembelajaran dan Pemberdayaan Masyarakat (KKN-PPM) yang berjudul "Pemanfaatan Vegetasi Mangrove Untuk Kedaulatan Ekonomi Masyarakat Pesisir" telah dilaksanakan selama bulan Maret – Mei 2017 di Desa Tumpiling dan Desa Galeso Kecamatan Wonomulyo Kabupaten Polewali Mandar. Desa Tumpiling dan Galeso Kecamatan Wonomulyo Kabupaten Polewali Mandar kaya akan keanekaragaman mangrovenya. Program ini hadir sebagai salah satu solusi dalam mengupayakan kedaulatan ekonomi masyarakat pesisir. Kegiatan pelaksanaan Program KKN-PPM Universitas Sulawesi Barat (UNSULBAR) dikerjakan dengan metode penyuluhan, pelatihan, dan pembinaan masyarakat mengenai potensi ekologi dan ekonomi sumber daya hutan mangrove melalui Workshop. Kegiatan Workshop "Business Plan" disambut baik oleh pihak pemerintah desa dan masyarakat. Ini terbukti dengan antusias masyarakat hadir pada saat Workshop berlangsung dan menyarankan agar KKN-PPM selanjutnya diprioritaskan di desa mereka. Vegetasi mangrove yang banyak ditemukan seperti *Avicennia marina* (Api-api), *Rhizophora mucronata* (Bangkong), *Bruguiera ghmnorhiza* (Salak-salak), *Xylocarpus granatum* (Lao-lao), *Sonneratia caseolaris* (Parappa), dan *Acanthus illicifolius* (Kalli-kalli). Mangrove kemudian diolah menjadi berbagai macam bahan pangan (produk) dan kerajinan tangan yang bernilai jual. Olahan produk makanan yang dihasilkan seperti kue kering dan selai dari jenis mangrove *Sonneratia caseolaris*, keripik mangrove dari jenis *Bruguiera ghmnorhiza*. Produk minuman mangrove dari jenis *Sonneratia caseolaris* dijadikan jus dan mangrove jenis *Acanthus illicifolius* dijadikan teh herbal. Kerajinan khas mangrove berasal dari *Rhizophora mucronata* untuk dijadikan gantungan kunci dan brose. Kegiatan KKN-PPM Kecamatan Wonomulyo mendapatkan apresiasi dari media cetak maupun elektronik nasional yakni Media Indonesia dan TV Nasional Metro TV.

**Kata kunci:** ekologi, keanekaragaman hayati, mangrove, pesisir, produk, vegetasi

### ABSTRACT

*The coastal border area in Polewali Mandar Regency is a mangrove forest area located in the coastal area and a natural habitat of mangrove that serves to provide protection to the beach and sea life. People of Polewali Mandar District less glance mangrove used as a product worth selling. The main reason is because people are less aware of the potential of biodiversity and how to use mangrove into a product. The dedication of the Real-Life Learning and Community Empowerment (KKN-PPM) program entitled "Utilization of Mangrove Vegetation for Economic Society of Coastal People" has been held during March - May 2017 in Tumpiling and Galeso Village, Wonomulyo District Polewali Mandar Regency. Tumpiling and Galeso Village Wonomulyo District Polewali Mandar Regency is rich in mangrove diversity. This program is present as one of the solutions in seeking economic sovereignty of coastal communities. The implementation of the KKN-PPM Program of the University of West Sulawesi (UNSULBAR) is done by extension, training and community development on the ecological and economic potential of mangrove forest resources through Workshop. Workshop Activities "Business Plan" was*

welcomed by the village government and the community. This was proven with the enthusiasm of the community attending the workshop and suggesting that KKN-PPM would be prioritized in their village. Mangrove variations such as *Avicennia marina* (Api-api), *Rhizophora mucronata* (Bangkong), *Bruguiera ghmnorhiza* (Salak-salak) *Xylocarpus granatum* (Lao-lao), *Sonneratia caseolaris* (Parappa), and *Acanthus illicifolius* (Kalli-kalli). Mangrove is then processed into various kinds of food (products) and handicrafts are worth selling. Processed food products produced such as pastries and jams of mangrove type *Sonneratia caseolaris*, mangrove chips from *Bruguiera ghmnorhiza* type. Products from the type of *Sonneratia caseolaris* is done to be juice and mangrove species *Acanthus illicifolius* used as herbal tea. The typical mangrove craft comes from *Rhizophora mucronata* to be used as key chains and brose. KKN-PPM activity of Wonomulyo District received appreciation from national print and electronic media namely Media Indonesia and Metro TV.

**Keywords:** ecology, biodiversity, mangroves, coastal, products, vegetation

## PENDAHULUAN

Kabupaten Polewali Mandar dengan total panjang garis pantai 89,07 km memiliki kawasan sempadan pantai yang memanjang dari pesisir pantai di Kecamatan Binuang sampai Pantai Tinambung di Kecamatan Tinambung yang berbatasan dengan Kabupaten Majene. Kawasan sempadan pantai di Kabupaten Polewali Mandar adalah kawasan hutan mangrove yang lokasinya berada di wilayah pesisir laut dan merupakan habitat alami mangrove yang berfungsi memberi perlindungan kepada kehidupan pantai dan laut.

Vegetasi mangrove mencakup berbagai bentuk fungsional termasuk pohon, palm, dan pakis tanah, umumnya ketinggian melebihi 0,5 m, dan biasanya tumbuh di atas permukaan laut pada zona intertidal dari lingkungan pesisir atau muara. Vegetasi mangrove selain berfungsi sebagai tanggul alam, juga memiliki potensi yang bernilai jual. Potensi yang bisa dimanfaatkan dari mangrove adalah potensi ekologi dan ekonominya. Masyarakat Kabupaten Polewali Mandar kurang melirik mangrove dijadikan produk bernilai jual. Alasan utamanya karena masyarakat kurang mengetahui potensi keanekaragaman hayati yang dimiliki dan cara pemanfaatan mangrove menjadi sebuah produk.

Program Kuliah Kerja Nyata-Pembelajaran dan Pemberdayaan Masyarakat (KKN-PPM) hadir sebagai salah satu solusi dalam mengupayakan kedaulatan ekonomi masyarakat pesisir. Program ini diharapkan dapat mensejahterakan masyarakat pesisir melalui

program pemberdayaan ekonomi rumah tangga. Rencana daerah yang menjadi tujuan dari program KKN-PPM ini adalah Desa Galeso, Desa Nepo, dan Desa Tumpiling Kecamatan Wonomulyo. Ketiga Desa tersebut merupakan Desa yang memiliki potensi kekayaan vegetasi mangrove terluas di Kecamatan Wonomulyo.

### Permasalahan Utama

Adapun permasalahan utama yang didapatkan ketika melakukan studi awal di sepanjang pesisir Kecamatan Wonomulyo Kabupaten Polewali Mandar adalah sebagai berikut:

1. Pengetahuan masyarakat terkait pengolahan vegetasi mangrove untuk dijadikan produk ekonomi bernilai jual masih sangat kurang. Umumnya, masyarakat pesisir memanfaatkan vegetasi mangrove untuk dijadikan kayu bakar (arang). Bahkan banyak lahan mangrove yang dikonversi jadi lahan tambak atau peruntukan lainnya karena kurangnya pemahaman terkait kegunaan vegetasi mangrove.
2. Masyarakat pesisir umumnya berprofesi sebagai nelayan. Nelayan pastinya seorang laki-laki. Masyarakat yang sudah berkeluarga jelas menggantungkan kehidupan keluarganya pada kepala keluarga (suami). Belum adanya pemikiran bahwa ketika suaminya melaut, seorang isteri bisa membantu dalam hal penghidupan keluarga.

### Usulan Penyelesaian

Usulan penyelesaian pokok permasalahan utama yang ditemukan pada rencana lokasi KKN-PPM adalah sebagai berikut :

1. Masyarakat pesisir daerah Kecamatan Wonomulyo hendaknya disediakan program pemberdayaan masyarakat untuk kesejahteraan hidupnya. Salah satu pemberdayaan yang dimaksud adalah mulai dari tahapan pengolahan vegetasi mangrove menjadi sebuah produk hingga pemasaraannya.
2. Konsep sibali parriq (keteguhan dan kasih sayang saling membantu antara suami dan istri dalam rumah tangga) dapat dimunculkan kembali melalui program pemberdayaan masyarakat pesisir. Suami pergi melaut dan isteri melakukan olah produk dari vegetasi mangrove untuk menambah penghasilan sehari-hari.

## BAHAN DAN METODE

### Waktu dan Lokasi Pengabdian

Kegiatan KKN-PPM Universitas Sulawesi Barat dilaksanakan pada bulan Maret hingga Mei 2017. Kegiatan KKN-PPM dilaksanakan di Kecamatan Wonomulyo, tepatnya di dua Desa yakni Galeso dan Tumpiling. Desa Galeso sendiri terdapat dua posko (posko Galeso I dan Galeso II) sedangkan Tumpiling hanya terdapat satu posko.

### Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan Texafon, botol sirup, tempat lular, pelastik, alat pembuat keripik, botol selai, alat pertukangan, pilox stiker, dan alat dapur.

### Metode Pengabdian

Kegiatan pelaksanaan Program KKN-PPM Universitas Sulawesi Barat (UNSULBAR) dikerjakan dengan metode penyuluhan, pelatihan, dan pembinaan masyarakat mengenai potensi ekologi dan ekonomi sumber daya hutan mangrove Kecamatan Wonomulyo Kabupaten Polewali Mandar Provinsi Sulawesi Barat. Mangrove ini nantinya akan diolah menjadi berbagai macam bahan pangan (produk) yang bernilai jual.

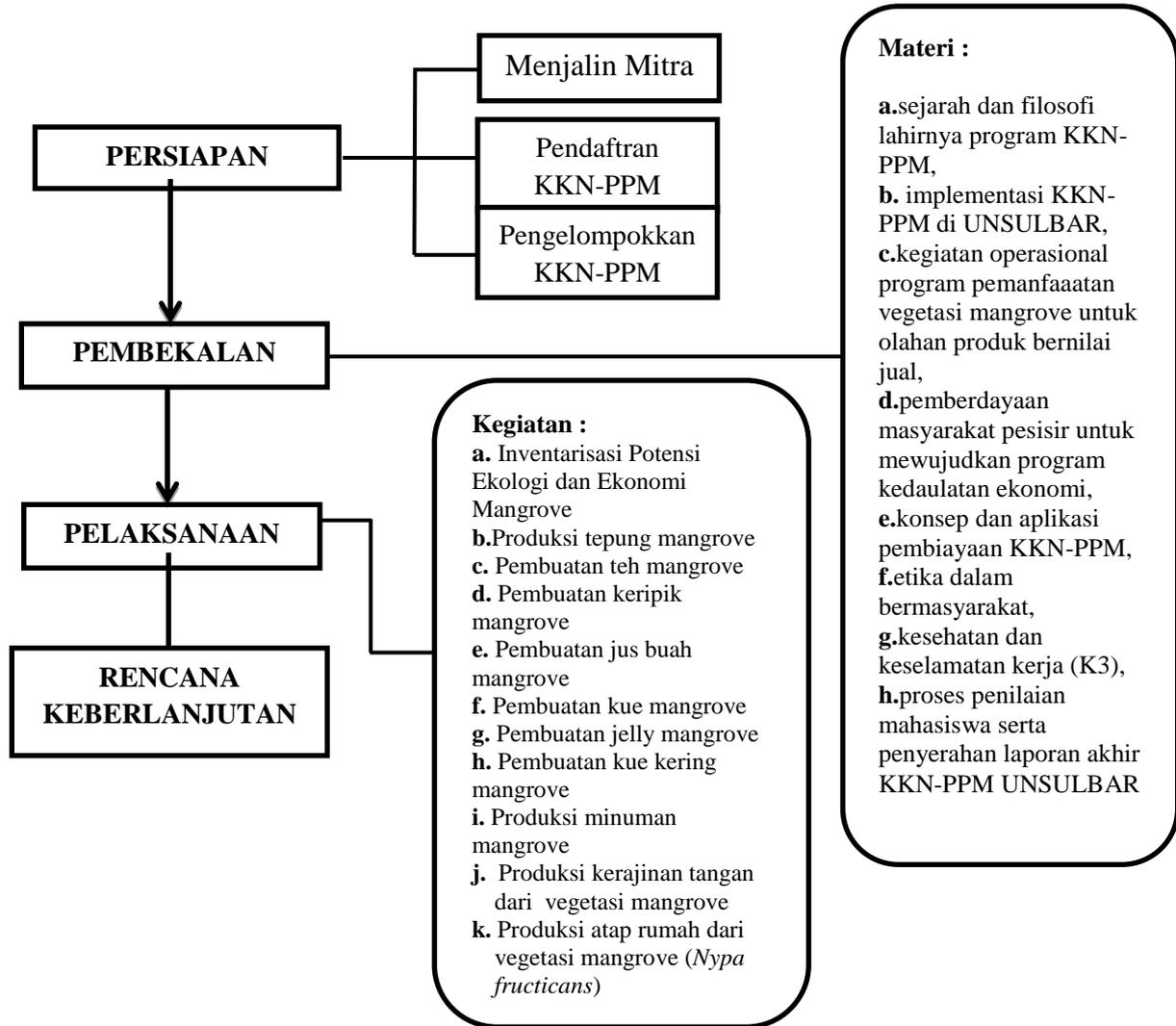
Kegiatan Program KKN-PPM Universitas Sulawesi Barat (UNSULBAR) rencananya akan dilaksanakan pada dua Desa di Kecamatan Wonomulyo yaitu Desa Galeso dan Desa Tumpiling. Kedua Desa tersebut mempunyai jarak dari kampus Universitas Sulawesi Barat (Majene) sekitar 100 km dengan kondisi akses jalan yang masih memprihatinkan. Adapun tahapan pelaksanaan Program KKN-PPM Universitas Sulawesi Barat (UNSULBAR).

## PEMBAHASAN

### Inventarisasi Hutan Mangrove

Kegiatan ini dilaksanakan sebanyak dua kali. Kegiatan I dilakukan bersama masyarakat, Komunitas Pemuda setempat, dan tim pelaksana KKN-PPM.

Kegiatan II dilakukan bersama mahasiswa KKN-PPM di Desa Galeso dan Desa Tumpiling. Hasil inventarisasi hutan mangrove menunjukkan potensi terbesar spesies mangrove di Kecamatan Wonomulyo adalah *Avicennia marina* disusul dari genera *Rhizophora* dan *Sonneratia caseolaris*. Untuk potensi *Bruguiera gymnorhiza*, *Xylocarpus granatum*, dan *Acanthus illicifolius* juga banyak ditemukan di Tanjung Mampie Desa Galeso.



Gambar 1. Metode Pelaksanaan Program KKN-PPM Universitas Sulawesi Barat (UNSULBAR)



Gambar 2. Observasi Awal SD Hutan



Gambar 3. Observasi Mangrove Bersama Mangrove di Kecamatan Wonomulyo Mahasiswa KKN-PPM

### Produksi Vegetasi Mangrove

Mangrove yang diproduksi pada lokasi KKN-PPM di Kecamatan Wonomulyo dibedakan menjadi tiga fokus utama yakni olahan makanan, minuman, dan kerajinan tangan. Posko Tumpiling mengolah mangrove menjadi kerajinan tangan dari jenis *Rhizopora mucronata* menjadi miniatur Sandeq (kapal tradisional suku Mandar), gantungan kunci, dan brose. Jenis *Xylocarpus granatum* dibuat jadi sabun cuci.



Gambar 4. *Xylocarpus granatum* Untuk Olahan Lulur

Posko Galeso I mengolah mangrove menjadi olahan makanan seperti kue kering kue bolu, dan selai dari *Sonneratia caseolaris*, keripik dari *Bruguiera gymnorhiza*. Posko Galeso II mengolah mangrove menjadi olahan minuman seperti teh dari *Acanthus illicifolius* dan sirup dari *Sonneratia caseolaris*.



Gambar 5. Pengambilan Mangrove Jenis *Acanthus illicifolius* Untuk Olahan Teh Herbal

### Pengolahan Vegetasi Mangrove

Pengolahan vegetasi mangrove dilaksanakan pada minggu ketiga KKN-PPM berlangsung. Pengolahan mangrove di posko KKN-PPM tidak hanya dilakukan oleh mahasiswa tetapi juga dilakukan bersama dengan

masyarakat. Hal ini dilakukan sebagai pengaplikasian program pemberdayaan masyarakat. Umumnya yang hadir adalah dari ibu-ibu dan pemuda Desa.



Gambar 6(a). Mahasiswa Bersama Masyarakat Mengolah *Xylocarpus granatum*; 6(b). *Xylocarpus granatum* Yang Telah Diblender Kemudian Dikeringkan



Gambar 7. Pengolahan Mangrove Jenis *Bruguiera gymnorhiza* Menjadi Keripik Bersama Masyarakat

### Pengemasan Produk

Olahan produk yang telah jadi kemudian dibuatkan kemasan agar terlihat menarik. Kemasan produk dibuat minimalis dengan mencantumkan gambar jenis mangrove yang dibuat jadi produk olahan. Kemasan masih belum mencantumkan komposisi produk. Komposisi produk nantinya menjadi rencana selanjutnya untuk kegiatan KKN-PPM ini.



Gambar 8. Salah Satu Contoh Design Kemasan Produk Mangrove (1)



Gambar 9. Contoh Design Kemasan Produk Mangrove (2)



Gambar 10. Produk Olahan Yang Telah Dilabeli Kemasan

### Pemasaran Produk dan Pembinaan Usaha

Pemasaran produk dan pembinaan usaha tidak dilakukan secara langsung ketika produk telah jadi. Kegiatan tersebut digantikan dengan workshop “Business Plan” sebagai penguatan awal kepada masyarakat pesisir Kecamatan Wonomulyo tentang bagaimana konsepsi pemasaran sebuah produk hingga menjalankan sebuah usaha. Kegiatan ini diisi dengan materi dan demo produk kepada masyarakat. Adapun materi diisi oleh tim dosen pelaksana KKN-PPM dan fasilitator.



Gambar 11. Suasana Workshop di Desa



Gambar 12. Fasilitator Membawakan Materi Tumpiling

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Kesimpulan dari pelaksanaan kegiatan Pengabdian KKN-PPM ini adalah:

1. Masyarakat Kecamatan Wonomulyo mulai tertarik dalam memanfaatkan hutan mangrove untuk dijadikan produk bernilai ekonomi setelah program KKN-PPM hadir di Desa Galeso dan Tumpiling.
2. Kegiatan Workshop “Business Plan” disambut baik oleh pihak pemerintah desa dan masyarakat. Ini terbukti dengan antusias masyarakat hadir pada saat Workshop berlangsung dan menyarankan agar KKN-PPM selanjutnya diprioritaskan di desa mereka.

### Saran

Saran yang dapat diberikan adalah pembinaan terhadap Desa Galeso dan Tumpiling sebaiknya dilakukan berkelanjutan, agar perkembangan produk mangrove dapat dipasarkan sebagai industry rumah tangga, dan tak menutup kemungkinan menjadi produk andalan Kecamatan Wonomulyo.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Kami selaku tim pelaksana KKN-PPM Kecamatan Wonomulyo mengucapkan banyak terima kasih kepada DRPM RistekDikti akan kesempatan yang diberikan kepada kami untuk menjalankan program ini. Kami ucapkan banyak terima kasih juga kepada LPPM dan PM Universitas Sulawesi Barat, Pemerintah Kecamatan Wonomulyo Kabupaten Polewali Mandar dan tentunya kepada Masyarakat Desa Galeso dan Tumpiling tanpa terkecuali.

## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Perencanaan dan Pembangunan Daerah, 2012, *Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kabupaten Polewali Mandar 2012 -2032*, Polewali Mandar : BAPPEDA.
- Dahuri, R., 2003, *Keanekaragaman Hayati Laut. Aset Pembangunan Berkelanjutan Indonesia*, Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama.
- Hewat, R., 2014, *Pengelolaan Hutan Lahan Basah Pesisir Untuk Adaptasi dan Mitigasi Perubahan Iklim Papua*, USAID & IFACS.
- Kelompok Kerja Mangrove Tingkat Nasional, 2013, *Strategi Nasional Pengelolaan Ekosistem Mangrove Indonesia*, Jakarta : KKMTN.
- Kementerian Lingkungan Hidup, 2013, *UU RI No. 11 Tahun 2013 Tentang Protokol Nagoya*, Jakarta : Kementerian Lingkungan Hidup Deputi Bidang Penataan Hukum Lingkungan.
- Noor, R., Y., M. Khazali, dan I. N. N. Suryadiputra, 2006, *Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia*, Bogor : PHKA/WI-IP.
- Pramudji, 2000, Dampak Perilaku Manusia Pada Ekosistem Hutan Mangrove Di Indonesia, *Oseana XXV* : 13 – 20.
- Saputra, Z. A., 2009, Abrasi Pantai dan Kerusakan Ekosistem Hutan Mangrove di Pesisir Pantai Sialang Buah Kabupaten Serdang Bedagai, *Tesis* : Universitas Gadjah Mada.
- Supriharyono, 2006, *Konservasi Ekosistem Sumber Daya Hayati di Wilayah Pesisir dan Laut Tropis*, Pustaka Pelajar.
- Tim Penyusun RIP UNSULBAR, 2015, *Rencana Induk Penelitian (RIP) Universitas Sulawesi Barat Tahun 2016-2020*, Majene : LPPM UNSULBAR.

;

## Biodiversitas Karang Jamur (*Fungiidae*) di Perairan Teluk Manado

**Bambang Hermanto**

Loka Konservasi Biota Laut LIPI Bitung  
Jalan Tandurusa, Aertembaga, Kota Bitung, Sulawesi Utara 95522  
Email : baink\_s@yahoo.co.id

### ABSTRAK

Karang jamur merupakan salah satu karang sclerectanian yang memiliki peranan penting dalam pembentukan ekosistem terumbu karang. Jenis ini cukup unik karena memiliki kemampuan berpindah dari satu habitat ke habitat lainnya selama fase bentik serta memiliki peranan penting sebagai mikrohabitat bagi organisme laut lainnya seperti udang, ikan cryptobenthic, kepiting maupun bintang mengular. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui struktur komunitas serta sebaran karang jamur di perairan Teluk Manado, Sulawesi Utara. Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari-Mei 2017 di 5 stasiun penelitian dengan menggunakan transek sabuk dengan luas bidang transek  $50 \times 2 \text{ m}^2$ . Karang jamur yang di temukan selama penyelaman, di catat jenis dan jumlahnya kemudian hasilnya dianalisa menggunakan software Primer. Hasil dari penelitian ini telah ditemukan sebanyak 623 individu karang jamur yang terdiri atas 21 spesies dari 13 genus. Secara umum, nilai indeks keanekaragaman jenis ( $H$ ) karang jamur berkisar antara 0,99-1,15 (kategori rendah hingga sedang). Indeks kemerataan jenis berkisar antara 0,87-0,94 (kategori tinggi) sedangkan indeks kekayaan jenis berkisar antara 2,23-3,77 (kategori rendah). *Lythophyllon repanda*, *Lythophyllon concinna*, dan *Danafungia horrida* merupakan jenis-jenis karang jamur yang cukup banyak ditemukan di perairan Teluk Manado. Kepadatan karang jamur pada tiap stasiun pengamatan berkisar antara 0,91 – 1,64 individu/ $\text{m}^2$ .

**Kata kunci:** struktur komunitas, Fungiidae, terumbu karang, Sulawesi Utara

### ABSTRACT

*Mushroom corals are one of scleractinians that have an important role as a coral reefs ecosystem builder. This species are unique in that the individuals of most species are able to move from one habitat to another during their benthic phase and have essential part as a microhabitat for marine organism such as shrimp, cryptobenthic fish, crustacea and ophiuroidea. The purpose of the research was to determine the community structure and distribution of mushroom corals in the Manado Bay. This research was conducted in February – May 2017 at five observation stations using the belt transect method made parallelly extended to the shoreline with the size of  $50 \times 2 \text{ m}^2$ . Mushroom corals that have been recorded are listed, counted and analysed using Primer. The results showed that 623 individuals consisting of 21 species and 13 genus were recorded. Generally, the range of values of diversity index ( $H$ ) was between 0,99-1,15 (low to medium level). The evenness index ( $J$ ) values was ranged from 0,87 to 0,94 (high level) while the richness index ( $D$ ) was 2,23-3,77 (low level). *Lythophyllon repanda*, *Lythophyllon concinna* and *Danafungia horrida* were the most dominant mushroom coral spesies in the Manado Bay. Mushroom coral density at each observation station ranged from 0.91 - 1.64 individual/ $\text{m}^2$ .*

**Keywords :** community structure, Fungiidae, coral reefs, Nirth Sulawesi

### PENDAHULUAN

Karang jamur (Fungiidae) merupakan famili dari karang batu yang sangat sering ditemukan di perairan Indo-Pasifik (Hoeksema,

1989). Jenis ini tergolong karang batu yang cukup unik karena memiliki kemampuan untuk bergerak dan menghindari pada saat terjadi kompetisi dengan sesama organisme lainnya (Hoeksema & de Voogd, 2012). Dengan karakter

unik tersebut, karang jamur dapat hidup dan tumbuh pada berbagai habitat mulai dari rata-rata terumbu hingga ke substrat dasar berpasir maupun dari muara sungai hingga di perairan lepas (Hoeksema, 2012). Hal lain yang cukup khas dari jenis ini yaitu hidupnya soliter dan ada beberapa yang membentuk koloni, sebagian besar karang jamur hidup bebas (*free-living*) dimana semua mempunyai septa pada permukaannya (*oral site*) yang membentuk lajur secara radial dari mulut yang terletak di tengah. Begitu juga di bagian bawah (*suboral site*) menunjukkan hal yang sama dan disebut sebagai kosta (Suharsono, 2008).

Karang jamur merupakan salah satu dari sekian banyak famili yang merupakan karang pembangun terumbu di wilayah perairan Teluk Manado. Perairan ini berada di semenanjung utara pulau Sulawesi yang memiliki peranan yang cukup penting dalam bidang penangkapan ikan, transportasi maupun pariwisata. Aktifitas manusia yang cukup tinggi di wilayah tersebut, secara tidak langsung akan mempengaruhi keseimbangan ekosistem laut di daerah yang terkenal sebagai kawasan segitiga terumbu karang (*Coral Triangle*) serta pusat keanekaragaman hayati kelautan seperti terumbu karang, ikan, moluska dan organisme laut lainnya. Salah satu peran utama dari karang jamur yaitu sebagai habitat bagi organisme laut lainnya seperti zooxanthella, udang, kepiting, barnakel, bivalvia, dan cacing (Hoeksema *et al.*, 2012). Hoeksema *et al.* (2012) mengungkapkan bahwa jenis *Heliofungia actiniformis* diketahui pernah berasosiasi dengan 23 spesies organisme laut lainnya.

Kurang lebih 50 jenis karang jamur telah ditemukan pada saat ini, dimana sebagian besar (80%) bersifat hidup bebas dan sisanya merayap dan menempel secara permanen pada substrat (Benzoni *et al.*, 2012). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa jumlah jenis karang jamur yang ditemukan di Teluk Davao, Filipina mencapai 33 jenis yang terdiri dari 13 genus (Bos dan Hoeksema, 2017). Di perairan Kepulauan Spermonde, Sulawesi Selatan, ditemukan 34 spesies karang jamur yang berasal dari 11 genus

(Hoeksema, 2012). Di perairan pulau Gangga, Sulawesi Utara ditemukan 16 jenis karang jamur yang termasuk dalam 11 genus (Hermanto, 2014). Informasi mengenai biodiversitas karang jamur di Teluk Manado masih belum banyak dipublikasi sehingga perlu dilakukan penelitian di daerah tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui struktur komunitas karang jamur di perairan Teluk Manado. Dari hasil penelitian di harapkan didapat informasi mengenai sebaran, kelimpahan serta kepadatan karang jamur pada habitat dan kondisi perairan yang berbeda dengan daerah lainnya.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian biodiversitas karang jamur dilakukan di perairan Teluk Manado pada bulan Februari - Mei 2017. Total ada 5 stasiun penelitian, yang meliputi wilayah Malalayang 1, Malalayang 2, Tongkaina, Meras dan Molas (Gambar 1) dengan menggunakan SCUBA. Peralatan yang digunakan selama penelitian yaitu peralatan selam, perahu motor, GPS (*Global Positioning System*), kamera bawah air, alat tulis dalam air dan kelengkapan lainnya untuk mengetahui struktur populasi serta sebaran karang jamur.

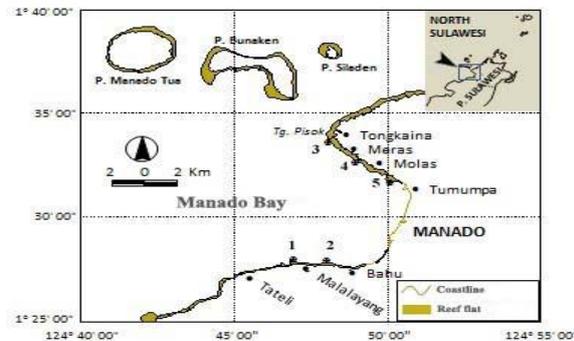
Tabel 1. Posisi Geografi Dan Substrat Dasar Stasiun Penelitian

| Location                | GPS Position                  | Substrate       |
|-------------------------|-------------------------------|-----------------|
| Malalayang 1 (St1)      | 01.46408° LU<br>124.78407° BT | Rubble,<br>sand |
| Malalayang 2 (St2)      | 01.46206° LU<br>124.79812° BT | Rubble,<br>sand |
| Tongkaina (St3)         | 01.55956° LU<br>124.80217° BT | Rubble          |
| Meras (St4)             | 01.54542° LU<br>124.81517° BT | Rubble          |
| Batu saiki, Molas (St5) | 01.52984° LU<br>124.83516° BT | Rubble,<br>sand |

Metode yang digunakan dalam pengambilan data di lapangan yaitu menggunakan transek sabuk dengan membentangkan rol meter berukuran 50x2 m<sup>2</sup> yang diletakkan sejajar dengan garis pantai pada

kedalaman 8-10 m. Pemilihan kedalaman didasarkan pada banyaknya jenis karang jamur yang diamati saat melakukan penyelaman.

Setiap individu karang jamur yang ditemukan di dalam area transek dicatat jenis dan jumlahnya (Eleftheriou dan McIntyre, 2005). Identifikasi karang jamur dilakukan dengan melihat morfologi karang jamur yang mengacu pada kepustakaan Veron (1986); Suharsono (2008), dan Hoeksema (1989), sedangkan untuk penamaan spesies karang jamur mengacu pada Gittenberger *et al.* (2011). Untuk mengetahui kualitas sifat fisika air laut dilakukan pengukuran suhu, pH, DO dan salinitas secara *in situ* pada lokasi penelitian dengan menggunakan termometer. pH meter, DO meter dan refraktometer.



Gambar 1. Lokasi Penelitian Biodiversitas Dan Sebaran Karang Jamur Di Teluk Manado Februari – Mei 2017

Struktur komunitas karang jamur dianalisa dengan menggunakan formula indeks keanekaragaman jenis atau indeks Shannon (H), indeks kemerataan jenis atau indeks Pielou (J) dan indeks kekayaan jenis atau indeks Margalef (d) (Clifford & Stephenson, 1975; Mcaliece *et al.*, 1997) dan diaplikasikan dengan software PRIMER version 5.1.2 dan BioDiversity Pro (Mcaliece *et al.*, 1997). Kemiripan kuantitatif komunitas karang jamur antarlokasi dihitung dengan menggunakan indeks kemiripan Sorensen (Brower & Zar, 1977). Struktur komunitas, frekuensi kehadiran dan tingkat kepadatan jenis dihitung dengan formula sebagai berikut:

$$1. \text{ Frekuensi kehadiran} = \frac{\text{Jumlah titik transek}}{\text{Jenis a ditemukan}} \times 100\%$$

$$2. \text{ Kepadatan (Misra, 1985)} = \frac{\text{Total individu setiap jenis}}{\text{jumlah seluruh luasan}}$$

$$3. \text{ Indeks Shannon (H) keanekaragaman jenis} \\ H = -\sum (ni / N) \log (ni / N)$$

$$4. \text{ Indeks kemerataan jenis (j)} \\ j = H / \log S$$

$$5. \text{ Indeks kekayaan jenis (D)} \\ D = (S - 1) / \ln N$$

Keterangan : H = nilai keanekaragaman jenis  
 ni = jumlah individu dari jenis i  
 N = jumlah total individu  
 j = nilai kemerataan jenis  
 S = total jumlah jenis  
 D = nilai kekayaan jenis

## HASIL

### Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Perairan Teluk Manado merupakan perairan yang membentang luas di bagian utara Sulawesi Utara yang memiliki keanekaragaman biota laut yang cukup tinggi. Kondisi perairan di sebagian besar lokasi penelitian cukup jernih dengan dominasi substrat patahan karang dan perairan yang sedikit bergelombang pada bulan Februari akibat pengaruh angin barat dan mulai tenang kembali pada bulan Mei. Sebagian besar paparan terumbu pada lokasi penelitian memiliki profil dengan tingkat kemiringan yang landai kurang dari 30°. Kualitas perairan di perairan ini tergolong cukup baik untuk kehidupan organisme laut karena masih dibawah ambang batas toleransi kualitas air Kementrian Lingkungan Hidup. Parameter kualitas perairan di Teluk Manado tersaji pada Tabel 2.

### Struktur Komunitas

Karang batu merupakan komponen utama penyusun ekosistem terumbu karang yang memiliki peranan yang cukup penting yaitu salah satunya sebagai tempat bernaung berbagai jenis biota penghuni terumbu karang, sehingga fungsi alami terumbu karang yaitu sebagai lingkungan hidup, sumber keanekaragaman hayati dan juga sebagai sumber keindahan. Salah satu jenis karang batu pembentuk terumbu

karang yaitu karang jamur dari famili Fungiidae yang memiliki keunikan tersendiri yaitu sifatnya yang mobile dan soliter. Berbeda halnya dengan jenis-jenis karang batu lainnya yang sebagian besar bersifat koloni.

Tabel 2. Data Kualitas Air Di Perairan Teluk Manado

| Parameter        | Range of value |
|------------------|----------------|
| Temperature (C°) | 30,0-30,2      |
| Salinity (‰)     | 33,3-34,0      |
| pH               | 8,16-8,19      |
| Do (ppm)         | 5,72           |

Hasil penelitian keanekaragaman karang jamur (Fungiidae) pada lima stasiun di perairan Teluk Manado ditemukan 21 jenis karang jamur yang termasuk dalam 13 Marga. Jumlah jenis karang jamur yang ditemukan di perairan ini mencapai kurang lebih 42% dari total keseluruhan karang jamur yang telah ditemukan saat ini. Stasiun Malalayang 2 memiliki jumlah jenis karang jamur tertinggi yaitu mencapai 19 jenis, disusul stasiun Molas yang memiliki 18 jenis karang jamur. Sedangkan jumlah jenis karang jamur terendah, ditemukan pada stasiun Meras yaitu hanya 12 jenis. Dari segi kelimpahannya, stasiun Tongkaina memiliki kelimpahan karang jamur tertinggi yaitu mencapai 164 individu, sedangkan kelimpahan karang jamur terendah ada pada stasiun Molas yaitu hanya 91 individu. *Lithophyllon repanda*, *Lithophyllon concinna* dan *Danafungia horrida* merupakan jenis yang paling dominan di perairan Teluk Manado dengan kelimpahan mencapai 15,2% , 12,8% dan 10,4% dari keseluruhan total karang jamur yang ditemukan. Jenis-jenis karang jamur yang ditemukan di perairan Teluk Manado tersaji pada Tabel 3.

Keragaman dan kelimpahan karang jamur di perairan Teluk Manado pada tiap stasiun pengamatan cukup bervariasi. Hal ini dimungkinkan karena lokasi tiap-tiap stasiun memiliki habitat yang beragam sehingga berpengaruh pada kelimpahan maupun jenis dari karang jamur tersebut. Nilai indeks keragaman jenis (H), Kemerataan jenis (J), dan Kekayaan jenis (D), serta kelimpahan karang jamur pada tiap lokasi penelitian tersaji pada Tabel 3.

Berdasarkan hasil analisa data yang dilakukan, dapat terlihat bahwa nilai indeks keanekaragaman jenis karang jamur di perairan Teluk Manado berkisar antara 0,99 (St. Meras) hingga 1,15 (St. Malalayang 2). Sedangkan nilai kemerataan jenis karang jamur tertinggi ada pada stasiun Malalayang 1(0,94) dan terendah ada pada stasiun Tongkaina dan Molas (0,87). Nilai indeks kekayaan jenis karang jamur berkisar antara 2,23 di stasiun Meras hingga 3,77 di stasiun Molas. Stasiun Tongkaina yang berada pada ujung utara Teluk Manado memiliki kepadatan karang jamur yang paling tinggi yaitu mencapai 1,61 individu/m<sup>2</sup>. Sedangkan stasiun yang memiliki kepadatan terendah yaitu di stasiun Molas yang hanya mencapai 0,91 Individu/m<sup>2</sup>.

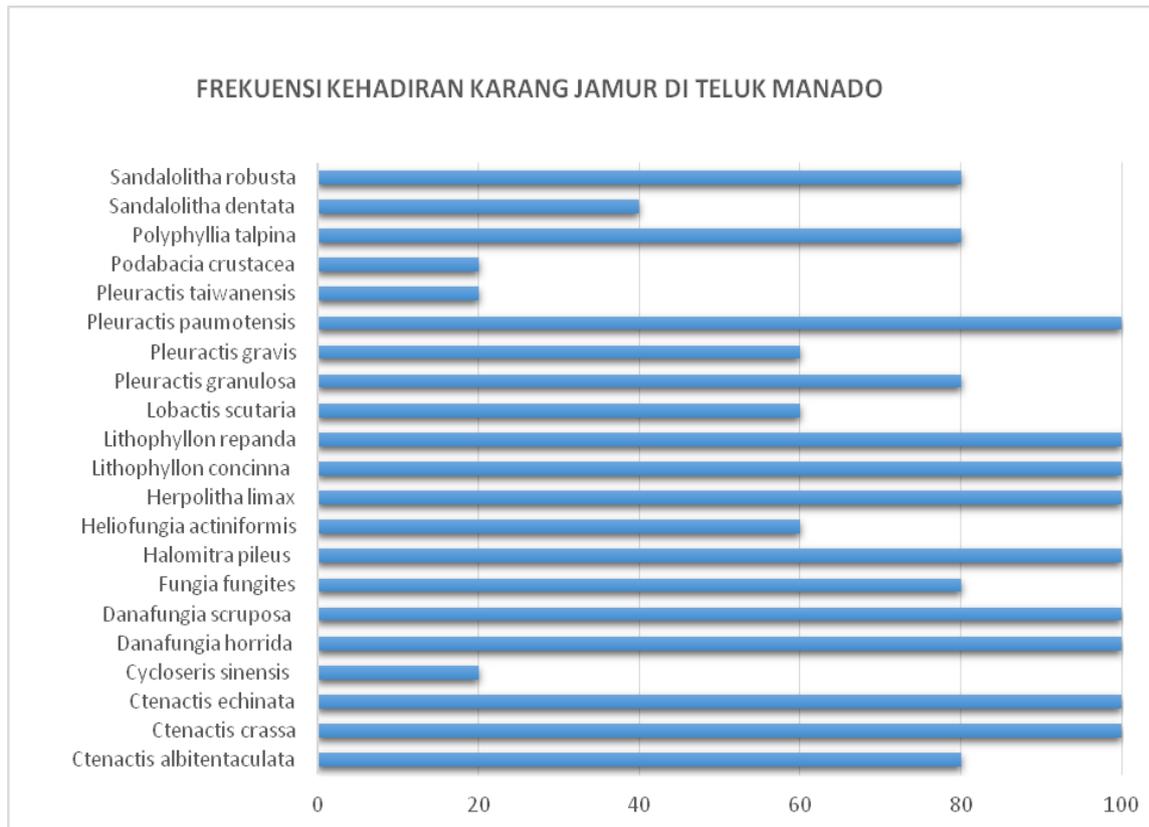
Hubungan antara struktur komunitas maupun komposisi jenis antar habitat dapat dianalisa menggunakan indeks kemiripan jenis (*cluster analysis*) menggunakan program BioDiversity Pro. Dari hasil analisa tersebut (tabel 4) dapat terlihat bahwa terdapat kesamaan komposisi jenis sebesar 86,1 % antara stasiun Tongkaina dan Meras. Sedangkan stasiun Tongkaina dan stasiun Malalayang 1 memiliki kesamaan yang paling rendah (53,5%). Tingginya nilai similaritas antara stasiun Tongkaina dan Meras mengindikasikan bahwa keduanya memiliki komposisi jenis dan kelimpahan karang jamur yang tidak berbeda jauh. Selain itu, lokasi kedua stasiun pengamatan yang cukup berdekatan sehingga kondisi habitat dan ekologi relatif tidak jauh berbeda.

Tabel 3. Struktur Komunitas Karang Jamur di Perairan Teluk Manado

|                                    | Malalayang 1 | Malalayang 2 | Tongkaina | Meras | Molas |
|------------------------------------|--------------|--------------|-----------|-------|-------|
| 1 <i>Ctenactis albitentaculata</i> | -            | 2            | 1         | 1     | 5     |
| 2 <i>Ctenactis crassa</i>          | 13           | 11           | 8         | 4     | 3     |
| 3 <i>Ctenactis echinata</i>        | 5            | 15           | 20        | 16    | 6     |
| 4 <i>Cycloseris sinensis</i>       | -            | -            | -         | -     | 2     |
| 5 <i>Danafungia horrida</i>        | 8            | 12           | 21        | 17    | 7     |
| 6 <i>Danafungia scruposa</i>       | 7            | 2            | 14        | 13    | 7     |
| 7 <i>Fungia fungites</i>           | 9            | 7            | 20        | 18    | -     |
| 8 <i>Halomitra pileus</i>          | 4            | 3            | 10        | 13    | 1     |
| 9 <i>Heliofungia actiniformis</i>  | 6            | 4            | -         | -     | 3     |
| 10 <i>Herpolitha limax</i>         | 11           | 15           | 5         | 5     | 2     |
| 11 <i>Lithophyllon concinna</i>    | 6            | 11           | 30        | 21    | 12    |
| 12 <i>Lithophyllon repanda</i>     | 9            | 20           | 24        | 21    | 21    |
| 13 <i>Lobactis scutaria</i>        | -            | 1            | 1         | -     | 1     |
| 14 <i>Pleuractis granulosa</i>     | 3            | 10           | 5         | -     | 9     |
| 15 <i>Pleuractis gravis</i>        | 2            | 3            | -         | -     | 1     |
| 16 <i>Pleuractis paumotensis</i>   | 4            | 6            | 4         | 6     | 4     |
| 17 <i>Pleuractis taiwanensis</i>   | -            | -            | -         | -     | 3     |
| 18 <i>Podabacia crustacean</i>     | -            | 1            | -         | -     | -     |
| 19 <i>Polyphyllia talpina</i>      | 3            | 3            | 1         | -     | 3     |
| 20 <i>Sandalolitha dentate</i>     | 1            | 2            | -         | -     | -     |
| 21 <i>Sandalolitha robusta</i>     | 3            | 8            | -         | 3     | 1     |
| Jumlah Individu                    | 94           | 136          | 164       | 138   | 91    |
| Jumlah Spesies                     | 16           | 19           | 14        | 12    | 18    |
| Indeks Diversitas (H)              | 1,14         | 1,15         | 1,00      | 0,99  | 1,10  |
| Indeks Kemerataan Jenis (J)        | 0,94         | 0,90         | 0,87      | 0,91  | 0,87  |
| Indeks Kekayaan Jenis (D)          | 3,30         | 3,66         | 2,55      | 2,23  | 3,77  |
| Kepadatan                          | 0,94         | 1,36         | 1,64      | 1,38  | 0,91  |

Tabel 4. Indeks Kemiripan Jenis Karang Jamur Di Perairan Teluk Manado

|              | Malalayang |              |           |       |       |
|--------------|------------|--------------|-----------|-------|-------|
|              | 1          | Malalayang 2 | Tongkaina | Meras | Molas |
| Malalayang 1 | *          | 71.3         | 53.5      | 55.2  | 59.5  |
| Malalayang 2 | *          | *            | 63.3      | 65    | 66    |
| Tongkaina    | *          | *            | *         | 86.1  | 55.7  |
| Meras        | *          | *            | *         | *     | 56.8  |
| Molas        | *          | *            | *         | *     | *     |



Gambar 2. Grafik Frekuensi Kehadiran Karang Jamur di Perairan Teluk Manado

Frekuensi kehadiran karang jamur di perairan Teluk Manado menggambarkan persentase ditemukannya jenis karang jamur tertentu di daerah perairan tersebut. Berdasarkan Gambar 2, frekuensi kehadiran jenis karang jamur di Teluk Manado memiliki kisaran antara 20-100 %. *Cycloseris sinensis*, *Podabacia crustacea* dan *Pleuractis taiwanensis* hanya memiliki frekuensi kehadiran sebesar 20 %, yang mengindikasikan bahwa jenis-jenis tersebut hanya ditemukan pada satu stasiun penelitian. Sedangkan ada 9 jenis karang jamur yang ditemukan pada semua lokasi penelitian (100%). Jenis-jenis tersebut cukup umum ditemukan di perairan Sulawesi Utara.

## PEMBAHASAN

Total keseluruhan jenis karang jamur yang ditemukan di perairan Teluk Manado tergolong cukup tinggi di perairan Sulawesi Utara. Penelitian Hermanto (2014) di perairan Pulau Gangga hanya menemukan 16 jenis karang

jamur. Sedangkan di daerah lainnya seperti Kema, Tanjung merah, Pulau Siladen, total jenis karang jamur yang ditemukan mencapai 16 jenis (Hermanto, 2013), 12 jenis (Souhoka, 2007) dan 13 jenis (Hermanto, 2013). Jumlah karang jamur di lokasi-lokasi tersebut masih tergolong lebih rendah dibandingkan dengan jumlah karang di perairan Teluk Manado yang mencapai 21 jenis.

Kondisi substrat dasar perairan yang didominasi patahan karang serta topografi rata-rata terumbu yang cukup landai merupakan habitat yang cukup ideal untuk kehidupan karang jamur di daerah ini. Hoeksema (2012) mengungkapkan bahwa kondisi habitat serta ekologis suatu daerah sangat berpengaruh terhadap keanekaragaman karang jamur. Penelitian Hoeksema (2012), di perairan Spermonde, Sulawesi Selatan, menemukan jumlah jenis karang jamur yang lebih tinggi yaitu mencapai 34 jenis karang jamur. Selain kondisi habitat dan ekologis yang sangat mendukung untuk tumbuh kembang karang jamur, cakupan wilayah penelitian yang luas hingga 52 stasiun penelitian juga

berpengaruh terhadap jumlah jenis karang jamur di wilayah tersebut. Dari keseluruhan jenis karang jamur yang ditemukan di perairan Sulawesi Utara, *Lithophyllon repanda* dan *Lithophyllon concinna* merupakan jenis yang cukup dominan dan hampir ditemukan di seluruh lokasi penelitian di Sulawesi utara bahkan di daerah lainnya. Kedua jenis ini secara sekilas memiliki bentuk yang hampir sama yaitu membulat, memiliki polip berwarna kecoklatan, septa tersusun cukup padat dan lurus serta memiliki satu mulut (*monostomatous*). Yang menjadi pembeda dari kedua jenis ini yaitu dinding corallum pada *Lythophyllon concinna* memiliki dinding yang lebih solid (Hoeksema, 1989).

Dari hasil pengamatan di lapangan, diameter kedua jenis ini berkisar antara 10 – 23 cm dan memiliki bentuk yang agak memipih. Kondisi perairan yang cukup jernih dan intensitas cahaya yang cukup membuat karang jamur tumbuh cukup baik. Tingkat kecerahan air merupakan faktor fisik perairan yang cukup berpengaruh dalam pertumbuhan terumbu karang. Berdasarkan standar baku mutu air laut, nilai kecerahan untuk terumbu karang harus lebih dari 5 meter (Sukarno *et al.*, 1981). Tingkat kecerahan air di perairan Teluk Manado kurang lebih mencapai 10 meter, kondisi perairan ini cukup idela untuk kehidupan karang jamur. Selain itu, suhu dan salinitas memiliki pengaruh yang signifikan terhadap pertumbuhan karang jamur (Souhoka, 2004). Dari data yang teramati di perairan Teluk Manado, kisaran suhu 30°C-30,2 °C dan salinitas 33,3-34,0 relatif cukup baik untuk kehidupan terumbu karang dan organisme laut lainnya. Nilai-nilai parameter tersebut masih mempunyai toleransi terhadap pertumbuhan karang batu. Sukarno *et al.* (1981) menyatakan konsentrasi pertumbuhan karang batu pada umumnya berkisar pada salinitas antara 25 – 40‰. Sudiarta (1995) juga menyatakan bahwa hewan karang memiliki toleransi salinitas berkisar antara 27 – 40 ‰. Sudiarta (1995) menyatakan, salinitas yang tinggi jarang menjadi faktor yang berpengaruh terhadap sebaran karang sedangkan salinitas yang rendah dapat

mempengaruhi distribusi maupun zonasi terumbu karang.

Sebaran dan variasi jenis karang jamur di perairan Teluk Manado cukup beragam. Kondisi ini terlihat dari banyaknya jenis karang jamur yang di temukan pada saat penelitian. Dari hasil pengamatan di lapangan, sebaran jenis karang jamur tertinggi ditemukan pada stasiun Malalayang 2 yang mencapai hingga 19 jenis pada kedalaman 8-9 meter. Sedangkan sebaran jenis karang jamur terendah ada pada stasiun Meras yang mencapai hanya 12 jenis karang jamur pada kedalaman 7-8 meter. Salah satu faktor yang menyebabkan tingginya keragaman jenis karang jamur di stasiun Malalayang 2 yaitu topografi habitat yang cukup ideal yaitu berupa rataaan terumbu serta kondisi substrat yang didominasi patahan karang. Kondisi habitat dan ekologi seperti ini cukup baik untuk tumbuh kembang jenis karang jamur. Hoeksema (1989) mengemukakan bahwa kondisi topografi dasar yang curam (*drop off*) kurang cocok untuk perkembangan karang jamur karena sedikitnya penetrasi cahaya yang masuk ke dalam. Selain itu substrat dasar pada topografi ini kebanyakan didominasi oleh substrat berpasir. Tipe dan kondisi substrat cukup berperan terhadap tingkat rekrutmen karang (Lee, 2009). Kestabilan substrat serta arus perairan akan berpengaruh terhadap rekrutmen karang di substrat karang, patahan karang dan pasir (Abrar, 2005). Mampuk *et al.* (2013) juga menyatakan *rubble* atau patahan karang merupakan substrat yang cocok untuk karang jamur. Sehingga rekrutmen karang yang menempel pada substrat yang kurang stabil akan memiliki sintasan yang rendah (Richmond, 1997).

Keanekaragaman jenis suatu organisme dalam suatu ekosistem dapat di indikasikan melalui indeks keanekaragaman jenis (H) dimana semakin tinggi nilai keanekaragaman jenis berarti semakin banyak jenis yang ditemukan. Nilai indeks keragaman jenis karang jamur di perairan Teluk Manado tergolong sedang karena masih berada pada kisaran nilai 0,99 – 1,15. Daget (1976) menyatakan bahwa nilai indeks keragaman jenis dikatakan sedang apabila

memiliki nilai antara 1-2 sedangkan jika nilainya diatas 2 termasuk dalam kategori tinggi. Tingginya nilai indeks keragaman di lokasi Malalayang 2 disebabkan jumlah jenis karang jamur yang ditemukan tertinggi diantara lokasi lainnya. Jumlah jenis maupun kelimpahan suatu individu akan mempengaruhi tinggi rendah indeks keragaman jenis (Arbi, 2012)

Indeks pemerataan jenis (j) biasanya digunakan untuk melihat pola sebaran biota, yaitu merata atau tidak (Romimohtarto dan Juwana, 1999). Secara umum nilai indeks pemerataan jenis di perairan Teluk Manado cukup merata. Jika indeks pemerataan jenis mendekati angka 1, maka komunitas tersebut dapat dikatakan stabil. Semakin kecil nilai indeks pemerataan jenis mengindikasikan bahwa penyebaran jenis tidak merata (Arbi, 2012). Secara umum nilai indeks kekayaan jenis di perairan Teluk Manado tergolong rendah. Mason *et al.* (2005) menyatakan bahwa jika nilai indeks kekayaan jenis diatas 8,57 termasuk dalam kategori tinggi.

Jenis karang jamur yang cukup mendominasi di perairan Teluk Manado yaitu *Lithophyllon repanda* dan *Lithophyllon concinna* dengan kepadatan mencapai 0,19 dan 0,16 individu/m<sup>2</sup>. Sebaran kedua jenis ini dapat ditemukan di seluruh lokasi transek bahkan hampir ditemukan di seluruh perairan di Sulawesi Utara. *Lithophyllon repanda* biasa ditemukan di rata-rata maupun lereng terumbu pada kedalaman 1-30 meter. Ukuran diameter maksimum jenis ini mencapai 23,5 cm sedangkan *Lithophyllon concinna* cukup umum ditemukan di rata-rata terumbu karang pada kedalaman 1-25 m dengan diameter maksimum mencapai 17 cm. Keduanya memiliki sebaran yang cukup luas di berbagai wilayah di dunia (Hoeksema, 1990).

## KESIMPULAN

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan di 5 stasiun penelitian ditemukan sebanyak 623 individu karang jamur yang terdiri atas 21 spesies dari 13 genus. *Lythophyllon repanda* dan *Lythophyllon concinna* merupakan spesies karang

jamur yang cukup dominan di perairan Teluk Manado. Stasiun Tongkaina memiliki kelimpahan karang jamur tertinggi yaitu mencapai 164 individu dengan estimasi tingkat kepadatan 1,64 individu /m<sup>2</sup>. Secara umum keanekaragaman jenis karang jamur di perairan Teluk Amurang berada dalam kategori rendah hingga sedang dengan kisaran nilai indeks keanekaragaman 0,99 - 1,15. Indeks pemerataan jenis karang jamur tergolong tinggi, yaitu berkisar antara 0,87 - 0,94, sedangkan indeks kekayaan jenis tergolong rendah, berkisar antara 2,23 - 3,77.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Jemmy Souhoka M.Si sebagai koordinator kegiatan penelitian DIPA Loka Konservasi Biota Laut LIPI Bitung atas kesempatan yang diberikan untuk bergabung dalam tim, serta rekan-rekan peneliti dan teknisi atas kerja sama yang baik selama penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abrar, M. 2005. Pemulihan Populasi Karang Setelah Pemutihan Di Perairan Sipora Kepulauan Mentawai, Sumatera Barat. *Widyariset*, Vol. 8, No 1, 2005.
- Arbi U.Y. 2012. Komunitas Moluska Di Padang Lamun Pantai Wori, Sulawesi Utara. *Jurnal Bumi Nusantara* (2012) 12(1) : 55-65.
- Benzoni F, R. Arrigoni, F. Stefani , B.T. Reijnen, S Montano, B.W. Hoeksema . 2012. Phylogenetic position and taxonomy of *Cycloseris explanulata* and *C. wellsi* (Scleractinia: Fungiidae): lost mushroom corals find their way home. *Contrib Zool.* 81:125-146.
- Bos A.R. & B.W. Hoeksema. 2017. Mushroom corals (Fungiidae) in the Davao Gulf, Philippines, with records of associated fish and other cryptofauna. *Raffles Bulletin of Zoology.* 65 : 198-206.
- Brower, J.E. & J.H. Zar & C.N. Ende Von. 1998. *Field and Laboratory Method for general*

- ecology*. MWC Brawn Company Publishing, IOWA : 194.
- Clifford, H.T. & W. Stephenson. 1975. *An Introduction To Numerical Classification*. Academic Press, London : 229 pp.
- Daget, J. 1976. *Les Modeles Mathematique En Ecologie*. Masson Coll. Ecoll. 8: 172 pp.
- Eleftheriou, A., McIntyre, A. 2005. *Methods for the Study of Marine Benthos*. Blackwell Science, Oxford.
- Hermanto B. 2013. Keanekaragaman karang jamur (Fungiidae) di Perairan Pulau Siladen , Minahasa Utara. *Jurnal Ilmiah Platax*. Vol. 1:(4) : 158-166.
- Hermanto B. 2013. Struktur komunitas karang jamur (Fungiidae) di perairan Kema, Sulawesi Utara. *Prosiding Seminar Tahunan ke-2 Bioteknologi Kelautan dan Perikanan..* Vol. 2 : 73-81.
- Hermanto B. 2014. Struktur komunitas karang jamur (Fungiidae) di Perairan Pulau Gangga , Sulawesi Utara. *Jurnal Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*. Vol. 40:(2), Agustus 2014.
- Hoeksema B.W. 1989. *Taxonomy, phylogeny and biogeography of mushroom corals (Scleractinia:Fungiidae)*. Zoologische verhandeligen. Leiden 254: 1–295.
- Hoeksema B.W, N.J. de Voogd. 2012. On the run: free-living mushroomcorals avoiding interaction with sponges. *Coral Reefs*. 31:455–459.
- Hoeksema, B.W. 1990. *Systemnatic and ecology of mushroom corals (Scleractinia: Fungiidae)*. PhD Thesis, University of Leiden, 471pp.
- Hoeksema, B.W. 2012. Distribution Patterns Of Mushroom Corals (Scleractinia: Fungiidae) Across The Spermonde Shelf, South Sulawesi. *The Raffles Bulletin Of Zoology* 2012 60(1): 183–212.
- Hoeksema, B.W., S.E.T. Van Der Meij & H.J.M. Fransen. 2012. The Mushroom Coral As A Habitat. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 2012, 92(4) : 647 – 663.
- Lee, C.S, J. Walford, B. P. L. Goh.2009. Adding Coral Rubble To Substrata Enhances Settlement Of Pocillopora damicornis Larvae. Nation Institute of Education, Nanyang Technological University: Singapore, *Coral Reefs* (2009) 28:529–533.
- Mampuk, F ; H. Tioho & J.D. Kusen. 2013. Distribusi Vertikal dan Kepadatan Karang Fungiidae di Perairan Malalayang. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*. vol. 1 no 1 UNSRAT.
- Mason, N.W.H., D. Mouillot, W.G. Lee & J.B. Wilson 2005. Functional richness, functional evenness and functional divergence: The primary components of functional diversity. *OIKOS* 111: 112-118.
- Mcaleece, N., Gage J.D.G., Lamshead, P.J.D., Paterson, G.L.J. (1997) *BioDiversity Professional statistics analysis software*.
- Misra, R. 1985. *Ecological Workbook*. Oxford & IBM Publ. Co., New Dehli : 224 pp.
- Richmond, Robert H. 1997. *Reproduction And Recruitment In Corals: Critical Links In The Persistence Of Reefs In Life And Death Of Coral Reefs*. Chapman and Hall 115 Fifth Avenue: New York.
- Romimohtarto, K. dan S. Juwana. 1999. *Biota Laut: Ilmu Pengetahuan Tentang Laut*. Puslitbang Oseanologi – LIPI. Jakarta: 116 hal.
- Sudiarta, I. K. 1995. Struktur komunitas biota ekosistem terumbu karang dan pemintakatan kawasan wisata bahari Pulau Lembongan, Bali. *Program Pasca Sarjana Institute Pertanian Bogor* : 215 hal.
- Suharsono 2008. *Jenis-Jenis karang di Indonesia*. Pusat Penelitian Oseanografi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. COREMAP PROGRAM, Jakarta : 372 hal.
- Sukarno, M. Hutomo, M. K. Moosa dan P. Darsono, 1981. Terumbu Karang di Indonesia. Sumberdaya, permasalahan dan pengelolaannya. Proyek Penelitian Potensi Sumberdaya Alam Indonesia. *Lembaga Oseanologi Nasional, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia*, Jakarta : 112 hal.
- Souhoka, J. 2004. Kondisi Terumbu Karang di Perairan Selat Lembeh, Sulawesi Utara. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia* 36 : 33-50.
- Souhoka, J. 2007. Sebaran dan Kondisi Karang Batu (Hard Coral) di perairan Tanjung Merah Bitung , Sulawesi Utara. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia* 33 : 393-411.
- Veron, J. N. 1986. *Coral of Australian and Indo-Pasific*. University of Hawaii Press. Honolulu : 644 pp.

## Keragaman Jenis Burung di Kawasan Air Terjun Lombongo Gorontalo Sebagai Potensi Obyek Wisata Birdwatching

Diah Irawati Dwi Arini

Balai Penelitian Pengembangan Lingkungan Hidup dan Kehutanan Manado  
Jl. Raya Tugu Adipura KimaAtas-Mapanget, Kota Manado – Sulawesi Utara 95259  
Telp: +62 812 28958880; email: [irawati.diah@gmail.com](mailto:irawati.diah@gmail.com)

### ABSTRAK

Lombongo selain dikenal memiliki panorama yang indah juga memiliki potensi keragaman burung. Potensi tersebut dapat dikembangkan sebagai obyek wisata birdwatching. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat keragaman jenis burung di sepanjang obyek wisata Lombongo serta menganalisis potensi pengembangannya. Untuk mendapatkan data keragaman burung, metode yang digunakan adalah *Indices Ponctuels d'Abundance* (IPA), analisis potensi pengembangan kawasan air terjun Lombongo sebagai wisata birdwatching digunakan analisis SWOT. Hasil penelitian menunjukkan bahwa di sepanjang track jalur wisata air terjun Lombongo dapat dijumpai setidaknya 20 jenis burung yang dapat dikelompokkan ke dalam 14 famili. *Dicrurus hottentottus* memiliki frekuensi perjumpaan tertinggi sebesar 31,58%, diikuti oleh *Dicaeum aureolimbatum* sebesar 18,42%, *Dicaeum celebicum*, *Motacilla cinerea*, dan *Aethopyga siparaja* pada urutan ketiga dengan frekuensi perjumpaan sebesar 10,53%. Nilai indeks keragaman jenis burung sebesar 2,32 dan tergolong dalam indeks keanekaragaman sedang. Berdasarkan sebarannya delapan jenis burung merupakan burung endemik, 11 jenis adalah burung penetap, satu jenis burung pengunjung/pengembara, dan satu jenis dikategorikan sebagai jenis jenis penetap dan pengunjung. Berdasarkan status konservasinya menurut IUCN 15 berstatus risiko rendah, dua hampir terancam, dua rentan dan satu genting. Tiga jenis dikategorikan dalam Appendix II CITES dan tujuh jenis merupakan burung dilindungi berdasarkan PP No. 7 Tahun 1999. Pengembangan wisata birdwatching dapat didukung dengan strategi peningkatan kemampuan SDM baik petugas maupun masyarakat lokal sebagai pemandu, perbaikan dan penambahan sarana wisata, promosi serta kerjasama dengan berbagai pihak.

**Kata kunci:** Potensi, pengembangan, SWOT, wisata, masyarakat.

### ABSTRACT

Lombongo in addition is known to have a beautiful panorama also has the potential of bird diversity. The potential can be developed as a birdwatching tourist attraction. This study aims to determine the diversity of bird species in Lombongo tourism object as well as to analyze its development potential. To obtain data of bird diversity, the method used is Ponctuels d'Abundance Indices (IPA), analysis of potential development of waterfall area Lombongo as birdwatching tour used SWOT analysis. The results showed that along the track of Lombongo waterfall tour route can be found at least 20 species of birds that can be grouped into 14 families. *Dicrurus hottentottus* had the highest encounter frequency of 31.58%, followed by *Dicaeum aureolimbatum* of 18.42%, *Dicaeum celebicum*, *Motacilla cinerea* and *Aethopyga siparaja* in third with an encounter frequency of 10.53%. The diversity index of bird species of 2.32. Based on the distribution of eight bird species are endemic, 11 species are settler, one type of visitor, and one type is categorized as type of settler and visitor. Based on its conservation status according to IUCN 15 low-risk, two are near threatened, two are vulnerable and endangered. Three types are categorized in Appendix II CITES and seven species are protected birds based on PP. 7 Year 1999. The development of birdwatching tourism can be supported by the strategy of increasing the ability of human resources both officers and local people as a guide, improvement and addition of tourism facilities, promotion and cooperation with other institution

**Keywords:** potency, development, SWOT, tourism, local people.

## PENDAHULUAN

Lombongo dikenal sebagai salah satu obyek wisata air terjun yang berada di dalam kawasan Taman Nasional Bogani Nani Wartabone, tepatnya di wilayah kerja Seksi Pengelolaan Taman Nasional Wilayah (SPTNW) I Suwawa. Selain dikenal dengan air terjunnya, Lombongo juga memiliki potensi sumber air panas yang juga dimanfaatkan sebagai obyek wisata pemandian. Namun dalam pengelolaannya objek wisata pemandian air panas Lombongo dikelola oleh Pemerintah Daerah Provinsi Gorontalo. Air terjun Lombongo memiliki tinggi 20 meter dan berjarak kurang lebih 3 km dari pintu masuk obyek wisata alam Lombongo serta dapat ditempuh dengan menyusuri jalan trail selama satu jam (BTNBNW, 2017).

Lombongo memiliki sumberdaya air yang melimpah dan yang merupakan bagian dari aliran Sungai Boliohuto. Beragam jenis vegetasi khas ekosistem hutan dataran rendah dapat dijumpai disepanjang trail menuju air terjun diantaranya *Pterospermum javanicum*, *Aiphanes caryotafolia*, *Dracontomelon dao*, *Ficus benjamina*, *Alstonia scholaris*, *Intsia bijuga*, *Diospiros celebica*, *Arenga pinnata*, dan *Calamus ornatus* (Masionu, 2014). Sedangkan untuk jenis-jenis satwaliar yang dijumpai di lokasi ini masih sangat sedikit didokumentasikan. Keanekaragaman dan keunikan satwaliar termasuk burung dapat menjadi salah satu potensi wisata alam yang juga dapat dikembangkan melalui kegiatan wisata minat khusus seperti pengamatan burung liar (*birdwatching*).

Kegiatan wisata *birdwatching* merupakan salah satu bentuk kegiatan ekowisata yang diartikan sebagai perjalanan di alam bebas dengan penekanan pada apresiasi manusia pada keindahan burung yang hidup di alam bebas di habitatnya, baik akan kemerdekaan suara, keindahan bentuk dan warna tubuh, maupun keunikan tingkah lakunya (Wisnubudi, 2007). Beberapa negara seperti Australia dan USA telah mengembangkan wisata *birdwatching* yang menjadi komponen utama dalam wisata berbasis alam serta mampu memberikan dampak positif

bagi perekonomian negara tersebut (Jones dan Buckley, 2001). Wisata pengamatan burung liar di alam merupakan salah satu wisata alam yang mulai berkembang di Indonesia sejak tahun 2000-an (Ditjend PHKA, 2010). Beberapa daerah di Indonesia menunjukkan bahwa kegiatan wisata ini menjadi semakin populer dengan banyaknya tawaran-tawaran paket-paket wisata pengamatan burung.

Dalam pengembangan wisata *birdwatching* tentunya potensi dari tempat tersebut perlu diketahui terlebih dahulu, baik informasi mengenai keragaman jenis, jenis kunci atau maskot, peluang ditemukannya jenis-jenis burung tertentu, penyebaran burung di daerah tersebut, dan perlu diketahui pula hal-hal yang menjadi obyek utama dalam kegiatan *birdwatching* seperti keunikan jenis tertentu, populasi jenis tertentu yang melimpah serta jenis-jenis migran. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji keragaman jenis burung di jalur wisata air terjun Lombongo yang harapannya dapat menjadi sebagai sumber informasi serta melakukan analisis terhadap potensi dan peluang dalam pengembangan wisata alam Lombongo untuk kegiatan *birdwatching* nantinya.

## BAHAN DAN METODE

### Waktu dan Lokasi

Penelitian dilaksanakan pada Bulan Desember 2015 yang dilaksanakan di sepanjang trail wisata Air Terjun Lombongo yaitu sepanjang 3 km dari pintu masuk obyek wisata pemandian air panas Lombongo, dan berada pada ketinggian tempat 80 – 200 mdpl. Kawasan wisata ini secara administrasi masuk ke dalam Desa Lombongo, Kec. Suwawa, Kab. Bone Bolango Propinsi Gorontalo. Peta lokasi penelitian disajikan dalam Gambar 1.

### Bahan dan Alat

Bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas binokuler, kamera, stopwatch, buku Panduan Lapangan Burung-

Burung di Kawasan Wallacea (Coates & Bishop, 2000), serta alat tulis menulis.

### Metode Penelitian

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini adalah jenis burung, jumlah individu, aktivitas burung, penggunaan habitat, dan kondisi habitat secara umum. Pengamatan terhadap potensi burung di jalur trail air terjun Lombongo dilakukan dengan menggunakan metode IPA (*Indices Ponctuels d'Abundance*) dengan pertimbangan bahwa habitat di lokasi penelitian tergolong rapat dan sesuai untuk penelitian burung yang tidak banyak berpindah (Bibby *et al.*, 2000). Waktu pengamatan yang dipergunakan untuk masing-masing titik adalah 20 menit dengan radius observasi 50 meter, jarak antar titik pengamatan adalah 100 meter sehingga diperoleh sebanyak 19 titik pengamatan. Pengamatan burung dilaksanakan pada pukul 06.00 – 15.00 WITA dan pengulangan dilakukan sebanyak dua kali. Selain mengumpulkan data mengenai keragaman jenis burung sebagai salah satu potensi untuk pengembangan, dilakukan juga pengambilan data mengenai potensi-potensi, tantangan serta permasalahan yang ada secara langsung di lapangan dan juga berdiskusi dengan petugas lapangan.

### Analisa Data

Data diolah dan dianalisis untuk menghasilkan informasi frekuensi perjumpaan relatif (FR), kelimpahan relatif (FR) dan indeks keanekaragaman shannon ( $H'$ ). Perhitungan frekuensi perjumpaan ( $F_i$ ), Indeks Kelimpahan Relatif (IKR) menggunakan rumus sebagai berikut:

$$F_i = \frac{\text{Jumlah stasiun dimana jenis ke - i teramati}}{\text{Jumlah semua stasiun pengamatan}} \times 100\%$$

$$IKR = \frac{\text{Jumlah individu suatu jenis (ni)}}{\text{Jumlah total individu yang ditemukan (N)}} \times 100\%$$

Indeks keanekaragaman jenis menggunakan rumus Shannon dan Wiener ( $H'$ ):

$$H' = - \sum \frac{n_i}{N} \ln \frac{n_i}{N}$$

$H'$  = Indeks Shannon-Wiener;  $n_i$  = jumlah individu masing-masing jenis;  $N$  = jumlah total individu semua jenis. Tingkat keanekaragaman

ditentukan berdasarkan indeks keanekaragaman jenis ( $H'$ ) dengan kriteria Barbour *et al.* (1987) sebagai berikut : keanekaragaman jenis tinggi jika  $H' > 3$ , keanekaragaman jenis sedang jika  $2 < H' < 3$ , dan rendah jika  $0 < H' < 2$ .

Untuk melakukan kajian terhadap potensi/peluang serta tantangan yang dihadapi dalam pengembangan Lombongo sebagai potensi wisata *birdwatching* menggunakan analisis SWOT. SWOT merupakan salah satu metode yang menggambarkan kondisi dan mengevaluasi suatu masalah yang berdasarkan faktor internal (dalam) dan faktor eksternal (luar). Faktor internal terdiri atas *Strenghts* (kelebihan, potensi), yaitu faktor yang dianggap sebagai keunggulan dalam potensi wisata *birdwatching* dan *Weakness* (kelemahan) yaitu faktor penghambat potensi wisata *birdwatching*. Sedangkan faktor eksternal terdiri atas faktor *Opportunity* (peluang) yaitu faktor dari luar lingkup kawasan yang dapat mendukung wisata *birdwatching* dan *Threats* (ancaman, gangguan) yaitu faktor dari luar kawasan yang dapat menghambat potensi wisata *birdwatching* baik yang bersifat ekonomi, sosial, dan budaya. Strategi S-O bersifat agresif yaitu optimalisasi potensi dan peluang. Strategi S-T bersifat berbenah diri yaitu mengatasi kelemahan. Strategi W-O bersifat diversifikasi yaitu memanfaatkan kekuatan untuk meminimalkan ancaman. Sementara strategi W-T bersifat defensif yaitu mengurangi kelemahan dan menghindari adanya ancaman (Hidayat *dkk.*, 2012).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Kekayaan dan Keragaman Jenis Burung

Hasil pengamatan di 19 titik sepanjang jalan trail menuju obyek wisata Lombongo teridentifikasi sebanyak 20 jenis burung yang dapat dikategorikan dalam 14 famili (Tabel 1). Famili Alcedinae dan Dicaeidae teridentifikasi memiliki jumlah jenis yang paling banyak dijumpai selama pengamatan yaitu masing-masing tiga jenis. Hal ini didukung oleh kondisi habitat yaitu perairan/sungai dan daerah peralihan antara hutan dan kebun sehingga jenis-jenis ini

yang lebih banyak ditemukan. Jenis dari famili Alcediidae terdiri atas *Ceyx fallax*, *Halcyon coromanda*, dan *Halcyon chloris*. Jenis dari famili Dicaeidae terdiri atas *Dicaeum aureolimbatum*, *Dicaeum celebicum*, dan *Dicaeum nehrkoni*. Anggota famili Bucerotidae dan Nectariniidae berada pada urutan kedua jumlah jenis yang banyak dijumpai masing-masing dua jenis yaitu *Penelopides exarhatus* dan *Rhyticeros cassidix* untuk famili Bucerotidae, *Aethopyga siparaja*, dan *Nectarinia aspasia* dari famili Nectariniidae.

Pengamatan yang dilakukan dalam dua kali ulangan menunjukkan jumlah individu burung meningkat pada pengamatan kedua namun jumlah jenis yang teramati tetap yaitu sebanyak 14 jenis. Pengamatan pertama menunjukkan jumlah individu burung sebanyak 32 dan pengamatan kedua menunjukkan jumlah individu yang teramati sebanyak 40 individu. Frekuensi perjumpaan (*Fi*) menunjukkan bahwa jenis *Dicrurus hottentottus* atau Srigunting jambul rambut memiliki frekuensi perjumpaan tertinggi sebesar 31,58%, diikuti oleh jenis *Dicaeum aureolimbatum* atau Cabai panggul kuning sebesar 18,42%, *Dicaeum celebicum*, *Motacilla cinerea* dan *Aethopyga siparaja* pada urutan ketiga dengan frekuensi perjumpaan sebesar 10,53%. Berdasarkan nilai Indeks Kelimpahan Relatif (IKR) menunjukkan spesies *Dicrurus hottentottus* memiliki nilai IKR tertinggi yaitu sebesar 17,50%, diikuti oleh jenis *Dicaeum aureolimbatum* sebesar 16,88% dan *Dicaeum celebicum* sebesar 11,25%. Nilai indeks keanekaragaman Shannon-Wiener di sepanjang jalur trail air terjun Lombongo menunjukkan nilai 2,32 yang menurut Barbour *et al.* (1987) berarti tergolong dalam indeks keanekaragaman sedang.

Salah satu alasan yang mendukung suatu kawasan menjadi menarik untuk dikunjungi adalah keberadaan atraksi yang menonjol seperti satwa liar yang menarik atau khas di tempat tertentu (MacKinnon *et al.*, 2010). Oleh

karenanya jenis burung yang dapat dijadikan sebagai atraksi wisata *birdwatching* dapat dilakukan berdasarkan pada ketertarikan pengunjung, status konservasi, endemisitas, keunikan perilaku, maupun keberadaannya dari tahun ke tahun. Pulau Sulawesi sendiri merupakan pulau yang dikenal sebagai surganya burung endemik, jumlahnya diperkirakan sekitar 84 jenis dari 233 jenis burung yang ada di Sulawesi dan 32% dari jumlah seluruh burung endemik yang ada di Indonesia (Tasirin, 2017). Berdasarkan sebarannya terdapat delapan jenis burung merupakan burung endemik Sulawesi dan terdapat satu jenis yang memiliki sebaran sangat terbatas yaitu burung Sikatan matinan (*Cyornis sanfordi*). Sebanyak 11 jenis adalah burung penetap, satu jenis burung pengunjung/pengembara yaitu Kicuit batu (*Motacilla cinerea*) dan satu jenis dikategorikan sebagai jenis jenis penetap dan pengunjung yaitu Cekakak merah (*Halcyon coromanda*).

Sebanyak 20 jenis burung yang ditemui pada saat pengamatan berdasarkan kategori *Red List* IUCN menunjukkan bahwa sebanyak 15 jenis dikategorikan berstatus Risiko Rendah (Least Concern), dua jenis berstatus Hampir terancam (*Near Threatened*) yaitu Elang alap kecil (*Accipiter nanus*) dan Udang merah Sulawesi (*Ceyx fallax*), dua jenis berstatus Rentan (*Vulnerable*) yaitu Kangkareng Sulawesi (*Penelopides exarhatus*) dan Julang Sulawesi (*Rhyticeros cassidix*) dan satu jenis dikategorikan sebagai jenis yang berstatus Genting (*Endangered*) yaitu Sikatan matinan (*Cyornis sanfordi*).

Sebanyak tiga jenis burung masuk dalam Appendix II CITES yang artinya spesies yang tidak terancam kepunahan namun mungkin akan terancam punah apabila perdagangan terus berlanjut tanpa adanya pengaturan yaitu Elang alap kecil (*Accipiter nanus*), Kangkareng Sulawesi (*Penelopides exarhatus*), dan Julang Sulawesi (*Rhyticeros cassidix*).

Tabel 1. Jenis Burung Yang Dijumpai Di Sepanjang Trail Wisata Air Terjun Lombongo

| No                   | Suku dan Nama Latin          | Nama Lokal               | Nama Inggris                 |
|----------------------|------------------------------|--------------------------|------------------------------|
| <b>Accipitridae</b>  |                              |                          |                              |
| 1                    | <i>Accipiter nanus</i>       | Elang-alap kecil         | Dwarf sparrowhawk            |
| <b>Alcedinidae</b>   |                              |                          |                              |
| 2                    | <i>Ceyx fallax</i>           | Udang merah sulawesi     | Sulawesi dwarf kingfisher    |
| 3                    | <i>Halcyon coromanda</i>     | Cekakak merah            | Ruddy kingfisher             |
| 4                    | <i>Halcyon chloris</i>       | Cekakak sungai           | White-collared Kingfisher    |
| <b>Apodidae</b>      |                              |                          |                              |
| 5                    | <i>Collocalia esculenta</i>  | Walet sapi               | Glossy Swiftlet              |
| <b>Bucerotidae</b>   |                              |                          |                              |
| 6                    | <i>Penelopides exarhatus</i> | Kangkareng sulawesi      | Sulawesi dwarf hornbil       |
| 7                    | <i>Rhyticeros cassidix</i>   | Julang sulawesi          | Knobbed hornbill             |
| <b>Dicaeidae</b>     |                              |                          |                              |
| 8                    | <i>Dicaeum aureolimbatum</i> | Cabai panggul-kuning     | Yellow-sided flowerpecker    |
| 9                    | <i>Dicaeum celebicum</i>     | Cabai panggul-kelabu     | Grey-sided flowerpecker      |
| 10                   | <i>Dicaeum nehrkoni</i>      | Cabai sulawesi           | Crimson-crowned flowerpecker |
| <b>Dicruridae</b>    |                              |                          |                              |
| 11                   | <i>Dicrurus hottentottus</i> | Srigunting jambul-rambut | Hair-crested drongo          |
| <b>Monarchidae</b>   |                              |                          |                              |
| 12                   | <i>Hypothymis azurea</i>     | Kheicap ranting          | The black-naped monarch      |
| <b>Motacillidae</b>  |                              |                          |                              |
| 13                   | <i>Motacilla cinerea</i>     | Kicuit batu              | Grey wagtail                 |
| <b>Muscicapidae</b>  |                              |                          |                              |
| 14                   | <i>Cyornis sanfordi</i>      | Sikatan matinan          | Matinan blue flycatcher      |
| <b>Nectariniidae</b> |                              |                          |                              |
| 15                   | <i>Aethopyga siparaja</i>    | Burung madu sepah raja   | Crimson sunbird              |
| 16                   | <i>Nectarinia aspasia</i>    | Burung madu hitam        | Black sunbird                |
| <b>Oriolidae</b>     |                              |                          |                              |
| 17                   | <i>Oriolus chinensis</i>     | Kepudang kuduk hitam     | Black-naped oriole           |
| <b>Rallidae</b>      |                              |                          |                              |
| 18                   | <i>Gallirallus torquatus</i> | Mandar padi zebra        | Barred rail                  |
| <b>Stenostiridae</b> |                              |                          |                              |
| 19                   | <i>Culicicapa helianthea</i> | Sikatan matari           | Citrine Canary-flycatcher    |
| <b>Zosteropidae</b>  |                              |                          |                              |
| 20                   | <i>Zosterops atriformis</i>  | Kacamata dahi hitam      | Black-crowned white-eye      |

Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 7 Tahun 1999 yang mengatur tentang Pengawetan Jenis Tumbuhan dan Satwa sebanyak tujuh jenis burung teridentifikasi sebagai burung yang dilindungi termasuk di dalamnya adalah jenis dari famili Accipitridae atau bangsa elang dan alap-alap, famili Alcedinidae atau burung udang/raja udang, famili Bucerotidae (julang,

rangkong dan enggang) dan famili Nectariniidae atau burung madu. Jenis burung, status konservasi dan sebarannya secara lengkap disajikan dalam Tabel 2.

Terdapat jenis-jenis burung yang konsisten hadir di setiap pengamatan yaitu Cekakak sungai (*Halcyon chloris*), Cabai panggul-kuning (*Dicaeum aureolimbatum*), Cabai panggul-kelabu

(*Dicaeum celebicum*), Cabai sulawesi (*Dicaeum nehrkoni*), Srigunting jambul-rambut (*Dicrurus hottentottus*), Burung madu sepah raja (*Aethopyga siparaja*), dan Kicuit batu (*Motacilla cinerea*). Sulawesi memiliki tiga jenis burung cabai endemik dan ketiga jenis tersebut dapat di jumpai di sepanjang trail menuju air terjun Lombongo. Burung cabai berukuran kecil dan sangat gesit, memiliki warna-warna cerah, serta dapat dibedakan antara jantan dan betina, sangat menyukai daerah tepian hutan, hutan sekunder hingga lahan budidaya namun untuk jenis Cabai Sulawesi termasuk jarang dijumpai (Kutilang Indonesia, 2012c, 2012d, dan 2012e).

Jalur trail air terjun Lombongo juga menghadirkan Famili Bucerotidae yang terdiri dari dua jenis endemik Sulawesi yaitu Kangkareng Sulawesi (*Penelopides exarhatus*) dan Julang Sulawesi (*Rhyticeros cassidix*), Julang Sulawesi menggunakan kawasan hutan

Lombongo sebagai tempat persinggahan atau tempat mencari makan pada pucuk-pucuk pohon yang berbuah. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa Kangkareng Sulawesi lebih jarang dijumpai dibandingkan dengan Julang Sulawesi di dalam kawasan hutan Lombongo. Kutilang Indonesia (2013a) menjelaskan bahwa Kangkareng Sulawesi hidup di hutan primer atau tepi hutan juga hutan sekunder yang tinggi. Penelitian Bamotiwa dkk. (2014) di kawasan hutan lindung Desa Ensa, Morowali Utara menemukan adanya asosiasi yang kuat antara Julang Sulawesi dengan beberapa jenis pohon penghasil buah seperti pohon beringin (*Ficus* spp.), Nantu dan Malapoga. Menurut O'Brien (1997) sekitar 84,6% pakan untuk jenis-jenis burung hornbills adalah buah dari jenis *Ficus* spp., *Alstonia sumatrana*, *Chisocheton kingii*, *Canarium hirsutum*, *Polyalthia glauca*, dan *Cananga odorata*.

Tabel 2. Jenis Burung Berdasarkan Status Persebaran Dan Konservasi

| No | Nama Spesies                 | Distribusi  | Status konservasi |       |                     | Kehadiran dalam pengamatan |    |
|----|------------------------------|-------------|-------------------|-------|---------------------|----------------------------|----|
|    |                              |             | IUCN              | CITES | PP No. 7 Tahun 1999 | I                          | II |
| 1  | <i>Accipiter nanus</i>       | E (S)       | NT                | II    | √                   | √                          |    |
| 2  | <i>Ceyx fallax</i>           | E (S)       | NT                | -     | √                   | √                          |    |
| 3  | <i>Halcyon coromanda</i>     | < R, V      | LC                | -     | √                   |                            | √  |
| 4  | <i>Halcyon chloris</i>       | < R >       | LC                | -     | √                   | √                          | √  |
| 5  | <i>Collocalia esculenta</i>  | < R >       | LC                | -     | -                   |                            | √  |
| 6  | <i>Penelopides exarhatus</i> | E (S)       | VU                | II    | √                   | √                          |    |
| 7  | <i>Rhyticeros cassidix</i>   | E (S)       | VU                | II    | √                   | √                          |    |
| 8  | <i>Dicaeum aureolimbatum</i> | E (S)       | LC                | -     | -                   | √                          | √  |
| 9  | <i>Dicaeum celebicum</i>     | E (S, Sula) | LC                | -     | -                   | √                          | √  |
| 10 | <i>Dicaeum nehrkoni</i>      | E (S)       | LC                | -     | -                   | √                          | √  |
| 11 | <i>Dicrurus hottentottus</i> | < R         | LC                | -     | -                   | √                          | √  |
| 12 | <i>Hypothymis azurea</i>     | < R         | LC                | -     | -                   |                            | √  |
| 13 | <i>Motacilla cinerea</i>     | < V >       | LC                | -     | -                   | √                          | √  |
| 14 | <i>Cyornis sanfordi</i>      | E (SulUt)   | EN                | -     | -                   |                            | √  |
| 15 | <i>Aethopyga siparaja</i>    | < R         | LC                | -     | √                   | √                          | √  |
| 16 | <i>Nectarinia aspasia</i>    | R >         | LC                | -     | √                   |                            | √  |
| 17 | <i>Oriolus chinensis</i>     | < R         | LC                | -     | -                   |                            | √  |
| 18 | <i>Gallirallus torquatus</i> | < R >       | LC                | -     | -                   | √                          |    |
| 19 | <i>Culicicapa helianthea</i> | < R         | LC                | -     | -                   | √                          |    |
| 20 | <i>Zosterops atrifrons</i>   | R >         | LC                | -     | -                   | √                          | √  |

Keterangan:

E : Endemik sampai kawasan Wallacea; R: Penetap (ada sepanjang tahun dan berbiak);

V : Pengunjung, tidak berbiak, jenis pengembara; <: Juga ada di sebelah barat atau utara kawasan Wallacea; >: Juga ada di sebelah timur atau selatan kawasan Wallacea; NT: *Near Threatened*/Hampir terancam; VU: *Vulnerable*/Rentan; LC: *Least Concern*/Risiko Rendah; EN: *Endangered*/Genting.

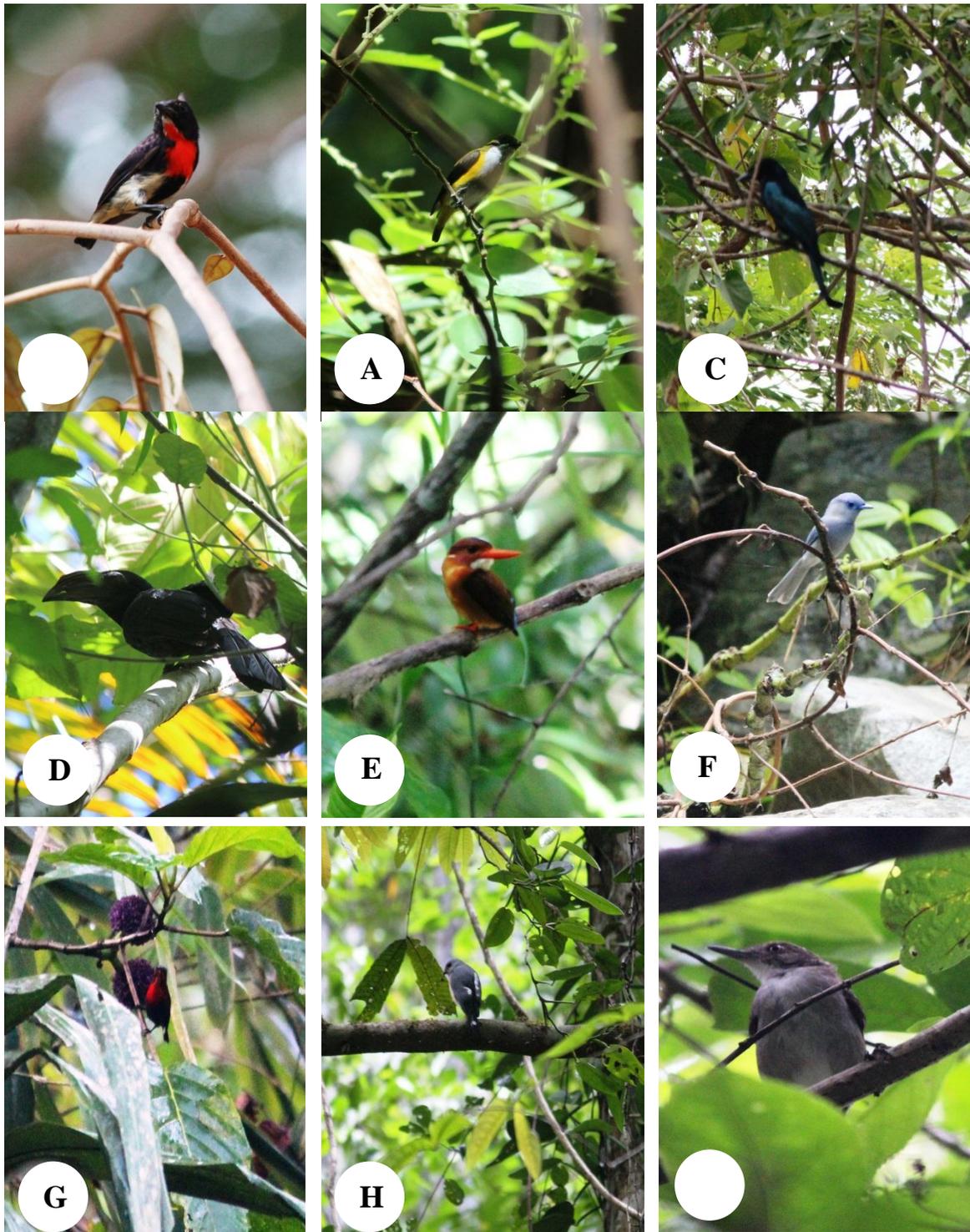
Elang alap kecil (*Accipiter nanus*) merupakan satu-satunya jenis dari famili Accipitridae yang dijumpai dalam pengamatan. Menurut Kutilang Indonesia (2011a) jenis ini hidup di daerah pegunungan dan perbukitan, penyendiri atau terkadang berpasangan, memiliki perilaku sering bersembunyi di vegetasi atau diantara pepohonan yang rapat. Sebaran jenis ini hanya terdapat Sulawesi dan Buton bagian Timur. Udang merah Sulawesi (*Ceyx fallax*) merupakan penghuni hutan primer namun juga kadang ditemukan di hutan sekunder yang tinggi hingga ketinggian 1000 mdpl (Kutilang Indonesia, 2012a). Cekakak merah (*Halcyon coromanda*) merupakan ras penetap tidak umum, menghuni aliran sungai sekitar hutan (Coates dan Bishop, 2000). Kehadiran jenis burung dari famili Alcedinidae di suatu ekosistem terutama perairan dan lahan basah dapat dijadikan suatu indikator bagi sehat atau tidaknya suatu lingkungan. Wihardandi (2013) menjelaskan bahwa lingkungan yang tercemar terutama ekosistem sungai atau danau akan mempengaruhi keberadaannya bahkan hilangnya sumber pakan bagi jenis burung famili Alcedinidae yaitu ikan dan udang-udang kecil. Selain jenis burung dari famili Alcedinidae, famili Nectariniidae juga dilindungi oleh pemerintah Indonesia. Burung-burung madu berperan penting bagi proses penyerbukan. Dalam pengamatan di sepanjang trail air terjun Lombongo dijumpai dua jenis burung madu yaitu Burung madu sepahraja (*Aethopyga siparaja*) dan burung madu hitam (*Nectarinia aspasia*).

Srigunting jambul rambut (*Dicrurus hottentottus*) merupakan jenis burung yang memiliki frekuensi perjumpaan cukup tinggi di sepanjang trail air terjun Lombongo. Jenis burung dengan penampilan hampir mirip dengan burung gagak hutan namun ukuran tubuhnya lebih kecil. Srigunting jambul rambut sering terlihat hadir bersama-sama dengan spesies lain seperti Kadalan Sulawesi (*Phaenicophaeus calyrorhynchus*), Bubut Sulawesi (*Centropus celebensis*) bahkan monyet Sulawesi (*Macaca nigra* dan *M. nigrecens*).

Hubungan antar spesies ini menurut Munandi (2015) dijelaskan sebagai simbiosis komensalisme dimana saat burung Srigunting, Kadalan Sulawesi maupun Bubut Sulawesi mencari pakan berupa serangga, kumbang ataupun rayap akan didapatkan dari monyet yang bergerak dari ranting ke ranting. Burung-burung tersebut mengikuti dari belakang untuk menyergap serangga yang terbang akibat terganggu oleh gerakan monyet yang menggoyang ranting. Kehicap ranting (*Hypothymis azurea*) adalah jenis dengan warna yang menarik, jantan berwarna biru keabu-abuan sedangkan betina lebih kusam dengan sayap dan ekor berwarna cokelat kusam (Bishop dan Coates, 2000). Aktif dibagian bawah hutan sendirian ataupun berpasangan. Jenis ini mudah di jumpai di hutan dataran rendah, hutan sekunder, lahan budidaya, semak belukar, hutan perbukitan hingga pada ketinggian 900 m dpl. Memiliki kebiasaan bersarang di percabangan pohon, berbentuk mangkuk kecil yang tersusun dari serat dan lumut (Kutilang Indonesia, 2012d). Sikatan matinan (*Cyornis sanfordi*) adalah jenis burung yang dikategorikan *Vulnerable* atau rentan dan kemungkinan memiliki sebaran yang sempit yaitu di bagian utara Pulau Sulawesi. Jenis ini termasuk burung penetap yang jarang dijumpai di kawasan berhutan. Memilih habitat hutan primer pegunungan dan sering mengunjungi tajuk bagian bawah dan atas pohon yang tinggi maupun sedang.

## **B. Pengembangan Wisata Birdwatching Air Terjun Lombongo**

Wisata alam dijelaskan sebagai suatu kegiatan perjalanan atau sebagian dari kegiatan tersebut dilakukan secara sukarela dan hanya bersifat sementara yang tujuannya untuk menikmati keunikan alam. Wisata alam dapat dilakukan di beberapa kawasan baik konservasi maupun non konservasi seperti taman nasional, taman hutan raya, taman wisata alam, taman buru, hutan lindung maupun hutan produksi (Direktorat Wisata Alam dan Pemanfaatan Jasa Lingkungan, 2002).



Gambar 1. Ragam Jenis Burung Yang Dijumpai Di Sepanjang Jalur Trai Air Terjun Lombongo (a). Cabai Panggul Kelabu (*Dicaeum celebicum*); (b). Cabai Panggul Kuning (*Dicaeum aureolimbatum*); (c). Srigunting Jambul Rambut (*Dicrurus hottentottus*); (d). Kangkareng Sulawesi (*Penelopides exarhatus*); (e). Udang Merah Sulawesi (*Ceyx fallax*); (f). Kehicap Ranting (*Hypothymis azurea*); (g). Burung Madu Sepah Raja (*Aethopyga siparaja*); (h). Elang Alap Kecil (*Accipiter nanus*); (i). Sikatan Matinan (*Cyornis sanfordi*).

Lebih lanjut, Rahardjo (2000) menjelaskan bahwa wisata alam mengandung beberapa prinsip yaitu wisata alam adalah kegiatan yang langsung kontak dengan alam, pengalaman secara pribadi maupun sosial, wisata alam bukan *mass tourism*, memiliki tantangan fisik dan mental, berinteraksi dengan masyarakat dan belajar budaya setempat, adaptif terhadap kondisi pedesaan, toleran terhadap ketidaknyamanan, partisipasi aktif, keamanan lebih diutamakan dibandingkan kenyamanan.

### C. Pengembangan Wisata Birdwatching Air Terjun Lombongo

Wisata alam dijelaskan sebagai suatu kegiatan perjalanan atau sebagian dari kegiatan tersebut dilakukan secara sukarela dan hanya



Gambar 2. Potensi Wisata Air Terjun Lombongo

Dalam menyusun strategi pengembangan pengetahuan tentang potensi, kelemahan, peluang dan ancaman perlu diketahui. Lombongo memiliki potensi wisata alam yang layak untuk dikembangkan, tidak hanya air terjun dan pemandian air panas, panorama alam juga keragaman jenis flora dan fauna juga tidak kalah menariknya. Aksesibilitas yang mudah dijangkau, sarana yang cukup tersedia bagi pengunjung seperti jalur tracking wisata dan *gazebo* yang ada disepanjang jalan dapat digunakan sebagai tempat beristirahat. Beberapa hal yang menjadi kelemahan dalam pengembangan Lombongo untuk wisata birdwatching diantaranya kurangnya SDM yang

bersifat sementara yang tujuannya untuk menikmati keunikan alam. Wisata alam dapat dilakukan di beberapa kawasan baik konservasi maupun non konservasi seperti taman nasional, taman hutan raya, taman wisata alam, taman buru, hutan lindung maupun hutan produksi (Direktorat Wisata Alam dan Pemanfaatan Jasa Lingkungan, 2002). Lebih lanjut, Rahardjo (2000) menjelaskan bahwa wisata alam mengandung beberapa prinsip yaitu wisata alam adalah kegiatan yang langsung kontak dengan alam, pengalaman secara pribadi maupun sosial, wisata alam bukan *mass tourism*, memiliki tantangan fisik dan mental, berinteraksi dengan masyarakat dan belajar budaya setempat, adaptif terhadap kondisi pedesaan, toleran terhadap ketidaknyamanan, partisipasi aktif, keamanan lebih diutamakan dibandingkan kenyamanan.



terlatih sebagai pemandu wisata baik petugas dari TNBNW dan masyarakat sekitar, rusaknya beberapa fasilitas seperti jembatan dan kurang optimalnya pos penjagaan. Berdasarkan analisis SWOT beberapa strategi yang dapat disusun untuk pengembangan potensi Lombongo sebagai wisata birdwatching sebagai berikut:

#### **Strategi S-O (kekuatan dan peluang)**

Berdasarkan kekuatan dan peluang yang ada startegi yang dapat dilakukan adalah dengan mengoptimalkan potensi yang telah ada yaitu dengan mempertahankan ekosistem yang telah ada beserta keanekaragaman hayati di dalamnya, potensi ditemukannya jenis burung baru baik

diurnal maupun nokturnal di kawasan air terjun Lombongo menjadi satu tantangan bagi kegiatan penelitian sehingga sangat diperlukan keterlibatan lembaga-lembaga penelitian, akademisi maupun dari pihak TNBNW sendiri untuk melakukan inventarisasi. Kerjasama antar berbagai pihak dipandang perlu sebagai upaya pengembangan wisata. Data-data yang telah ada dan terinventarisasi juga perlu dilanjutkan dengan kegiatan monitoring. Mengenalkan wisata birdwatching Lombongo melalui promosi kepada masyarakat.

#### ***Strategi W-O (kelemahan dan peluang)***

Pembinaan dan pelatihan merupakan salah satu cara untuk meningkatkan kapasitas sumber daya manusia. Pelatihan menjadi pemandu wisata birdwatching dapat dilakukan kepada para petugas lapangan dan masyarakat sekitar. Perbaikan sarana dan fasilitas perlu dilakukan mengingat kondisinya yang saat ini kurang terawat seperti rumah peristirahatan, jembatan dan menambah sarana informasi seperti plang informasi jenis-jenis burung dan informasi lainnya. Pengoptimalan fungsi pos penjagaan sebagai salah satu sumber informasi. Penyediaan peralatan seperti binokuler, monokuler, dan buku panduan indentifikasi jenis burung perlu ada untuk menunjang kegiatan wisata birdwatching mengingat bahwa pengunjung mungkin tidak hanya dari kalangan pecinta burung/satwa tapi juga masyarakat awam yang ingin belajar dan melihat beragamnya jenis burung di sepanjang trail air terjun Lombongo.

#### ***Strategi S-T (kekuatan dan ancaman)***

Perubahan habitat maupun konversi hutan adalah salah satu ancaman bagi perubahan komposisi keragaman burung. Burung sangat bergantung pada pohon hutan sebagai tempat hidup, menyediakan pakan, sebagai tempat bersarang dan sebagainya. Pembinaan serta penyuluhan kepada masyarakat merupakan salah satu jalan untuk menumbuhkan kesadaran konservasi dan rasa memiliki alam sekitar juga dalam pengelolaannya pihak taman nasional

mengajak para masyarakat untuk berperan aktif mulai dari penyusunan rencana hingga pada implementasinya. Pihak-pihak terkait lembaga-lembaga lokal, akademisi dan pemerintah daerah juga perlu dilibatkan dalam perencanaan pengelolaan wisata birdwatching.

#### ***Strategi W-T (kelemahan dan ancaman)***

Bencana alam menjadi salah satu ancaman bagi pengembangan wisata alam. Identifikasi daerah-daerah yang rawan bencana adalah salah satu solusi untuk menjamin keselamatan bagi pengunjung. Informasi penting juga bisa diperoleh dari masyarakat lokal melalui pengetahuannya mengenai gejala-gejala alam ataupun larangan-larangan yang diyakini oleh masyarakat sekitar. Penyuluhan mengenai satwa-satwa yang dilindungi terutama burung juga menjadi satu strategi yang cukup penting.

## **KESIMPULAN DAN SARAN**

### **A. Kesimpulan**

Hasil pengamatan terhadap keragaman jenis burung di sepanjang jalur wisata Lombongo setidaknya dapat dijumpai sebanyak 20 jenis burung dan memiliki potensi untuk ditemukannya lebih banyak jenis burung. Pengembangan wisata birdwatching di Lombongo dapat dilakukan melalui berbagai cara seperti peningkatan SDM baik petugas di lapangan maupun masyarakat lokal sebagai pemandu, perbaikan, dan penambahan sarana dan prasarana wisata termasuk peralatan, papan informasi, kegiatan promosi, serta kerjasama dengan berbagai pihak.

### **B. Saran**

Kawasan wisata air terjun lombongo memiliki potensi besar untuk dikembangkan sebagai wisata birdwatching. Keterlibatan berbagai pihak termasuk dengan masyarakat sekitar diperlukan.

Tabel 3. Matrik SWOT

|                  |   |  |
|------------------|---|--|
|                  | <b>Internal</b>   | <b>Eksternal</b>   |
| <b>Internal</b>  | <p><b>Kekuatan (<i>Strenghts</i>)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Terdapat jenis burung endemik dan di lindungi</li> <li>2. Berpotensi dijumpai lebih banyak jenis burung (diurnal maupun nokturnal)</li> <li>3. Ekosistem terjaga</li> <li>4. Panorama wisata air terjun dan air panas</li> <li>5. Aksesibilitas mudah dijangkau</li> <li>6. Sarana prasarana (jalan track &amp; gazebo) tersedia</li> <li>7. Berpotensi menjadi lokasi wisata <i>birdwatching</i> dan wisata edukasi</li> </ol> <p><b>Strategi S-O</b><br/>                     Mengoptimalkan potensi dan peluang yang telah teridentifikasi, kegiatan penelitian masih perlu dilanjutkan untuk menemukan lebih banyak jenis burung terutama jenis-jenis diurnal dan nokturnal untuk menambah keragaman jenis burung, monitoring potensi flora dan fauna (burung), konservasi jenis dan ekosistem, serta pemeliharaan fasilitas yang sudah ada, serta menjalin kerjasama dengan para pihak</p> <p><b>Strategi S-T</b><br/>                     Dalam penyusunan rencana pengelolaan melibatkan para pihak terutama masyarakat sekitar kawasan, lembaga swadaya masyarakat lokal, pemerintah daerah dan lembaga-lembaga penelitian maupun akademisi</p> | <p><b>Kelemahan (<i>Weakness</i>)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. SDM sebagai pemandu <i>birdwatching</i> kurang</li> <li>2. Kurangnya sarana promosi (seperti papan promosi dan informasi)</li> <li>3. Kurang terpeliharanya pos penjagaan</li> <li>4. Rusaknya jembatan</li> <li>5. Pelibatan masyarakat sekitar kurang</li> <li>6. Peralatan untuk wisata <i>birdwatching</i> belum tersedia</li> </ol> <p><b>Strategi W-O</b><br/>                     Pelatihan petugas lapangan TNBNW maupun masyarakat sekitar sebagai pemandu wisata <i>birdwatching</i>, perbaikan sarana dan pembangunan sarana dan prasarana yang masih kurang seperti papan informasi, perlu adanya kegiatan promosi kepada masyarakat luas mengenai wisata <i>birdwatching</i>, membuat paket-paket wisata, mengoptimalkan fungsi pos penjagaan sebagai salah satu sumber informasi bagi pengunjung, menambah fasilitas peralatan yang menunjang wisata <i>birdwatching</i> (misal binokuler, monokuler dan buku panduan identifikasi burung)</p> <p><b>Strategi W-T</b><br/>                     Pembinaan dan kerjasama dengan masyarakat untuk meningkatkan kesadaran tentang konservasi dan kepedulian serta rasa memiliki terhadap kawasan dan keanekaragaman hayati yang terkandung di dalamnya, membentuk kelompok masyarakat yang mendukung pelestarian kawasan dan kehati, melakukan identifikasi daerah-daerah yang rawan bencana</p> |
| <b>Eksternal</b> | <p><b>Peluang (<i>Opportunities</i>)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Keterlibatan masyarakat lokal dalam kegiatan wisata</li> <li>2. Potensi menarik wisata</li> <li>3. Kebijakan yang mendukung pemanfaatan ekowisata di dalam kawasan konservasi (taman nasional)</li> </ol> <p><b>Ancaman (<i>Threats</i>)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bencana alam (banjir, tanah longsor, pohon tumbang)</li> <li>2. Perubahan habitat</li> <li>3. Perburuan liar</li> <li>4. Wisatawan peminat wisata <i>birdwatching</i> masih kurang</li> </ol>   |  |

**DAFTAR PUSTAKA**

Balai Taman Nasional Bogani Nani Wartabone. 2017. Air Terjun Lombongo. <http://boganinaniwartabone.dephut.go.id/index.php/page/Air-Terjun-Lombongo>.

Bamotiwa, D., E. Labiro., dan M. Ihsan. 2014. Asosiasi Burung Julang Sulawesi (*Rhyticeros Cassidix*) dengan Jenis-Jenis Pohon di Kawasan Hutan Lindung Desa Ensa Kec. Mori Atas, Kab. Morowali Utara. *Jurnal Warta Rimba* 2 (2): 67-74.

Barbour, G.M., J.K. Burk & W.D. Pitts. 1987. *Terrestrial Plant Ecology*. New York: The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc.

Bibby C, Jones M, & Marsden S. 2000. *Teknik-Teknik Ekspedisi Lapangan: Survei Burung*. Birdlife International: Indonesia Programme. Bogor.

Coates, B.J. & K.D. Bishop. 2000. *Burung-burung di Kawasan Wallacea: Sulawesi, Maluku dan Nusa Tenggara*. BirdLife International-Indonesia Programme & Dove Publications Pty Ltd. Bogor.

[Ditjen PHKA] Direktorat Jenderal Perlindungan Hutan dan Konservasi Alam. 2010. Pemetaan jalur interpretasi wisata pengamatan burung di Resort Bama,

- SPTNW I Bekol. Jakarta: Direktorat Jenderal Perlindungan Hutan dan Konservasi.  
Direktorat Wisata Alam dan Pemanfaatan Jasa Lingkungan. 2002. *Penilaian obyek dan daya tarik wisata*. Bogor : Ditjen PHKA. Departemen Kehutanan.
- Hidayat, N.M. Wibowo, F. Riswati dan F. Humaidi. 2012. Peningkatan daya saing tenaga kerja sektor agroindustri di Indonesia melalui sertifikasi. *Jurnal Aplikasi Manajemen* 10 (2): 357-370.
- Jones, D.N & R. Buckley. 2001. *Birdwatching tourism in Australia*. Australia : Gold Coast.
- Kutilang Indonesia, 2011a. Elang Alap Kecil. <http://www.kutilang.or.id/2011/07/27/elan-g-alap-kecil/>
- Kutilang Indonesia, 2012a. Udang-merah Sulawesi. <http://www.kutilang.or.id/2012/10/23/udang-merah-sulawesi/>.
- Kutilang Indonesia. 2012c. Cabai Panggul-kuning. <http://www.kutilang.or.id/2012/04/16/cabai-panggul-kuning/>.
- Kutilang Indonesia. 2012d. Cabai Panggul-kelabu. <http://www.kutilang.or.id/2012/04/17/cabai-panggul-kelabu/>.
- Kutilang Indonesia. 2012d. Kehicap Ranting. <http://www.kutilang.or.id/2012/12/19/kehicap-ranting/>.
- Kutilang Indonesia. 2012e. Cabai Sulawesi. <http://www.kutilang.or.id/2012/04/16/cabai-sulawesi/>.
- Kutilang Indonesia. 2013a. Kangkareng Sulawesi. <http://www.kutilang.or.id/2013/03/24/kangkareng-sulawesi/>.
- Masionu, F. 2014. Hubungan Struktur Vegetasi Tegakan Pohon terhadap Nilai Konservasi Taman Nasional Bogani Nani Wartabone Sub Kawasan Lombongo. [Skripsi]. Universitas Negeri Gorontalo, Gorontalo.
- Munandi, A. 2015. Burung kadalan sulawesi : perilaku unik dan suara kicauannya. <https://omkicau.com/2015/04/23/burung-kadalan-sulawesi-perilaku-unik-dan-suara-kicauannya/>.
- O'Brian, T.G. 1997. Behavioural ecology of the North Sulawesi Taractic Hornbill *Penelopides exarhatus* during the breeding season. *Ibis* 199: 97-101.
- Rahardjo, T.S. 2000. *Konsep Dasar Pengembangan Wisata A Pemanfaatan Taman Nasional Bali Barat*. Lokakarya P Ecotourism di Taman Nasional. Bogor. Direktorat PWAHK.
- Tasirin, J. 2017. Konservasi Keaneka-an Hayati Sulawesi. <http://celebio.org/home/?q=node/11>.
- Wihardandi, A. 2013. Burung Raja-Udang Meninting: Indikator Lingkungan yang Semakin Menghilang. <http://www.mongabay.co.id/2013/06/04/burung-raja-udang-meninting-indikator-lingkungan-yang-semakin-menghilang/>.
- Wisnubudi G. 2007. Birdwatching Alternatif Pemanfaatan Atraksi Ekowisata di Taman Nasional Gunung Halimun-Salak Jawa Barat. Prosiding Seminar Nasional Burung Indonesia. Kelompok Pemerhati Burung Perenjak, Bogor, 2 Juni 2007.

## **Pola Pertumbuhan Ikan Jurung (*Tor tambra*) dari Sungai Bahorok**

**Hesti Wahyuningsih, Emita Sabri**

Departemen Biologi Fakultas MIPA Universitas Sumatera Utara  
Jl. Bioteknologi No. 1 Kampus USU Padang bulan, Medan  
Email: [hestiw\\_ningsih@yahoo.co.id](mailto:hestiw_ningsih@yahoo.co.id); HP: 08126025269

### **ABSTRAK**

Ikan jurung (*Tor tambra*) merupakan ikan lokal yang khas di Sumatera Utara. Saat ini, ikan jurung semakin diminati masyarakat untuk ditangkap dan dijual dengan harga yang cukup mahal. *Tor tambar* merupakan satu dari empat spesies *Tor* yang telah terdokumentasi dengan baik. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kepadatan dan pola pertumbuhan ikan jurung di sungai Bahorok sebagai stok ikan di alam. Sampel ikan diambil dari tiga lokasi (Stasiun) pengambilan sampel di sepanjang aliran sungai Bahorok yaitu lokasi 1 tanpa aktivitas masyarakat, lokasi 2 tempat wisata, dan lokasi 3 daerah pemukiman penduduk yang digunakan sebagai tempat mencuci, mandi dan sebagainya. Penentuan lokasi pengambilan sampel dengan menggunakan metode *Purposive sampling*. Alat tangkap yang digunakan berupa *electrofishing* yang dilakukan selama dua jam di tiap lokasi. Hasil analisis dibandingkan dengan hasil yang diperoleh pada dua tahun sebelumnya. Berdasarkan hasil penelitian pada tahun 2017 kepadatan populasi tertinggi diperoleh pada lokasi 1 sebanyak 42 ekor. Namun, jumlah ikan yang diperoleh mengalami penurunan dibandingkan 2 tahun sebelumnya. Kepadatan ikan *Tor tambra* yang diperoleh di aliran sungai Bohorok tergolong rendah dengan persentase tertinggi pada kelompok ikan kecil (PT 121-146 mm) sebesar 44,68% pada tahun 2017. Pola pertumbuhan yang diperoleh tergolong dalam alometrik negatif dengan nilai  $b < 3$ .

**Kata kunci:** kepadatan populasi, pertumbuhan ikan, *Tor tambra*

### **ABSTRACT**

*Jurung (Tor tambra) is a typical local fish in North Sumatera. Currently, jurung fishes are caught and sold at a price is quite expensive. Tor tambar is one of four well-documented Tor species. The aim of this study to analyze the density and growth patterns of jurung fish in the Bahorok river as the stock of fish in nature. Fish samples were taken from three sampling stations along the Bahorok river, ie location 1 without community activity, location 2, and location 3 residential areas used for washing, bathing etc. . Determination of sampling location by using Purposive sampling method. The fishes caught were used an electrofishing for two hours at each location. The results of the analysis were compared with the results obtained in the previous two years. Based on research results in 2017 the highest population density was obtained at location 1 of 42 individual. However, the number of fish obtained decreased compared to the previous 2 years. The density of Tor tambra obtained in Bohorok river basin was low with the highest percentage in small fish group (TL 121-146 mm) of 44.68% in 2017. The growth pattern obtained was classified in negative allometric with  $b < 3$ .*

**Keywords:** fish growth, population density, *Tor tambra*

## PENDAHULUAN

Kekayaan sumberdaya genetik ikan air tawar yang ada di Indonesia merupakan potensi besar untuk pengembangan budi daya ikan. Di Pulau Sumatera diketahui terdapat 232 jenis ikan air tawar dari golongan suku primer dengan 30 jenis ikan yang bersifat endemik (Kotellat *et al.*, 1993). Beberapa ikan air tawar asli Sumatera yang belum dapat dibudidayakan secara maksimal diantaranya adalah ikan dari genus *Tor*. Beberapa spesies dari genus *Tor* ini yang tersebar di pulau Sumatera, yaitu *Tor douronensis*, *Tor tambroides*, *Tor tambra* dan *Tor soro* (De Silva *et al.*, 2004). Ikan jurung (*Tor tambra*) merupakan satu dari empat jenis *Tor* yang ada di sungai Bahorok.

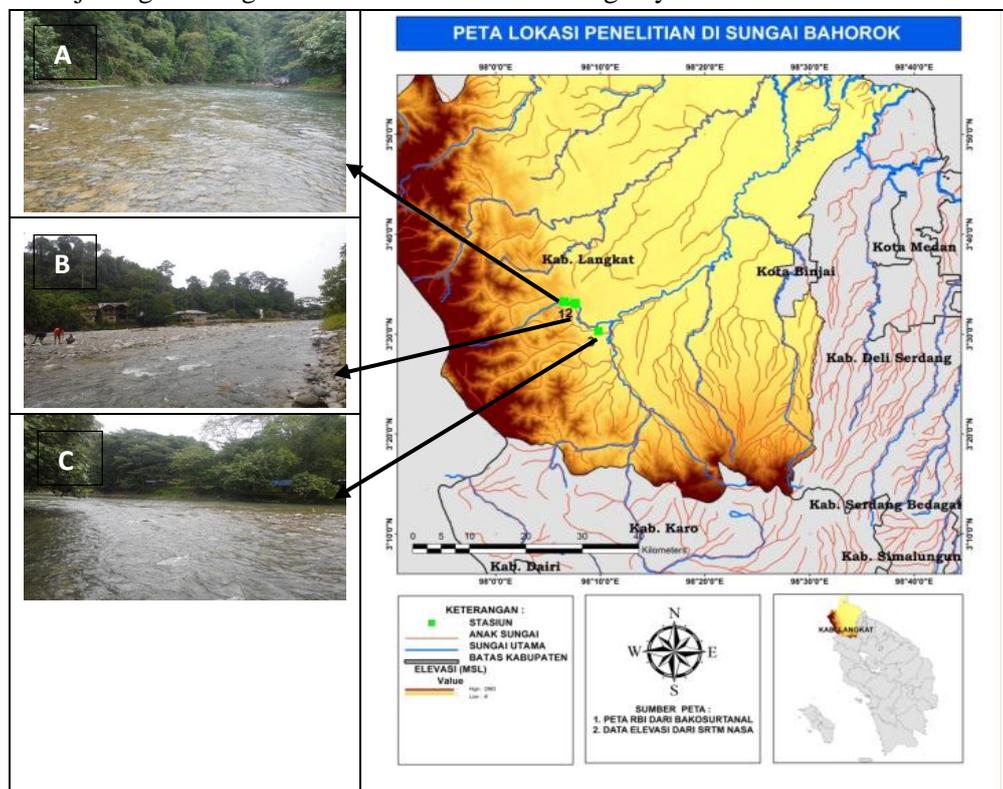
Sungai Bahorok merupakan sungai yang dimanfaatkan masyarakat di sekitar medan dan Sumatera Utara sebagai objek pariwisata. Sungai ini memiliki perairan yang jernih dan berdasar batu-batu. Kondisi ini memungkinkan menjadi habitat bagi ikan jurung. Sejauh ini informasi mengenai ikan jurung di sungai Bahorok masih

sedikit. Sementara itu, masyarakat selalu melakukan pengambilan ikan dari alam untuk dijual dan dikonsumsi. Keadaan ini memungkinkan akan terjadinya penurunan populasi. Apabila Penurunan populasi di alam berlangsung secara terus menerus, akan menyebabkan stok ikan di alam berkurang. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kepadatan dan pola pertumbuhan populasi ikan jurung di sungai Bahorok.

## BAHAN DAN METODE

### Lokasi dan waktu penelitian

Penelitian dilakukan pada aliran sungai Bahorok yang melewati daerah pariwisata dan pemukiman. Pengambilan sampel dilakukan pada bulan Juni dan Juli tahun 2017 dengan menentukan 3 lokasi utama yaitu lokasi 1 tanpa aktivitas masyarakat, lokasi 2 tempat wisata, dan lokasi 3 daerah pemukiman penduduk yang digunakan sebagai tempat mencuci, mandi, dan sebagainya.



Gambar 1. Lokasi Pengambilan Sampel. A. Lokasi 1 Tanpa Aktivitas Masyarakat, B. Lokasi 2 Tempat Wisata, dan C. Lokasi 3 Daerah Pemukiman Penduduk

## Metode Penelitian

Penentuan lokasi pengambilan sampel dilakukan dengan metode *purposive sampling* dengan 3 lokasi sebagai acuan pengambilan sampel ikan jurung yaitu bagian yang lebih atas dari sungai berupa daerah tanpa kegiatan masyarakat, daerah wisata dan daerah yang banyak pemukiman penduduk. Ikan jurung ditangkap dengan menggunakan alat *electrofishing* selama 2 jam di tiap lokasi.

Ikan yang diperoleh dilakukan penghitungan dan pengukuran panjang-berat. Pengukuran panjang total menggunakan penggaris dengan ketelitian 0,1 cm. Pengukuran berat ikan menggunakan timbangan digital dengan ketelitian 0,01 gram.

### Analisis Data Kepadatan populasi

Kepadatan populasi ikan dihitung untuk menduga besarnya populasi ikan selama penangkapan dengan menggunakan asumsi hasil tangkapan per satuan upaya atau individu per jam

$$KP = N / t$$

N = jumlah populasi ikan yang tertangkap

t = waktu (jam).

### Kelas Panjang

Banyaknya kelas dan panjang interval tiap kelas dihitung dengan menggunakan rumus:

$$k = 1 + 3,3 \log n;$$

$$i = j/k$$

k = banyaknya kelas; n = jumlah sampel ikan;

i = panjang interval; j = jangkauan.

### Pola pertumbuhan

Pola pertumbuhan isometric dan alometrik digambarkan melalui hubungan panjang-berat ikan melalui persamaan:

$$W = a L^b$$

W = berat ikan; L = panjang ikan; a = intersep (perpotongan kurva hubungan panjang-berat dengan sumbu Y); dan b = penduga pola pertumbuhan panjang-berat.

## HASIL

Ikan jurung (*Tor tambra*) yang diperoleh disepanjang lokasi sungai dan dibandingkan dengan perolehan pada lokasi yang sama pada dua tahun sebelumnya, dapat dilihat pada Tabel 1. Jumlah ikan keseluruhan yang diperoleh pada tiga lokasi pengambilan sampel pada tahun 2017 mengalami penurunan. Pada lokasi 3, tidak diperoleh ikan jurung, berbeda dengan 2 tahun sebelumnya masih diperoleh sampel ikan meskipun dalam jumlah yang kecil.

Tabel 1. Ikan Jurung Yang Diperoleh Di Sepanjangaliran Sungai Bahorok

| Lokasi                  | Tahun |      |      |
|-------------------------|-------|------|------|
|                         | 2015  | 2016 | 2017 |
| Lokasi 1                | 58    | 53   | 42   |
| Lokasi 2                | 19    | 16   | 5    |
| Lokasi 3                | 6     | 10   | 0    |
| Jumlah<br>(ekor)        | 83    | 79   | 47   |
| Kepadatan<br>(ekor/jam) | 14    | 13   | 8    |

Berdasarkan kelas panjang, ikan jurung yang diperoleh terbanyak pada kelompok panjang 121 – 146 mm.

Pola pertumbuhan ikan jurung di alam yang diperoleh memiliki pola pertumbuhan alometrik negatif dengan nilai  $b < 3$  pada tahun 2017 (Gambar 2.). Perhitungan pola pertumbuhan ini sama dengan pola pertumbuhan ikan yang diperoleh tahun 2015, sedangkan tahun 2016 menunjukkan pola pertumbuhan alometrik positif.

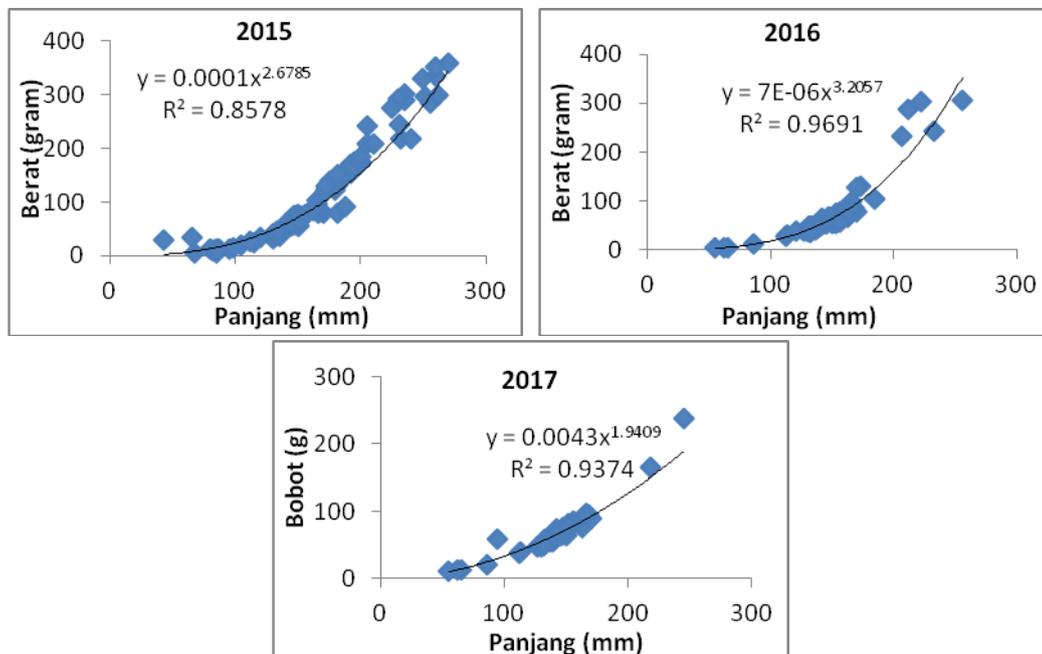
Hasil pengukuran faktor lingkungan sungai Bahorok dapat dilihat pada Tabel 3

Tabel 2. Persentase (%) Ikan Jurung (*Tor Tambra*) Yang Diperoleh Disepanjang Aliran Sungai Bahorok Selama Tiga Tahun Berdasarkan Kelas Panjang Ikan.

| Kelas panjang<br>(mm) | Tahun        |              |              |
|-----------------------|--------------|--------------|--------------|
|                       | 2015         | 2016         | 2017         |
| 43 -68                | 3.61         | 3.80         | 6.38         |
| 69 -94                | 9.64         | 1.27         | 4.26         |
| 95 - 120              | 7.23         | 2.53         | 4.26         |
| 121 - 146             | 12.05        | <b>49.37</b> | <b>44.68</b> |
| 147 - 172             | <b>25.30</b> | 34.18        | 36.17        |
| 173 - 198             | 16.87        | 2.53         | <b>0</b>     |
| 199 - 224             | 8.43         | 3.80         | 2.13         |
| 225 - 250             | 9.64         | 1.27         | 2.13         |
| 251 - 276             | 7.23         | 1.27         | <b>0</b>     |

Tabel 3. Data Faktor Fisika Kimia Sungai Bahorok Tahun 2017.

| Parameter               | Lokasi          |           |           |
|-------------------------|-----------------|-----------|-----------|
|                         | 1               | 2         | 3         |
| Suhu (°C)               | 21              | 21-22     | 25-26     |
| Kedalaman (cm)          | 23-36           | 23-42     | 26-68     |
| Penetrasi cahaya (cm)   | 23-36           | 23-42     | 26-55     |
| Kecepatan arus (m/s)    | 1,82-1,86       | 1,11-1,22 | 1,11-1,18 |
| Substrat dasar          | Kerikil berbatu |           |           |
| Oksigen terlarut (mg/L) | 6,7-7,0         | 6,6-7,0   | 6,5-6,7   |
| pH                      | 7,1             | 7,2       | 6,8       |



Gambar 2. Pola Pertumbuhan Ikan Jurung (*Tor tambra*) Di Sungai Bahorok Pada Tahun 2015, 2016, dan 2017.

## PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penangkapan ikan diperoleh jumlah ikan yang mengalami penurunan drastis pada tahun 2017 dibandingkan dua tahun sebelumnya. Penurunan jumlah ikan yang tajam pada tahun 2017 diduga adanya penangkapan ikan dan adanya ketidaknyamanan kondisi perairan yang disebabkan adanya kegiatan manusia. Hal ini terlihat sedikitnya ikan yang tertangkap pada lokasi 2 dan 3.

Umumnya, ikan yang tertangkap masih berupa ikan yang berukuran kecil hingga sedang. Hal ini terlihat pada tabel 2 panjang ikan yang paling banyak tertangkap berukuran 121-146 mm. Penangkapan ikan yang dilakukan dengan alat *electrofishing* memungkinkan diperolehnya ikan-ikan yang masih muda. Ikan-ikan muda ini banyak berlindung disela-sela batu. Menurut Haryono dan Subagja 2008 menyatakan: bahwa habitat larva/juvenil umumnya pada bagian tepi sungai yang ditandai oleh substrat/dasar perairan

pasir, arus tenang, warna air jernih, dan dangkal (<50 cm). Sementara itu, habitat ikan ukuran kecil sampai sedang/remaja terdapat pada dasar perairan batuan berdiameter <50 cm, arus air sedang sampai deras, warna air jernih, kedalaman air <1 m, substrat tersusun dari kerikil dan pasir, penutupan kanopi 50-75%. Hal ini sejalan juga dengan substrat dasar perairan sungai Bahorok yang berbatu dan berkerikil, dengan kondisi oksigen yang baik (Tabel 3).

Pola pertumbuhan ikan jurung di sungai Bahorok adalah allometrik negatif. Hal ini terlihat dari nilai  $b < 3$  yaitu tidak sebandingnya pertambahan panjang tubuh ikan dengan berat tubuh ikan. Pola pertumbuhan ikan allometrik negatif dapat disebabkan kurangnya mendapatkan makanan atau menurunnya nafsu makan ikan dan pergerakan ikan yang cepat dalam mencari makanan. Penurunan kesempatan memperoleh makanan yang tersedia di alam dapat juga dipengaruhi oleh adanya gangguan di sekitar habitat ikan. Gangguan bisa berupa perubahan lingkungan atau gangguan dari manusia karena adanya penangkapan. Besar kecilnya nilai  $b$  yang diperoleh dalam analisis pola pertumbuhan ikan sangat dipengaruhi oleh ketersediaan makanan di habitatnya dan perubahan kondisi lingkungan. Rahardjo *et al.* (2011) menyatakan bahwa makanan merupakan faktor penentu pertumbuhan, karena tanpa makanan tidak ada masukan energi untuk tumbuh meski faktor lainnya berada dalam kondisi optimum. Selanjutnya Weliange dan Amarasinghe (2003) dan Nemerson dan Able (2004) mengemukakan bahwa faktor lingkungan sangat mempengaruhi laju pertumbuhan ikan. Faktor fisik kimiawi perairan secara alamiah akan berubah sesuai dengan perubahan musim. Perubahan ini akan mempengaruhi secara langsung pertumbuhan ikan, terutama dalam proses metabolisme. Selain itu, faktor lingkungan ini dapat juga mengakibatkan perbedaan laju pertumbuhan populasi ikan meskipun dari spesies yang sama tetapi tinggal pada perairan yang berbeda.

Menurut Froese (2006) nilai  $b$  bergantung pada kondisi biologis seperti perkembangan gonad dan ketersediaan makanan.

Lebih lanjut Muchlisin (2010) menyatakan bahwa besar kecilnya nilai  $b$  dipengaruhi oleh perilaku ikan, misalnya ikan yang berenang aktif menunjukkan nilai  $b$  yang lebih rendah bila dibandingkan dengan ikan perenang pasif, yang dimungkinkan terkait dengan alokasi energi yang dikeluarkan untuk pergerakan dan pertumbuhan.

## KESIMPULAN

- a. Kepadatan ikan jurung (*Tor tambra*) di sungai Bahorok mengalami penurunan tajam pada tahun 2017 dengan kepadatan populasi 8 ekor per jam
- b. Pola pertumbuhan ikan jurung (*Tor tambra*) di sungai Bahorok menunjukkan allometrik negatif.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih disampaikan kepada Rektor Universitas Sumatera yang telah mendanai penelitian ini melalui Penelitian Dasar TALENTA Universitas Sumatera Utara Tahun 2017.

## DAFTAR PUSTAKA

- De Silva SS, Ingram B, Sungan S, Tinggi D, Gooley G, Sim SY. 2004. Artificial propagation of the indigenous *Tor* species, empurau (*T. tambroides*) and semah (*T. douronensis*), Sarawak, East Malaysia. *Research and farming techniques* Vol IX No. 4.
- Froese, R. 2006. Cube law, condition factor and weight length relationship: history, meta-analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology*, 22: 241-253.
- Haryono, Tjakrawidjaja AH. 2009. Bioekologi ikan tambra sebagai dasar dalam proses domestikasi dan reproduksinya. Di dalam: Haryono, Rahardjo MF, editor. *Domestikasi keanekaragaman hayati Indonesia: Proses domestikasi dan reproduksi ikan tambra yang telah langka*

- menuju budidaya*. Jakarta: LIPI Pres. hlm 17-36.
- Kotellat M, Witthen JA, Wiryatmojo S. 1993. *Freshwater fishes of western Indonesia and Sulawesi*. periplus edition and EMDI project Indonesia, Jakarta, Indonesia. 221 pp.
- Muchisin, Z.A. 2010. Diversity of freshwater in Aceh Province, Indonesia with emphasis on several biological aspect of the Depik (*Rasbora tawarensis*) an endemic species in Lake Laut Tawar. Disertasi Ph.D Universiti Sains Malaysia, Penang.
- Muchisin, Z.A. 2010. Diversity of freshwater in Aceh Province, Indonesia with emphasis on several biological aspect of the Depik (*Rasbora tawarensis*) an endemic species in Lake Laut Tawar. Disertasi Ph.D Universiti Sains Malaysia, Penang.
- Rahardjo MF, Sjafei DS, Affandi R, Sulistiono. 2011. *Iktiologi*. Penerbit CV. Lubuk Agung Bandung. 396 halaman.
- Weliange WS, Amarasinghe US. 2003. Seasonality in dietary shifts in size-structured freshwater fish assemblages in three reservoirs of Sri Lanka. *Environmental Biology of Fishes*. 68(3): 269-282.
- Weliange WS, Amarasinghe US. 2003. Seasonality in dietary shifts in size-structured freshwater fish assemblages in three reservoirs of Sri Lanka. *Environmental Biology of Fishes*. 68(3): 269-282.

## **Keanekaragaman Herpetofauna di Area Sungai Sekung, Kawasan Ekosistem Essensial Wehea-Kelay, Kalimantan Timur**

**Ulfah Karmila Sari<sup>1</sup>, Teguh Muslim<sup>1,2</sup>, Suryanto<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Balai Penelitian Teknologi Konservasi Sumber Daya Alam Samboja  
Jl. Soekarno Hatta Km. 38 PO. BOX 578 Balikpapan 76112 Telp. (0542) 7217663

<sup>2</sup> Program Pascasarjana Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman.  
Jl. Ki Hajar Dewantoro Gedung A6, Kampus Gunung Kelua.  
Samarinda 75123, Kalimantan Timur.

email: [opeh\\_nazri@yahoo.com](mailto:opeh_nazri@yahoo.com) [thegue97@gmail.com](mailto:thegue97@gmail.com) [flitce@yahoo.com](mailto:flitce@yahoo.com)

### **ABSTRAK**

Hutan lindung Wehea merupakan bagian dari kawasan ekosistem esensial di bentang alam Wehea-Kelay. Di kawasan hutan lindung Wehea terdapat beberapa daerah aliran sungai yang merupakan sumber air bersih bagi masyarakat di Kecamatan Muara Wahau. Selain itu, di kawasan hutan lindung Wehea juga merupakan bagian dari habitat alami orangutan. Namun, berdasarkan data dan informasi yang tersedia keberadaan satwa liar di dalam kawasan hutan lindung Wehea masih sangat terbatas terutama dari kelompok herpetofauna. Padahal informasi keberadaan beberapa spesies herpetofauna misalnya dapat menjadi indikator kualitas lingkungan terutama kualitas air sungai yang menjadi sumber air bagi masyarakat. Untuk itu, penting untuk mengetahui keanekaragaman herpetofauna di dalam kawasan hutan lindung Wehea tidak hanya untuk rencana pengelolaannya saja, tetapi juga dapat digunakan sebagai salah satu indikator yang dapat menggambarkan kondisi kualitas ekosistem di wilayah tersebut. Penelitian dilakukan dengan metode perjumpaan langsung visual atau *Visual Encounter Survey* (VES) pada beberapa anak sungai Sekung. Ditemukan 4 famili yang terdiri dari 9 jenis reptil dan 6 famili yang terdiri 17 jenis amfibi, dengan komposisi jumlah jenis yaitu 73% amfibi dan 27% reptil. Indeks keanekaragaman tertinggi untuk reptil yaitu 1,79 dan 2,15 untuk amfibi. Selain itu, hasil penelitian tidak menemukan jenis-jenis dari kelompok herpetofauna yang secara umum sebagai penciri daerah terganggu sehingga memberikan indikasi bahwa sumber daya pendukung lingkungan di sekitar sungai Sekung masih tergolong baik terutama kondisi hutan dan sumber airnya.

**Kata kunci:** herpetofauna, sungai sekung, hutan lindung wehea, indikator lingkungan

### **ABSTRACT**

*The Wehea protected forest is part of an essential ecosystem in the wehea-kelay landscape. There are several watersheds that are source of clean water for the people in Muara Wahau sub district. In addition, the wehea protected forest area is also part of the natural habitat of orangutans. However based on available data and information of wildlife in there are still very limited especially herpetofauna. Whereas information on existence of some species herpetofauna can be indicator of environmental quality, especially the quality of river water that became source water for the community. Therefore, it is important to know the diversity of herpetofauna within the Wehea protected area not only for its management plan but also can be used as environmental indicators. The study was conducted by visual encounter survey (VES) in some Sekung creeks. Found 4 families consisting of 9 species of reptiles and 6 families consisting of 17 species of amphibians, with the composition of the type of species that is 73% amphibians and 27% reptiles. The highest biodiversity index for reptiles is 1.79 and 2.15 for amphibians. In addition, the results of the study did not find the types of herpetofauna that generally as a distinguishing region of the disorder so as to provide environmental support resources around the river Sekung is still quite good condition.*

**Keywords:** herpetofauna, sekung river, bioindicator, the wehea protected forest

## PENDAHULUAN

Hutan Lindung Wehea merupakan hutan yang dikelola oleh masyarakat adat (Dayak) Wehea dengan luasan 38.000 ha yang berada diantara kecamatan Muara Wahau dan Kongbeng Kabupaten Kutai Timur Provinsi Kalimantan Timur. Keberadaan Hutan Lindung Wehea menjadi sangat penting bagi masyarakat sekitar kawasan khususnya dan masyarakat di Kecamatan Muara Wahau karena hutan tersebut salah satu hutan alami yang masih tersisa diantara perusahaan HPH dan perkebunan Sawit. Kondisi topografi hutan yang relatif berbukit curam menjadi alasan bagi perusahaan untuk meninggalkannya. Dengan terjaganya kawasan tersebut maka keanekaragaman hayati didalamnya juga turut terjaga serta menjadi sumber air bersih bagi masyarakat Wahau dan Kongbeng di Kabupaten Kutai Timur.

Sebagai kawasan yang sangat penting untuk menjaga DAS, bentang alam Wehea juga dianggap memiliki keanekaragaman hayati yang tinggi sehingga menjadi bagian dari Kawasan Ekosistem Esensial Bentang Alam Wehea – Kelay yang sekaligus menjadi Kawasan Ekosistem Esensial pertama di Indonesia yang memiliki luas 532.143 ha. Namun berdasarkan informasi yang tersedia saat ini, keanekaragaman hayati masih di bentang alam Wehea masih sangat minim, padahal informasi yang memadai bahkan lengkap akan menambah keakuratan dalam menentukan status konservasi suatu

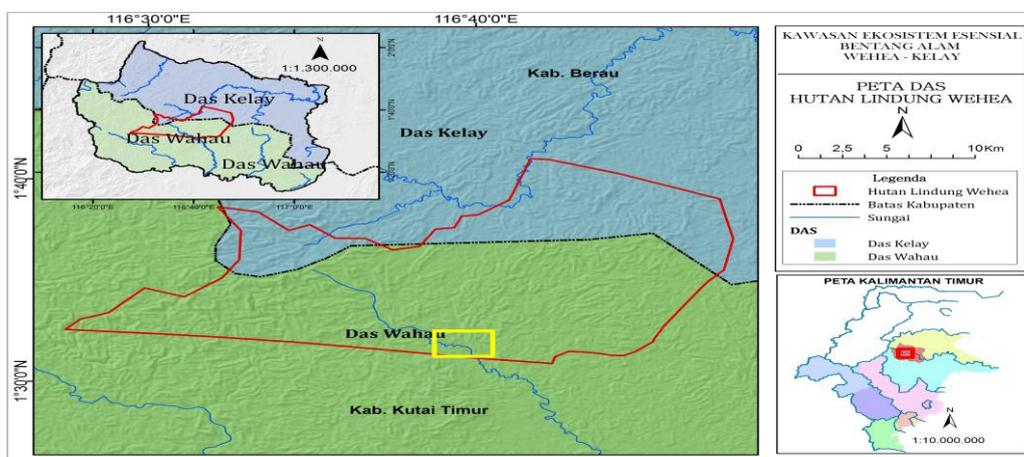
kawasan (Riyanto, 2010). Hanya sebagian kecil keanekaragaman fauna yang baru diketahui diantaranya mamalia, primata dan aves, sedangkan untuk kelompok herpetofauna belum banyak diketahui atau jika adapun masih sangat terbatas.

Terkait dengan masih terbatasnya informasi keragaman herpetofauna di bentang alam Wehea, maka kegiatan penelitian ini dilakukan. Tujuan penelitian ini selain untuk mengetahui keragaman jenis herpetofauna (amfibi dan reptil) yang terdapat di sekitar sungai Sekung sebagai bagian dari kawasan Hutan Lindung Wehea, juga diharapkan akan dapat memberikan gambaran terkait dengan perubahan lingkungan terutama kualitas air dan kondisi ekosistem di sekitar sungai Sekung.

## BAHAN DAN METODE

### Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini berada dalam kawasan Hutan Lindung Wehea yang merupakan bagian dari bentang alam Kawasan Ekosistem Esensial Wehea-Kelay. Kegiatan pengumpulan data atau eksplorasi dilakukan di sekitar sungai Sekung (DAS Wahau) yang berbatasan langsung dengan kawasan IUPHHK PT Narkata Rimba dan PT Gunung Gajah Abadi (Gambar 1).



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian Herpetofauna Di Sekitar Sungai Sekung

### Alat dan Bahan

Peralatan dan bahan yang digunakan dalam pengambilan data di lapangan antara lain: GPS, peta lokasi, *grabstick* (alat penangkap ular), kamera, senter kepala, kantong spesimen, *thermohygrometer*, kaliper, alat tulis, dan buku panduan identifikasi jenis herpetofauna.

### Cara kerja

Survei dilaksanakan selama 10 hari pada bulan Desember 2016 dengan metode perjumpaan langsung atau *Visual Encounter Survey* (VES) yang dilakukan pada pagi hari pukul 06.00 -11.00 WITA dan malam hari pukul 19.00 - 23.00 WITA. Survei dilakukan dengan membagi dua wilayah yaitu daratan dan perairan. Wilayah daratan meliputi camp sekung, jalan sarad dan jalan bekas logging. Sedangkan wilayah perairan meliputi sungai Sekung, anak sungai sekung 1 s.d 6. Penentuan jalur pengamatan mengikuti aliran sungai utama sampai 1 km dari posisi Camp Sekung, aliran anak/cabang sungai serta jalur darat sejauh 1 km dari Camp Sekung. Untuk mengetahui jenis herpetofauna dilakukan identifikasi jenis berdasarkan panduan lapangan herpetofauna, antara lain: *A Field Guide to The Frogs of Borneo* (Inger and Stuebing, 2005), *A Pocket Guide Lizards of Borneo* (Das, 2004), dan *Panduan Herpetofauna Beratus Kalteng* (Mistar, 2003).

### Analisis data

Data herpetofauna yang telah dikumpulkan dianalisis menggunakan indeks kekayaan jenis (Margelaf), indeks keanekaragaman (Shanon-Wiener) dan indeks dominan (Simpson), dengan rumus sebagai berikut :

$$DMG = S-1/\ln N \quad (1)$$

$$H = -\sum p_i \ln p_i \quad (2)$$

$$D = \sum (n_i - 1) / (N(N-1)) \quad (3)$$

Keterangan:

DMG adalah Indeks Kekayaan Jenis Margelaf,

S adalah jumlah jenis,

N adalah total individu (1)

H' adalah Indeks Shannon-Wiener,

Pi adalah proporsi jenis ke-i (2)

D adalah Indeks Dominan Simpson,

n adalah individu ke-i (3)

Keanekaragaman dikatakan rendah jika nilainya <1; jika nilainya berkisarnya antara 1-3 maka dikatakan sedang; dan jika nilainya >3 dikatakan tinggi. Sedangkan indeks dominansi untuk mengetahui pemusatan atau penyebaran jenis-jenis dominan, apabila dominasi lebih terkonsentrasi pada satu jenis, nilai indeks dominansi akan meningkat, sebaliknya jika beberapa jenis mendominasi secara bersama-sama, nilai dominansi akan rendah. Kondisi biofisik secara umum dijelaskan secara deskriptif berdasarkan pengamatan habitat di sekitar lokasi perjumpaan herpetofauna.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Jenis Herpetofauna di Sungai Sekung

Herpetofauna baik jenis reptil dan amfibi yang ditemukan di area penelitian di dikelompokkan berdasarkan famili dan dicek status konservasinya baik berdasarkan UU No 7 tahun 1999, *Red List IUCN (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources)* dan CITES (*Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Flora and Fauna*). Hasil pengelompokan jenis herpetofauna dan status konservasinya tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1. Jenis Herpetofauna dan Status Konservasi

| Herpetofauna   |                                  | Habitat      | Status          |      |       |
|----------------|----------------------------------|--------------|-----------------|------|-------|
| Famili         | Jenis                            |              | UU No 7<br>1999 | IUCN | CITES |
| <b>REPTIL</b>  |                                  |              |                 |      |       |
| Colubridae     | <i>Enhydryis enhydryis</i>       | Aquatic      | TD              | LC   | NA    |
|                | <i>Rhabdophis chrysargos</i>     | Terrestrial  | TD              | NE   | NA    |
|                | <i>Boiga jaspidae</i>            | Arboreal     | TD              | NE   | NA    |
|                | <i>Draco maximus</i>             | Arboreal     | TD              | NE   | NA    |
| Agamidae       | <i>Gonocephalus grandis</i>      | Arboreal     | TD              | LC   | NA    |
|                | <i>Aphanotis fusca</i>           | Arboreal     | TD              | LC   | NA    |
|                | <i>Eutropis multifasciata</i>    | Terrestrial  | TD              | NE   | NA    |
| Scincidae      | <i>Tropidophorus mocquardii</i>  | Terrestrial  | TD              | NE   | NA    |
| Gekkonidae     | <i>Cyrtodactylus malayanus</i>   | Terrestrial  | TD              | NE   | NA    |
| <b>AMFIBI</b>  |                                  |              |                 |      |       |
| Dicroglossidae | <i>Fejervarya limnocharis</i>    | Terrestrial  | TD              | LC   | NA    |
|                | <i>Limnonectes kuhlii</i>        | Semi Aquatic | TD              | LC   | NA    |
|                | <i>Limnonectes blythii</i>       | Semi Aquatic | TD              | NT   | NA    |
|                | <i>Limnonectes palavensis</i>    | Semi Aquatic | TD              | LC   | NA    |
|                | <i>Limnonectes microdiscus</i>   | Semi Aquatic | TD              | LC   | NA    |
|                | <i>Ansonia longidigita</i>       | Semi Aquatic | TD              | NT   | NA    |
| Bufonidae      | <i>Ansonia leptopus</i>          | Semi Aquatic | TD              | NT   | NA    |
|                | <i>Bufo divergens</i>            | Semi Aquatic | TD              | LC   | NA    |
|                | <i>Phrynoidis juxtaspera</i>     | Semi Aquatic | TD              | LC   | NA    |
|                | <i>Kalophrynus pleurostigma</i>  | Semi Aquatic | TD              | LC   | NA    |
| Microhylidae   | <i>Microhyla borneensis</i>      | Terrestrial  | TD              | LC   | NA    |
|                | <i>Chaperina fusca</i>           | Semi Aquatic | TD              | LC   | NA    |
| Ranidae        | <i>Hylarana chalconata</i>       | Terrestrial  | TD              | LC   | NA    |
|                | <i>Hylarana picturata</i>        | Semi Aquatic | TD              | LC   | NA    |
| Rhacophoridae  | <i>Rhacophorus nigropalmatus</i> | Terrestrial  | TD              | LC   | NA    |
|                | <i>Rhacophorus pardalis</i>      | Terrestrial  | TD              | LC   | NA    |
| Megophryidae   | <i>Leptolalax fritinniens</i>    | Terrestrial  | TD              | NE   | NA    |

Keterangan : TD = Tidak Dilindungi; LC = *Least Concern*; NE = *Not Evaluated*;  
NT = *Near Threatened* dan NA = *Non Appendiks*

Berdasarkan Tabel 1, menunjukkan bahwa jenis reptil yang ditemukan terdapat 4 famili dengan 9 jenis dan untuk amfibi yaitu 6 famili dengan 17 jenis. Data ini merupakan catatan baru bagi Kawasan Ekosistem Esensial Wehea-Kelay khususnya hutan lindung Wehea. Hal ini dikarenakan sebelumnya belum ada catatan mengenai informasi jenis herpetofauna di sekitar lokasi tersebut. Selain itu, berdasarkan Tabel 1 menunjukkan pula bahwa di area penelitian juga ditemukan 3 jenis amfibi yang masuk kategori IUCN hampir terancam punah (*near threatened*) yaitu jenis *Limnonectes blythii* (*Dicroglossidae*), *Ansonia longidigita* dan *Ansonia leptopus* (*Bufonidae*).

*Limnonectes blythii* jenis ini tersebar luas di Asia Tenggara, dari Vietnam dan Laos, ke Thailand dan Semenanjung Malaysia, Singapura dan Sumatra, Kepulauan Anambas dan

Kepulauan Natuna (Indonesia). Jenis ini juga hadir di pulau Phuket, Langkawi, Penang dan Tioman. Habitat asli jenis amfibi ini yaitu hutan primer dan sekunder tua (Dijk dan Iskandar, 2004). *Ansonia longidigita*, merupakan amfibi endemik pulau Kalimantan yang dapat ditemukan pada daerah dengan ketinggian 150-1.500 m dpl. Amfibi ini sering dijumpai di lantai hutan dekat dengan sungai atau sumber air. Jenis amfibi ini hanya mampu hidup pada area dengan tutupan hutan yang masih baik hal ini berdasarkan penelitian Inger *et al.* (2004). Sedangkan *Ansonia leptopus*, jenis ini selain penyebarannya di Pulau Kalimantan, juga dapat ditemukan di Pulau Sumatera dan Semenanjung Malaysia. Jenis ini umumnya dapat hidup pada daerah dataran rendah yaitu 50-700 m dpl. Inger *et al.* (2004) juga menyebutkan habitat asli jenis amfibi ini yaitu hutan primer dan sering dijumpai di lantai

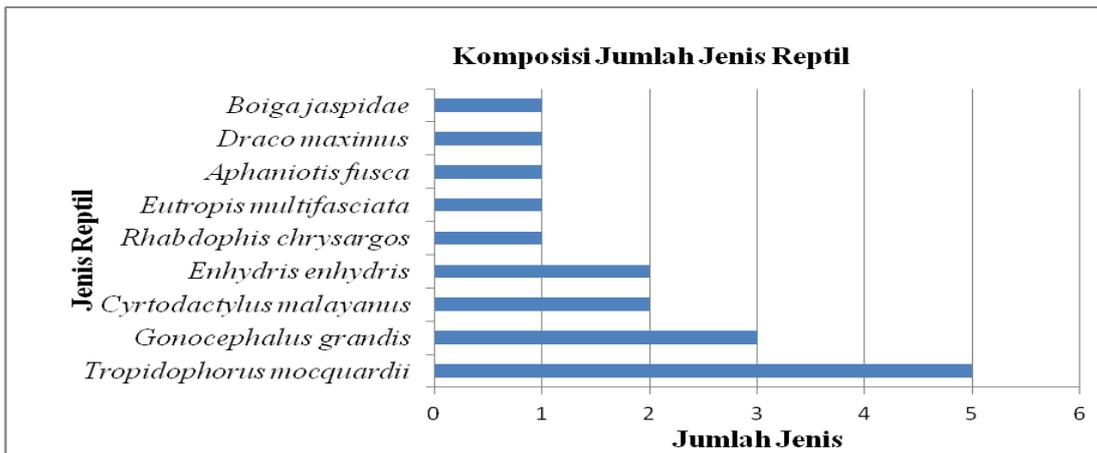
hutan dan di pinggir sungai untuk berkembang biak.

Walaupun jenis herpetofauna yang ditemukan lebih banyak berstatus konservasi *Least Concern* (perlu perhatian) menurut IUCN dan tidak terdapat jenis dilindungi menurut UU No 7 tahun 1999 tentang Pengawetan Jenis Tumbuhan dan Satwa serta tidak masuk dalam Appendiks (I, II dan III) CITES, tidak menutup kemungkinan jika dilakukan eksplorasi menyeluruh pada kawasan Hutan Lindung Wehea

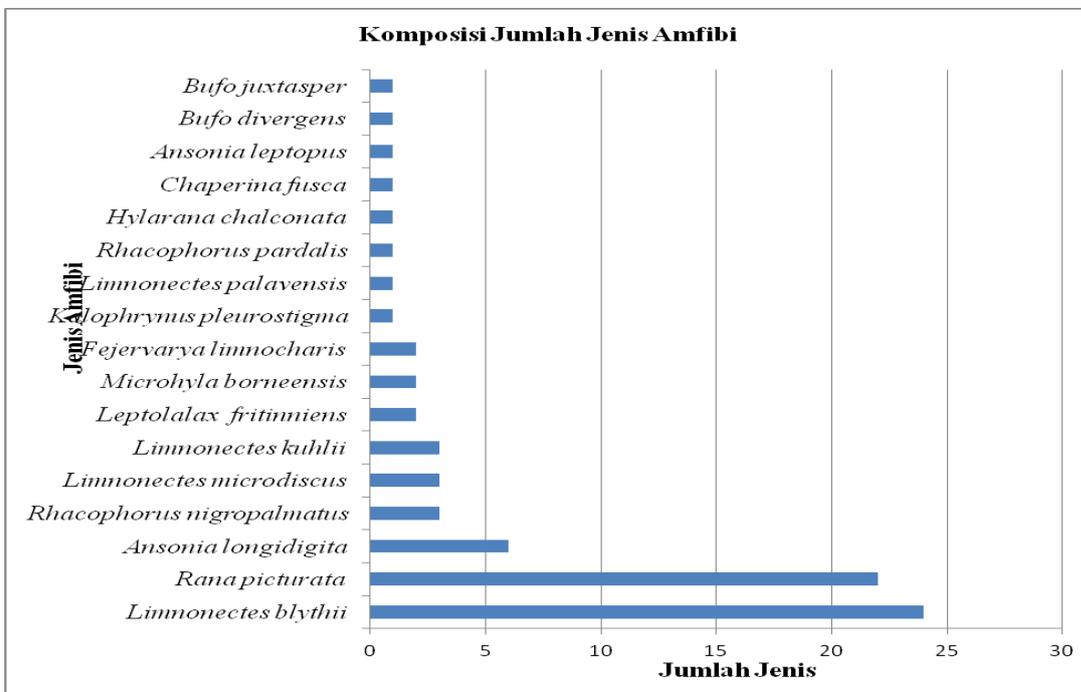
akan di temukan beberapa jenis lainnya yang masuk dalam status konservasi baik dari IUCN, UU No 7 Tahun 1999 dan CITES.

### Komposisi Jumlah Jenis Herpetofauna

Hasil survey herpetofauna dikelompokkan menjadi 2 (dua) kelas yaitu: amfibi dan reptil. Komposisi jumlah jenis reptil dan amfibi dari hasil pengolahan data disusun dalam bentuk grafik yang dapat dilihat pada Gambar 1 dan 2.



Gambar 2. Komposisi Jumlah Jenis Reptil Di Area Sungai Sekung



Gambar 3. Komposisi Jumlah Jenis Amfibi Di Area Sungai Sekung

Selain itu, berdasarkan Gambar 2 dan 3 menunjukkan pula bahwa jenis amfibi yang

ditemukan lebih banyak (73%) daripada jenis reptil (23%). Hal ini dikarenakan pada lokasi

kegiatan lebih banyak terdapat anak sungai, walaupun penelitian ini juga dilakukan pada area jalan sarad dan jalan bekas logging. Sedangkan dari kelompok reptil jenis yang ditemukan lebih banyak dari jenis *Tropidophorus mocquardii* (Scincidae) yaitu sebanyak 5 ekor. *Tropidophorus mocquardii* merupakan jenis kadal yang sering ditemukan di lantai hutan, dan jenis kadal ini area penyebaran hanya di Pulau Kalimantan (Das, 2004). Sedangkan untuk kelompok Amfibi jenis yang paling banyak ditemukan yaitu *Limnonectes blythii* sebanyak 24 ekor. Jenis ini berdasarkan status konservasi IUCN masuk dalam katagori hampir terancam

punah (*Near Threatened*). Berdasarkan hasil temuan ini maka setidaknya menjadi catatan dan temuan bahwa di lokasi penelitian ini masih banyak ditemukan jenis amfibi dari jenis kelompok ini.

### Indeks Kekayaan, Keanekaragaman dan Dominasi

Berdasarkan data yang diperoleh kemudian dianalisis untuk mendapatkan indeks kekayaan jenis (Margalef), indeks keanekaragaman jenis (Shannon-Wiener), dan indeks dominan jenis (Simpson). Hasil analisis dari data yang dikumpulkan tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2. Indeks Kekayaan, Keanekaragaman dan Dominasi Herpetofauna

| Wilayah  | Indeks Kekayaan Jenis |        | Indeks Keanekaragaman |        | Indeks Dominan Jenis (D) |        |
|----------|-----------------------|--------|-----------------------|--------|--------------------------|--------|
|          | Reptil (DMG)          | Amfibi | Reptil (H)            | Amfibi | Reptil                   | Amfibi |
| Daratan  | 0,83                  | 0,45   | 1,79                  | 2,15   | 0                        | 0,09   |
| Perairan | 0,27                  | 0,15   | 1,24                  | 1,58   | 0,25                     | 0,26   |

Tabel 2 menjelaskan indeks kekayaan jenis Margalef menunjukkan wilayah daratan tepat pada area sekitar camp sekung memiliki kekayaan jenis amfibi yang tinggi dibandingkan wilayah perairan (sungai), begitu juga dengan kekayaan jenis reptil, wilayah daratan memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan wilayah perairan. Hal ini sesuai dengan indeks keanekaragaman jenis amfibi dan reptil pada wilayah daratan yaitu 2,15 dan 1,79. Angka tersebut menunjukkan bahwa tingkat keanekaragaman pada daerah tersebut sedang karena berkisar antara angka 1-3.

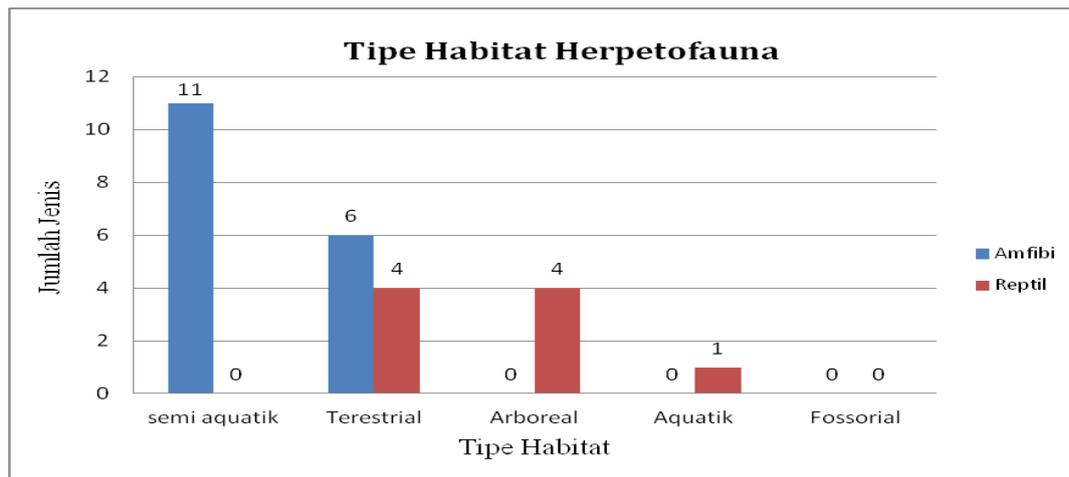
Nilai indeks keanekaragaman jenis amfibi yang tertinggi pada wilayah daratan disebabkan pada daerah tersebut ditemukan 10 jenis amfibi sedangkan di wilayah perairan atau sungai hanya ditemukan 9 jenis saja. Sedangkan untuk reptil ditemukan 6 jenis di wilayah daratan dan 4 jenis di wilayah perairan (sungai).

Indeks dominasi menunjukkan baik reptil dan amfibi didominasi di wilayah perairan yaitu

reptil 0,25 dan amfibi 0,26. Indeks dominasi yang berada dibawah angka 1 menjelaskan bahwa beberapa jenis mendominasi secara bersama-sama pada masing-masing lokasi. Jenis reptil didominasi jenis *Tropidophorus mocquardii* dan *Limnonectes blythii* untuk jenis amfibi.

### Habitat Herpetofauna di Area Sungai Sekung

Herpetofauna yang ditemukan baik dari kelompok reptil dan amfibi memiliki tipe habitat yang berbeda-beda tiap jenisnya. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 2. Jenis reptil yang banyak ditemukan yaitu terrestrial dan arboreal, masing-masing berjumlah 4 jenis. Jenis amfibi lebih banyak ditemukan dengan tipe habitat semi aquatik yaitu 11 jenis dan selanjutnya tipe habitat terrestrial sebanyak 6 jenis. Hasil penelitian ini sama dengan hasil penelitian Yani *et al.* (2015) yang menemukan pula jumlah jumlah individu amfibi dengan tipe habitat aquatik lebih banyak dibandingkan dengan jenis individu amfibi dengan tipe habitat terrestrial.



Gambar 2. Jumlah herpetofauna berdasarkan tipe habitat

Tingginya nilai indeks keanekaragaman baik amfibi dan reptil pada wilayah daratan (camp sekung, jalan sarad dan jalan bekas logging) sesuai grafik pada Gambar 2. Banyaknya jenis amfibi dan reptil yang ditemukan pada wilayah darat di lokasi penelitian terutama di tipe habitat terestrial dan semi aquatik (Gambar 2). Berdasarkan Gambar 2 meskipun menunjukkan bahwa beberapa jenis amfibi ditemukan lebih dominan di wilayah darat, namun tetap saja beberapa jenis dari kelompok tersebut masih membutuhkan air untuk berkembang biak hal ini sesuai dengan pernyataan Meijaard *et al.* (2006). Umumnya telur-telur dari amfibi tersebut di tempel di batu-batu atau di jenis tanaman di pinggir sungai. Gambar 2 menunjukkan pula bahwa semakin banyak ditemukannya jenis amfibi yang hidup dengan tipe habitat semi aquatik atau aquatik menunjukkan kualitas air sungai tersebut masih baik. Hal ini seperti yang dijelaskan oleh Simon *et al* (2011) bahwa kulit amfibi sangat sensitif terhadap perubahan lingkungan. Selain itu, jenis-jenis yang ditemukan dari hasil penelitian ini merupakan jenis amfibi yang tidak mampu bertahan di lahan terbuka atau hanya mampu hidup dengan lingkungan berupa tutupan hutan yang masih baik.

### Pemanfaatan dan Ancaman Konservasi Herpetofauna

Saat ini, herpetofauna masih merupakan salah satu jenis satwa yang kurang mendapat perhatian dari peneliti di Indonesia. Padahal populasi amfibi di Indonesia sendiri mengalami penurunan, hal ini seperti yang dikemukakan Kusri (2007) bahwa dengan adanya kegiatan penangkapan yang berlebihan untuk konsumsi, hilangnya atau menurunnya luas hutan, penyakit atau kecacatan pada amfibi dan pencemaran lingkungan membuat jumlah populasi herpetofauna semakin menurun.

Herpetofauna sendiri pada umumnya memiliki banyak manfaat. Gibbons *et al.* (2000) menjelaskan bahwa jenis reptil dapat dijadikan bahan makanan, obat-obatan tradisional dan hewan pemeliharaan. Selain itu, komunitas herpetofauna dalam suatu kawasan juga dapat berpotensi sebagai obyek wisata seperti yang dijelaskan Riyanto (2010). Banyak manfaat herpetofauna yang diketahui setidaknya memerlukan upaya perlindungan dan pembatasan pemanfaatannya terutama sebagai bahan konsumsi.

Sebagai contoh, di Thailand, *Limnodynastes blythii* merupakan salah satu satwa dilindungi karena jenis ini sangat komersial karena dapat dikonsumsi dan menurut IUCN masuk kategori perlu diperhatikan (*Near Threatened*). Jenis ini di kawasan hutan lindung Wehea paling

banyak ditemukan yaitu sebanyak 24 individu dan tidak dikonsumsi oleh masyarakat sekitar sehingga keberadaannya belum terancam. Hamdani *et al.* (2013) menjelaskan di Sumatera Barat jenis *Eutropis multifasciata* diyakini sebagai obat tradisional baik daging maupun kulitnya, dan banyak diburu untuk di jual. Jenis kadal ini juga ditemukan di kawasan hutan lindung Wehea.

## KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai indeks keanekaragaman jenis herpetofauna masih dikategorikan sedang dan untuk nilai dominasinya masih rendah, serta tidak didominasi oleh satu jenis saja. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa sebagian besar jenis herpetofauna yang ditemukan khususnya katak mencirikan bahwa habitat perairan masih memiliki kualitas baik. Populasi herpetofauna tersebut didominasi oleh katak *Hylarana picturata*, *Limnonectes blythii* serta jenis reptil *Gonocephalus grandis* dan *Tropidophorus mocquardii*. Selain itu, hasil penelitian yang menunjukkan bahwa keragaman jenis yang ditemukan di lokasi penelitian masih terbatas lebih karena lokasi pengamatan hanya di sekitar camp Sekung dengan jumlah hari yang pendek. Keragaman jenis herpetofauna diduga akan lebih tinggi dan beragam jika kegiatan pengamatan mencakup kawasan yang lebih luas di dalam kawasan hutan lindung Wehea.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pimpinan dan karyawan TNC dan Pokja KEE-Wehea-Kelay serta disampaikan kepada rekan-rekan peneliti dan teknisi Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Konservasi Sumber Daya Alam, Samboja yang telah membantu dalam penyempurnaan analisa data dan pengumpulan data di lapangan khususnya kepada saudara Ishak Yassir, Tri Atmoko, Mukhlisi, Warsidi, dan Agung Siswanto.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alford, R. A. and S. J. Richards. 1999. Global Amphibian Declines: A Problem in Applied Ecology. *Annual Review of Ecological Systems*, 30, 133-165.
- Grismer, L. & Chan-Ard, T. 2012. *Boiga jaspidea*. The IUCN Red List of Threatened Species 2012: e.T192018A2028688. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2012-1.RLTS.T192018A2028688.en>. Downloaded on 28 April 2017.
- Hamdani R., Tjong DH., Herwina H. 2013. Potensi Herpetofauna Dalam Pengobatan Tradisional di Sumatera Barat. *Jurnal Biologi Universitas Andalas* 2 (2): 110-117. ISSN : 2303-2162
- Iskandar D. T. 1998. The amphibians of Java and Bali. Research and Development Centre for Biology-LIPI-GEF-Biodiversity Collection Project. Bogor.
- Meijaard, E., Douglas, S., Robert, N., David, A., Barry, R., Djoko, I., Titiek, S., Martjan, L., Ike, R., Anna, W., Tonny, S., Scott, S., Tiene, G. dan Timothy, B. 2006. Hutan Pasca Pemanen Melindungi Satwa Liar dalam Kegiatan Hutan Produksi di Kalimantan. Jakarta: Subur Printing. Hal:111
- Peter Paul van Dijk, Djoko Iskandar. 2004. *Limnonectes blythii*. The IUCN Red List of Threatened Species 2004: e.T58329A11767558. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2004.RLTS.T58329A11767558.en>. Downloaded on 02 May 2017.
- Riyanto A. 2010. Komunitas Herpetofauna dan potensi bagi sektor ekowisata pada Kawasan Ketenger-Baturaden di selatan kaki Gunung Slamet, Jawa Tengah. *Biosfera*, 27(2), 60-67.
- Robert Inger, Indraneil Das, Robert Stuebing, Maklarin Lakim, Paul Yambun. 2004. *Ansonia longidigita*. The IUCN Red List of Threatened Species 2004: e.T54473A11137277. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2004.RLTS.T54473A11137277.en>. Downloaded on 28 April 2017.
- Robert Inger, Peter Paul van Dijk, Robert Stuebing. 2004. *Ansonia leptopus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2004: e.T164781A5925522.

- <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2004.RLTS.T164781A5925522.en>. Downloaded on 02 May 2017.
- Robert Inger, Robert Stuebing, Djoko Iskandar, Mumpuni. 2004. *Phrynoedis juxtaspera*. The IUCN Red List of Threatened Species 2004: e.T54676A11184964. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2004.RLTS.T54676A11184964.en>. Downloaded on 28 April 2017.
- Simon, E., M. Puky, M. Braun, and B. Tóthmérész. 2011. Frogs and Toads as Biological Indicators in Environmental Assessment. Chapter 7. In: *Frogs: Biology, Ecology and Uses*. Nova Science Publishers, Inc. ISBN 978-1-61324-667-2.
- Utama, H. A. Priyono Dan M.D. Kusri. 2003. Studi Keanekaragaman Amfibi (Ordo Anura) Di Areal Pt Intracawood Manufacturing, Kalimantan Timur. Dalam: M. D. Kusri, A. Mardiasuti And T. Harvey (Eds) *Prosiding Seminar Hasil Penelitian Konservasi Amfibi Dan Reptil Di Indonesia*. Bogor, 8 Mei 2003. Bogor, Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan. Institut Pertanian: hal. 105-129.
- Yani A., Syafruddin S. dan Erianto. 2015. Keanekaragaman Jenis Amfibi Ordo Anura di Kawasan Hutan Lindung Gunung Semahung Kecamatan Sengah Temila Kabupaten Landak Kalimantan Barat. *Jurnal Hutan Lestari* 3(1): 15-20.

## Identifikasi Spesies Katak *Hylarana* sp. dari Pulau Bangka Menggunakan Penanda Gen 16s rRNA

Wahyu Prihatini<sup>1\*</sup>, Siwi Saputri<sup>1</sup>, Rouland Ibnu Darda<sup>1</sup>

Program Studi Biologi FMIPA Universitas Pakuan.  
Jl. Pakuan No.1. Bogor 16143. Telp/fax: (0251) 8375547.  
\*Penulis korespondensi: wahyu.prihatini@unpak.ac.id

### ABSTRAK

Katak *Hylarana chalconota* tersebar luas di Indonesia, populasinya melimpah, dan memiliki keragaman morfologi tinggi, yang sering menimbulkan kerancuan klasifikasinya. *H. chalconota* merupakan suatu *cryptic species*, yaitu dua atau lebih spesies berbeda yang diklasifikasikan sebagai spesies tunggal karena kemiripan morfologinya. Studi terdahulu dengan menggunakan penanda gen 16S rRNA pada DNA mitokondria dan karakter morfologi, memastikan populasi *H. chalconota* di Indonesia merupakan beberapa spesies berbeda. Populasi di Kalimantan adalah spesies *H. megalonesa* dan *H. raniceps*, di Sulawesi yaitu *H. mocquardii*, di Sumatera adalah *H. parvaccola*, dan *H. rufipes*, sedangkan populasi di Jawa adalah *H. chalconota*. Penelitian ini dilakukan untuk memastikan identitas spesimen katak *Hylarana* sp. dari Pulau Bangka, dengan menggunakan penanda gen 16S rRNA. Pengambilan sampel katak dari hutan Nyato dusun Payak, P. Bangka menggunakan metode *Visual Encounter Survey*, dan sumber DNA diambil dari otot paha. Analisis molekuler dilakukan melalui tahapan ekstraksi DNA dengan metode fenol-kloroform, uji kualitas DNA secara elektroforesis, uji kuantitas DNA dengan spektrofotometer, amplifikasi gen target secara PCR menggunakan primer F-16SRanaIII (GAGTTATTCAAATTAGGACAGC) dan R-16SRanaIII (ATAAGGGTGTTAGCCCATTTG), sekuensing gen target, dan rekonstruksi filogenetik dengan metode *Neighbour Joining*. Hasil PCR menunjukkan gen target berhasil teramplifikasi, dan disekuensing dengan ukuran 289 bp. Hasil analisis BLAST memastikan spesimen *Hylarana* sp. dari Pulau Bangka adalah spesies *Hylarana chalconota*, dan hasil rekonstruksi filogeni menunjukkan spesimen berkerabat dekat dengan *Hylarana chalconota* populasi Jawa.

**Kata kunci:** *Cryptic species*, DNA mitokondria, filogenetik, *Hylarana chalconota*.

### ABSTRACT

*Hylarana chalconota* frogs is an cryptic species that have abundant, and widespread population in Indonesia. Cryptic species are two or more different species that classified as a single species due to their morphological similarities. High morphological variations of this species often lead to false classification. Previous study reported that *H. chalconota* in Indonesia consist of several different species, based on the 16S rRNA gene of mitochondrial DNA. The Borneo population were the *H. megalonesa* and *H. raniceps*, the Sulawesi population was *H. mocquardii*, the Sumatra population were *H. parvaccola*, and *H. rufipes*, while the Java population was *H. chalconota*. This investigation aimed to confirm the identity of *Hylarana* sp. specimen from Bangka Island, using the 16S rRNA gene. Frogs samples from Nyato forest Bangka island had taken using the *Visual Encounter Survey* method, and DNA source taken from femur muscles. The DNA extraction was use phenol-chloroform method, followed by DNA quality assay by electrophoresis, and DNA quantity assay by spectrophotometer. The amplification of 16S rRNA target gene was use the primer F-16SRanaIII (GAGTTATTCAAATTAGGACAGC) and R-16SRanaIII (ATAAGGGTGTTAGCCCATTTG), followed by sequencing, and phylogeny reconstruction with *Neighbour Joining* method. The study results showed that the target gene successfully amplified, and had sequenced 289 bp size. The *Hylarana* sp. sample from Bangka Island was confirmed as *Hylarana chalconota*. The phylogeny reconstruction stated that the specimen from Bangka Island had closer relationship with *Hylarana chalconota* from Java.

**Key words:** *Cryptic species*, *Hylarana chalconota*, mitochondrial DNA, phylogeny.

## PENDAHULUAN

Katak *Hylaran chalconota* adalah katak dataran Sunda yang berkembangbiak di sepanjang aliran sungai pada berbagai hutan dataran rendah, dari hutan hujan primer, hutan hujan sekunder sampai hutan rawa. *Hylarana chalconota* merupakan suatu *cryptic species* kompleks (Stuart *et al.*, 2006), yang memiliki populasi melimpah, dan tersebar luas di Indonesia. Suatu *cryptic species* adalah dua atau lebih spesies berbeda yang diklasifikasikan sebagai spesies tunggal, karena kemiripan morfologinya (Toha, 2014). Pendekatan molekuler dalam studi taksonomi Amfibi terbukti efektif mengungkapkan identitas suatu spesies, yang secara morfologi sulit dibedakan (Stuart *et al.*, 2006).

Studi terdahulu menggunakan karakter morfologi, dan penanda gen 16S rRNA, menyebutkan bahwa *H. chalconota* merupakan beberapa spesies berbeda. Populasi yang hidup di Kalimantan adalah spesies *H. megalonesa* dan *H. raniceps*, di Sulawesi merupakan *H. mocquardii*, di Sumatera merupakan *H. parvaccola*, dan *H. rufipes*, sedangkan yang hidup di Jawa adalah *H. chalconota* (Inger *et al.*, 2009).

Katak *H. chalconota* di Pulau Bangka menunjukkan keragaman morfologi tinggi, diduga sebagai hasil adaptasi terhadap kondisi geografis setempat. Pada awal sejarah geologinya, Pulau Bangka menyatu dengan Pulau Sumatera, Jawa, Kalimantan, dan daratan Asia (Lakip Babel, 2013). Isolasi geografis yang terbentuk kemudian, diduga memengaruhi distribusi satwa ini, dan variasi intra spesies yang dapat menyebabkan kerancuan dalam taksonominya (Bultin *et al.*, 2009).

Analisis kekerabatan menggunakan penanda gen dari DNA mitokondria (mtDNA), seperti sitokrom, dan 16S rRNA banyak dilakukan, karena pewarisan mtDNA bersifat maternal (Tjandra, 2011). Penggunaan gen 16S rRNA telah terbukti merupakan penanda yang sangat bermanfaat untuk penyelesaian masalah taksonomi pada amfibia. Gen 16S rRNA

memiliki sekuen konservatif dengan laju evolusi rendah, sehingga dapat melacak keragaman organisme, dan menelusuri kekerabatan pada kategori famili dan genus (Hasan *et al.*, 2014; Richard, 2013; Xia *et al.*, 2011). Adanya mutasi pada beberapa daerah gen 16S rRNA dapat menunjukkan variasi yang membedakan spesies (Rinanda, 2011). Penggunaan gen ini telah berhasil menunjukkan hubungan kekerabatan, antara lain pada kadal, ikan, dan timun laut (Hadiprata *et al.*, 2015; Tjong *et al.*, 2010).

Penelitian ini bertujuan untuk memastikan identitas spesies dan hubungan kekerabatan sampel katak *Hylarana* sp. dari Pulau Bangka dengan *cryptic species Hylarana chalconota*, berdasarkan gen 16S rRNA.

## BAHAN DAN METODE

### Pengambilan dan penanganan sampel

Penelitian berlangsung pada bulan Maret-Mei 2017. Sampel katak diambil dari kawasan hutan Nyato, Pulau Bangka dengan metode VES (Kusrini, 2008). Analisis molekuler bekerjasama dengan Laboratorium Genetika Molekuler Ternak, Fakultas Peternakan IPB.

### Ekstraksi, Uji Kualitas, dan Kuantitas DNA

Ekstraksi DNA dari 30 mg otot paha menggunakan metode fenol-kloroform. Uji kuantitas isolat DNA menggunakan UV spektrofotometer Nano Drop, pada panjang gelombang 260 dan 280 nm, sementara uji kualitas DNA menggunakan metode elektroforesis (Sulandari dan Zein, 2003). Setelah didapatkan DNA dengan konsentrasi tinggi dan tidak terkontaminasi RNA ataupun protein, langkah selanjutnya adalah amplifikasi gen target 16S rRNA menggunakan primer acuan.

### Amplifikasi Gen 16S rRNA

Amplifikasi gen 16S rRNA menggunakan primer F-16SRanaIII (5'-GAG TTA- TTC AAA TTA GGC ACA GC-3') dan R-16SRanaIII (5'-ATA AGG GTG TTA GCC

CATT TG-3') (Stuart *et al.*, 2006). Total pereaksi PCR sebanyak 30 µl/sampel, dengan komposisi yaitu 3 µl buffer PCR, 0.6 µl dNTP, 4 µl MgCl<sub>2</sub>, 1 µl primer L-16SRanaIII, 1 µl primer H-16SRanaIII, 0.5 µl BSA, 0.2 µl Taq Native, 1 µl DNA sampel, dan 18.7 µl H<sub>2</sub>O. Amplifikasi dilakukan 35 siklus dengan kondisi pre denaturasi 94°C (5 menit), denaturasi 94°C (30 detik), *annealing* 55°C (30 detik), pemanjangan primer 72°C (1 menit 30 detik), dan pemanjangan akhir 72°C (10 menit) (Sulandari & Zein, 2003).

### Sekuensing dan Rekonstruksi Filogenetik

Tahap sekuensing gen target dilakukan di First BASE Laboratories Axil Scientific, Singapura. Hasil sekuensing gen target disejajarkan menggunakan program *Basic Local Alignment Search Tool* (BLAST) pada *National Center for Biotechnology Information* (NCBI). Analisis BLAST bertujuan untuk mengetahui kecocokan gen target dengan *Query* yang diperoleh dari GenBank.

Sekuen sampel *Hylarana* sp. dari Pulau Bangka disejajarkan dengan spesies satu genus dari GenBank ([www.ncbi.nlm.nih.gov](http://www.ncbi.nlm.nih.gov)) pada MEGA 6. Rekonstruksi filogenetik menggunakan metode *Neighbour Joining*. Evaluasi pohon filogeni menggunakan analisis *bootstrap* sebanyak 1000 kali pengulangan. Perhitungan nilai similaritas yaitu: Persentase similaritas = (1-jarak genetik) x 100% (Sianturi, 2015).

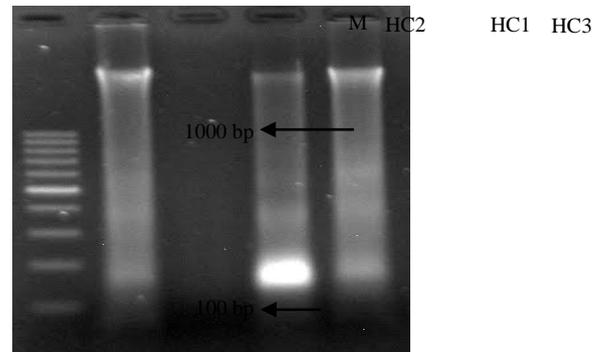
## HASIL

### Kuantitas dan kualitas isolat DNA sampel

Hasil uji kuantitas isolat DNA sampel katak *Hylarana* sp. dari Pulau Bangka ditampilkan pada Tabel 1, sedangkan hasil uji kualitas DNA tersaji pada Gambar 1. Pita DNA sampel HC1 tampak sangat tipis, sementara pita DNA HC2, dan HC3 terlihat tebal.

Tabel 1. Kuantitas Isolat DNA *Hylarana* sp. Dari Pulau Bangka

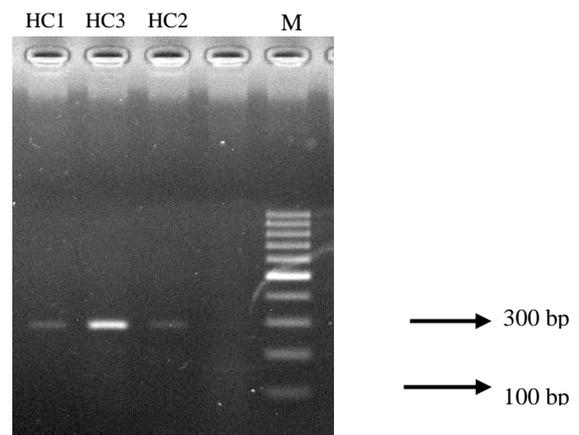
| No | Sampel | Kemurnia | Konsentrasi (ng/µl) |
|----|--------|----------|---------------------|
| 1  | HC1    | 1,65     | 54,5                |
| 2  | HC2    | 1,95     | 304,6               |
| 3  | HC3    | 1,92     | 308,2               |



Gambar 1. Visualisasi Pita DNA Sampel Hasil Ekstraksi

### Kualitas hasil amplifikasi gen target

Visualisasi hasil amplifikasi PCR gen 16S rRNA dari sampel HC1 dan HC2 terlihat berupa pita tipis, sedangkan sampel HC3 berupa pita yang terang dan jelas. Tahap amplifikasi menghasilkan fragmen gen 16S rRNA berukuran sekitar 300 bp (Gambar 2). Untuk tahap analisis selanjutnya, digunakan sampel HC3 ini.

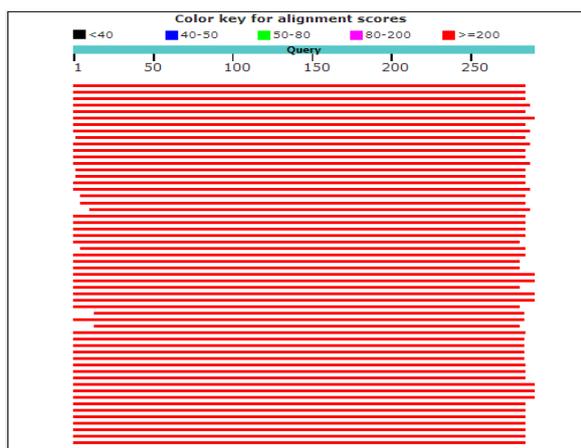


Gambar 2. Hasil Amplifikasi Gen16S rRNA

### Hasil rekonstruksi filogenetik *Hylarana*

Hasil analisis BLAST sekuen HC3 menunjukkan tingkat homologi sangat tinggi dengan sekuen *Hylarana* GenBank, berdasarkan

*color key* yang dihasilkan (Gambar 3). Garis-garis merah pada *color key* menunjukkan tingkat homologi sangat tinggi ( $\geq 200$  nukleotida), garis merah muda menunjukkan homologi tinggi (80-200 nukleotida), garis hijau mengindikasikan homologi sedang (50-80 nukleotida), garis biru menunjukkan homologi rendah (40-50 nukleotida), sedangkan garis hitam mengindikasikan tingkat homologi sangat rendah ( $<40$  nukleotida) (NCBI, 2017).



Gambar 3. *Color Key* Hasil BLAST Sampel HC3 Dengan *Hylarana* GenBank

Hasil analisis BLAST sekuen sampel HC3 menunjukkan homologi tinggi dengan tiga spesies *Hylarana* GenBank, yaitu *H. chalconota*, *H. raniceps*, serta *H. raniceps*, namun tingkat homologi tertinggi adalah dengan *H. chalconota* (Tabel 2). Hasil rekonstruksi filogenetik *H. chalconota* selanjutnya, ditampilkan pada Gambar 4.

Tabel 2. Homologi sekuen HC3 dengan sekuen *Hylarana* GenBank

| Accession  | Description          | Max Score | Max Identity (%) |
|------------|----------------------|-----------|------------------|
| KF477630.1 | <i>H. chalconota</i> | 505       | <b>99</b>        |
| DQ835331.1 | <i>H. raniceps</i>   | 483       | 98               |
| KR264085.1 | <i>H. megalonesa</i> | 481       | 98               |

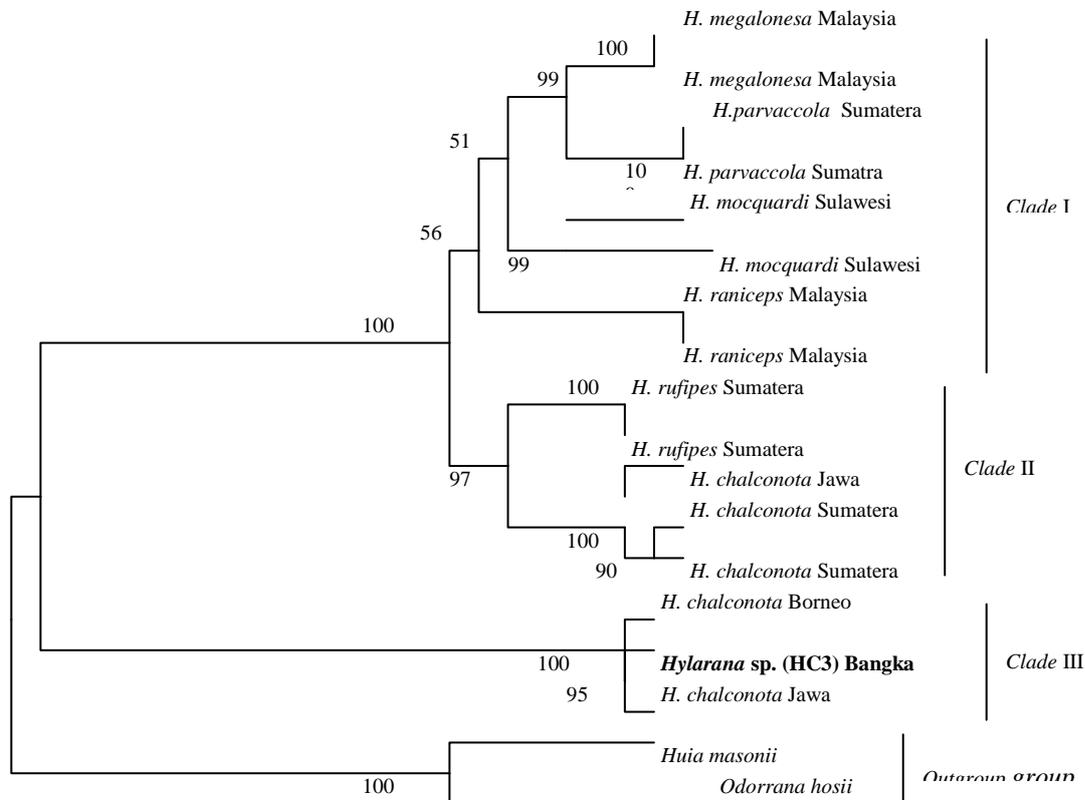
## PEMBAHASAN

Penggunaan jaringan otot sebagai sumber DNA terkait dengan tingginya jumlah

mitokondria di jaringan tersebut, sehingga diharapkan diperoleh isolat DNA dengan konsentrasi tinggi. Hasil elektroforesis isolat DNA individu HC1 terlihat sangat tipis, sedangkan pita DNA individu HC2, dan HC3 tampak tebal (Gambar 1). Kualitas isolat DNA sangat terkait dengan konsentrasi DNA dari sampel yang diperoleh. Pita DNA yang tebal menunjukkan konsentrasi DNA yang tinggi, demikian pula sebaliknya (Irmawati, 2003).

Hasil uji kemurnian isolat DNA sampel berkisar antara 1,65-1,95 (Tabel 1). Mengacu pada Sulandari & Zein (2003), nilai kemurnian 1,8-2,0 menunjukkan kualitas DNA tinggi, nilai kemurnian kurang dari 1,8 mengindikasikan adanya kontaminasi kloroform/fenol, sedangkan nilai di atas 2,0 mengindikasikan adanya kontaminasi protein. Berdasarkan acuan tersebut, dipastikan bahwa isolat DNA sampel HC2 dan HC3 memiliki kualitas sangat baik (kemurnian tinggi), sedangkan DNA HC1 kurang baik dan terindikasi kontaminasi kloroform/fenol. Kontaminasi ini dapat disebabkan oleh proses pengeringan yang kurang sempurna, sehingga masih menyisakan larutan purifikasi (alkohol, atau fenol), dan menurunkan kemurnian DNA (Marwayana, 2015).

Konsentrasi DNA ketiga sampel katak menunjukkan kesesuaian dengan tingkat kemurniannya. Isolat DNA dengan kemurnian baik, memiliki konsentrasi DNA tinggi, demikian pula sebaliknya. Hal ini sesuai dengan pernyataan Hendra dkk. (2013), yaitu hasil ekstraksi DNA dengan tingkat kemurnian baik, cenderung memiliki konsentrasi DNA tinggi, dan kadar protein (kontaminan) rendah. Hasil amplifikasi PCR gen 16S rRNA dari sampel HC1 dan HC2 tampak berupa tipis, sedangkan sampel HC3 berupa pita terang dan jelas (Gambar 2). Pita DNA yang tipis menunjukkan bahwa gen target pada HC1 dan HC2 tidak berhasil teramplifikasi. Hal ini dapat disebabkan oleh ketidakcocokan antara *primer* dengan DNA *template* (Triana, 2010).



Gambar 4. Pohon Filogeni Katak *Hylarana chalconota* Dari Pulau Bangka

Pensejajaran sekuen sampel HC3 memperlihatkan homologi tinggi dengan sekuen *H. chalconota*, *H. raniceps*, dan *H. megalonesa*, yaitu berkisar 98-99% (Tabel 2). Interpretasi kemiripan sekuen sampel dan sekuen database dinyatakan sebagai berikut: kemiripan sekuen 97-100% dikatakan signifikan, 92-96% cukup signifikan, adapun kemiripan <91% dikatakan tidak signifikan (Bhattacharjee *et.al.*, 2012 dalam Hadipranta dkk., 2015). Hasil pensejajaran BLAST menunjukkan bahwa spesimen katak Hylarana Pulau Bangka memiliki homologi signifikan dengan spesies *H. chalconota* (Tabel 2).

Homologi yang tinggi mengindikasikan, bahwa sebagian besar materi genetik spesimen katak Pulau Bangka mengandung materi genetik katak *Hylarana chalconota* (GenBank). Pewarisan mtDNA bersifat maternal, karenanya spesimen *Hylarana* yang terkait dengan

pewarisan maternal akan memiliki sekuen serupa, sedangkan yang tidak terkait hubungan maternal akan menunjukkan sekuen berbeda. Gen 16S rRNA merupakan daerah yang dipertahankan dalam mtDNA, dan penggunaan gen ini menghasilkan tingkat efisiensi dan konsistensi yang tinggi. Hasil studi ini juga mendukung pernyataan Xia *et al.* (2011), bahwa penggunaan gen 16S rRNA sebagai penanda molekuler, sangat efektif untuk hewan amfibi.

Hasil analisis rekonstruksi filogenetik antara spesimen Pulau Bangka terhadap spesies kompleks *H. chalconota* digambarkan pada pohon filogeni (Gambar 4). Spesimen tersebut menempati cabang yang bertetangga dengan *H. chalconota* Jawa, dan berada pada satu clade dengan *H. chalconota* Jawa dan Borneo, dengan nilai kepercayaan 100%. Mazuni dkk. (2014) menyatakan, clade yang memiliki nilai *bootstrap* (kepercayaan) 95% atau lebih, dapat dikatakan

sebagai clade yang stabil. Hasil rekonstruksi filogenetik menunjukkan bahwa spesimen *H. chalconota* Pulau Bangka lebih berkerabat dekat dengan *H. chalconota* Jawa dan Borneo, dibandingkan *H. chalconota* Sumatera.

Adanya variasi ekologis, dan barrier geografis dapat memunculkan karakter berbeda pada individu dalam satu spesies, dan akan meningkatkan diferensiasi genetik. Asal muasal katak *H. chalconota* diduga berasal dari Jawa, namun kemudian tersebar luas di Asia Tenggara. Dilaporkan spesies ini dijumpai di Jawa, Sumatera, Kalimantan, hingga Thailand Selatan, namun Van Dijk *et al.* (2004) menyatakan bahwa *H. chalconota* hanya tersebar di Sumatera, Jawa, dan Bali.

Pola pengelompokkan spesimen *H. chalconota* Pulau Bangka diduga terkait dengan sejarah geologi pulau ini. Pada awal sejarah geologinya, Pulau Bangka menyatu dengan Pulau Sumatera, Jawa, Kalimantan, dan daratan Asia. Pada awal zaman Eosen (sekitar 50 juta tahun lalu), Indocina, Burma, Semenanjung Malaysia, Jawa, Sumatera, dan Kalimantan masih merupakan satu kontinental, kemudian wilayah tersebut terpisah saat permukaan air laut meningkat.

Pada zaman Pleistosen terjadi penurunan permukaan air laut yang drastis, sehingga wilayah tersebut bergabung kembali menjadi satu kontinen Dataran Sunda yang luas.

Adanya koneksi berupa daratan memungkinkan persebaran *H. chalconota* pada daerah tersebut, dan menyebabkan populasi *H. chalconota* memasuki kawasan hutan. Terjadinya kenaikan permukaan air laut menyebabkan timbulnya *barrier* geografi berupa lautan, yang akhirnya mengisolasi populasi tersebut. Walaupun ada koneksi daratan selama perubahan permukaan air laut secara berkala, namun persebaran *H. chalconota* di wilayah Sumatera, Jawa, dan Kalimantan tetap dipertahankan (Inger *et al.*, 2009). Pemisahan Semenanjung Malaysia, Kalimantan, Sumatera, dan Jawa kemudian kembali terjadi, dengan berakhirnya zaman Pleistosen (Tjong *dkk.*, 2010).

## KESIMPULAN

Spesimen katak *Hylarana* sp. dari Pulau Bangka dipastikan adalah spesies *Hylarana chalconota*. Analisis pohon filogeni berdasarkan gen 16S rRNA, menunjukkan spesimen ini berkerabat lebih dekat dengan *H. chalconota* Jawa.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bultin, R.K., J.R. Bridle., D. Schluter. 2009. Speciation and Patterns of Diversity. Chapter 1. Cambridge University Press. New York. 1-10.
- Hadiprta, N.L.M.I.Y.S., I.M.B.A.P.A. Putra., I.G.N.K. Mahardika., I.N. Wandita., T.S. Nindhia. 2015. Identifikasi Spesies Ikan Kerapu di Pasar Ikan Karangasem dan Kedonganan Bali Menggunakan DNA Mitokondria Gen 16s rRNA. *Jurnal Veteriner* 16(3):423-431.
- Hasan, M., M.M. Islam, M.M.R. Khan, T. Igawa, M.S. Alam, H.T. Djong, N. Kurniawan, H. Joshy, Y.H. Sen, D.M. Belabut, A. Kurabayashi, M. Kuramoto, M. Sumida. 2014. Genetic Divergences of South and South East Asian Frogs: A Case Study of Several Taxa Based on 16S Ribosomal RNA Gene Data with Notes on The Generic Name *Fejervarya*. *Turk. J. Zool* 38: 389-411.
- Hendra., N.W.Y. Suryaningtyas., C. Riyanto., A.F. Heryanto. 2013. Ekstraksi DNA *Collocalia fuchiphaga* dengan Metode Phenol Chloroform Extraction dari Berbagai Material Sumber Genetik. <http://artikel.dikti.go.id/index.php/PKM-P/article/download/41/41>. Diakses tanggal 14 Mei 2016 pk 09:23 WIB.
- Inger, R.F., B.L. Stuart., D.T. Iskandar. 2009. Systematics of A Widespread Southeast Asian Frog, *Rana chalconota* (Amphibia: Anura: Ranidae). *Zoological Journal of the Linnean Society* 155: 123-147.
- Irmawati. 2003. Perubahan Keragaman Genetik Ikan Kerapu Tikus (*Cromileptes altivelis*) Generasi Pertama pada Stok Hatchery. Tesis. Institut Pertanian Bogor. 34-37.
- Kusrini, M.D. 2008. Pedoman dan Survei Amfibi di Alam. Institut Pertanian Bogor. 73-74.

- Laporan Akuntabilitas Kinerja Instansi Pemerintahan Bangka Belitung (Lakip Babel). 2013. [http://www.babelprov.go.id/sites/default/files/dokumen/bank\\_data/05.%20BA-B-01-Pendahuluan.doc](http://www.babelprov.go.id/sites/default/files/dokumen/bank_data/05.%20BA-B-01-Pendahuluan.doc). Diakses tanggal 12 Desember 2016 pukul 12:39 WIB.
- Marwayana, O.N. 2015. Ekstraksi Asam Deoksiribonukleat (DNA) dari Sampel Jaringan Otot. *Jurnal Oseana* 11(2): 1-9.
- Mazuni, D.A. Adi., S. Syarif. 2014. Karakterisasi Fragmen gen 18S rRNA Pokea (*Batissa violacea celebensis* Martens, 1897) di Sungai Pohara Kecamatan Sampara Kabupaten Konawe. *Biowallacea* 1(1):25-38.
- National Center for Biotechnology Information. 2017. <https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>. Diakses tanggal 12 Mei 2017 pk 14.50 WIB.
- Richard, C. A. A. 2013. Evolution of Breeding Mode In Bornean Frogs. Thesis. Department of Zoology Faculty of Resource Science and Technology University Malaysia Sarawak. 5-7.
- Rinanda, T. 2011. Analisis Sekuensing 16S rRNA di Bidang Mikrobiologi. *Jurnal Kedokteran Syiah Kuala* 11 (3) : 172-177.
- Sianturi, S., 2015. Hubungan Filogenetik *Hylarana mocquardii* (Anura : Ranidae) di Sulawesi Berdasarkan Pengukuran Morfologi dan Molekuler Gen 12S rRNA dan 16S rRNA. Tesis. Institut Pertanian Bogor. 8-9.
- Stuart, B. L., R. F. Inger., H. K. Voris. 2006. High Levels of Cryptic Species Diversity Revealed by Sympatric Lineages of Southeast Asian Forest Frogs. *Biology Letters London* 2: 470-474.
- Sulandari, S., M. S. A. Zein. 2003. Panduan Praktis Laboratorium DNA. Bidang Zoologi, Pusat Penelitian Biologi-LIPI. 43-97.
- Tjandra, L. 2011. Analisis Filogenetik *Bufo melanostictus*, Schneider, 1799 dan *Bufo asper*, Gravenhorst, 1829 (Bufonidae) Sumatera Barat dan Kawasan Asia dengan Gen 16S rRNA dan Sitokrom b. Tesis. UNAND. Padang. 2-16.
- Tjong, D.H., D.T. Iskandar., D. Gusman. 2010. Hubungan Filogenetik Spesies *Limnonectes* (Ranidae: Amphibia) Asal Sumatera Barat dan Asal Asia Tenggara Berdasarkan Gen 16S ribosomal RNA. *Makara Sains* 14(1): 79-87.
- Toha, A. H. A. 2014. Biota Kriptik Raja Ampat. *Buletin Konservasi Biodiversitas Raja Ampat* 7(3): 6.
- Triana, S.H. 2010. Analisis Fragmen DNA Ikan Kerapu Macan (*Epinephelus fuscoguttatus*) yang Tahan dan Rentan terhadap Bakteri *Vibrio alginolyticus*. *Jurnal Ilmu Dasar* 11(1): 8-16.
- Van Dijk, P.P., D.T. Iskandar., R.F. Inger., M.D. Kusri. 2004. *Chalcorana chalconota*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T58568A89366516. <http://www.iucnredlist.org/details/58568/0>. Diakses pada tanggal 13 November 2016 pk 10:12 WIB.
- Xia Y, Gu HF, Peng R, Chen Q, Zheng YC, Murphy RW, & Zeng XM. 2011. COI is better than 16S rRNA for DNA barcoding Asiatic salamanders (Amphibia: Caudata: Hynobiidae). *Molecular Ecology Resources* 12:48-56.

## **Program Perhutanan Sosial 12,7 Juta Hektar: Suatu Ancaman atau Keuntungan Terhadap Keanekaragaman Hayati Hutan Indonesia?**

**Ardiyanto W Nugroho**

BP2TKSDA (Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Konservasi Sumberdaya Alam),  
Kementerian Kehutanan, Samboja, Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur, 76112, Indonesia.  
Telp: 0542-7217663; Fax: 0542-7217665; E-mail: [ardiyanto.nugroho@gmail.com](mailto:ardiyanto.nugroho@gmail.com)

### **ABSTRAK**

Pemerintahan Jokowi berencana membuka akses hutan seluas 12,7 juta ha kepada masyarakat melalui program perhutanan sosial sesuai dengan Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2015-2019. Menurut Pemerintah, program perhutanan sosial 12,7 juta ha (PS 12,7 juta ha) diharapkan mampu memberikan manfaat terhadap perlindungan dan kelestarian keanekaragaman hayati hutan Indonesia karena program tersebut berpotensi menurunkan konflik sosial kehutanan seperti perambahan hutan dan *illegal logging*. Di lain pihak, program ini juga diharapkan akan meningkatkan pendapatan masyarakat dan mampu mengurangi tingkat kemiskinan di Indonesia. Dengan analisis SWOT (*Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats*), kajian ini dilakukan untuk mengetahui potensi program PS 12,7 juta ha untuk upaya pelestarian keanekaragaman hayati hutan Indonesia. Hasil kajian menunjukkan bahwa program ini berpotensi mampu memberikan dampak positif terhadap keanekaragaman hayati hutan Indonesia karena selain diinisiasi oleh pemerintah sendiri, program ini juga mendapat dukungan dari DPR. Akan tetapi, sebagai eksekutor program, beberapa hal harus dilakukan oleh Kementerian Kehutanan untuk mewujudkan program tersebut seperti; penyelesaian program ‘satu peta’ tentang penggunaan kawasan hutan untuk menyelesaikan masalah tumpang tindih status kawasan hutan; menyederhanakan birokrasi yang rumit bagi calon peserta program; dan menambah alokasi pendanaan dan SDM. Tumpang tindih status kawasan hutan mengakibatkan kawasan hutan yang masih bagus dikonversi menjadi lahan program ini yang akhirnya berdampak terhadap penurunan keanekaragaman hayati hutan. Selain itu, kurangnya dana dan SDM menyebabkan realisasi program tersebut menjadi lambat. Sebagai kesimpulan, PS 12,7 juta ha akan memberikan dampak negatif terhadap keanekaragaman hayati hutan Indonesia jika pemerintah belum mampu memperbaiki sistem perpetaan kawasan hutan, penyederhanaan sistem birokrasi dan menambah anggaran.

**Kata kunci:** konflik sosial, perambahan hutan, keanekaragaman hayati, tumpang tindih kawasan

### **ABSTRACT**

*Jokowi's presidential government plans to open access to 12.7 million ha of forests to the people living in surrounding the forests by creating a social forestry program. The program (PS 12.7 juta ha) has been stated in the Middle Term National Development Plan (RPJMN) 2014-2019. According to the government, the program aims to protect forest biodiversity and promote sustainability by reducing social conflicts (i.e.; illegal logging and forest encroachment) between people and the government. On the other hand, the program is expected to improve the participants' income as well as alleviating poverty in this country. By using SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats) analysis, this research aims to explore the benefits of the program related to forests biodiversity conservation efforts in Indonesia. The results show that the PS 12.7 mha program has some potential benefits to the forest biodiversity conservation because this program has been initiated by the president and also supported by the house of representatives. However, as the main executor, the Ministry of Forestry needs to; accomplish 'the one map' program to solve overlapping forest land-use; simplify complicated bureaucratic processes for the participants; and allocating more budget and human resources. Overlapping forest land use results in negative impacts to the forest biodiversity because the remnant primary forests can be cleared for the program. The lack of fund and human resources can delay the program. In conclusion, the PS 12.7 mha program might result in negative consequences to the forest biodiversity if the government has not been able to provide single map, simplify complicated bureaucratic; and allocating more budget and human resources.*

**Keywords:** social conflict, forest encroachment, biodiversity, overlapping land-use

## PENDAHULUAN

Salah satu program Presiden Joko Widodo di bidang kehutanan khususnya perhutanan sosial adalah rencana untuk membuka akses hutan seluas 12,7 juta hektar yang ditujukan untuk rakyat miskin (Sukmana, 2017). Program tersebut tercantum dalam Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional 2015-2019 (RPJMN). Program tersebut diluncurkan dengan tujuan untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat yang hidup disekitar hutan, selain itu, pemerintah juga menegaskan bahwa program tersebut ditujukan untuk memberikan keadilan sosial bagi masyarakat tersebut dan dalam waktu yang sama mereka diharapkan mampu menjaga kelestarian hutan (Humas Setkab RI, 2016). Masih menurut informasi tersebut, dalam program tersebut juga sangat ditekankan bahwa pihak-pihak yang mendapatkan lahan tanah adalah rakyat, petani, kelompok tani dan gabungan kelompok tani.

Pemerintah berargumen bahwa saat ini masih terdapat 10,2 juta penduduk miskin yang tinggal disekitar kawasan hutan dan tidak mempunyai akses legal untuk memanfaatkan hutan. Kemudian, program tersebut juga akan digabungkan dengan industri pengolahan sumberdaya hutan yang berorientasi ekspor.

Di Kementerian Kehutanan, Program Perhutanan Sosial 12,7 juta ha (PS 12,7 juta ha) sudah diamanatkan dalam Rencana Strategis Kementerian Kehutanan sebagai panduan untuk mengimplementasikan program tersebut. Dalam rencana tersebut, PS 12,7 juta ha akan diimplementasikan melalui pemulihan kesehatan Daerah Aliran Sungai (DAS) dengan berbagai skema pengembangan; Hutan Tanaman Rakyat (HTR), Hutan Kemasyarakatan (HKm), Hutan Desa (HD), ekowisata skala kecil dan Hasil Hutan Bukan Kayu (HHBK) (Ministry of Environment and Forestry, 2015a). Meskipun demikian, program tersebut kurang berjalan sesuai target yang telah ditetapkan sebelumnya. Sampai dengan tahun 2016, realisasi kawasan yang terkait dengan perhutanan sosial adalah sekitar 665 ribu ha saja (Kementerian

Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2016). Hal ini mengindikasikan bahwa terdapat berbagai kesulitan yang menyebabkan realisasi program tersebut menjadi terhambat.

Program PS 12,7 juta ha dibuat dengan tujuan untuk menekan konflik sosial antara masyarakat dengan pemerintah selaku pengelola utama kawasan hutan. Beberapa konflik sosial kehutanan seperti *illegal logging* dan perambahan kawasan sangat berdampak buruk terhadap kelestarian hutan yang mengancam konservasi biodiversitas hutan. Di lain pihak, salah satu penyebab utama adanya konflik sosial adalah kemiskinan. Masyarakat yang berada dibawah garis kemiskinan tersebut memanfaatkan sumberdaya hutan sekedar untuk bertahan hidup. Oleh karena itu, dengan diberikannya akses hutan kepada masyarakat untuk dikelola dengan skema hutan kemasyarakatan (*social forestry*), seperti program ini, maka pendapatan masyarakat miskin tersebut diharapkan akan naik dan pada saat yang sama, mereka diharapkan akan berkontribusi untuk menjaga kelestarian hutan. Dengan naiknya pendapatan masyarakat miskin maka program tersebut juga diharapkan mampu mengurangi angka kemiskinan di negeri ini.

Penelitian ini dilakukan untuk menjawab pertanyaan apakah program PS 12,7 juta ha mampu berkontribusi positif terhadap keanekaragaman hayati hutan Indonesia. Kemudian, faktor-faktor apa saja yang menghambat dan mendukung terlaksananya program PS 12, 7 juta dan bagaimana strategi yang tepat untuk merealisasikan program tersebut agar dapat berkontribusi positif terhadap keanekaragaman hayati hutan Indonesia.

## BAHAN DAN METODE

### a. Metode Pengumpulan Data

Penelitian ini merupakan penelitian *desk study* dengan bahan-bahan utama adalah data sekunder yang berupa kebijakan-kebijakan pemerintah dan dokumen rencana yang dibuat oleh kementerian yang terkait dengan PS 12,7 juta ha. Untuk mengkaji apakah PS 12,7 juta ha

akan memberikan dampak positif terhadap keanekaragaman hayati, penelitian ini menggunakan jurnal-jurnal ilmiah yang tersedia di *internet*.

#### **b. Analisis Data**

Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis SWOT (*Strength Weaknesses Opportunity and Threats*), suatu metode yang telah diperkenalkan oleh Weihrich (1982). Analisis SWOT telah banyak digunakan untuk mengidentifikasi faktor-faktor eksternal maupun internal dalam sebuah organisasi untuk menentukan strategi yang tepat dalam mencapai tujuan yang diinginkan (Ghazinoory et al., 2011). Analisis SWOT meliputi identifikasi hal-hal yang menjadi; sumber kekuatan (*Strengths*) dan kelemahan (*Weaknesses*) dimana keduanya merupakan faktor internal; sedangkan kesempatan (*Opportunities*) dan ancaman (*Threats*) merupakan faktor eksternal dari organisasi tersebut dan yang berkaitan dengannya.

Analisis SWOT sering digunakan dalam penelitian sosial yang membahas tentang isu sosial secara ilmiah (Hovardas, 2015). Analisis ini juga telah digunakan pada penelitian yang membahas masalah manajemen lingkungan sebagai alat untuk mengetahui faktor-faktor yang berpengaruh terhadap keberhasilan dan kegagalan suatu program, termasuk program yang melibatkan masyarakat dalam pengelolaan sumberdaya hutan. Beberapa penelitian tersebut antara lain; Masozera *et al.* (2006), Suh and Emtage (2005), dan Nurdianti *et al.* (2014).

#### **c. Penggunaan Analisis SWOT dalam Penelitian ini.**

Langkah pertama analisis SWOT dalam penelitian ini adalah melakukan identifikasi faktor-faktor yang bersifat; sumber kekuatan (*Strengths=S*); kelemahan (*Weaknesses=W*); kesempatan (*opportunities=O*) dan ancaman (*threats = T*) dari program PS 12,7 juta ha dari berbagai sumber seperti jurnal ilmiah, artikel Tabel 1. Hasil Analisis SWOT PS 12,7 Juta Ha.

ilmiah, ataupun artikel dari artikel koran yang terpercaya.

## **HASIL**

Hasil analisis penelitian ini disajikan pada Tabel 1. Dari tabel 1 dapat diketahui bahwa dalam hal kekuatan (*strengths*), program PS 12,7 juta ha telah mendapatkan dukungan dari pihak legislatif atau DPR sehingga pelaksanaan program ini akan lebih baik. Selain itu, karena program ini merupakan inisiasi langsung dari pihak eksekutif dalam hal ini presiden RI maka, lembaga-lembaga negara dan kementerian lain yang terkait akan berupaya untuk mewujudkan program ini. Sebagai tambahan, pihak pemerintah telah menuangkan detail PS 12,7 juta ha dalam RPJMN 2014-2019 yang menunjukkan keseriusan pemerintah dalam mengimplementasikan program tersebut.

Akan tetapi, salah satu kelemahan utama KLHK yang terkait dengan PS 12,7 juta ha adalah rumitnya birokrasi yang menyebabkan sulitnya masyarakat untuk berpartisipasi dalam program tersebut. Sebagai contoh, dalam penelitian yang dilakukan oleh Herawati (2011), menyebutkan bahwa untuk mengajukan program HTR, setidaknya terdapat 20 institusi yang terlibat didalam dan diluar institusi KLHK. Masalah krusial lain yang menjadi kelemahan program PS 12,7 juta ha adalah konflik kepemilikan lahan atau tumpang tindih lahan yang disebabkan oleh ketidak-sinkronan peta peruntukan kawasan di Indonesia. Wibowo and Giessen (2015) melaporkan bahwa setidaknya terdapat 4 kementerian dan badan yang memproduksi peta status lahan di negara ini; BPN, KLHK, Kementerian ESDM dan Kementan. Hal inilah yang menyebabkan terjadinya tumpang tindih lahan di dalam dan di luar kawasan hutan.

| <b>Analisis SWOT PS<br/>12,7 juta ha</b> | <b>Variabel</b>   | <b>Referensi</b>                                       |
|--|---|--|
| <b>Strengths<br/>(Kekuatan)</b>          | a. Mendapatkan dukungan langsung dari Presiden RI.  | Humas Setkab RI (2016)                                 |
|  | b. Program ini telah diamanatkan dalam RPJMN 2014-2019  | Bappenas (2015)  |
|  | c. Mendapatkan dukungan dari DPR RI   | Antaraneews (2016)                                     |
| <b>Weaknesses<br/>(Kelemahan)</b>        | a. Sistem birokrasi rumit yang menyebabkan sulitnya masyarakat untuk berpartisipasi dalam program tersebut              | Natalia (2017)   |
|  | b. Belum adanya upaya dari Kemen LHK untuk menjemput bola ke masyarakat   | Multistakeholder Forestry Programme (2015)             |
|  | c. Masalah status kepemilikan lahan yang tidak jelas ( <i>land tenure</i> )   | Wibowo and Giessen (2015)                              |
|  | d. Tidak adanya peta lahan yang telah disepakati oleh pihak-pihak yang terkait  | Wibowo and Giessen (2015)                              |
|  | e. Kurangnya SDM di Kemen LHK untuk mensosialisasikan PS 12,7 juta ha sekaligus mengelola dan mensupervisinya           | Ministry of Environment and Forestry (2015b)           |
|  | f. Belum diketahui skema kerjasama yang tepat antara pemerintah dan masyarakat  | Agrawal and Chhatre (2006)                             |
|  | g. Masalah teknis seperti teknik silvikultur  |  |
| <b>Opportunities<br/>(Kesempatan)</b>    | a. Meningkatkan pendapatan masyarakat sekaligus meringankan kemiskinan  | Kanel and Niraula (2017), Wollenberg and Ingles (1998) |
|  | b. Berpotensi menjaga kelestarian hutan   | Sunderlin (2006), Poffenberger (2006)                  |
|  | c. Memperbaiki tata-kelola hutan; sistem pemetaan   | Agrawal and Chhatre (2006), Krott et al. (2014)        |
|  | d. Mengurangi ancaman terhadap kelestarian hutan dengan meredam konflik sosial  | Castro and Nielsen (2001), Barber (1998)               |
|  | e. Meningkatkan produktifitas hutan Indonesia   | Thoms (2008)   |
|  | f. Berpotensi meningkatkan nilai ekspor kehutanan Indonesia   | Scherr et al. (2003)                                   |
| <b>Threats (ancaman)</b>                 | a. Rentan terhadap penyalahgunaan dalam pemanfaatan lahan   | Verbist and Pasya (2004)                               |
|  | b. Sikap masyarakat yang beragam terhadap program hutan kemasyarakatan  | Herawati et al. (2010)                                 |
|  | c. Masyarakat lebih tertarik untuk menanam jenis tanaman lain yang lebih menguntungkan seperti karet atau kelapa sawit. | (Butler et al., 2009)                                  |
|  | d. Alokasi dana yang minim untuk merealisasikan program ini   | CNN Indonesia (2017)                                   |

Meskipun demikian, program PS 12,7 juta ha diharapkan akan memberikan kesempatan yang positif untuk memperbaiki tata kelola hutan di Indonesia. Dengan adanya program ini, banyak instansi yang terlibat dan menyadari bahwa masalah kehutanan tidak bisa dihadapi oleh KLHK saja melainkan beberapa instansi lain. Sebagai contoh, untuk menyelesaikan masalah status kepemilikan lahan maka instansi-instansi lain yang terkait seperti BPN, Kementerian ESDM dan Kementan akan bekerjasama untuk mewujudkan terbentuknya sebuah peta tunggal yang disepakati oleh semua pihak yang terkait.

Salah satu ancaman yang paling besar dalam PS 12,7 juta ha adalah rentan dalam penyalahgunaan lahan. Hal ini sangat berkaitan dengan terbatasnya jumlah SDM dari KLHK untuk mengawasi jalannya program ini. Sangat dimungkinkan lahan yang telah mempunyai ijin untuk PS 12,7 juta ha dalam realisasinya bisa digunakan untuk peruntukan lain yang lebih menguntungkan secara ekonomis. Hal tersebut pernah terjadi di Indonesia pada implementasi *social forestry* dengan skema REDD+ di salah satu daerah (Butler *et al.*, 2009). Dalam penelitian tersebut, faktor ekonomi yang lebih tinggi yang diperoleh ketika menanam kelapa sawit menyebabkan skema hutan kemasyarakatan yang telah disepakati sebelumnya menjadi tidak berjalan. Oleh karena itu, aspek ekonomi sangat penting dalam mengembangkan PS 12,7 juta ha.

## PEMBAHASAN

### **Apakah PS 12,7 juta ha akan memberikan dampak positif terhadap keanekaragaman hayati hutan Indonesia?**

Terdapat beberapa faktor yang menuntut pemerintah untuk melibatkan masyarakat dalam mengelola hutan dan menjaga kelestariannya termasuk keanekaragaman hayati yang tersimpan di dalamnya. Salah satu faktor utamanya adalah terbatasnya jumlah SDM dalam pengelolaan kawasan hutan Indonesia. Luas kawasan hutan di negara ini adalah sekitar 120,7 juta ha, sedangkan jumlah pegawai di KLHK hanya berkisar 18 ribu

pegawai sehingga jumlah tersebut dirasa kurang cukup untuk menjaga seluruh kawasan hutan di negara ini (Ministry of Environment and Forestry, 2016). Oleh karena itu, diperlukan pelibatan masyarakat untuk menjaga kelestarian hutan dan keanekaragaman hayatinya di negeri ini.

Di Indonesia pelibatan masyarakat dalam pengelolaan hutan telah terjadi sejak tahun 1970-an tepatnya di Pulau Jawa (Herawati, 2011). Pada tahun 1974, PN Perhutani sebagai perusahaan negara yang mengelola 3 juta ha kawasan hutan jati yang tersebar di Jawa (Maryudi, 2012), menyusun program kemakmuran (*prosperity program*) yang bertujuan untuk meningkatkan pendapatan masyarakat sekitar hutan dengan mengaplikasikan pola tanam agroforestry (Bratamihardja *et al.*, 2005). Namun demikian, setelah 40 tahun program kemakmuran tersebut diimplementasikan dengan disertai banyak perubahan nama dan skema, program tersebut dinilai kurang efektif dalam mengentaskan kemiskinan masyarakat desa hutan (Maryudi and Krott, 2012). Meskipun masih terdapat keuntungan secara ekonomi bagi para peserta, namun program tersebut dinilai hanya menghasilkan manfaat ekonomi yang bersifat subsisten (Maryudi and Krott, 2012). Oleh karena itu, diperlukan perbaikan-perbaikan dalam pendekatan dengan masyarakat untuk memperoleh hasil yang maksimal.

Namun demikian, keterlibatan masyarakat dalam pengelolaan hutan atau yang dikenal dengan *Community Based Forest Management* (CBFM) telah lama diaplikasikan di banyak tempat di dunia. Di salah satu negara berkembang yang terdapat hutan tropis yang masih luas, Vietnam, keterlibatan masyarakat mampu mengurangi laju degradasi hutan sekaligus meningkatkan pendapatan penduduk sekitar hutan (Boissière *et al.*, 2009; Sunderlin and Huynh, 2005). Di Meksiko, CBFM juga telah terbukti berdampak positif dalam upaya konservasi keanekaragaman hayati sekaligus manfaat ekonomi dan mitigasi pemanasan global (Klooster and Masera, 2000; Antinori and Bray, 2005). Negara-negara lain yang telah

mengaplikasikan CBFM dan mendapatkan manfaatnya antara lain; Nepal (Adhikari et al., 2007; Agrawal and Chhatre, 2006), India (Bandyopadhyay and Shyamsundar, 2004), dan Thailand (Sato, 2003). Meskipun dalam aplikasinya tidak selalu berhasil di beberapa tempat, CBFM mempunyai masa depan yang cerah untuk diaplikasikan di Indonesia dan akan memberikan dampak positif terhadap keanekaragaman hayati hutan Indonesia.

### **Bagaimana cara mengatasi kelemahan dan ancaman agar PS 12,7 juta ha bisa sukses dan berkontribusi positif terhadap keanekaragaman hayati?**

Untuk mensukseskan PS 12,7 juta ha, strategi yang harus dilakukan adalah memperbaiki kelemahan-kelemahan dan mengatasi ancaman-ancaman yang terkait dengan program ini seperti yang dituliskan dalam analisis SWOT (tabel 1). Salah satunya, untuk memperbaiki rumitnya masalah birokrasi, perlu dibuat penyederhanaan dengan membuat sistem perijinan satu pintu sehingga calon peserta tidak perlu lagi menghadapi birokrasi yang berbelit-belit apabila ingin berpartisipasi dalam program tersebut. Selain itu, pemerintah dalam hal ini KLHK perlu meningkatkan upaya sosialisasi PS 12,7 juta ha ke masyarakat. Untuk menambah jumlah SDM, perlu dilakukan re-distribusi pegawai untuk menjadi penyuluh program tersebut dan terjun langsung ke masyarakat.

Untuk menyelesaikan permasalahan konflik kepemilikan lahan (*land tenure*) yang mengakibatkan tumpang tindih status kawasan, pembuatan peta tunggal yang diakui oleh semua pihak (KLHK, BPN, Kementan dan Kementerian ESDM) harus dilakukan. Tumpang tindih status kawasan hutan akan berpotensi mengakibatkan kawasan hutan yang masih bagus ditebang dan dikonversi menjadi lahan PS 12,7 juta ha yang akhirnya berdampak terhadap penurunan keanekaragaman hayati hutan secara signifikan. Sebenarnya pemerintah telah membuat program 'satu peta' atau 'one map initiative' (Astuti and McGregor, 2015), namun prosesnya membutuhkan waktu yang lebih lama sehingga

perlu dipercepat agar peta tersebut bisa segera digunakan. Untuk mempercepat proses pembuatan 'satu peta' tersebut, pemerintah bisa membentuk satuan tugas (*task force*) yang terdiri dari perwakilan masing-masing kementerian atau lembaga yang terkait. Hal ini untuk mempermudah dan memperlancar arus komunikasi pihak-pihak yang terkait di dalam institusi-institusi tersebut.

### **Beberapa Keterbatasan dalam Riset Ini**

Salah satu kelemahan dalam penelitian ini tidak adanya konfirmasi dari pihak-pihak (*stakeholders*) yang terkait dengan PS 12,7 juta ha seperti; pemerintah (KLHK), perwakilan masyarakat desa hutan calon peserta PS 12,7 juta ha, Lembaga Swadaya Masyarakat, dan lain-lain. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian yang lebih lanjut dengan metode wawancara terstruktur pada beberapa responden. Penelitian ini merupakan pembuka untuk mengurai permasalahan yang terkait dengan program PS 12,7 juta ha sekaligus memberikan gambaran mengenai strategi apa yang bisa digunakan untuk mensukseskan program tersebut berdasarkan informasi yang ada.

Keterbatasan yang lain dalam penelitian ini adalah tidak dideskripsikannya faktor-faktor yang menentukan keberhasilan atau kegagalan implementasi *social forestry* atau perhutanan sosial yang telah lama diterapkan di Indonesia. Identifikasi faktor-faktor tersebut memerlukan penelitian-penelitian tersendiri mengingat keragaman kultur di Indonesia yang sangat tinggi sehingga faktor-faktor tersebut juga berbeda-beda.

### **KESIMPULAN**

Program PS 12,7 juta ha yang di inisiasi oleh pemerintah dinilai mampu berkontribusi positif terhadap kelestarian keanekaragaman hayati hutan Indonesia. Hal ini terlihat dari hasil analisis SWOT dimana program ini selain diinisiasi oleh pemerintah selaku lembaga eksekutif, pihak DPR juga telah menyatakan

dukungannya. Namun, terdapat beberapa hal yang perlu dilakukan untuk menunjang keberhasilan program tersebut seperti; penyediaan peta tunggal untuk mengatasi tumpang tindih status kawasan; penyederhanaan sistem birokrasi; jaminan pendanaan dan penambahan SDM. Apabila beberapa hal tersebut tidak dilakukan maka dikhawatirkan program PS 12,7 juta ha akan berdampak negatif terhadap upaya konservasi keanekaragaman hayati hutan kita.

### UCAPAN TERIMAKASIH

Peneliti mengucapkan terimakasih kepada Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Konservasi Sumberdaya Alam, Samboja atas ijinnya untuk melaksanakan pembuatan penelitian ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- Adhikari, B., Williams, F. & Lovett, J. C. 2007. Local benefits from community forests in the middle hills of Nepal. *Forest policy and economics*, 9, 464-478.
- Agrawal, A. & Chhatre, A. 2006. Explaining success on the commons: Community forest governance in the Indian Himalaya. *World Development*, 34, 149-166.
- AntaraneWS. 2016. *DPR RI sambut baik program perhutanan sosial seluas 12,7 juta hektar* [Online]. Indonesia: AntaraneWS Available: <http://www.antaraneWS.com/berita/602840/dpr-ri-sambut-baik-program-perhutanan-sosial-seluas-127-juta-hektar> [Accessed 28 Juli 2017].
- Antinori, C. & Bray, D. B. 2005. Community forest enterprises as entrepreneurial firms: economic and institutional perspectives from Mexico. *World development*, 33, 1529-1543.
- Astuti, R. & Mcgregor, A. 2015. Governing carbon, transforming forest politics: A case study of Indonesia's REDD+ Task Force. *Asia Pacific Viewpoint*, 56, 21-36.
- Bandyopadhyay, S. & Shyamsundar, P. 2004. Fuelwood consumption and participation in community forestry in India.
- BAPPENAS 2015. Sosialisasi Renstra KLHK: Sinergitas Pembangunan Sektor Lingkungan Hidup dan Kehutanan In: *BADAN PERENCANAAN PEMBANGUNAN NASIONAL* (ed.). Jakarta: Bappenas.
- Barber, C. V. 1998. Forest resource scarcity & social conflict in Indonesia. *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, 40, 4-9.
- Boissière, M., Sheil, D., Basuki, I., Wan, M. & Le, H. 2009. Can engaging local people's interests reduce forest degradation in Central Vietnam? *Biodiversity and Conservation*, 18, 2743-2757.
- Bratamihardja, M., Sunito, S. & Kartasubrata, J. 2005. Forest management in Java 1975-1999: Towards collaborative management. Bogor, Indonesia: ICRAF Southeast Asia working paper.
- Butler, R. A., Koh, L. P. & Ghazoul, J. 2009. REDD in the red: palm oil could undermine carbon payment schemes. *Conservation letters*, 2, 67-73.
- Castro, A. P. & Nielsen, E. 2001. Indigenous people and co-management: implications for conflict management. *Environmental Science & Policy*, 4, 229-239.
- CNN INDONESIA. 2017. *Program Perhutanan Sosial 12,7 Hektare Dipertanyakan* [Online]. Indonesia: CNN Indonesia. Available: <https://www.cnnindonesia.com/nasional/20170125125733-20-188833/program-perhutanan-sosial-127-juta-hektare-dipertanyakan/> [Accessed 28 Juli 2017].
- Ghazinoory, S., Abdi, M. & Azadegan-Mehr, M. 2011. SWOT methodology: a state-of-the-art review for the past, a framework for the future. *Journal of business economics and management*, 12, 24-48.
- Herawati, T. 2011. *Hutan Tanaman Rakyat: Analisis Proses Perumusan Kebijakan dan Rancang Bangun Model Konseptual Kebijakan*. (Community Forest Estate: Policy Process Analysis and Design of Policy Conceptual Model). Doctoral, Bogor Agricultural Institute.
- Herawati, T., Wijayanto, N., Saharuddin, S. & Eriyatno, E. 2010. Analisis respon pemangku kepentingan di daerah terhadap

- kebijakan hutan tanaman rakyat. *Jurnal Analisis Kebijakan Kehutanan*, 7, 13-25.
- Hovardas, T. 2015. Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats (SWOT) Analysis: A template for addressing the social dimension in the study of socio-scientific issues. *AEJES*, 1, 1-12.
- Humas SETKAB RI. 2016. *12,7 juta Hektar Dijadikan Perhutanan Sosial, Presiden Jokowi Realisasikan Hutan Tanaman Rakyat* [Online]. Jakarta: Sekretariat Kabinet RI. Available: <http://setkab.go.id/127-ha-dijadikan-perhutanan-sosial-presiden-jokowi-realisasikan-hutan-tanaman-rakyat/> [Accessed 27 Juli 2017].
- Kanel, K. R. & Niraula, D. R. 2017. Can rural livelihood be improved in Nepal through community forestry? *Banko janakari*, 14, 19-26.
- Kementerian Lingkungan Hidup Dan Kehutanan 2016. Dataset Lingkungan Hidup dan Kehutanan 2016. In: PUSAT DATA DAN INFORMASI KLHK (ed.). Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
- Klooster, D. & Masera, O. 2000. Community forest management in Mexico: carbon mitigation and biodiversity conservation through rural development. *Global Environmental Change*, 10, 259-272.
- Krott, M., Bader, A., Schusser, C., Devkota, R., Maryudi, A., Giessen, L. & Aurenhammer, H. 2014. Actor-centred power: The driving force in decentralised community based forest governance. *Forest Policy and Economics*, 49, 34-42.
- Maryudi, A. 2012. Restoring State Control Over Forest Resources Through Administrative Procedures: Evidence From a Community Forestry Programme in Central Java, Indonesia. *Austrian Journal of South-East Asian Studies*, 5, 229-242.
- Maryudi, A. & Krott, M. 2012. Poverty alleviation efforts through a community forestry program in Java, Indonesia. *Journal of Sustainable Development*, 5, 43-53.
- Masozera, M. K., Alavalapati, J. R., Jacobson, S. K. & Shrestha, R. K. 2006. Assessing the suitability of community-based management for the Nyungwe Forest Reserve, Rwanda. *Forest Policy and Economics*, 8, 206-216.
- Ministry Of Environment And Forestry 2015a. Rencana Strategis Tahun 2015-2019 Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (Ministry of Environment and Forestry Strategic Plan 2015-2019). In: AGRICULTURE, M. O. (ed.). Jakarta, Indonesia: Ministry of Forestry.
- Ministry Of Environment And Forestry 2015b. Statistik Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Tahun 2014 (Statistics of Ministry of Environment and Forestry 2014). *Yearly*. December 2015 ed. Jakarta, Indonesia: Ministry of Environment and Forestry.
- Ministry Of Environment And Forestry 2016. Statistics of Ministry of Environment and Forestry 2015. In: PUSAT DATA DAN INFORMASI (ed.). Indonesia: Ministry of Environment and Forestry.
- Multistakeholder Forestry Programme. 2015. *Policy Brief: STRATEGI PERCEPATAN PERLUASAN*.
- Akses Kelola Masyarakat Atas Kawasan Hutan Negara [Online]. Indonesia: Multistakeholder Forestry Programme,. Available: <https://www.mfp.or.id/index.php/id/pustaka> [Accessed 29 Juli 2017].
- Natalia, D. L. 2017. *Presiden: Reforma Agraria Sejahterakan Masyarakat Ekonomi Terbawah* [Online]. Indonesia: Antaranews. Available: <http://www.antaranews.com/berita/619699/presiden-reforma-agraria-sejahterakan-masyarakat-ekonomi-terbawah> [Accessed].
- Nurdianti, A., Ningsih, S. & Sustris, S. 2014. POTENSI PENGEMBANGAN WISATA ALAM DI HABITAT MALEO (Macrocephalon maleo) TAMAN NASIONAL LORE LINDU BIDANG PENGELOLAAN WILAYAH (BPW) I SALUKI KEC. GUMBASA KAB. SIGI. *Jurnal Warta Rimba*, 1.
- Poffenberger, M. 2006. People in the forest: community forestry experiences from Southeast Asia. *International Journal of Environment and Sustainable Development*, 5, 57-69.
- Sato, J. 2003. Public land for the people: the institutional basis of community forestry in Thailand. *Journal of Southeast Asian Studies*, 34, 329-346.
- Scherr, S. J., White, A. & Kaimowitz, D. 2003. Making markets work for forest

- communities. *The International Forestry Review*, 5, 67-73.
- Suh, J. & Emtage, N. F. Identification of strengths, weaknesses, opportunities and threats of the community-based forest management program. ACIAR Smallholder Forestry Project ASEM/2000/088 Redevelopment, 2005. Australian Centre for International Agricultural Research| ACIAR, 159-170.
- Sukmana, Y. 2017. *12,7 Juta Hektar Lahan Kehutanan Untuk Dikelola Petani Miskin* [Online]. Jakarta: Kompas Gramedia. Available:  
<http://ekonomi.kompas.com/read/2017/04/22/202913826/12.7.juta.hektar.lahan.kehutanan.untuk.dikelola.petani.miskin>  
[Accessed 27 Juli 2017].
- Sunderlin, W. D. 2006. Poverty alleviation through community forestry in Cambodia, Laos, and Vietnam: An assessment of the potential. *Forest Policy and Economics*, 8, 386-396.
- Sunderlin, W. D. & HUYNH, T. B. 2005. *Poverty alleviation and forests in Vietnam*, CIFOR.
- Thoms, C. A. 2008. Community control of resources and the challenge of improving local livelihoods: A critical examination of community forestry in Nepal. *Geoforum*, 39, 1452-1465.
- Verbist, B. & PASYA, G. 2004. Perspektif sejarah status kawasan hutan, konflik dan negosiasi di Sumberjaya, Lampung Barat-Propinsi Lampung. *Agrivita*, 26, 52-57.
- Wehrich, H. 1982. The TOWS matrix—A tool for situational analysis. *Long range planning*, 15, 54-66.
- Wibowo, A. & Giessen, L. 2015. Absolute and relative power gains among state agencies in forest-related land use politics: The Ministry of Forestry and its competitors in the REDD+ Programme and the One Map Policy in Indonesia. *Land Use Policy*, 49, 131-141.
- Wollenberg, E. & Ingles, A. 1998. *Incomes from the forest: methods for the development and conservation of forest products for local communities*, Cifor.

## Kondisi Habitat Beruang Madu di *Enclosure* Kawasan Wisata Pendidikan Lingkungan Hidup (KWPLH) Balikpapan

Mukhlisi

Balai Litbang Teknologi Konservasi Sumber Daya Alam (Balitek KSDA)  
Jl. Soekarno Hatta Km 38 PO BOX 578 Balikpapan 76112  
Telp/Fax: (0542) 7217663/7217665; Email: [muci\\_musci@yahoo.co.id](mailto:muci_musci@yahoo.co.id)

### ABSTRAK

Beruang madu (*Helarctos malayanus*) merupakan salah satu mamalia yang terancam punah akibat kehilangan habitat maupun perburuan liar, khususnya di Kalimantan. Untuk melindunginya, salah satu upaya konservasi ex situ yang tengah dilakukan adalah dengan menempatkannya pada kawasan *enclosure* di Kawasan Wisata Pendidikan Lingkungan Hidup (KWPLH) Kota Balikpapan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kondisi habitat beruang madu di kawasan *enclosure* KWPLH Balikpapan. Metode penelitian yang digunakan adalah dengan pengamatan secara langsung (observasi) kondisi *enclosure* baik ditinjau dari aspek biotik maupun abiotik. Selanjutnya, wawancara juga dilakukan terhadap pengelola *enclosure*. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kondisi habitat di *enclosure* merupakan hutan yang mengalami suksesi sekunder dengan luas sekitar 1,3 Ha. Topografi *enclosure* cenderung datar dengan ketinggian < 100 m dpl. Hasil identifikasi menemukan 12 jenis tumbuhan pakan alami dari 41 jenis tumbuhan yang tumbuh di dalamnya. Berdasarkan acuan luas minimum sanctuary untuk beruang madu, maka habitat yang ditempati 7 ekor beruang madu telah masuk kategori sesuai dan layak.

**Kata kunci:** habitat, *Helarctos malayanus*, konservasi ex situ, sanctuary

### ABSTRACT

*The sun bear (Helarctos malayanus) is one of the endangered mammals due to habitat loss as well as poaching, especially in Kalimantan island. To protect it, one of the ex situ conservation efforts made is to place some sun bears in the enclosure area of the Environmental Education Tourism Area (KWPLH) of Balikpapan City. This research aimed to analyze the condition of sun bears habitat in the enclosure area of KWPLH Balikpapan. Data was collected by using observation of the enclosure condition in terms of both biotic and abiotic. Furthermore, interviews were also conducted on the manager of the enclosure. The results of study showed that sun bears habitat in the enclosure of KWPLH Balikpapan was experienced as secondary successions with an area of about 1,3 Ha. The topography of the enclosure tends to be flat with an altitude <100 m above sea level. Vegetation identification founded 12 food plants species from 41 species of plants that had grown in the enclosure. Based on the minimum required of width for sun bears sanctuary, the habitat that occupied by 7 sun bears has been categorized as appropriate and feasible.*

**Keywords:** habitat, *Helarctos malayanus*, ex situ conservation, sanctuary

### PENDAHULUAN

Beruang madu (*Helarctos malayanus*) merupakan salah satu dari delapan jenis beruang yang ada di dunia. Jenis beruang ini memiliki ukuran tubuh paling kecil dengan berat badan betina diperkirakan 20-40 Kg, sedangkan untuk jantan 30-60 Kg (Wong *et al.*, 2004; Fredriksson dan Garshelis, 2012). Sebaran alami beruang

madu terutama adalah kawasan hutan dataran Asia Tenggara, termasuk pulau Sumatera dan Kalimantan (Borneo). Berdasarkan catatan IUCN Red List satwa ini telah dimasukkan ke dalam status *Vulnerable* (rentan) sejak tahun 1994 karena populasinya yang semakin menurun.

Ancaman terbesar terhadap beruang madu terutama adalah akibat laju kehilangan habitat dan perburuan liar (Fredriksson, 2006;

Wong dan Linkie, 2012). Alih fungsi hutan untuk beberapa bentuk kegiatan budidaya dan pembangunan infrastruktur telah menyebabkan hilangnya sebagian besar habitat beruang madu. Fenomena ini telah meningkatkan resiko konflik antara beruang madu dan manusia yang melakukan aktivitas bercocok tanam di perbatasan hutan (Fredriksson, 2005). Perburuan liar terjadi untuk menjadikan beruang madu sebagai hewan peliharaan maupun bertujuan mengambil sebagian organ tubuhnya untuk diperdagangkan seperti cakar dan taring. Ngabekti (2014) juga melaporkan jika empedu beruang madu kerap digunakan sebagai salah organ tubuh yang dipercaya berkhasiat obat secara tradisional.

Selain upaya konservasi in situ pada habitat alaminya, beberapa bentuk upaya penyelamatan beruang madu yang telah dilakukan adalah dengan konservasi ex situ seperti menempatkannya di dalam *enclosure*. *Enclosure* sendiri adalah sebuah habitat artifisial bagi satwa liar yang didesain mirip dengan kondisi habitat alaminya. Saat ini *enclosure* untuk sub spesies beruang madu Borneo hanya ada di Kawasan Wisata Pendidikan Lingkungan Hidup (KWPLH) Balikpapan dan Bornean Sun Bear Conservation Centre (BSBC) Sabah Malaysia. Khusus untuk KWPLH Balikpapan, terdapat sejumlah tujuh ekor beruang madu di hidup di dalam *enclosure* seluas 1,3 Ha (Suryana, 2016). Keberadaan satwa liar tersebut berperan penting sebagai objek edukasi bagi pengunjung agar meningkatkan kesadaran pentingnya konservasi dan pengelolaan lingkungan hidup yang baik.

Kondisi habitat dan sistem manajemen di dalam *enclosure* merupakan salah satu aspek penting yang perlu dikaji dalam pembinaan populasi dan habitat beruang madu secara ex situ. Sayangnya, sampai saat ini studi tentang kondisi habitat beruang madu di dalam *enclosure* KWPLH Balikpapan masih terbatas. Beberapa studi terdahulu yang pernah dilakukan di antaranya adalah perilaku beruang madu di dalam *enclosure* (Ngabekti, 2013), serta studi pada habitat alaminya seperti ekologi pakan dan pergerakan harian beruang madu di Hutan

Lindung Sungai Wain (HLSW) Balikpapan (Fredriksson 2006; Fredriksson dan Garshelis, 2012).

Untuk melengkapi informasi ekologi beruang madu, pengamatan kondisi habitat pada sistem *enclosure* perlu dilakukan agar evaluasi pengelolaan berjalan secara lebih baik. Dogra *et al.* (2012) menguraikan bahwa penempatan beruang madu pada areal *enclosure* harus mempertimbangkan kondisi habitat yang didesain mirip dengan kondisi alaminya agar satwa tersebut merasa nyaman. Penelitian bertujuan untuk menganalisis kondisi habitat beruang madu di *enclosure* KWPLH Balikpapan. Hal ini diharapkan dapat menjadi salah satu bahan rekomendasi untuk pengelolaan *enclosure* beruang madu secara lebih baik lagi ke depannya.

## BAHAN DAN METODE

Pengumpulan data penelitian telah dilakukan pada Maret dan Desember 2016 di *Enclosure* Beruang Madu Kawasan Wisata Pendidikan Lingkungan Hidup (KWPLH) Kota Balikpapan. Metode pengumpulan data dilakukan melalui observasi secara langsung terhadap kondisi eksisting habitat beruang madu di dalam *enclosure* terutama komponen habitat berupa *food* (pakan), *water* (air), *cover* (pelindung), dan *space* (ruang). Pengamatan keragaman tumbuhan dan jenis pakan beruang madu dilakukan dengan cara mencatat setiap jenis tumbuhan yang terlihat dari pinggir *track* yang disediakan bagi pengunjung sepanjang  $\pm 500$  m (Mukhlisi, 2016). Untuk mengetahui sistem manajemen pakan bagi beruang madu dilakukan wawancara terhadap dua orang responden kunci (pengelola *enclosure*). Selanjutnya, pengamatan aktivitas makan juga dilakukan pada saat jam-jam pemberian pakan yaitu jam 9 pagi dan 3 sore. Analisis data dilakukan secara deskriptif untuk menggambarkan kondisi habitat beruang madu di dalam *enclosure* KWPLH Balikpapan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Kawasan *enclosure* beruang madu merupakan salah satu bagian dari objek interpretasi lingkungan yang ada di KWPLH Balikpapan. Menurut Ngabekti (2015), jumlah pengunjung KWPLH Balikpapan setiap tahun mencapai 50.000 sd 70.000 ribu orang. *Enclosure* tersebut ditempati oleh tujuh ekor beruang madu (5 jantan dan 2 betina) yang sebagian besar memiliki cacat secara fisik dan telah hilang sifat liarnya, sehingga sulit untuk dilepasliarkan kembali ke hutan. Beruang madu di *enclosure* adalah hasil sitaan yang memiliki riwayat pernah dipelihara oleh manusia sebelumnya di dalam kandang jeruji besi. Umur beruang madu yang hidup di dalam *enclosure* saat ini berkisar  $\pm 3$  sd 24 tahun.

Luas areal yang khusus diperuntukkan bagi *enclosure* beruang madu sekitar 1,3 Ha dari total KWPLH 15 Ha. Sekeliling *enclosure* dibatasi oleh pagar kawat yang dialiri listrik dan di sebelahnya terdapat broadwalk bagi para pengunjung agar dapat mengamati aktivitas beruang madu sepanjang  $\pm 500$  m. Topografi areal *enclosure* cenderung datar dengan ketinggian rata-rata 43-68 m dpl (Ngabekti, 2013). Kondisi tumbuhan di dalam kawasan *enclosure* mulai rapat dengan ciri khas tipe vegetasi hutan sekunder. Sebelum ditetapkan sebagai KWPLH di mana sebagian arealnya dijadikan sebagai *enclosure* beruang madu, sejarah penggunaan lahan kawasan tersebut adalah bekas lokasi agrowisata dan tempat camping.

Satwa liar membutuhkan empat komponen habitat utama untuk mendukung kehidupannya, yaitu *food* (pakan), *water* (air), *cover* (pelindung), dan *space* (ruang) (Alikodra, 1990). Kondisi beruang madu habitat ditinjau dari aspek ketersediaan pakan (*food*) dan struktur komposisi vegetasi, dari 41 jenis tumbuhan yang teridentifikasi di *enclosure* (Mukhlisi, 2016), setidaknya terdapat 12 jenis tumbuhan yang berpotensi sebagai sumber pakan bagi beruang madu (Tabel 1). Keragaman jenis tumbuhan pakan tersebut belum mampu mendukung

kehidupan beruang madu sepenuhnya karena hanya berbuah saat tertentu, sehingga pakan tambahan masih perlu diberikan. Meskipun demikian, keberadaan vegetasi di dalam *enclosure* telah memberikan manfaat sebagai *cover* (pelindung) sekaligus tempat beraktivitas bagi beruang madu, terutama untuk beristirahat.

Tabel 1. Komposisi Tumbuhan Pakan Beruang Madu Di *Enclosure*

| No | Jenis                                      | Nama Lokal | Famili        | $\Sigma$ Teramati |
|----|--|------------|---------------|-------------------|
| 1  | <i>Mangifera</i> sp.                       | Mangga     | Anacardiaceae | 1                 |
| 2  | <i>Mangifera indica</i>                    | Mangga     | Anacardiaceae | 1                 |
| 3  | <i>Sandoricum koetjape</i> (Burm.f.) Merr. | Kecapi     | Meliaceae     | 4                 |
| 4  | <i>Ficus</i> sp.                           | Ara        | Moraceae      | 1                 |
| 5  | <i>Ficus obscura</i> Blume                 | Ara        | Moraceae      | 1                 |
| 6  | <i>Artocarpus heterophyllus</i> Lamk.      | Nangka     | Moraceae      | 1                 |
| 7  | <i>Artocarpus anisophyllus</i> Miq.        | Mentawa    | Moraceae      | 2                 |
| 8  | <i>Artocarpus integer</i> (Thumb.) Merr.   | Cempedak   | Moraceae      | 1                 |
| 9  | <i>Artocarpus</i> sp.                      | -          | Moraceae      | 3                 |
| 10 | <i>Syzygium</i> sp.                        | Jambu      | Myrtaceae     | 1                 |
| 11 | <i>Syzygium polyanthum</i> (Wight.) Walp   | Salam      | Myrtaceae     | 1                 |
| 12 | <i>Nephelium lappaceum</i> L.              | Rambutan   | Sapindaceae   | 2                 |

Berdasarkan Tabel 1 terlihat jika famili Moraceae memiliki jumlah jenis paling banyak sebagai tumbuhan pakan bagi beruang madu terutama dari jenis *Artocarpus* spp. Hal ini selaras dengan pernyataan Fredriksson *et al.* (2006) bahwa pada habitat alaminya, sekitar 50% jenis tanaman buah yang dimakan beruang madu adalah dari famili Moraceae, Burseraceae, dan disusul Myrtaceae. Mayoritas bagian tumbuhan yang dimakan oleh beruang madu adalah buah. Beruang madu akan menelan biji buah secara utuh, sehingga menjadikannya sebagai salah satu satwa liar yang efektif memencarkan biji di hutan melalui feses.

Keberadaan pohon penghasil buah sebagai sumber pakan beruang madu menjadi

penting, sebab buah berfungsi membangun cadangan energi atau memulihkan cadangan energi yang hilang. Fredriksson *et al.* (2006) menjelaskan bahwa dampak El Nino dan kebakaran hutan hebat yang melanda sebagian hutan Kalimantan Timur tahun 1997 s/d 1998 menyebabkan perubahan fenologi dan produktivitas buah di hutan sehingga sebagian beruang madu menjadi kelaparan.

Selain buah, beruang madu juga banyak mengkonsumsi jenis makanan lainnya. Fredriksson *et al.* (2006), menjelaskan pada dasarnya perilaku makan beruang madu lebih bersifat omnivora oportunistik, yaitu satwa yang memakan apa saja disekitarnya pada kondisi keragaman dan kelimpahan jenis pakan terbatas. Beruang madu di alam menyenangi berbagai jenis serangga seperti rayap, semut, kecoak, kumbang, lebah madu maupun lebah kelulut (Wong *et al.*, 2002; Fredriksson *et al.*, 2006). Beruang madu juga dilaporkan memakan telur burung, kura-kura, mamalia kecil, dan kadal (Wong *et al.*, 2002). Untuk menunjang perilaku makan tersebut, di dalam *enclosure* disediakan tumpukan potongan kayu lapuk sebagai tempat mencari jenis-jenis pakan terutama invertebrata. Sistem pemberian pakan tambahan kadang juga diletakkan secara tersembunyi dan tersebar agar melatih kembali sifat alami beruang madu dalam hal insting mencari makan seperti di alam liar.

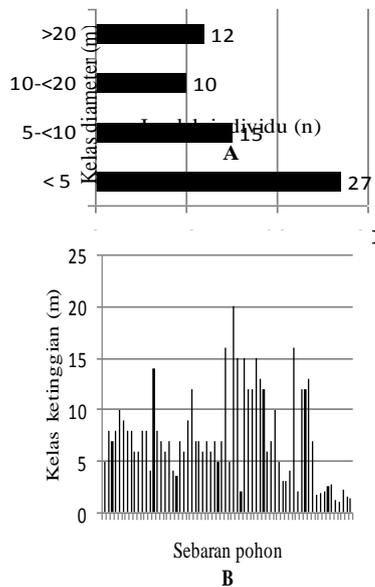
Komposisi jenis tumbuhan pakan di dalam *enclosure* cukup rendah. Jika dibandingkan dengan hasil penelitian tumbuhan pakan di habitat alami terdekat (Hutan Lindung Sungai Wain Balikpapan), Fredriksson *et al.* (2006) telah berhasil mengidentifikasi setidaknya 72 jenis tumbuhan pakan beruang madu. Selanjutnya, Yusuf (2014) telah menginventarisir sebanyak 70 jenis tumbuhan yang dimakan oleh beruang madu di areal konservasi PT. RAPP Estate Meranti, Riau. Fredriksson *et al.* (2006) menguraikan jika ketersediaan buah pakan beruang madu di tipe ekosistem hutan Dipterocarpaceae Kalimantan kurang melimpah, karena musim buah raya berlangsung singkat dengan interval antar musim bisa mencapai 2 -10 tahun. Pada habitat alaminya, saat musim buah

raya, beruang madu akan berubah menjadi frugivor (satwa pemakan buah) (Fredriksson *et al.*, 2006), namun saat tidak ada buah beruang madu akan lebih banyak mencari makan berupa invertebrata maupun vertebrata.

Untuk mengantisipasi kekurangan pakan alami di dalam *enclosure*, pihak pengelola memberikan pakan tambahan secara rutin setiap hari pada pukul 09.00 dan 15.00. Dari hasil wawancara dengan pihak pengelola diketahui jika jenis-jenis pakan buah yang diberikan di antaranya adalah nanas, kacang tanah, jagung, rambutan, manggis, semangka, melon, papaya, salak, dll. Selain itu juga diberikan beberapa jenis pakan yang dioleskan pada tempat-tempat tertentu seperti madu, selai, dan sirup. Untuk mendukung ketersediaan sumber pakan, berbagai jenis tanaman buah juga sengaja di tanam di luar areal *enclosure* sebagai cadangan makanan tambahan saat musim berbuah, seperti rambutan, cempedak, durian, dan manggis.

Keberadaan berbagai jenis tumbuhan di dalam *enclosure* telah memberikan manfaat sebagai *cover* (pelindung), sekaligus tempat beraktivitas bagi beruang madu, terutama untuk beristirahat dan juga melakukan aktivitas sosial lainnya. Hasil pengamatan Ngabekti (2013) menunjukkan walaupun beruang madu satwa soliter, namun di dalam *enclosure*, terkadang menunjukkan perilaku sosial pada kelompok kecil dengan variasi interaksi antar individu seperti ekspresi tidak senang, marah, maupun bersahabat. Beruang madu pada dasarnya termasuk satwa yang lebih banyak aktif pada siang hari (diurnal). Pada siang hari, keberadaan pepohonan di dalam *enclosure* sangat bermanfaat sebagai tempat berlindung dari sinar matahari dan istirahat. Fenomena ini juga tampak terlihat jelas di dalam *enclosure* di mana beruang madu setelah diberikan makan akan menyebar ke areal *enclosure* untuk beristirahat. Beruang madu akan memanjat cabang pohon yang cukup besar sebagai tempat bersitarahat agar mampu menopang berat badan beruang madu. Di dalam *enclosure* sendiri beruang madu kadang membuat sarang seperti halnya kebiasaannya di alam. Berikut ini ditampilkan kondisi struktur dan

komposisi vegetasi di dalam *enclosure* ditinjau dari perkiraan kelas diameter dan tinggi pohon (Gambar 1).



Gambar 1. (A) Sebaran Kelas Diameter, dan (B) Ketinggian Pohon Di *Enclosure*

Dari Gambar 1, terlihat jika cukup banyak tersedia pohon dengan kelas diameter > 5 cm yang tergolong mampu untuk menopang berat badan beruang madu. Umumnya beruang madu di dalam *enclosure* akan memanjat pohon dan beristirahat pada ketinggian 2 – 7 m dari permukaan tanah (Ngabekti, 2013). Keberadaan vegetasi di dalam *enclosure* Balikpapan juga sangat bermanfaat untuk melakukan aktivitas dan perilaku alami lainnya, seperti mencakar atau mengasah kuku, memanjat pohon, dan bermain. Sebagai habitat artifisial, ketiadaan predator menyebabkan fungsi tumbuhan di dalam *enclosure* sebagai cover untuk melindungi dari predator menjadi berkurang. Pada habitat alaminya di hutan Kalimantan, macan dahan adalah predator utama bagi beruang madu. Fredriksson (2005) telah melaporkan bahwa ular jenis *Python reticulatus* diketahui menjadi predator bagi anak beruang madu di Hutan Lindung Sungai Wain Balikpapan.

Komponen habitat berupa air tersedia secara melimpah di dalam kawasan *enclosure*. Terdapat sebuah aliran sungai kecil yang mengalir melewati *enclosure*. Keberadaan

sumber air ini sangat bermanfaat untuk berbagai aktivitas beruang madu terutama sebagai sumber air minum dan juga tempat bermain dan mendinginkan suhu tubuh saat cuaca panas. Terkait hal tersebut, BSBCC (2015) melaporkan juga telah membuat kolam kecil untuk aktivitas beruang madu di *enclosure* mereka di Sabah. Beruang madu adalah salah satu satwa liar yang memiliki kemampuan berenang. Berdasarkan hasil pengamatan terlihat bila keberadaan sumber air, selain digunakan untuk minum, juga menjadi arena bermain yang disenangi beberapa individu beruang madu. Kebutuhan sumber air untuk minum bagi satwa liar sangat penting untuk menunjang berbagai aktivitas/proses metabolisme dalam tubuh. Hall dan Swaisgood (2009) dalam pengamatannya di Sandiego Zoo melaporkan jika anak beruang madu telah mulai belajar minum langsung dari sumber air secara mandiri sejak umur 90-95 hari.

Tujuh beruang madu di dalam *enclosure* mempunyai pergerakan yang terbatas hanya pada kandang seluas 1,3 Ha. Secara alami, wilayah jelajah (*home range*) beruang madu jantan adalah  $14,8 \pm 6,1 \text{ Km}^2$  dengan pergerakan harian mencapai  $1,45 \pm 0,24 \text{ Km}^2$  (Wong *et al.*, 2004). Pergerakan harian ini sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan beberapa mamalia besar lain yang hidup di Kalimantan, seperti orangutan yang memiliki pergerakan harian mencapai 0,7 – 0,90 Km (Santosa *et al.*, 2011). Pergerakan harian yang rendah bisa disebabkan oleh perilaku dalam mencari makan yang lebih banyak terutama jenis-jenis serangga ketika bukan musim buah, sehingga jelajahnya menjadi lebih rendah (Wong *et al.*, 2004; Fredriksson dan Garshelis, 2012). Beruang madu menggunakan sekitar 61,60% waktu efektif dalam sehari untuk beraktivitas dan sisanya digunakan untuk beristirahat (Fredriksson dan Garshelis, 2012).

Kepadatan populasi sebanyak 7 ekor beruang madu pada wilayah seluas 1,3 Ha, dengan merujuk pada fenomena *home range* beruang madu di alam maka *space* (ruang) habitat di dalam *enclosure* KWPLH Balikpapan terlihat belum mencukupi. Namun demikian, jika dikaitkan dengan beberapa kajian tentang standar

minimum luas sanctuary untuk beruang madu, maka *enclosure* KWPLH Balikpapan dapat dikatakan telah mencukupi. Global Federation of Animal Sanctuarie (2013) menguraikan jika pada kondisi minimum, luas *enclosure* paling tidak 929 m<sup>2</sup> untuk menampung tiga ekor beruang. Sementara itu, Dogra *et al.* (2012) menyebutkan untuk setiap pasang beruang madu dibutuhkan setidaknya *enclosure* dengan luas 1000 m<sup>2</sup>. Jika dibandingkan dengan luas *enclosure* di BSBC Sabah yang memiliki luas 2 Ha dengan ditempati 37 ekor beruang madu (BBSC, 2015), maka *enclosure* di KWPLH Balikpapan tampak memiliki perbandingan penggunaan ruang oleh tiap individu beruang madu jauh lebih baik.

Habitat beruang madu di dalam *enclosure* merupakan habitat yang mulai jadi. Kondisi ini telah menyebabkan sebagian satwa lain juga ikut menempati habitat tersebut. Beberapa kelompok satwa liar dapat dengan mudah ditemukan terutama mamalia kecil (tupai dan bajing), burung, dan juga serangga. Beberapa jenis reptil seperti ular berbisa juga pernah teridentifikasi diantaranya kobra (*Ophiophagus hannah*) dan weling (*Bungarus candidus*) (Suryana, 2016). Keberadaan berbagai satwa liar tersebut sangat berpotensi untuk menimbulkan interaksi ekologi dengan beruang madu sebagai sumber pakan alaminya. Selain itu, beberapa jenis mamalia kecil yang kerap terlihat terutama bajing kelapa (*Callosciurus notatus*) serta jenis-jenis burung terutama dari famili Pycnonidae memiliki peran penting dalam membantu memencarkan biji-biji sebagai sumber regenerasi alami tumbuhan di dalam kawasan *enclosure*.

## KESIMPULAN

1. Karakteristik habitat beruang madu di *enclosure* KWPLH Balikpapan menempati hutan yang telah berkembang menjadi hutan sekunder.
2. Komponen habitat berupa aspek *food* (pakan), *water* (air), *cover* (pelindung), dan *space* (ruang) telah mampu mendukung kehidupan 7 ekor beruang madu yang hidup

di dalamnya, kecuali untuk aspek *food* (pakan) yang masih perlu diberikan pakan tambahan.

3. Diperlukan pengembangan *enclosure* yang lebih luas pada wilayah sekitarnya untuk memberikan kesempatan reproduksi bagi beruang madu yang sehat.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada pimpinan KWPLH Balikpapan, Bapak Nunuk dan Ibu Eka Suryana yang telah memberikan izin dan membantu selama proses pengumpulan data di lapangan. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada Priyono untuk proses indentifikasi beberapa jenis tumbuhan yang telah dilakukan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alikodra, H.S.1990. *Pengelolaan Satwa Liar (Jilid 1)*. Bogor: Pusat Antar Universitas Ilmu Hayati, Institut Pertanian Bogor.
- Bornean Sun Bears Conservation Centre (BSBC). 2015. *Annual report 2015*. Sabah: Bornean Sun Bears Conservation Centre in Partnership with Sabah Wildlife Department and Sabah Forestry Department.
- Dogra, A.S., E. Bharucha., V. Prakash., K. Saytanaran., P.C. Tyagi. 2012. *Guidelines of minimum dimension of enclosure for exotic animal of different species*. India: Central Zoo Authority.
- Fredriksson, G.M. 2005. Predation on sun bears by reticulated python in East Kalimantan, Indonesian Borneo. *The Raffless Bulletin of Zoology* 53 (1): 165-168.
- Fredriksson, G.M., L.S. Danielsen., J. Swenson. 2006. Impacts of El Nino-related drought and forest fires on sun bear fruit resources in lowland dipterocarp forest of East Borneo. *Biodiversity and Conservation* 15(4): 1271-1301.
- Fredriksson, G.M. 2006. Human-sun bear conflicts in East Kalimantan, Indonesian Borneo. *Ursus* 16: 130-137.

- Fredriksson, G.M., D.L. Garshelis. 2012. Movement and activity patterns of female sun bears in East Kalimantan, Indonesian Borneo: Implications for conservation. *Chapter in: Effect of El Nino and large scale forest fire on the ecology and conservation of Malayan Sun Bear (Helarctos malayanus) in East Kalimantan, Indonesian Borneo.* Dissertation. Universiteit van Amsterdam. The Netherland.
- Global Federation of Animal Sanctuaries. 2013. Standard for bear sanctuaries. Version June 2013.
- Hall, S.S., R.R. Swaisgood. 2009. Maternal care and cub development in the sun bear. *Ursus* 20 (2): 143-151.
- Mukhlisi. 2016. Keragaman jenis tumbuhan untuk obyek interpretasi di Kawasan Wisata Pendidikan Lingkungan Hidup (KWPLH) Balikpapan. Prosiding Seminar Nasional Silvikultur Ke-4. Balikpapan, 19 Juli 2016.
- Ngabekti. 2013. Prilaku beruang madu di Kawasan Wisata Pendidikan Lingkungan Hidup Kota Balikpapan. Prosiding Seminar Nasional X Pendidikan Biologi FKIP UNS. Surakarta, 6 Juli 2013.
- Ngabekti. 2014. Kawasan Wisata Pendidikan Lingkungan Hidup (KWPLH) Balikpapan sebagai sumber belajar konservasi. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia* 3 (2): 116-122.
- Ngabekti, S. 2015. Kajian lingkungan rencana relokasi KWPLH beruang madu di kota Balikpapan-Provinsi Kalimantan Timur. *Jurnal Manusia dan Lingkungan* 22 (3): 333-340.
- Santosa, Y., A. Krisdijantoro., M. Thohari, M., D.A. Rahman. 2011. Analisis pola penggunaan ruang dan waktu orangutan (*Pongo pygmaeus pygmaeus* Linneaus, 1760) di hutan Mentoko Taman Nasional Kutai, Kalimantan Timur. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, 8 (2): 109-117.
- Suryana, E. 2016. Komunikasi pribadi. Desember 2016.
- Wong, S.T., C. Sherveen., L. Ambu. 2002. Food habits of malayan sun bear in lowland tropical forest of Borneo. 2002. *Ursus* 13: 127-136
- Wong, S. T., C. Servheen., L. Ambu. 2004. Home range, movement and activity patterns, and bedding sites of Malayan sun bears, *Helarctos malayanus* in the rainforest of Borneo. *Biological Conservation* 119: 169-181.
- Wong, W.M., M. Linkie. 2012. Managing sun bears in a changing tropical landscape. *Diversity and Distributions* (2012): 1-10.
- Yusuf, T.M.M. 2014. Keanekaragaman jenis pohon pakan beruang madu di areal konservasi PT. RAPP Estate Meranti, Riau. Thesis. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

## Kebun Raya Sebagai Alternatif Nyata Konservasi *Ex Situ* pada Lahan Bekas Tambang dan Terbuka Hijau di Sulawesi

Nizzar Fachry P.<sup>1\*</sup>, Aulia Rahmanianda<sup>2\*\*</sup>, Zulkifli Nurdin<sup>1\*\*\*</sup>, Mohamad Suheri<sup>2\*\*\*\*</sup>,  
Iman<sup>2\*\*\*\*\*</sup>, Kartika Puspitasari<sup>2\*\*\*\*\*</sup>

<sup>1</sup>Pendamping Pembangunan Kebun Raya Daerah Megawati Soekarnoputri - Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya LIPI

<sup>2</sup>Pendamping Pembangunan Kebun Raya Daerah Jompie - Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya LIPI –

\*nizzarfachry@gmail.com, \*\*auliarahmanianda94@gmail.com, \*\*\*zulkiflizul94@gmail.com,  
\*\*\*\*mohamad.suheri23@gmail.com, \*\*\*\*\*imanipb49@gmail.com, \*\*\*\*\*kartikapuspitasari0@gmail.com

### ABSTRAK

Pulau Sulawesi termasuk dalam kawasan wallacea yang memiliki keanekaragaman flora endemik yang tinggi dan unik. Sulawesi diperkirakan memiliki 500 spesies flora yang 36 spesies diantaranya terancam punah karena tingginya aktivitas deforestasi untuk kepentingan pertanian maupun pertambangan. Solusi alternatif nyata adalah membangun dan mengembangkan kebun raya sebagai kawasan konservasi *ex situ* yang dapat diaplikasikan pada lahan bekas tambang dan ruang terbuka hijau. Pada dasarnya setiap kebun raya memiliki tema sesuai dengan bioregion, posisi geografi, dan kondisi terkini. Metode kuncinya meliputi koleksi, registrasi, pembibitan, penanaman, dan reintroduksi terutama untuk tanaman langka dan endemik. Semua metode tersebut terdokumentasikan dengan baik sehingga fungsi kebun raya dapat terapkan dengan baik. Fungsi dari kebun raya yaitu sebagai kawasan konservasi *ex situ* tumbuhan, penelitian ilmiah, pendidikan, wisata, dan jasa lingkungan. Ada 7 kebun raya daerah yang ada di P. Sulawesi dengan latar belakang berbeda dan masih dalam tahap pengembangan. KR Megawati Soekarnoputri di Sulawesi Utara dibangun di lahan bekas tambang dan KR Jompie di Sulawesi Selatan dibangun di bekas ruang terbuka hijau dengan manajemen yang kurang. KR Megawati Soekarnoputri telah mengkonservasi 15 spesies anggrek dan 45 spesies flora bukan anggrek. KR Jompie telah mengkonservasi 12 suku, 15 marga, 16 jenis, 49 spesimen flora endemik Sulawesi bukan anggrek dan 7 jenis koleksi anggrek endemik Sulawesi. Data tersebut menyimpulkan bahwa kebun raya dapat berkontribusi dalam usaha konservasi dan penyelamatan flora endemik dan langka P. Sulawesi.

**Kata kunci:** konservasi *ex-situ*, kebun raya Megawati Soekarnoputri, kebun raya jompie, flora endemik

### ABSTRACT

*Sulawesi island, located in Wallacea region, has high and unique endemic flora diversity. It has 500 flora species which 36 species are endangered because of huge deforestation for both agriculture and mining sectors. One real alternative solution is establishing and developing a botanic garden as an ex-situ conservation applied on ex-mining land and green-opened space. Basically every botanic garden has theme based on the bioregion, geographic, and recent condition. The key method is collection, registration, nursery, planting, and reintroduction mainly for rare and endemic species. All methods are well documented so the function of botanic garden could be well applied. The function of botanic gardens is ex situ conservation for flora species, scientific research, education, recreation, and environmental service. There are seven botanic gardens in Sulawesi with different kind of background that still in process of developing. Megawati Soekarnoputri botanic garden in North Sulawesi which was created on ex-mining land and Jompie botanic garden in South Sulawesi which was established on poorly managed green opened space. Megawati Soekarnoputri Botanic Gardens has conserved 45 non orchid species and 15 orchid species. Jompie Botanic Gardens has conserved 12 family, 15 genus, 16 species, and 49 specimen of non orchid endemic flora and 7 endemic orchid species. It can conclude that botanic gardens contribute to endemic and threatened flora conservation and rescue in Sulawesi island.*

**Keywords:** *ex situ* conservation, Megawati Soekarnoputri botanic garden, jompie botanic garden, endemic flora of sulawesi island

## PENDAHULUAN

Pulau Sulawesi merupakan pulau terbesar keempat di Indonesia yang memiliki keanekaragaman biodiversitas dengan tingkat endemisitas tinggi. Hal tersebut dikarenakan P. Sulawesi dibatasi oleh garis yang dikenal dengan Garis Wallacea. Posisi P. Sulawesi terletak di posisi strategis dimana pada bagian utara berbatasan dengan negara Filipina, bagian barat berbatasan dengan Pulau Kalimantan, bagian timur berbatasan dengan Kepulauan Maluku, dan bagian selatan berbatasan dengan Kepulauan Timor yang menyebabkan tingginya biodiversitas atau keanekaragaman flora maupun fauna di P. Sulawesi (Lee, R. J *et al.*, 2001). Keanekaragaman mengenai flora khususnya yang terdapat di Sulawesi dapat dikatakan cukup tinggi dan unik dengan tingkat endemisitas yang tinggi. P. Sulawesi yang berada pada zona wallacea memiliki 10.000 spesies flora, lebih dari 500 spesies diantaranya merupakan spesies endemik dan 36 spesies berstatus terancam, sedangkan sisanya terbagi di wilayah Sunda kecil dan Maluku, (Bashari, Hanom *et al.*, 2014). Eksplorasi flora khas wallacea yang berkelanjutan dibutuhkan untuk mengetahui fungsi dan manfaatnya baik bagi kehidupan manusia maupun lingkungan. Hal tersebut dapat terhambat jika deforestasi untuk kepentingan salah satunya pertambangan maupun alih fungsi lahan hutan yang tidak terarah tetap terus dilakukan.

Sulawesi memiliki kontur berbukit-bukit dengan tutupan hutan yang cukup tinggi dibandingkan dengan wilayah di zona Wallacea lainnya. Tutupan hutan yang ada di Sulawesi mencapai 56 % dengan didominasi hutan awet hijau (*evergreen*) dan semi-*evergreen*, Maluku 20%, sedangkan wilayah Sunda kecil hanya 19% dengan dominasi hutan gugur dan sabana dengan iklim yang cenderung kering, (Bashari, Hanom *et al.*, 2014). Dengan luasan hutan yang cukup tinggi seharusnya menjadikan Sulawesi daerah penting bagi keanekaragaman hayati khususnya flora dengan tingkat endemisitas yang tinggi. Tetapi perkembangan terkini semakin banyak

penyalahgunaan hutan dengan cara pembukaan lahan untuk pertambangan, pembangunan, dan pertanian. Berdasarkan data yang ada, penghitungan deforestasi yang dilakukan oleh KLHK dalam kurun waktu 2013-2014 Sulawesi menduduki peringkat 3 tingkat deforestasi tertinggi sebesar 22,300 ha/tahun (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2015).

Di Sulawesi Utara penyebab utama deforestasi yaitu pertambangan. Hal itu terbukti berdasarkan data yang ada, hampir 30% luas Sulawesi Utara yang mencapai 1.536.400 ha telah digunakan untuk pertambangan, (Kanal, Deisy *et al.*, 2015). Permasalahan deforestasi yang berpengaruh terhadap biodiversitas tumbuhan juga terjadi di wilayah provinsi Sulawesi Selatan. Penyebab utamanya adalah aktivitas perusahaan seperti pertambangan di area pegunungan karst, pertambangan batu alam, pasir laut, dan marmer (Chandra, 2016). Selain itu aktivitas individu juga berkontribusi menyebabkan kerusakan hutan sehingga menurunkan biodiversitas yang ada di provinsi Sulawesi Selatan. Sulawesi Utara dan Sulawesi Selatan adalah beberapa provinsi di P. Sulawesi yang menunjukkan angka deforestasi tinggi. Besarnya deforestasi tersebut mengharuskan pemerintah melakukan usaha penyelamatan flora langka dan endemik yang ada di wilayah tersebut. Salah satu usaha nyata yang dapat dilakukan dengan memanfaatkan lahan bekas pertambangan maupun ruang terbuka hijau yang kurang baik pengelolaannya yaitu dengan membangun Kawasan Konservasi *Ex Situ* Kebun Raya.

Pembangunan kebun raya sebagai salah satu usaha untuk menekan laju kepunahan flora endemik dinilai merupakan langkah tepat. Kebun raya sendiri juga dapat difungsikan sebagai RTH bahkan memiliki nilai lebih dibandingkan dengan RTH biasa, karena keanekaragaman hayati yang ada di kebun raya lebih tinggi dan lengkap daripada di RTH biasa (Siva, 2012). Berdasarkan Peraturan Menteri Dalam Negeri No. 1 Tahun 2007 pasal 6 tentang Penataan RTH Kawasan Perkotaan mengklasifikasikan jenis-jenis RTH meliputi 23 jenis dan kebun raya termasuk dalam

23 jenis RTH. Peraturan tersebut dapat dihubungkan dengan PERPRES No. 93 Tahun 2011 Pasal 1 tentang kebun raya, Kebun Raya adalah kawasan konservasi tumbuhan secara *ex-situ* yang memiliki koleksi tumbuhan terdokumentasi dan ditata berdasarkan pola klasifikasi taksonomi, bioregion, tematik atau kombinasi dan pola-pola tersebut untuk tujuan kegiatan konservasi, penelitian, pendidikan, wisata, dan jasa lingkungan. Berdasarkan fungsi tersebut, RTH dan Kebun Raya memiliki garis besar fungsi yang sama karena RTH memiliki fungsi utama yaitu fungsi ekologis, dan fungsi tambahan yaitu sebagai arsitektural dan penunjang sosial ekonomi (Dinas PU, 2005). Pembangunan dan pengelolaan kebun raya dapat dilakukan oleh berbagai pihak baik dari Pusat, Pemerintah Daerah, Perusahaan, dan Lembaga lain.

Kebun Raya adalah salah satu solusi dan usaha nyata untuk membantu peningkatan nilai keanekaragaman flora yang ada di wilayah wallacea seperti di P. Sulawesi. Kebun Raya yang telah diinisiasi dan sedang dalam proses pembangunan diantaranya Kebun Raya Megawati Soekarnoputri yang ada di Provinsi Sulawesi Utara dan Kebun Raya Jompie Parepare yang ada di Provinsi Sulawesi Selatan. KR Megawati Soekarnoputri merupakan kebun raya daerah dibangun di area bekas tambang sedangkan KR Jompie dibangun dari hasil konversi hutan kota yang sebelumnya memiliki pengelolaan yang kurang baik. Kedepannya kebun raya tersebut dapat membantu berkontribusi meningkatkan nilai keanekaragaman flora di Pulau Sulawesi dengan merealisasikan fungsi kebun raya dengan baik agar manfaatnya dapat dirasakan baik bagi kehidupan makhluk hidup maupun lingkungan. Tujuan utama publikasi ilmiah mengenai kebun raya ini yaitu sebagai sarana memperkenalkan kebun raya daerah sebagai kawasan konservasi *ex-situ* yang dapat direalisasikan salah satunya untuk membantu berkontribusi meningkatkan nilai keanekaragaman flora khas Sulawesi.

## BAHAN DAN METODE

### Waktu dan Tempat

Penelitian dilakukan di KR Megawati Soekarnoputri Provinsi Sulawesi Utara dan KR Jompie Provinsi Sulawesi Selatan dari Bulan Februari sampai dengan Bulan Juli 2017. KR Megawati Soekarnoputri berjarak 115 Km dari Kota Manado dengan posisi geografis yaitu antara  $124^{\circ}39'30''\text{LS}$  –  $124^{\circ}40'28''\text{LS}$  dan  $0^{\circ}52'35''\text{BT}$  -  $0^{\circ}53'55''\text{BT}$ . KR Jompie berjarak 157 Km dari Kota Makasar dengan posisi geografis  $03^{\circ}59'49,9''\text{LS}$  dan  $119^{\circ}38'32,9''\text{BT}$ .

### Cara Kerja

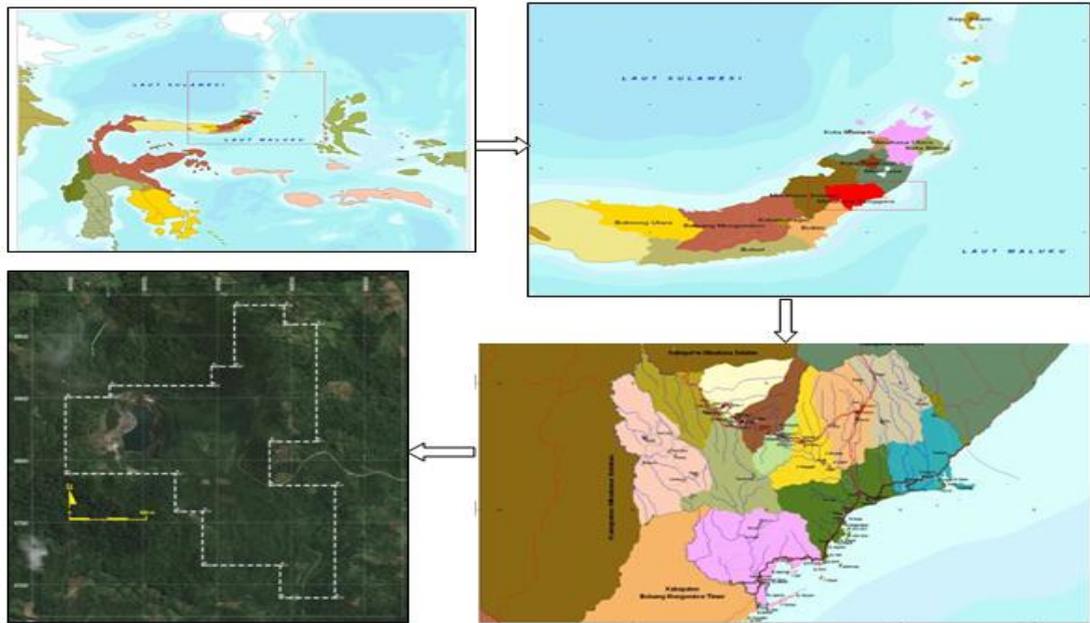
Penelitian ini bersifat deskriptif kualitatif yang menggambarkan konsep kebun raya di lahan bekas tambang dan ruang terbuka hijau dengan tujuan membantu melestarikan flora langka dan endemik di Pulau Sulawesi sebagai bagian dari kawasan wallacea. Bahan atau material yang dibutuhkan dikelompokkan berdasarkan metode yang dilakukan. Tahapan metode berupa koleksi, registrasi, Pembibitan, Penanaman Koleksi, Perawatan Koleksi, dan Reintroduksi Tanaman Langka yang akan dijelaskan lebih rinci sebagai berikut:

#### 1. Koleksi

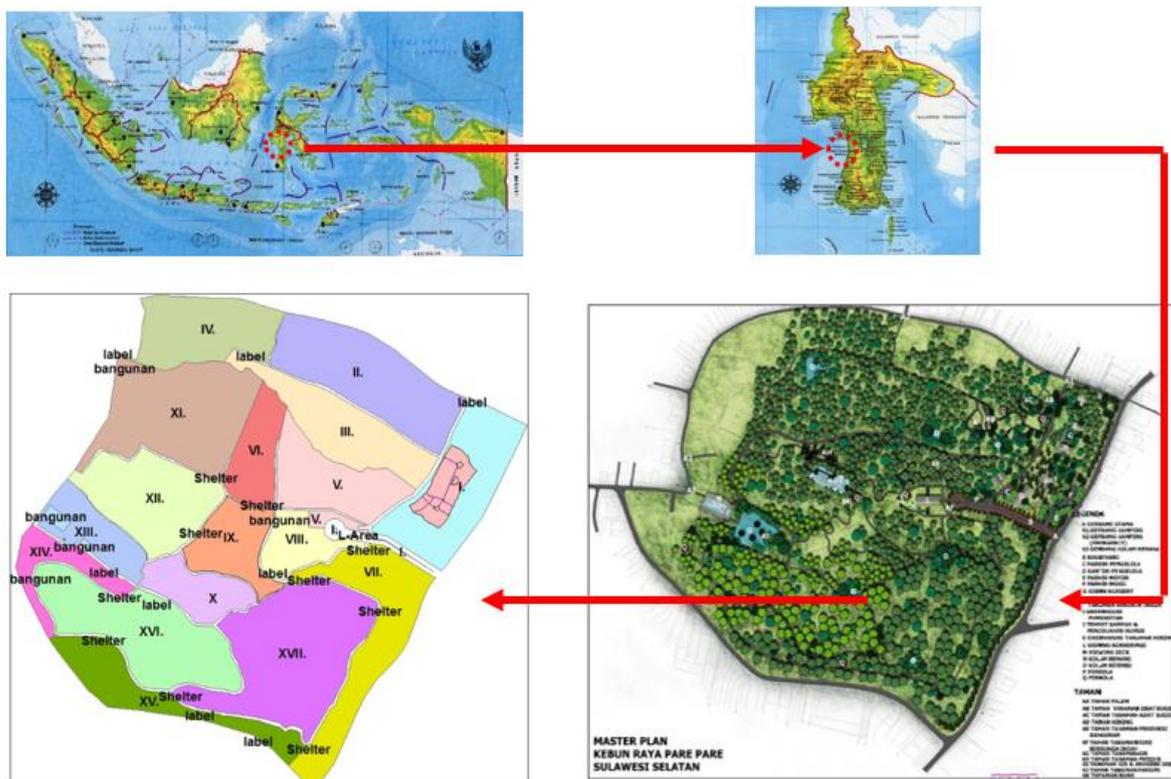
Tahap koleksi dalam pembangunan kebun raya membutuhkan material tanaman yang sesuai dengan tema maupun kondisi masing-masing kebun raya. Material tanaman dapat berasal dari hasil eksplorasi, sumbangan, pertukaran material, hasil perbanyakan, dan koleksi spontan. Tumbuhan koleksi yang ada di kebun raya dapat diperoleh dari 5 sumber yaitu eksplorasi, sumbangan, pertukaran material, perbanyakan, dan koleksi spontan.

#### 2. Registrasi

Tahap registrasi membutuhkan data lengkap tanaman yang akan dijadikan koleksi dari kebun raya. Data tanaman berupa asal-usul dari tanaman. Selain itu registrasi meliputi seluruh kegiatan perkebunrayaan baik penanaman,



Gambar 1. Peta Lokasi Kebun Raya Megawati Soekarno-putri, Provinsi Sulawesi Selatan



Gambar 2. Peta Lokasi Kebun Raya Jompie, Kota Parepare, Provinsi Sulawesi Selatan

perawatan, dan kondisi tanaman. Berdasarkan PERPRES No. 93 Tahun 2011 data-data yang ada dalam peregistrasian berupa data asal-usul koleksi (tanggal koleksi, nomor kolektor, habitat asal, lokasi asal, kondisi populasi alami dan data pendukung lainnya), nomor akses koleksi, tanggal tanam koleksi, dan nama koleksi sesuai dengan binomial yang baku.

### 3. Registrasi

Tahap registrasi membutuhkan data lengkap tanaman yang akan dijadikan koleksi dari kebun raya. Data tanaman berupa asal-usul dari tanaman. Selain itu registrasi meliputi seluruh kegiatan perkebunrayaan baik penanaman, perawatan, dan kondisi tanaman. Berdasarkan PERPRES No. 93 Tahun 2011 data-data yang ada dalam peregistrasian berupa data asal-usul koleksi (tanggal koleksi, nomor kolektor, habitat asal, lokasi asal, kondisi populasi alami, dan data pendukung lainnya), nomor akses koleksi, tanggal tanam koleksi, dan nama koleksi sesuai dengan binomial yang baku.

### 4. Pembibitan

Tahap pembibitan membutuhkan tempat atau rumah pembibitan untuk tempat aklimatisasi atau pertumbuhan tanaman sebelum ditanam di kebun. Tanah humus, perangsang akar, dan pengendali hama untuk media tanam. Pembibitan menjadi induk dari segala kegiatan di kebun raya, karena pembibitan merupakan titik awal pengelolaan koleksi yang telah didapat. Koleksi yang didapat dari beberapa sumber diaklimatisasi, dipersiapkan dan dilakukan propagasi untuk menjadi koleksi yang siap tanam.

### 5. Penanaman Koleksi

Tahap penanaman koleksi membutuhkan material tanaman yang siap tanam sesuai dengan tema masing-masing kebun raya. Tata cara penanaman harus terpola berdasarkan klasifikasi taksonomi, tematik, bioregion atau kombinasi dari pola-pola tersebut. Koleksi yang ditanam berjumlah minimal 5 spesimen dan ditanam dengan posisi acak asal masih dalam satu klasifikasi tanpa mengindahkan jarak tanam ideal. Koleksi siap

tanam diperoleh dan ditentukan dari pembibitan kriteria bibit siap tanamnya. Semua koleksi yang telah tertanam didokumentasikan secara sistematis dalam SIGit (Sistem Informasi dan Registrasi) kebun raya meliputi nomor akses, nomor koleksi, asal, habitat, dan kegiatan pemeliharaan tanaman.

### 6. Perawatan Koleksi

Perawatan koleksi membutuhkan alat dan bahan untuk tujuan pemeliharaan yaitu air dan alat siram untuk penyiraman, gunting tanaman, cangkul, sekop kecil untuk penyiangan tanaman, pupuk untuk pemupukan, obat dan vitamin untuk pengendalian hama. Selain itu persiapan material tanaman jika jenis tanaman yang sama mengalami kekeringan maupun kematian. Kegiatan perawatan koleksi terekam dalam kegiatan pemantauan dan evaluasi tumbuhan koleksi (inspeksi kebun).

### 7. Reintroduksi Tanaman Langka

Tahap ini membutuhkan material tanaman yang sudah siap tanam dengan jumlah yang memadai dan tempat reintroduksi yang mendukung. Kegiatan reintroduksi tanaman pada dasarnya merupakan kegiatan yang dilakukan untuk mereintroduksi tanaman-tanaman langka yang terancam dikembalikan ke habitat aslinya. Secara garis besar reintroduksi tanaman langka terdiri dari 3 kegiatan yaitu persiapan, penanaman, dan pasca penanaman. Persiapan dilakukan mulai dari perbanyakan tanaman berpotensi yang memiliki stok sedikit dan kemudian diaklimatisasi. Penanaman tanaman langka di habitat asli membutuhkan koordinasi dengan berbagai pihak terutama dengan pihak kawasan konservasi dan masyarakat. Kegiatan pasca penanaman meliputi pendataan dan evaluasi berkala untuk melihat nilai keberhasilan reintroduksi tanaman.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Kebun Raya Daerah yang menjadi alternatif konservasi *ex situ* di Indonesia telah tersebar hampir di seluruh Indonesia mulai dari

Pulau Sumatera hingga Pulau Irian. Pulau Sulawesi sendiri memiliki total 6 Kebun Raya Daerah, 5 diantaranya dikelola oleh Pemerintah Daerah dengan 1 kebun raya akan di resmikan tahun ini sedangkan 1 kebun raya dikelola oleh Civitas Akademik. Kebun raya tersebut adalah: Kebun Raya Megawati Soekarnoputri (Sulawesi Utara), Kebun Raya Massenrempulu (Sulawesi Selatan), Kebun Raya Jompie (Sulawesi Selatan), Kebun Raya Pucak (Sulawesi Selatan), Kebun Raya Kendari (Sulawesi Tenggara), dan Kebun Raya Universitas Halu Oleo (Sulawesi Tenggara) (Gambar 3.). Beberapa diantaranya merupakan kebun raya yang dibangun dilahan bekas tambang dan ruang terbuka hijau. Kebun Raya Megawati dibangun di lahan bekas tambang PT Newmont Minahasa Raya (NMR) yang kemudian di reforestasi dan Kebun Raya Jompie dibangun di area bekas RTH Hutan Kota Pare pare. Pembahasan akan ditekankan pada fungsi masing-masing kebun raya yang telah direalisasikan.

### Kebun Raya Megawati Soekarnoputri

Kebun Raya Megawati Soekarnoputri ditetapkan berdasarkan surat yang dikeluarkan oleh Menteri Kehutanan dengan nomor SK.175/Menhut-II/2014 tentang penetapan KHDTK untuk Hutan Penelitian, Pengembangan dan Pendidikan Lingkungan dengan luasan mencapai 221 Hektar dengan tema region Koleksi Tumbuhan Pamah Sulawesi. Luas tersebut dibagi menjadi 15 blok yang akan digunakan untuk penetapan zona koleksi. Zona

koleksi yang telah ditetapkan menjadi 11 zona koleksi berdasarkan koleksi koleksi. Zona koleksi yang telah ditetapkan menjadi 11 zona koleksi berdasarkan koleksi tematik maupun taksonomi. Beberapa zona koleksi yang sudah ditetapkan sudah terdapat beberapa koleksi yang ada baik koleksi spontan maupun koleksi tertanam. Data koleksi spontan tersebar di beberapa lokasi, sedangkan koleksi tertanam berada di zona koleksi dikotil yang telah tertanam koleksi dari keluarga *Diospyros* sp. koleksi spontan yang ada di kebun raya terdiri dari beberapa jenis penting berupa *Alstonia scholaris*, *Intsia bijuga*, *Diospyros korthalsiana*, *Canarium asperum*, dan *Canarium hirsutum*. Koleksi-koleksi asli dari kebun raya tersebut bercampur menjadi satu dengan tanaman revegetasi yang ditanam oleh PT NMR dalam program *reforestasi* dengan tanaman-tanaman kayu manis (*Cinnamomum burmanni*), nantu/nyatoh (*Palaquium obovatum*), mahoni (*Swietenia macrophylla*), jati (*Tectona grandis*), sengon (*Paraserianthes falcataria*), ketapang (*Terminalia catappa*), linggua/angsana (*Pterocarpus indicus*), gamal (*Gliricidia maculata*), tanjung (*Mimusops elengi*), lamtoro (*Leucaena leucocephala*), sengon buto (*Enterolobium cyclocarpum*), bamboo ampel (*Bambusa vulgaris*), bambu apus (*Dinochloa apus*), bambu temiang (*Schizostachyum brachycladum*), dan lain-lain. Kegiatan yang dilakukan tersebut sangat penting dilakukan untuk kelestarian ekosistem terutama pasca tambang. Pelestarian ekosistem tergantung dengan faktor vegetasi terutama jenis, ukuran, lokasi dan jenis fisik (McGowan, 2003).



Gambar 3. Titik Persebaran Lokasi Kebun Raya di Seluruh Indonesia

Langkah-langkah yang dilakukan dengan pengkoleksian tanaman spontan dan revegetasi tersebut dapat diperoleh data tanaman penting yang terdapat di Kebun Raya Megawati. Beberapa jenis tanaman penting yang ada di Kebun Raya Megawati terdata Pada Tabel 1 dan 2.

Selain itu sebuah studi menunjukkan bahwa KR Megawati Soekarnoputri berpotensi untuk bisa melakukan konservasi tanaman fitoremediasi sebagai bagian dari usaha mengurangi pencemaran logam berat As dan Hg di lahan bekas tambang. Tanaman yang dianjurkan yang mampu melakukan bioremediasi terhadap logam berat As dan Hg seperti *Pteris baurita*, *Cyperus kyllingia*, dan *Spilantes ocymifolia*, sedangkan untuk wilayah yang dibiarkan secara alami dapat ditanami *Acrostichum speciosum*, *Neprolephis falcata*, dan *Neprolepis exaltata* (Purnomo, DW., 2015).

Dari tabel tersebut memperlihatkan bukti bahwa Kebun Raya Megawati Soekarnoputri pasca revegetasi memiliki peranan penting dalam konservasi *ex-situ* tumbuhan yang ada di Pulau Sulawesi.

Tabel 1. Koleksi Anggrek KR Megawati Soekarnoputri.

| NO. | ANGGREK                      |             |
|-----|------------------------------|-------------|
|     | SPESES                       | FAMILI      |
| 1   | <i>Dendrobium bicaudatum</i> | Orchidaceae |
| 2   | <i>Pomatocalpa marsupial</i> |             |
| 3   | <i>Eulophia pulchra</i>      |             |
| 4   | <i>Spathoglottis plicata</i> |             |
| 5   | <i>Phalaenopsis amabilis</i> |             |
| 6   | <i>Vanda celebica</i>        |             |
| 7   | <i>Cleisostoma simondii</i>  |             |
| 8   | <i>Nervilia aragoana</i>     |             |
| 9   | <i>Eulophia nuda</i>         |             |
| 10  | <i>Arundina graminifolia</i> |             |
| 11  | <i>Eulophia zolingerii</i>   |             |
| 12  | <i>Micropera sp</i>          |             |
| 13  | <i>Vanilla sp</i>            |             |
| 14  | <i>Coelogyne asperata</i>    |             |
| 15  | <i>Dendrobium crumenatum</i> |             |

Tabel 2. Koleksi Non Anggrek KR Megawati Soekarnoputri

| NO | NON ANGGREK                      |                  |
|----|----------------------------------|------------------|
|    | SPESES                           | FAMILY           |
| 1  | <i>Crinum jagus</i>              | Amaryllidaceae   |
| 2  | <i>Polyalthia sp.</i>            | Annonaceae       |
| 3  | <i>Ptychosperma maacarthurii</i> |                  |
| 4  | <i>Licuala elegans</i>           |                  |
| 5  | <i>Areca cathecu</i>             |                  |
| 6  | <i>Livistona chinensis</i>       | Arecaceae        |
| 7  | <i>Livistona haseltii</i>        |                  |
| 8  | <i>Carpentaria acuminata</i>     |                  |
| 9  | <i>Orania sylvicola</i>          |                  |
| 10 | <i>Rhopaloblaste elegans</i>     |                  |
| 11 | <i>Cosmos caudatus</i>           | Asteraceae       |
| 12 | <i>Hoya imbricate</i>            |                  |
| 13 | <i>Hoya sp</i>                   |                  |
| 14 | <i>Hoya sp</i>                   |                  |
| 15 | <i>Alstonia scholaris</i>        | Apocynaceae      |
| 16 | <i>Alstonia spectabilis</i>      |                  |
| 17 | <i>Trema orientalis</i>          |                  |
| 18 | <i>Wrightia javanica</i>         |                  |
| 19 | <i>Thottea borneensis</i>        | Aristolochiaceae |
| 20 | <i>Cordia sp.</i>                | Boraginaceae     |
| 21 | <i>Cordia monoica</i>            |                  |
| 22 | <i>Canarium hirsutum</i>         | Bursaceae        |
| 23 | <i>Garuga floribunda</i>         |                  |
| 24 | <i>Cycas rumphii</i>             | Cycadaceae       |
| 25 | <i>Shorea sp.</i>                | Dipterocarpaceae |
| 26 | <i>Shorea sp.</i>                |                  |
| 27 | <i>Diospyros macrophylla</i>     |                  |
| 28 | <i>Diospyros andamanica</i>      | Ebenaceae        |
| 29 | <i>Diospyros andamanica</i>      |                  |
| 30 | <i>Diospyros andamanica</i>      |                  |
| 31 | <i>Diospyros korthalsiana</i>    |                  |
| 32 | <i>Diospyros mindanaensis</i>    |                  |
| 33 | <i>Intsia bijuga</i>             |                  |
| 34 | <i>Cynometra ramiflora</i>       | Fabaceae         |
| 35 | <i>Sindora sp.</i>               |                  |
| 36 | <i>Ficus celebensis</i>          | Moraceae         |
| 37 | <i>Ficus crassiramea</i>         |                  |
| 38 | <i>Ficus septica</i>             |                  |
| 39 | <i>Parsonsia minahassae</i>      |                  |

|    |                               |               |
|----|-------------------------------|---------------|
| 40 | <i>Xanthophyllum papuanum</i> | Polygalaceae  |
| 41 | <i>Piper crocatum</i>         | Piperaceae    |
| 42 | <i>Ziziphus jujube</i>        | Rhamnaceae    |
| 43 | <i>Heritiera littoralis</i>   | Sterculiaceae |
| 44 | <i>Tetrastigma</i> sp         | Vitaceae      |
| 45 | <i>Pigafetta elata</i>        | Areaceae      |

### Kebun Raya Jompie Parepare

Kebun raya lain yang ada di Sulawesi adalah Kebun Raya Jompie, Sulawesi Selatan. Kebun raya daerah ini berada di Kota Parepare dan memiliki luas sekitar 13,5 hektar. KR Jompie pada mulanya merupakan satu kesatuan dari kawasan Hutan Alita seluas 84,80 Ha yang berada di Kota Parepare. Berdasarkan kebijakan Pemerintah Daerah Kota Parepare, kawasan Hutan Kota Jompie ditetapkan sebagai kawasan hijau yang berfungsi sebagai paru-paru kota, obyek wisata, kawasan pelestarian alam, dan tempat penelitian bidang biologi/botani. Sementara itu kawasan di sekitarnya merupakan daerah perkampungan yang padat penduduk, bahkan sebagian lahan Hutan Kota Jompie telah berubah fungsi menjadi pemukiman penduduk. Jompie berasal dari bahasa bugis kuno yang berarti air yang keluar dari dalam tanah. Sama dengan artinya maka hutan kota ini dulunya berkontribusi dalam mensuplai kebutuhan air Kota Parepare. Aktivitas penduduk yang tidak terarah dengan baik, menimbulkan dampak buruk bagi kawasan Hutan Kota Jompie. Maka dari itu pada tahun 2009, Pemerintah Kota Parepare bekerja sama dengan Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya LIPI untuk melakukan pembangunan Kebun Raya Jompie Parepare agar kawasan tersebut dapat memberikan kontribusi dan manfaat yang baik tidak hanya bagi manusia tapi juga bagi lingkungan.

Fungsi utama konservasi *ex situ* telah terealisasi dimana pada awalnya Kebun Raya Jompie Parepare memiliki 90 jenis koleksi tumbuhan potensial yang berasal dari 81 marga tumbuhan. Sebanyak 77 jenis di antaranya telah berhasil diidentifikasi secara lengkap, 10 jenis baru diketahui marganya, dan 3 jenis lainnya baru teridentifikasi sampai tingkat suku. Dengan

pembangunan yang intensif saat ini sudah terdapat sebanyak 48 Famili, 140 Genus, 159 spesies, dan 702 spesimen koleksi yang tertanam di kebun. 12 famili 15 genus 16 spesies 49 spesimen diantaranya merupakan endemik Sulawesi. Sedangkan terdapat koleksi bibit tumbuhan sebanyak 64 famili, 249 genus, 411 spesies, dan 2847 spesimen dan tumbuhan non koleksi 41 famili, 79 genus, 135 spesies, dan 12547 spesimen yang masih terdapat di rumah pembibitan. Berdasarkan data tersebut menunjukkan bahwa pembangunan yang dilakukan di Kebun Raya Jompie telah mewujudkan kebun raya sebagai kawasan konservasi *ex situ* terutama untuk tumbuh-tumbuhan khas kawasan wallacea dan pesisir. Selain dibuat taman tematik yang bertujuan untuk memperkenalkan jenis-jenis tanaman berdasarkan kelompok taksonomi seperti jenis-jenis tanaman palem, tanaman yang mampu hidup di daerah kering, maupun jenis tanaman hias (Gambar 9.).



Gambar 4. (A) *Begonia heteroclinis* dan (B) *Vanda celebica* Koleksi Tanaman Endemik KR Megawati

Tabel 3. Hasil Eksplorasi Tumbuhan Anggrek Endemik Sulawesi KR Jompie Parepare

| No | Anggrek                                 | Famili      |
|----|---|-------------|
| 1  | <i>Cymbidium finlaysonianum</i> Lindl.  |             |
| 2  | <i>Eulophia</i> sp.                     |             |
| 3  | <i>Eulophia spectabilis</i>             |             |
| 4  | <i>Habenaria pictailis</i>              | Orchidaceae |
| 5  | <i>Liparis</i> sp.                      |             |
| 6  | <i>Phalaenopsis amabilis</i> (L.) Blume |             |
| 7  | <i>Vanda</i> sp.                        |             |

Tabel 4. Koleksi Tertanam Tumbuhan Endemik Sulawesi KR Jompie Parepare

| No. | Nama Ilmiah  | Famili        | Jumlah |
|-----|--|---------------|--------|
| 1.  | <i>Diospyros celebica</i> Bakh.  | Ebenaceae     | 8      |
| 2.  | <i>Clerodendrum minahassae</i> Teijsm. & Binn.                               | Verbenaceae   | 7      |
| 3.  | <i>Vitex celebica</i> Koord.   |               | 1      |
| 4.  | <i>Pinanga caesia</i> Blume  |               | 1      |
| 5.  | <i>Areca vestiaria</i> Giseke  | Arecaceae     | 3      |
| 6.  | <i>Ormocarpum orientale</i> (Spreng.) Merr. var. minahassana Teijsm. & Binn. | Papilionaceae | 1      |
| 7.  | <i>Pterocarpus indicus</i> Willd.  |               | 5      |
| 8.  | <i>Palaquium leiocarpum</i> Boerl.   |               | 1      |
| 9.  | <i>Palaquium obovatum</i> (Griff.) Engl.                                     | Sapotaceae    | 1      |
| 10. | <i>Cycas rumphii</i> Miq.  | Cycadaceae    | 2      |
| 11. | <i>Planchonia valida</i> (Blume) Blume                                       | Lecythidaceae | 3      |
| 12. | <i>Chisocheton celebicus</i> Koord.  | Meliaceae     | 6      |
| 13. | <i>Pterospermum celebicum</i> Miq.   | Sterculiaceae | 5      |
| 14. | <i>Horsfieldia lancifolia</i> W. J. de Wilde                                 | Myristicaceae | 2      |
| 15. | <i>Macaranga peltata</i> Mull. Arg.  | Euphorbiaceae | 2      |
| 16. | <i>Dillenia serrate</i> Thunb.   | Dilleniaceae  | 1      |

12 Famili 15 Genus 16 Spesies 49 Spesimen

Tabel 5. Hasil Eksplorasi Tumbuhan Non Anggrek Endemik Sulawesi KR Jompie Parepare

| No | non anggrek                                 | famili        |
|----|---|---------------|
| 1  | <i>Amorphophallus bulbifer</i> Blume        | Araceae       |
| 2  | <i>Caryota mitis</i> Lour.                  | Aracaceae     |
| 3  | <i>Cinnamomum cassia</i> (L.) Nees ex Blume | Lauraceae     |
| 4  | <i>Cinnamomum iners</i> Reinw. ex Blume     |               |
| 5  | <i>Dioscorea alata</i> L.                   | Dioscoreaceae |
| 6  | <i>Ficus variegata</i> Blume                | moraceae      |
| 7  | <i>Saurauia pendula</i> Blume               | actinidiaceae |



A



B

Gambar 5. Koleksi Tertanam KR Jompie Parepare (A) *Clerodendrum minahassae* Teijsm. & Binn. (B) *Pterospermum celebicum* Miq.



Gambar 6. Koleksi Tanaman Anggrek Hasil Eksplorasi KR Jompie Parepare *Cymbidium finlaysonianum* Lindl.

Fungsi kedua dari kebun raya sebagai fasilitas penelitian ilmiah juga bertahap telah terwujud. Hingga saat ini sudah ada 2 penelitian terkait manfaat tumbuhan yang ada di KR Jompie maupun komposisi fauna pendukung kesuburan tanah yang ada didalamnya (Gambar 3). Fungsi pendidikan dan wisata terwujud dimana hingga tahun 2017 tercatat ada 5 taman kanak-kanak, 4 sekolah dasar, 2 sekolah menengah pertama, serta 4 kali kunjungan mahasiswa, dan 3 orang mahasiswa yang melakukan kegiatan magang (Gambar 3). KR Jompie juga berpotensi menjadi tempat wisata

lingkungan karena memenuhi unsur pendukung tempat wisata meliputi zona koleksi tumbuhan, Zona Pengelola berupa infrastruktur, Zona Visitor, dan zona publik (Suardana, W., 2017) Selain itu data yang tercatat pada tahun 2016 ada 1661 pengunjung dan dari Januari 2017 hingga Februari 2017 ada 2079 pengunjung.

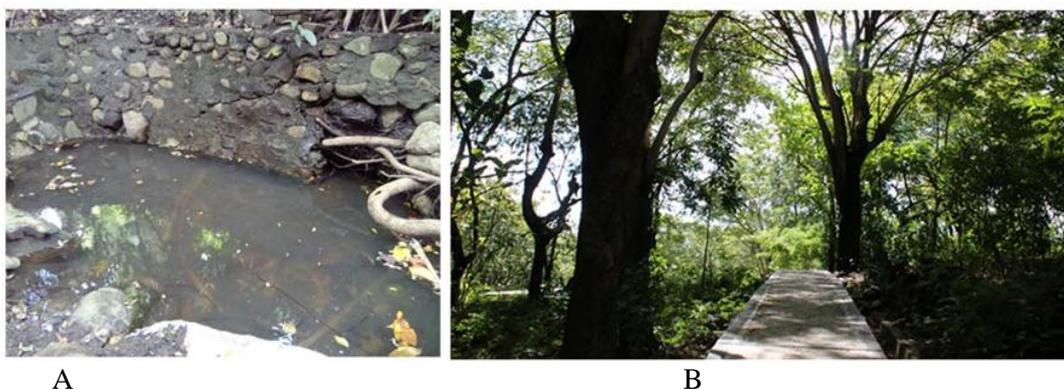
Fungsi terakhir kebun raya sebagai penyedia jasa lingkungan dalam hal ini KR Jompie merupakan sumber air dan penurun emisi karbon yang bermanfaat bagi masyarakat dan lingkungan. Walaupun luas KR Jompie kecil (13,5 ha) namun perannya menjadi penting untuk

menyerap polusi dan emisi karbon di Kota Parepare. Ada 4 titik mata air di KR Jompie yang ikut berperan dalam mendistribusikan kebutuhan air masyarakat sekitar (Suardana W, 2017). Namun belum ada penelitian hingga saat ini mengenai debit air pasti yang terdistribusi untuk kebutuhan masyarakat maupun lingkungan. Menurut studi mengenai stok karbon di kebun raya di Indonesia, KR Jompie mampu menyimpan 90,56 tonC/ha dengan tipe vegetasi

berupa hutan alam (Purnomo *et al*, 2015). Dalam studi tersebut mengungkapkan penghitungan stok karbon kebun raya berdasarkan beberapa kategori yaitu persiapan (58,81 tonC/ha), pelaksanaan (67,80 tonC/ha), dan pengelolaan (105,81 tonC/ha). KR Jompie telah memenuhi salah satu syarat untuk persiapan *launching* yaitu stok karbon telah melampaui standar nilai stok karbon kategori persiapan.



Gambar 7. (A) Fungsi Penelitian, (B dan C) Fungsi Pendidikan dan Wisata KR Jompie Parepare



Gambar 8. (A) Mata Air (B) Zona Koleksi KR Jompie Parepare



Gambar 9. (A) Taman Palem, (B) Taman Hias, (C) Taman Kering KR Jompie Parepare

## KESIMPULAN

KR Megawati Soekarnoputri di Provinsi Sulawesi Utara dan KR Jompie di Provinsi Sulawesi Selatan merupakan 2 kebun raya daerah yang berpotensi menjadi kawasan konservasi *ex situ* tumbuhan langka dan endemik Pulau Sulawesi sebagai bagian dari kawasan Wallacea. Fungsi kebun raya secara bertahap telah terlaksanakan dengan baik meliputi fungsi konservasi, penelitian ilmiah, pendidikan, wisata, dan jasa lingkungan. KR Megawati Soekarnoputri telah mengkonservasi 15 spesies anggrek dan 45 spesies flora bukan anggrek. KR Jompie telah mengkonservasi 12 suku, 15 marga, 16 jenis, 49 spesimen flora endemik Sulawesi bukan anggrek, dan 7 jenis koleksi anggrek endemik Sulawesi. Penelitian ilmiah, pendidikan, dan wisata secara bertahap terus mengalami peningkatan diiringi dengan peningkatan sistem manajemen dan pengunjung. Fungsi jasa lingkungan secara alami telah teraplikasikan dengan baik terutama mengurangi emisi karbon dan sumber mata air yang bermanfaat bagi masyarakat dan lingkungan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada beberapa pihak yaitu KR Megawati Soekarnoputri dan Pemerintah Daerah Minahasa Tenggara, KR Jompie dan Pemerinta Kota Parepare, serta Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya LIPI.

## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Perencanaan Pembangunan Daerah. 2015. *Seri Analisis Pembangunan Wilayah Provinsi Sulawesi Utara 2015*. Sulawesi Utara.
- Christita, M., Wireshpathi, Edelynna A.M.O., Dermawan, Indang., Atmaja, Bima. *Kebun Raya Daerah ebagai Wujud Nyata Upaya Konservasi Ex-Situ Tanaman Endemik Sulawesi*. 2013. Prosiding Semnas Ekologi dan Konservasi. Makassar.
- Danang, D.W., Mahatma, G., Helmanto, H., Witono, J.R., 2015. *Jenis-jenis tumbuhan reklamasi potensial untuk fitoremediasi di kawasan bekas tambang emas*. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indo Vol. 1, No. 3, Juni 2015. Hal. 496-500.

- Devi Azzahra, Siva. 2012. *Pengaruh Karakteristik Habitat Ruang Terbuka Hijau Terhadap Keanekaragaman Kupu-Kupu (Studi Kasus Di Kebun Raya Bogor)*. Skripsi. IPB. Bogor.
- Hermit H. 2008. *Pembahasan Undang-Undang Penataan Ruang (UU No. 26 Tahun 2007): dilengkapi permasalahan dalam perencanaan tata ruang perkotaan dan kebijakan tata ruang di beberapa negara lain*. Jakarta: Mandar Maju.
- IPG. Ardhana. *Sinkronisasi Kegiatan Pertambangan Pada Kawasan Hutan*. 2009. Jurnal Bumi Lestari Vol. 9 No. 2 Hal. 288-299. Universitas Udayana. Bali.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 2015. *Deforestasi Indonesia Tahun 2013-2014*. Jakarta.
- Pemerintah Kota Parepare dan Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. 2009. *Laporan Akhir Masterplan Kebun Raya Jompie Parepare*.
- Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. 2011. *Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 93 Tahun 2011 tentang Kebun Raya*. LIPI. Bogor.
- Purnomo, D.W., Hermanto, H., Yudaputra, A., 2015. *Peran Kebun Raya Indonesia dalam upaya konservasi tumbuhan dan penurunan emisi karbon*. Pros Semnas Masy Biodiv Indonesia Vol. 1, No. 1, Maret 2015, Hal : 66-70.
- Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Bogor-LIPI. 2012. *Modul Pendidikan dan Pelatihan Perkebunrayaan Tingkat II*. Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Bogor-LIPI, Bogor.
- Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Bogor-LIPI. 2012. *Modul Pendidikan dan Pelatihan Perkebunrayaan Tingkat I, Pengantar Perkebunrayaan*. Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Bogor-LIPI, Bogor.
- Puspitaningtyas, D.M. dan Robby Tafazanny. 2010. *Kebun Raya Jompie*. *Warta Kebun Raya*, Vol. 10 (2). Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Bogor-LIPI. Bogor.
- Suardana, W., 2017. *Potensi Hutan Kota Jompie Sebagai Daya Tarik Wisata di Kota Parepare Sulawesi Selatan*. *Jurnal Kepariwisata* Vol. 1, No. 11, Februari 2017, Hal. 82-94. ISSN 1979-7169.

## **Pengaruh Pembukaan Kawasan Ekowisata Taman Sungai Mudal terhadap Keanekaragaman Herpetofauna di Lereng Pegunungan Menoreh, Kulon Progo, Yogyakarta**

**Noor Laina Maireda<sup>1</sup>, Arnita Prasintaningrum<sup>1</sup>, Elpri E. Permadi<sup>1</sup>, Anisa Fatwa<sup>1</sup>, Lathifatul Faliha<sup>1</sup>, Laili Mufli Zusrina<sup>1</sup>, Ikhsan Jaya<sup>1</sup>, Rury Eprilurahman<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Kelompok Studi Herpetologi, Fakultas Biologi UGM,  
Jalan Teknik Selatan, Sekip Utara, Yogyakarta 55281

<sup>2</sup> Laboratorium Sistematika Hewan, Fakultas Biologi UGM,  
Jalan Teknik Selatan, Sekip Utara, Yogyakarta 55281

Email: noor.laina.m@mail.ugm.ac.id; arnita.prasintaningrum@mail.ugm.ac.id

### **ABSTRAK**

Herpetofauna (reptil dan amfibi) memiliki peran penting dalam ekosistem dan dapat bertindak sebagai indikator suatu lingkungan. Dewasa ini tren populasi beberapa anggota herpetofauna mengalami penurunan seiring kerusakan habitat alaminya akibat aktivitas manusia. Banyak lokasi lindung habitat herpetofauna dialihfungsikan menjadi berbagai lahan produksi untuk kepentingan manusia seperti perkebunan, tempat wisata, ataupun pemukiman. Taman Sungai Mudal yang terletak di lereng Pegunungan Menoreh, Kabupaten Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta merupakan salah satu lokasi yang menjadi habitat alami beberapa jenis herpetofauna dan sebagian wilayahnya dibuka menjadi kawasan ekowisata. Penelitian keanekaragaman dan pemerataan herpetofauna sangat bermanfaat untuk mengetahui kerusakan suatu lingkungan akibat aktivitas manusia. Pada penelitian ini digunakan metode *point transect sampling* sepanjang 300 m yang dibagi menjadi dua lokasi yaitu lokasi wisata dan non-wisata. Sebanyak 17 spesies herpetofauna ditemukan di lokasi wisata dan non-wisata, terdiri dari 7 spesies anggota subordo Lacertilia, 2 spesies anggota subordo Serpentes, dan 8 spesies anggota ordo Anura. Analisis data menggunakan indeks keanekaragaman, pemerataan, dominansi Simpson, dan indeks similaritas Sorensen. Keanekaragaman tertinggi berada pada area wisata sebesar 2,17, sedangkan pada lokasi non-wisata sebesar 1,86. Pemerataan pada kedua lokasi memiliki kategori sedang dengan nilai kemelimpahan area wisata sebesar 0,78 dan area non-wisata sebesar 0,89. Indeks dominansi Simpson pada kedua lokasi menunjukkan kategori yang relatif rendah dengan nilai 0,16 pada area wisata dan 0,19 pada area non-wisata. Koefisien similaritas Sorensen sebesar 58,3% menunjukkan bahwa kemiripan spesies antara dua area relatif tinggi. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pembukaan lokasi ekowisata Taman Sungai Mudal tidak berpengaruh signifikan pada keanekaragaman dan pemerataan herpetofauna pada lokasi tersebut.

**Kata kunci:** herpetofauna, keanekaragaman, pemerataan, similaritas, taman sungai mudal

### **ABSTRACT**

*Herpetofauna (Reptiles and Amphibians) has significant roles in the ecosystem. Herpetofauna population is threatened due to habitat loss caused by human activities. Many protective sites where the herpetofaunas live have been converted into various production areas for human benefits such as plantations, tourism spots, or settlements. Taman Sungai Mudal constitutes natural habitat of herpetofaunas where half of its area is turned into ecotourism area. It is located in the slope of Menoreh Hills, Desa Jatimulyo, Kecamatan Girimulyo, Kulon Progo, Yogyakarta. This research is aimed to know the impact of Taman Sungai Mudal ecotourism on herpetofauna diversity. Herpetofauna was sampled by using 300 m long point transect method combined with visual encountered survey. Sampling areas are divided into two areas, tourism area and non-tourism area. There were 17 species in totals of herpetofauna recorded, consisting of 8 species of suborder Lacertilia, 2 species of suborder Serpentes, and 7 species of order Anura. The data were analyzed using diversity index, evenness index, Simpson's index of dominance, and Sorensen's similarity index. The highest diversity is in the tourism area of 2.17, whereas in non-tourism area it is 1.86. Evenness in both areas are medium in category with an abundance value of tourism area of 0.78 and non-tourism area of 0.89. Simpson's dominance index in both sites showed relatively low categories with a value of 0.16 in tourism areas and 0.19 in non-tourism*

areas. Sorensen's similarity coefficient calculation of 58.3% indicates that the similarity of species between two sites are relatively high. Based on the calculation of diversity index, evenness, Simpson's index of dominance, and similarity coefficient between the two sites, there is no significant difference. This research shows that Taman Sungai Mudal ecotourism has no significant impacts on herpetofauna diversity.

**Key words:** herpetofauna, diversity, evenness, similarity, taman sungai mudal

## PENDAHULUAN

Herpetofauna (reptil dan amfibi) merupakan kelompok hewan yang memiliki peran penting sebagai bioindikator perubahan ekosistem terkait posisinya pada rantai makanan (Howell, 2002). Herpetofauna memiliki preferensi pakan yang beragam, beberapa anggota bersifat karnivora, beberapa lagi bersifat herbivora, dan sisanya bersifat omnivora (Vitt dan Caldwell, 2009). Herpetofauna yang bertindak sebagai herbivora populasinya akan berkurang seiring berkurangnya produsen. Beberapa spesies amfibi herbivora dapat digunakan sebagai indikator rusaknya habitat air. Contohnya seperti *Rhacoporus margaritifer* dan *R. reindwardtii* yang menjadi bioindikator kesehatan lingkungan di Lereng Merapi Selatan oleh Yonathan dkk. (2014).

Belakangan ini tren populasi beberapa anggota herpetofauna mengalami penurunan. Berdasar pada data *Center for Applied Biodiversity Science* pada 2004, sepertiga jumlah reptil dan amfibi di seluruh dunia telah punah, sedangkan dua pertiganya mengalami penurunan populasi secara global sejak 1980-an. Data tersebut diperkuat oleh Tidwell (2006), menurutnya pada Mei 2006 para peneliti dari *Conservation International* (CI) melaporkan bahwa 46 spesies reptil asli dari dataran Mediterrania menghadapi kepunahan akibat rusaknya habitat yang diakibatkan aktivitas manusia. Menurut Riyanto (2010), hal yang sama dijumpai di Selatan Lereng Gunung Slamet yang menunjukkan bahwa penurunan keanekaragaman herpetofauna sejalan dengan adanya pengalihan wilayah hutannya.

Perusakan habitat alami reptil dan amfibi juga terjadi di Indonesia. Berdasarkan Hellman (2014), selama rentang 2000 hingga 2012

pengurangan hutan di Asia Tenggara mencapai lebih dari 6 juta hektar. Sedangkan di Indonesia pada akhir 2012 telah kehilangan hutan sebanyak 840.000 hektar. Jumlah tersebut masih bertambah dengan adanya pembukaan lahan perkebunan dan pertanian di Sumatera, Kalimantan, dan Papua. Selain itu daerah-daerah konservasi dan daerah lindung banyak yang dialihfungsikan sebagai wahana wisata. Pembukaan lokasi wisata tersebut tidak jarang mengabaikan aspek lingkungan dan kelestarian sumber daya hayati. Kebanyakan lokasi wisata dibuka pada daerah yang seharusnya menjadi daerah konservasi.

Taman Sungai Mudal sebagai salah satu tempat alami reptil dan amfibi di Kabupaten Kulon Progo sebagian wilayahnya telah dibuka menjadi kawasan ekowisata. Taman Sungai Mudal yang terletak di Desa Jatimulyo, Kecamatan Girimulyo merupakan bagian dari lereng Pegunungan Menoreh. Data terakhir mengenai herpetofauna di Kecamatan Girimulyo secara umum telah dipublikasikan oleh Qurniawan dkk. (2012). Menurutnya di Kecamatan Girimulyo terdapat 40 spesies herpetofauna yang termasuk ke dalam 7 familia anggota classis Reptilia dan 6 familia anggota classis Amphibia.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pembukaan lokasi wisata di Taman Sungai Mudal terhadap keanekaragaman dan kelestarian herpetofauna. Sehingga dapat merekomendasikan upaya pengelolaan kawasan wisata yang bertumpu pada konservasi sumber daya hayati.

## BAHAN DAN METODE

### Area Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Taman Sungai Mudal, Kabupaten Kulon Progo selama

empat hari yakni tanggal 12 Agustus 2016 sampai dengan 15 Agustus 2016, dengan tiga hari efektif. Taman Sungai Mudal merupakan kawasan wisata di lereng perbukitan Menoreh tepatnya di Desa Jatimulyo, Kecamatan Girimulyo, Kabupaten Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta. Secara umum lokasi penelitian merupakan wilayah perbukitan yang ditumbuhi pepohonan hutan dan perkebunan warga. Terdapat sungai sepanjang lokasi yang bermata air di Taman Sungai Mudal. Karakteristik sungai memiliki panjang 300 m yang terdiri dari batu kapur, memiliki banyak air terjun, dan dikelilingi oleh tebing curam dengan suhu rata-rata air dan udara 23-25 °C. Taman Sungai Mudal baru dibuka sebagai tempat ekowisata pada dua tahun terakhir sepanjang 150 m permulaan sungai. Pada penelitian ini dibandingkan dua lokasi yaitu *ecotourism area* dan *nonecotourism area*. Pada area wisata terdapat beberapa warung makan warga, kolam pemandian, wahana air lainnya, termasuk jembatan gantung. Sedangkan, pada area non-wisata terdiri dari tebing curam dengan dikelilingi pepohonan dan kebun warga yang susah untuk diakses.



Gambar 1. Citra Lokasi Taman Sungai Mudal dari Satelit Google Maps; garis putih = Area A, garis merah = Area B.

## Metode

Metode yang digunakan yaitu VES (*Visual Encounter Survey*) (Springate-Baginski *et al.*, 2009) yang dimodifikasi dengan Metode Transek (Springate-Baginski *et al.*, 2009) sepanjang 300 meter dengan 30 titik. Pelaksanaan sampling dilakukan selama 3 hari 3 malam dengan masing-masing 3 kali pengulangan untuk sampling diurnal dan sampling nokturnal. Alat

yang digunakan antara lain senter, plastik 2 kg, spidol permanen, gunting, kaliper, *medline*, neraca pegas, syringe, kapas, *bottle jam*, gelas beker. Spesimen yang diperoleh langsung diidentifikasi menggunakan Kusrini *dkk.* (2007), Iskandar (1998), Das (2004), dan McKay (2006). Adapun spesimen yang belum dapat diidentifikasi secara langsung di lapangan, pada individu yang didapatkan dilakukan proses preservasi dengan bantuan bahan yang digunakan yakni alkohol 70%, formalin.

## Analisis Data

Peneliti menggunakan perhitungan keanekaragaman herpetofauna, kemerataan, dominansi, dan tingkat kesamaan (indeks similaritas) melalui Indeks Diversitas menurut Shannon-Wiener (Rais *et al.*, 2015):

$$H' = - \sum (pi \ln pi)$$

Keterangan:

- H' : nilai indeks Shannon-Wiener  
 Pi : nilai dominansi individu dalam satu komunitas  
 H' < 1 : keanekaragaman sangat rendah  
 1,5 < H' < 2,0 : keanekaragaman sedang  
 H' > 2 : keanekaragaman tinggi  
 (Brower dan Zarr, 1997).

Indeks Kemerataan (*Evenness Index*) = (E) (Rais *et al.*, 2015):

(E) = H' / ln (S) dimana H' adalah nilai indeks Shannon-Wiener, S adalah jumlah spesies;

Indeks Dominansi Simpson (D) (Krebs, 2014):

$$(D) = \sum (pi)^2;$$

Sorensen's Index of Community Similarity (CC) =  $2s / (a+b)$ , dimana s adalah jumlah spesies yang dibagi oleh dua unit, a sebagai jumlah spesies di unit 1, dan b sebagai jumlah spesies di unit 2 (Rais *et al.*, 2015).

## HASIL

Sebanyak 17 spesies herpetofauna ditemukan di area wisata dan non-wisata yang terdiri dari 7 spesies anggota subordo Lacertilia, 2 spesies anggota subordo Serpentes, dan 8 spesies anggota ordo Anura (Tabel 1).

Tabel 1. Spesies Herpetofauna Yang Ditemukan Di Area Wisata Dan Non Wisata Taman Sungai Mudal.

| No | Spesies                             | Area wisata | Area non-wisata |
|----|-------------------------------------|-------------|-----------------|
| 1  | <i>Chalcorana chalconota</i>        | 1           | 1               |
| 2  | <i>Cyrtodactylus marmoratus</i>     | 1           | 1               |
| 3  | <i>Gonocephalus chamaeleontinus</i> | 1           | 1               |
| 4  | <i>Bronchocela jubata</i>           | 1           | 1               |
| 5  | <i>Draco volans</i>                 | 1           | 1               |
| 6  | <i>Sphenomorphus</i> sp.            | 1           | 1               |
| 7  | <i>Odorrana hosii</i>               | 1           | 1               |
| 8  | <i>Duttaphrynus melanostictus</i>   | 1           | 0               |
| 9  | <i>Limnonectes kuhlii</i>           | 1           | 0               |
| 10 | <i>Leptobrachium hasseltii</i>      | 1           | 0               |
| 11 | <i>Limnonectes microdiscus</i>      | 1           | 0               |
| 12 | <i>Eutropis</i> sp.                 | 1           | 0               |
| 13 | <i>Phrynowidias asper</i>           | 1           | 0               |
| 14 | <i>Polypedates leucomystax</i>      | 1           | 0               |
| 15 | <i>Ptychozoon kuhlii</i>            | 1           | 0               |
| 16 | <i>Rhabdophis</i> sp.               | 1           | 0               |
| 17 | <i>Ahaetulla</i> sp.                | 0           | 1               |

Keterangan: 1= ditemukan, 0= tidak ditemukan

Tabel 2. Penyebaran Spesies Herpetofauna Berdasarkan Transek Panjang Sungai

| No                     | Titik plot | Spesies                             | Jumlah Individu |
|------------------------|------------|-------------------------------------|-----------------|
| <b>Area wisata</b>     |            |                                     |                 |
| 1                      | 0-5        | <i>Chalcorana chalconota</i>        | 17              |
|                        |            | <i>Phrynowidias asper</i>           | 3               |
|                        |            | <i>Cyrtodactylus marmoratus</i>     | 2               |
|                        |            | <i>Sphenomorphus</i> sp.            | 2               |
|                        |            | <i>Gonocephalus chamaeleontinus</i> | 2               |
|                        |            | <i>Limnonectes kuhlii</i>           | 6               |
|                        |            | <i>Odorrana hosii</i>               | 9               |
|                        |            | <i>Duttaphrynus melanostictus</i>   | 2               |
|                        |            | <i>Limnonectes microdiscus</i>      | 1               |
|                        |            | <i>Eutropis multifasciata</i>       | 2               |
|                        |            | <i>Bronchocela</i> sp.              | 1               |
|                        |            | <i>Leptobrachium hasseltii</i>      | 1               |
|                        |            | <i>Draco volans</i>                 | 1               |
|                        |            | <i>Limnonectes kuhlii</i>           | 6               |
| 2                      | 6-10       | <i>Chalcorana chalconota</i>        | 2               |
|                        |            | <i>Odorrana hosii</i>               | 5               |
|                        |            | <i>Leptobrachium hasseltii</i>      | 2               |
|                        |            | <i>Chalcorana chalconota</i>        | 3               |
| 3                      | 11-15      | <i>Odorrana hosii</i>               | 2               |
|                        |            | <i>Ptychozoon kuhlii</i>            | 1               |
|                        |            | <i>Rhabdophis</i> sp.               | 1               |
|                        |            | <i>Sphenomorphus</i> sp.            | 2               |
|                        |            | <i>Polypedates leucomystax</i>      | 1               |
| <b>Area non wisata</b> |            |                                     |                 |
| 4                      | 16-20      | <i>Odorrana hosii</i>               | 1               |
|                        |            | <i>Gonocephalus chamaeleontinus</i> | 3               |
|                        |            | <i>Bronchocela jubata</i>           | 1               |
| 5                      | 21-25      | <i>Odorrana hosii</i>               | 1               |
|                        |            | <i>Chalcorana chalconota</i>        | 5               |
|                        |            | <i>Odorrana hosii</i>               | 1               |
| 6                      | 26-30      | <i>Cyrtodactylus marmoratus</i>     | 1               |
|                        |            | <i>Ahaetulla</i> sp.                | 1               |
|                        |            | <i>Sphenomorphus</i> sp.            | 1               |
|                        |            | <i>Draco volans</i>                 | 1               |

Nilai indeks keanekaragaman, pemerataan, dominansi, dan koefisien similaritas herpetofauna di lokasi wisata Taman Sungai Mudal adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Nilai Indeks Keanekaragaman, Kemerataan, Dominansi, Dan Koefisien Similaritas Herpetofauna Di Lokasi Wisata Taman Sungai Mudal

| Area penelitian | Jumlah spesies | Jumlah Individu | H'   | E    | D    | S    |
|-----------------|----------------|-----------------|------|------|------|------|
| Wisata          | 16             | 76              | 2,17 | 0,78 | 0,16 | 0,5  |
| Non-wisata      | 8              | 16              | 1,86 | 0,89 | 0,19 | 0,83 |

Keterangan: H' = Indeks keanekaragaman, E = Indeks pemerataan, D = Indeks dominansi Simpson, S = Koefisien similaritas

## PEMBAHASAN

Berdasarkan Tabel 1, kekayaan jenis pada area wisata sebesar 94,11% (16 spesies dari total 17 spesies yang ditemukan) sedangkan pada area non-wisata sebesar 47,05% (8 spesies dari total 17 spesies yang ditemukan). Area wisata merupakan bagian hulu sungai di mana terdapat sumber mata air. Pada area ini kualitas air dan habitat dalam kondisi baik dan tidak terjadi pencemaran. Syarat-syarat untuk disebut suatu lingkungan mengalami pencemaran adalah masuk atau dimasukkannya komponen-komponen (makhluk hidup, zat kimia, dll.) ke dalam ekosistem lingkungan, kegiatan manusia yang berlebihan, dan terjadi penurunan fungsi lingkungan (Siahaan, 2004). Hal ini merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi banyaknya spesies herpetofauna yang ditemukan.

Selain itu, faktor yang dapat mempengaruhi adalah adanya perbedaan waktu aktivitas herpetofauna dengan wisatawan. Menurut Campbell *dkk.* (2004), setiap spesies atau populasi memiliki relung khusus di mana terdapat berbagai variabel seperti kisaran suhu yang dapat ditolerir, waktu aktif, dan jenis pakan yang dikonsumsi. Adanya kesamaan relung pada

spesies yang berbeda dapat menyebabkan adanya kompetisi. Sebagian besar herpetofauna memiliki waktu aktif di malam hari sedangkan wisatawan di Taman Sungai Mudal beraktivitas pada siang hari. Sehingga herpetofauna yang ada di area wisata tidak terpengaruh oleh wisatawan.

Pada area non-wisata, bagian sungai digunakan untuk kegiatan seperti mandi dan berenang oleh wisatawan. Adanya sampah kemasan makanan dan minuman yang dibuang tidak pada tempatnya dapat menyebabkan terjadinya pencemaran. Habitat herpetofauna mulai terganggu oleh kegiatan tersebut sehingga herpetofauna berpindah mencari habitat yang lebih baik. Oleh karena itu, pada area non-wisata tidak ditemukan banyak spesies herpetofauna.

Berdasarkan Tabel 2, spesies herpetofauna yang ditemukan memiliki pola penyebaran yang berbeda. Pada titik plot 0-5 spesies herpetofauna yang mendominasi adalah *Chalcorana chalconota*. Salah satu anggota ordo Anura ini memiliki tipe habitat kolam dan aliran air yang tenang, lebih menyukai hidup di dekat perairan dan bertengger atau berdiam diri di tumbuhan di sekitar perairan tersebut. Hewan ini juga kerap dijumpai di sekitar pemukiman manusia (Kusrini *dkk.*, 2007). Hal ini sesuai dengan lokasi plot 0-5 yang merupakan area wisata di mana terdapat banyak kolam dan aliran air yang tenang dengan vegetasi di sekitarnya. Pada area wisata ini juga terdapat banyak aktivitas wisatawan yang mana spesies *Chalcorana chalconota* dapat beradaptasi dengan mudah. Spesies ini juga tersebar hingga ke titik plot terakhir yaitu titik 26-30. Secara keseluruhan *Chalcorana chalconota* dapat beradaptasi dengan kondisi habitat di Taman Sungai Mudal.

*Limnonectes kuhlii* tersebar di area wisata. Spesies ini memiliki habitat perairan yang memiliki arus sedang hingga deras. Berudunya kerap ditemukan di aliran air yang kecil (Kusrini *dkk.*, 2007). Kondisi area wisata sangat sesuai dengan preferensi habitat spesies katak ini. Spesies *Odorrana hosii* tersebar dari titik plot 1 hingga titik plot 30. Hal ini membuktikan bahwa area wisata maupun area non-wisata merupakan habitat sesuai bagi spesies katak tersebut. Spesies

herpetofauna yang hanya ditemukan pada area tertentu adalah *Rhabdophis* sp., *Ahaetulla* sp., *Polypedates leucomystax*, *Leptobrachium hasseltii*, *Eutropis* sp., *Sphenomorphus* sp., *Ptychozoon kuhlii*, *Draco volans*, dan *Bronchocele* sp. Tidak tersebarnya spesies-spesies tersebut disebabkan oleh perbedaan relung yang signifikan antarlokasi di Taman Sungai Mudal, Kulonprogo.

Berdasarkan Tabel 3, nilai indeks keanekaragaman Shanon-Weiner pada area wisata sebesar 2,17 dan pada area non-wisata sebesar 1,86. Menurut Magurran (2004), nilai indeks keanekaragaman Shanon-Weiner umumnya berkisar antara 1,5-3,5, sangat jarang mencapai nilai 4. Berdasarkan Brower dan Zarr (1997) dalam Qurniawan dan Eprilurahman (2012), keanekaragaman sangat rendah apabila nilainya < 1, sedang jika nilainya berkisar antara 1,5-2,0, dan tinggi apabila nilainya > 2. Hal ini menunjukkan bahwa keanekaragaman herpetofauna di area wisata termasuk dalam kategori tinggi sedangkan pada area non-wisata termasuk dalam kategori sedang.

Nilai indeks kemerataan komunitas herpetofauna di area wisata sebesar 0,77 sedangkan pada area non-wisata sebesar 0,89. Indeks kemerataan yang tinggi menunjukkan bahwa setiap spesies memiliki kelimpahan yang merata. Rendahnya nilai indeks kemerataan menunjukkan bahwa setiap spesies memiliki kelimpahan yang berbeda (Smith dan Wilson, 1996). Jika suatu komunitas memiliki nilai indeks kemerataan yang rendah maka terdapat satu atau beberapa spesies yang mendominasi. Area wisata memiliki nilai indeks keanekaragaman yang lebih tinggi namun memiliki nilai indeks kemerataan yang lebih rendah dibanding dengan area non-wisata. Hal ini menunjukkan bahwa pada area wisata terdapat spesies herpetofauna yang mendominasi. Ditemukan tiga spesies herpetofauna yang cenderung mendominasi pada area wisata yaitu *Chalcorana chalconota*, *Limnonectes kuhlii*, dan *Odorrana hosii*. Ketiga spesies tersebut termasuk ke dalam ordo Anura yang habitatnya sangat sesuai dengan kondisi

area wisata Taman Sungai Mudal yang berupa sungai dengan air yang jernih dan bersih.

Indeks Dominansi menggambarkan kekayaan jenis komunitas serta keseimbangan jumlah individu setiap jenis (Fitriana, 2006). Indeks dominansi Simpson memiliki kisaran antara 0 – 1,0. Nilai 0 hingga < 0,5 menandakan dominansi yang rendah. Nilai 0,5 hingga < 0,75 menandakan dominansi yang sedang, dan nilai 0,75 hingga 1 menandakan dominansi yang tinggi (Estradivari dkk., 2009). Berdasarkan perhitungan Indeks dominansi Simpson, komunitas herpetofauna pada area wisata dan area non-wisata memiliki tingkat dominansi yang rendah yaitu 0,16 di lokasi ekowisata dan 0,19 di lokasi non-ekowisata. Hal ini membuktikan bahwa tidak ada spesies yang sangat mendominasi, memiliki kekayaan jenis yang tinggi, serta sebaran yang cukup merata. Menurut Purwanti (2003) dalam Vidya dkk. (2014), koefisien similaritas menunjukkan seberapa tingkat kesamaan suatu struktur komunitas dengan struktur komunitas yang lainnya. Nilai koefisien yang lebih tinggi dari 50% menunjukkan bahwa kedua struktur komunitas memiliki kemiripan yang tinggi. Hasil perhitungan indeks similaritas berdasarkan Sorensen pada kedua lokasi penelitian menunjukkan nilai indeks similaritas yang tergolong relatif tinggi yaitu 58,3%. Indeks similaritas yang tinggi menunjukkan bahwa komposisi spesies yang menyusun komunitas pada kedua wilayah tersebut relatif sama. Hal tersebut dikarenakan variasi kondisi lingkungan, baik fisik, kimia, maupun interaksi antar spesies di kedua lokasi kurang signifikan.

## KESIMPULAN

Indeks keanekaragaman herpetofauna pada area ekowisata lebih tinggi dibandingkan area non-ekowisata, namun berbanding terbalik dengan indeks kemerataannya. Pada area ekowisata terdapat dominasi tiga spesies dari ordo Anura yakni *Chalcorana chalconota*, *Limnonectes kuhlii*, dan *Odorrana hosii*. Selebihnya, kedua lokasi yang dibandingkan memiliki tingkat keseragaman jenis (indeks

similaritas spesies) yang menunjukkan bahwa kemiripan spesies antara dua lokasi relatif tinggi.

Berdasarkan perhitungan indeks keanekaragaman, pemerataan, dominansi Simpson, dan koefisien similaritas diantara kedua lokasi tidak terdapat perbedaan signifikan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pembukaan lokasi ekowisata Taman Sungai Mudal tidak berpengaruh signifikan pada keanekaragaman dan pemerataan herpetofauna pada lokasi tersebut.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami haturkan kepada Bapak Donan Satria Yudha selaku dosen pembimbing KSH, Pak Rury Eprilurahman selaku dosen pembimbing publikasi, seluruh anggota KSH, seluruh tim Ekspedisi Herpetofauna serta seluruh pihak yang memungkinkan ekspedisi Herpetofauna Jilid II dapat berlangsung.

### DAFTAR PUSTAKA

- Anonimus. 2004. *Amphibians in Dramatic Decline; Up to 122 Extinct Since 1980: Study Finds Nearly One-Third of Species Threatened with Extinction*. Centre for Applied Biodiversity Science, IUCN, and Nature Serve. Diakses dari <http://natureserve.org/conservation-tools/project/global-amphibian-assessment> pada 13 Agustus 2017 pukul 13.13 WIB.
- Brower, J.E. dan Zarr, J.H. 1997. *Field and Laboratory for General Ecology*, W.M.C Brown Company Publishing, Portuguese, IOWA.
- Campbell, N. A., Jane B. R., Lawrence G. M. 2004. *Biologi*. Jilid III. Penerbit Erlangga. Jakarta. p: 370.
- Estradivari, Edy S., Safran Y.. 2009. *TERUMBU KARANG JAKARTA: Pengamatan Jangka Panjang Terumbu Karang Kepulauan Seribu (2003-2007)*. Yayasan Terumbu Karang Indonesia. Jakarta. p: 5.
- Hellman, M. 2014. *Indonesia Now Has the Highest Rate of Deforestation in the World*. Diakses dari <http://time.com/2944030/indonesia-now-has-the-highest-rate-of-deforestation-in-the-world/> pada 12 Agustus 2017 pukul 9.44 WIB.
- Howell, K. 2002. *Amphibians and reptiles: the reptiles*. In Davies, G. and Hoffmann, M. (eds). African forest biodiversity: A field survey manual for vertebrates. Earthwatch Institute. Cambridge.
- Kusrini, M.D., W. Endarwin, dan M. Yazid. 2007. *Panduan Bergambar Identifikasi Amfibi di Jawa Barat*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Magurran, Anne.E. 2004. *Measuring Biological Diversity*. Blackwell Publishing. UK. pp. 100-116.
- Purwanti. 2003. Keanekaragaman Makrofauna Tanah Pada Berbagai Jenis dan Kombinasi Tanaman Sela di Bawah Tegakan Sengon (*Paraserianthes falcataria* L. Nielson) di Resort Polisi Hutan (RPH) Jatirejo Kediri Jawa Timur. [Skripsi]. Jurusan Biologi FMIPA UNS. Surakarta.
- Qurniawan, T. F. dan Rury E.. 2012. Keanekaragaman Jenis Herpetofauna di Kawasan Ekowisata Goa Kiskendo, Kulonprogo, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. *Biota* 17(2): 78-84.
- Qurniawan, T.F., F. U. Addien, R. Eprilurahman, dan Trijoko. Eksplorasi Keanekaragaman Herpetofauna di Kecamatan Girimulyo Kabupaten Kulon Progo Yogyakarta. *Jurnal Teknosains* 1(2): 71-143.
- Riyanto, A. 2010. Komunitas Herpetofauna dan Potensinya bagi Sektor Ekowisata pada Kawasan Ketenger-Baturraden di Selatan Kaki Gunung Slamet, Jawa Tengah. *Biosfera* 27(2): 60-67.
- Siahaan, N. H. T. 2004. Hukum Lingkungan dan Ekologi Pembangunan. Edisi Kedua. Penerbit Erlangga. Jakarta. p: 279.
- Smith, B. dan J. B. Wilson. 1996. A Consumer's Guide to Evenness Indices. *Oikos* 76(1): 70-82.
- Springate-Baginski, O., Allen, D. and Darwall, W.R.T. (eds.) 2009. *An Integrated Wetland Assessment Toolkit: A guide to good practice*. Gland, Switzerland: IUCN and Cambridge, UK: IUCN Species Programme.
- Tidwell, J. 2006. *Mediterranean Survey Finds Native Reptiles are Vanishing*. Conservation International. Diakses dari

- Conservation front lines online enewsletter (pdf).
- Vidya, A. O., Sugiyarto, dan Sunarto. 2014. Keanekaragaman Makrofauna Tanah pada Lahan Tanaman Padi dengan Sistem Rotasi dan Monokultur di Desa Banyudono, Boyolali. *Bioteknologi* 11(1): 19-22.
- Yonathan. 2014. Populasi Katak Pohon Jawa *Rhacophorus margaritifer* (Schlegel, 1837) di Taman Nasional Gunung Merapi: Pengaruh Tekanan Turisme dan Ketersediaan Air. [Skripsi]. Jurusan Biologi Fakultas Biologi UGM. Yogyakarta.

## **Potensi Hutan Penelitian Samboja sebagai Area Konservasi dan Penelitian Orangutan Kalimantan (*Pongo pygmaeus* sp.): sebuah Tinjauan Berdasarkan Kondisi Vegetasi dan Kelimpahan Pakan**

**Tri Sayektiningsih<sup>1)</sup>, Ulfah Karmila Sari<sup>2)</sup>, Ishak Yassir<sup>3)</sup>, Hendri<sup>4)</sup>, Amir Ma'ruf<sup>5)</sup>**

<sup>1,2,3,5)</sup>Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Konservasi Sumber Daya Alam

<sup>4)</sup>Yayasan Jejak Pulang

Jl. Soekarno-Hatta Km.38, Balikpapan, Kalimantan Timur, 76112

Email: <sup>1)</sup>t.sayekti@yahoo.com, <sup>2)</sup>ulfahnazri@gmail.com,

<sup>3)</sup>ishak.yassir@gmail.com, <sup>5)</sup>amirmaruf@hotmail.com

### **ABSTRAK**

Area konservasi dan penelitian orangutan di Hutan Penelitian (KHDTK) Samboja memiliki peranan penting sebagai tempat konservasi eksitu, penelitian, dan tempat pembelajaran bagi orangutan Kalimantan. Oleh karena itu, lokasi yang ditetapkan harus memiliki kondisi vegetasi yang mampu mendukung kegiatan tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh informasi mengenai karakteristik vegetasi, khususnya komposisi dan struktur, dan kelimpahan pohon pakan orangutan sebagai dasar dalam penilaian kesesuaian kawasan sebagai area konservasi dan penelitian orangutan Kalimantan. Analisis vegetasi dengan metode garis berpetak dan penelusuran pustaka digunakan selama pengumpulan data. Hasil penelitian menunjukkan bahwa vegetasi pada tingkat semai didominasi oleh *Stachyphrynium borneense* dengan INP 30,98%. *Fordia splendidissima* merupakan jenis yang paling sering dijumpai dan tumbuh dominan pada tingkat pancang dengan INP sebesar 95,37%. Selanjutnya, pada tingkat pohon, *Macaranga gigantea* merupakan jenis dominan dengan nilai INP sebesar 48,88%. Pohon-pohon dengan diameter  $\geq 10$ -20 cm dan tinggi 10-<15 m diketahui tumbuh melimpah di lokasi penelitian. Berdasarkan hasil identifikasi pohon pakan, terdapat 70 jenis pohon potensial pakan bagi orangutan yang didominasi oleh famili Moraceae. Keanekaragaman jenis dan pemerataan pohon pakan orangutan di lokasi penelitian memiliki nilai  $H' = 3,05$  dan  $E = 0,72$ . Dengan demikian, secara umum, hutan penelitian Samboja dapat mendukung kegiatan konservasi dan penelitian, serta aktivitas belajar orangutan Kalimantan karena didukung oleh struktur vegetasi seperti tinggi dan diameter pohon yang sesuai, serta ketersediaan pohon-pohon berpotensi pakan.

**Kata kunci:** Orangutan Kalimantan, komposisi dan struktur vegetasi, pohon pakan, rehabilitasi, KHDTK Samboja

### **ABSTRACT**

*Conservation and research area in the Samboja research forest (KHDTK) play significant roles as ex-situ, research, and school for Bornean orangutans. Thus, an area assigned for these purposes has to contain vegetation supporting that goals. This study was intended to gain information on vegetation characteristics including composition and structure of vegetation, and food abundance. Vegetation analysis using a line plot sampling method and literature review were employed during data collection. We found that *Stachyphrynium borneense* grew in abundance at seedling stage with IVI of 30,98%. *Fordia splendidissima* then was dominant at sapling stage with IVI of 95.37%. Furthermore, *Macaranga gigantea* was abundant species at tree stage with IVI of 48.88%. We also found that trees with diameter of  $\geq 10$ -20 cm and height of 10-<15 m were dominant. There were 70 tree species identified as potential food for orangutans. Diversity and evenness indices for food trees were 3.05 and 0.72, respectively. In general, the Samboja research forest is appropriate for conservation and research as well as school for Bornean orangutans due to its vegetation characteristics, and the availability of potential food trees.*

**Keywords:** *Bornean Orangutans, composition and structure of vegetation, food trees, rehabilitation, KHDTK Samboja*

## PENDAHULUAN

*The International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN)* telah mengubah status orangutan Kalimantan yang semula terancam (*endangered*) menjadi kritis (*critically endangered*). Perubahan status tersebut diakibatkan karena populasi dan habitat orangutan semakin terancam. Beberapa faktor berkontribusi terhadap kondisi tersebut seperti kebakaran dan perubahan fungsi hutan. Kebakaran hutan yang hampir terjadi setiap tahunnya di Kalimantan memiliki efek negatif terhadap luas habitat satwaliar termasuk orangutan. Sebagai contoh, kebakaran hutan yang terjadi di Sungai Wain, Kalimantan Timur pada tahun 1997/1998 mampu mengurangi tutupan hutan sebesar 60% (Fredriksson, 2005). Hal demikian menimbulkan dampak buruk terhadap luasan habitat dan ketersediaan pakan bagi orangutan yang tinggal di dalamnya (Fredriksson *et al.*, 2006).

Perubahan fungsi hutan juga turut menyebabkan luasan habitat alami orangutan semakin berkurang (Gaveau *et al.*, 2009). Hutan Kalimantan yang semula luas telah terpetak-petak untuk kemudian dikonversi menjadi perkebunan kelapa sawit, tanaman monokultur, dan areal pertambangan (Nantha dan Tisdell, 2009; Rainer *et al.*, 2014). Pembangunan industri tidak hanya mengakibatkan penyempitan habitat tetapi juga fragmentasi habitat orangutan (Smith *et al.*, 2011).

Penyempitan dan fragmentasi habitat berdampak pada semakin meningkatnya jumlah orangutan yang hidup di luar kawasan konservasi yang pada gilirannya dapat memicu konflik antara orangutan dan manusia (Smith *et al.*, 2011). Terutama di Kalimantan Timur, potensi konflik orangutan-manusia tergolong cukup tinggi (18%) dibandingkan Kalimantan Tengah (15%) dan Kalimantan Barat (5%) (Meijaard *et al.*, 2011). Konflik antara orangutan-manusia cenderung merugikan orangutan karena menyebabkan orangutan mati, cacat, atau kehilangan induk (Meijaard *et al.*, 2011; Russon, 2009).

Sebagai salah satu upaya untuk mengatasi konflik orangutan dan manusia, kawasan konservasi eksitu terutama pusat rehabilitasi orangutan banyak didirikan di Indonesia (Russon, 2009). Di area rehabilitasi, orangutan akan mendapat perlindungan dalam jangka waktu yang lama (Trayford dan Farmer, 2013). Selain itu, orangutan juga dibantu untuk mempelajari *skills* yang dibutuhkan nanti saat dilepasliarkan seperti pengenalan pakan, bersarang, interaksi sosial, dan pergerakan arboreal (Derscovich *et al.*, 2011). Dengan demikian, kawasan rehabilitasi harus memiliki kondisi vegetasi yang mampu mendukung aktivitas belajar orangutan.

Kawasan Hutan Penelitian (KHDTK) Samboja merupakan salah satu kawasan yang ditunjuk sebagai area konservasi dan penelitian, khususnya di bidang rehabilitasi dan reintroduksi orangutan Kalimantan. Namun, sampai saat ini belum tersedia informasi terkait dengan potensi kawasan dalam mendukung program tersebut. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk memperoleh informasi mengenai karakteristik vegetasi, khususnya komposisi dan struktur, dan kelimpahan pohon pakan orangutan sebagai dasar dalam penilaian kesesuaian kawasan sebagai area konservasi dan penelitian orangutan Kalimantan.

## BAHAN DAN METODE

### Waktu dan Lokasi Penelitian

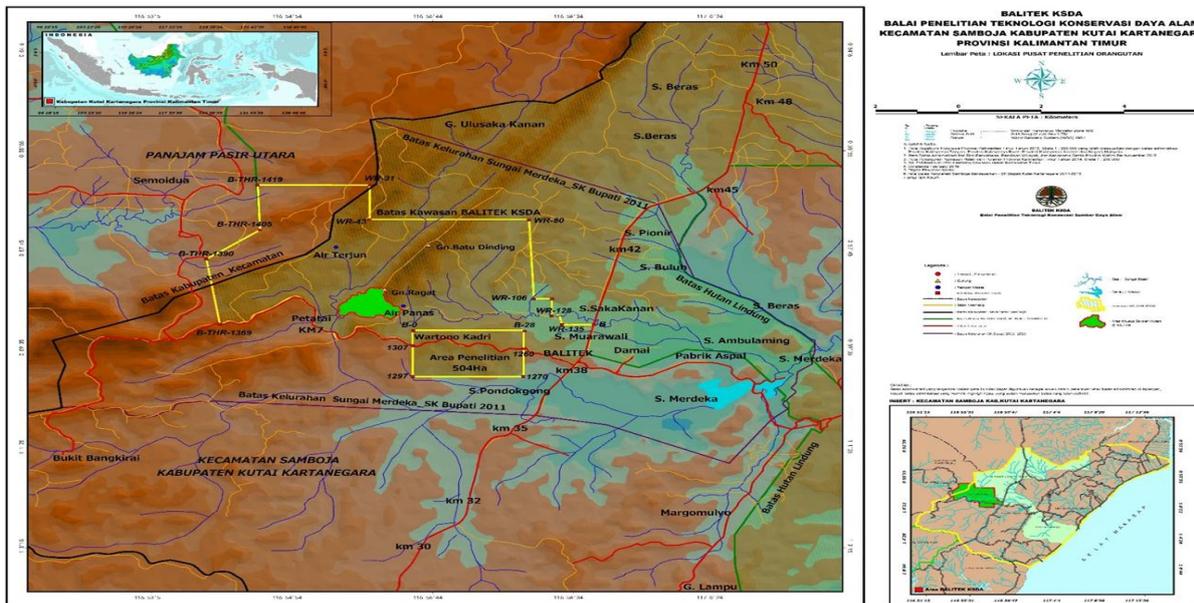
Penelitian dilakukan di areal KHDTK Samboja Km. 7, Kecamatan Samboja, Kabupaten Kutai Kartanegara (Gambar 1).

### Pengambilan Data

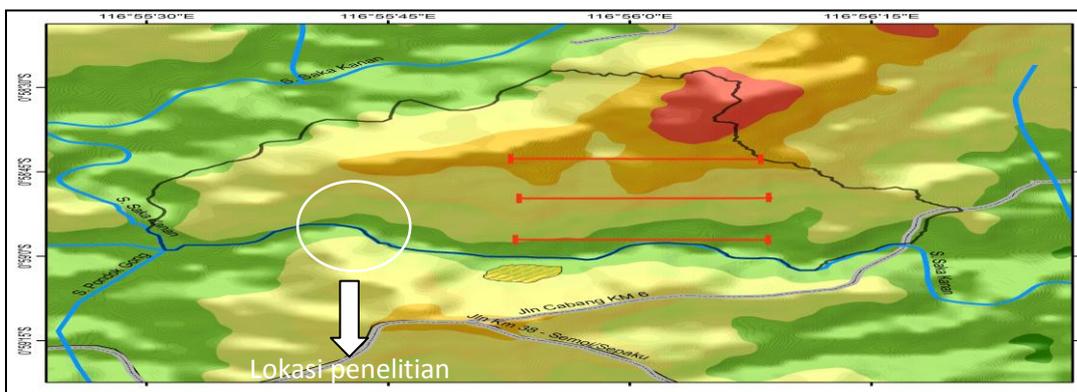
Metode jalur berpetak merupakan teknik yang digunakan selama pengumpulan data di lapangan. Tiga buah jalur sepanjang 1000 m diletakkan tegak lurus aliran sungai Saka Kanan dengan jarak antar jalur 150 m. Setiap jalur dibagi menjadi 20 petak pengamatan berukuran 10 x 50 m. Pada setiap petak pengamatan dibuat sub-sub petak berukuran 5 x 5 m dan 2 x 2 m. Pencatatan data vegetasi dilakukan pada setiap tahap pertumbuhan yaitu semai (petak 2 x 2 m,

termasuk tumbuhan berkayu dan herba dengan tinggi < 1,5 m), pancang (petak 5 x 5 m, DBH < 10 cm, dan tinggi ≥ 1,5 m), dan pohon (petak 10 m x 50 m, DBH ≥ 10 cm, tidak termasuk tumbuhan pemanjat) (Arbainsyah *et al.*, 2014). Selanjutnya, tumbuhan yang ada di petak pengamatan pancang dan pohon dicatat serta diukur diameter setinggi dada (DBH) dan tingginya. Sedangkan pada petak pengamatan semai, seluruh tumbuhan dicatat nama dan dihitung jumlah jenisnya.

Selama di lapangan tidak semua tumbuhan berhasil diidentifikasi sehingga diperlukan pengambilan spesimen. Proses identifikasi kemudian dilakukan di Herbarium Wanariset Samboja, Kalimantan Timur. Berkaitan dengan pohon potensial pakan, nama-nama pohon dengan fungsi tersebut diidentifikasi melalui studi literatur dengan menggunakan berbagai sumber referensi seperti buku, jurnal, dan prosiding.



Gambar 1. Lokasi Penelitian



Gambar 2. Peletakan Jalur Analisis Vegetasi

### Analisis Data

Analisis data dilakukan untuk mengetahui kerapatan, kerapatan relatif (KR), frekuensi, frekuensi relatif (FR), dominansi, dominansi relatif (DR), dan indeks nilai penting (INP) vegetasi pada lokasi penelitian. Data potensi pakan dianalisis dengan metode deskriptif dengan bantuan tabel dan grafik (*pie chart*). Selanjutnya, informasi mengenai kelimpahan pohon berpotensi pakan didapat dengan menggunakan Indeks keanekaragaman jenis Shannon-Wiener (Spellerberg dan Fedor, 2003) dan indeks kemerataan jenis (E) (Begon *et al.*, 2006).

## HASIL

### Komposisi dan Struktur Vegetasi

Vegetasi pada tingkat semai terdiri dari 150 jenis yang termasuk dalam 51 famili. Pada tingkat ini, vegetasi didominasi oleh *Stachyphrynium borneense* diikuti oleh *Litsea firma*, *Clidemia hirta*, *Fordia splendidissima*, *Macaranga trichocarpa*, dan *Syzygium sp.* (Tabel 1).

Pada tingkat pancang, jenis vegetasi penyusun dapat dikelompokkan ke dalam 116 jenis dan 36 famili. Jenis *Fordia splendidissima* merupakan jenis yang paling sering dijumpai dan tumbuh melimpah dengan INP sebesar 95,37% (Tabel 2). Pada tingkat pohon, vegetasi tersusun dari 237 jenis yang termasuk dalam 51 famili. Euphorbiaceae merupakan famili dengan jumlah spesies terbanyak diikuti oleh Dipterocarpaceae, Lauraceae, Moraceae, dan Myristicaceae (Gambar 3).

Pohon-pohon di lokasi penelitian menyebar pada berbagai kelas diameter dengan didominasi oleh pohon-pohon dengan diameter  $\geq 10$ -20 cm (Gambar 4). Pohon-pohon dengan tinggi 10-<15 m lebih sering dijumpai (Gambar 5).

Tabel 1. Sepuluh Jenis Utama Pada Tingkat Semai Berdasarkan INP.

| Jenis                           | KR (%) | FR (%) | INP (%) |
|---------------------------------|--------|--------|---------|
| <i>Stachyphrynium borneense</i> | 25,23  | 5,74   | 30,98   |
| <i>Litsea firma</i>             | 9,50   | 5,28   | 14,79   |
| <i>Clidemia hirta</i>           | 8,29   | 4,60   | 12,89   |
| <i>Fordia splendidissima</i>    | 4,15   | 6,21   | 10,35   |
| <i>Macaranga trichocarpa</i>    | 7,14   | 1,84   | 8,98    |
| <i>Syzygium sp.</i>             | 2,19   | 4,14   | 6,33    |
| <i>Stenochlaena palustris</i>   | 1,21   | 2,53   | 3,74    |
| <i>Etilingera sp.</i>           | 1,09   | 2,53   | 3,62    |
| <i>Microcos quecifolia</i>      | 3,34   | 0,23   | 3,57    |
| <i>Lygodium circinnatum</i>     | 1,27   | 2,07   | 3,33    |

### Potensi Pakan Orangutan

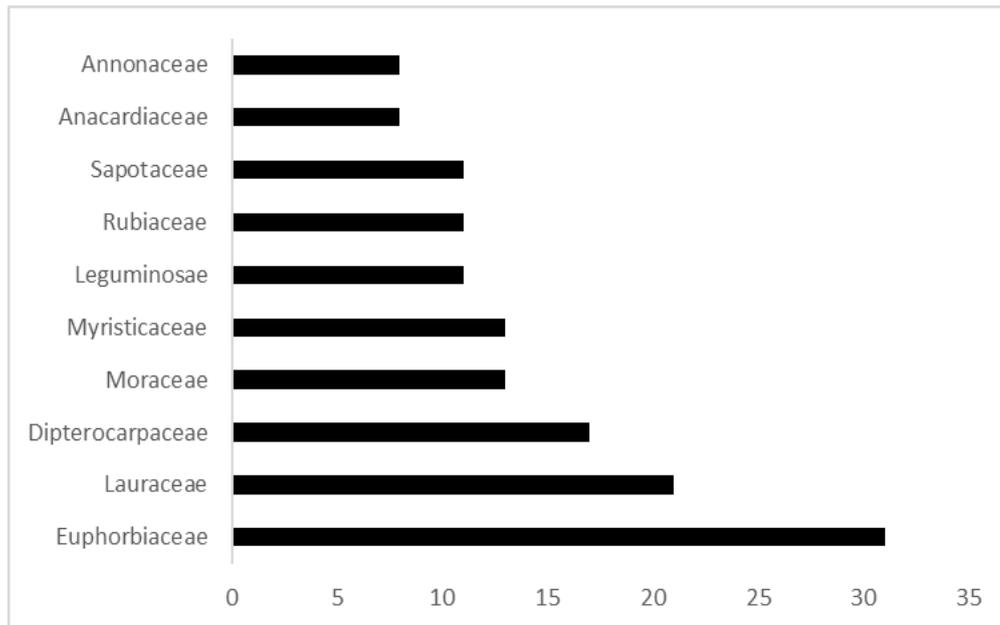
Berdasarkan hasil penelusuran dari berbagai sumber, sebanyak 70 jenis pohon teridentifikasi berpotensi sebagai pakan orangutan (Lampiran 1.). Jenis-jenis spesies hutan berpotensi sebagai pakan orangutan di lokasi penelitian diperkirakan lebih banyak lagi apabila cakupan pengamatan tidak terbatas pada pohon. Indeks keanekaragaman pohon berpotensi pakan termasuk sedang dengan tingkat kemerataan yang cukup merata ( $H' = 3,05$  E = 0,72 (Odum, 1993; Arini dan Wahyuni, 2016).

## PEMBAHASAN

Secara umum, hutan di lokasi penelitian merupakan hutan sekunder yang salah satunya dicirikan dengan melimpahnya jenis *Macaranga gigantea* (Keßler dan Sidiyasa, 1999). *Macaranga gigantea* atau dalam bahasa lokal disebut mahang merupakan jenis pioner yang umumnya akan tumbuh setelah adanya pembukaan kanopi atau gangguan serta memiliki tingkat ketahanan sedang sampai tinggi terhadap gangguan (Slik *et al.*, 2003). Sifat tersebut juga dimiliki oleh jenis *Macaranga* lainnya seperti *Macaranga pearsonii* dan *Macaranga hypoleuca* (Slik *et al.*, 2003).

Tabel 2. Sepuluh Jenis Utama Pada Tingkat Pancang Berdasarkan INP

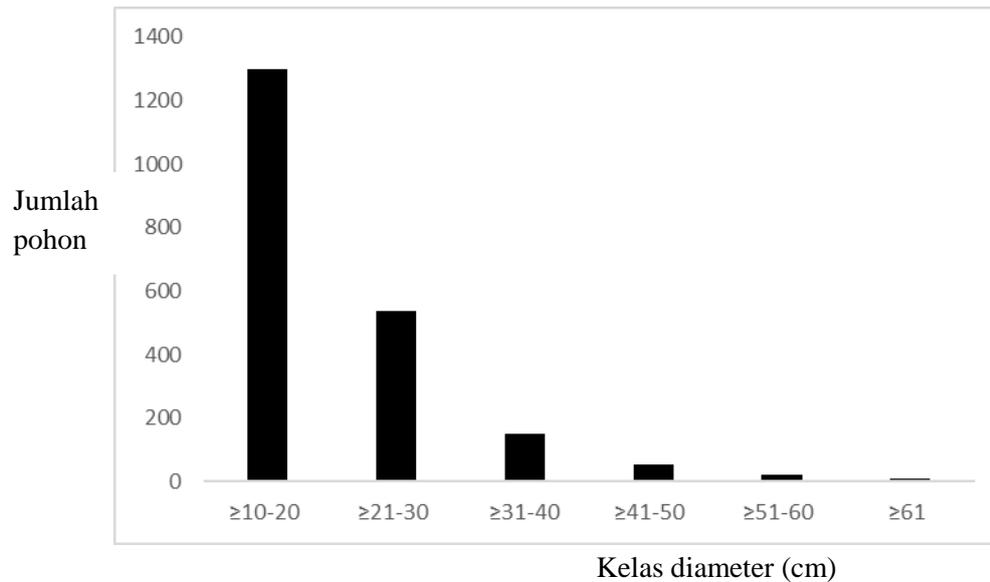
| Jenis                            | KR (%) | FR (%) | DR (%) | INP (%) |
|----------------------------------|--------|--------|--------|---------|
| <i>Fordia splendidissima</i>     | 21,57  | 7,58   | 66,22  | 95,37   |
| <i>Pternandra rostrate</i>       | 6,25   | 5,58   | 5,37   | 17,21   |
| <i>Macaranga gigantean</i>       | 0,60   | 1,20   | 12,43  | 14,23   |
| <i>Syzygium sp.</i>              | 3,22   | 3,59   | 4,52   | 11,33   |
| <i>Leea indica</i>               | 6,65   | 3,19   | 1,38   | 11,22   |
| <i>Eusideroxylon zwageri</i>     | 2,82   | 3,59   | 1,00   | 7,41    |
| <i>Cotylelobium melanoxyllum</i> | 3,43   | 1,59   | 1,77   | 6,80    |
| <i>Urophyllum sp.</i>            | 2,62   | 2,39   | 0,50   | 5,51    |
| <i>Aporosa lucida</i>            | 2,02   | 2,79   | 0,30   | 5,11    |
| <i>Polyalthia rumphii</i>        | 2,02   | 1,99   | 0,90   | 4,90    |



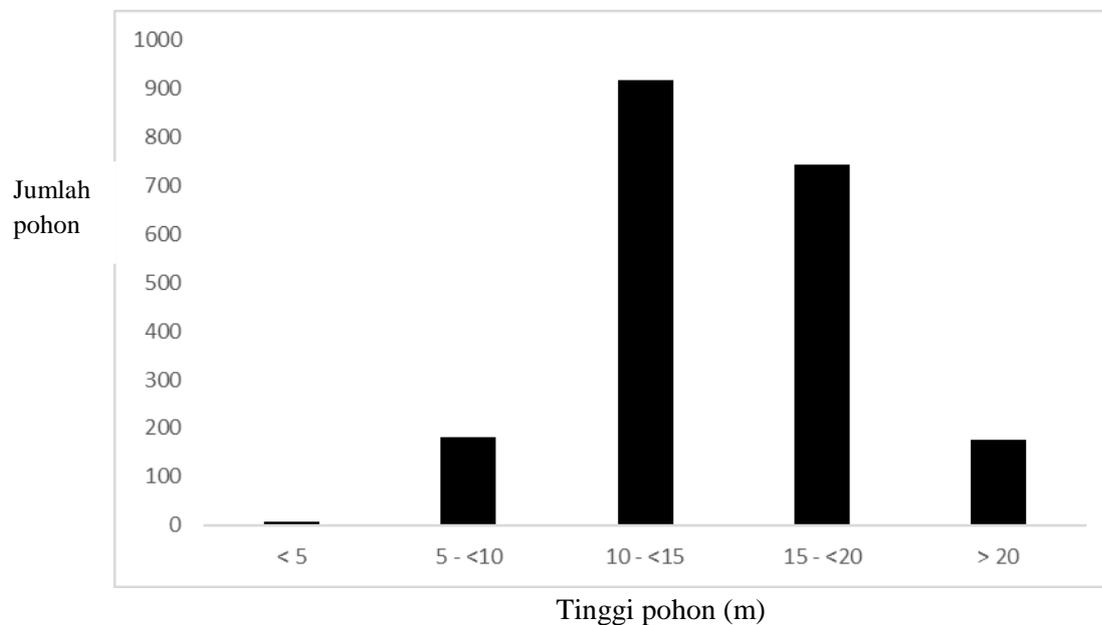
Gambar 3. Sepuluh Famili Pohon Dengan Jumlah Spesies Terbanyak.

Tabel 3. Sepuluh Jenis Utama Pada Tingkat Pohon Berdasarkan INP

| Jenis                            | KR (%) | FR (%) | DR (%) | INP (%) |
|----------------------------------|--------|--------|--------|---------|
| <i>Macaranga gigantean</i>       | 11,58  | 2,20   | 35,11  | 48,88   |
| <i>Vernonia arborea</i>          | 10,71  | 2,20   | 32,38  | 45,29   |
| <i>Litsea firma</i>              | 8,02   | 1,98   | 13,16  | 23,15   |
| <i>Cananga odorata</i>           | 3,99   | 1,65   | 4,22   | 9,85    |
| <i>Geunsia pentandra</i>         | 3,02   | 2,09   | 2,11   | 7,22    |
| <i>Borassodendron borneensis</i> | 2,31   | 1,54   | 2,31   | 6,15    |
| <i>Pentace laxiflora</i>         | 2,26   | 1,43   | 1,08   | 4,76    |
| <i>Cratoxylum sumatranum</i>     | 1,68   | 1,98   | 0,44   | 4,10    |
| <i>Syzygium sp.</i>              | 1,44   | 1,21   | 0,92   | 3,57    |
| <i>Macaranga hypoleuca</i>       | 1,59   | 1,43   | 0,48   | 3,49    |



Gambar 4. Sebaran Kelas Diameter Di Lokasi Penelitian.



Gambar 5. Sebaran Tinggi Pohon Di Lokasi Penelitian

Gangguan hutan seperti kebakaran atau *illegal logging* yang diperkirakan pernah terjadi di lokasi penelitian memungkinkan terbentuknya celah sehingga menyebabkan sinar matahari masuk ke lantai hutan. Didukung oleh struktur kulit biji yang tipis, masuknya sinar matahari tersebut akan merangsang dan mempercepat perkecambahan biji *Macaranga gigantea* yang semula terhalang kanopi pohon (Tiansawat *et al.*, 2014).

Menurunnya jumlah pohon seiring dengan bertambahnya diameter menunjukkan

bahwa pohon-pohon di lokasi penelitian memiliki pola regenerasi yang baik. Melimpahnya pohon-pohon berdiameter  $\geq 10$  cm juga menandakan bahwa lokasi penelitian cukup sesuai untuk habitat orangutan termasuk orangutan rehabilitan (Sidiyasa, 2012). Dikaitkan dengan berat tubuh dan kemudahan *climbing*, aktivitas arboreal bagi orangutan kanak-kanak atau remaja diduga akan lebih banyak dilakukan pada pohon-pohon dengan diameter sedang ( $\geq 10-20$  cm). Sebaliknya, orangutan dewasa akan lebih banyak

menghabiskan aktivitas arboreal pada pohon berdiameter >20 cm (Manduell *et al.*, 2012).

Bagi orangutan, tinggi pohon memiliki peran penting untuk mendukung pergerakan arboreal (Manduell *et al.*, 2012; Descovich *et al.*, 2011). Keterampilan ini sangat diperlukan untuk menghindari predator ataupun menemukan pakan (Descovich *et al.*, 2011; Riedler *et al.* 2010). Menurut penelitian Descovich *et al.* (2011), orangutan rehabilitan lebih banyak menghabiskan waktu untuk beraktivitas pada ketinggian  $\geq 5$  m. Sedangkan di area reintroduksi di Sumatera, orangutan terlihat sering beraktivitas pada ketinggian >10 m (Riedler *et al.*, 2010). Melihat sebaran tinggi pohon di lokasi penelitian yang didominasi oleh pohon 10-15 m, areal tersebut cukup sesuai sebagai area konservasi eksitu dan penelitian orangutan rehabilitan.

Keberadaan jenis-jenis pohon berpotensi pakan yang cukup beragam mengindikasikan bahwa area yang terletak di Km. 7 mampu berperan sebagai habitat orangutan rehabilitan. Jenis-jenis spesies hutan yang dikonsumsi oleh orangutan rehabilitan umumnya lebih sedikit dibandingkan orangutan liar. Descovich *et al.* (2011) menemukan bahwa di pusat rehabilitasi OCQC (*Orangutan Foundation International's Orangutan Care and Quarantine Centre*) di Kalimantan Tengah terdapat 72 jenis spesies hutan yang dikonsumsi orangutan termasuk invertebrata. Sebaliknya, lebih dari 300 jenis pakan dikonsumsi oleh orangutan liar yang hidup di Taman Nasional Tanjung Puting, Kalimantan Tengah. Perbedaan tersebut juga diperkuat oleh Kuncoro *et al.* (2008) dan Russon (2002) yang menyatakan bahwa jumlah spesies hutan yang dikonsumsi orangutan akan bertambah apabila orangutan telah reintroduksi. Hal ini disebabkan karena pada saat direintroduksi frekuensi terjadinya *trial and error* dalam penemuan pakan akan lebih tinggi dibandingkan saat tinggal di pusat rehabilitasi.

Orangutan mengkonsumsi hampir semua bagian tumbuhan, tetapi buah merupakan bagian tumbuhan yang paling sering dimakan. Hal ini disebabkan karena buah memiliki kandungan gizi yang tinggi yang mampu memberikan energi

yang lebih banyak dibandingkan bagian tumbuhan yang lain (Vogel *et al.*, 2016). Menurut Vogel *et al.* (2012) kandungan protein dalam buah adalah yang tertinggi dibanding dengan bagian tumbuhan lain seperti daun dan bunga. Protein yang tinggi sangat diperlukan bagi frugivora seperti orangutan untuk mendukung aktivitas sehari-hari, reproduksi, dan pertumbuhan.

## KESIMPULAN

Kawasan KHDTK Samboja yang akan dijadikan area konservasi dan penelitian orangutan Kalimantan dicirikan dengan melimpahnya jenis *Stachypryrium borneense* pada tingkat semai, *Fordia splendidissima* pada tingkat pancang, dan *Macaranga gigantea* pada tingkat pohon. Kondisi vegetasi KHDTK Samboja dapat mendukung kegiatan konservasi dan penelitian, serta aktivitas belajar orangutan Kalimantan, khususnya rehabilitan, karena memiliki struktur vegetasi, khususnya tinggi dan diameter pohon, yang sesuai dan potensi pakan yang cukup melimpah.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada rekan-rekan baik dari Balitek KSDA dan Yayasan Jejak Pulang yang membantu pengumpulan data di lapangan. Tidak lupa penulis juga mengucapkan terima kasih kepada peneliti Balitek KSDA atas kontribusinya dalam memberikan saran perbaikan.

## DAFTAR PUSTAKA

Arbainsyah, de Iongh, H. H., Kustiawan, W., and de Snoo, G. R. 2014. Structure, composition and diversity of plant communities in FSC-certified, selectively logged forests of different ages compared to primary rain forest. *Biodiversity Conservation*, 23, 2445-2472. doi: 10.1007/s10531-014-0732-4.

- Arini, D. I. D., dan Wahyuni, N. I. (2016). Kelimpahan tumbuhan pakan anoa (*Bubalus sp.*) di Taman Nasional Bogani Nani Wartabone. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*, 5 (1), 91 - 102.
- Atmoko, T. 2007. Rintis Wartono Kadri "Pusat Keanekaragaman Hayati di KHDTK Samboja". *Wana Tropika*, 2 (4).
- Descovich, K. A., Galdikas, B. M., Tribe, A., Lisle, A., & Philips C. J. 2011. Fostering appropriate behaviour in rehabilitant orangutans (*Pongo pygmaeus*). *International Journal of Primatology*, 32, 616-633. doi: 10.1007/s10764-011-9491-1.
- Ferisa, A. 2014. *Pemanfaatan ruang oleh orangutan Pongo pygmaeus morio (Owen, 1837) di Stasiun Penelitian Mentoko dan Prefab Taman Nasional Kutai Kalimantan Timur*. Tesis (tidak dipublikasikan). Sekolah Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor.
- Fredriksson, G. 2005. Human-sun bear conflicts in East Kalimantan, Indonesia Borneo. *Ursus*, 16 (1), 130-137.
- Fredriksson, G. M., Danielsen, L. S., & Swenson, J. E. 2006. Impacts of El Nino related drought and forest fires on sun bear fruit resources in lowland dipterocarp forest of East Borneo. *Biodiversity and Conservation*, 15 (4), 1271-1301.
- Gaveau, D.L.A., Wich, S., Epting, J., Juhn, D., Kanninen, M., & Williams, N.L. 2009. The future of forests and orangutans (*Pongo abelii*) in Sumatra: predicting impacts of oil palm plantations, road construction, and mechanisms for reducing carbon emissions from deforestation. *Environmental Research Letter*, 4, 1-12. doi: 10.1088/1748-9326/4/3/034013.
- Hidayat, S. 2013. Kondisi vegetasi di kawasan hutan kebun raya Balikpapan. *Berita Biologi*, 12 (3), 345-357.
- Kelle, D., Gärtner, S., Pratje, P. H., and Storch, I. 2014. Reintroduced Sumatran orangutans (*Pongo abelii*): using major food tree species as indicators of habitat suitability. *Folia Primatology*, 85, 90-108. doi: 10.1159/000357498.
- Keßler, P.J.A., & Sidiyasa, K. 1999. *Pohon-pohon Hutan Kalimantan Timur: Pedoman Mengenal 280 Jenis Pohon Pilihan di Daerah Balikpapan-Samarinda*. Indonesia: MOFEC-Tropenbos-Kalimantan Project.
- Kuncoro, P., Sudaryanto, & Yuni, L.P.E.K. 2008. Perilaku dan jenis pakan orangutan Kalimantan (*Pongo pygmaeus* Linnaeus, 1760) di Kalimantan. *Jurnal Biologi*, XI (2), 64-69.
- Ma'ruf, A., & Susilo, A. 2016. Inventarisasi pohon buah potensial pakan orangutan di sekitar Pusat Rehabilitasi Orangutan Samboja. In: Yassir, I., & Atmoko, T. (eds). *Prosiding Seminar Hasil-hasil Penelitian Balitek KSDA "Pengelolaan Satwaliar sebagai Upaya Pelestarian Sumber Daya Alam*, Balikpapan, 3 November 2015. Balikpapan: Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Konservasi Sumber Daya Alam. pp. 93-101.
- Manduell, K. L., Harrison, M. E., & Thorpe, S. K. S. 2012. Forest structure and support availability influence orangutan locomotion in Sumatra and Borneo. *American Journal of Primatology*, 74, 1128-1142.
- Meijaard, E., Buchori, D., Hadiprakarsa, Y., Atmoko, S.S.U., Nurcahyo, A., Tjiu, A., Mengersen, K. 2011. Quantifying killing of orangutans and human-orangutan conflict in Kalimantan, Indonesia. *Plos One* 6 (11), 1-10.
- Nantha, H.S., & Tisdell, C. 2009. The orangutan-oil palm conflict: economic constraints and opportunities for conservation. *Biodiversity Conservation*, 18, 487-502. doi: 10.1007/s10531-008-9512-3.
- Odum, E. P. (1993). *Dasar-dasar Ekologi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Rainer, H., White, A., & Lanjouw A. 2014. *Negara Kera: Industri Ekstraktif dan Konservasi Kera*. Cambridge University Press.
- Riedler, B., Millesi, E., & Pratje, P.H. 2010. Adaptation to forest life during the reintroduction process of immature *Pongo abelii*. *International Journal of Primatology*, 31, 647-663. Doi: 10.1007/s10764-010-9418-2.
- Rijksen, H.D., & Meijaard, E. 1999. *Our Vanishing Relative: The Status of Wild Orangutans at the Close of the Twentieth Century*. Dordrecht: Kluwer Academic Publisher.
- Russon, A.E. 2009. Orangutan rehabilitation and reintroduction: successes, failures, and role

- in conservation. In S. A. Wich, S. S. U. Atmoko, T. M. Setia, & C. P. van Schaik (Eds), *Orangutans Geographic Variation in Ecology and Conservation* (pp. 327-350). Oxford: Oxford University Press.
- Russon, A.E. 2002. Return of the native: cognition and site-specific expertise in orangutan rehabilitation. *International Journal of Primatology*, 23 (3), 461-478.
- Sidiyasa, K. 2012. Karakteristik hutan rawa gambut di Tuanan dan Katunjung, Kalimantan Tengah. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, 9 (2), 125-137.
- Smith, G.C., Smith, M.C., Singleton, I., & Linkie, M. 2011. Raiders of the lost bark: orangutan foraging strategies in a degraded landscape. *Plos One*, 6 (6), 1-8.
- Slik, J. W. F., Keßler, P. J. A., & van Welzen, P. C. 2003. *Macaranga* and *Mallotus* species (Euphorbiaceae) as indicators for disturbance in the mixed lowland dipterocarp forest of East Kalimantan (Indonesia). *Ecological Indicators*, 2, 311-324.
- The IUCN Red List of Threatened Species. 2017. *Pongo pygmaeus*. Diunduh dari: <http://www.iucnredlist.org/details/17975/0>.
- Tiansawat, P., Davis, A.S., Berhow, M. A., Zalamea P.C., & Dalling, J. W. 2014. Investment in Seed Physical Defence is Associated with Species' Light Requirement for Regeneration and Seed Persistence: Evidence from *Macaranga* species in Borneo. *Plos One*, 9 (6), 1-9.
- Vogel, E. R., Alavi, S.E., Atmoko, S.S.U., van Noordwijk. M. A., Bransford, T.D., Erb, W.M....Rothman, J.M. 2016. Nutritional ecology of wild Bornean orangutans (*Pongo pygmaeus wurmbii*) in a peat swamp habitat: Effects of age, sex, and season. *American Journal of Primatology*, 9999, 1-20. doi: 10.1002/ajp.22618.
- Vogel, E.R., Knott, C.D., Crowley, B.E., Blakely, M.D., Larsen, M.D., & Dominy, N.J. 2012. Bornean orangutans on the brink of protein bankruptcy. *Biology Letters*, 8, 333-336. doi: 10.1098/rsbl.2011.104.

## Perilaku Anakan Burung Kuntul Kerbau (*Bubulcus ibis* L.) di Tanjung Rejo, Deliserdang Sumatera Utara

Erni Jumilawaty, Mariati

Departemen Biologi, FMIPA Universitas Sumatera Utara  
Jln Bioteknologi No.1 Padang Bulan Medan  
Email: [erni\\_jumilawaty@yahoo.com](mailto:erni_jumilawaty@yahoo.com)  
Telp: 081361739320

### ABSTRAK

Tanjung Rejo merupakan salah satu wilayah berbiak (*Breeding site*) dari burung air. Setiap tahunnya ada 6 jenis burung air yang memanfaatkan wilayah ini untuk berbiak. *Bubulcus ibis* merupakan salah satu burung yang memanfaatkan lokasi ini untuk berbiak dan merawat anaknya sampai lepas sarang. Anak merupakan penerus bagi keberlangsungan hidup dari burung kuntul kerbau. Perilaku anakan menjadi penentu keberhasilan untuk mempertahankan hidup dan keberadaannya dimasa yang akan datang. Pengamatan perilaku anakan burung kuntul kerbau ini bertujuan untuk mengetahui proses survival anakan dalam menghadapi pengaruh lingkungan. Pengamatan perilaku anakan dilakukan dengan menggunakan metode focal sampling dan scan sampling. Pengamatan dilakukan mulai dari peletakan telur oleh induk sampai anakan dapat terbang dan meninggalkan sarang dengan interval waktu 2 hari. Berdasarkan hasil pengamatan diketahui bahwa Anakan yang berumur 0 sampai 6 hari lebih banyak istirahat karena belum mampu bergerak. Setelah umur 7 hari sampai 35 hari perilaku anakan tidak berbeda dengan perilaku induknya dimana perilaku yang paling dominan dilakukan adalah perawatan diri (56%) diikuti perilaku istirahat (18 %) dan yang paling sedikit dilakukan adalah perilaku sosial (9%). Ada tiga cara anakan kuntul kerbau memperoleh makanan dari induknya yaitu: dengan cara memuntahkan makanan kesarang, memberikan makanan dari paruh induk ke paruh anakan dan anakan merebut makanan dari paruh induknya. Dapat disimpulkan bahwa tidak ada perilaku yang berbeda pada anakanan *B. ibis* dengan induknya.

**Kata kunci:** *Bubulcus ibis*, Tanjung Rejo, anakan burung, perilaku makan

### ABSTRACT

*Tanjung Rejo is one of the breeding sites of waterbirds. There are 6 species of waterbirds that use this area for breeding every year. Bubulcus ibis is one of the waterbirds that use of this location to breeding and caring for their children until fledgling. The child is the successor to the survival of cattle egret. children behavior becomes the determinant of the success to survival and its existence in the future. The observation of the behavior of cattle egret aims to determine the process of survival of child in the facing of environmental influences. The observation of child behavior was done by using focal sampling method and scan sampling. Observations were made begin from the laying of the firts eggs by the mother until the child could fly and leave the nest with a two day interval. The observation results was known that the child of cattle egret aged 0 to 6 days to do more rest activity because the child not able to move. The behavior of child was not different from the parent's behavior after the age of 7 days to 35 days where the dominant behavior was self-care (56%) , rest behavior (18 %) and social behavior (9 %). There are three style of child of cattle egret to obtain food from the parent that is: eating of regurgitate in the nest, a taking of a regurgitate from parent beaks, a grabbing of food directly of the parents beaks. The concluded that there is no different behavior in children Bubulcus ibis with their parent.*

**Keywords:** *Bubulcus ibis*, Tanjung Rejo, child of cattle egret, feeding behavior

## PENDAHULUAN

Tanjung Rejo merupakan salah satu lokasi yang digunakan untuk tempat berbiak enam jenis burung air (*Ardea*, *Egretta* (3 spesies), *Phalacrocorax*, *Nycticorax*, dan *Bubulcus ibis*) dan kurang lebih 2500 pasang. Setiap tahunnya lokasi ini dipilih oleh burung-burung air menetap sebagai lokasi berbiak. Pemilihan ini diduga karena lokasi ini sangat tersembunyi dan terlindung dari gangguan predator dan manusia. Banyaknya spesies burung air yang menggunakan lokasi ini sebagai tempat berbiak menjadi daya tarik sendiri. Terutama pemanfaatan pohon mangrove yang akan digunakan dan dipilih oleh kurang lebih 2500 pasang burung air dari enam spesies (Jumilawaty dan Aththorick, 2016).

Selain masalah sumberdaya yang dikhawatirkan terbatas Tanjung Rejo juga menghadapi tekanan fragmentasi dan degradasi habitat berupa modifikasi mangrove menjadi tambak dan kolam ikan. Keadaan ini dikhawatirkan akan mempengaruhi kemampuan adaptasi dari spesies yang mempergunakan lokasi ini sebagai tempat berbiak. Permasalahan tersebut akan mempengaruhi perilaku dari burung-burung yang mempergunakan lokasi ini sebagai tempat berbiak (*breeding site*).

Perilaku merupakan tindakan atau aksi yang mempengaruhi hubungan antara organisme dengan lingkungan sekitarnya. Perilaku dapat terjadi sebagai akibat suatu rangsangan dari luar (Suhara, 2010). Perilaku harian organisme merupakan faktor yang berasal dari hewan itu sendiri. Setiap hewan memiliki karakter perilaku harian yang berbeda sesuai anatomi dan morfologi tubuh yang dimilikinya (Jumilawaty, 2006).

Setiap individu berkepentingan untuk menjamin kelangsungan hidupnya. Untuk keberlangsungan hidupnya maka setiap burung memiliki perilaku berbiak yang terdiri dari teritori, *courtship* (percumbuan), pemilihan pasangan, kopulasi, pembuatan sarang, peletakan telur dan pengeraman (inkubasi), perlindungan

dan perawatan anak (*parental care*) serta pemberian makan anak.

Anak merupakan penerus bagi keberlangsungan hidup dari burung kuntul kerbau. Perilaku anakan menjadi penentu keberhasilan untuk mempertahankan hidup dan keberadaannya dimasa yang akan datang. Keberhasilan anakan hidup sangat dipengaruhi oleh kemampuan perlindungan dan perawatan anak oleh induk selain faktor lingkungan disekitar lokasi berbiak. Mengingat pentingnya kehidupan anakan bagi keberlanjutan hidup burung *Bubulcus ibis* maka perlu dilakukan penelitian untuk melihat kemampuan hidup dari anakan burung *B. ibis* menghadapi keadaan lingkungan.

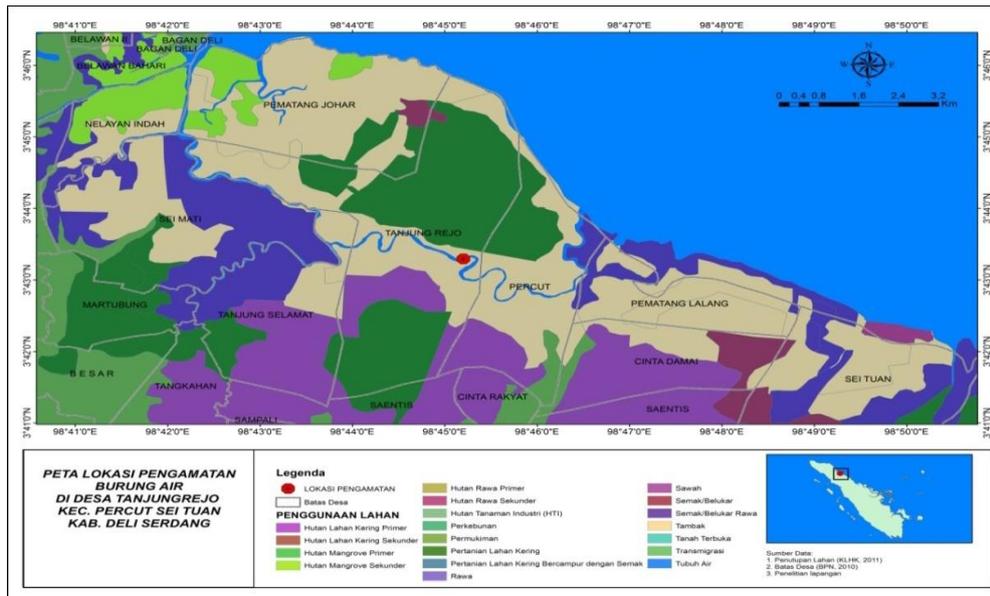
## BAHAN DAN METODE

### Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di kawasan berbiak burung air di desa Tanjung Rejo, Deliserdang Sumatera Utara pada Titik Koordinat 03°43'17.7" LU; 098°45'126.02" BT (Gambar 1).

### Pengamatan Perilaku Harian

Pengambilan data perilaku harian meliputi: perilaku individu, makan, istirahat, kompetisi, belajar terbang (*flying*) sampai meninggalkan sarang. Data diambil mulai penetasan telur sampai anakan mampu meninggalkan sarang kurang lebih dua bulan yang dilakukan pada bulan Mei sampai Agustus 2017. Pengamatan perilaku harian anakan burung Kuntul Kerbau (*Bubulcus ibis*) dilakukan pada waktu pagi sampai sore hari (07.00-18.00 WIB) dengan menggunakan metode *Focal Animal Sampling* dan *Scan Sampling*. *Focal Animal Sampling* merupakan metode yang dilakukan untuk mengambil data (*sample*) yang berkonsentrasi hanya pada satu jenis hewan dengan mencatat semua kegiatan dan interaksi selama periode waktu yang telah ditentukan (Altmann, 1974). *Scan Sampling* merupakan pengamatan perilaku secara menyeluruh terhadap semua individu dalam satu sarang dan mencatat semua perilaku (Altmann, 1974). Semua perilaku harian anakan burung Kuntul Kerbau (*Bubulcus ibis*) direkam dengan menggunakan kamera *digital* disekitar sarang.



Gambar 1. Lokasi Penelitian di Desa Tanjung Rejo, Kecamatan Percut Sei Tuan Kabupaten Deli Serdang

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan perilaku anakan burung Kuntul Kerbau yang diikuti mulai dari penetasan telur sampai anakan meninggalkan sarang (*fledging*) sebagai berikut:

### 1. Penetasan Telur

Penetasan telur *B. ibis* diawali dengan adanya lubang kecil yang dibuat oleh anakan dari dalam dinding telur hal ini membutuhkan waktu satu malam untuk lubang bertambah besar selanjutnya dalam waktu 2 menit anakan akan mematak telur dari dalam secara merata sampai terbentuk retakan pada telur proses ini terjadi  $\pm 10$  menit (kira-kira pada sepertiga panjang telur dari kutub animal), selanjutnya anakan akan mendorong-dorong cangkang telur selama  $\pm 5$  menit, namun ada juga terlihat anakan diam tidak melakukan dorongan kemungkinan karena kekurangan tenaga, dan terakhir anakan keluar dari cangkang secara perlahan-lahan dalam 3 menit dengan bagian kepala terlebih dahulu (Gambar 2).

Waktu yang dibutuhkan anakan pada saat penetasan 20 menit (mulai terbentuk lubang besar sampai keluar dari cangkang). Setelah terbentuk lubang besar anakan harus segera mematak dinding telur dari dalam (dibutuhkan waktu 2 menit) karena dikhawatirkan bila terlalu lama lubang dibiarkan maka akan mengundang semut-semut untuk datang dan hal ini akan membahayakan anakan yang akan menetas. Hal ini sesuai dengan pernyataan Rukmi (2002) terkadang terjadi kegagalan penetasan telur meskipun telah terbentuk lubang, yang menyebabkan kematian pada anak yang tidak berhasil keluar dari cangkang telur karena semut-semut yang berada disekitarnya akan menyerang anakan.

Anakan kuntul kerbau bersifat semi altricial yaitu pada saat menetas tubuh anakan sudah tertutupi oleh bulu natal (bulu *down*) yang jarang dan tipis, mata sudah terbuka, belum dapat meninggalkan sarang sehingga masih diberi makan oleh induk (Gambar 2C).



Gambar 2 A. Retakan Disekitar Telur Burung Kuntul Kerbau,  
B. Anakan Keluar Setengah Bagian,  
C. Anakan Kuntul Kerbau Yang Baru Menetas

## 2. Ciri-Ciri dan Perilaku Anakan Kuntul Kerbau Berdasarkan Usia

Anakan umur 0 hari sampai 3 minggu masih membutuhkan perawatan, perlindungan dan penjagaan dari induknya baik induk betina maupun induk jantan. Induk merawat anaknya dengan cara menjaga anakan dan memberi makanan. Anakan yang baru menetas umur 0 sampai 2 hari, keadaannya masih lemah belum dapat berjalan dan matanya lebih banyak menutup dan terbuka sekali-sekali, anakan makan masih diberi oleh induk langsung ke paruh. Perilaku yang banyak dilakukan adalah tidur (istirahat). Anakan umur 2 sampai 4 hari sudah mulai bergerak namun anakan makan dengan cara induk memuntahkan makanan ke dalam sarang kemudian anakan mematuk-matuk makanan yang dimuntahkan induknya.

Anakan 4 sampai 7 hari lebih banyak melakukan perilaku istirahat (berdiri, duduk, tidur), ketiga perilaku istirahat dilakukan anakan secara bergantian dengan jumlah yang relatif sama. Anakan pada usia ini sudah dapat mengambil makanan dari paruh induknya. Anakan pada usia 0 sampai 10 hari masih membutuhkan kehangatan dari induknya dengan cara induk masih duduk disarang seperti mengeram dan merentangkan sayapnya untuk melindungi anakan dari cuaca panas maupun dingin.

Anakan Kuntul kerbau umur 1 minggu, sudah mampu berjalan didalam sarang dan

melakukan aktivitas yang sama seperti induknya, yaitu: menelisik bulu, melakukan peregangan, mengepak sayap dan perawatan tubuh lainnya (Gambar 4).

Anakan Kuntul Kerbau umur 2 minggu sudah berjalan disekitar sarang dan keluar dari sarang berjalan diranting terdekat dengan sarangnya tanpa pengawasan induknya (Gambar 5A). Perilaku anakan juga lebih agresif dan bisa mengejar induknya pada saat tiba disarang membawa makanan selanjutnya mengambil makanan dari paruh induknya. Pada usia ini anakan belum mampu menghadapi predator dan masih membutuhkan perlindungan dan kehangatan dari induk hanya jumlah sedikit induk lebih banyak berada diluar sarang sedangkan anakan saling bermain didalam sarang melakukan perilaku sosial seperti saling menelisik bulu.

Anakan Kuntul Kerbau umur 3 minggu sudah berjalan-jalan di bawah sarang dengan cara keluar dari sarang dengan melompat dari satu ranting ke ranting yang lain serta sudah mulai belajar terbang. Anakan sudah tambah agresif dan makan dengan cara merebut makanan dari paruh induknya terutama pada anakan yang lebih tua sehingga induk harus kembali terbang mencari makan kembali untuk anak kedua dan ketiga (Gambar 5 B dan C).



Gambar 3. Perilaku Istirahat Anakan Umur 4 Sampai 7 Hari Yaitu: A. Berdiri Tegak, B. Duduk, C. Tidur.



Gambar 4A. Berjalan Didalam Sarang, B. Menelisik Bulu, C. Peregangan, D. Mengepak- Ngepak Sayap.



Gambar 5A. Anak Berjalan Di Sekitar Sarang, B. Anak Berjalan Di Bawah Sarang, C. Anak Makan Dengan Merebut Langsung Dari Paruh Induk.



Gambar 6. A. Anak Terbang Mengikuti Induk, B. Anak Mampu Terbang Sendiri

Anakan umur 4 minggu sudah mulai belajar terbang. Cara belajar terbang anak kuntul kerbau dengan cara mengikuti induknya walaupun masih terbang pendek disekitar sarang, kemana induknya pergi anakan selalu mengikutinya tetapi tidak jauh dari sarang karena masih dalam tahap belajar (Gambar 6A). Anak umur 4 minggu telah diajari induknya untuk mencari makan disekitar sarang. Makanannya adalah hewan-hewan berukuran kecil berupa serangga, katak, udang, tikus, dan lain sebagainya. Pada usia ini induk sudah lebih banyak berada diluar sarang.

Anakan umur 4 minggu sudah dapat melakukan perilaku sosial seperti penyerangan, agonistik dan teritori terhadap penyusup atau sesama anakan dalam satu sarang. Perilaku Penyerangan sering terjadi antar anakan dalam satu sarang, perilaku penyerangan terjadi pada saat makan, karena anakan saling merebut makanan dari induk sehingga terlihat anakan menyerang anakan yang lain dengan cara mematuk-matuk kepala anakan. Menurut Haliman (1985) beberapa jenis burung akan melakukan penyerangan, hal ini terjadi karena perebutan kebutuhan yang sama, baik dalam hal sumberdaya makan, maupun areal untuk mencari makan, dan habitat.

Selama musim berbiak, burung-burung akan memiliki daerah kekuasaan yang akan dipertahankan. Semua pengganggu yang datang akan dihalau kecuali pasangan dan anaknya. Bagi burung-burung yang bersarang dalam satu koloni, daerah teritori tak lebih dari jangkauan paruh ketika duduk dalam sarangnya (Pettingill, 1969).

Anakan Kuntul Kerbau umur 5 minggu sudah mampu terbang sendiri tanpa mengikuti induknya atau dikenal dengan istilah lepas sarang (fledgling) (Gambar 6B). Pada usia ini induk sudah meninggalkan sarang dan anakan sudah bisa mencari makanannya sendiri. Anak yang sudah bisa terbang tidak lagi tinggal disarang. Setelah ketiga anakan bisa terbang sarang dibiarkan dan ditinggal, sehingga ada kemungkinan dipergunakan oleh burung kuntul kerbau lainnya karena kondisi sarang masih baik

dan hangat. Hal ini sesuai dengan Jumilawaty (2002) sarang yang ditinggalkan oleh anakan yang sudah terbang akan tahan lebih lama dibandingkan sarang yang kosong karena telurnya hilang atau anakan mati muda sehingga sempat digunakan oleh burung lain yang bersarang berikutnya. Hal ini disebabkan karena kotoran yang dihasilkan anakan yang sudah mengering akan memperkuat konstruksi sarang.

### **3. Prosentase Perilaku Anakan Burung Kuntul**

Hasil pengamatan menunjukkan tidak ada perbedaan perilaku yang dilakukan anakan dengan induknya. Perbedaan yang teramati adalah teknik makan dan lokasi mencari makan, karena anakan belum mampu mencari makan sendiri sehingga hanya ada tiga cara makan anakan sedangkan pada induknya ada 18 teknik mencari makan yang teramati serta lokasi mencari makan hanya disekitar sarang sedangkan pada induk ada beberapa lokasi seperti sawah, ladang, kebun, mangrove, pantai dan kolam yang dangkal.

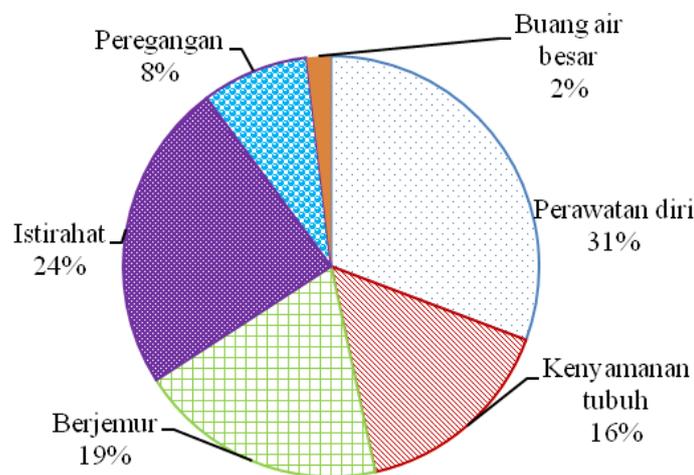
Jenis-jenis perilaku yang dilakukan anakan burung kuntul kerbau selama pengamatan meliputi: perilaku individu, perilaku perawatan diri, perilaku istirahat, perilaku makan, perilaku social, dan buang air besar. Perilaku individu yang paling banyak dilakukan oleh anakan kuntul kerbau adalah perawatan diri 31 % dan yang paling sedikit adalah buang air besar 2 % (Gambar 7). Hal ini sesuai dengan yang dinyatakan oleh Petinggil (1969), bahwa burung kuntul dalam kehidupannya sehari-hari lebih banyak melakukan perilaku individu, seperti perawatan diri, kenyamanan tubuh, istirahat dan berjemur. Perawatan diri sangat berhubungan dengan kebersihan badan dan bulu anakan sehingga merasa nyaman, selain itu fungsi sebagai alat gerak, isolator juga sangat tergantung pada kebersihan, kerapian, dan perawatan.

Menurut Takandjadji dan Mite (2008), membersihkan badan (*preening*) merupakan perilaku dalam merawat tubuh agar bulu tetap sehat, segar dan mengkilat. Bulu merupakan

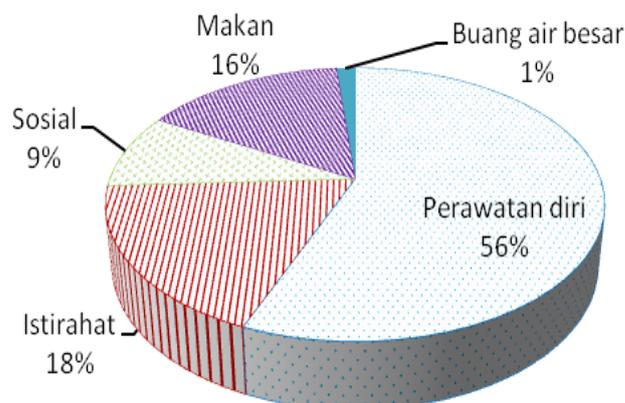
bagian utama yang perlu dibersihkan karena berperan penting bagi kehidupan burung, yakni sebagai isolator panas, terbang mencari makan, sebagai penghangat pada saat mengerami telur dan mengasuh anak. Menurut Rekapermana *et al.* (2006), memelihara tubuh seperti menelisis dan menggaruk dilakukan burung untuk merapikan bulu dan mengeluarkan benda-benda asing yang menempel pada tubuh.

Secara umum keseluruhan perilaku individu maupun kelompok yang dilakukan anakan burung kuntul kerbau didominasi oleh perawatan diri 56% dan terendah adalah buang air besar 1% (Gambar 8). Perilaku perawatan diri

seperti berjemur, menelisis, perenggan sayap dan merentang sayap berguna untuk menjaga kehangatan tubuh anakan dan keindahan bulu yang terkena sinar matahari serta untuk memperbaiki otot yang kaku. Menurut Maryanti (2007), perilaku berjemur adalah rangkaian aktivitas yang dilakukan untuk menghangatkan tubuh yang dilakukan di bawah pancaran matahari. Selanjutnya Takansjandji dan Mite (2008) mengatakan gerakan merentangkan sayap dilakukan untuk melemaskan otot-otot yang tegang, menghasilkan kondisi tubuh yang sehat, segar, dan tidak mudah terkena penyakit.



Gambar 7. Prosentase Perilaku Individu Anakan Burung Kuntul



Gambar 8. Prosentase Perilaku Anakan Burung Kuntul

Ditemukan ada 3 cara anakan mengkonsumsi makanan dari induknya 1) Anakan memakan muntahan induk di sarang, 2) Anakan memakan muntahan langsung dari paruh induk, 3) Anakan merebut makanan langsung dari paruh induk. Berdasarkan Gambar 8 makan merupakan perilaku ketiga terbesar yang hal ini untuk menjamin kelangsungan hidup dan daya survival anakan. Makan merupakan sumber energi yang akan mendukung metabolisme tubuh dan fungsi lainnya.

Perilaku makan merupakan rangkaian aktivitas yang dilakukan oleh individu untuk mendapatkan energi dengan cara memasukkan makanan ke dalam paruh dan ditelan (Maryanti, 2007). Selanjutnya Lambey (2015), aktivitas makan dilakukan dalam upaya untuk memenuhi kebutuhan hidupnya. Makanan berfungsi sebagai sumber energi untuk melakukan aktivitas dan proses produksi lainnya.

Tingginya perilaku istirahat yang dilakukan anakan karena pada usia 0 – 7 hari anakan hanya terngatung pada induknya sehingga lebih banyak melakukan aktivitas istirahat, selain itu setiap lelah melakukan aktivitas lainnya seperti berjalan, makan, dan terbang, anakan akan melakukan istirahat.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan dan penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Tidak ada perilaku yang berbeda pada anakanan *Bubulcus ibis* dengan induknya
2. Perilaku istirahat yang paling banyak dilakukan oleh anakan umur 0-6 hari sedangkan perilaku perawatan diri banyak dilakukan anakan umur > 7 hari

## DAFTAR PUSTAKA

Altman, J. (1974). *Observational Study of Behavior: Sampling Methods*. Chicago: Alice Laboratory of Animal Behaviour University of Chicago.

- Jumilawaty, E dan T.A. Aththorick. 2016. Perkembangbiakan Burung Kuntul (*Egretta Spp*) Di Tanjung Rejo, Deliserdang Sumatera Utara. *Proceeding Seminar Nasional Biodiversitas VI*, Departemen Biologi Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Airlangga, Surabaya.
- Jumilawaty, E. 2002. Morfometri dan kompetisi Intrespesifik Antara Pecuk Hitam (*Phalacrocorax sulcirostris*) dan Pecuk Kecil (*Phalacrocorax niger*) di Koloni Utara dan Barat Suaka Margasatwa Pulau Rambut. Institut Pertanian Bogor; Bogor. [Tesis].
- Lambey, L. J. 2015. Kajian Tingkah Laku Menetas dan Tingkah Laku diPenangkaran Burung Weris (*Gallirallus Philippensis*) di Minahasa, Sulawesi Utara. Bogor.
- Maryanti. 2007. Ekologi Perilaku Merak Hijau (*Pavo Muticus Linnaeus, 1766*) Di Taman Nasional Alas Purwo Dan Taman Nasional BaLuran, Jawa Timur. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Pettingill, O. S. Jr. 1969. *Ornithology in Laboratory and Field*. Burgess Publishing Company. Minneapolis.
- Rekapermana M, Thohari A, Masy'ud B. 2006. Pendugaan jenis kelamin menggunakan ciri-ciri morfologi dan perilaku harian pada gelatik jawa di penangkaran. *Media Konservasi*. 9(3):89-97.
- Rukmi, D.S. 2002. Perilaku Dan Kompetisi Interspesifik Kuntul Besar (*Egretta alba Linnaeus 1766*) Dan Cangak Merah (*Ardea Purpurea Linnaeus 1766*) Di Suaka Margasatwa Pulau Rambut Jakarta. Bogor, Institut Pertanian Bogor.
- Rukmi, D.S. 2002. Perilaku Dan Kompetisi Interspesifik Kuntul Besar (*Egretta alba Linnaeus 1766*) Dan Cangak Merah (*Ardea Purpurea Linnaeus 1766*) Di Suaka Margasatwa Pulau Rambut Jakarta. Bogor, Institut Pertanian Bogor.
- Suhara. 2010. Modul Pembelajaran Ilmu Kelakuan Hewan (Animal Behaviour). Bandung: Jurusan Pendidikan Biologi FPMIPA UPI.
- Takandjandji M dan Mite M. 2008. Perilaku Burung Beo Alor di Penangkaran Oilsonbai, Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Penelitian Kehutanan dan Konservasi Alam*.

## Biodiversitas Ikan Laut di Perairan Pulau Sulawesi, Indonesia

Teguh Peristiwady

Loka Konservasi Biota Laut  
Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia  
Tandurusa, Aertembaga, Bitung 95527, Sulawesi Utara  
ikan\_teguh@yahoo.com

### ABSTRAK

Walaupun perairan Indonesia dan negara-negara Asia Tenggara lainnya dianggap sebagai daerah “hot spots” keanekaragaman hayati di dunia, tetapi data-data keanekaragaman dan taksonomi ikan yang ada masih jauh dari layak bila dibandingkan dengan Great Barrier Reef dan dari daerah lainnya. Studi ini bertujuan untuk mendapatkan data dan informasi berapa jumlah jenis ikan yang sebenarnya berada di perairan Sulawesi dan sekitarnya. Data jenis ikan disini merupakan hasil kompilasi data dari koleksi spesimen yang dikumpulkan LKBL, LIPI, Bitung serta museum-museum terkemuka di dunia yang mengumpulkan dan menyimpan spesimen dari perairan Indonesia, studi-studi sebelumnya, buku petunjuk teknis, data-data yang diambil dengan metoda sensus visual dan data Coremap. Data-data tersebut menunjukkan bahwa lokasi pengambilan spesimen tersebut adalah meliputi hampir seluruh wilayah di perairan Sulawesi. Dari total 13.387 data spesimen yang dikumpulkan, ditemukan 1.613 jenis ikan yang terdiri dari 3 kelas, 33 ordo, 152 famili dan 574 genera dengan sepuluh famili yang dominan adalah: Pomacentridae (15.4%), Labridae (12.9%), Chaetodontidae (7.1%), Acanthuridae (5.3%), Apogonidae (4.6%), Serranidae (4.3%), Scaridae (3.7%), Gobiidae (3.2%), Lutjanidae (2.6%), dan Nemipteridae (2.5%). Museum-museum terkemuka yang mengumpulkan dan menyimpan spesimen dari perairan Sulawesi diantaranya Western Australian Museum (WAM), Australia; National Science Museum Tokyo (NSMT), Jepang; National Museum of Natural History – Smithsonian (NMNH), Washington, Amerika Serikat; dan Bishop Museum (BPBM), Honolulu, Amerika Serikat. Hasil kompilasi ini belum dikatakan sempurna, akan tetapi data ini merupakan data yang signifikan untuk digunakan sebagai dasar pengembangan dan penelitian lanjutan di Indonesia dan khususnya di Sulawesi.

**Kata kunci:** keanekaragaman, ikan, spesies, Sulawesi.

### ABSTRACT

*Biodiversity of the marine fishes from Sulawesi Island, Indonesia. Although the Indonesian and other Southeast Asian countries waters are considered as the hotspots of biodiversity in the world, the data on the existing fish is still far from complete when compared to the Great Barrier Reef and from other regions. The goal of this study is to acquire and information on how many fish species living in the waters of Sulawesi. The data of fish species here is the compilation from the collections of specimens collected by LKBL, LIPI, Bitung and the world's museums, technical manuals, checklist data obtained by visual census and Coremap's data. These data indicate that the location of the specimen collected is covering almost all areas in Sulawesi. Of the total 13,387 specimens collected, 1,613 fish species were found consisting of 3 classes, 33 orders, 152 families and 574 genera with the ten dominant families as: Pomacentridae (15.4%), Labridae (12.9%), Chaetodontidae (7.1%) Acanthuridae (5.3%), Apogonidae (4.6%), Serranidae (4.3%), Scaridae (3.7%), Gobiidae (3.2%), Lutjanidae (2.6%) and Nemipteridae (2.5%). The museums collecting and deposit specimens from Sulawesi waters is the Western Australian Museum (WAM), Australia; National Science Museum Tokyo (NSMT), Japan; National Museum of Natural History - Smithsonian (NMNH), Washington, USA and Bishop Museum (BPBM), Honolulu, United States. The result of this study is not perfect and complete, but this data is a significant data to be used as a basis for further research and development in Sulawesi and particularly in Indonesia.*

**Keywords:** biodiversity, fish, species, Sulawesi.

## PENDAHULUAN

Kepulauan Indonesia secara geografis terletak diantara dua benua besar yaitu benua Asia dan Australia serta diantara dua lautan Lautan Pasifik dan Lautan Hindia yang luas. Karena letaknya di daerah Indo-Pasifik tropis, perairan Indonesia sangat kaya dengan keanekaragaman biota, baik ikan maupun biota-biota lainnya. Perairan Indonesia ditandai dengan berbagai ekosistem yang cocok seperti ekosistem terumbu karang, padang lamun, hutan bakau di daerah pesisir serta ekosistem pelagis dan landas kontinen masih menjadi tumpuan sumber ekonomi masyarakat pesisir di Indonesia. Dengan ekosistem tersebut, ikan laut merupakan salah satu sumber makanan laut utama di daerah ini dan juga merupakan produk ekspor penting terutama sirip tuna, kakap, kerapu sampai sirip hiu serta invertebrate lainnya. Meski kegiatan penangkapan ikan sampai ke industri perikanan modern, aktivitas perikanan di kawasan pesisir Sulawesi masih didominasi oleh perikanan skala kecil terutama terkonsentrasi di wilayah pesisir.

Penelitian taxonomi suatu biota di Indonesia masih sangat terbatas dan dianggap kurang mempunyai nilai walaupun hasil penelitian tersebut sangat penting. Hasil penelitian pada taxonomi ikan sejauh ini masih dirasakan sangat kurang, beberapa hasil penelitian yang telah dilakukan di Indonesia serta negara-negara tetangga sampai saat ini tergolong sudah tua (Maxwell, 1921; Montalban, 1927; Fowler, 1933; Weber & de Beaufort, 1929, 1931, 1936; De Beaufort, 1940; De Beaufort & Chapman, 1951; Herre, 1953; De Beaufort & Briggs, 1962; Munro, 1967; Gloerfelt-Tarp & Kailola, 1984; Allen, 1985; Kailola, 1987-1991; Mohsin & Ambak, 1996; Isa *et al.*, 1998). Beberapa hasil penelitian yang dapat dikatakan baru lebih banyak pada hasil-hasil yang sifatnya lebih spesifik baik habitat maupun lokasi (Kimura & Peristiwady, 2000; Peristiwady, 2000; Matsuura *et al.*, 2000; Matsuura & Peristiwady, 2000a, 2000b; Peristiwady, 2006; Peristiwady, 2009a, 2009b; Peristiwady *et al.*, 2009;

Motomura dan Peristiwady, 2010; Peristiwady *et al.*, 2010a, 2010b).

Hasil kompilasi ini tidak dapat diharapkan sangat lengkap, tetapi dapat digunakan sebagai data dasar dalam usaha-usaha pengelolaan serta evaluasi sumberdaya laut di kawasan pesisir khususnya serta di daerah lain pada umumnya. Dengan demikian, diharapkan hasil awal ini dijadikan baseline baru yang dapat merangsang penelitian masa depan di Sulawesi Utara dan Indonesia bagian timur pada umumnya.

## BAHAN DAN METODE

Data-data yang dikumpulkan ini merupakan hasil kompilasi data dari koleksi specimen yang telah ada di Loka Konservasi Biota Laut, LIPI, Bitung, buku-buku identifikasi (Matsuura *et al.*, 2000; Peristiwady, 2006), laporan hasil penelitian sampai data-data hasil sensus visual beberapa lembaga yang ada di Indonesia (Coremap, <http://coremap.id>; Randall dan Lim (eds.), 2000; Allen dan McKenna (eds.), 2001; McKenna *et al.*, 2002; Allen dan Adrim, 2003; Halford dan Russell, 2001; dan Allen, 2006) dan data-data on-line specimen yang dikumpulkan dan menjadi koleksi museum terkemuka di dunia: Academy of Natural Sciences Philadelphia (<http://www.ansp.org/>); Bernice P. Bishop Museum (<http://www2.bishopmuseum.org>); National Museum of Natural History/Smithsonian (<http://www.nhm.ac.uk/>); California Academy of Sciences (<http://www.calacademy.org>); Field museum (<http://emuweb.fieldmuseum.org>); California Academy of Sciences (<http://www.flmnh.ufl.edu>); University of Washington (<http://www.uwfishcollection.org>); National Science Museum of Tokyo (<https://www.kahaku.go.jp>) sedangkan beberapa museum lainnya data diambil dari the Global Biodiversity Information Facility (<http://data.gbif.org/>). Klasifikasi ikan-ikan didasarkan pada urutan taxonomik ikan Eschmeyer dan Fricke (eds), 2014.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah hampir sepuluh tahun pengumpulan data, menunjukkan bahwa institusi yang melakukan kegiatan penelitian dan monitoring dengan cara sensus visual di hampir seluruh wilayah Indonesia adalah Coremap termasuk di wilayah perairan Sulawesi diantaranya di Pangkep dan Selayar, Sulawesi Selatan. Sedangkan museum-museum terkemuka di dunia, selain Loka Konservasi Biota Laut, LIPI, Bitung yang paling banyak menyimpan koleksi dari Indonesia adalah Western Australian Museum, Australia; National Science Museum of Tokyo, Jepang dan National Museum of Natural History/Smithsonian, Amerika Serikat. Museum-museum lainnya dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah ini.

Pengumpulan data spesimen dan kompilasi data dari berbagai sumber memberikan gambaran bahwa specimen-spesimen tersebut telah dikumpulkan dari hampir keseluruhan wilayah perairan Sulawesi kecuali Sulawesi Tengah (Gambar 1). Dari seluruh hasil kompilasi memperlihatkan bahwa terdapat 13.387 spesimen yang tercatat dari perairan Sulawesi masing-masing: specimen yang merupakan specimen koleksi sebanyak 7.377 individu (55.1%) dan data dari hasil sensus visual sebanyak 6.010 individu (44.9%) dengan sebaran geografis menurut propinsi adalah: Propinsi Sulawesi Utara sebanyak 7.282 individu (54.4%), Propinsi Sulawesi Tengah sebanyak 3.521 individu (26.3%), Propinsi Sulawesi Tenggara sebanyak 1.850 individu (13.8%), Propinsi Sulawesi Selatan 22 individu (0.2%), dan Propinsi Gorontalo sebanyak 1 individu (0.0%) serta 711 individu (5.3%) yang tidak mempunyai lokasi terperinci. Rendahnya data ikan dari Propinsi Gorontalo serta wilayah lainnya di Sulawesi ini tidak mencerminkan rendahnya biodiversitas ikan laut di wilayah tersebut, akan tetapi belum didapatkannya data-data biodiversitas ikan di wilayah tersebut.

Sedangkan 711 individu yang terkumpul tanpa lokasi yang jelas adalah specimen-spesimen yang dikumpulkan dan disimpan pada museum-

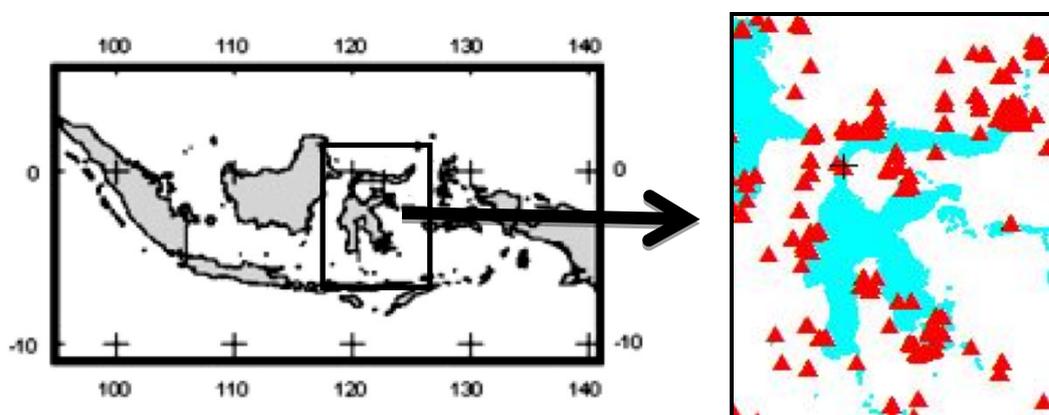
museum National Science Museum of Tokyo, Jepang serta museum-museum di Eropa dan Amerika yang merupakan hasil koleksi yang telah dikumpulkan semasa penjajahan. Menurut ekosistemnya, specimen-spesimen museum maupun data yang dikumpulkan dari sensus visual menunjukkan bahwa, ikan-ikan tersebut hampir seluruhnya dikumpulkan dari ekosistem terumbu karang sebanyak 82.6%, sedangkan habitat lainnya yang cukup besar dari ekosistem padang lamun (8.1%) dan pelagis (5.5%) sedangkan sisanya dikumpulkan dari ekosistem mangrove serta ikan-ikan yang sifatnya bathydemersal, bathypelagic, benthopelagis, dan air tawar.

Menurut tingkatan taksonomi ikan-ikan yang terdata terdiri dari 3 kelas (Actinopterygii, Elasmobranchii, dan Sarcopterygii), 33 ordo, 152 famili, 579 genera, dan 1613 spesies. Dari ordo-ordo yang terdata, ordo perciformes merupakan ordo yang paling banyak dengan 11097 (82.9%) dari seluruh data ikan yang ada. Ordo-ordo lainnya diatas 1% adalah *Tetraodontiformes*, *Beryciformes*, *Syngnathiformes*, *Scorpaeniformes*, *Anguilliformes*, dan *Beloniformes*, sedangkan ordo-ordo lainnya seluruhnya hadir dengan persentase dibawah 1%.

Famili-famili ikan yang terdata memperlihatkan bahwasanya 10 famili yang dominan adalah ikan-ikan yang masuk kedalam famili Pomacentridae (15.4%), Labridae (12.9%), Chaetodontidae (7.1%), Acanthuridae (5.3%), Apogonidae (4.6%), Serranidae (4.3%), Scaridae (3.7%), Gobiidae (3.2%), Lutjanidae (2.6%) Nemipteridae (2.5%), dan Siganidae (2.5%) seperti yang tertera pada Tabel 2 di bawah ini. Ke-10 famili menempati posisi teratas dan merupakan 61.7% dari seluruh data specimen yang tercatat dan terkumpul. Sedangkan 20 famili dominan mempunyai persentase cukup predomonant yaitu 80.0%. Famili-famili lainnya hampir sama nilainya hanya dengan posisi yang berbeda.

Tabel 1. Data-data yang dikumpulkan oleh institusi/lembaga konservasi di Indonesia melalui sensus visual maupun museum-museum yang menyimpan specimen dari perairan Sulawesi.

| COLLECT<br>ION'S<br>DATA<br>STATUS | MUSEUM'S NAME                                     | MUSEUM PLACE                | TOTAL |
|------------------------------------|---|-----------------------------|-------|
| Census                             | Coral Reef Rehabilitation and Management Program  | Jakarta, Indonesia          | 3.398 |
|                                    | Regional Planning and Development                 | Toli-Toli, Central Sulawesi | 1.063 |
|                                    | Lipi Bitung Reference Collection                  | Bitung, Sulawesi, Indonesia | 842   |
| Museum<br>Collection               | Pattimura University                              | Ambon, Indonesia            | 707   |
|                                    | Nature Conservancy                                | Denpasar, Bali, Indonesia   | 486   |
|                                    | Lipi Bitung Reference Collection                  | Bitung, Sulawesi, Indonesia | 2.467 |
|                                    | Western Australian Museum                         | Perth, Australia            | 1.269 |
|                                    | National Science Museum of Tokyo                  | Tokyo, Japan                | 1.157 |
|                                    | National Museum of Natural History/Smith Fishbase | Washington, USA             | 719   |
|                                    | Bernice P. Bishop Museum                          | Philippine                  | 427   |
|                                    | Honolulu, Hawaii, USA                             | 283                         |       |
|                                    | California Academy of Sciences                    | California, USA             | 209   |
|                                    | Natur-Museum und Forschungs                       | Frankfurt, Germany          | 125   |
|                                    | British Museum Natural History                    | London, England             | 64    |
|                                    | Muséum National d'Histoire Naturelle              | Paris, France               | 48    |
|                                    | Florida Museum of Natural History                 | Florida, USA                | 41    |
|                                    | Zoologisches Museum für Hamburg                   | Hamburg, Germany            | 15    |
|                                    | Rijksmuseum van Natuurlijke Historie              | Leiden, Netherlands         | 14    |
|                                    | Universiteit van Amsterdam, Zoologisch Museum     | Amsterdam, Netherlands      | 12    |
|                                    | Los Angeles County Museum of Natural History      | Los Angeles, USA            | 10    |
|                                    | American Museum of Natural History                | New York, USA               | 7     |
|                                    | Australian Museum                                 | Sydney, Australia           | 7     |
|                                    | University of Michigan Museum of Zoology          | Ann Arbor, Michigan, USA    | 7     |
|                                    | Academy of Natural Sciences Philadelphia          | Pennsylvania, USA           | 3     |
|                                    | Forschungsinstitut und Natur-Museum Senckenberg   | Frankfurt, Germany          | 2     |
|                                    | Universität Humboldt, Zoologisches Museum         | Berlin, Germany             | 2     |
|                                    | National Census Inventory-Pisces                  | RCO-LIPI                    | 1     |
|                                    | National Museum of Victoria                       | Melbourne, Australia        | 1     |
|                                    | Universitets København, Zoologisk Museum          | Denmark                     | 1     |
|                                    | Total   |                             |       |



Gambar 1. Sebaran posisi geografis specimen yang telah dikumpulkan dari wilayah perairan Sulawesi.

Tabel 2. Famili-famili yang dominan yang terdapat di perairan Sulawesi

| Famili         | Total | %    |
|----------------|-------|------|
| Pomacentridae  | 2068  | 15.4 |
| Labridae       | 1731  | 12.9 |
| Chaetodontidae | 953   | 7.1  |
| Acanthuridae   | 707   | 5.3  |
| Apogonidae     | 612   | 4.6  |
| Serranidae     | 577   | 4.3  |
| Scaridae       | 501   | 3.7  |
| Gobiidae       | 423   | 3.2  |
| Lutjanidae     | 353   | 2.6  |
| Nemipteridae   | 336   | 2.5  |
| Total          |       | 61.7 |

Tidak berbeda dengan famili-famili ikan yang tercatat, ditingkat genuspun ikan-ikan yang tercatat merupakan ikan-ikan yang berhabitat dan dominan di terumbu karang (Tabel 3). Genus-genus dominan tersebut adalah *Chaetodon* (5.7%), *Pomacentrus* (3.4%), *Halichoeres* (3.4%), *Apogon* (3.1), *Scarus* (2.6%), *Chromis* (2.5%), *Siganus* (2.4%), *Acanthurus* (2.3%), *Lutjanus* (2.0%), *Scolopsis* (1.7%) dan *Cephalopholis* (1.6%) dari total jumlah ikan. Sepuluh genera dominan ini hadir dengan 36.7% dari jumlah total individu yang tercatat dan terkumpul. Sedangkan bila kita ambil 20 genera yang terbesar, maka jumlah persentase individu mencapai 41.8%. Dari data-data specimen tersebut, sebagian besar koleksi specimen ikan tersebut mempunyai habitat di terumbu karang, sedangkan specimen dari habitat lainnya mempunyai nilai persentase yang kecil seperti ikan-ikan dari genus *Naso*, *Parupeneus*, *Amphiprion*, *Cheilinus*, *Chrysiptera*, *Amblyglyphidodon*, dll.

Tabel 3. Genus-genus yang dominan yang terdapat di perairan Sulawesi.

| Genus                | Total | %    |
|----------------------|-------|------|
| <i>Chaetodon</i>     | 759   | 5.7  |
| <i>Pomacentrus</i>   | 459   | 3.4  |
| <i>Halichoeres</i>   | 451   | 3.4  |
| <i>Apogon</i>        | 411   | 3.1  |
| <i>Scarus</i>        | 348   | 2.6  |
| <i>Chromis</i>       | 334   | 2.5  |
| <i>Siganus</i>       | 320   | 2.4  |
| <i>Acanthurus</i>    | 311   | 2.3  |
| <i>Lutjanus</i>      | 266   | 2.0  |
| <i>Scolopsis</i>     | 227   | 1.7  |
| <i>Cephalopholis</i> | 210   | 1.6  |
|                      |       | 29.0 |

## Koleksi Spesimen

Hasil specimen ikan-ikan yang dikumpulkan dari pasar didapatkan beberapa specimen yang sangat menarik dan mempunyai status baik "new distribution" maupun "new record". Dari hasil pengamatan dan pengumpulan specimen di Loka Konservasi Biota Laut, LIPI, Bitung menunjukkan bahwa terdapat beberapa jenis yang masuk kedalam kategori "new distribution" dan "new record" bukan hanya untuk perairan Sulawesi akan tetapi juga dari seluruh perairan Indonesia. Sepuluh tahun terakhir telah ditemukan, 18 catatan baru dan 4 jenis baru dan 1 genus baru. Hadirnya ikan-ikan Anthiinae, family Serranidae dalam hasil koleksi di perairan sekitar 10-15 mil dari P. Lembeh menunjukkan bahwa di lokasi penelitian terdapat banyak hasil tangkapan ikan laut dalam. Ikan ini tertangkap bersama-sama dengan tangkapan ikan-ikan laut dalam seperti *Epinephelus*, *Cephalopholis*, *Lutjanus*, *Pristipomoides*, *Priacanthus*, dll.

## KESIMPULAN

Setelah sepuluh tahun pengumpulan data dan informasi, data-data tersebut menunjukkan bahwa lokasi pengambilan data specimen tersebut adalah meliputi hampir seluruh wilayah di perairan Sulawesi. Dari total 13.387 data specimen yang dikumpulkan, ditemukan 1.613 jenis ikan yang terdiri dari 3 kelas, 33 ordo, 152 famili dan 574 genera dengan sepuluh famili yang dominan adalah: Pomacentridae (15.4%), Labridae (12.9%), Chaetodontidae (7.1%), Acanthuridae (5.3%), Apogonidae (4.6%), Serranidae (4.3%), Scaridae (3.7%), Gobiidae (3.2%), Lutjanidae (2.6%), dan Nemipteridae (2.5%).

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian ini merupakan bagian dari kompilasi data ikan-ikan laut di Indonesia. Penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada Prof. S. Kimura (Fisheries Research Laboratory, Mie University), Prof. K. Matsuura (National Museum of Nature and Science, Tokyo, Jepang)

atas bantuan dan masukkan database yang bisa digunakan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Allen G.R. and M. Adrim, 2003. Coral Reef Fishes of Indonesia. *Zoological Studies* 42(1): 1-72.
- Allen, G. R., and S. A. McKenna (eds.). 2001. A Marine Rapid Assessment of the Togeian and Banggai Islands, Sulawesi, Indonesia. RAP Bulletin of Biological Assessment 20, Conservation International, Washington, DC.
- Allen, G.R. 2006. Coral Reef Fishes of the Bird's Head Peninsula, Indonesia. Western Australian Museum. Australia. 77 pp.
- Allen, G.R., 1985. FAO species catalog, Vol. 6. Snappers of the world. An annotated and illustrated catalogue of lutjanid species known to date. FAO Fisheries Synopsis, No, 125 Vol. 6. Rome, 208 pp.
- De Beaufort, L.F. and Chapman, 1951. The Fishes of the Indo-Australian Archipelago. Volume IX, E.J. Brill, Leiden, 484 pp.
- De Beaufort, L.F. and J.C. Briggs, 1962. The Fishes of the Indo-Australian Archipelago. Volume XI, E.J. Brill, Leiden, 481 pp.
- De Beaufort, L.F., 1940. The Fishes of the Indo-Australian Archipelago. Volume XI, E.J. Brill, Leiden, 508 pp.
- Eschmeyer, W. N. & Fricke, R. (2014). Catalog of Fishes electronic version (12/12/2014). <http://research.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>.
- Fowler, H.W., 1933. Contribution to the biology of the Philippine Archipelago and adjacent regions. The fishes of the famili Banjosidae, Lethrinidae, Sparidae, Girellidae, Kyphosidae, Oplegnathidae, Gerridae, Mullidae, Emmelichthyidae, Sciaenidae, Sillaginidae, Arripidae, and Enoplosidae collected by the united states bureau of fisheries steamer "Albatros", chiefly in Philippine seas and adjacent waters. Smithsonian Institution, United States National Museum, Bulletin 100, Volume 12. United States, Government Printing Office, Washington. 463 pp.
- Gloerfelt-Tarp, T. and Kailola, P.J., 1984. Trawled fishes of southern Indonesia and northwestern Australia. Australian Development assistance Bureau, Directorate General of Fisheries, Indonesia, German Agency for Technical Cooperation, 406 pp.
- Halford, A. and Russel, B. 2001. Fish Biodiversity in P.J. Mous and L.M. DeVantier (eds.) Rapid ecological assessment of the Sangihe Talaud Islands, North Sulawesi, Indonesia, April – May 2001, The Nature Conservancy, Coastal and Marine Program with the support of WWF Wallacea. The Nature Conservancy - Southeast Asia Center for Marine Protected Areas, Jl Pengembak 2, Sanur, Bali, Indonesia.
- Herre, A.W., 1953. Checklist of Philippine Fishes. Research Report 20. Fish and Wildlife Service, United States Department of Interior, 977 pp.
- Isa, M.M, H. Kohno, H. Ida, H.T. Nakamura, A. Zainal and S.A.S.A. Kadir, 1998. Field guide to important commercial marine fishes of the south china sea. Marine fisheries Resources Development and Management Department. Southeast Asia Fisheries Development Center. SEAFDEC MFRDMD/SP/2, 287 pp. 358 figs.
- Kailola, P.J., 1987-1991. The fishes of Papua New Guinea: a revised and annotated checklist. Dept. Fisheries & Mar. Resources. Papua New Guinea, Res. Bull. 41. Vols. 1-3 + XXIX + 1-194 pp., xiii + 195-418 pp. vii + 419-509 pp.
- Kimura, S. and T. Peristiwady, 2000. Synodontidae in Field guide to Lombok Island. Identification guide to marine organism in seagrass beds of Lombok Island, Indonesia. Matsuura et al. (eds). Ocean Research Institute, University of Tokyo, Tokyo. P.144-147.
- Kimura, S. and T. Peristiwady, 2000. Synodontidae in Field guide to Lombok Island. Identification guide to marine organism in seagrass beds of Lombok Island, Indonesia. Matsuura et al. (eds). Ocean Research Institute, University of Tokyo, Tokyo. P.144-147.
- Matsuura, K., O.K. Sumadhiharga and K. Tsukamoto (eds.), 2000. Guide to Lombok Island. Identification Guide to Marine Organisms in Seagrass Beds of Lombok

- Island, Indonesia.. Ocean research Institute, University of Tokyo.
- Matsuura, K., and T. Peristiwady, 2000. Labridae *in* Field guide to Lombok Island. Identification guide to marine organism in seagrass beds of Lombok Island, Indonesia. Matsuura et al. (eds). Ocean Research Institute, University of Tokyo, Tokyo. P. 272-279.
- Matsuura, K., and T. Peristiwady, 2000. Lethrinidae *in* Field guide to Lombok Island. Identification guide to marine organism in seagrass beds of Lombok Island, Indonesia. Matsuura et al. (eds). Ocean Research Institute, University of Tokyo, Tokyo. P. 247-251.
- Maxwell, C.N., 1921. Malayan Fishes. Singapore, Printed at the Methodist Publishing House. 104 pp. 72 Pl.
- McKenna, S.A, G.R. Allen and S. Suryadi (eds.), 2002. A Marine Rapid Assessment of the Raja Ampat Province, Sulawesi, Indonesia. RAP Bulletin of Biological Assessment 22, Conservation International, Washington, DC.
- Mohsin, A.K.M. and M.A. Ambak, 1996. Marine fishes and fisheries of Malaysia and neighbouring countries, Universiti Pertanian Malaysia Press, 744 pp. 495 figs.
- Montalban, H.R., 1927. Pomacentridae of the Philippine Islands. Bureau of printing, Manila, 1927. 117 pp. 19 Pl.
- Motomura, H. and Peristiwady, T. 2010. *Scorpaena onaria* (Scorpaenidae), Previously Considered to have an antitropical distribution, found in Northern Sulawesi, Indonesia, Western Central Pacific Ocean. *Biogeography*, 12: 127-131.
- Munro, I. S. R. 1967. The fishes of New Guinea. Port Moresby, New Guinea, Department of Agriculture, Stock and Fisheries. New Guinea. i-xxxvii + 1-650 pp. Pls. 1-78.
- Peristiwady, T, Makatipu, P., Takaendengan, K. and Ahmad, F. 2010b. First record of *Cantherines multilineatus* (Tanaka, 1918) (Tetraodontiformes: Monacanthidae) in Indonesia. *Makara* (In press). Out of order.
- Peristiwady, T. 2006. Economical Important fish of Indonesia.: Fish Identification Guidebook. Lipi Press, Indonesian Institute of Sciences. Jakarta, xiv+270 pp. (in bahasa Indonesia).
- Peristiwady, T. 2009a. First Record of Eightbar Grouper, *Epinephelus octofasciatus* Griffin, 1926 (Perciformes: Serranidae) from Indonesia. *Indonesian Fisheries Research Journal*. Vol. 15 (1): 43-48
- Peristiwady, T. 2009b. First Record of *Thamnaconus modestoides* (Barnard, 1927) (Tetraodontiformes: Monacanthidae) in Indonesia. *Mar. Res. Ind.* 34(1): 27-32.
- Peristiwady, T. Makatipu P. and Takaendengan, K. 2010a. On the record of *Bodianus izuensis* Araga and Yoshino, 1975 and *B. masudai* Araga and Yoshino, 1975 (Perciformes: Labridae) from Indonesia. This paper was presented on the JSPS-VAST Joint Seminar at Hai Phong, Vietnam, 26-30 October 2009 and submitted to CMS.
- Peristiwady, T. Rahardjo, M.F. and Simanjuntak, C.P.H. 2009. A new record of *Cephalopholis igarashiensis* Katayama, 1957 (Perciformes, Serranidae) from Indonesia. *Journal Iktiologi Indonesia*. 9 (1): 25-33.
- Peristiwady, T., 2000. Lutjanidae *in* Field guide to Lombok Island. Identification guide to marine organism in seagrass beds of Lombok Island, Indonesia. Matsuura et al. (eds). Ocean Research Institute, University of Tokyo, Tokyo. P. 240-246.
- Randal, J.E. and K.K.P. Lim (eds.), 2000. A checklist of the fishes of the South China Sea. *The Raffles Bull. Zoo.*, Supplement No. 8: 569-667.
- Weber, M. and de Beaufort, L.F., 1929. The Fishes of the Indo-Australian Archipelago. Volume V, E.J. Brill, Leiden, 458 pp.
- Weber, M. and de Beaufort, L.F., 1931. The Fishes of the Indo-Australian Archipelago. Volume VI, E.J. Brill, Leiden, 448 pp.
- Weber, M. and de Beaufort, L.F., 1936. The Fishes of the Indo-Australian Archipelago. Volume VII, E.J. Brill, Leiden, 607 pp.

## Analisa Keragaman Ikan Sapu-Sapu di Sungai Ciliwung Wilayah Jakarta

Dewi Elfidasari<sup>1\*</sup>, Fatihah Dinul Qoyyimah<sup>1\*\*</sup>, Melta Rini Fahmi<sup>2</sup>,  
Rosnaeni<sup>1</sup>, Riris Lindiawati Puspitasari<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Al Azhar Indonesia. Komplek Masjid Agung Al Azhar, Jl. Sisingamangaraja, Kebayoran Baru, Jakarta 12110, Indonesia.  
Tel +62-21-72792753. Fax +62-21-7244767.

<sup>2</sup>Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Ikan Hias,  
Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan, Kementerian Kelautan dan Perikanan.  
Jl. Perikanan No. 13 Pancoran Mas Kota Depok Jawa Barat 16436.  
Tel (021) 7520482; email: \*[d\\_elfidasari@uai.ac.id](mailto:d_elfidasari@uai.ac.id); \*\*[fatihahuai12@gmail.com](mailto:fatihahuai12@gmail.com)

### ABSTRAK

Ikan sapu-sapu merupakan salah satu spesies invasif yang masuk ke Indonesia melalui perdagangan ikan hias. Ikan tersebut dapat ditemukan pada aliran sungai Ciliwung hingga saat ini. Hingga saat ini masih terbatas informasi terkait jenis ikan sapu-sapu di sungai Ciliwung. Analisa keragaman ikan sapu-sapu sungai Ciliwung telah dilakukan berdasarkan morfologi, morfometrik, meristik dan molekuler pada tahun 2015-2016. Analisa morfologi dilakukan dengan melihat pola abdomen dan mengacu pada beberapa literatur. Morfometrik dan meristik dianalisa dengan *Principle component analysis* (PCA). Analisa DNA juga dengan menggunakan amplifikasi DNA barcoding gen CO1 (mtDNA COI). Hasil analisa morfometrik dan meristik tidak menunjukkan adanya perbedaan kelompok terhadap seluruh sampel. Hasil tersebut juga dibuktikan dari analisa molekuler yang menunjukkan similaritas yang sama antar sampel. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa seluruh sampel yang diperoleh dari sungai Ciliwung merupakan satu spesies yang sama.

**Kata kunci:** morfologi, morfometrik, meristik, ikan sapu-sapu sungai Ciliwung, gen CO1

### PENDAHULUAN

Ikan sapu-sapu (*Pterygoplichthys* sp termasuk Famili Loricariidae) merupakan *invasive* spesies air tawar yang berasal dari Costa Rica, Panama, dan Amerika Selatan. Distribusi ikan sapu-sapu tersebar dari wilayah tropis hingga Indo-Pasifik (Yu dan Quilang, 2014). Hasil penelitian Wu *et al.* (2011) menyatakan bahwa terdapat tiga spesies ikan sapu-sapu yang paling melimpah di dunia yaitu *Pterygoplichthys pardalis*, *P. disjunctivus*, dan *P. multiradiatus*. Dua dari tiga spesies tersebut telah ditemukan di Indonesia yaitu spesies *P. pardalis* dan *P. disjunctivus*.

Habitat asli ikan sapu-sapu adalah sungai, danau, dan anak-anak sungai (Nico *et al.*, 2012). Salah satu sungai di Indonesia yang menjadi habitat ikan sapu-sapu adalah sungai Ciliwung. Menurut Ratmini (2009) ikan sapu-sapu ditemukan di sepanjang sungai Ciliwung

dengan kelimpahan yang tinggi. Sungai tersebut merupakan salah satu sungai yang paling banyak dimanfaatkan oleh masyarakat di Bogor, Depok, dan Jakarta. Sungai Ciliwung dengan panjang 119 km merupakan salah satu sungai di dunia yang dikenal memiliki polusi sangat tinggi. Penyebab polusi terbesar di sungai tersebut adalah limbah manusia (International River Foundation, 2011).

Berlimpahnya jumlah ikan sapu-sapu di sungai Ciliwung karena ikan sapu-sapu memiliki tingkat adaptasi yang tinggi di lingkungan tercemar dan tubuh ditutupi lempengan-lempengan sisik yang keras (Rachmatika dan Wahyudewantoro, 2006). Sehingga spesies ini dianggap memiliki kontribusi dalam penurunan jumlah spesies ikan endemik ekosistem sungai Ciliwung (Kusumah, 2011). Hasil penelitian Hadiaty (2011), menunjukkan data laju kehilangan spesies endemik sungai Ciliwung tahun 2009 mencapai 92,5% dari jumlah awal

sekitar 187 spesies dan menurun menjadi 20 spesies, termasuk 5 spesies diantaranya adalah spesies ikan introduksi.

Informasi keragaman morfologis dan genetik organisme sangat berguna bagi karakterisasi jenis, perkembangan, distribusi berdasarkan ruang dan waktu. Karakterisasi, perkembangan dan distribusi populasi dibutuhkan untuk menentukan langkah konservasi, pengelolaan, dan pemanfaatan secara berkesinambungan. Identifikasi ikan sapu-sapu dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu melihat karakter morfologi (Wu *et al.*, 2011), studi morfometrik serta meristik (Bijukumar *et al.*, 2015) dan analisa molekuler dengan menggunakan DNA Barcoding mtDNA COI (Ward *et al.*, 2005). Penelitian ini dilakukan untuk menganalisa keragaman ikan sapu-sapu sungai Ciliwung wilayah Jakarta berdasarkan karakter morfologi, morfometrik, meristik, dan mtDNA COI.

## BAHAN DAN METODE

Pengambilan sampel dilakukan di sepanjang sungai Ciliwung dari daerah Rindam Jaya hingga Bidara Cina. Analisa sampel dilakukan di Laboratorium Biologi Universitas Al Azhar Indonesia, Jakarta Selatan dan Laboratorium Genetika Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Ikan Hias, Kementerian Kelautan dan Perikanan, Depok.

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah jaring penangkap ikan, penggaris dengan ketelitian 0,5 mm, kamera, caliper digital dengan ketelitian 0,01 mm, alat bedah, dan alat untuk penandaan (*tagging*). Wadah pemeliharaan objek adalah kontainer. Bahan yang digunakan adalah kloroform untuk proses pembiusan ikan, formalin 10% serta alkohol 70% untuk pengawetan ikan.

Penelitian yang dilakukan terdiri atas 6 tahap meliputi, koleksi sampel, pengamatan variasi morfologi, pengamatan pola abdomen, pengukuran karakter morfometrik dan meristik, serta analisa molekuler.

## Analisa karakter morfologi, morfometrik dan meristik

Sampel diperoleh dari pengumpul ikan sapu-sapu di sepanjang aliran sungai Ciliwung. Sampel yang telah diperoleh selanjutnya dibawa ke laboratorium untuk diamati. Sampel berupa spesimen yang diperoleh dibius dengan menggunakan kloroform dan diawetkan. Spesimen selanjutnya difoto dan diamati variasi morfologinya meliputi pola kepala, pola lateral, dan pola abdomen.

Pengukuran karakter morfometrik merujuk pada Ng & Kottelat (2013) dengan mengamati 27 karakter morfometrik meliputi panjang standar (SL), panjang total (TL), panjang predorsal (PDL), panjang preanal (PAL), panjang sebelum sirip perut (PPL), panjang sebelum sirip dada (PL), panjang tulang sirip dorsal (DSL), panjang sirip punggung (DFL), panjang dasar sirip punggung (LDFB), panjang dasar sirip anal (LAFB), panjang sirip perut (PFL), panjang sirip dada (PF), panjang tulang sirip dada (PSL), panjang sirip ekor (CFL), panjang dasar sirip lemak (LOAFB), tingi maksimum sirip lemak (MHAF), jarak sirip punggung dengan sirip lemak (DAD), jarak setelah sirip lemak (PAD), panjang batang ekor (LCP), tinggi batang ekor (DCP), tinggi badan di anus (BDA), panjang kepala (HL), lebar kepala (HW), tinggi kepala (HD), panjang moncong (SOL), jarak antar mata (ID), dan diameter mata (ED) (Gambar 7).

Penghitungan karakter meristik dilakukan terhadap 9 karakter yang merujuk pada penelitian Bijukumar *et al.* (2015). Karakter meristik yang dihitung diantaranya, tulang lunak sirip punggung (DFR), tulang lunak sirip anal (AFR), tulang lunak sirip ekor (CFR), tulang lunak sirip dada (PFR), tulang lunak sirip perut (PR), pelat garis lateral (LLP), pelat punggung (DL), pelat setelah anal (PP), dan pelat antara sirip punggung dengan sirip lemak [adipose] (PDFAF).

## Analisa molekuler

Analisa molekuler dilakukan bertahap meliputi tahap persiapan sampel, purifikasi,

kuantifikasi, amplifikasi, visualisasi, hingga sekuensing. Amplifikasi menggunakan primer Fish dan R1 (Ward *et al.*, 2005). Sampel yang digunakan untuk ekstraksi DNA adalah sirip ikan. Ekstraksi DNA dilakukan dengan menggunakan *GeneAide Gsync DNA Extraction kit*. Selanjutnya dilakukan kuantifikasi DNA menggunakan alat spektrofotometer *Gene Quant*.

Proses PCR dilakukan sebanyak 35 siklus. Komponen PCR 50 µl terdiri dari nuklease free water (NFW) sebanyak 11 µl, primer *forward* F1 dan *revers* R1 masing-masing sebanyak 2 µl, master mix 25 µl (mengandung dNTP, buffer, dan taq polimerase), dan DNA sampel sebanyak 10 µl. Pembacaan untai basa dilakukan dengan menggunakan *ABI'S Sequens Scanner*. Hasil sekuensing berupa urutan-urutan DNA yang kemudian dibaca dan dianalisis menggunakan MEGA 7.0. Selanjutnya disejajarkan dengan nomor akses yang terdapat di *genbank* NCBI melalui BLAST sehingga didapatkan identifikasi spesies dari sampel (Maramis dan Warouw 2014).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisa berdasarkan 3 karakter morfologi memberikan hasil yang berbeda. Jumlah individu terbanyak berdasarkan karakter pola kepala dan pola lateral adalah *P.pardalis*, sedangkan berdasarkan pola abdomen adalah *hybrid* (Gambar 1). Ketika dilakukan identifikasi dengan melihat ke-3 karakter, terdapat beberapa sampel yang masuk pada grup berbeda, contohnya pada sampel ke-5. Sampel tersebut berdasarkan pola kepala dan pola lateral merupakan spesies *P. pardalis*, sedangkan berdasarkan pola abdomen adalah *hybrid*. Hal tersebut disebabkan oleh berkembangnya ilmu pengetahuan (Qoyyimah *et al.*, 2016) Pengelompokkan *hybrid* berdasarkan pola abdomen pertama kali dilakukan oleh Wu *et al.* (2011). Analisa keragaman dengan melihat karakter morfologi menunjukkan hasil yang berbeda. Hal tersebut memberikan arti bahwa kunci identifikasi berdasarkan karakter morfologi perlu ditelaah kembali. Identifikasi berdasarkan

karakter morfologi (pola kepala, pola lateral, dan pola abdomen) tidak dapat dijadikan sebagai dasar penentuan spesies ikan sapu-sapu (Qoyyimah *et al.*, 2016).

Hasil analisa PCA terhadap karakter morfometrik memperlihatkan bahwa seluruh sampel tidak menunjukkan perbedaan yang nyata (Gambar 2). Hasil yang didapat menunjukkan kelompok yang tersebar dan tidak terdapat pengelompokkan pada satu kuadran. Saat ini pola abdomen merupakan sifat diagnostik utama untuk identifikasi spesies. Akan tetapi berdasarkan hasil PCA terhadap karakter morfometrik menunjukkan bahwa, ketiga spesies yang diidentifikasi dapat dikatakan sebagai satu variabel yang sama (Elfidasari *et al.*, 2016). Hal ini sesuai dengan penelitian Zworykin dan Budaev (2013) yang melakukan analisa PCA terhadap ikan sapu-sapu.

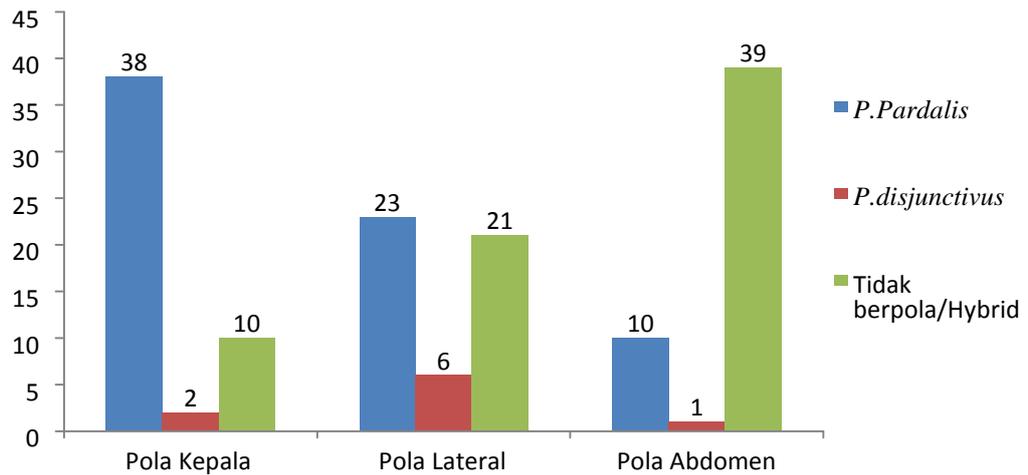
Hasil analisa yang didapat menunjukkan bahwa seluruh karakter morfometrik tidak memiliki perbedaan karakter yang signifikan. Hasil plot PCA tidak menunjukkan kelompok yang jelas (Elfidasari *et al.*, 2016). Zworykin dan Budaev (2013) juga menyatakan tidak ada perbedaan signifikan antara *P. pardalis* dan *P. disjunctivus* berdasarkan karakter morfometrik dan meristik.

Analisa meristik dengan menggunakan PCA dilakukan berdasarkan korelasi antar karakter, kecuali AFR, PR, dan DL. Ini disebabkan hasil perhitungan karakter terhadap seluruh sampel adalah sama. Hasil analisa menunjukkan tidak terlihat berkelompok (Gambar 3). Data yang didapat tersebar pada semua kuadran, sehingga tidak adanya klustering. Ini menunjukkan hasil yang sama dengan analisa morfometrik. Analisa berdasarkan hasil morfometrik dan meristik menunjukkan bahwa tiga jenis ikan sapu-sapu asal sungai Ciliwung yang telah diidentifikasi merupakan satu spesies yang sama.

Hasil amplifikasi Gen CO1 ikan sapu-sapu asal sungai Ciliwung terlihat jelas pada gel agarose 1,5% (Gambar 4). Hal ini menunjukkan bahwa Primer F1 dan R1 berhasil mengamplifikasi gen COI ikan sapu-sapu asal

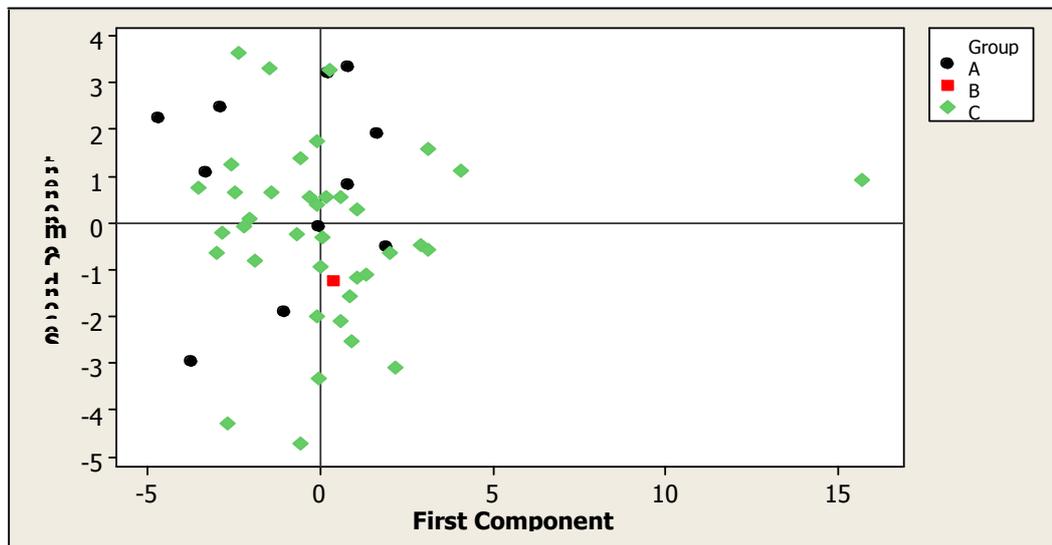
sungai Ciliwung pada panjang fragmen 650 bp (Rosnaeni *et al.*, 2017). Primer F1 dan R1 telah berhasil mengamplifikasi gen CO1 ikan sapu-sapu dengan panjang fragmen 615 bp (Yu dan Quilang 2014). Pada penelitian Jumawan *et al.* (2011) primer F1 dan R1 berhasil mengamplifikasi gen CO1 ikan sapu-sapu dengan panjang fragmen 650 bp. Penelitian Bijukumar *et*

*al.* (2015) menggunakan primer F1 dan R1 menghasilkan amplifikasi gen CO1 ikan sapu-sapu dengan panjang fragmen 565 bp. Hajibabaei dan McKenna (2012) menyatakan bahwa barcode gen CO1 dapat dilakukan dengan panjang fragmen 454-650 bp dan 650 bp merupakan panjang total fragmen gen CO1 untuk Barcode DNA.

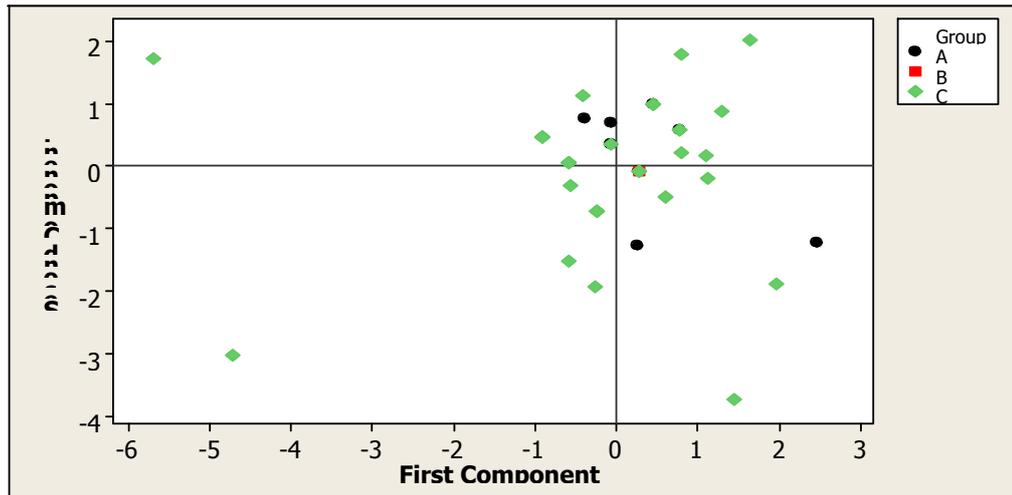


Gambar 1. Perbandingan Hasil Identifikasi Berdasarkan 3 Karakter Morfologi

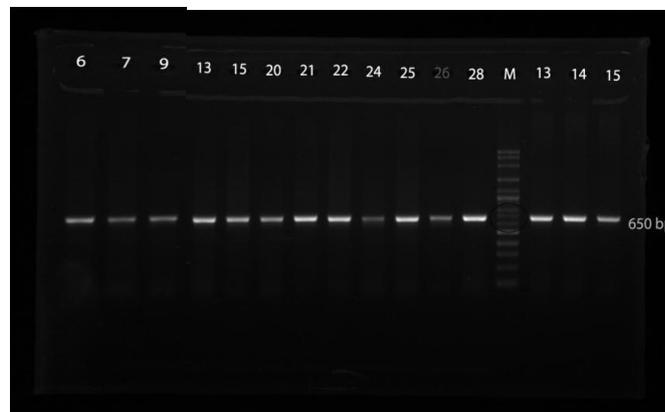
Score Plot of TL, ..., ED



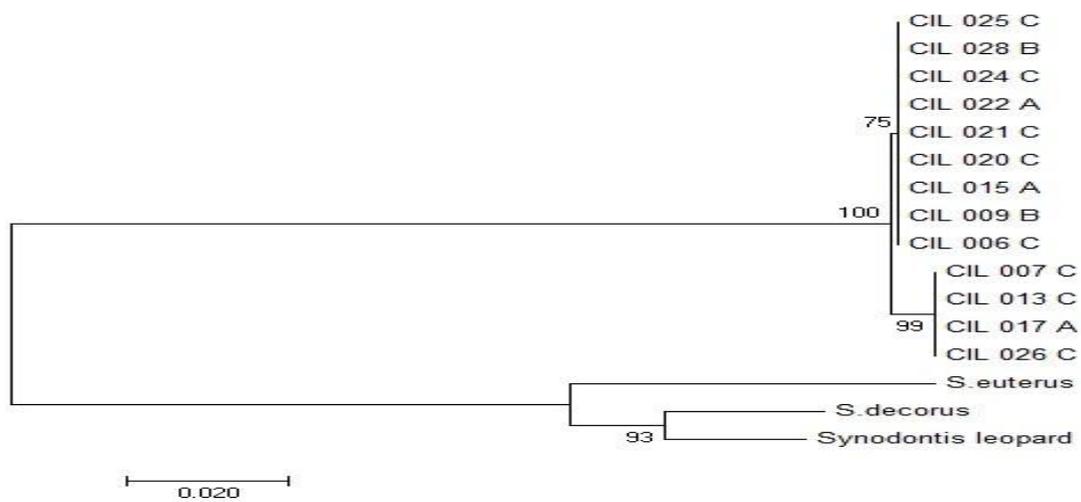
Gambar 2. Hasil Analisis Morfometrik Ikan Sapu-Sapu



Gambar 3. Hasil Analisis Meristik Ikan Sapu-Sapu



Gambar 4. Hasil Amplifikasi Aen CO1 Ikan Sapu-Sapu (m= Marker; 13,14,15= Kontrol Positif,7,9,13, 15,20,21,22,24,25,26,28= No. Sampel Ikan Sapu-Sapu Asal Sungai Ciliwung)



Gambar 5. Konstruksi Filogenetik Ikan Sapu-Sapu Asal Sungai Ciliwung dengan Njbootstrap 1000x (649 Bp)

|                               | 1      | 2      | 3      | 4     | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     | 11     | 12     | 13    | 14    | 15    | 16    |
|-------------------------------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|
| 1. CIL 017_A                  |        | 0.000  | 0.000  | 0.000 | 0.003  | 0.003  | 0.003  | 0.003  | 0.003  | 0.003  | 0.003  | 0.003  | 0.003 | 0.020 | 0.021 | 0.022 |
| 2. CIL 007_C                  | -0.000 |        | 0.000  | 0.000 | 0.003  | 0.003  | 0.003  | 0.003  | 0.003  | 0.003  | 0.003  | 0.003  | 0.003 | 0.020 | 0.021 | 0.022 |
| 3. CIL 013_C                  | -0.000 | -0.000 |        | 0.000 | 0.003  | 0.003  | 0.003  | 0.003  | 0.003  | 0.003  | 0.003  | 0.003  | 0.003 | 0.020 | 0.021 | 0.022 |
| 4. CIL 026_C                  | -0.000 | -0.000 | -0.000 |       | 0.003  | 0.003  | 0.003  | 0.003  | 0.003  | 0.003  | 0.003  | 0.003  | 0.003 | 0.020 | 0.021 | 0.022 |
| 5. CIL 028_B                  | 0.006  | 0.006  | 0.006  | 0.006 |        | 0.000  | 0.000  | 0.000  | 0.000  | 0.000  | 0.000  | 0.000  | 0.000 | 0.020 | 0.020 | 0.022 |
| 6. CIL 025_C                  | 0.006  | 0.006  | 0.006  | 0.006 | -0.000 |        | 0.000  | 0.000  | 0.000  | 0.000  | 0.000  | 0.000  | 0.000 | 0.020 | 0.020 | 0.022 |
| 7. CIL 024_C                  | 0.006  | 0.006  | 0.006  | 0.006 | -0.000 | -0.000 |        | 0.000  | 0.000  | 0.000  | 0.000  | 0.000  | 0.000 | 0.020 | 0.020 | 0.022 |
| 8. CIL 022_A                  | 0.006  | 0.006  | 0.006  | 0.006 | -0.000 | -0.000 | -0.000 |        | 0.000  | 0.000  | 0.000  | 0.000  | 0.000 | 0.020 | 0.020 | 0.022 |
| 9. CIL 021_C                  | 0.006  | 0.006  | 0.006  | 0.006 | -0.000 | -0.000 | -0.000 | -0.000 |        | 0.000  | 0.000  | 0.000  | 0.000 | 0.020 | 0.020 | 0.022 |
| 10. CIL 020_C                 | 0.006  | 0.006  | 0.006  | 0.006 | -0.000 | -0.000 | -0.000 | -0.000 | -0.000 |        | 0.000  | 0.000  | 0.000 | 0.020 | 0.020 | 0.022 |
| 11. CIL 015_A                 | 0.006  | 0.006  | 0.006  | 0.006 | -0.000 | -0.000 | -0.000 | -0.000 | -0.000 | -0.000 |        | 0.000  | 0.000 | 0.020 | 0.020 | 0.022 |
| 12. CIL 009_B                 | 0.006  | 0.006  | 0.006  | 0.006 | -0.000 | -0.000 | -0.000 | -0.000 | -0.000 | -0.000 | -0.000 |        | 0.000 | 0.020 | 0.020 | 0.022 |
| 13. CIL 006_C                 | 0.006  | 0.006  | 0.006  | 0.006 | -0.000 | -0.000 | -0.000 | -0.000 | -0.000 | -0.000 | -0.000 | -0.000 |       | 0.020 | 0.020 | 0.022 |
| 14. <i>Synodontis leopard</i> | 0.214  | 0.214  | 0.214  | 0.214 | 0.208  | 0.208  | 0.208  | 0.208  | 0.208  | 0.208  | 0.208  | 0.208  | 0.208 |       | 0.008 | 0.011 |
| 15. <i>S. decorus</i>         | 0.217  | 0.217  | 0.217  | 0.217 | 0.210  | 0.210  | 0.210  | 0.210  | 0.210  | 0.210  | 0.210  | 0.210  | 0.210 | 0.037 |       | 0.011 |
| 16. <i>S. euterus</i>         | 0.227  | 0.227  | 0.227  | 0.227 | 0.225  | 0.225  | 0.225  | 0.225  | 0.225  | 0.225  | 0.225  | 0.225  | 0.225 | 0.075 | 0.076 |       |

[1,1] (CIL 017\_A-CIL 017\_A) / Nucleotide: Kimura 2-parameter

Gambar 6. Konstruksi Jarak Genetik Ikan Sapu-Sapu Asal Sungai Ciliwung

Hasil konstruksi filogenetik ikan sapu-sapu sungai Ciliwung dan *outgroup* genus *Synodontis* (*Synodontis decoratus*, *S. euterus*, dan *S. leopard*) menunjukkan jarak genetik yang terpisah. Ikan sapu-sapu asal sungai Ciliwung terbagi ke dalam dua *clade* (Gambar 5). Hal ini akibat adanya perubahan empat variasi nukleotida (Rosnaeni *et al.*, 2017).

Menurut Mahardika dan Parede (2008) metode yang paling sering digunakan adalah metode *Neighbor-Joining* (NJ). Pola percabangan pohon filogenetik dibentuk berdasarkan jarak matrik antar pasangan populasi. Panjang cabang pohon filogenetik menggambarkan jumlah substitusi nukleotida yang berupa polimorfisme DNA. Skala terletak di bawah pohon filogenetik menunjukkan ukuran jarak antar sekuens. Angka yang terletak pada cabangcabang pohon filogenetik menunjukkan nilai *bootstrap* (Mahardika dan Parede, 2008). Nilai *bootstrap* pada sampel ikan sapu-sapu menunjukkan nilai 100%. Analisis *bootstrap* dilakukan untuk menguji validitas konstruksi pohon filogenetika. Pohon filogenetika memberi informasi tentang klasifikasi populasi berdasarkan hubungan evolusionernya. Dalam rekonstruksi pohon filogenetika, data molekuler lebih banyak digunakan karena dianggap lebih stabil dalam proses evolusi dibandingkan dengan data morfologi (Dharmayanti, 2011).

Jarak genetik ikan sapu-sapu asal sungai Ciliwung adalah 0.0-0.03 (Gambar 6). Hal ini menunjukkan bahwa jarak genetik yang rendah pada ikan sapu-sapu asal sungai Ciliwung, sehingga ikan sapu-sapu asal sungai Ciliwung merupakan satu spesies yang sama (Rosnaeni *et al.*, 2017). Menurut Hebert *et al.* (2004) dan Ward *et al.* (2009) menyatakan bahwa jarak genetik lebih dari 0.03 dapat menunjukkan jenis yang berbeda. Hal ini terbukti dengan jarak genetik ikan sapu-sapu asal sungai Ciliwung dengan *out group* genus *Synodontis* memiliki jarak genetik sebesar 0.18-0.20 (Gambar 6).

## KESIMPULAN

Analisa keragaman berdasarkan karakter morfologi pola kepala dan pola lateral menunjukkan persentase individu *P.pardalis* lebih dominan dibandingkan spesies lain yaitu 76% dan 46%. Berdasarkan pola abdomen, hasil analisa menunjukkan bahwa *hybrid* merupakan jenis yang dominan (78%). Hasil analisa morfometrik, perhitungan, dan analisa meristik juga menunjukkan tidak adanya perbedaan spesies pada seluruh sampel ikan sapu-sapu asal sungai Ciliwung. Analisa keragaman dengan menggunakan *barcode* DNA CO1 pada panjang fragmen 650 bp memperlihatkan bahwa ikan sapu-sapu sungai Ciliwung merupakan satu spesies. Urutan nukleotida ikan sapu-sapu

disejajarkan pada gen bank NCBI menunjukkan nilai rata-rata ketepatan identitas 100% dengan spesies *Pterygoplichthys pardalis*.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami sampaikan kepada Universitas Al Azhar Indonesia dan Perusahaan Gas Nasional (PGN) yang telah memberi dana Penelitian pada tahun 2015, seluruh jajaran pimpinan TNI Kodam Jaya serta para personil TNI selaku operator LCR dan pendamping di lapangan, terima kasih yang sebesar-besarnya atas dukungan, bantuan, dan kerjasamanya selama pelaksanaan kegiatan sampling di sepanjang aliran Sungai Ciliwung), rekan-rekan peneliti dan staf di Laboratorium Genetika Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Ikan Hias, Kementerian Kelautan dan Perikanan, Depok atas bimbingan dan kerjasamanya.

Terima kasih juga kami sampaikan kepada LP2M UAI atas bantuan dana Seminar Domestik TA 2016-2017 sehingga kami dapat menyampaikan hasil penelitian ini pada Kongres dan Seminar Nasional PBI ke XXIV di Manado pada tanggal 24-26 Agustus 2017.

### DAFTAR PUSTAKA

Aquatic Community. 2006. Common Pleco. <http://www.aquaticcommunity.com/pleco/common.php> [15 Desember 2015].

Bijukumar A, Smrithy R, Sureshkumar U, George S. 2015a. Invasion of South American suckermouth armoured catfishes *Pterygoplichthys* spp. (Loricariidae) in Kerala, India-a case study. *J. of Threatened Taxa* 7(3):6987-6995.

Dharmayanti NLPI. 2011. Filogenetika molekuler: metode taksonomi organisme berdasarkan sejarah evolusi. *Wartazoa*. 21: 1-10.

Elfidasari D, Qoyyimah FD, Fahmi MF. 2016. Morphometric and meristic of common pleco (Loricariidae) on Ciliwung river watershed south Jakarta region. *Int'l J. of Advanced Research* 4(11):57-62.

Hadiaty RK. 2011. Diversitas dan hilangnya jenis-jenis ikan di sungai Ciliwung dan

Sungai Cisadane. *Berita Biologi* 10(4):491-504.

Hajibabaei M, Singer G, Elizabeth C, Paul D. 2007. Design and applicability of DNA barcodes in biodiversity monitoring. *J BMC Biol.* 5:1-7.

Hajibabaei M and McKenna C. 2012. DNA mini-barcode. *Springer science*. 858: 339-353.

Hebert N, Hanner R, Holm E, Nicholas EE, Taylor E, Burrige M, Watkinson D, Dumon P, Curry A, Bentzen P, Zhang, April J, Bernatchez. 2004. Identifying candian freshwater fishes through DNA barcodes. *J. Plos one*. 3: 174-180.

Jumawan JC, Vallejo BM, Herrera AA, Buerano CC, Fontanilla IKC. 2011. DNA barcodes of the suckermouth sailfin catfish *Pterygoplichthys* (Siluriformes: Loricariidae) in Marikina River system, Philippines: Molecular perspective of an invasive alien fish species. *Philippine Science Letters*. 2 : 103-113.

Kusumah RV. 2011. Introduksi spesies asing, apakah mengancam kelestarian ikan-ikan Ciliwung. Balai Perikanan Budidaya Air Tawar. Bogor.

Mahardika IGK dan Parede L. 2008. Analisa filogenetik sekuen nukleotida bagian hipervariabel protein VP2 virus gumboro isolat Indonesia. *Veteriner*. 9: 60-64.

Maramis RTD & Warouw V. 2014. Karakteristik DNA CO1 serangga laut gerridae yang berasal Nico LG, Butt PL, Johnston GR, Jelks HL, Kail M, Walsh SJ. 2012. Discovery of South American suckermouth armored catfish (Loricariidae, *Pterygoplichthys* spp.) in the Santa Fe River drainage, Suwannee River Basin, USA. *Bioinvasions Records* 1(3): 179-200.

Qoyyimah FD, Elfidasari D, Fahmi MF. 2016. Identifikasi ikan sapu-sapu (Loricariidae) berdasarkan pola abdomen di perairan Ciliwung. *J. of Bio* 20(1):40-43.

Rachmatika I dan Wahyudewantoro G. 2006. Jenis-jenis ikan introduksi di perairan tawar Jawa Barat dan Banten: Catatan tentang taksonomi dan distribusinya. *Jurnal Ikhtiologi Indonesia*. 6 : 93-97.

Ratmini NA. 2009. Kandungan logam berat Timbal (Pb), Merkuri (Hg) dan Cadmium (Cd) pada daging ikan sapu-sapu (*Hyposarcus pardalis*) di Sungai Ciliwung Stasiun Srengseng, Condet, dan Manggarai. *VIS VITALIS*. 2 : 1-7.

- Rosnaeni, Elfidasari D, Fahmi MR. 2017. DNA barcodes of the pleco (Loricariidae, Pterygoplichthys) in the Ciliwung River. *Int. J. Adv. Res* 5(2):33-45.
- Ward RD, Zemplak TS, Innes BH, Last PR, Hebert PDN. 2005. DNA barcoding Australia's fish species. *Philos Trans R soc Land B Biol Sci.* 360 : 1847-1857.
- Ward RD, Hanner R, Herbert DN. 2009. Review paper the campaign to DNA barcode all fishes, FISH-BOL. *J fish biol.* 74:329-356.
- Wu LW, Liu CC, Lin SM. 2011. Identification of sailfish catfish species (*Pterygoplichthys*, Loricariidae) in Taiwan based on morphology and mtDNA sequences. *Zoological Studies.* 50 : 235-246.
- Yu SCS dan Quilang JP. 2014. Molecular phylogeny of catfish (Teleostei: Siluriformes) in The Philippine using the mitochondrial genes CO1, Cyt b, 16S rRNA, and the Nuclear Genes Rag1 and Rag2. *Philippine journal of Science.* 143. [2]:187-198.
- Zworykin DD, Budaev SV. 2013. Non-indigenous armoured catfish in Vietnam: invasion and systematics. *Ichthyological Research* 60(4):327-333.

## **Pemilihan Tumbuhan Hutan Sebagai Sumber Pakan dan Pohon Sarang Kuskus Beruang (*Ailurops Ursinus*) di Sulawesi**

**Wartika Rosa Farida**

Pusat Penelitian Biologi – LIPI  
Cibinong Science Center, Jl. Raya Jakarta-Bogor KM 46, Cibinong 16911, Bogor  
Telp. (021)8765056, Fax (021)8765068, E-mail: wrfarida@indo.net.id

### **ABSTRAK**

Pemilihan Tumbuhan Hutan sebagai Sumber Pakan dan Pohon Sarang Kuskus Beruang (*Ailurops Ursinus*) di Sulawesi. Wartika Rosa Farida. Cibinong Science Center, Jl. Raya Jakarta-Bogor KM 46, Cibinong, Bogor. wrfarida@indo.net.id. Penelitian ini bertujuan untuk menghimpun data tentang pemilihan tumbuhan hutan sebagai sumber pakan dan pohon sarang bagi kuskus beruang (*Ailurops ursinus*) di wilayah Sulawesi Utara, Gorontalo, Sulawesi Tengah, dan Sulawesi Selatan. Kuskus beruang adalah jenis kuskus primitif terbesar dari Famili Phalangeridae, endemik Sulawesi dan pulau-pulau disekitarnya. Satwa ini berstatus dilindungi dan terancam punah akibat rusaknya habitat dan perburuan liar. Survei dengan metoda jelajah dilakukan dengan menjelajahi lokasi dimana kuskus beruang terlihat, mengumpulkan tumbuhan hutan yang dipilih oleh kuskus sebagai sumber pakannya dan pohon sarang. Dari hasil penelitian tercatat 74 jenis tumbuhan hutan yang terdiri atas 38 suku merupakan pilihan kuskus beruang sebagai sumber pakan di habitat aslinya dan 20 jenis pohon yang terdiri atas 13 suku yang disukai sebagai pohon sarang/bersembunyi. Bagian tumbuhan hutan yang dimakan berupa pucuk dan daun muda, bunga, dan buah.

**Kata kunci:** tumbuhan hutan, sumber pakan, pohon sarang, *Ailurops ursinus*

### **ABSTRACT**

*The Selection of Forest Plants As Feed Resources and Nesting tree on Bear Cuscus (Ailurops ursinus) in Sulawesi. Wartika Rosa Farida. Cibinong Science Center, Jl. Raya Jakarta-Bogor KM 46, Cibinong, Bogor. wrfarida@indo.net.id. The objective of this study is collecting data on the selection of forest plants as feed resources and nest tree of bear cuscus (Ailurops ursinus) in North Sulawesi, Gorontalo, Central- and South Sulawesi. The bear cuscus is the largest and most primitive species of the Phalangeridae, and it is endemic of Sulawesi and surrounding islands. These animals are protected and endangered due to habitat destruction and poaching. Surveys with the roaming method are carried out by exploring the location where the bear cuscus is visible, collecting the forest plant as feed resources and nest tree. The results showed 74 species of plants consisting of 38 families was selected by bear cuscus as their feed resources and 20 species of plants as their nesting site. Parts of the feed plants being consumed were shoots and young leaves, flowers, and fruit.*

**Keywords:** forest plant, feed resources, nest tree, *Ailurops ursinus*

### **PENDAHULUAN**

Kuskus adalah salah satu satwa berkantung (marsupialia) endemik Indonesia Timur yang penyebarannya meliputi Papua, Maluku, Sulawesi, dan Timor. Kuskus yang tergolong famili Phalangeridae sudah sejak lama diburu untuk dimanfaatkan daging, bulu, dan giginya oleh penduduk setempat. Hingga saat ini beberapa jenis satwa famili Phalangeridae sudah

terkategori terancam punah (*endangered*) dan menuju kepunahan (*vulnerable*), sebagian besar satwa tersebut secara hukum dilindungi dan tercantum dalam Appendix II Konvensi CITES (Baillie dan Groombridge, 1996). Kegiatan perburuan dan penangkapan kuskus di alam serta perdagangan yang tidak terkontrol berdampak terancamnya keberadaan satwa tersebut di habitat aslinya.

Kuskus beruang (*Ailurops ursinus*) adalah satwa berukuran besar dari famili Phalangeridae yang hidup bersimpatrik dengan kuskus kerdil (*Strigocuscus celebensis*) dan keduanya merupakan satwa endemik Sulawesi, yang hanya dapat dijumpai di Pulau Sulawesi dan kepulauan disekitarnya, kecuali kuskus kerdil peleng (*Strigocuscus pelengensis*) yang endemik pulau peleng (McKay dan Winter, 1989; Flannery, 1995). Kuskus beruang merupakan jenis kuskus yang paling besar dan paling primitif, memiliki panjang tubuh mulai dari kepala hingga ujung ekornya lebih dari satu meter dan tercatat sebagai mamalia terbesar di tajuk atas hutan Sulawesi (Kinnaird, 1995). Dua genus kuskus beruang yang hidup di Sulawesi yaitu kuskus beruang Sulawesi (*Ailurops ursinus*) yang penyebarannya di daratan Pulau Sulawesi, Peleng, Muna, Buton, dan Togian, serta kuskus beruang Talaud (*Ailurops melanotis*) endemik di Pulau Salibabu, Kabupaten Kepulauan Talaud, Sulawesi Utara (Flannery, 1995).

Di alam Kuskus beruang hidup berpasangan dan bersifat diurnal atau aktif sepanjang hari (Tarmuji dan McKinnon, 1980; Flannery dan Schouten, 1994; Kinnaird, 1997) berbeda dengan jenis-jenis kuskus (*Phalanger* sp.) lainnya yang umumnya bersifat soliter dan nokturnal atau aktif di malam hari (Flannery, 1995).

Di habitatnya, kuskus beruang lebih banyak mengkonsumsi dedaunan daripada buah-buahan (Whitten *et al.*, 1988), terutama bagian pucuk dan daun muda (Dwiyaheni *et al.*, 1999). Sedangkan kuskus kerdil yang juga satwa endemik Sulawesi yang bersifat aktif di malam hari (nokturnal) dan pemakan buah. Keutuhan habitat dan kelestarian jenis tumbuhan hutan sebagai sumber pakan bagi kuskus beruang yang menghuni hutan Sulawesi perlu dijaga keutuhannya, guna menjamin kelangsungan hidup satwa tersebut di habitat aslinya.

Eksplorasi ke Sulawesi Utara, Gorontalo, Sulawesi Tengah, dan Sulawesi Selatan bertujuan untuk menghimpun data tentang keragaman jenis tumbuhan pakan dan kondisi habitat bagi kuskus beruang di wilayah tersebut.

## BAHAN DAN METODE

Kegiatan penelitian berupa eksplorasi ke wilayah Sulawesi Utara, Gorontalo, Sulawesi Tengah, dan Sulawesi Selatan telah dilaksanakan selama 8 minggu. Lokasi survai sebaran habitat, jenis tumbuhan hutan yang disukai kuskus beruang sebagai pakan, pohon sarang, dan pemanfaatan kuskus oleh masyarakat di wilayah Sulawesi Utara (Kabupaten Minahasa, C.A. Gunung Tangkoko batu Angus, C.A. Gunung Dudasudara, Taman Wisata Batuputih, Taman Wisata Batu Angus), Gorontalo (T.N. Bogani Nani Wartabone), Sulawesi Tengah (Kabupaten Donggala meliputi hutan di Kecamatan Parigi, Kecamatan Parigi, dan Kecamatan Tawael; Kabupaten Poso meliputi hutan di Kecamatan Ulubangka, Kecamatan Pamona Utara, C.A. Tanjung api; Kabupaten Banggai, meliputi Hutan di Kecamatan Bunta; Kabupaten Luwuk meliputi hutan di Kecamatan Luwuk, S.M. Lombuyan; Kabupaten Morowali meliputi hutan di Kecamatan Bungku Utara, Kecamatan Baturube), dan Sulawesi Selatan (C.A. Bantimurung dan C.A. Karaenta di Kabupaten Maros) (Tabel 1).

Metoda jelajah digunakan dalam survai ini dengan langsung menjelajahi wilayah penyebaran habitat, dan keberadaan kuskus beruang, pohon sarang, serta jenis-jenis tumbuhan hutan sebagai sumber pakan diketahui dari informasi penduduk lokal. Di setiap lokasi/wilayah target survai dilakukan pengumpulan sampel pakan berupa bagian-bagian tumbuhan yang dimakan oleh kuskus beruang seperti daun, bunga, buah, batang, dan umbut, kemudian diberi nomor koleksi dan dicatat nama daerah/lokal, lokasi, dan tanggal koleksi. Setiap pohon yang dijumpai sebagai tempat bersarang/bersembunyi kuskus dilakukan pengukuran diameter batang setinggi dada (*dbh*, *diameter breast height*), tinggi pohon, dan perkiraan tinggi tempat bersarang dari tajuk pohon. Guna keperluan identifikasi nama ilmiah tumbuhan pakan dan pohon sarang, maka diambil juga sampel tumbuhan berupa batang, ranting, daun, bunga, dan buah (bila ada) guna pembuatan

herbarium. Di *base camp* sampel tumbuhan pakan dipotong-potong kecil, dikering-anginkan dan dijemur di bawah sinar matahari hingga dicapai berat kering matahari. Sampel yang telah kering disimpan dalam kantung-kantung plastik dan diberi *silica gel*. Di Laboratorium Pengujian Nutrisi, Pusat Penelitian Biologi – LIPI Cibinong, potongan-potongan sampel pakan kemudian dikeringkan dalam oven selama 12 - 18 jam untuk dedaunan dan 20-24 jam untuk buah-buahan pada suhu 60°C. Sampel kering oven kemudian digiling halus untuk selanjutnya dilakukan analisa kandungan nutrisi (analisa

proksimat: kadar air, abu, protein, lemak, serat kasar, dan energi bruto) berdasarkan berdasarkan AOAC (1995). Identifikasi nama ilmiah dari tumbuhan pakan dan pohon sarang dilakukan di Herbarium Bogoriense/Bidang Botani, Pusat Penelitian Biologi-LIPI Cibinong, Bogor.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Posisi lokasi penelitian di Sulawesi Utara, Gorontalo, Sulawesi Tengah, dan Sulawesi Selatan disajikan pada Tabel 1

Tabel 1. Posisi Lokasi Penelitian di Sulawesi Utara, Gorontalo, Sulawesi Tengah, dan Sulawesi Selatan

| LAT D | LAT M | LATS | DIRL AT | LONGD | LONG M | LONG | DIRL ON | ALT (m dpl) | LOKASI   |
|-------|-------|------|---------|-------|--------|------|---------|-------------|--|
| 1     | 27    | 37,5 | N       | 125   | 13     | 25,0 | E       | 5           | Ds. Tandurusa, Kec. Bitung timur, Bitung, Sulut                                |
| 1     | 30    | 12,1 | N       | 125   | 14     | 5,6  | E       | 50          | G. Batu Angus, Kel. Makawidew, Kec. Bitung timur, Sulut                        |
| 1     | 30    | 49,9 | N       | 125   | 8      | 25,3 | E       |             | C.A. G. Dua Sudara, Bitung Utara, Sulut  |
| 0     | 33    | 31,6 | N       | 123   | 7      | 22,5 | E       | 60          | Taman Wisata Buaya manasuka, Ds. Lonuo, Kec. Kabila, Kab. Gorontalo, Gorontalo |
| 0     | 32    | 18,3 | N       | 123   | 10     | 48,4 | E       | 57          | Ds. Lombongo, Kec. Suwawa, Kab. Bone Bolango, Gorontalo                        |
| 0     | 30    | 17,7 | N       | 123   | 15     | 25,1 | E       | 75          | Ds. Tulabolo, Kec. Suwawa, Kab. Bone Bolango, Gorontalo                        |
| 0     | 37    | 35,7 | N       | 122   | 57     | 8,7  | E       | 60          | Kec. Limboto, Kab. Gorontalo, Gorontalo  |
| 0     | 30    | 41,9 | N       | 123   | 15     | 51,8 | E       | 110         | TN Bogani Nani Wartabone, Kab. Bone Bolango, Gorontalo                         |
| 0     | 43    | 21,9 | S       | 119   | 56     | 8,9  | E       | 290         | Ds. Karumba, Kec. Tawaeli, Kab. Donggala, Sulteng                              |
| 0     | 43    | 38,7 | S       | 120   | 1      | 54,2 | E       | 750         | Ds. Tuboli, Kec. Parigi, Kab. Donggala, Sulteng                                |
| 1     | 0     | 51,1 | S       | 121   | 26     | 1,2  | E       |             | Ds. Tampanombo, Kec. Ulubangka, kab. Poso, Sulteng                             |
| 1     | 45    | 32,0 | S       | 120   | 41     | 15,3 | E       | 750         | Ds. Kelei, Kec. Pamona Utara, Kab. Poso, Sulteng                               |
| 0     | 57    | 16,1 | S       | 121   | 27     | 47,5 | E       |             | Ds. Morowo, Kec. Ulubangka, Kab. Poso, Sulteng                                 |

|   |    |      |   |     |    |      |   |     |   |
|---|----|------|---|-----|----|------|---|-----|---|
| 0 | 50 | 53,2 | S | 121 | 36 | 10,7 | E | 130 | C.A. Tanjung Api, Ds. Labuan, Kec. Ampana, Kab. Poso, Sulteng |
| 0 | 59 | 3,1  | S | 121 | 51 | 5,6  | E | 0   | Ds. Balingara, Kec. Ampanatete, Kab. Poso, Sulteng            |
| 0 | 47 | 12,1 | S | 122 | 20 | 45,7 | E | 10  | Ds. Toima, Kec. Bunta, Kab. Banggai, Sulteng                  |
| 0 | 57 | 23,1 | S | 122 | 7  | 1,9  | E | 10  | Ds. Balaan, Kec. Bunta, Kab. Banggai, Sulteng                 |
| 0 | 49 | 4,2  | S | 122 | 52 | 12,5 | E | 603 | Ds. Salodik, Kec. Luwuk, Kab. Luwukk, Sulteng                 |
| 0 | 47 | 57   | S | 122 | 54 | 26,2 | E | 500 | SM. Lombuyan, Kab. Luwuk, Sulteng                             |
| 0 | 52 | 5,0  | S | 122 | 53 | 39,9 | E | 350 | Ds. Kamumu, Kec. Luwuk, Kab. Luwuk, Sulteng                   |
| 0 | 52 | 9,4  | S | 123 | 1  | 4,6  | E | 5   | Ds. Hunduhon, Kec. Luwuk, Kab. Luwuk, Sulteng                 |
| 0 | 55 | 10,1 | S | 122 | 54 | 35,6 | E | 10  | Ds. Bunga, Kec. Luwuk, Kab. Luwuk                             |
| 1 | 23 | 42,2 | S | 122 | 24 | 37,6 | E | 10  | Ds. Sinorang, Kec. Batue, Kab. Luwuk, Sulteng                 |
| 1 | 37 | 25,4 | S | 121 | 59 | 23,7 | E | 20  | Ds. Panauke, Kec. Bungku utara, Kab. Morowali                 |
| 1 | 41 | 45,4 | S | 131 | 49 | 58,7 | E | 20  | Ds. Boba, Kec. Bungku utara, Kab. Morowali, Sulteng           |
| 1 | 46 | 17,6 | S | 121 | 47 | 48,8 | E | 0   | Ds. Baturube, Kec. Bungku utara, Kab. Morowali, Sulteng       |
| 1 | 45 | 36,6 | S | 121 | 40 | 45,9 | E | 40  | C.A. Morowali, Ds. Taronggoi, Kab. Morowali, Sulteng          |
| 5 | 1  | 5,8  | S | 119 | 41 | 4,2  | E | 70  | T.W. Bantimurung, Kab. Maros, Sulsel                          |
| 5 | 2  | 14,6 | S | 119 | 44 | 19,2 | E | 200 | C.A. Karaenta, Kab. Maros, Sulsel                             |

Keterangan: LAT= Latitude (lintang posisi derajat), LONG= Longitude (bujur posisi derajat), LATM= Latitude Minute (lintang posisi menit), LONGM= Longitude Minute (bujur posisi menit), LATS= Latitude Second (lintang posisi detik), LONGS= Longitude Second (bujur posisi detik), DIRLAT= Direction Latitude (arah lintang), DIRLONG= Direction Longitude (arah bujur), ALT= Altimeter (meter di atas permukaan laut)

Dalam perjalanan survai di Sulawesi Utara, Gorontalo, Sulawesi Tengah, dan Sulawesi Selatan, beberapa kali terlihat kuskus beruang berada di pohon-pohon pada siang hari. Menurut Kinnaird (1997) bahwa kuskus beruang aktif di siang dan malam, sedangkan Lee (2000) melaporkan, sebagian besar waktunya dihabiskan untuk beristirahat atau tidur, dengan sedikit waktu untuk makan, merawat tubuh, dan bahkan sedikit interaksi sosial. Di habitatnya, kuskus beruang menghabiskan 64% waktunya untuk beristirahat dan 5,6% untuk makan dari

keseluruhan aktivitas hariannya (Dwiyahreni *et al.*, 1999). Sedangkan Talumepa *et al.* (2016) melaporkan di alam kuskus beruang menggunakan waktu hariannya 56,86% istirahat, 26,98% makan, 15,11% berjalan, 0,98% grooming, dan 0,03% kegiatan sosialisasinya. Hasil penelitian Farida *et al.* (2001a), aktivitas kuskus beruang tetap aktif dimulai dari jam 06.00 hingga 24.00, dan durasi waktu yang digunakan kuskus untuk aktivitas makan dalam satu hari adalah 6 jam.

Habitatnya hampir tersebar disemua lokasi yang terjelajah di empat propinsi tersebut, baik di wilayah luar kawasan hutan lindung dan cagar alam maupun daerah dalam kawasan (Tabel 1). Hal ini sesuai dengan pernyataan Flannery (1995) dan Kinnaird (1995) tentang keberadaan satwa tersebut di Sulawesi. Penyebaran kuskus beruang meliputi juga P. Muna, P. Peleng, dan P. Togian. Hasil identifikasi memperlihatkan ada 20 jenis pohon yang terdiri atas 13 suku, yang dipilih kuskus beruang sebagai tempatnya bersarang/bersembunyi sementara (Tabel 2).

Achmad *et al.* (2016) dari hasil penelitian menemukan 12 pohon yang disukai kuskus beruang sebagai pohon sarang sekaligus sebagai pohon pakan, yaitu 6 pohon *Dracontomelon dao*, 4 pohon *Palaquium obovatum*, 1 pohon *Diospyros celebica*, dan 1 pohon *Ficus* sp. Dari Tabel 2 hanya pohon sarang jenis *Ficus* sp. yang ada kesamaan dengan temuan Achmad *et al.* (2016). Hal ini dikarenakan penelitian ini dilakukan di wilayah 4 propinsi, sehingga ditemukan lebih beragam pohon sarang bagi kuskus beruang yaitu 20 jenis yang tergolong dalam 13 suku. Ketinggian pohon sarang yang disukai kuskus beruang berkisar antara 13 - 48,50 m dengan ketinggian sarang berkisar 8,40 – 45,10 m dari permukaan tanah (Tabel 2) yang tergolong pohon besar. Sejalan dengan penelitian Achmad *et al.* (2016), kuskus beruang memilih pohon pakan sebagai pohon sarang dengan tinggi pohon lebih banyak diatas 12 meter. Sedangkan hasil penelitian Dwiyahreni *et al.* (1999) melaporkan menemukan 29 ekor kuskus beruang di pohon sarang dengan rata-rata ketinggian pohon 20 m  $\pm$  2,66 m.

Jenis-jenis tumbuhan hutan yang merupakan pilihan kuskus beruang sebagai pakan di habitat aslinya diperoleh sebanyak 74 jenis yang terdiri atas 38 suku dengan ketinggian pohon berkisar 7 – 63 m (Tabel 3). Bagian tumbuhan yang dimakan oleh kuskus beruang terdiri dari 50 jenis daun dan 28 jenis buah (Tabel 4). Hal ini sesuai dengan laporan Whitten *et al.* (1988) bahwa di habitatnya kuskus beruang lebih banyak mengkonsumsi dedaunan daripada buah-

buah. Hasil penelitian Achmad *et al.* (2016), bagian tumbuhan yang dimakan hanyalah daun dan kulit ranting dari 4 jenis tumbuhan hutan yang ditemukan sebagai pakan kuskus beruang yaitu *Dracontomelon dao*, *Palaquium obovatum*, *Diospyros celebica*, dan *Ficus* sp. Dwiyahreni *et al.* (1999) dari hasil penelitian di lapangan melaporkan, kuskus beruang mengkonsumsi daun muda terutama bagian pucuknya. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Farida *et al.* (2003) dari empat jenis daun beserta ranting yang diberikan kepada kuskus beruang di penangkaran, sebagian besar hanya dimakan bagian lunaknya (pucuk daun dan batang muda). Hal ini dapat dijelaskan karena pada daun-daun muda teksturnya lembut, kandungan proteinnya tinggi, konsentrasi tanin dan ligninnya rendah, juga lebih mudah dicerna daripada daun-daun tua (Oates *et al.*, 1980 dan Mc Key *et al.*, 1981)

Dari kelompok tumbuhan pakan kuskus beruang terdiri 71 jenis pohon, satu jenis perdu, satu jenis merambat, dan satu jenis paku-pakuan (Tabel 3). Bagian dari jenis pohon yang dimakan kuskus adalah pucuk dan daun muda, bunga, dan buah. Sedangkan dari jenis tanaman perdu, bagian yang dimakan adalah buah dan dari tumbuhan merambat serta paku-pakuan adalah daun. Kuskus beruang mengkonsumsi lebih banyak daun-daunan, sedangkan kuskus kerdil (*Strigocuscus celebensis*) yang juga endemik Sulawesi, lebih menyukai buah-buahan (Kinnaird, 1995; Farida dan Dahruddin, 2008). Dari banyaknya jenis pakan yang dipilih kuskus berupa pohon, jelas terlihat bahwa kuskus adalah hewan arboreal atau hewan yang hidupnya di atas pohon. Berbeda dengan kuskus beruang, jenis kuskus lainnya (*Phalanger* sp.) dan kuskus totol (*Spiloglossus maculatus*) lebih memilih buah-buahan yang segar dan terasa asam yang mengandung serat kasar tinggi dan rendah lemak (Saragih *et al.*, 2010; Farida *et al.*, 1999; Farida & Semiadi, 1999; Farida *et al.*, 2001b; Farida *et al.*, 2003; Farida *et al.*, 2005; Dahruddin *et al.*, 2005; Farida dan Dahruddin, 2008). Hasil survai menunjukkan bahwa kuskus merupakan hewan pemakan tanaman (herbivora), walaupun beberapa literatur melaporkan bahwa kuskus di habitat aslinya juga mengkonsumsi telur burung,

anak burung, kadal, dan anak mamalia kecil (Menzies, 1991; Petocz, 1994). Hasil analisa kandungan nutrisi tumbuhan hutan sebagai pakan kuskus beruang yang terkoleksi selama survai dapat dilihat pada Tabel 4.

Dari Tabel 4 terlihat sangat bervariasi kandungan nutrisi tumbuhan hutan sebagai pakan kuskus beruang, yaitu BK (88,54% - 95,41%,

kadar abu (3,44% -1822%), protein (2,79% - 26,20%), lemak (0,94% - 10,83%) dan serat kasar (7,87% - 36,03%). Kandungan bahan kering yang tinggi, karena daun-daunan dan buah-buahan yang dikoleksi dari hasil survai dianalisis dalam keadaan kering matahari, guna menghindari pembusukkan.

Tabel 2. Daftar Tumbuhan Hutan Yang Dipilih Kuskus Beruang Sebagai Tempat Bersarang

| Suku           | Jenis                            | Nama Lokal     | Tinggi (m) | Ketinggian Sarang (m)* |
|----------------|----------------------------------|----------------|------------|------------------------|
| Anacardiaceae  | <i>Koordersidendron pinnatum</i> | Siuri          | 30,75      | 28,15                  |
| Apocynaceae    | <i>Alstonia scholaris</i>        | Kayu telur     | 48,00      | 44,00                  |
| Arecaceae      | <i>Metroxylon sagu</i>           | Sagu           | 13,00      | 8,40                   |
|                | <i>Arenga piñata</i>             | Aren           | 13,00      | 8,50                   |
| Burseraceae    | <i>Garuga floribunda</i>         | Kayu kambing   | 19,50      | 18,20                  |
|                | <i>Dacryodes rostrata</i>        | Kenari hutan   | 16,00      | 15,75                  |
| Clusiaceae     | <i>Calophyllum soulattri</i>     | Kapuraca       | 36,50      | 33,80                  |
| Euphorbiaceae  | <i>Mallotus philippinensis</i>   | Langgelobitule | 31,75      | 28,60                  |
|                | <i>Macaranga sp.</i>             | Bintangar      | 22,25      | 20,40                  |
| Flacourtiaceae | <i>Hydnocarpus heterophylla</i>  | Saramunteh     | 36,50      | 33,70                  |
| Moraceae       | <i>Ficus variegata</i>           | Aha            | 33,65      | 30,55                  |
|                | <i>Ficus sp.</i>                 | Beringin hutan | 35,60      | 33,10                  |
|                | <i>Artocarpus kemandu</i>        | Nangka-nangka  | 23,50      | 20,90                  |
| Rubiaceae      | <i>Neonauclea calycine</i>       | Pakoba         | 35,90      | 31,80                  |
|                | <i>Anthocephalus sp.</i>         | Toa            | 30,40      | 27,90                  |
| Rutaceae       | <i>Evodia celebica</i>           | Ampedu         | 37,00      | 34,60                  |
| Sapindaceae    | <i>Harpulia cupanioides</i>      | Wariu          | 48,50      | 45,10                  |
| Sapotaceae     | <i>Palaquium obtusifolium</i>    | Nantu          | 25,00      | 22,50                  |
|                | <i>Manilkara celebica</i>        | Komea          | 32,70      | 30,00                  |
| Sonneratiaceae | <i>Duabangan moluccana</i>       | Aras           | 40,00      | 37,80                  |

\* Tinggi sarang dari permukaan tanah

Tabel 3. Daftar Tumbuhan Hutan Sebagai Sumber Pakan Kuskus Beruang

| Suku             | Jenis                            | Nama Lokal        | Tinggi (m) | Diame-ter (cm) |
|------------------|----------------------------------|-------------------|------------|----------------|
| Anacardiaceae    | <i>Koordersidendron pinnatum</i> | Siuri             | 30,75      | 20,21          |
|                  | <i>Anacardium occidentale</i>    | Buah yaki         | 11,50      | 18,93          |
|                  | <i>Dracontomelon dao</i>         | Rao               | 63,00      | 353,17         |
|                  | <i>Spondias malayana</i>         | Lonsom            | 18,50      | 7,96           |
|                  | <i>Pentaspadon motleyi</i>       | Lasuna            | 30,00      | 24,34          |
|                  | <i>Pentaspadon sp.</i>           | Empo              | 15,00      | 22,59          |
|                  | <i>Mangifera sp.</i>             | Mangga dodol      | 14,25      | 15,35          |
| Annonaceae       | <i>Canangaium odoratum</i>       | Kananga           | 32,50      | 25,14          |
|                  | <i>Polyalthia rumphii</i>        | Bangkaol          | 27,00      | 8,12           |
|                  | <i>Alphonsea javanica</i>        | Kayu hitam        | 10,50      | 2,07           |
| Apocynaceae      | <i>Alstonia scholaris</i>        | Kayu telur        | 48,00      | 36,34          |
| Araucariaceae    | <i>Agathis dammara</i>           | Weana             | 53,00      | 31,83          |
| Burseraceae      | <i>Garuga floribunda</i>         | Kayu kambing      | 19,50      | 47,41          |
|                  | <i>Dacryodes rostrata</i>        | Kenari hutan      | 16,00      | 4,78           |
| Clusiaceae       | <i>Garcinia tetrandra</i>        | Lisung hijau      | 8,75       | 3,18           |
| Combretaceae     | <i>Terminalia catappa</i>        | Nusu              | 12,25      | 13,05          |
| Datisceae        | <i>Tetrameles nudiflora</i>      | Bolangitan        | 3,5        | 5,41           |
|                  | <i>Octomeles sumatrana</i>       | Gammi             | 25,00      | 26,09          |
| Dilleniaceae     | <i>Dillenia ochreatea</i>        | Lisung putih      | 12,50      | 6,84           |
| Dipterocarpaceae | <i>Vatica rassak</i>             | Damar dereh putih | 22,50      | 15,25          |
| Elaeocarpaceae   | <i>Muntingia calabura</i>        | Kersen            | 7,00       | 10,82          |

|                 |   |                 |          |        |
|-----------------|---|-----------------|----------|--------|
| Euphorbiaceae   | <i>Acalypha caturus</i>                 | Kios            | 34,00    | 17,82  |
|                 | <i>Mallotus philippinensis</i>          | Langgelobitule  | 31,75    | 15,91  |
|                 | <i>Baccaurea javanica</i>               | Gesengo         | 8,25     | 5,80   |
| Fabaceae        | <i>Cynometra ramiflora</i>              | Namnam          | 13,25    | 5,49   |
| Fagaceae        | <i>Lithocarpus sp.</i>                  | Pulolik         | 25,00    | 12,73  |
| Flacourtiaceae  | <i>Homalium celebicum</i>               | Karongis        | 11,20    | 9,85   |
| Gnetaceae       | <i>Gnetum gnemon</i>                    | Ganemo          | 21,00    | 10,18  |
| Hippericaceae   | <i>Cratoxylum sumatranum</i>            | Huhingo         | 23,00    | 12,33  |
| Hippocratiaceae | <i>Salacia sp.</i>                      | Gopasa          | 72,25    | 20,37  |
| Icacinaceae     | <i>Phytocrene sp.</i>                   | Tali hutan      | merambat | 5,25   |
| Lauraceae       | <i>Litsea mappaceae</i>                 | Waka            | 45       | 33,71  |
| Lecythidaceae   | <i>Planchonia valida</i>                | Putat           | 27,00    | 12,09  |
| Meliaceae       | <i>Aglaia cordata</i>                   | Langsat hutan   | 4,10     | 3,34   |
|                 | <i>Melia azedarach</i>                  | Kayu bugis      | 23,50    | 11,14  |
|                 | <i>Cendrela odorata</i>                 | Poa             | 11,40    | 7,64   |
|                 | <i>Dysoxylum sp.</i>                    | Kayu jawa       | 15,00    | 11,94  |
| Moraceae        | <i>Ficus sp1.</i>                       | Marihallasa     | 22,00    | 21,48  |
|                 | <i>Ficus sp2.</i>                       | Beringin hutan  | 35,60    | -      |
|                 | <i>F. variegattus</i>                   | Aha             | 33,65    | 62,52  |
|                 | <i>F. fistulasa</i>                     | Tine            | 13,50    | 10,34  |
|                 | <i>F. glandulifera</i>                  | Kalukenrang     | 18,25    | 14,32  |
|                 | <i>Artocarpus kemando</i> <sup>43</sup> | Nangka-nangka   | 23,50    | 30,23  |
| Musaceae        | <i>Musa acuminata</i>                   | Pisang hutan    | 7,80     | 8,27   |
| Myrtaceae       | <i>Syzygium sp1.</i>                    | Desung          | 10,95    | 6,68   |
|                 | <i>Syzygium sp2.</i>                    | Tembes merah    | 31,30    | 31,18  |
|                 | <i>S. javanica</i>                      | Gora hutan      | 16,00    | 11,62  |
|                 | <i>S. bantaamensis</i>                  | Tembes putih    | 36,25    | 30,07  |
|                 | <i>S. domestica</i>                     | Bombongan       | 38,00    | 38,34  |
| Piperaceae      | <i>Piper aduncum</i>                    | Tembe           | 9,50     | 4,46   |
| Polypodiaceae   | <i>Selliguea heterocarpa</i>            | Tebang          | Paku-    | -      |
|                 |   |                 | pakuan   |        |
| Proteaceae      | <i>Helicia robusta</i>                  | Pala hutan      | 15,75    | 12,41  |
| Rubiaceae       | <i>Pavetta multiflora</i>               | Seha            | 13,00    | 9,07   |
|                 | <i>Neonauclea calycine</i>              | Pakoba biru     | 35,90    | 100,54 |
| Rutaceae        | <i>Evodia celebica</i>                  | Ampedu          | 37,00    | 19,25  |
| Sapindaceae     | <i>Harpulia cupanioides</i>             | Wariu           | 48,50    | 31,34  |
|                 | <i>Ganophyllum falcatum</i>             | Kedondong hutan | 19,50    | 4,62   |
|                 | <i>Pometia pinnata</i>                  | Loyo            | 24,00    | 18,93  |
|                 | <i>Elatostachys zippeliana</i>          | Kompulos        | 31,00    | 17,50  |
|                 | <i>Dimocarpus logan</i>                 | Tumea           | 16,75    | 14,80  |
| Sapotaceae      | <i>Palaquium obtusifolium</i>           | Nantu           | 25,00    | 29,43  |
| Simarubaceae    | <i>Ailanthus integrifolia</i>           | Lento-lento     | 25,00    | 12,41  |
| Sonneratiaceae  | <i>Duabanga moluccana</i>               | Aras            | 40,00    | 114,54 |
| Sterculiaceae   | <i>Pterospermum javanicum</i>           | Wolo            | 41,00    | 54,57  |
|                 | <i>Melochia umbellata</i>               | Kayu bintang    | 26,00    | 12,09  |
|                 | <i>Sterculia coccinea</i>               | Kapok hutan     | 21,50    | 9,87   |
|                 | <i>Pterospermum celebicum</i>           | Bayur           | 32,25    | 22,27  |
|                 | <i>Pterocymbium javanicum</i>           | Taluto          | 38,00    | 19,10  |
| Ulmaceae        | <i>Trema orientalis</i>                 | Ruku            | 31,25    | 27,68  |
| Urticaceae      | <i>Villebrunea rubescens</i>            | Lalangusan      | 15,00    | 6,84   |
|                 | <i>V. rubescens</i>                     | Bukan-bukan     | 7,00     | 8,75   |
|                 | <i>Dendrochinide microstigma</i>        | Lalatang        | 21,00    | 18,82  |
| Verbenaceae     | <i>Teijsmanniodendron bogoriense</i>    | Wolato          | 19,00    | 13,68  |
|                 | <i>Lantana camara</i>                   | Katambar hutan  | Perdu    | -      |

Tabel 4. Kandungan Nutrisi Jenis Tumbuhann Hutan sebagai Pakan Kuskus

| No. | Nama local    | BK              | Abu  | Protein | Lemak | Serat kasar |
|-----|---------------|-----------------|------|---------|-------|-------------|
|     |               | ..... (%) ..... |      |         |       |             |
|     | <b>DAUN :</b> |                 |      |         |       |             |
| 1.  | Kayu telur    | 94,82           | 8,93 | 14,47   | 4,88  | 28,55       |
| 2.  | Kayu bintang  | 92,74           | 7,83 | 15,77   | 1,94  | 30,37       |
| 3.  | Nantu         | 92,48           | 8,61 | 9,41    | 3,64  | 27,89       |
| 4.  | Wolo          | 95,31           | 8,24 | 10,84   | 1,84  | 23,03       |

|               |                 |       |       |       |       |       |
|---------------|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 5.            | Wariu           | 95,02 | 10,54 | 15,09 | 1,98  | 26,14 |
| 6.            | Bolangitan      | 93,90 | 9,53  | 19,35 | 3,78  | 25,29 |
| 7.            | Nusu            | 93,29 | 6,70  | 14,84 | 1,87  | 33,07 |
| 8.            | Kayu kambing    | 93,50 | 7,44  | 16,16 | 1,89  | 29,86 |
| 9.            | Kananga         | 92,70 | 5,23  | 15,93 | 2,87  | 21,45 |
| 10.           | Ruku            | 91,35 | 12,75 | 21,48 | 0,99  | 29,80 |
| 11.           | Gora hutan      | 93,88 | 7,81  | 9,46  | 2,90  | 27,83 |
| 12.           | Gopasa          | 94,79 | 17,33 | 9,08  | 1,95  | 26,54 |
| 13.           | Kapok           | 92,43 | 13,60 | 10,53 | 3,87  | 32,16 |
| 14.           | Lalangusan      | 91,65 | 18,22 | 12,80 | 0,94  | 29,05 |
| 15.           | Aras            | 91,41 | 7,49  | 10,70 | 0,96  | 30,33 |
| 16.           | Kios            | 92,82 | 14,09 | 25,27 | 1,86  | 32,52 |
| 17.           | Rao             | 94,22 | 14,35 | 2,79  | 10,83 | 23,49 |
| 18.           | Kenari          | 93,92 | 15,34 | 8,59  | 1,90  | 20,37 |
| 19.           | Bangkaol        | 92,32 | 13,45 | 14,77 | 3,87  | 23,64 |
| 20.           | Ampedu          | 93,50 | 7,78  | 16,70 | 1,92  | 25,57 |
| 21.           | Bombongan       | 92,37 | 7,18  | 8,26  | 1,93  | 32,64 |
| 22.           | Tebang          | 91,71 | 15,63 | 8,79  | 1,91  | 23,41 |
| 23.           | Ganemo          | 93,63 | 7,61  | 21,22 | 2,90  | 26,28 |
| 24.           | Wolato          | 93,36 | 12,27 | 6,31  | 1,93  | 23,45 |
| 25.           | Kayu bugis      | 94,05 | 8,65  | 14,30 | 3,88  | 18,76 |
| 26.           | Kedondong hutan | 93,51 | 9,48  | 18,36 | 2,90  | 30,11 |
| 27.           | Huhingo         | 93,85 | 6,24  | 10,40 | 0,97  | 25,44 |
| 28.           | Loyo            | 90,48 | 3,44  | 7,73  | 0,97  | 26,82 |
| 29.           | Gesengo         | 89,04 | 14,08 | 7,99  | 0,97  | 30,12 |
| 30.           | Mangga dodol    | 92,11 | 5,95  | 9,37  | 1,93  | 18,81 |
| 31.           | Buhu            | 92,46 | 7,58  | 13,14 | 0,98  | 21,66 |
| 32.           | Namnam          | 93,71 | 5,29  | 7,68  | 0,97  | 24,01 |
| 33.           | Poa             | 93,53 | 10,65 | 22,82 | 0,97  | 22,57 |
| 34.           | Syuri           | 92,84 | 6,45  | 15,83 | 1,91  | 19,98 |
| 35.           | Longolian       | 94,35 | 5,17  | 19,18 | 0,97  | 18,62 |
| 36.           | Lonsom          | 94,03 | 5,04  | 11,64 | 0,96  | 12,10 |
| 37.           | Bayu            | 95,76 | 4,83  | 10,84 | 1,98  | 22,07 |
| 38.           | Kompulos        | 95,41 | 6,24  | 12,72 | 0,97  | 27,09 |
| 39.           | Putat           | 94,58 | 5,49  | 11,28 | 0,97  | 26,82 |
| 40.           | Gammi           | 92,77 | 10,55 | 26,20 | 0,95  | 15,65 |
| 41.           | Lento-lento     | 94,08 | 9,27  | 15,79 | 1,94  | 17,91 |
| 42.           | Accang          | 93,49 | 8,85  | 12,90 | 0,97  | 18,02 |
| 43.           | Lasuna          | 93,66 | 10,42 | 25,95 | 1,98  | 28,34 |
| 44.           | Tumea           | 92,49 | 5,12  | 17,53 | 0,98  | 25,77 |
| 45.           | Empo            | 91,89 | 14,40 | 10,75 | 1,97  | 15,43 |
| 46.           | Kalukenrang     | 90,75 | 13,13 | 8,88  | 0,98  | 23,27 |
| 47.           | Marihalasa      | 90,61 | 15,81 | 11,38 | 1,95  | 21,83 |
| 48.           | Bukan-bukan     | 88,54 | 16,89 | 15,26 | 0,98  | 7,87  |
| 49.           | Lalatang        | *     | *     | *     | *     | *     |
| 50.           | Tali hutan      | **    | **    | **    | **    | **    |
| <b>BUAH :</b> |                 |       |       |       |       |       |
| 51.           | Tine            | 95,39 | 10,26 | 7,28  | 2,76  | 30,07 |
| 52.           | Buah yaki       | 92,64 | 3,68  | 8,36  | 2,93  | 36,03 |
| 53.           | Aha             | 94,55 | 12,46 | 7,00  | 2,88  | 21,74 |
| 54.           | Nusu            | 91,60 | 10,02 | 8,93  | 0,95  | 20,89 |
| 55.           | Beringin hutan  | 93,94 | 5,12  | 6,62  | 3,86  | 26,36 |
| 56.           | Lisung          | 94,72 | 8,43  | 5,31  | 1,91  | 23,18 |
| 57.           | Kedondong hutan | 93,76 | 6,33  | 4,62  | 0,97  | 22,54 |
| 58.           | Kayu bugis      | 92,60 | 7,57  | 3,53  | 0,95  | 31,44 |
| 59.           | Namnam          | 93,91 | 6,73  | 10,57 | 0,97  | 30,27 |
| 60.           | Ketumbar hutan  | 93,15 | 6,88  | 8,41  | 0,95  | 30,56 |
| 61.           | Desung          | ***   | ***   | ***   | ***   | ***   |
| 62.           | Pakoba          | ***   | ***   | ***   | ***   | ***   |
| 63.           | Nangka hutan    | ***   | ***   | ***   | ***   | ***   |
| 64.           | Langsat hutan   | ***   | ***   | ***   | ***   | ***   |
| 65.           | Tembes merah    | ***   | ***   | ***   | ***   | ***   |
| 66.           | Tembes putih    | ***   | ***   | ***   | ***   | ***   |
| 67.           | Gora hutan      | ***   | ***   | ***   | ***   | ***   |
| 68.           | Beringin hutan  | ***   | ***   | ***   | ***   | ***   |

|     |              |     |     |     |     |     |
|-----|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 69. | Seha         | *** | *** | *** | *** | *** |
| 70. | Pala hutan   | *** | *** | *** | *** | *** |
| 71. | Kayu bintang | *** | *** | *** | *** | *** |
| 72. | Kayu hitam   | *** | *** | *** | *** | *** |
| 73. | Bangkaol     | *** | *** | *** | *** | *** |
| 74. | Loyo         | *** | *** | *** | *** | *** |
| 75. | Tembe        | *** | *** | *** | *** | *** |
| 76. | Gesengo      | *** | *** | *** | *** | *** |
| 77. | Pisang hutan | *** | *** | *** | *** | *** |
| 78. | Kersen       | *** | *** | *** | *** | *** |

**Keterangan:** \* = Sampel daun rusak  
\*\* = Sampel daun tidak ada  
\*\*\* = Saat survai dilakukan sedang tidak berbuah/tidak musim

Kandungan nutrisi perlu diketahui, karena hal ini penting untuk memenuhi kebutuhan nutrisi bila kuskus beruang ditangkarkan, baik untuk tujuan konservasi, penelitian, maupun budidaya/komersial. Dalam pemberian pakan kepada satwa yang ditangkarkan sangat perlu diketahui kandungan nutrisi pakan asal habitatnya guna menunjang program pengembangbiakan satwa di tingkat *ex situ*. Dengan mengetahui nilai gizi tumbuhan pakan alaminya, akan lebih mudah bagi pengelola satwaliar untuk mencari pakan alternatif yang nilai gizinya mendekati nilai gizi pakan di habitatnya. Di penangkaran. Satwa tidak punya pilihan lain dalam hal pakan, satwa akan memakan dari bahan pakan yang diberikan oleh pengelola, yang tentu saja harus memperhitungkan kecukupan gizi bagi satwa guna memenuhi kebutuhan hidup pokok dan kebutuhan produksi (daging, susu, kebuntingan, dll.). Pilihan jenis tumbuhan yang dimakan oleh satwa mencerminkan kebutuhan untuk mengoptimalkan campuran nutrisi dan jumlah total pakan (Westoby, 1974), dan satwa secara insting akan memilih jenis tumbuhan yang mengandung kadar racun rendah yang dapat menghambat pencernaannya (Milton, 1979). Menurut Borrer *et al.* (1992), di alam ketersediaan pakan merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam menentukan kelimpahan satwa dan kualitas habitatnya termasuk penyebarannya. Ketersediaan pakan di alam tersebut memberikan pengaruh yang juga hampir menyerupai kondisi di penangkaran. Ketersediaan pakan dapat mempengaruhi pertumbuhan, perkembangbiakan dan jumlah satwa yang dapat bertahan di penangkaran. Selain itu, ketersediaan pakan yang ada setiap saat juga dapat mempengaruhi pola perilaku alaminya.

## KESIMPULAN

Jenis tumbuhan hutan yang disukai kuskus beruang sebagai pakan sebagian besar adalah jenis pohon dengan bagian yang dimakan berupa pucuk dan daun muda, bunga, dan atau buah, sedangkan dari jenis tumbuhan lainnya adalah satu jenis perdu, merambat, dan terestrial. Bagian yang dimakan dari jenis perdu berupa berupa buah, sedangkan dari jenis terestrial dan merambat berupa daun muda. Kuskus beruang lebih banyak mengkonsumsi daun-daunan dibandingkan buah-buahan. Habitat yang disukai kuskus untuk bersarang/bersembunyi adalah pada pohon besar dengan tinggi mulai 13 m yang berdaun rimbun dan ditumbuhi akar menggantung yang saling terjalin atau diantara tumbuhan tebang (*Drynaria sparsisora*) yang banyak tumbuh menempel sebagai epifit di pohon-pohon besar.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini di danai dari DIPA Pusat Penelitian Biologi – LIPI. Penulis menyampaikan terima kasih kepada Sdri. Tri Hadi Handayani dan Sdri. R. Lia R. Amalia yang telah membantu dalam menganalisis kandungan nutrisi tumbuhan hutan.

## DAFTAR PUSTAKA

Achmad, A, P.O. Ngakan1, R.I Maulany, dan Asrianny. 2016. Potensi Pakan Dan Preferensi Bersarang Kuskus Beruang (*Ailurops Ursinus*) di Hutan Pendidikan

- Unhas. Prosiding Seminar Nasional Biologi 2016, ISBN 978-602-72198-3-0, hal.37-44.
- AOAC, 1995. *Official methods of analysis of AOAC international*. 16<sup>th</sup> Ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA.
- Baillie, J. and B. Groombridge. 1996. *IUCN Red List of Threatened Animals*. IUCN Gland, Switzerland.
- Borrer DJ, Tripelhorne CA, Johnson NF. 1992. *Mengenal pelajaran serangga*. Yogyakarta (ID): Gadjah Mada University Press.
- Dahrudin, H., W.R. Farida, dan A.S. Rohman. 2005. Jenis-Jenis Tumbuhan Sumber Pakan dan Tempat Bersarang Kuskus (Famili Phalangeridae) di Cagar Alam Biak Utara, Papua. *Biodiversitas* 6 (4): 253-258.
- Dwiyahreni, A.A., M.R. Kinnaird, T.G. O'brien, J. Supriatna, & N. Andayani. 1999. Diet And Activity Of The Bear Cuscus, *Ailurops ursinus*, In North Sulawesi, Indonesia. *J.Mammalogy* 80: 905-912.
- Farida, W.R. and H. Dahrudin. 2008. The Selection of Forest Plants as Feed Resources and Nesting Site of Dwarf Cuscus (*Strigocuscus celebensis*) and Nutrient Analysis in Wawonii Island, South-East Sulawesi. *J. Biol. Indon.* 5 (2): 201-210.
- Farida, W. R., T. Triono, T.H. Handayani, dan Ismail. 2005. Pemilihan Jenis Tumbuhan Sumber Pakan dan Tempat Bersarang Kuskus (*Phalanger* sp.) di Cagar Alam Gunung Mutis, Nusa Tenggara Timur. *Biodiversitas* 6: 50-54.
- Farida, W.R., Nurjaeni, R. Mutia, dan D. Diapari. 2003. Kemampuan cerna kuskus beruang (*Ailurops ursinus*) terhadap pakan alternatif di penangkaran. *Biosmart* 6 (1) : 65-70.
- Farida, W. R., G. Semiadi, dan H. Dahrudin. 2001a. Aktivitas harian kuskus beruang (*Ailurops ursinus*) dalam penangkaran. *J. Biol.Indon.* III (1) : 43-49.
- Farida, W.R., R. Widyastuti, N. Sigit, dan L. Khotijah. 2001b. Konsumsi dan Kemampuan Cerna pakan pada kuskus (*Spilococus maculatus* dan *Phalanger* spp.). *J. Biol. Indon.* III (2) : 139-149.
- Farida, W.R. dan G. Semiadi. 1999a. Pola pemilihan tumbuhan sebagai tempat bersarang dan sumber pakan pada kuskus (famili Phalangeridae) di Irian jaya. *J. Biol.i Indon.* II (5) : 235-243.
- Farida, W.R., G. Semiadi, dan Wirdateti. 1999b. Pemanfaatan kuskus oleh masyarakat pedalaman Irian Jaya. *Berita Biologi* 4 (5) : 341-342.
- Flannery, T. 1995. *Mammals of the South-West Pacific & Moluccan Islands*. Australian Museum/Reed Books.
- Flannery, T.F. and P. Schouten. 1994. *Possums of the world*. GEO Productions, Chatswood, New South Wales, Australia.
- Kinnaird, M.F. 1995. *North Sulawesi : A Natural History Guide*. Development Institute Wallacea, Jakarta.
- Lee, R. 2000. Back Home for Kuse. *Wildlife Conservation*, 103 (1): 52-55.
- McKay, G.M. and J.W. Winter. 1989. Phalangeridae. In : Strahan, R. (ed.). Fauna of Australia. Vol. 1B. Mammalia. Australian Government Publishing Service, Canberra.
- McKey, D.B., J.S. Gartland, P.G. Waterman, and G.M. Choo. 1981. Food selection by colobus monkeys (*Colobus satanas*) in relation to plant chemistry. *Biol. J. Linnean Soc.* 16: 115-146.
- Milton K. 1979. Factors influencing leave choice by howler monkeys: a test of some hypothesis of food selection by general herbivores. *Amer Nat* 114: 362-378.
- Menzies, J. 1991. *A Handbook of New Guinea Marsupialia and Monotremes*. Kristen Pres Inc. Madang, Papua New Guinea.
- Oates, J.F., P.G. Waterman, and G.M. Choo. 1980. Food selection by South Indian leaf-monkey, *Presbytis johnii*, in relation of leaf chemistry. *Oecologia* 45: 45-56.
- Petocz, R. 1994. *Mamalia Darat Irian Jaya*. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Talumepa, P.A.A., R. S. H. Wungow, Z. Poli, dan S. C. Rimbing. 2016. Tingkah Laku Harian Kuskus Beruang (*Ailurops ursinus*) di Cagar Alam Tangkoko Batu Angus. *J. Zootek* 36 (1): 174-183.
- Tarmudji and J. Mackinnon. 1980. *Tangkoko-Duasudara Nature Reserve, North Sulawesi*. Management plan 1981-1986. World Wildlife Fund, Bogor, Indonesia.
- Westoby M. 1974. An analysis of diet selection by large generalist herbivores. *Amer. Nat.* 108: 290- 304.
- Whitten, A.J., M. Mustafa, and G.S. Henderson. 1988. *The Ecology of Sulawesi*. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.

## **Peningkatan Daya Saing Produk Ubi Bete Melalui Kegiatan Ipteks Bagi Desa Mitra (IBDM) Desa Mandiri Pangan Non-Beras di Raanan Baru, Kec. Motoling Barat, Kab. Minahasa Selatan**

**Tommy Martho Palapa<sup>1</sup>, Aser Yalindua<sup>1</sup>, Alfonds Andrew Maramis<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>*Program Studi Pendidikan Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Manado (UNIMA)*

<sup>2</sup>*Laboratorium Microteaching, FMIPA, Universitas Negeri Manado (UNIMA)*

*E-mail: [alfondsmaramis@unima.ac.id](mailto:alfondsmaramis@unima.ac.id)*

### **ABSTRAK**

Kegiatan IBDM Desa Mandiri Pangan Non Beras di Desa Raanan Baru yang dibiayai oleh DRPM Kemenristekdikti, sedang dilaksanakan dengan salah satu tujuan yaitu meningkatkan produksi pangan karbohidrat non beras sebagai produk lokal yang berkualitas sehingga dapat dikembangkan menjadi produk unggulan yang menjadi ciri petani di Desa Raanan Baru. Metode pelaksanaan kegiatan yang dilakukan sesuai tujuan tersebut adalah: 1) pembinaan teknis cara budidaya keladi kepada kelompok tani mitra; dan 2) mengadakan pembelajaran tentang teknik pembudidayaan keladi yang benar sehingga mampu meningkatkan produksi panen dan menjamin keberlanjutan produksi untuk kebutuhan pasar. Secara umum, kegiatan berlangsung dengan baik sampai dengan bulan keempat (Juli) pelaksanaan. Kegiatan ini secara signifikan dapat meningkatkan daya saing produk pangan non-beras yang diusahakan oleh mitra. Keberlangsungan dari kegiatan ini tentunya akan memberikan dampak akumulatif yang berpotensi dalam memberdayakan masyarakat desa mitra. Kedepan, dalam tahun berjalan ini akan diupayakan peningkatan mutu dan diversifikasi produk olahan pangan non-beras dan pengenalan dasar-dasar kewirausahaan bagi mitra kelompok tani.

**Kata kunci:** peningkatan daya saing produk ubi *bete*, komersialisasi pangan non-beras.

### **PENDAHULUAN**

Raanan Baru adalah Desa yang terdapat di bagian Selatan Kabupaten Minahasa Selatan dan merupakan Ibu Kota Kecamatan Motoling Barat. Kecamatan Motoling Barat memiliki luas wilayah 128,4 km<sup>2</sup>, sekitar 8,65% luas Kabupaten Minahasa Selatan, dan merupakan kecamatan kedua terluas setelah Kecamatan Amurang Timur (Gambar 1). Potensi kecamatan ini merupakan daerah pertanian tanaman pangan seperti padi sawah, padi ladang, jagung, kacang tanah, ubi kayu (singkong), dan ubi jalar (BPS Minsel 2015). Berdasarkan data dari Biro Pusat Statistik Kabupaten Minahasa Selatan (2016a), luas panen padi sawah tahun 2015 di kecamatan ini yaitu 10.898 Ha; padi ladang 1.039 Ha; produksi jagung 38.117,7 ton; kedelai 263,2 ton; kacang tanah 502,0 ton; kacang hijau 5,2 ton; ubi kayu 4.604,4 ton; ubi jalar 1.255,3 ton; dan produksi tanaman perkebunan komoditas kelapa mencapai 47.050,84 ton. Selain tanaman pangan juga

dibudidayakan tanaman hortikultura seperti sayur-sayuran tetapi tidak populer seperti tanaman pangan tersebut di atas.

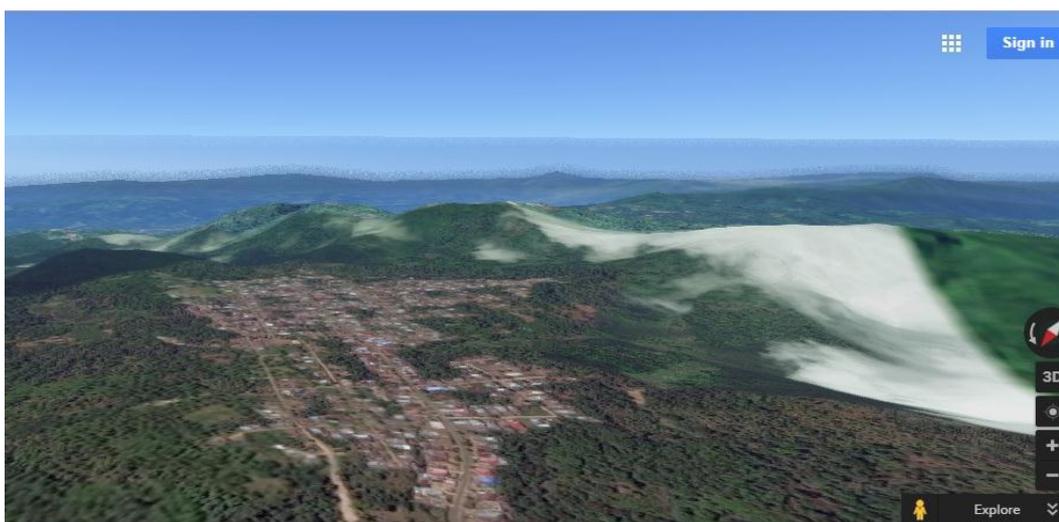
Desa Raanan Baru adalah Desa yang telah dimekarkan menjadi 3 Desa, yaitu: Desa Raanan Baru, Desa Raanan Baru I, dan Desa Raanan Baru II. Berdasarkan data dari BPS Minsel (2017), jumlah penduduk Desa Raanan Baru, Desa Raanan Baru I, dan Desa Raanan Baru II masing-masing yaitu: 1208, 950, dan 799 jiwa; dengan luas wilayah masing-masing yaitu: 4, 4,5, dan 7,5 km<sup>2</sup>; dan kepadatan penduduk masing-masing yaitu: 211,11, 302, dan 105,2 jiwa per km<sup>2</sup>. Desa Raanan Baru mempunyai topografi wilayah berupa perbukitan/pegunungan dan sebagian kecil dataran bergelombang (Gambar 2). Umumnya masyarakat desa Raanan Baru berprofesi sebagai petani (40 %), dan sistem bercocok tanam masih dilakukan secara tradisional yang sudah berlangsung turun temurun. Dampak dari pola pertanaman yang

masih tradisional menyebabkan produksi atau panen hasil bahan pangan masih tergolong rendah dibandingkan dengan tanaman yang sama di wilayah lain di Indonesia. Rendahnya produksi hasil pertanian belum bisa menjadi tumpuan ekonomi masyarakat. Di sisi lain wilayah

pertanian di Desa Raanan Baru merupakan daerah yang potensial untuk dikembangkan menjadi sentra produksi pertanian tanaman pangan non-beras, karena wilayah pertanian Desa Raanan Baru cukup luas, tanahnya subur dan ditunjang dengan iklim yang cocok untuk tanaman pangan.



Gambar 1. Peta Kecamatan Yang Termasuk Dalam Wilayah Kabupaten Minahasa Selatan (Sumber: BPS Minsel 2016b).



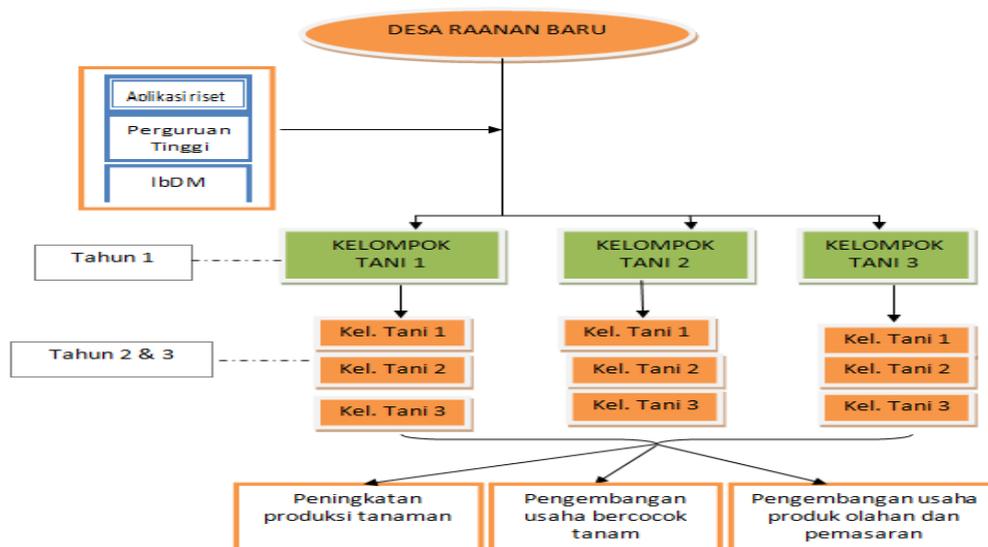
Gambar 2. Desa Raanan Baru Dengan Topografi Wilayah Perbukitan Dan Pegunungan (Sumber: Google Maps).

Salah satu tanaman pangan berkarbohidrat non-beras yang sangat berpotensi untuk diusahakan yaitu keladi (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) (Sibuea *et al.*, 2014), atau biasa disebut oleh masyarakat Sulawesi Utara dengan nama *bete*. Keladi atau *bête* merupakan tumbuhan yang banyak ditemukan di lokasi ini dan bahkan bersifat endemik di wilayah sekitar desa Raanan Baru. Informasi yang diperoleh dari masyarakat di Minahasa Selatan bahwa keladi yang berasal dari Desa Raanan Baru sangat enak dan teksturnya lebih pulen dibandingkan dengan keladi yang berasal di daerah lain di tanah Minahasa. Kebanyakan tanaman berkarbohidrat non beras yang dijumpai di lokasi desa Raanan Baru adalah tanaman yang sengaja ditanam oleh para pemilik lahan, terkecuali keladi atau *bete*, yang selain sengaja ditanam, juga banyak dijumpai tumbuh liar. Tanaman pangan non-beras di desa Raanan Baru ditanam tujuannya bukan usaha komersil. Hasil dari tanaman ini dikonsumsi sendiri sebagai makanan selingan atau tambahan. Ada juga beberapa petani yang menjual hasil panen tetapi dalam jumlah yang sedikit dan tidak termasuk ke dalam usaha pokok dari pertaniannya. Budidaya tingkat komersil yang serius belum dilakukan walaupun di pasar prospek dari tanaman pangan tersebut tidaklah buruk, karena dikalangan masyarakat Sulawesi

tanaman umbi-umbian dan jagung cukup populer melalui makanan tradisional bubur Manado atau *tinutuan* (Yalindua, 2013). Dari latar belakang tersebut, dipandang perlu untuk meningkatkan daya saing bahan pangan non-beras yang berpotensi untuk dibudidayakan pada tingkat komersil. Artikel ini bertujuan untuk mendeskripsikan hasil kegiatan IbDM dalam meningkatkan daya saing produk pangan non-beras di Desa Raanan Baru, Kecamatan Motoling Barat, Kabupaten Minahasa Selatan.

## BAHAN DAN METODE

Kegiatan IbDM di Desa Raanan Baru dilaksanakan dengan tujuan untuk memberikan solusi terhadap berbagai permasalahan di tengah masyarakat, diantaranya yaitu: sistem cocok tanam yang masih tradisional dan bersifat turunkemurun, produksi bahan pangan masih rendah, belum menyadari pentingnya potensi tanaman pangan non-beras, dan tanaman pangan non-beras belum menjadi usaha komersil. Metode yang digunakan untuk mengatasi permasalahan-permasalahan tersebut yaitu: sosialisasi, bimbingan teknis, dan penyuluhan; pelatihan teknik pembudidayaan bahan pangan non-beras; dan *pilot project* pembuatan kebun percontohan di wilayah desa mitra.



Gambar 3. Skema Pelaksanaan IbDM Desa Mandiri Pangan Non-Beras Desa Raanan Baru (berbasis *Pilot Project*) Sebagai Wilayah Sasaran (Sumber: Dokumentasi Pribadi)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum dilakukan kegiatan IbDM di Desa Raanan Baru, informasi yang diperoleh dari kelompok masyarakat tani bahwa produksi bahan pangan non beras seperti umbi tanaman keladi menghasilkan rata-rata 3 kg/pohon dengan masa tanam 7-8 bulan. Bila lahan dimanfaatkan dengan efisien, luas lahan 1 ha dapat ditanami 7.500 pohon dengan jarak tanam 1,5 meter. Dengan demikian produksi keladi dapat mencapai 22,5 ton/ha. Harga pasaran keladi bervariasi terhadap waktu, dengan rata-rata Rp150.000/karung (25 kg), sehingga potensi hasil keladi dengan luas lahan 1 ha yaitu  $900 \text{ karung} \times \text{Rp } 150.000 = \text{Rp } 135 \text{ juta}$ . Bila dikurangi dengan biaya upah tenaga kerja Rp 2.000.000/orang/bulan untuk 4 orang dalam 7 bulan adalah Rp 56 juta, dan biaya pupuk dan lain-lain Rp 10 juta, maka selisih keuntungan yang dapat diperoleh yaitu Rp 69 juta/ha dalam 7-8 bulan (satu kali periode tanam). Apabila estimasi 40 % lahan pertanian yang tersedia ditanami dengan keladi dengan produksi 22.5 ton/ha maka setiap tahun Desa Raanan Baru akan memproduksi keladi sebanyak  $102 \text{ ha} \times \text{Rp } 69 \text{ juta} = \text{Rp } 7,038 \text{ miliar/periode penanaman}$ . Jumlah ini merupakan potensi untuk meningkatkan perekonomian masyarakat desa jika pertanian ini dapat dikelola dengan baik dan sesuai dengan pedoman penanaman.

Salah satu tujuan dalam kegiatan IbDM ini adalah bagaimana meningkatkan daya saing produk yang di hasilkan. Dalam hal ini kegiatan diarahkan pada upaya untuk meningkatkan kualitas hasil tanam ubi keladi menyangkut daya tahan pasca panen dan tingkat kegemburan buah. Perlakuan pada masa tanam dengan menyiapkan lahan yang baik serta proses penyiangan yang benar menunjukkan bahwa hasil (buah) yang diperoleh mempunyai kemampuan daya tahan pasca panen meningkat sampai 8 bulan dalam keadaan kering. Selain itu pula tingkat kegemburan dapat dilihat pada waktu proses perebusan dimana saat dikonsumsi terasa lebih kering dan lebih gembur.

Dari segi kuantitas terjadi peningkatan produksi, dimana awalnya untuk memperoleh 1 karung keladi memerlukan 4-5 pohon, menjadi 1-2 pohon dapat menghasilkan 1 karung buah

setara dengan 20 kg. Akibat dari meningkatnya kualitas dan kuantitas produksi telah turut meningkatkan nilai tambah jasa sehingga dapat meningkatkan pendapatan petani yang pada muaranya meningkat pula pendapatan keluarga. Peningkatan daya saing baik dari segi kualitas maupun kuantitas produksi *bete* melalui kegiatan IbDM ini berdampak pada peningkatan gairah masyarakat dalam membudidayakan tanaman pangan non-beras ini. Masyarakat yang tergabung dalam kelompok mitra mulai mengalami perubahan pola aktivitas, yang mana awalnya sebagian besar masyarakat hanya menggantungkan kebutuhan hidupnya pada usaha-usaha yang tergolong pasif terubahkan ke arah usaha-usaha yang tergolong aktif. Hal-hal seperti ini mengindikasikan bahwa kegiatan pemberdayaan masyarakat berlangsung dengan baik dan memberikan dampak yang positif.

Kegiatan pemberdayaan masyarakat melalui berbagai jenis fasilitasi usaha yang memberikan dampak positif serupa telah banyak dilaporkan. Sebut saja seperti yang dilakukan oleh Mege dan kawan-kawan melalui fasilitasi usaha ternak ayam daging berbasis sumber daya lokal di Desa Bulude, Kecamatan Kabaruan, Kabupaten Kepulauan Talaud (2015), dan di Desa Musi, Kecamatan Lirung, Kabupaten Kepulauan Talaud (2016), juga fasilitasi usaha ternak babi berbasis sumber daya lokal di Desa Bulude (2016). Saerang *dkk.* (2016) juga telah melakukan fasilitasi usaha ayam petelur sehingga dapat mengatasi disparitas antara produksi dan konsumsi telur ayam di Desa Musi. Tidak hanya di bidang peternakan, Maramis dan kawan-kawan melalui program pengabdian kepada masyarakat Ipteks bagi Wilayah (IbW) di bidang pertanian juga telah melakukan berbagai jenis fasilitasi berbasis sumber daya lokal untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat di Desa Bulude, seperti fasilitasi usaha tani kedelai (2015), fasilitasi usaha tani padi ladang (2016a), dan fasilitasi usaha tani sayur-mayur (2016b). Hasil pelaksanaan kegiatan IbDM dan fakta-fakta yang dilaporkan dalam berbagai referensi tersebut, memperkuat bukti bahwa pemberdayaan masyarakat memberikan dampak positif bagi warga desa mitra.



Gambar 4. Dokumentasi terkait Peningkatan Daya Saing Produk Mitra: A) Keladi Varietas Dominan dengan Daging Umbi Warna Ungu; B) Keladi Varietas Dominan dengan Daging Umbi Warna Putih; C) Tim Mengambil Foto dengan Latar Keladi Usia Tanam 4 Bulan; dan D) Produk Umbi Keladi Yanpa Perlakuan Penerapan Iptek. E) Produk umbi keladi dengan perlakuan penerapan iptek; F) Anggota tim mengambil foto dengan latar keladi usia tanam 5 bulan; G) Ketua tim mengambil foto dengan latar keladi usia tanam 5 bulan; dan H) Tim mengambil foto dengan latar bibit keladi yang tumbuh sendirinya dan akan dipindahkan dan diberi perlakuan penerapan iptek.

## KESIMPULAN

Secara umum, kegiatan Ipteks bagi Desa Mitra (IbDM) di Desa Raanan Baru, Kecamatan Motoling Barat, Kabupaten Minahasa Selatan, berlangsung dengan baik. Kegiatan ini secara signifikan dapat memperbaiki keberadaan sumber daya alam di lokasi kegiatan melalui pemanfaatan lahan tidur. Melalui kegiatan ini, masyarakat yang tergabung dalam kelompok tani mitra kegiatan menjadi termotivasi untuk secara aktif mengupayakan pemanfaatan lahan tidur dengan menanam bete sebagai pangan sumber karbohidrat non-beras. Sebagian besar masyarakat yang awalnya memperoleh pendapatan melalui kegiatan pasif menjadi termotivasi untuk memperoleh pendapatan secara aktif. Keberlangsungan dari kegiatan ini tentunya akan memberikan dampak akumulatif yang berpotensi dalam memberdayakan masyarakat desa mitra.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Riset dan Pengabdian kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan, Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi, atas dukungan dana melalui Hibah Pengabdian Masyarakat, Skim Ipteks bagi Desa Mitra (IbDM), tahun 2017 (tahun pertama).

## DAFTAR PUSTAKA

- Biro Pusat Statistik, Kabupaten Minahasa Selatan. 2015. Statistik Daerah Kecamatan Motoling Barat 2015. Amurang: BPS Kabupaten Minahasa Selatan.
- Biro Pusat Statistik, Kabupaten Minahasa Selatan. 2016a. Statistik Daerah Kecamatan Motoling Barat 2015. Amurang: BPS Kabupaten Minahasa Selatan.
- Biro Pusat Statistik, Kabupaten Minahasa Selatan. 2016b. Kabupaten Minahasa Selatan dalam Angka 2016. Amurang: BPS Kabupaten Minahasa Selatan.
- Biro Pusat Statistik, Kabupaten Minahasa Selatan. 2017. Kecamatan Motoling Barat dalam Angka 2017. Amurang: BPS Kabupaten Minahasa Selatan.
- Maramis, A. A., Mege, R. A., Saerang, J. L. P., & Manopo, J. H. 2015. Community Empowerment through Facilitation of Soybean Farming in Kabaruan Subdistrict, Talaud Islands, North Sulawesi. Proceedings of 2nd International Conference on Sustainability Development, UNMAS Bali, Hal. 473-481.
- Maramis, A. A., Mege, R. A., Saerang, J. L. P., & Manopo, J. H. 2016a. Pemberdayaan Masyarakat Melalui Fasilitasi Usaha Tani Padi Ladang di Desa Bulude Selatan, Kabupaten Kepulauan Talaud. Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat, UNMAS Bali, Hal. 568-576.
- Maramis, A. A., Mege, R. A., Saerang, J. L. P., & Manopo, J. H. 2016b. Pemberdayaan Masyarakat Desa Bulude Selatan Kabupaten Kepulauan Talaud Melalui Fasilitas Usaha Tani Sayur-Mayur. Prosiding Seminar Nasional dan Expo Hasil Pengabdian Kepada Masyarakat, UNIMED Medan, Hal. 15-21.
- Mege, R. A., Saerang, J. L. P., Manopo, J. H., & Maramis, A. A., 2015. Facilitation of Broiler Chicken Farming Based on Local Resources for the Community of Kabaruan Subdistrict, Talaud Islands, North Sulawesi. Proceedings of 2nd International Conference on Sustainability Development, UNMAS Bali, Hal. 125-133.
- Mege, R. A., Saerang, J. L. P., Manopo, J. H., & Maramis, A. A. 2016. Fasilitasi Peternakan Babi Berbasis Sumber Daya Lokal Bagi Masyarakat Desa Bulude, Kabupaten Kepulauan Talaud. Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat, UNMAS Bali, Hal. 577-585.
- Mege, R. A., Saerang, J. L. P., Umboh, S. J. K., & Maramis, A. A. 2016. Fasilitasi Usaha Ternak Ayam Pedaging Sebagai Bentuk Pemberdayaan Masyarakat Desa Musi Kecamatan Lirung Kabupaten Kepulauan Talaud. Prosiding Seminar Nasional dan

- Expo Hasil Pengabdian Kepada Masyarakat, UNIMED Medan, Hal. 104-109. Saerang, J. L. P., Umboh, S. J. K., Maramis, A. A., & Mege, R. A. 2016. Pemberdayaan Kelompok Tani dalam Menunjang Ketersediaan Telur Ayam Ras di Desa Musi Kecamatan Kalongan Kabupaten Kepulauan Talaud. Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat, UNMAS Bali, Hal. 493-500.
- Sibuea, S. M., Kardhinata, E. H., Ilyas, S. 2014. Identifikasi Dan Inventarisasi Jenis Tanaman Umbi-Umbian Yang Berpotensi Sebagai Sumber Karbohidrat Alternatif Di Kabupaten Serdang Bedagai. Jurnal Online Agroekoteknologi. ISSN No. 2337- 6597 Vol.2, No.4 : 1408 – 1418.
- Yalindua, A. 2013. Potensi Genetik Klon Tanaman Uwi (*Dioscorea alata*. L.) Asal Banggai Kepulauan Sebagai Sumber Pangan Dalam Menunjang Ketahanan Pangan Nasional. Desertasi. IPB. Bogor.

## **Pemanfaatan Tanaman Penghasil Minyak Atsiri Serai Wangi (*Andropogon nardus*) dan Lengkuas (*Alpinia galangal*) Sebagai Pestisida Nabati Untuk Mengendalikan Hama Utama Tanaman Cabai**

**Christina Salaki dan Vivi Montong**

Program Studi Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian  
Universitas Sam Ratulangi  
Jln.Kampus Kleak (95115)  
Email: [Christinasalaki@gmail.com](mailto:Christinasalaki@gmail.com)

### **ABSTRAK**

Minyak atsiri dari tanaman rempah dan obat (TRO) diketahui mengandung senyawa aktif yang dapat digunakan sebagai bahan baku pestisida, hal ini berkaitan dengan sifatnya yang mampu membunuh, mengusir dan menghambat serangga hama untuk makan, serta mengendalikan penyakit tanaman. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui efektivitas, daya bunuh, dan konsentrasi, serta formulasi pestisida nabati yang dapat mengendalikan hama *Myzus persicae* pada tanaman cabai. Metode penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan 2 faktor dan diulang 3 kali. Perlakuan pestisida nabati yaitu serai wangi (*Andropogon nardus*) dan Lengkuas (*Alpinia galangal*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi yang paling efektif untuk factor tunggal masing-masing ekstrak serai wangi berada pada konsentrasi A4 dengan rata-rata mortalitas 96,7%, ekstrak lengkuas berada pada konsentrasi B4 dengan rata-rata mortalitas 93,3 % dan untuk sinergis antara serai wangi dan lengkuas dari 25 komb diatasinasi perlakuan diperoleh 21 konsentrasi yang efektif memiliki daya bunuh diatas 50% dengan persentase mortalitas tertinggi terdapat pada kombinasi konsentrasi A4B4 sebesar 96,7 %. Waktu kematian (LT 50) tercepat berada pada jam ke 9 setelah aplikasi pada perlakuan kombinasi A4B4 (90%). Gejala serangan yaitu terjadi perubahan bentuk (menyusut) serta perubahan warna dari normal menjadi coklat kehitaman.

**Kata kunci:** tanaman rempah, tanaman obat, *Myzus persicae*

### **ABSTRACT**

*Essential oils from spices and medical plants are known to contain active compounds that can be used as raw materials of pesticides, this is related to their properties that are capable of killing, expelling and inhibiting insect pests to eat, and controlling plant diseases. The purposes of this study were to examine the effectiveness, killing power, concentration and formulation of botanical pesticides that can control Myzus persicae on chili plants. The research method was using Completely Randomized Design (CRD) with 2 factors and repeated 3 times. Botanical pesticides as the treatment consisted serai wangi (Andropogon nardus) and lengkuas (Alpinia galanga). The results showed that the most effective concentration for single factor of each serai wangi extract was in A4 concentration with the average mortality of 96,7%, lengkuas extract was in B4 concentration with average mortality of 93,3%, and for synergy of serai wangi and lengkuas from the 25 treatment combinations, it obtained 21 effective concentrations with killing power above 50%, and the highest percentage of mortality was found in combination A4B4 concentration with 96.7% mortality. The Lethal time (LT 50) indicated the fastest was 9 hours after application of combination treatment of A4B4 (90%). Symptoms of the attack were malformation (shrink), and color changes from normal to dark brown.*

**Keywords:** spice plant, medicinal plants, *Myzus persicae*

## PENDAHULUAN

Tanaman cabai merupakan salah satu jenis sayuran yang memiliki nilai ekonomi yang tinggi. Cabai mengandung berbagai macam senyawa yang berguna bagi kesehatan manusia. Di Sulawesi Utara sendiri, tanaman ini banyak dibudidayakan karena tingkat konsumsi cabai di daerah ini sangat tinggi sebab latar belakang masyarakatnya yang menyukai makanan pedas (Dafrinal *dkk.*, 2012; Nechiyana, 2013; Tigauw, 2015).

Di Sulawesi Utara tanaman Cabai merupakan salah satu komoditas hortikultura yang mempunyai potensi produksi tinggi dan nilai ekonomi yang cukup penting. Disamping itu selain memiliki citarasa yang pedas tanaman ini sangat dibutuhkan sebagai bumbu dapur yang bernilai gizi tinggi (Salaki dan Pelealu, 2015; Salaki, 2016).

Sebagai bumbu dapur yang bernilai gizi tinggi kebutuhan cabai sudah menjadi kebutuhan sehari-hari sehingga menyebabkan bertambahnya permintaan ketersediaan dan konsumsi masyarakat. Produksi tanaman cabai di Kota Manado masih termasuk rendah dibandingkan dengan Kabupaten/Kota yang tersebar di Sulawesi Utara. Data menunjukkan bahwa produksi cabai di Kota Manado Tahun 2013 dan 2014 rata-rata mencapai 1-2 ton per ha (Anonim, 2014). Permasalahan yang ada pada tanaman cabai merah, tidak hanya terbatas pada masalah budidaya saja, tetapi adanya gangguan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT). Salah satu hama yang menyerang pertanaman cabai adalah kutu daun (*Myzus persicae* Sulz.).

Kutu Daun (*Myzus persicae* Sulz.) merupakan hama penting yang dapat menurunkan kualitas dan kuantitas produksi cabai. Hama ini memakan segala jenis tanaman (Polifag). Diketahui bahwa serangga ini merupakan salah satu hama utama dan penting di dunia. Selain itu kutu daun merupakan vektor penting yang dapat menularkan penyakit virus pada cabai, kentang dan beberapa tanaman lainnya. Menghadapi masalah hama ini,

mendorong petani untuk menggunakan pestisida sintetik.

Penggunaan pestisida kimia sintetis dalam mengendalikan hama mempunyai dampak negatif terhadap komponen ekosistem lainnya seperti terbunuhnya musuh alami, resurgensi dan resistensi hama serta pencemaran lingkungan karena residu yang ditinggalkan. Hal ini sangat mempengaruhi kualitas produksi, akibatnya menurunkan nilai tambah, daya saing dan ekspor. Disamping itu meningkatnya serangan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT), selalu diikuti oleh besarnya biaya pengendalian sehingga dapat mengurangi pendapatan petani. Menyadari akan hal itu, maka program pembangunan pertanian yang berwawasan lingkungan mengarah pada pengendalian OPT yang ramah lingkungan. Salah satu pestisida alternatif yang cukup potensial dalam pengendalian hama yang ramah lingkungan yaitu bioinsektisida termasuk didalamnya insektisida botani/nabati (Ida Hadiyah, 2016; Wiratno *dkk.*, 2011).

Insektisida botani/nabati adalah insektisida yang berasal dari bahan dasar alami seperti tanaman atau tumbuhan. Umumnya bersifat selektif dibandingkan dengan pestisida sintetik, tidak mencemari lingkungan karena mudah terurai di alam. Selain itu insektisida nabati mempunyai keunggulan dalam menurunkan jumlah hama pada tanaman. Pestisida nabati dapat dibuat berupa larutan, hasil perasan, rendaman, ekstrak hasil olahan bagian tanaman, seperti daun, batang, akar dan buah (Hastuti, 2015; I Gede Sila, 2012; Juliantera, 2012). Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman yang termasuk dan dapat dimanfaatkan sebagai insektisida nabati antara lain serai wangi dan lengkuas (Madjid, 2011; Prasetyo *dkk.*, 2013; Riyanto, 2009). Indonesia memiliki berbagai jenis tanaman penghasil minyak atsiri. Mengingat bahwa pasaran minyak atsiri saat ini relative stabil, maka prospek industry minyak atsiri dimasa mendatang cukup cerah. Keadaan ini didukung oleh situasi bahwa, tidak semua minyak atsiri alamiah bias diganti dengan produk sintetis.

Selain dari pada itu, Indonesia juga kaya akan biodiversity tanaman rempah dan obat. Pemanfaatan tanaman sebagai bahan baku obat dan atsiri telah dilakukan sejak zaman dahulu, secara turun temurun (Hodiyah dan Hartini, 2016; Igede Sila Adnyana *dkk.*, 2012).

Minyak atsiri dari tanaman obat dan rempah diketahui mengandung senyawa aktif yang dapat digunakan sebagai bahan baku pestisida. Hal ini berkaitan dengan sifatnya yang mampu membunuh, mengusir, dan menghambat hama untuk makan, serta mengendalikan penyakit tanaman. Sehubungan dengan hal tersebut, perlu dikaji potensi beberapa tanaman obat dan rempah untuk dikembangkan sebagai pestisida nabati (Prasetyo *dkk.*, 2013)

Berkaitan dengan potensi beberapa tanaman rempah dan obat dalam mengendalikan hama, perlu dilakukan penelitian dalam skala lapang untuk mengetahui efektivitas beberapa jenis tanaman rempah dan obat sebagai bahan baku pestisida nabati, khususnya terhadap hama utama tanaman cabai. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui efektivitas, daya bunuh serta konsentrasi dari beberapa bahan alami penghasil minyak atsiri untuk mengendalikan hama *M. persicae* pada tanaman cabai.

**BAHAN DAN METODE**

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Entomologi dan Hama Tumbuhan Fakultas Pertanian Unsrat Manado dan areal pertanaman cabai di Desa Rurukan Kecamatan Tomohon

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret sampai Juli 2017.

**1. Metode Penelitian**

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan dua faktor dan diulang tiga kali

**(a) = Ekstrak serai wangi**

A0 = Kontrol

A1 = Ekstrak dengan konsentrasi 5% ; 95 % ml aquades, 5 ml ekstrak

A2 = Ekstrak dengan konsentrasi 10% ; 90 % ml aquades, 10 ml ekstrak

A3 = Ekstrak dengan konsentrasi 15% ; 85 % ml aquades, 15 ml ekstrak.

A4 = Ekstrak dengan konsentrasi 20 % ; 80 % ml aquades, 20 ml ekstrak:

**(b) = Ekstrak lengkuas**

B0 = Kontrol

B1 = Ekstrak dengan konsentrasi 5% ; 95 % ml aquades, 5 ml ekstrak

B2 = Ekstrak dengan konsentrasi 10% ; 90 % ml aquades, 10 ml ekstrak

B3 = Ekstrak dengan konsentrasi 15% ; 85 % ml aquades, 15 ml ekstrak

B4 = Ekstrak dengan konsentrasi 20 % ; 80 % ml aquades, 20 ml ekstrak

**(c). Sinergisme ekstrak serai wangi dan lengkuas**

Larutan konsentrasi serai wangi dan lengkuas selanjutnya dalam aplikasi nanti akan disinergiskan menjadi 25 kombinasi sesuai dengan rancangan penelitian (Tabel 1).

Tabel 1. Kombinasi Konsentersasi Serai Wangi dan Lengkuas

|    | Serai wangi |      | lengkuas |      |      |
|----|-------------|------|----------|------|------|
|    | 0           | 5    | 10       | 15   | 20   |
| 0  | A0B0        | A1B0 | A2B0     | A3B0 | A3B0 |
| 5  | A0B1        | A1B1 | A2B1     | A3B1 | A3B1 |
| 10 | A0B2        | A1B2 | A2B2     | A3B2 | A3B2 |
| 15 | A0B3        | A1B3 | A2B3     | A3B3 | A3B3 |
| 20 | A0B4        | A1B4 | A2B4     | A2B4 | A2B4 |

## 2. Prosedur Penelitian

### - Penanaman Tanaman Cabai

Benih Tanaman tanaman cabai ditanam dalam wadah pesemaian. Setelah tanaman mengeluarkan empat helai daun (berumur 2 minggu) dipindahkan ke wadah polibag berukuran 10 X 20 cm dengan media tanam berupa tanah dan pupuk kandang 1:1. Tanaman dibiarkan tumbuh sampai berumur 45 hari setelah tanam (HST) dan diletakkan di lokasi terbuka dengan maksud dapat berinteraksi dengan alam dan kutu daun muah menemukannya. Sebagian sampel kutu daun (nimfa) diambil dari tanaman terserang kemudian diinfestasi ke beberapa tanaman cabai lainnya. Setelah tanaman berumur 2 bulan diamati yang terserang kutu daun dan diisolasi ke lokasi penelitian dan dibiarkan beradaptasi selama satu minggu.

### 3. Pembuatan konsentrasi serai wangi dan lengkuas

Minyak atsiri yang diperoleh dari hasil penyulingan dengan uap air dicampur dengan uap air dicampur dengan aquades + tween 80 sebagai agen pengemulsi. Untuk mendapatkan konsentrasi tersebut maka digunakan perhitungan pengenceran, agar mendapatkan konsentrasi yang sesuai, maka digunakan rumus pengenceran:

$$m_1 \cdot v_1 = m_2 \cdot v_2$$

Keterangan :  $m_1$ : Konsentrasi larutan sebelum diencerkan

$v_1$ : Volume larutan sebelum diencerkan

$m_2$  : Konsentrasi larutan setelah diencerkan

$v_2$ : Volume larutan setelah diencerkan.

### 4. Tata Letak Penelitian

Sebelum Aplikasi Ekstrak di lapangan terlebih dahulu ditentukan perambangan pada lahan percobaan (15 x 20 m) dengan menempatkan polybag yang sudah ditanami cabai dengan jarak 60 x 70 cm. Setiap lajur akan diisi 5 tanaman dan setiap baris 15 tanaman.

#### (4). Aplikasi

Masing-masing tanaman dipastikan telah siap dengan populasi kutu daun stadia nimfa instar 2 dan 3 sebanyak 30 ekor. Media

percobaan disungkup dengan menggunakan bambu berukuran 70 x 3 cm sebanyak 3 buah dan dilapisi dengan kain kasa halus untuk menghindari kutu daun berpindah ke tanaman lain. Sungkup berbentuk segitiga dengan ukuran lebar 25 x 25 x 25 cm dan tinggi 60 cm. Setelah tanaman dan kutu telah siap, dilakukan penyemprotan sesuai dengan konsentrasi yang telah ditentukan. Waktu aplikasi ekstrak pada pagi hari untuk menghindari terjadinya penguapan.

#### (5). Pengamatan

Pengamatan dilakukan selama 4 hari setelah aplikasi dan peubah yang diamati adalah mortalitas nimfa kutu daun, konsentrasi efektif, waktu kematian dan gejala serangan. Untuk menghitung mortalitas menggunakan Rumus Abbot sebagai berikut:

$$M = \frac{a}{b} \times 100\%$$

Keterangan:

M = mortalitas

a = jumlah kutu daun ang mati

b = jumlah kutu daun awal.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Persentase Mortalitas Hama *M. persicae* dengan Serai Wangi

Hasil analisis sidik ragam dan uji BNT menunjukkan bahwa penggunaan konsentrasi minyak serai wangi terhadap kutu daun *M. persicae* memberi pengaruh nyata (Tabel 2).

Tabel 2. Rata-Rata Persentase Mortalitas *M. persicae* dengan Beberapa Konsentrasi Minyak Serai Wangi

| Perlakuan | Mortalitas (%) |
|-----------|----------------|
| Kontrol   | 3,3 a          |
| A1 (5 %)  | 76,7b          |
| A2 (10 %) | 86,7c          |
| A3 (15 %) | 90cd           |
| A4 (20 %) | 96,7d          |

Ket : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama, tidak berbeda nyata menurut uji BNT 5%

Tabel 2 menunjukkan rata-rata mortalitas kutu daun *M. persicae* yang tertinggi berada pada konsentrasi 20 % (96,7 %) sementara yang terendah pada konsentrasi 5 % (76,7 %). Dari hasil penelitian menunjukkan hubungan antara konsentrasi perlakuan dengan angka mortalitas kutu daun *M. persicae*, dimana semakin tinggi konsentrasi perlakuan semakin tinggi pula angka mortalitasnya. Hal ini terjadi karena semakin tinggi konsentrasi akan menyebabkan semakin banyak zat bioaktif yang bekerja pada nimfa *M. persicae*. Hasil penelitian yang didapatkan pada Tabel 2 menunjukkan bahwa konsentrasi minyak serai wangi 5%, 10%, 15% dan 20 % , semua perlakuan memiliki kemampuan membunuh dan berbeda nyata antar perlakuan (masing-masing konsentrasi) berdasarkan pengujian, kemampuan daya bunuhnya diatas 76,7. Pada konsentrasi 5 % perlakuan minyak serai wangi masih bias dikatakan efektif karena daya bunuhnya masih sebanyak  $\geq 76\%$ . Hal ini menunjukkan bahwa minyak serai wangi memiliki kemampuan untuk menolak (repellent) terhadap *M. persicae* untuk tidak hinggap dan menyerang tanaman cabai.

Selain bersifat menolak serangga, Sitronella yang terkandung dalam minyak serai wangi dapat bersifat kontak dengan serangga. Mekanisme kerja racun kontak Sitronella adalah menghambat enzim asetilkolinesterase sehingga terjadi fosforilasi asam amino serin pada pusat asteratik enzim bersangkutan. Gejala keracunan pada serangga timbul karena adanya penimbunan asetilkolin yang menyebabkan gangguan sistem saraf pusat, kejang, kelumpuhan pernapasan, dan kematian (Nurmansyah, 2011; Setiawati *dkk.*, 2008; Sudarmo, 2015; Utama Dan Hamed, 2010). Hal ini disebabkan senyawa allelokimia yang terkandung dalam minyak serai wangi mampu mempengaruhi pertumbuhan kontak, repellent dan antifeedant.

## 2. Persentase Mortalitas hama *M. persicae* dengan Lengkuas

Hasil analisis sidik ragam dan uji BNT menunjukkan bahwa penggunaan konsentrasi

minyak lengkuas terhadap kutu daun *M. persicae* memberi pengaruh tidak nyata antar perlakuan tetapi memberi pengaruh sangat nyata terhadap control (Tabel 3).

Tabel 3. Rata-rata Mortalitas Kutu Daun *M. persicae* dengan Beberapa Konsentrasi minyak Lengkuas

| Perlakuan | Mortalitas (%) |
|-----------|----------------|
| Kontrol   | 10a            |
| B1 (5%)   | 83,3b          |
| B2 (10%)  | 86,7 bc        |
| B3 (15%)  | 90 bc          |
| B4 (20%)  | 93,3c          |

Ket: Angka yang diikuti oleh huruf yang sam tidak berbeda nyata antar perlakuan tetapi berbeda sangat nyata dengan Kontrol.

Tabel 3 menunjukkan efektivitas insektisida nabati lengkuas memberikan hasil yang signifikan terhadap mortalitas kutu daun *M. persicae* . Konsentrasi minyak lengkuas 5%, 10%, 15% dan 20 % merupakan konsentrasi yang mampu membunuh kutu daun dengan persentase mortalitas  $\geq 80\%$  . Konsentrasi 5 % memiliki persentase paling rendah yaitu 83,3 % . Dalam uji BNT, perlakuan dengan konsentrasi 5 % tidak berbeda nyata dengan 10 % , dan konsentrasi 10 % dan 15 % tidak berbeda nyata dengan 20 % , namun daya bunuhnya diatas 80 % yang didapatkan berbeda nyata dengan perlakuan kontrol. Besarnya persentase mortalitas berbanding lurus dengan pemberian konsentrasi yang diberikan.

Berdasarkan data yang telah didapat pada penelitian ini bahwa mortalitas kutu daun *M. persicae* yang terjadi diduga disebabkan oleh senyawa Terpenoid, Alkaloid dan fenol yang dapat bersifat sebagai bioinsektisida (I Gede Sila, 2012).

## 3. Kombinasi Minyak Serai Wangi dan Lengkuas

Hasil analisis sidik ragam dan uji BNT menunjukkan bahwa penggunaan kombinasi minyak serai wangi dan lengkuas terhadap kutu daun *M. persicae* memberi pengaruh nyata (Tabel 4).

Tabel 4. Rata-rata Mortalitas Kutu Daun *M. persicae* dengan Perlakuan Kombinasi (Minyak Serai Wangi dan Lengkuas) pada Tanaman Cabai

| No  | Perlakuan | Mortalitas (%) | Notasi | No  | Perlakuan | Mortalitas (%) | Notasi |
|-----|-----------|----------------|--------|-----|-----------|----------------|--------|
| 1.  | A0B0      | 6,7            | a      | 15. | A3B3      | 80,0           | e      |
| 2.  | A1B0      | 36,7           | b      | 16. | A1B3      | 80,0           | e      |
| 3.  | A0B1`     | 40,0           | b      | 17. | A4B0      | 83,3           | e      |
| 4.  | A1B1      | 43,3           | b      | 18. | A4B1      | 83,3           | e      |
| 5.  | A2B1      | 46,7           | bc     | 19. | A0B4      | 86,7           | e      |
| 6.  | A2B0      | 50,0           | c      | 20. | A4B2      | 86,7           | ef     |
| 7.  | A0B2      | 56,7           | c      | 21. | A2B4      | 90,0           | f      |
| 8.  | A1B1      | 63,3           | c      | 22. | A3B4      | 90,0           | f      |
| 9.  | A2B2      | 66,7           | cd     | 23. | A1B4      | 93,3           | f      |
| 10. | A3B0      | 70,0           | d      | 24. | A4B3      | 93,3           | fg     |
| 11. | A0B3      | 73,3           | d      | 25. | A4B4      | 96,7           | g      |
| 12. | A3B1      | 76,7           | d      |     |           |                |        |
| 13. | A3B2      | 76,7           | de     |     |           |                |        |
| 14. | A2B3      | A2B3           | e      |     |           |                |        |

Ket : Angka yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut Uji BNT 5%

Tabel 4 menunjukkan rata-rata mortalitas kutu daun *M. persicae* dari 25 kombinasi perlakuan, yang tertinggi berada pada konsentrasi A4B4 (96,7 %) sementara yang terendah berada pada kombinasi perlakuan A0B0 (6,7 %). Efektifitas daya bunuh diatas 50 % dari kombinasi perlakuan terdapat 21 kombinasi yang berpotensi sebagai insektisida nabati yaitu A2B0 (50%), A0B2 (56,7%), A1B1 (63,3%), A2B2 (66,7%), A3B0 (70%), A3B1 (76,7%), A3B2 (76,7 %), A2B3 (80%), A3B3 (80%), A1B3 (80%), A4B0 (83,3%), A4B1 (83,3%), A0B4 (86,7 %), A4B2 (86,7), A2B4 (90%) A3B4 (90%), A1B4 (93,3%), A4B3 (93,3%), dan A4B4 (96,7%).

Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nyata antara jumlah mortalitas *M. persicae* semua perlakuan konsentrasi minyak atsiri. Hal ini menunjukkan bahwa minyak atsiri dari tanaman serai wangi dan lengkuas memiliki efek pestisida terhadap kutu daun ini. Tinggi rendahnya tingkat efektifnya minyak atsiri yang diuji sangat dipengaruhi oleh besar dan kecilnya konsentrasi yang digunakan. Terlihat jelas bahwa besarnya konsentrasi berbanding lurus dengan tingginya persentase mortalitas dimana semakin besar konsentrasi maka semakin tinggi juga persentase mortalitas. Perbedaan kemampuan membunuh masing-masing minyak atsiri yang diuji diakibatkan perbedaannya kandungan bahan aktif yang berpengaruh terhadap kutu daun *M. persicae*.

#### 4. Persentase Mortalitas Kutu Daun *M. persicae*. Berdasarkan Waktu Pengamatan

Mortalitas kutu daun *M. persicae* dengan perlakuan 20 kombinasi konsentrasi telah terjadi LT50 pada jam ke 9 has dengan mortalitas tertinggi pada konsentrasi A4B4 (90 %). Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi perlakuan dan waktu aplikasi lebih awal, menyebabkan semakin mudah juga mengalami degradasi /penguraian yang cepat oleh sinar matahari. Sitompul *dkk.* (2014) menyatakan semakin tinggi pemberian konsentrasi, maka semakin cepat serangga mati, dikarenakan semakin banyak zat aktif yang masuk/terkena pada serangga.

### KESIMPULAN

1. Perlakuan minyak serai wangi dan lengkuas yang telah diuji secara terpisah menunjukkan bahwa pada semua perlakuan konsentrasi memiliki kemampuan membunuh yang cukup tinggi yaitu 96,7 % dan 93,3 %.
2. Insektisida nabati minyak atsiri yang paling efektif adalah kombinasi perlakuan konsentrasi serai wangi dan lengkuas (A4B4) pada konsentrasi 20 % dengan rata-rata mortalitas 96,7 %.
3. Persentase mortalitas kutu daun *M. persicae* berdasarkan waktu pengamatan yang tercepat

(LT<sub>50</sub>) berada pada jam ke 9 setelah aplikasi pada perlakuan kombinasi A4B4 (90%).

4. Gejala serangan yaitu terjadi perubahan bentuk (menyusut) serta perubahan warna dari normal menjadi coklat kehitaman.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Dafrinal., R. Widiananda dan A. Lusi, 2012. Kepadatan Populasi Kutu Daun (*Myzus persicae*) dan Predatornya (*Monoshillus sexmaculata*) pada Tanaman Cabe (*Capsicum annum*) Di Kecamatan Kotoparik Gadang Diatesh Kabupaten Solaok Selatan. Program Studi Pendidikan Biologi dan Ilmu Pendidikan STKIP PGRI Sumatera Barat.
- Hastuti, 2015. Uji Efektivitas Larutan Pestisida Nabati Rimpang Lengkuas, Daun Serai, dan Daun Babadotan Pada Pengendalian Hama Penghisap Buah (*Helopeltis sp*) Tanaman Kakao.
- Ida Hadiyah dan Elya Hartini., 2016. Efikasi Beberapa Bahan Pestisida Nabati dalam Mengendalikan Hama Tanaman Cabai (*Capsicum annum* L.).
- I Gede Sila Adnyana, K. Sumartha dan I.P. Sudiarta, 2012. Efikasi Pestisida Nabati Minyak Atsiri Tanaman Tropis terhadap Mortalitas Ulat Bulu Gempinis. *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika*. Vol.1. No.1, Juli 2012.
- Juliantara, K. 2012. Pemanfaatan Ekstrak Daun Pepaya (*Carica papaya*) sebagai Pestisida Alami yang Ramah Lingkungan.
- Majid M. 2011. Penggunaan Pestisida Nabati Sibaleng (Sirih, Bawang Putih, Lengkuas) untuk Pengendalian Hama *Plutella xylostella* pada Tanaman Sawi. Skripsi Fakultas Pertanian Unsrat Manado.
- Nechiyana., A. Sutikno dan D. Salbiah, 2013. Penggunaan Ekstrak Daun Pepaya (*Carica papaya* L.) untuk Mengendalikan Hama Kutu Daun *Aphis possypii* pada Tanaman cabai (*Capsicum annum* L.). *Artikel Riau*.
- Nurmansyah, 2011. Efektivitas Serai Wangi terhadap Hama Penghisap Buah Kakao *Helopeltis antonii*. *Bul. Littro*. 22(2): 205-213.
- Prasetyo, D.D., I.W. Susila, dan K. Sumiartha, 2013. Efikasi Minyak Atsiri Sereh Dapur (*Cymbopogon citratus* L.) terhadap Hama Ulat Daun Kubis (*Plutella xylostella* L.). *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika*. Vol.2.No.2, April 2013.
- Riyanto, 2009. Potensi Lengkuas (*Languas galangal*), Beluntas (*Pluchea indica*) dan Sirsak (*Annona muricata*) sebagai Insektisida Nabati Kumbang Kacang Hijau *Callosobruchus chinensis* (Coleoptera: Bruchidae), *Jurnal Sainsmatika* Vol.2 Desember. 2009.
- Salaki, Ch dan J. Pelealu, 2012. Pemanfaatan *Barringtonia asiatica* dan *Annona muricata* Terhadap Serangga Vektor Penyakit pada Tanaman Cabai. *Jurnal Eugenia* Vol 18(1) April 2012.
- Salaki, Ch dan J. Pelealu, 2015. Kajian pemanfaatan entomopatogen indigenous Indonesia yang potensial sebagai kandidat Biopestisida Ramah lingkungan terhadap hama penting tanaman cabai. Fakultas Pertanian Unsrat Manado.
- Salaki, Ch. 2016. Efikasi Beberapa Pestisida Nabati Dalam Mengendalikan Hama Tanaman Cabai. Fak Pertanian Unsrat./.
- Tigaw, L dan Ch. Salaki, 2015. Uji Efektivitas ekstrak bawang putih dan Tembakau sebagai bioinsektisida terhadap kutu daun *Myzus persicae* pada tanaman cabai. *Jurnal Eugenia* Vol. 21 (3) Oktober, 2015.
- Setiawati, W., R. Murtiningsih dan T. Rubiati, 2008. Tumbuhan Bahan Pestisida Nabati. Cara pembuatannya untuk Mengendalikan Organisme Pengganggu Tanaman. Balai Sayuran Lembang, Bandung Barat.
- Sitompul, A.F., O. Syahrial dan Y. Pangestiningih, 2014. Uji Efektifitas Insektisida Nabati terhadap Mortalitas *Leptocorisa acuta* T (Hemiptera; Alydidae P) pada Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.) di Rumah Kaca. Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara. Medan. *Jurnal Agroekoteknologi* ISSN No. 2337-6597. Vol.2(3): 1075-1080, Juni 2014.
- Sudarmo, S. 2005. Pestisida Nabati; Pembuatan dan Pemanfaatannya. Kanisius, Yogyakarta.
- Utami, S dan N.F. Haneda, 2010. Pemanfaatan Etnobotani dari Hutan Tropis Bengkulu sebagai pestisida Nabati. *JMHT*. 16(3):143-147.
- Wiratno., Siswanto., Luluk dan S. Suriati, 2011. Efektivitas Beberapa Jenis Tanaman Obat dan Aromatik Sebagai Insektisida Nabati untuk Mengendalikan *Diconocoris hewetti* (Hemiptera; Tingidae). *Bul. Littro*. Vol.22 No.2. 2011. Hal. 198-204.

## **Pemanfaatan Cendawan Entomopatogen *Hirsutella thompsonii* dalam Pengendalian Hama *Crocidolomia binotalis* pada Budidaya Tanaman Kubis**

**Ernest Hanny Sakul<sup>1\*</sup>, Wiesye Maya Selfia Nangoy<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Jurusan Biologi FMIPA-Universitas Negeri Manado  
Kampus UNIMA Tonsaru Tondano Selatan 95619

\*Penulis Korespondensi. Ernest Hanny Sakul, Jurusan Biologi FMIPA  
Universitas Negeri Manado Desa Tonsaru Kecamatan Tondano Selatan Kode Pos 95619,  
Telp.08124446613; Email: ernesthannysakul@gmail.com

### **ABSTRAK**

Sayur-sayuran seperti kubis, wortel, dan bawang hijau merupakan tanaman hortikultura yang memiliki nilai ekonomi penting bagi petani di Sulawesi Utara. Usaha manusia untuk meningkatkan produksi sayur-sayuran dipengaruhi oleh berbagai faktor diantaranya serangan hama, terutama hama *Plutella xylostella* dan *Crocidolomia binotalis* pada tanaman kubis dan tanaman *Brassicaceae* lainnya. Pengendalian hama terpadu merupakan salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk lebih mengintegrasikan aspek ekologis pada pertanaman sayuran terutama untuk pengendalian hama seperti *C.binotalis*, *P.xylostella*, *Spodoptera exigua*, dan *Chrysodeixis* sp. Salah satu alternatif pengendalian yang dapat diandalkan yaitu pemanfaatan cendawan entomopatogen isolat lokal *Hirsutella thompsonii*. Penelitian ini bertujuan untuk membuktikan pengaruh frekuensi penyemprotan suspensi cendawan *H.thompsonii* dalam pengendalian hama *C.binotalis* pada budidaya tanaman kubis. Penelitian ini menggunakan rancangan penelitian dengan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dimana dalam rancangan acak lengkap dengan variabel yang diamati adalah frekuensi penyemprotan suspensi cendawan *Hirsutella* sp dan tingkat mortalitas atau jumlah kematian larva *C.binotalis* dihitung setelah perlakuan diberikan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat pengaruh frekuensi penyemprotan suspensi cendawan *H.thompsonii* dalam pengendalian hama *C.binotalis* pada budidaya tanaman kubis yaitu perlakuan penyemprotan suspensi konidia *H.thompsonii* dengan konsentrasi  $10^6$  konidia dapat menyebabkan mortalitas tertinggi (mortalitasnya 73,73%). Hasil penelitian membuktikan bahwa makin tinggi konsentrasi konidia makin tinggi mortalitas serangga uji.

**Kata kunci:** bioinsektisida, pengendalian biologis, suspensi cendawan, konsentrasi konidia

### **ABSTRACT**

Vegetables such as cabbage, carrots and green onions are horticultural crops that have important economic value for farmers in North Sulawesi. Human efforts to increase the production of vegetables are affected by various factors including pest attacks, especially *Plutella xylostella* and *Crocidolomia binotalis* in cabbage and other *Brassicaceae* plants. Integrated pest management is one approach that can be used to integrate the ecological aspects in crops of vegetables, especially for pest control such as *C.binotalis*, *P.xylostella*, *Spodoptera exigua* and *Chrysodeixis* sp. One of the most reliable alternative controls is the utilization of entomopathogenic fungi of local isolate *Hirsutella thompsonii*. The objective of this research was to study the frequency of spraying the conidia suspensions of entomopathogenic fungi *H.thompsonii* against major pests on cabbage crops is *C.binotalis*. This research using an experimental method with completely randomized design (CRD) and to measured the frequency of spraying the suspensions of entomopathogenic fungi *H.thompsonii* and the mortality rate of *C.binotalis* larva after treatment is given. The results showed that there are significant frequency of spraying the conidia suspensions of entomopathogenic fungi *H.thompsonii* to control pests on cabbage crop cultivation . The treatment with conidia concentration of *H.thompsonii* is  $10^6$  conidia treatment because it can cause the highest mortality (mortality 73.73%). The results showed that the higher concentration of conidia was higher insect mortality.

**Keywords:** bioinsektisida, biological control, fungal suspension, konidia concentration

## PENDAHULUAN

Hama *Crocidolomia binotalis* merupakan hama penting pada tanaman sawi (*Brassica juncea*). Kerusakan yang ditimbulkan oleh hama ini adalah dengan merusak daun dan pucuk sehingga tanaman sawi tidak dapat membentuk krop. Penggunaan dosis insektisida sintetis untuk pengendalian hama ini ternyata masih banyak dilakukan oleh petani sayuran di Sulawesi Utara secara berlebihan.

Sayur-sayuran seperti kubis, wortel dan bawang hijau merupakan tanaman hortikultura yang memiliki nilai ekonomi penting bagi petani di Sulawesi Utara. Usaha manusia untuk meningkatkan produksi sayur-sayuran dipengaruhi oleh berbagai faktor diantaranya serangan hama, terutama hama *Plutella xylostella* dan *Crocidolomia binotalis* pada tanaman kubis dan tanaman *Brassicaceae* lainnya, hama *Chrysodeixis chalcites* pada tanaman wortel dan hama *Spodoptera exigua* dan *Spodoptera litura* pada tanaman bawang hijau dan tanaman sayuran lainnya. Tindakan yang dilakukan untuk menekan populasi hama tersebut lebih banyak dengan menggunakan insektisida kimia/sintetik.

Penggunaan insektisida tersebut hanya dapat menekan populasi hama dalam waktu yang relatif singkat, meningkatkan biaya produksi, mencemari lingkungan hidup dan berbahaya bagi kesehatan manusia.

Cara pengendalian secara kimiawi ini mengakibatkan terjadinya kontaminasi zat racun pada produksi sayuran, serta pencemaran terhadap lingkungan. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, perlu dikembangkan sarana pengendalian hama yang efektif tetapi ramah lingkungan, dengan memanfaatkan bahan bioinsektisida yang berasal dari tumbuhan karena relatif aman terhadap musuh alami, memiliki tingkat persistensi yang singkat sehingga tidak meninggalkan residu, dan tidak mencemari lingkungan.

Salah satu alternatif pengendalian yang dapat diandalkan ialah pemanfaatan musuh alami. Cendawan entomopatogen isolat lokal *Metarhizium* sp, *Nomuraea* sp, dan *Hirsutella* sp,

mempunyai peluang yang baik untuk dikembangkan sebagai salah satu agens hayati potensial dalam mengendalikan hama tanaman sayuran (Sembel *et al.*, 2008a).

Hasil penelitian lapangan menunjukkan bahwa larva-larva *P.xylostella*, *C.binotalis*, *S.exigua* dan *S.litura* dan jenis-jenis larva dari ordo Lepidoptera lain terinfeksi cendawan entomopatogen *Nomuraea* sp dan *Zoophthora* sp (Sembel *et al.*,1994). Dari hasil isolasi larva-larva pada tanaman sayuran yang terinfeksi dengan patogen telah ditemukan 3 jenis cendawan entomopatogen yakni *Metarhizium* sp, *Nomuraea s,p* dan *Hirsutella* sp (Sembel *et al.*, 2008a.). Ketiga jenis cendawan strain lokal dapat dikembangkan sebagai agens hayati dalam mengendalikan hama tanaman sayuran. Di laboratorium, cendawan dapat menyebabkan mortalitas larva *C.binotalis* dan *S.exigua* mencapai 100% (Sembel *et al.*, 2008b).

Hama *C.binotalis* dan *S.exigua* merupakan hama berbahaya pada tanaman sayuran. Hama *C.binotalis* dapat merusak tanaman kubis dan tanaman *Brassicaceae* lainnya seperti sawi, petsai, lobak, caesin, kol, dan *Nasturtium* sp. Larva muda memakan bagian bawah daun dan biasanya menghindari cahaya. Larva dari hama ini dapat merusak krop sehingga dapat menggagalkan panen. Selama ini, pengendalian kedua jenis hama ini yang dilakukan oleh petani masih mengandalkan insektisida kimia, padahal penggunaan insektisida yang kurang bijaksana dapat menyebabkan resistensi, resurgensi, dan musnahnya musuh alami. Perang musuh alam sebagai salah satu agens hayati semakin penting sejalan dengan penerapan konsep pengendalian hama terpadu.

Pengendalian hama terpadu merupakan salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk lebih mengintegrasikan aspek ekologis pada pertanaman sayuran terutama untuk pengendalian hama *C.binotalis*, *P. xylostella*, *S. exigua* dan *Chrysodeixis* sp. Salah satu alternatif pengendalian yang dapat diandalkan yaitu pemanfaatan cendawan entomopatogen isolat lokal *Hirsutella* sp.

Bioinsektisida dengan bahan aktif *Hirsutella* sp dapat diformulasikan dalam bentuk padat untuk memaksimalkan pemanfaatan cendawan tersebut sebagai bioinsektisida. Pemanfaatan bioinsektisida ini dapat diintegrasikan dengan teknik pengendalian lain sehingga dapat membatasi serangan hama utama pada tanaman sayuran terutama *C. binotalis* dan *S. exigua*.

Dengan demikian, terbuka peluang yang sangat luas untuk memanfaatkan cendawan *Hirsutella* sp. isolat lokal sebagai salah satu agens hayati untuk mengendalikan hama *C. binotalis*.

## BAHAN DAN METODE

### 1. Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat penelitian: Penelitian ini telah dilaksanakan di Laboratorium Advanced Biologi Universitas Negeri Manado dan di kebun lahan binaan GAPOKTAN Pinaesaan Kecamatan Tondano Utara, Tondano, Kabupaten Minahasa.

Waktu penelitian: Penelitian ini telah dilaksanakan selama 93 hari terhitung mulai tanggal 18 Maret 2016 hingga 18 Juni 2016.

### 2. Metode Penelitian

#### Variabel Penelitian

Variabel dalam penelitian ini yang dapat didefinisikan adalah sebagai berikut: (1) Frekuensi penyemprotan suspensi cendawan *Hirsutella* sp. (2) Tingkat mortalitas atau jumlah kematian larva *C. binotalis* dihitung setelah perlakuan diberikan.

#### Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan rancangan penelitian dengan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dimana dalam rancangan acak lengkap ini digunakan 5 buah perlakuan yang diulang sebanyak 4 kali, sehingga total unit perlakuan sebanyak 20 buah.

#### Prosedur Kerja

Percobaan dilakukan di lapangan dengan tahapan kegiatan sebagai berikut:

### a. Eksplorasi serangga terinfeksi cendawan

Eksplorasi serangga yang terinfeksi cendawan entomopatogen dilaksanakan pada sentra tanaman sayuran kubis jenis sawi, kol, petsai, maupun caisin yang ditanam oleh petani pada setiap lokasi di Kabupaten Minahasa dan Kota Tomohon, pada ketinggian tempat bervariasi dari 700 - 900 m di atas permukaan laut. Lokasi penelitian dipilih secara sengaja dan pengelolaan kebun menurut kebiasaan yang dilakukan oleh para petani di daerah tersebut. Contoh larva dari hama tanaman sayuran *C. binotalis*, *P. xylostella*, *S. Exigua*, dan *C. chalcites* dikoleksi dan disimpan dalam kotak plastik transparan atau rol film, kemudian dibawa ke laboratorium.

Larva-larva terinfeksi yang dikoleksi dari lapangan diletakkan pada tempat dengan latar belakang yang sesuai, kemudian difoto dengan menggunakan kamera digital Canon EOS 1000, 10 mega pixel. Spesimen yang berukuran kecil difoto dengan menggunakan mikroskop berkamera.

### b. Preparasi Biakan Murni

Serangga hama yang terinfeksi dari lapangan diisolasi di laboratorium untuk mendapatkan biakan murni. Media tumbuh yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *potato dextrose agar (PDA)*. Medium PDA terdiri dari komponen berupa kentang 200 gram, dextrose 20 gram, agar 15 gram, air suling 1L), media kedua yaitu media *Saboraud Dextrose Yeast Agar (SDYA)* (*none peptone* 10 gram, dextrose 40 gram, yeast 10 gram, agar 15 gram, air suling 1 L). Biakan murni ini disimpan dan diperbanyak di laboratorium. Biakan murni tersebut digunakan juga untuk mengidentifikasi cendawan entomopatogen berdasarkan kunci identifikasi.

### c. Patogenitas *Hirsutella* sp. terhadap hama *Crociodomia binotalis* di laboratorium

Percobaan menggunakan rancangan acak lengkap dengan lima perlakuan dan empat ulangan. Perlakuan terdiri dari (a) kontrol, (b) konsentrasi konidia  $10^3$ , (c) konsentrasi konidia  $10^4$ , (d) konsentrasi konidia  $10^5$ , dan (e)

konsentrasi konidia  $10^6$ . Setiap ulangan digunakan 5 larva *C.binotalis* instar 2 – 3. Larva-larva ini dipelihara secara individu pada tempat pemeliharaan di laboratorium.

#### **d. Pemanfaatan Cendawan Entomopatogen *Hirsutella* sp Dalam Pengendalian Hama *C.binotalis***

Lokasi penelitian dibersihkan dari gulma, kemudian dibuat bedengan untuk pembibitan, selanjutnya dibuat juga bedengan sesuai perlakuan yang diuji. Kurungan berukuran 10m x 10m x 2m ditempatkan pada lokasi penelitian yang sudah ditentukan. Kurungan terbuat dari kain nilon, bambu dan perekat kain. Tanaman kubis jenis sawi ditanam di dalam kurungan disesuaikan dengan perlakuan yang diuji.

Kegiatan penanaman, pemeliharaan tanaman meliputi penyiangan, pemupukan dan panen disesuaikan teknik budidaya yang sudah biasa dilakukan oleh petani. Percobaan dilakukan di lapangan dalam kurungan yang terbuat dari kain nilon. Penelitian ini menggunakan rancangan penelitian dengan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dimana terdapat 5 buah perlakuan yang diulang sebanyak 4 kali, sehingga total unit perlakuan sebanyak 20 buah.

Perlakuan frekuensi penyemprotan cendawan *Hirsutella* sp sebagai berikut  
**Perlakuan pertama:** Penyemprotan suspensi bioinsektisida bentuk padat dengan bahan aktif cendawan *Hirsutella* sp setiap minggu;  
**Perlakuan kedua:** Penyemprotan suspensi bioinsektisida bentuk padat dengan bahan aktif cendawan *Hirsutella* sp setiap dua minggu;  
**Perlakuan ketiga:** Penyemprotan suspensi bioinsektisida bentuk padat dengan bahan aktif cendawan *Hirsutella* sp setiap tiga minggu;  
**Perlakuan keempat:** Penyemprotan suspensi bioinsektisida bentuk padat dengan bahan aktif cendawan *Hirsutella* sp setiap empat minggu; dan tanpa perlakuan (Kontrol).

Pada percobaan ini, setelah tanaman berumur satu minggu dipindahkan ke lapangan, setiap tanaman contoh diinfestasi dengan larva instar dua dari hama *C. binotalis* sebanyak 3

individu, kemudian diaplikasikan dengan suspensi cendawan yang sudah disiapkan sesuai perlakuan yang diuji. Penyemprotan mulai dilakukan setelah tanaman berumur satu minggu setelah dipindahkan ke lapangan. Setiap plot percobaan terdiri dari 5 tanaman contoh yang diamati. Pengamatan dilakukan setiap minggu selama satu musim tanam.

Parameter yang diamati adalah populasi larva, jumlah hama yang terinfeksi, gejala infeksi, kerusakan tanaman dan produksi kubis.

#### **e. Teknik Analisa Data**

Setelah melakukan serangkaian penelitian maka data hasil penelitian yang diperoleh pertama-tama diuji kenormalan datanya melalui uji kenormalan data menurut Kolmogorov-Smirnov test menggunakan program SPSS IBM versi 20.

Selanjutnya ketika uji kenormalan data telah dilakukan maka tahap analisis data berikutnya yaitu dilanjutkan pada tahap pengujian Uji Kesamaan Variansi (Uji Kehomogenan Ragam). Pengujian kesamaan dua ragam dapat dilakukan dengan statistik uji F, atau Levene's test.

**Hipotesis statistik:** Ho: Variansi (ragam) sama atau  $H_0: \mu = 0$ ,  $H_1$ : Variansi (ragam) tidak sama atau  $H_1: \mu = 0$  (uji dua pihak/2-tailed) (Lolombulan, 2010).

Apabila persyaratan kenormalan data dan uji homogenitas tidak dapat dipenuhi maka data hasil penelitian akan diuji dengan menggunakan Analisis Ragam (ANAVA) Kruskal Willis.

Apabila persyaratan kenormalan data dan uji homogenitas dapat dipenuhi maka data penelitian yang telah diperoleh, selanjutnya dianalisis dengan Analisis Ragam (ANAVA) dengan Uji F, guna menguji perbedaan yang terjadi pada setiap perlakuan yang diujicobakan pada taraf nyata 5%, dan dimana apabila nilai F-hitung lebih besar dari F-tabel, maka akan dilanjutkan dengan uji lanjut berupa uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf  $\alpha$  95% atau 0,05 (Hanafiah, 2005).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### a. Hama Pada Tanaman Kubis

Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan, hama yang banyak merusak tanaman sayuran di Sulawesi Utara adalah hama larva dan imago *C.binotalis* dan *P. xylostella* pada tanaman kubis jenis sawi, kol, petsai maupun caisin, hama *Spodoptera exigua* pada tanaman kubis dan bawang hijau, dan hama *Chrysodeixis chalcites* pada tanaman bawang hijau dan wortel.



Gambar 4.2. (a) Tanaman Sawi (*Brassica juncea*) Yang Sehat Dan Tidak Rusak Bagian Kropnya dan (b) Tanaman Kubis Jenis Kol Yang Rusak Dan Tidak Membentuk Krop Akibat Serangan Larva *C.binotalis*

Di lapangan keempat jenis hama tersebut dapat menimbulkan kerugian yang sangat besar karena langsung merusak proses pembentukan crop pada tanaman kubis khususnya, sehingga petani berusaha mengendalikannya, terutama dengan menggunakan insektisida.

Tindakan ini tentunya sangat merugikan kesehatan konsumen dan pencemaran lingkungan hidup. Padahal sudah banyak teknik pengendalian yang dapat menekan perkembangan hama sampai pada taraf yang tidak merugikan dan dapat meminimalkan pengaruh buruk pada kesehatan manusia ataupun lingkungan hidup. Tindakan tersebut diantaranya pengendalian hayati dengan memanfaatkan cendawan entomopatogen.

### b. Cendawan Entomopatogen

Hasil eksplorasi dan penemuan di lapangan menunjukkan bahwa cendawan entomopatogen isolat lokal penting yang ditemukan menginfeksi hama tanaman sayuran di sentra pertanaman sayuran di Sulawesi Utara

*Biologi Lingkungan*

khususnya di perkebunan yang berada di kabupaten Minahasa dan kota Tomohon adalah jenis *Beauveria* sp, *Metarhizium* sp, *Hirsutella* sp dan *Nomuraea* sp.

Dari keempat jenis cendawan, yang ditemukan dominan menginfeksi *S.exigua* adalah *Nomuraea* sp. Cendawan ini juga menginfeksi larva *C.binotalis* dan *P. xylostella*. Cendawan *Metarhizium* sp menginfeksi larva *P. xylostella* dan cendawan *Hirsutella* sp menginfeksi larva *P. xylostella* dan cendawan *Beauveria* sp menginfeksi larva *Spodoptera exigua*, walaupun dalam jumlah yang sedikit.



Gambar 4.3. Cendawan *Hirsutella* sp Menginfeksi Larva *Crocidolomia binotalis*

Secara visual, infeksi cendawan pada inangnya dikenal dengan ciri-ciri yang nampak pada serangga terinfeksi. Beberapa gejala umum serangga terinfeksi dapat menunjukkan jenis cendawan. Serangga yang tertutup dengan spora yang berwarna putih, menunjukkan adanya infeksi *Hirsutella* sp atau *Beauveria* sp. (Poinar dan Thomas, 1984 dalam Pinaria, 2011).

### c. Patogenitas *Hirsutella* sp Terhadap Hama *Crocidolomia binotalis*

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat kematian atau mortalitas larva hama *C.binotalis* akibat infeksi *Hirsutella* sp mulai nampak jelas 2 hari setelah perlakuan (hsp) dan terus meningkat sampai 8 hsp, selanjutnya pada 9 hsp dan 10 hsp mortalitas cenderung konstan. Dari hasil penelitian dapat dilihat bahwa makin tinggi konsentrasi konidia, makin tinggi mortalitas larva hama *C.binotalis*. Hal ini menunjukkan bahwa makin banyak jumlah

konidia, makin besar dan makin tinggi peluang serangga uji terinfeksi. Sehingga jumlah inokulum dalam hal ini suspensi konidia dapat menjadi salah satu faktor yang dapat mempengaruhi terjadinya infeksi.

Tabel.4.1. Mortalitas larva *C.binotalis* pada beberapa taraf konsentrasi konidia *Hirsutella* sp.

| Perlakuan               | Mortalitas (%) |        |        |        |        |
|-------------------------|----------------|--------|--------|--------|--------|
|                         | 2hsp           | 4hsp   | 6hsp   | 8hsp   | 10hsp  |
| Kontrol                 | 0,00a          | 2,52a  | 5,10a  | 5,10a  | 5,10a  |
| 10 <sup>3</sup> konidia | 2,52a          | 5,00a  | 7,52a  | 15,02a | 15,02a |
| 10 <sup>4</sup> konidia | 2,52a          | 2,52a  | 7,80a  | 7,80a  | 12,80a |
| 10 <sup>5</sup> konidia | 7,52a          | 32,52b | 32,52b | 37,52b | 45,00b |
| 10 <sup>6</sup> konidia | 18,90a         | 35,00b | 50,30b | 73,80c | 73,80c |

Keterangan : angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada masing-masing kolom tidak berbeda nyata pada uji BNJ 5%

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam (ANOVA) terhadap mortalitas larva hama *C.binotalis* pada 2 hsp, ternyata dalam perlakuan tidak terdapat perbedaan yang nyata. Mortalitas larva *C.binotalis* berbeda sangat nyata pada 4 hsp (p=008), 6 hsp (p=005), 8 hsp (p<001), 10 hsp (p<001).

Hasil uji BNJ pada 4 hsp, terlihat bahwa mortalitas atau tingkat kematian pada kontrol tidak berbeda nyata dengan perlakuan suspensi konidia 10<sup>3</sup> dan perlakuan suspensi konidia 10<sup>4</sup> tetapi berbeda nyata dengan perlakuan suspensi konidia 10<sup>5</sup> dan perlakuan suspensi konidia 10<sup>6</sup>, sedangkan antara perlakuan suspensi konidia 10<sup>5</sup> dan 10<sup>6</sup> tidak terdapat perbedaan nyata. Hal yang sama berlaku juga untuk 6 hsp.

Selanjutnya pada 8 hsp dan 10 hsp, terlihat bahwa antara perlakuan suspensi konidia 10<sup>5</sup> dan 10<sup>6</sup> berbeda nyata, mortalitas larva *C.binotalis* tertinggi pada perlakuan konsentrasi spora 10<sup>6</sup> (mortalitasnya 73,73%) diikuti oleh 10<sup>5</sup> (mortalitasnya 40%) dan kedua perlakuan ini lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

Data ini menunjukkan bahwa konsentrasi konidia yang dapat digunakan untuk mengendalikan hama *C.binotalis* di lapangan adalah perlakuan 10<sup>6</sup> konidia karena dapat menyebabkan mortalitas tertinggi. Hasil

penelitian ini membuktikan bahwa makin tinggi konsentrasi konidia makin tinggi mortalitas serangga uji

#### d. Populasi Hama Dan Kerusakan Tanaman

Kondisi lapangan lokasi pengujian cendawan *Hirsutella* sp di dalam kurungan. Tanaman yang ada dalam kurungan dicegah dari serangan hama secara alami, tetapi setiap tanaman contoh sengaja diinfestasi hama *C.binotalis*, sehingga semua tanaman yang ada mempunyai peluang yang sama diserang hama *C.binotalis*.

Hasil penelitian satu minggu setelah perlakuan *Hirsutella* sp. menunjukkan bahwa rata-rata mortalitas larva pada kontrol lebih rendah (76%) dibandingkan dengan perlakuan suspensi cendawan *Hirsutella* sp (92-100%) atau rata-rata 96,13%.

Pada kontrol tidak ditemukan larva terinfeksi sedangkan pada semua perlakuan penyemprotan suspensi *Hirsutella* sp terdapat larva terinfeksi cendawan.

Dari persentase daun rusak pada setiap perlakuan, terlihat bahwa pada kontrol cenderung lebih tinggi (40,88%) dibandingkan dengan perlakuan penyemprotan suspensi *Hirsutella* sp. bervariasi antara 10,38% - 25,95% atau rata-rata 18,165%.

Tabel.4.2. Mortalitas larva dan persentase kerusakan daun kubis satu minggu setelah penyemprotan suspensi *Hirsutella* sp pada percobaan dalam kurungan jaring (net)

| Perlakuan | Mortalitas Larva (%) | Rata-rata Jumlah Daun | Jumlah Daun rusak | Persentase Kerusakan daun |
|-----------|----------------------|-----------------------|-------------------|---------------------------|
| A         | 78,25%               | 5,98                  | 2,45              | 40,88                     |
| B         | 97,52%               | 5,47                  | 1,42              | 25,95                     |
| C         | 100,00%              | 5,58                  | 0,58              | 10,38                     |
| D         | 95,00%               | 5,35                  | 0,86              | 16,52                     |
| E         | 92,00%               | 5,24                  | 0,88              | 16,78                     |

Keterangan :  
 (A) Tanpa perlakuan (kontrol)  
 (B) Penyemprotan suspensi bioinsektisida bentuk pasta dengan bahan aktif *Hirsutella* sp setiap minggu.  
 (C) Penyemprotan suspensi bioinsektisida bentuk pasta dengan bahan aktif *Hirsutella* sp dua minggu.  
 (D) Penyemprotan suspensi bioinsektisida bentuk pasta dengan bahan aktif *Hirsutella* sp tiga minggu.  
 (E) Penyemprotan suspensi bioinsektisida bentuk pasta dengan bahan aktif *Hirsutella* sp empat minggu.

#### e. Produksi Kubis Pada Perlakuan Penyemprotan Suspensi Cendawan *Hirsutella* sp.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman kubis yang diaplikasi dengan suspensi cendawan *Hirsutella* sp, produksinya bervariasi

sekitar 1,25 – 2,65 kg/tanaman, sedangkan pada kontrol 1,10 – 1,30 kg/tanaman.

Rata-rata produksi kubis pada perlakuan *Hirsutella* sp 1,56 kg/tanaman, sedangkan pada kontrol hanya 1,29 kg/tanaman. Dengan demikian, penyemprotan suspensi cendawan *Hirsutella* sp, produksi lebih tinggi 8,05 – 21,00% dengan rata-rata 15,50. Jika dikonversikan, maka produksi tanaman kubis pada perlakuan *Hirsutella* sp bervariasi dari 30,25 – 58,25 ton/ha atau rata-rata 39,5 ton/ha, tetapi pada kontrol hanya 30,0 ton/ha.

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa penyemprotan suspensi *Hirsutella* sp mempengaruhi produksi kubis. Dari hasil uji beda rata-rata terlihat bahwa antara kontrol berbeda nyata dengan penyemprotan suspensi *Hirsutella* setiap minggu tetapi tidak berbeda nyata dengan penyemprotan *Hirsutella* sp setiap dua minggu, tiga minggu, dan empat minggu.

Penyemprotan suspensi *Hirsutella* sp setiap minggu tidak berbeda dengan setiap dua minggu, tetapi berbeda dengan penyemprotan setiap tiga dan empat minggu. Penyemprotan *Hirsutella* sp setiap dua, tiga dan empat minggu tidak terdapat perbedaan yang nyata.

Konsentrasi konidia *Hirsutella* sp yang dapat digunakan untuk mengendalikan hama *C.binotalis* di lapangan adalah perlakuan  $10^6$  konidia karena dapat menyebabkan mortalitas tertinggi (mortalitasnya 73,73%). Hasil penelitian membuktikan bahwa makin tinggi konsentrasi konidia makin tinggi mortalitas serangga uji.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Cendawan entomopatogen isolat lokal penting yang ditemukan menginfeksi hama tanaman sayuran di sentra pertanaman sayuran di Sulawesi Utara khususnya di perkebunan yang berada di Kabupaten Minahasa dan Kota Tomohon adalah jenis *Beauveria* sp, *Metarhizium* sp, *Hirsutella* sp, dan *Nomuraea* sp.

Terdapat pengaruh frekuensi penyemprotan suspensi cendawan *Hirsutella* sp dalam pengendalian hama *C.binotalis* pada budidaya tanaman kubis yaitu konsentrasi konidia *Hirsutella* sp yang dapat digunakan untuk mengendalikan hama *C.binotalis* di lapangan adalah perlakuan  $10^6$  konidia karena dapat menyebabkan mortalitas tertinggi (mortalitasnya 73,73%).

Hasil penelitian membuktikan bahwa makin tinggi konsentrasi konidia makin tinggi mortalitas serangga uji.

### Saran

Disarankan pada para petani sayuran, khususnya petani tanaman kubis, untuk menggunakan tingkatan konsentrasi konidia *Hirsutella* sp yang dapat digunakan untuk mengendalikan hama *C.binotalis* di lapangan pada perlakuan konsentrasi  $10^6$  konidia.

Perlu dikembangkan lebih lanjut program pengendalian hama terpadu berbasis masyarakat petani dengan menggunakan bioinsektisida berbahan dasar ekstrak tanaman maupun suspensi konidia cendawan *Hirsutella* sp.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abalos, N.N., and Noel D. Roble, 2013. *Ovicidal and larvicidal effects of Goldtree, Tabebula donnei-smithii* Rose, 1982 (*Schropholariales* : *Bignoniaceae*) extracts on Diamondback moth, *Plutella xylostella* Linnaeus, 1758 (*Lepidoptera* : *Plutellidae*). Biology Department, University of San Carlos, Talamban Campus, Nasipit, Cebu City. 6000 Philippines. In *Prosiding of International Conference, Biodiversity and Integrated Pest Management : Working Together for a Sustainable Future*. Sintesa Peninsula Hotel, Manado North Sulawesi Indonesia.
- Hanafiah, K.A., 2005. *Rancangan Percobaan, Teori dan Aplikasi*. Edisi Ketiga. Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Lolombulan, J., 2010. *Handout Mata Kuliah Analisis Statistika*. Program Pasca Sarjana Universitas Negeri Manado.

- Manoppo, J.S.S., Ernest Sakul, Dalvian Taroreh, Revfly Gerungan dan Sanusi Gugule., 2012. *Efektivitas Ekstrak Biji Pangi (Pangium edule Reinw.) Dalam Meningkatkan Mortalitas Keong Mas (Pomacea canaliculata Lamarck). The effectiveness of Extracts of Pangi Seed (Pangium edule Reinw.) in the increased mortality of Golden Apple-Snail (Pomacea canaliculata Lamarck).* Jurnal ilmiah Bio-Sains Volume 1 Desember 2012. FMIPA Universitas Negeri Manado.
- Manoppo, J.S.S. 2015. Potensi Biopestisida Dari Ekstrak Biji Dan Ekstrak Kulit Batang Tumbuhan Pangi (*Pangium edule* Reinw.) Dalam Meningkatkan Mortalitas Serangga *Plutella xylostella* L. Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Lembaga Penelitian, Universitas Negeri Manado.
- Pinaria, B.A.N., 2011. *Eksplorasi, Identifikasi, dan Pemanfaatan Cendawan Entomopatogen Isolat Lokal Dalam Pengendalian Hama Tanaman Sayuran Di Sulawesi Utara.* Disertasi Doktor, Program studi Entomologi, Program Pascasarjana, Universitas Negeri Sam Ratulangi, Manado.
- Sakul, E., 2012. *Pengendalian Hama Kumbang "Logong" (Sitophilus oryzae L.) Dengan Menggunakan Ekstrak Biji Pangi (Pangium edule Reinw.).* Tesis. Program Pascasarjana Universitas Negeri Manado.
- Sakul, E., Jacklin S.S. Manoppo, Dalvian Taroreh, Revfly Gerungan dan Sanusi Gugule., 2012. *Pengendalian Hama Kumbang "Logong" (Sitophilus oryzae L.) Dengan Menggunakan Ekstrak Biji Pangi (Pangium edule Reinw.). Control Of Beetle Pest Logong (Sitophilus Oryzae L.) Utilized Pangi (Pangium edule Reinw.) Seed Extract.* Jurnal ilmiah Eugenia Volume 18.No.3 Desember 2012, Hal 117.
- Salaki, Ch.L., Evie Paendong, dan Jantje Pelealu., 2012. *Biopestisida Dari Ekstrak Daun Pangi (Pangium sp) Terhadap Serangga Plutella xylostella Di Sulawesi Utara.* Jurnal ilmiah Eugenia Volume 18.No.3 Desember 2012, Hal 117.
- Sembel, D.T., J. Rimbing, B.Assa, B.Pinaria, L.Taulu, dan O.Tandi. 2008a. *Isolasi dan Identifikasi Jamur-Jamur Patogen Pada Hama-Hama Tanaman Sayuran di Sulawesi Utara.* Eugenia 14(1):31-41.
- Sembel, D.T., B.Assa, J.Rimbing, L.Taulu, O.Tandi dan B.Pinaria. 2008b. *Uji Patogenitas jamur Nomuraea sp dan Metarrhizium sp Terhadap Larva-Larva Crocidolomia binotalis dan Spodoptera exigua.* Eugenia, 14(1):20-30.
- Sembel, D., 2010. *Pengendalian Hayati Hama-Hama Serangga Tropis & Gulma.* Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Soewarno, W., B.A.N. Pinaria, C.L. Salaki dan O.R. Pinontoan, 2013. *Jamur Yang Berasosiasi Dengan Plutella xylostella Pada Sentra Tanaman Kubis Di Kota Tomohon Dan Kecamatan Modinding.* Jurnal ilmiah Eugenia Volume 3.No.6 Desember 2013.
- Taroreh, D., J.S.S. Manoppo, Ernest H. Sakul, Revfly Gerungan., 2012. *Pengaruh Ekstrak Biji Sirsak (Annona muricata L.) Terhadap Hama Ulat Daun (Plutella xylostella L.) Pada Tanaman Sawi (Brassica juncea L.)*. Jurnal ilmiah Bio-Sains Volume 1 Desember 2012. FMIPA Universitas Negeri Manado.

## **Potensi Bioinsektisida dari Ekstrak Biji dan Ekstrak Kulit Batang Tumbuhan Pangi (*Pangium edule* Reinw.) dalam Meningkatkan Mortalitas “Gay Gantung” *Plutella xylostella* L.**

**Jacklin Stella Salome Manoppo, Wiesye Maya Selfia Nangoy**

Jurusan Biologi FMIPA-Universitas Negeri Manado Kampus UNIMA Tounsaru Tondano Selatan 95619  
Penulis Korespondensi. Jacklin Stella Salome Manoppo, Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri  
Manado Desa Tounsaru Kecamatan Tondano Selatan Kode Pos 95619  
Telp.089698244409, Email: jacklinstellamanoppo@gmail.com

### **ABSTRAK**

Kandungan insektisida nabati dari ekstrak biji dan kulit batang dari *Pangium edule* Reinw. dalam mengendalikan larva/ulat *Plutella xylostella* telah dilakukan di laboratorium. Penelitian ini bertujuan untuk membuktikan efektifitas ekstrak biji dan kulit batang tumbuhan pangi (*Pangium edule* Reinw.) dalam meningkatkan mortalitas larva *Plutella xylostella* dengan menggunakan pelarut fraksi n-heksan maupun fraksi etanol, kemudian dievaporasi dengan rotary evaporator guna mendapatkan ekstrak kental. Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium biologi FMIPA Universitas Negeri Manado dengan menggunakan metode eksperimen berbasis rancangan acak lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan yang diulang sebanyak 3 kali sehingga total unit percobaan sebanyak 15 unit percobaan. Masing-masing unit eksperimen diisi dengan 4 ekor larva *Plutella xylostella* dan setiap perlakuan diberikan dosis 10 ppm, 20 ppm, 30 ppm, 40 ppm dan 50 ppm. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ekstrak biji dan ekstrak kulit batang pangi sangat efektif dalam meningkatkan mortalitas hama larva *Plutella xylostella* dimana pada konsentrasi ekstrak sebesar 50 ppm merupakan konsentrasi ekstrak biji dan ekstrak kulit batang pangi yang terbaik dalam penelitian ini. Hasil pemeriksaan uji fitokimia menunjukkan bahwa metabolit sekunder dari ekstrak biji pangi dengan pelarut n-heksan mengandung senyawa alkaloid dan ekstrak biji pangi dengan pelarut etanol mengandung senyawa fenol, saponin, dan tanin. Hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa insektisida botani memiliki kemungkinan yang baik dalam mengendalikan *Plutella xylostella*.

**Kata kunci:** kandungan bioinsektisida, tumbuhan pangi, fraksi n-heksan, pengendalian biologis

### **ABSTRACT**

*Insecticidal properties of fractioned extracts seed and bark from Pangium edule Reinw against Plutella xylostella larvae were investigated in the laboratory. The study was initiated to investigate the possibility of using botanical insecticide to control P.xylostella, a serious cosmopolitan pest of crucifer plants. The study aims to determine the most effective concentration and the most active extract; to evaluate the different extract concentrations on the treated larvae; and to characterize the phytochemical contents of the most effective extracts fraction. The research aimed are to prove the effectiveness of seed and bark extract pangi (Pangium edule Reinw.) in increasing mortality of Plutella xylostella L. using the solvent n-hexane fraction and the fraction of ethanol, and then evaporated with a rotary evaporator to obtain viscous extract. This research was conducted in the biology laboratory of FMIPA State University of Manado using an experimental method with completely randomized design (CRD) with five treatment was repeated 3 times so the total experimental units were 15 units of the experiment. Each unit of the experiment with 4 (four) of diamond back larva instar III and any treatment administered dose 10 ppm, 20 ppm, 30 ppm, 40 ppm and 50 ppm. These results indicate that pangi seed extract is very effective in improving mortality of P.xylostella where the concentration of the extract concentration of 50 ppm is the best pangi seed and bark pangi extract in this study. Test results of phytochemical test showed that secondary metabolite of pangi seed extract with n-hexane solvent contains alkaloid compounds and pangi seed extract with ethanol solvent containing phenolic compounds, saponins and tannins. N-hexane fraction of P.edule seed and bark extract are an effective botanical insecticides exhibiting larvicidal and antifeedant properties against P.xylostella thus it can be alternative to synthethic insecticides. Results indicate that these botanical insecticides have good possibilities for control of P.xylostella. Further work is necessary to evaluate and characterize the active components of the extract fractions and its efficacy in the field.*

**Keywords:** bioinsecticidal properties, pangi plant, n-hexane fraction, biological control

## PENDAHULUAN

Penggunaan pestisida yang kurang bijaksana sering menimbulkan masalah seperti pencemaran lingkungan, keracunan terhadap hewan peliharaan dan manusia, terjadinya resistensi dan resurgensi terhadap serangga hama. Untuk mengurangi penggunaan pestisida sintetik perlu dicari cara lain, diantaranya adalah memanfaatkan pestisida yang berasal dari bahan tumbuhan.

Salah satu kendala utama dalam sistem produksi di Indonesia adalah adanya serangan hama dan penyakit pada tanaman sayuran. *P.xylostella* (L) merupakan serangga hama yang penyebarannya bersifat kosmopolitan. Serangga ini sering digunakan sebagai bioindikator karena larva ini sangat agresif dan rakus memakan daun tumbuhan uji disamping murah dan mudah didapatkan. Serangan serangga ini dapat merusak tanaman sayuran mengakibatkan kehilangan hasil secara kuantitatif maupun kualitatif. Di Indonesia, strategi pengendalian yang sangat umum dilakukan untuk menekan populasi serangga tersebut adalah dengan aplikasi insektisida sintetik (Salaki *dkk.*, 2012)

Akhir-akhir ini telah banyak dilakukan eksplorasi terhadap bahan tumbuhan yang mengandung bahan bioaktif dan bermanfaat sebagai pengendali hama yang ramah lingkungan, seperti pestisida nabati. Usaha pengendalian dengan menggunakan bahan-bahan nabati tidak akan menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan, karena pada umumnya bahan nabati mudah terurai atau terdegradasi di alam sehingga tidak persisten di alam ataupun pada bahan makanan.

Hasil penelitian dengan menggunakan ekstrak cair maupun ekstrak kental telah banyak dilakukan. Diperoleh informasi beberapa hasil penelitian tentang jenis tumbuhan lokal yang berpotensi sebagai bioinsektisida atau insektisida nabati yaitu: lukut (*Patynerium bifurcatum*), kalalayu (*Eriogiosum rubiginosum*), lua (*Ficus glomerata*), galam (*Melaleuca cayuputi*), rumput minjangan (*Chromolaema odoratum*), sarigading (*Nyctanthes arbotritis*), dan jingah (*Glotha*

*rengas*) (Asikin dan Thamrin, 2002); Biji Pangi (*Pangium edule*) Sakul (2016), Sakul *dkk.* (2012), Manoppo (2012), Sakul (2016); Akar Tuba (*Derris elliptica*) Manoppo (2016); Daun Pangi (*Pangium edule*) Salaki *dkk.* (2012); Biji Sirsak (*Annona muricata*) Taroreh *dkk.* (2012); Tembelekan (*Lantana camara*) dan Babadotan (*Ageratum conyzoides*) Runtu *dkk.* (2012).

Kubis adalah jenis sayuran yang digolongkan pada tanaman hortikultura dan memiliki potensi gizi yang baik.

Namun kenyataan di lapangan, ditemukan pada fase pertumbuhan awalnya baik di polibag maupun di bedengan, kubis golongan *Brassicaceae* akan selalu mengalami penurunan produksi dan aktifitas pertumbuhan vegetatifnya diakibatkan serangan hama ulat “gay gantung” atau yang sering dikenal dengan hama ulat DBM (Diamond Back Moth) *Plutella xylostella* .

*P. xylostella* digolongkan pada tipe hama primer yaitu jenis hama yang sangat penting untuk dilakukan tindakan pengendalian hama. *Plutella xylostella* disebut ulat tritip, atau ngengat punggung berlian, tersebar di seluruh dunia, di daerah tropis, sub tropis dan daerah sedang. Ulat tritip itu kecil tetapi sangat merugikan tanaman (Taroreh, 2012; Runtu *dkk.*, 2012; Sakul, 2016).

Tingkat populasi *P. xylostella* yang tinggi biasanya terjadi pada 6-8 minggu hari setelah tanam (HST) dan dapat mengakibatkan kerusakan pada tanaman kubis. Kehilangan hasil yang disebabkan oleh *P. xylostella* bersama-sama *C.binotalis* dapat mencapai 100% apabila tidak digunakan insektisida. Hal ini terjadi pada pertanaman kubis, sawi dan sayuran lainnya di dataran tinggi di musim kemarau (Taroreh, 2012).

Penggunaan insektisida buatan secara terus menerus dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan, kekhawatiran akan dampak negatif dari penggunaan insektisida sintetik tersebut menimbulkan kebutuhan akan adanya alternatif baru yang dapat dipakai untuk mengendalikan populasi hama dan serangga vektor sampai pada tingkat yang tidak merugikan secara ekonomi. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, perlu dikembangkan sarana pengendalian hama yang

efektif tetapi ramah lingkungan. Salah satu sarana pengendalian yang memiliki peluang baik untuk dikembangkan dalam menunjang penerapan pengendalian hama terpadu (PHT) adalah pemanfaatan bahan insektisida yang berasal dari tumbuhan lokal.

Alasannya karena 1) relatif aman terhadap populasi musuh alami, memiliki tingkat persistensi yang singkat sehingga tidak dikuatirkan meninggalkan residu, 2) tidak mencemari lingkungan, dan 3) dapat bekerja secara kompatibel dengan pengendalian hayati seperti kombinasi antara penggunaan musuh alami, predator dan bioinsektisida.

Sulawesi Utara memiliki banyak tumbuhan yang berpotensi untuk dikembangkan sebagai sumber insektisida botani, salah satunya adalah tumbuhan pangi / kepayang (*P.edule* Reinw.). Tumbuhan pangi adalah jenis tumbuhan yang berpotensi untuk dikembangkan menjadi insektisida nabati dan efektif terhadap beberapa jenis serangga hama.

Melihat kondisi di atas, maka peneliti tertarik untuk meneliti lebih lanjut, guna (1) membuktikan potensi bioinsektisida dari ekstrak biji dan ekstrak kulit batang tumbuhan pangi (*Pangium edule* Reinw.) dalam meningkatkan mortalitas serangga hama “gay gantung” *P.xylostella* L. di kawasan penanaman kubis/sawi hortikultura Tomohon dan Tondano. Juga (2) untuk memperoleh formula tingkatan konsentrasi dari ekstrak tumbuhan pangi yang terbaik dari biji pangi yang dilarutkan dan dimaserasi menggunakan pelarut non-polar (n-heksan) dan pelarut polar (etanol). Selanjutnya (3) untuk mendapatkan informasi ilmiah tentang karakteristik lengkap ekstrak tumbuhan pangi secara fitokimia, khususnya kandungan metabolit sekunder pada larutan ekstrak tersebut.

## **BAHAN DAN METODE**

Buah pangi atau *Pangium edule* Reinw. yang telah tua (berwarna coklat tua) dan kulit batang pangi diperoleh dari pohon pangi yang

tumbuh pada ketinggian 300 m dpl di Desa Tonsealama, Tondano Utara, Minahasa.

Pelarut dan pereaksi yang digunakan adalah larutan etanol, larutan *n*-heksan. Bahan kimia yang digunakan adalah pada derajat pro analisis (pA).

Seperangkat alat ekstraksi, rotavapor (Buchi R-250), blender (Miyako), desikator, oven, timbangan digital (Ohaus), dan mikroskop binokular digunakan dalam penelitian ini.

## **Cara Kerja**

### **1. Prosedur awal penanganan biji dan kulit batang**

Biji pangi segar dikeluarkan daging buahnya, dicuci sampai bersih, kemudian kulit biji dipecah dengan palu untuk mengambil daging biji, kemudian daging biji dikeringanginkan pada suhu ruang tanpa dijemur langsung pada sinar matahari langsung. Biji dan kulit batang yang telah ditumbuk dan dihancurkan hingga kecil kemudian harus melewati proses pengeringan sebelum dilakukan pembuatan ekstrak kental. Proses pengeringan dengan menggunakan kipas angin kira-kira 1-2 minggu. Penggunaan kipas angin dimaksudkan untuk mencegah terjadinya pembentukan jamur dalam sampel yang akan diujicobakan.

Kemudian dilanjutkan dengan uji kandungan air pada sampel biji dan kulit batang pangi. Proses penentuan dan pemeriksaan kadar air suatu bahan dalam analisis sangat diperlukan untuk melihat seberapa banyak air yang ada dan terkandung dalam sampel yang akan dianalisis dan yang akan dibuat ekstrak, juga digunakan untuk melihat tingkat kering suatu bahan.

### **2. Uji Penentuan Kadar Air Pada Biji dan Kulit batang Pangi**

Penentuan kadar air suatu bahan dalam analisis diperlukan untuk melihat seberapa banyak air yang ada dan terkandung dalam sampel yang akan dianalisis. Pengukuran kadar air dilakukan dengan metode oven. Sebanyak  $\pm 3$  gram sampel biji pangi ditimbang dalam cawan porselen yang telah ditimbang dan diketahui bobotnya. Pengeringan bahan dilakukan dengan

oven agar kestabilan suhu dan waktu pengeringan lebih terkontrol. Kemudian sampel biji panggi dikeringkan ke dalam oven bersuhu  $\pm 105^{\circ}\text{C}$  selama 5 jam, kemudian didinginkan di dalam desikator dan ditimbang sampai bobotnya konstan (Harborne, 1987, Hanani, 2005 dalam Sakul, 2012; Manoppo, 2012).

### **3. Ekstraksi biji dan kulit batang panggi melalui proses maserasi dengan pelarut n-heksana.**

Serbuk biji atau hancuran biji panggi yang telah dihaluskan tersebut, kemudian dimasukkan ke dalam stoples dan dimaserasi dengan ditambah pelarut *n-heksana* sebanyak 1 liter. Campuran ini kemudian dikocok-kocok supaya tercampur rata dan didiamkan selama 1 x 24 jam untuk maserasi tahap 1. Setelah maserasi selesai, hasil maserasi tahap 1 dihasilkan berupa filtrat dan ampas yang memiliki warna coklat keruh. Kemudian ampas biji dan kulit batang panggi tersebut, dimaserasi tahap kedua dengan pelarut *n-heksana* sebanyak 800 ml. Campuran ini kemudian digojog-gojog supaya tercampur rata dan didiamkan selama 1 x 24 jam untuk proses maserasi tahap 2 (Sakul, 2012; Manoppo, 2012).

Kemudian pada tahap maserasi kedua, diperoleh filtrat kedua, ampas biji dan kulit batang panggi yang memiliki warna coklat terang (tidak keruh) dan batas antara filtrat serta ampas dapat dilihat dengan jelas. Hasil filtrat pada maserasi kedua digabungkan dengan filtrat pertama. Kemudian ampas biji panggi tersebut dimaserasi tahap ketiga dengan *n-heksana* sebanyak 500 ml. Campuran ini kemudian digojog-gojog supaya tercampur rata dan didiamkan selama 1 x 24 jam untuk maserasi tahap 3.

Filtrat hasil proses maserasi dari tahap 1 hingga tahap 3 yang telah diperoleh, disaring dengan menggunakan kertas saring Whatmann no.42 dan menggunakan pompa vakum untuk mempercepat proses penyaringan filtrat dan dihasilkan filtrat *n-heksana* berwarna kuning bening (Sakul, 2012; Manoppo, 2012)

Proses penyaringan filtrat dilakukan sampai seluruh filtrat hasil maserasi tersaring

dengan baik dan sempurna, kemudian filtrat yang telah disaring, kemudian dipindahkan ke dalam labu erlenmeyer khusus yang akan digunakan pada rotary evaporator dan siap dilakukan proses evaporasi.

Filtrat yang telah diperoleh, dipekatan dengan menggunakan *rotary evaporator* pada suhu  $40^{\circ}\text{C}$ , untuk menghilangkan pelarutnya sehingga didapatkan ekstrak pekat biji dan kulit batang panggi (*P.edule*) yaitu ekstrak *n-Hexane* biji dan kulit batang panggi selama  $\pm 2$  jam (Sakul, 2012; Manoppo, 2012).

### **4. Ekstraksi biji dan kulit batang panggi melalui proses maserasi dengan pelarut etanol.**

Hasil residu akhir berupa ampas pada saat maserasi dengan pelarut *n-heksana*, kemudian dimaserasi dengan pelarut etanol (EtOH). Hasil residu tersebut dimasukkan ke dalam bejana erlenmeyer atau stoples untuk **dimaserasi** dengan ditambah etanol 70% (Maserasi etanol tahap 1). Adapun etanol yang digunakan adalah Ethanol For Analysis (PA) sebanyak 500 ml. Campuran ini kemudian dikocok-kocok supaya larutan tercampur rata dan larutan didiamkan selama 1 x 24 jam untuk bisa menghasilkan rendemen yang baik.

Penggunaan etanol 70% merupakan pelarut yang bersifat semipolar sehingga diharapkan etanol mampu menarik senyawa-senyawa polar dan semipolar yang terkandung dalam biji dan kulit batang panggi.

Filtrat yang dihasilkan pada tahap maserasi 1, kemudian ditampung pada stoples yang lain. Warna filtrat yang dihasilkan berwarna coklat muda. Ampas atau hasil residu akhir biji dan kulit batang *P.edule* yang telah dimaserasi dengan etanol selama 1 x 24 jam, diulang pada hari kedua dan hari ketiga dengan cara dikocok-kocok supaya tercampur rata hingga diperoleh maserasi yang didapat berwarna bening (diasumsikan semua senyawa semi polar dan polar tertarik oleh pelarut etanol) dan diperoleh hasil filtrat etanol.

Hasil filtrat pada maserasi pertama, kedua dan ketiga digabungkan ke dalam sebuah

labu erlenmeyer besar. Filtrat yang telah diperoleh dipisahkan dengan menggunakan *rotary evaporator* pada suhu 40°C dengan jalan dilakukan proses evaporasi, alat ini menggunakan pendingin dan dirangkaikan dengan labu erlenmeyer. Alat ini digunakan untuk memisahkan pelarut dan ekstrak sehingga didapatkan ekstrak pekat biji dan kulit batang pangi (*P.edule*) yaitu ekstrak etanol (EtOH) biji dan kulit batang pangi.

#### 5. Uji LC<sub>50-48h</sub> pada larva *P.xylostella*

Ketika telah diperoleh kedua jenis ekstrak tersebut yaitu ekstrak biji pangi dan ekstrak kulit batang pangi dengan pelarut *n-heksan* dan ekstrak biji pangi dan ekstrak kulit batang pangi dengan pelarut etanol, kemudian dilakukan uji LC<sub>50-48h</sub> pada larva *P.xylostella*, dengan tingkat konsentrasi (5.0, 10 dan 20 ppm), Pada saat telah diperoleh hasil uji LC<sub>50-48h</sub>, dimana mortalitas tertinggi diperoleh pada salah satu fraksi yang diujikan, langkah selanjutnya fraksi yang paling tinggi jumlah mortalitas dijadikan patokan untuk diaplikasikan dengan menggunakan perlakuan berbasis rancangan acak lengkap.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### a. Penghitungan Kadar Air Biji Pangi

Proses penentuan kadar air suatu bahan dalam analisis diperlukan untuk melihat seberapa banyak air yang ada dan terkandung dalam sampel yang akan dianalisis, juga digunakan untuk melihat tingkat kering suatu bahan.

Penghitungan kadar air dapat diukur dengan rumus:

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{\text{Bobot awal} - \text{bobot akhir}}{\text{Bobot Awal}} \times 100\%$$

Hasil penghitungan sebagai berikut: Berat cawan porselen besar sebesar 83.500 gram. Berat cawan porselen besar + sampel biji pangi sebelum pemanasan sebesar 93.200 gram, Berat cawan porselen besar + sampel biji pangi setelah pemanasan sebesar 91.000 gram, Berat awal /

berat cawan = 93.200 / 83.500 gram = 1.116 gram, Berat akhir / berat cawan = 91.000 / 83.500 gram = 1.089 gram. Kadar air (%) = 0.027/1.116 x 100 % = 0.024 x 100 % = **2.419 %**. Hasil penentuan kadar air biji pangi kering oven menunjukkan kadar air rata-rata yang diperoleh sebesar **2.419 %**. Karena kadar air dibawah 10%, telah tercapai maka tahapan selanjutnya yaitu melakukan maserasi awal dengan menggunakan pelarut *n-heksan* (Harborne, 1987; Hanani, 2005).

Berdasarkan hasil uji fitokimia terhadap ekstrak *n-heksan* dan ekstrak etanol dari biji pangi dan kulit batang pangi dalam pemeriksaan metabolit sekunder yang terkandung dalam kedua jenis ekstrak tersebut maka diperoleh data sebagaimana yang ditampilkan pada tabel di bawah ini:

#### b. Uji LC<sub>50</sub> dan Uji hayati anti makan dari aktifitas bioinsektisida ekstrak biji dan ekstrak kulit batang pangi terhadap *Plutella xylostella*.

Uji hayati anti makan dilakukan sesuai dengan metode Qin *dkk.* (2004). Untuk mengetahui golongan senyawa aktif anti makan terhadap ekstrak biji dan ekstrak kulit batang dilakukan dengan mengambil masing-masing ekstrak untuk dibuat konsentrasi 1% (b/v), 5% (b/v), dan 10% (b/v). Larutan uji ini dioleskan secara merata pada bagian belakang dari media uji (daun kubis) dengan menggunakan kuas pada paruh kiri sedangkan pada paruh kanan sebagai kontrol, lalu dikeringkan.

Pelarut yang digunakan untuk kontrol sesuai dengan pelarut dari ekstrak. Daun media uji dimasukkan ke dalam cawan petri yang sudah diberi lapisan kain kasa atau kapas basah untuk kelembaban. Daun ditutup dengan petri yang lebih kecil yang diberi lubang ditengahnya dengan diameter 3,5 cm. Di atas penutup daun diletakkan 5 ekor larva *P. xylostella* yang telah dipuaskan selama empat jam, kemudian diinkubasi pada suhu kamar selama 24 jam, setelah 24 jam daun media uji diambil dan dilakukan perhitungan luas daun yang dikonsumsi oleh hewan uji.

Tabel.4.1. Hasil Identifikasi Fitokimia Fraksi N-Heksan Dan Fraksi Etanol Dari Ekstrak Biji dan Kulit Batang Pangi (*p.edule* reinw.) Kering.

| No | Jenis senyawa  | Ekstrak n-heksan | Ekstrak etanol | Karakteristik   |
|----|--|------------------|----------------|---|
| 1  | Uji Alkaloid<br>-Pereaksi Dragendorff<br>-Pereaksi Mayer<br>-Pereaksi Wagner | -<br>-<br>-      | +<br>-<br>-    |   |
| 2  | Uji Saponin  | -                | ++             | Terbentuk busa stabil selama kira-kira 30 menit   |
| 3  | Uji Flavonoid  | -                | ++             |   |
| 4  | Uji Fenolik  | -                | ++             | Penambahan FeCl <sub>3</sub> 1% akan terjadi perubahan warna dari kuning menjadi biru   |
| 5  | Uji Tanin  | -                | ++             | Penambahan gelatin 10% akan terbentuk endapan<br>Penambahan FeCl <sub>3</sub> 1% akan terjadi perubahan warna dari kuning cerah menjadi kuning tua keruh menuju biru) |

Tabel.4.2. Hasil Uji LC<sub>50-48h</sub> pada larva *P.xylostella* Dengan Perlakuan Ekstrak Biji dan Ekstrak Kulit Batang Pangi Menggunakan Pelarut n-heksan dan Etanol

| Perlakuan                  | LC <sub>50-48h</sub> pada larva <i>P.xylostella</i> |  |  |  |
|----------------------------|---|--|--|--|
|                            | Ekstrak Biji Pangi dengan pelarut n-heksan          | Ekstrak Kulit batang Pangi dengan pelarut n-heksan | Ekstrak Biji Pangi dengan pelarut etanol | Ekstrak Kulit Batang Pangi dengan pelarut etanol |
| 5.0 ppm                    | 4   | 3  | 2  | 2  |
| 10 ppm                     | 5   | 5  | 3  | 2  |
| 20 ppm                     | 5   | 5  | 3  | 3  |
| Jumlah hewan uji yang mati | 14  | 12   | 8  | 7  |
| Total hewan uji            | 15  | 15   | 15                                       | 15   |
| Prosentase kematian        | 14/15 x 100% = 93,3%                                | 12/15 x 100% = 80%                                 | 8/15 x 100% = 53,3 %                     | 7/15 x 100% = 46,6%                              |

Hasil analisis probit dengan menggunakan SPSS IBM 20, diperoleh angka pada taraf 50% sebesar 25,213 mg/L untuk ekstrak biji pangi dengan menggunakan pelarut n-heksan dimana nilai LC<sub>50-48h</sub> hasil analisis probit yang diperoleh kurang dari 1000 µg/ml, sedangkan 50,81 mg/L untuk ekstrak kulit batang pangi dengan menggunakan pelarut n-heksan. Hasil analisis probit yang diperoleh kurang dari 1000µg/ml, berada pada kisaran *kategori toxic* dimana rentang nilai LC<sub>50-48h</sub> 25,213 mg/L untuk ekstrak biji pangi dan 50,81 mg/L untuk ekstrak kulit batang pangi yaitu berada pada kisaran nilai 10 – 100 mg/L menurut klasifikasi toksisitas LC<sub>50-48h</sub> (ISO, 1982).

Dari tabel diatas, hasil uji menunjukkan bahwa ekstrak biji pangi dan ekstrak kulit batang

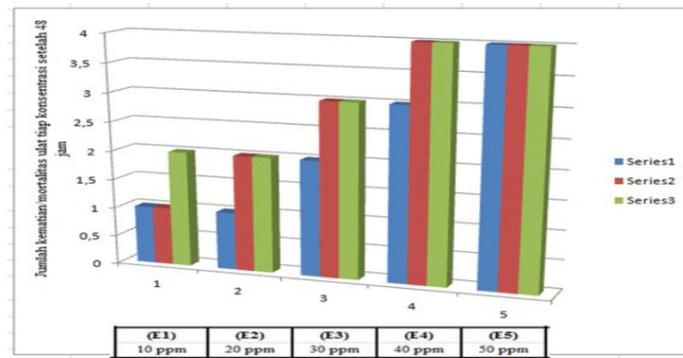
pangi yang menggunakan pelarut n-heksan menunjukkan aktifitas tertinggi dalam meningkatkan kematian larva hama *P. xylostella*, sehingga fraksi n-heksan merupakan fraksi yang paling aktif.

**c. Hasil uji aplikasi ekstrak biji dan ekstrak kulit batang pangi pada *P.xylostella* berbasis rancangan acak lengkap Analisis varians.**

Hasil uji mortalitas ulat *P. xylostella* setelah perlakuan ekstrak biji dan kulit batang tumbuhan pangi, dengan konsentrasi perlakuan 0 ppm (kontrol), 10 ppm, 20 ppm, 30 ppm, 40 ppm, dan 50 ppm, dengan tiga kali ulangan dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Dari tabel diatas diperoleh data bahwa jumlah kematian/mortalitas ulat pada tiap konsentrasi yang diujicobakan setelah 48 jam, yang tertinggi pada konsentrasi E5 yaitu 50 ppm,

dimana seluruh ulat yang dijadikan hewan uji berada dalam keadaan mati setelah 48 jam perlakuan dan persentase kematian tertinggi yaitu 100% untuk konsentrasi tersebut.

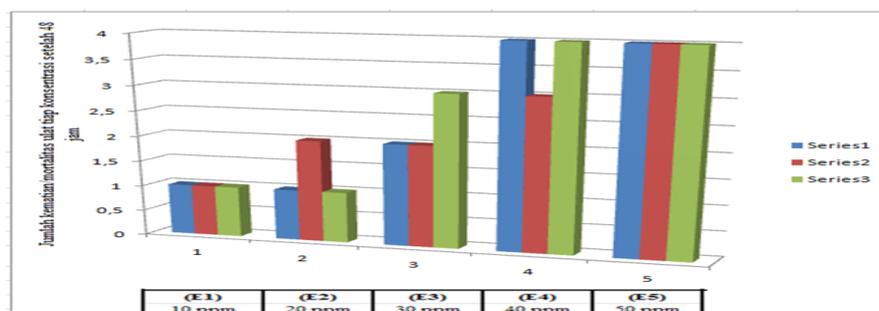


Grafik. 4.1. Jumlah Kematian/Mortalitas Ulat Pada Tahap Aplikasi Ekstrak Biji Pangi Dengan Pelarut n-heksan

Tabel 4.4. Data hasil perlakuan ekstrak kulit batang pangi fraksi n-heksana terhadap mortalitas ulat *P.xylostella*

| Ulangan               | Jumlah kematian/mortalitas ulat tiap konsentrasi setelah 48 jam |                      |                      |                       |                     | Kontrol 0 (%) |
|-----------------------|---|----------------------|----------------------|-----------------------|---------------------|---------------|
|                       | (E1) 10 ppm   | (E2) 20 ppm          | (E3) 30 ppm          | (E4) 40 ppm           | (E5) 50 ppm         | 0 ppm         |
| 1                     | 1   | 1                    | 2                    | 4                     | 4                   | 0             |
| 2                     | 1   | 2                    | 2                    | 3                     | 4                   | 0             |
| 3                     | 1   | 1                    | 3                    | 4                     | 4                   | 0             |
| Jumlah ulat yang mati | 3   | 4                    | 7                    | 11                    | 12                  | 0             |
| Rata-rata             | 1,33  | 1,67                 | 2,67                 | 3,67                  | 4                   | 0             |
| Persentase            | 3/12 x 100% = 25%   | 4/12 x 100% = 33,33% | 7/12 x 100% = 58,33% | 11/12 x 100% = 91,67% | 12/12 x 100% = 100% | 0%            |

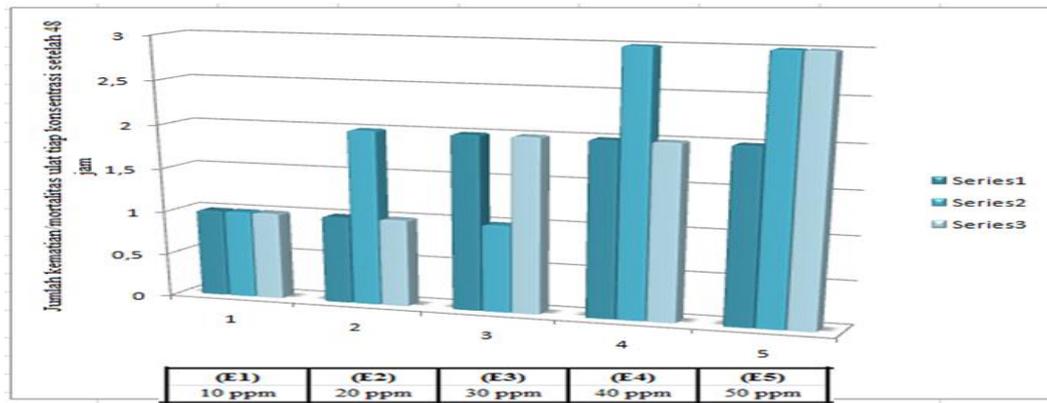
| Ulangan               | Jumlah kematian/mortalitas ulat tiap konsentrasi setelah 48 jam |                      |                      |                       |                     | Kontrol 0 (%) |
|-----------------------|---|----------------------|----------------------|-----------------------|---------------------|---------------|
|                       | (E1) 10 ppm   | (E2) 20 ppm          | (E3) 30 ppm          | (E4) 40 ppm           | (E5) 50 ppm         | 0 ppm         |
| 1                     | 1   | 1                    | 2                    | 3                     | 4                   | 0             |
| 2                     | 1   | 2                    | 3                    | 4                     | 4                   | 0             |
| 3                     | 2   | 2                    | 3                    | 4                     | 4                   | 0             |
| Jumlah ulat yang mati | 4   | 5                    | 8                    | 11                    | 12                  | 0             |
| Rata-rata             | 1,33  | 1,67                 | 2,67                 | 3,67                  | 4                   | 0             |
| Persentase            | 4/12 x 100% = 33,33%  | 5/12 x 100% = 41,67% | 8/12 x 100% = 66,67% | 11/12 x 100% = 91,67% | 12/12 x 100% = 100% | 0%            |



Grafik. 4.2. Jumlah Kematian/Mortalitas Ulat Pada Tahap Aplikasi Ekstrak Kulit Batang Pangi Dengan Pelarut n-heksan

**Tabel 4.5. Data hasil perlakuan ekstrak biji panggi fraksi etanol terhadap mortalitas ulat *P.xylostella***

| Ulangan               | Jumlah kematian/mortalitas ulat tiap konsentrasi setelah 48 jam |                            |                            |                            |                            | Kontrol<br>0 (%)<br>0 ppm |
|-----------------------|---|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|
|                       | (E1)<br>10 ppm  | (E2)<br>20 ppm             | (E3)<br>30 ppm             | (E4)<br>40 ppm             | (E5)<br>50 ppm             |                           |
| 1                     | 1   | 1                          | 2                          | 2                          | 2                          | 0                         |
| 2                     | 1   | 2                          | 1                          | 3                          | 3                          | 0                         |
| 3                     | 1   | 1                          | 2                          | 2                          | 3                          | 0                         |
| Jumlah ulat yang mati | 3   | 4                          | 5                          | 7                          | 8                          | 0                         |
| Rata-rata             | 1,00  | 1,33                       | 1,67                       | 2,33                       | 2,67                       | 0                         |
| Persentase            | 3/12 x<br>100% =<br>25%   | 4/12 x<br>100% =<br>33,33% | 5/12 x<br>100% =<br>41,67% | 7/12 x<br>100% =<br>58,33% | 8/12 x<br>100% =<br>66,67% | 0%                        |



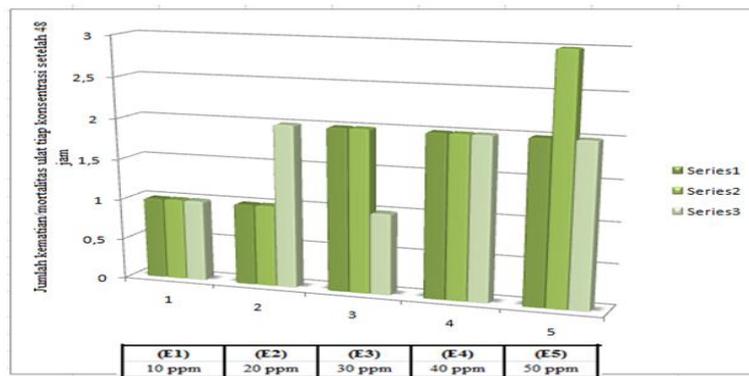
**afik. 4.3. Jumlah Kematian/Mortalitas Ulat Pada Tahap Aplikasi Ekstrak Biji Panggi Kulit Batang Panggi Dengan Pelarut Etanol**

Dari tabel diatas diperoleh data bahwa jumlah kematian/mortalitas ulat pada tiap konsentrasi yang diujicobakan setelah 48 jam, untuk ekstrak biji panggi yang menggunakan pelarut etanol, konsentrasi yang tertinggi diperoleh pada konsentrasi E5 yaitu 50 ppm, dimana hanya 66,67% hewan uji berada dalam keadaan mati setelah 48 jam perlakuan dan ini berarti bahwa konsentrasi ekstrak biji panggi dengan pelarut fraksi etanol memiliki daya toksisitas yang cukup dalam meningkatkan mortalitas ulat *P. xylostella*.

Data hasil penelitian yang diperoleh telah diuji kenormalan datanya melalui uji kenormalan data menurut Kolmogorov-Smirnov test dimana hipotesis statistik kenormalan data yang hendak diuji adalah: Data tingkat mortalitas ulat *P. xylostella* yang diberi ekstrak biji panggi menyebar secara normal. Setelah uji kenormalan data dilanjutkan pada tahap selanjutnya Uji Kesamaan Variansi (Uji Kehomogenan Ragam). Pengujian kesamaan dua ragam dilakukan dengan Levene's test dan hasilnya data memiliki kesamaan variansi (Lolombulan, 2010).

**Tabel 4.6. Data hasil perlakuan ekstrak kulit batang panggi fraksi etanol terhadap mortalitas ulat *P.xylostella***

| Ulangan               | Jumlah kematian/mortalitas ulat tiap konsentrasi setelah 48 jam |                            |                            |                           |                            | Kontrol<br>0 (%)<br>0 ppm |
|-----------------------|---|----------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|
|                       | (E1)<br>10 ppm  | (E2)<br>20 ppm             | (E3)<br>30 ppm             | (E4)<br>40 ppm            | (E5)<br>50 ppm             |                           |
| 1                     | 1   | 1                          | 2                          | 2                         | 2                          | 0                         |
| 2                     | 1   | 1                          | 2                          | 2                         | 3                          | 0                         |
| 3                     | 1   | 2                          | 1                          | 2                         | 2                          | 0                         |
| Jumlah ulat yang mati | 3   | 4                          | 5                          | 6                         | 7                          | 0                         |
| Rata-rata             | 1,00  | 1,33                       | 1,67                       | 3,67                      | 4                          | 0                         |
| Persentase            | 3/12 x<br>100% =<br>25%   | 4/12 x<br>100% =<br>33,33% | 5/12 x<br>100% =<br>41,67% | 6/12 x<br>100% =<br>50,0% | 7/12 x<br>100% =<br>58,33% | 0%                        |



Grafik. 4.4. Jumlah Kematian/Mortalitas Ulat Pada Tahap Aplikasi Ekstrak Kulit Batang Pangi Dengan Pelarut Etanol

**d. Analisis Sidik Ragam (ANOVA)**

Persyaratan kenormalan data dan uji homogenitas dapat dipenuhi. Oleh karena itu data hasil penelitian diuji dengan menggunakan Analisis Ragam (ANOVA) Uji F guna menguji perbedaan yang terjadi pada setiap perlakuan yang diujicobakan pada taraf nyata 5% (Hanafiah, 2005)

Oleh karena nilai **F-Hitung = 88,014** lebih besar dari F-Tabel = 2,77 pada taraf nyata 5%, maka diputuskan untuk menolak Ho yang berarti ada pengaruh yang nyata dari perlakuan konsentrasi ekstrak biji pangi terhadap kecepatan mortalitas ulat *P. xylostella*

Untuk melihat perbedaan pengaruh antar perlakuan maka diputuskan untuk diuji lanjut dengan menggunakan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf nyata 95 % atau  $\alpha$  0.05.

Hasil uji BNT menunjukkan bahwa *pada perlakuan E<sub>5</sub> dengan konsentrasi ekstrak biji pangi dengan pelarut n-heksan sebesar 50 ppm, terlihat perbedaan yang signifikan* antara perlakuan E<sub>5</sub> (50 ppm) tersebut dengan perlakuan-perlakuan lainnya yang telah diujicobakan pada unit percobaan.

**e. Pengaruh polaritas pelarut terhadap rendemen dan karakter ekstrak**

Ekstraksi biji pangi dengan metode kering yang menggunakan dua jenis pelarut yaitu pelarut n-heksan dan pelarut etanol menunjukkan hasil yang berbeda secara nyata dalam proses uji LC<sub>50</sub>. Penggunaan dua jenis pelarut dimaksudkan untuk melebarkan jangkauan kepolaran agar

senyawa-senyawa yang non-polar sampai polar terekstraksi semua (Harborne, 1987).

Tujuan lain adalah untuk mengetahui ekstrak kasar yang mempunyai aktivitas insektisida paling tinggi. Jumlah ekstrak yang terkumpul dinyatakan dengan rendemen. Rendemen menunjukkan efektivitas pelarut tertentu terhadap bahan dalam suatu sistem ekstraksi.

Pelarut etanol bersifat semipolar sehingga dapat menarik senyawa-senyawa polar dan semipolar yang terkandung dalam biji pangi kering. Rendemen ekstrak etanol 70% biji pangi kering diduga sebagian besar mengandung senyawa fenolik, termasuk didalamnya golongan flavonoid, fenol, tanin dan sebagian kecil terpenoid, saponin, alkaloid, dan steroid (Ismainy, 2007).

Tabel 4.7. Rendemen kering Ekstrak Biji Pangi (*P.edule* Reinw.)

| No | Berat bahan (500 gram) | Ekstrak (1000 ml)                      |  |
|----|------------------------|--|--|
|    |                        | Pelarut n-heksan (g) dan karakteristik | Pelarut etanol (g) dan karakteristik                     |
| 1  | Biji Pangi Kering      | 70,123<br>Kental, warna coklat tua     | 86,354<br>Cairan tidak terlalu kental, warna coklat muda |

Pada proses ekstraksi biji pangi dengan menggunakan pelarut n-heksan, ternyata pelarut tersebut bersifat non-polar, sehingga hanya dapat menarik senyawa non-polar yang mengandung minyak dan lemak seperti triterpenoid (kamfor, linalool), dan steroid (Johny *dkk.*, 2010).

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Proses aplikasi ekstrak biji pangi dan ekstrak kulit batang pangi diperoleh hasil bahwa semakin tinggi konsentrasi ekstrak, semakin efektif dan semakin tinggi pula jumlah mortalitas/kematian larva ulat *Plutella xylostella*.

Pemberian perlakuan konsentrasi ekstrak biji dan ekstrak kulit batang pangi pada tingkatan konsentrasi 50 ppm merupakan perlakuan yang terbaik, dan sangat mempengaruhi mortalitas / kematian larva ulat *Plutella xylostella*.

Hasil uji pemeriksaan fitokimia yang diperoleh bahwa kandungan metabolit sekunder dari ekstrak biji pangi dan kulit batang pangi dengan pelarut n-heksan dan ekstrak biji pangi dan kulit batang pangi dengan pelarut etanol, positif mengandung senyawa alkaloid, saponin, tanin dan fenol

### Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk menguji kandungan komponen ekstrak biji pangi dengan pelarut n-heksan maupun dengan pelarut etanol, melalui uji kromatografi gas spektrofotometri massa (GC-MS), agar kita dapat mengetahui lebih banyak mengenai zat toksik lainnya yang terkandung pada biji pangi tersebut.

Perlu dilakukan uji screening fitokimia lanjutan, khususnya untuk mengidentifikasi senyawa metabolit sekunder golongan Flavonoid, Triterpenoid, Steroid, Terpenoid. Disarankan kepada petani untuk menggunakan insektisida nabati berbahan dasar ekstrak biji pangi (*Pangium edule* Reinw.) dalam mengendalikan populasi hama ulat *P.xylostella*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonimous, 2011. *How to Calculate Lethal Concentration 50 (LC50) and Lethal Dosis (LD50) Values* <http://www.ccohs.ca/oshanswers/chemicals/ld50.html> diakses pada 15 Juni 2017.
- Abalos, N.N., and Noel D. Roble, 2013. *Ovicidal and larvicidal effects of Goldtree, Tabebuia donnei-smithii Rose, 1982 (Schropholariales : Bignoniaceae) extracts on Diamondback moth, Plutella xylostella Linnaeus, 1758 (Lepidoptera : Plutellidae)*. Biology Department, University of San Carlos, Talamban Campus, Nasipit, Cebu City. 6000 Philippines. In *Prosiding of International Conference, Biodiversity and Integrated Pest Management : Working Together for a Sustainable Future*. Sintesa Peninsula Hotel, Manado North Sulawesi Indonesia.
- Asikin. S., M.Thamrin dan M.Willis. 2002. *Inventarisasi Tumbuhan Sebagai Bahan Pestisida Nabati*. Laporan Hasil Penelitian Balittra. Banjarbaru.
- Coloma, A.G. Gutierrez, E. De La Pena, D. Cortez. 2002. *Insecticidal and Mutagenic Evaluatiuon of Two Annonaceous Acetogenins*. J. Nat. Prod. 63.
- Djafaruddin., 1996. *Dasar-dasar Perlindungan Tanaman Umum*. Penerbit Bumi Aksara ; Jakarta.
- Fook Yee Chye and Kheng Yuen Sim., 2009. *Antioxidative and Antibacterial of Pangium edule Seed Extracts*. School of Food Science and Nutrition, University Malaysia Kota Kinabalu, Sabah. *International Journal of Pharmacology* (285-297).
- Gugule, S., 2011. *Komunikasi personal. Rancangan diagram skematik tentang prosedur ekstraksi bahan alami*. Departemen Kimia FMIPA Universitas Negeri Manado.
- Hanafiah, K.A., 2005. *Rancangan Percobaan, Teori dan Aplikasi*. Edisi Ketiga. Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Hanani, E., & A. Mun'im. 2005. *Penuntun Praktikum Fitokimia I*. Departemen Farmasi, FMIPA UI. Depok: 13 hlm.
- Harborne., 1987. *Metode Fitokimia Penuntun Cara Modern Menganalisis Tumbuhan*.

- Diterjemahkan oleh Padma Winata, K & Soediro, I. ITB. Bandung.
- Hutabarat, L.N., 2010. *Pengendalian Sitophilus oryzae (Coleoptera: Curculionidae) dan Tribolium castaneum (Coleoptera: Tenebrionidae) dengan Beberapa Serbuk Biji sebagai Insektisida Botani*. Skripsi. Departemen Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara. Medan. diakses pada tanggal 10 Juni 2017. <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/22516/7/Cover.pdf>.
- Indriati, G. dan Khaerati., 2009. *Potensi Tanaman Saga (Abrus precatorius) Sebagai Pestisida Nabati*. Warta Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri, Volume 15 Nomor 1, April 2009. diakses pada tanggal 9 Juni 2017.
- Johnny L., Umi Kalsom Yusuf dan Rosimah Nulit., 2010. *The Effect of Herbal Extracts On The Growth and Sporulation of Colleototrichum gloeosporioides*. Department Biology, Faculty of Science. University Putra Malaysia, Selangor, Malaysia. Journal Applied Bioscience.
- Lily Ismaini, 2007. *Uji Bakteri Ekstrak Akuades, Etanol 50%, dan N-Heksana Biji Picung (Pangium edule Reinw.) Segar dan terfermentasi terhadap bakteri pembusuk ikan*. [Tesis] Program Pascasarjana Biologi FMIPA Universitas Indonesia.
- Lolombulan, J., 2010. *Handout Mata Kuliah Analisis Statistika*. Program Pasca Sarjana. Universitas Negeri Manado.
- Lohoo, B.C.G., 2006. *Penggunaan Ekstrak Buah Lanta (Excoecaria agallocha L.) Untuk Pengendalian Hama (Spodoptera exigua Hubner.) Pada Tanaman Bawang Daun (Allium fistulosum L.)*. [Tesis]. Program Pascasarjana Program Studi Biologi, Universitas Negeri Manado.
- Manoppo, J.S.S., 2003. *Pengaruh Ekstrak Akar Tanaman Tuba (Derris elliptica Wallich. (Benth.) Sebagai Moluskisida Nabati Dalam Meningkatkan Mortalitas Keong Mas (Pomacea canaliculata L.)* Skripsi. Jurusan Biologi Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Manado.
- Manoppo, J.L., 2011. *Komunikasi personal*. Kondisi gudang penyimpanan cadangan bahan pangan Gapoktan Pinaesaan Desa Tonsealama.
- Manoppo, J.S.S., Ernest Sakul, Dalvian Taroreh, Revfly Gerungan dan Sanusi Gugule., 2012. *Efektivitas Ekstrak Biji Pangi (Pangium edule Reinw.) Dalam Meningkatkan Mortalitas Keong Mas (Pomacea canaliculata Lamarck)*. The effectiveness of Extracts of Pangi Seed (Pangium edule Reinw.) in the increased mortality of Golden Apple-Snail (Pomacea canaliculata Lamarck). Jurnal ilmiah Bio-Sains Volume 1 Desember 2012. FMIPA Universitas Negeri Manado.
- Parinduri, M.A., 2010. *Uji Efektivitas Beberapa Rimpang Zingiberaceae Terhadap Pengendalian Kumbang "logong" (S.oryzae L.) (Sitophylus oryzae L.) (Coleoptera: Curculionidae) Di Laboratorium*. Skripsi. Departemen Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara. Medan. <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/22516/7/Cover.pdf> diakses pada tanggal 5 Mei 2017.
- Ramsiks., 2010. *Pengaruh Penggunaan Berbagai Warna Cahaya Dan Jenis Beras Terhadap Daya Preferensi Dan Mortalitas (Sitophylus oryzae Linn.) (Coleoptera : Curculionidae) Di Laboratorium*. Skripsi. Departemen Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara. Medan. <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/22518/7/Cover.pdf> Diakses pada tanggal 5 Mei 2017.
- Salaki, Ch.L., Evie Paendong, dan Jantje Pelealu., 2012. *Biopestisida Dari Ekstrak Daun Pangi (Pangium sp) Terhadap Serangga Plutella xylostella Di Sulawesi Utara*. Jurnal ilmiah Eugenia Volume 18.No.3 Desember 2012, Hal 117. Di akses pada tanggal 10 Juli 2017.
- Sakul, E.H, 2012. *Pengendalian Hama Kumbang "Logong" (Sitophylus oryzae L.) Dengan Menggunakan Ekstrak Biji Pangi (Pangium edule Reinw.)*. [Tesis]. Program Pascasarjana Universitas Negeri Manado.
- Sakul, E.H, Jacklin S.S. Manoppo, Dalvian Taroreh, Revfly Gerungan dan Sanusi Gugule., 2012. *Pengendalian Hama Kumbang "Logong" (Sitophylus oryzae*

- L.) Dengan Menggunakan Ekstrak Biji Pangi (*Pangium edule* Reinw.). *Control Of Beetle Pest Logong (Sitophylus Oryzae L.) Utilized Pangi (Pangium edule Reinw.) Seed Extract*. Jurnal ilmiah Eugenia Volume 18.No.3 Desember 2012, Hal 117. Di akses pada tanggal 10 Juli 2017.
- Sakul, E.H. 2017. *Impact Of Botanical Insecticides Derived From Pangium edule Reinw And Annona muricata L. Seed Extracts On The "Gay Gantung" Diamondback Moth Plutella xylostella L.* Agrotech Journal Universitas Sembilanbelas November Kolaka. ISSN 2548-5121. [www.usnsj.com/index.php/ATJ](http://www.usnsj.com/index.php/ATJ). Vol.1.No.2 Juli 2017. Di akses pada tanggal 20 Juli 2017.
- Sembel, D., 2010. *Pengendalian Hayati Hama-Hama Serangga Tropis & Gulma*. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Sijabat, V., 2010. *Uji Beberapa Insektisida Nabati Terhadap Pengendalian Kumbang Beras (Sitophylus oryzae) (Coeloptera: Curculionidae) Di Laboratorium*. Skripsi. Departemen Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara. Medan. <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/22618/7/Cover.pdf> Diakses pada tanggal 5 Mei 2017.
- Sukandar, D, Sandra Hermanto dan Septiyani Nurichawato., 2007. *Karakterisasi Senyawa Aktif Pengendali Hama Kutu Beras (Sitophylus oryzae L.) dari Distilat Minyak Atsiri Pandan Wangi (P.amarylliforius Roxb.)* <http://jurnal.pdii.lipi.go.id/admin/jurnal/1308127132.pdf> Diakses pada tanggal 15 Mei 2017.
- Suryaningsih, E. dan Hadisoeganda, W.W., 2004. *Pestisida Botani Untuk Mengendalikan Hama dan Penyakit pada Tanaman Sayuran*. Balai Penelitian Tanaman Sayuran. Lembang ; Bandung.
- Taroreh, D., J.S.S. Manoppo, Ernest H. Sakul, Revfly Gerungan., 2012. *Pengaruh Ekstrak Biji Sirsak (Annona muricata L.) Terhadap Hama Ulat Daun (Plutella xylostella L.) Pada Tanaman Sawi (Brassica juncea L.)*. Jurnal ilmiah Bio-Sains Volume 1 Desember 2012. FMIPA Universitas Negeri Manado.
- Thamrin, M. S.Asikin, Mukhlis dan A.Budiman, 2005. *Potensi Ekstrak Flora Lahan Rawa Sebagai Pestisida Nabati*. Balai Pertanian Lahan Rawa. <http://balittra.litbang.deptan.go.id/eksotik/Monograf%20-%204.pdf> di akses pada tanggal 4 April 2017.
- Towaha, J. dan Kurnia Dewi Sasmita, 2010. *Pemanfaatan Biji Picung Sebagai Bahan Makanan*. Warta Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri, Volume 16 Nomor 3, Desember 2010 [http://perkebunan.litbang.deptan.go.id/upload/files/File/publikasi/warta/warta%202010/perkebunan%20warta%20vol16\(3\)-2010.pdf](http://perkebunan.litbang.deptan.go.id/upload/files/File/publikasi/warta/warta%202010/perkebunan%20warta%20vol16(3)-2010.pdf) diakses pada tanggal 4 April 2017.
- Tridiyani, 2011., *Lethal concentration (LC<sub>50</sub>)*. [3diyanisa3.blogspot.com/2011/05/lethal-concentration-50-lc50.html](http://3diyanisa3.blogspot.com/2011/05/lethal-concentration-50-lc50.html) Di akses pada tanggal 4 Juni 2017.
- Udarno, L., 2008. *Picung (P.edule Reinw.) Sebagai Pengawet dan Pestisida Alami*. Warta Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri. Volume 14. Nomor 3. Desember 2008. Ballitri.
- Wijayakusuma, H., S. Dalimartha dan A.S. Wirian., 1992a. *Tanaman Berkhasiat Obat Di Indonesia*. Jilid I. Pustaka Kartini. Jakarta.
- \_\_\_\_\_, 1992b. *Tanaman Berkhasiat Obat Di Indonesia*. Jilid IV. Pustaka Kartini. Jakarta.
- Widyasari, R.A.H.E. 2005. *Teknologi Pengawetan Ikan Kembung (Rastreliger branchyosoma) segar dengan menggunakan bahan bioaktif alami biji picung (Pangium edule Reinw.)* Thesis Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Wudianto, R., 1997. *Petunjuk Penggunaan Pestisida*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Zulhan, A. 2006., *Identifikasi Fraksi Daging Buah Picung (Pangium edule Reinw.) yang aktif sebagai insektisida botani terhadap ulat grayak. (Spodoptera litura F. (Lepidoptera: Noctuidae))*. Skripsi. Departemen Kimia, Insitut Pertanian Bogor.

## Status Keberlanjutan Tanaman Budi Daya Alternatif di Daerah Konflik Manusia-Gajah Provinsi Aceh

Kaniwa Berliani<sup>1\*</sup>, Hadi S.Alikodra<sup>2</sup>, Burhanuddin Masy'ud<sup>2</sup>,  
Mirza Dikari Kusri<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara. Jl. Dr. T. Mansyur No. 9. Kampus Padang Bulan. Medan 20155

<sup>2</sup> Program Konservasi Biodiversitas Tropika. Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor. Jl. Raya Darmaga Kampus IPB Darmaga. Bogor. 16680

\*Kaniwa Berliani. Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara. Jl. Dr. T. Mansyur No. 9. Kampus Padang Bulan. Medan 20155. 081361775560.  
kaniwa.berliani@yahoo.com

### ABSTRAK

Konflik manusia-gajah yang meningkat menyebabkan kerugian kedua belah pihak. Sebagian besar kerugian manusia disebabkan gajah merusak tanaman budidaya. Kerusakan tanaman tersebut mengakibatkan kerugian secara ekologi, ekonomi dan sosial budaya masyarakat. Oleh sebab itu, untuk mengurangi konflik manusia-gajah, harus mempertimbang dimensi ekologi, ekonomi, dan sosial budaya kedua belah pihak yang berkonflik. Pertimbangan keadaan ini penting untuk menetapkan alternatif penanggulangan gangguan yang terbaik sehingga menciptakan kondisi berkelanjutan (*sustainable*). Tujuan penelitian ini mendisain kombinasi tanaman alternatif, menganalisis status keberlanjutan masing-masing kelompok jenis tanaman budidaya pada dimensi ekologi, ekonomi dan sosial budaya. Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Agustus 2013 sampai April 2014. Pemilihan lokasi penelitian berdasarkan pada kondisi sering terjadinya konflik manusia-gajah di Provinsi Aceh yaitu Kecamatan Cot Girek, Mane, Meureudu, Sampoiniet, dan Pante Ceureumen. Pembuatan disain pengelompokan tanaman polikultur dengan mengkombinasikan beberapa jenis tanaman yang rendah kerentanan terhadap gangguan gajah, menganalisis data keberlanjutan tanaman budidaya alternatif untuk mengurangi konflik manusia-gajah dilakukan dengan metode *Rapid Appraisal for Elephant Sustainable* (RAP-ES). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kelompok kombinasi tanaman alternatif budidaya pertanian/perkebunan yaitu coklat-kopi, jati-jeruk nipis, kemiri-coklat dan kopi-coklat-cabe menunjukkan indeks keberlanjutan untuk tiap dimensi berbeda-beda. Analisis RAP-ES dimensi ekologi, ekonomi, dan sosial budaya secara keseluruhan kelompok kombinasi tanaman alternatif budidaya tersebut berada pada kondisi cukup berkelanjutan. Hal ini disebabkan karena setiap kelompok kombinasi tanaman alternatif memiliki indeks keberlanjutan lebih dari 50%. Dengan demikian dimensi ekologi, ekonomi, sosial budaya di daerah konflik manusia-gajah akan menciptakan kondisi berkelanjutan (*sustainable*) hidup berdampingan dengan gajah (koeksistensi).

**Kata kunci:** dimensi, ekologi, ekonomi, sosial-budaya.

### ABSTRACT

*The escalating of human-elephant conflict causes loss to both parties. Most of the human losses caused by elephants damaging cultivated plants. The damage to these plants resulted in ecological, economic and socio-cultural losses of the community. Therefore, in order to reduce human-elephant conflict, consideration of the ecological, economic and socio-cultural dimensions of both sides of the conflict is important. These considerations are necessary in order to establish the best alternative interference prevention so as to create sustainable conditions. The purpose of this study was to design alternative plant combinations, to analyze the sustainability status of each group of cultivated species on ecological, economic and socio-cultural dimensions. The research was conducted from August 2013 up to April 2014. The selection of location based based on the condition of the frequent occurrence of human-elephant conflict in Aceh Province at the Districts of Cot Girek, Mane, Meureudu, Sampoiniet and Pante*

*Ceureumen. The design of polyculture grouping by combining multiple types of crop susceptibility to elephants interference, as well as analyze the data sustainability of alternative crops to mitigate human-elephant conflict which conducted by the method of Rapid Appraisal for Sustainable Elephant (RAP-ES). The results showed that the combination group alternative of crops are cocoa-coffee, teak-lime, hazelnut-cocoa and coffee-cocoa-chili demonstrate the sustainability index for each of the different dimensions. The RAP-ES analysis shows that the overall ecological, economic and socio-cultural dimensions of the alternative cultivation combination group is in a fairly sustainable condition. This is caused by each of alternative plant combination group has a sustainability index of more than 50%. Thus the dimensions of ecology, economy, and socio-culture in the area of human-elephant conflict is sustainable for local communities so that local communities able to live coexistence with the elephant.*

**Keywords:** *dimension, ecology, economy, socio-culture*

## PENDAHULUAN

Gajah merupakan mega-herbivora yang pergerakannya mengikuti daerah jelajah (*home range*) secara periodik terkadang mencapai areal pertanian dan perkebunan. Pergerakan tersebut menyebabkan kerusakan-kerusakan pada tanaman yang dibudidayakan masyarakat. Sebagian besar kerusakan tanaman terjadi karena gajah mengkonsumsi tanaman budidaya (Nyhus *et al.*, 2000; Sitompul, 2004; Azmi *et al.*, 2012; Yogasara *et al.*, 2012). Hal tersebut menyebabkan terhambatnya pertumbuhan bahkan kematian pada tanaman budidaya. Oleh karena itu, kerusakan tanaman tersebut mengakibatkan kerugian secara ekologi, ekonomi dan sosial budaya masyarakat sehingga meningkatnya konflik manusia-gajah di propinsi Aceh.

Konflik manusia-gajah yang meningkat menyebabkan kerugian kedua belah pihak tidak dapat dihindari. Secara ekologi, gajah merupakan satwa yang langka yang harus dilindungi keberadaannya, namun hilangnya habitat, perburuan dan konflik secara langsung dengan manusia menyebabkan kematian sehingga populasinya semakin menurun (Santiapillai dan Jackson, 1990; Leimgruber *et al.*, 2003; Nyhus dan Tilson, 2004; Hedges *et al.*, 2005). Sebaliknya masyarakat merasakan dampak konflik tersebut berupa kerugian sosial ekonomi budaya secara langsung maupun tidak langsung. Jadi, gabungan antara kerugian secara langsung dan tidak langsung merupakan salah satu yang sangat nyata yang menyebabkan konflik manusia-gajah (Thirgood *et al.*, 2005).

*Biologi Lingkungan*

Masyarakat petani di daerah konflik manusia-gajah lebih dominan menerapkan sistem tanam polikultur daripada monokultur. Mereka tidak memperhatikan jenis-jenis tanaman yang sering dirusak atau tidak dirusak gajah dalam menerapkan sistem tanam polikultur atau monokultur. Pada sisi lain, gajah akan sering merusak tanaman karena adanya fenomena preferensi dan menyukai jenis tanaman tertentu. Cara untuk mengurangi konflik manusia-gajah melalui jenis-jenis tanaman yang dapat dikembangkan dan diatur dalam sistem tanam polikultur dan monokultur merupakan jenis tanaman yang tidak dirusak gajah atau kerentanannya rendah. Pengaturan pengelompokan jenis tanaman budidaya tersebut diharapkan dapat mengurangi resiko gangguan gajah.

Berdasarkan informasi umum dari masyarakat, laporan dari beberapa hasil penelitian maupun pengamatan penggiat konservasi gajah, serta pengamatan pendahuluan di beberapa lokasi konflik menunjukkan bahwa untuk mengurangi konflik manusia-gajah, harus mempertimbang dimensi ekologi, ekonomi, dan sosial budaya kedua belah pihak yang berkonflik. Pertimbangan keadaan ini penting untuk menetapkan alternatif penanggulangan gangguan yang terbaik. Hal ini sesuai dengan Alikodra (2010) bahwa untuk menentukan pola penanggulangan dan pencegahan gangguan satwa liar dibutuhkan pertimbangan kriteria ekologi, teknis, sosial dan ekonomi. Jadi, pengelompokan kombinasi jenis tanaman alternatif budidaya harus mempertimbangkan ketiga dimensi

tersebut, sehingga dimensi ekologi, ekonomi, sosial budaya akan menciptakan kondisi berkelanjutan (*sustainable*). Namun, belum diketahui bagaimana status keberlanjutan masing-masing kelompok jenis tanaman budidaya dan bagaimana tingkat kepercayaan pada metode *Rapid Appraisal for Elephant Sustainable* (RAP-ES). Berdasarkan permasalahan tersebut tersebut, penelitian ini dilakukan dengan tujuan: (1) mendisain kombinasi tanaman alternatif; (2) menganalisis status keberlanjutan masing-masing kelompok jenis tanaman budidaya pada dimensi ekologi, ekonomi, dan sosial budaya; (3) menganalisis menilai dimensi ketidakpastian metode *Rapid Appraisal for Elephant Sustainable* (RAP-ES); dan (4) menganalisis koefisien determinasi dan nilai *stress* pada atribut-atribut yang digunakan dalam pengukuran status keberlanjutan kombinasi tanaman alternatif budidaya pertanian.

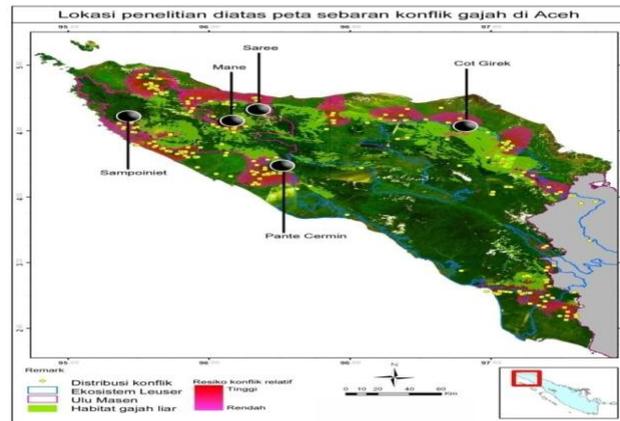
## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini bersifat deskriptif dengan menggunakan data primer dan sekunder. Data primer diperoleh melalui survei lapangan, pengamatan, dan wawancara mendalam dengan menggunakan kuesioner dengan responden. Penentu responden dilakukan dengan cara *porposive sampling*. Responden yang dipilih merupakan masyarakat pemilik lahan yang secara langsung terkena nampak gangguan gajah, tokoh-tokoh adat dan aparat pemerintah daerah. Setiap wilayah kecamatan diwakili oleh 30 orang responden (Nazir, 2003), sehingga total responden di lima wilayah sebanyak 150 responden. Data sekunder diperoleh dari berbagai sumber antara lain: Balai Konservasi Sumber Daya Alam (BKSDA) Provinsi Aceh, Dinas Pertanian Provinsi Aceh, Dinas Perkebunan

provinsi Aceh, Lembaga Penelitian di daerah dan berbagai laporan hasil penelitian terutama yang berhubungan tujuan penelitian.

Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Agustus 2013 sampai April 2014. Survei-survei konflik manusia dan gajah di berbagai daerah di provinsi Aceh dimulai bulan Desember 2012 sampai bulan Mei 2013. Pemilihan lokasi penelitian berdasarkan pada kondisi sering terjadinya konflik manusia-gajah berdasarkan laporan masyarakat setempat dan media masa yaitu lima kecamatan di Provinsi Aceh yaitu Kecamatan Cot Girek, Kecamatan Mane, Kecamatan Meureudu, Kecamatan Sampoiniet, dan Kecamatan Pante Ceureumen (Gambar 1).

Pembuatan disain pengelompokan tanaman polikultur dengan mengkombinasikan beberapa jenis tanaman yang rendah kerentanan terhadap gangguan gajah. Kemudian menganalisis data keberlanjutan tanaman budidaya alternatif untuk mengurangi konflik manusia-gajah dilakukan dengan metode *Rapid Appraisal for Elephant Sustainable* (RAP-ES). RAP-ES merupakan modifikasi dari metode *Rapid Appraisal for Fisheries* (RAPFISH), terdiri dari analisis ordinasasi *Multi Dimensional Scale* (MDS), analisis *Monte Carlo*, dan analisis *Leverage*. Menurut Fauzi dan Anna (2005) bahwa *Rap appraisal* (RAP) adalah suatu teknik multi disiplinary untuk mengevaluasi *comparative sustainability* berdasarkan atribut/indikator yang mudah untuk diskoring. Selain itu, metode RAP merupakan teknik statistik yang dipergunakan untuk menggambarkan secara cepat dan akurat status keberlanjutan sumber daya dengan melakukan transformasi atribut yang bersifat multi dimensi menjadi dimensi yang lebih sederhana (Hidayanto, 2010; Hasan *et al.*, 2011; Rahayu *et al.*, 2013).



Gambar 1. Lokasi Penelitian Di Provinsi Aceh

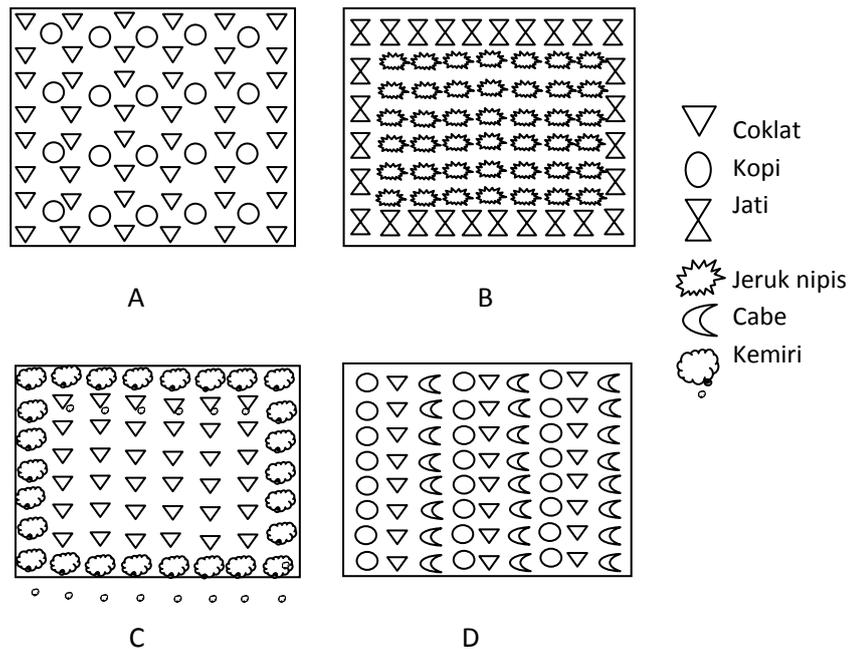
RAP-ES menganalisis empat kombinasi tanaman alternatif budidaya pertanian, yaitu kelompok coklat-kopi, jati-jeruk nipis, kemiri-coklat dan kopi-coklat-cabe. Analisis keberlanjutan kombinasi tanaman alternatif dengan metode RAP-ES dilakukan dengan beberapa tahapan. Data primer (pengamatan di lapangan) dan data sekunder yang tersedia merupakan atribut dari setiap dimensi akan diberikan skor. Pembuatan skor untuk setiap dimensi ditata berdasarkan urutan nilai terkecil ke nilai terbesar, baik secara kuantitatif maupun kualitatif dan bukan berdasarkan urutan nilai dari yang terburuk ke nilai yang terbaik. Rentang skor berkisar antara 0 sampai 4, tergantung pada keadaan masing-masing atribut. Hal ini, dapat diartikan mulai dari yang buruk sampai baik. Bila ada nilai buruk berarti terdapat kondisi yang tidak menguntungkan bagi pemilihan tanaman budidaya alternatif di daerah konflik manusia-gajah. Sebaliknya nilai baik mencerminkan kondisi yang paling menguntungkan. Peringkat ini mengacu pada Gomez dan Yap (1978) bahwa terdapat empat peringkat, yaitu buruk, sedang, baik, dan sangat baik. Seluruh data dari atribut dalam penelitian ini dianalisis dengan analisis ordinasi. Kategori status berkelanjutan dalam penelitian ini mengikuti empat skala dasar (0-

100) berdasarkan konsep Pitcher (1999). Hasil analisis ordinasi akan menunjukkan status keberlanjutan masing-masing dimensi. Hasil penilaian indeks keberlanjutan masing-masing dimensi pada penelitian ini digambarkan dalam bentuk diagram layang-layang (*kite diagram*).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Disain Kombinasi Tanaman Alternatif Budidaya Masyarakat

Disain ini merupakan pengelompokan jenis tanaman yang banyak dibudidayakan masyarakat di daerah konflik manusia-gajah. Selain itu tanaman ini termasuk tanaman yang tidak disukai gajah. Jenis tanaman tersebut tanaman coklat, kopi, cabe, kemiri, jeruk nipis, dan jati. Jenis-jenis tanaman alternatif tersebut dikombinasikan menjadi beberapa kelompok pada sistem tanam polikultur. Disain kelompok kombinasi jenis tanaman alternatif budidaya tersebut misalnya, kelompok jenis tanaman coklat-kopi, jati-jeruk nipis, kemiri-coklat, dan kopi-coklat-cabe. Setelah melakukan perifikasi di lahan pertanian masyarakat, ternyata ada petani yang mengkombinasikan jenis-jenis tanaman tersebut.



Gambar 2. Disain Alternatif Pola Pengaturan Penanaman Jenis-Jenis Tanaman Budidaya

Hasil pengamatan menunjukkan lahan pertanian yang ditanami jenis tanaman coklat-kopi, jati-jeruk nipis, kemiri-coklat, dan kopi-coklat-cabe, tidak dirusak gajah. Hal ini disebabkan karena gajah tidak memakan jenis tanaman tersebut, karena tanaman tersebut merupakan tanaman yang tidak *palatable*. Namun, bila terjadi kerusakan pada jenis-jenis tersebut, ini disebabkan karena patahan dan bekas diinjak gajah pada saat aktivitas *moving* bukan karena dimakan gajah. Untuk lebih jelas pengelompokan pengaturan jenis tanaman tersebut dapat dilihat pada disain pengaturan tanaman komoditi pertanian Gambar 2.

Bila dilihat dari nilai komersial masing-masing jenis tanaman budidaya yang dikelompokkan memiliki nilai komersial tinggi. Hal ini memperkuat rekomendasi bahwa jenis tanaman yang tidak disukai gajah memiliki nilai jual yang tinggi sebagai tanaman komoditi pertanian atau perkebunan. Menurut DISBUN (2015) harga jual perkilogram ditingkat kabupaten provinsi Aceh pada masing-masing komoditi yaitu coklat mencapai Rp.21. 050, kopi Rp.30. 600, kemiri dengan kulit Rp.5. 000, jeruk nipis Rp.6 .000, cabe Rp.82. 500 dan jati dengan

diameter 16-19 cm bernilai Rp.2. 500 000/m<sup>2</sup>. Jadi, harga hasil tanaman budidaya tersebut masih menjanjikan peningkatan ekonomi masyarakat bila dikembangkan di daerah konflik manusia-gajah.

### Status Keberlanjutan Kombinasi Tanaman Budidaya

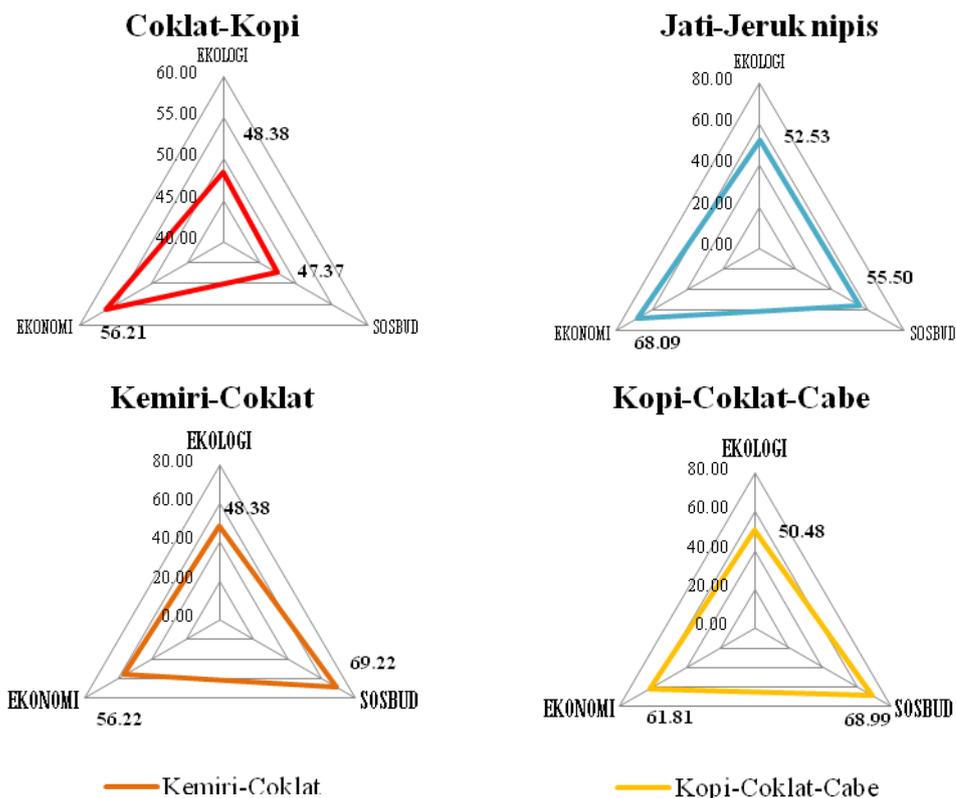
Berdasarkan hasil analisis RAP-ES dari empat kombinasi tanaman alternatif budidaya pertanian/perkebunan pada sistem tanam polikultur (coklat-kopi, jati-jeruk nipis, kemiri-coklat dan kopi-coklat-cabe) sebagai mitigasi konflik manusia-gajah di Provinsi Aceh dengan menggunakan teknik ordinasasi MDS dan analisis *Monte Carlo* menunjukkan indeks keberlanjutan yang beragam untuk tiap dimensi. Tingkat keberlanjutan kombinasi tanaman alternatif budidaya pertanian/perkebunan secara umum disusun dari 22 atribut dalam tiga dimensi yaitu delapan atribut pada dimensi ekologi, enam atribut pada dimensi ekonomi, dan delapan atribut pada dimensi sosial budaya.

Tabel 1. Indeks Keberlanjutan Kelompok Tanaman Alternatif Budidaya

| Tanaman budidaya alternatif | Dimensi       | Indeks keberlanjutan (%) |
|-----------------------------|---------------|--------------------------|
| Coklat, Kopi                | Ekologi       | 48.38                    |
|                             | Ekonomi       | 56.21                    |
|                             | Sosial Budaya | 47.37                    |
| Jati, Jeruk nipis           | Ekologi       | 52.53                    |
|                             | Ekonomi       | 68.09                    |
|                             | Sosial Budaya | 55.50                    |
| Kemiri, Coklat              | Ekologi       | 48.38                    |
|                             | Ekonomi       | 56.22                    |
|                             | Sosial Budaya | 69.22                    |
| Kopi, Coklat, Cabe          | Ekologi       | 50.48                    |
|                             | Ekonomi       | 61.81                    |
|                             | Sosial Budaya | 68.99                    |

Determinasi atribut pada dasarnya adalah melihat kondisi atribut dilokasi yang secara lebih dalam dan memilih atribut yang dianggap penting (sensitif) mempengaruhi status kombinasi tanaman alternatif budidaya pada

sistem tanam polikultur. Konteks atribut penting ini ditentukan berdasarkan skornya. Atribut penting (sensitif) dalam penelitian ini berarti adanya relatif terhadap atribut yang lain dan bukan dalam arti absolut. Hal ini maksudnya, satu atribut yang tidak sensitif, misalnya atribut waktu serangan gajah pada dimensi ekologi (Gambar 5) bukan karena atribut ini tidak penting tetapi tidak sensitif karena peranannya di dalam membentuk indeks keberlanjutan dimensi ekologi bahkan indeks multidimensi mungkin telah diwakili oleh satu atribut yang lain. Jika atribut yang mewakilinya dihilangkan dari analisis maka atribut waktu serangan gajah mungkin akan menjadi sensitif. Kondisi atribut sensitif ini selanjutnya digunakan sebagai acuan pembuatan kebijakan untuk meningkatkan status keberlanjutan kombinasi tanaman alternatif budidaya pada sistem tanam polikultur.



Gambar 3. Diagram layang-layang (*kites diagram*) analisis keberlanjutan kombinasi tanaman alternatif budidaya pertanian

Pada Tabel 1 menunjukkan indeks keberlanjutan kombinasi tanaman jati-jeruk nipis dan kopi-coklat-cabe berada pada status cukup berkelanjutan, baik secara umum maupun masing-masing dimensi (ekologi, ekonomi, dan sosial budaya). Hal ini berdasarkan kategorisasi status keberlanjutannya, berada pada selang 50.00-74.99 (Pitcher, 1999; Thamrin *et al.*, 2007; Nurmalina, 2008; Suyitman *et al.*, 2009). Kelompok tanaman coklat-kopi dan kemiri-coklat menunjukkan adanya persamaan dan perbedaan indeks keberlanjutan pada masing-masing dimensi. Persamaan tersebut diketahui dari dimensi ekologi yang memiliki status keberlanjutan kurang (coklat-kopi 48.38%, kemiri-coklat 48.38%) dan dimensi ekonomi yang berkelanjutan cukup (coklat-kopi 56.21%, kemiri-coklat 56.22%). Sebaliknya perbedaan terdapat pada dimensi sosial budaya. Kelompok jenis tanaman coklat-kopi berada pada kategori kurang berkelanjutan (47.37%) tetapi kelompok jenis tanaman kemiri-coklat menunjukkan kategori cukup berkelanjutan (69.22%).

Bila diperhatikan dari Gambar 3, selain kelompok kombinasi tanaman jati-jeruk nipis dan kopi-coklat-cabe memiliki status berkelanjutan yang cukup, kelompok tersebut juga memiliki bentuk diagram yang lebih simetris dibandingkan diagram pada kelompok kombinasi coklat-kopi dan kemiri-coklat. Kelompok yang kurang simetris tersebut belum stabil status keberlanjutannya pada dimensi ekologi dan sosial budaya. Akan tetapi, kelompok kombinasi tanaman jati-jeruk nipis dan kopi-coklat-cabe menunjukkan kestabilannya pada setiap dimensi. Untuk lebih jelas, masing-masing dimensi disajikan pada diagram layang-layang (*kites diagram*).

### **Status Keberlanjutan Dimensi Ekologi**

Hasil analisis RAP-ES kombinasi tanaman alternatif budidaya pertanian/perkebunan diperoleh nilai indeks tingkat keberlanjutan dimensi ekologi. Kelompok kombinasi tanaman jati-jeruk nipis memiliki tingkat keberlanjutan paling besar 52.53% (Gambar 4).

Hasil analisis atribut pengungkit (*leverage attributes*) terhadap dimensi ekologi dalam kelompok tanaman alternatif budidaya pertanian diperlihatkan pada Gambar 5. Menurut Budiharsono (2007) kegunaan dari atribut pengungkit adalah untuk mengetahui atribut yang paling sensitif. Pengaruh setiap atribut ditunjukkan dalam bentuk perubahan *Root Mean Square* (RMS). Nilai indeks keberlanjutan dimensi ekologi dipengaruhi oleh dua atribut sensitif, yaitu jenis kelamin gajah yang menyerang (RMS=5.76) dan sistem tanam (RMS=3.12). Intervensi terhadap kedua faktor tersebut diharapkan dapat meningkatkan status dimensi ekologi ketingkat yang lebih baik.

### **Status Keberlanjutan Dimensi Ekonomi**

Pada Gambar 6 menunjukkan hasil analisis RAP-ES kombinasi tanaman alternatif budidaya pertanian/perkebunan terhadap enam atribut diperoleh nilai indeks tingkat keberlanjutan dimensi ekonomi. Secara keseluruhan kelompok kombinasi tanaman alternatif budidaya tersebut berada pada kondisi cukup berkelanjutan. Hal ini disebabkan karena setiap kelompok kombinasi tanaman alternatif memiliki indeks keberlanjutan lebih dari 50%. Jadi, secara ekonomi diketahui bahwa dengan mengkombinasikan jenis tanaman budidaya pertanian/perkebunan yang tidak dirusak gajah memberikan nilai ekonomi yang cukup berkelanjutan.

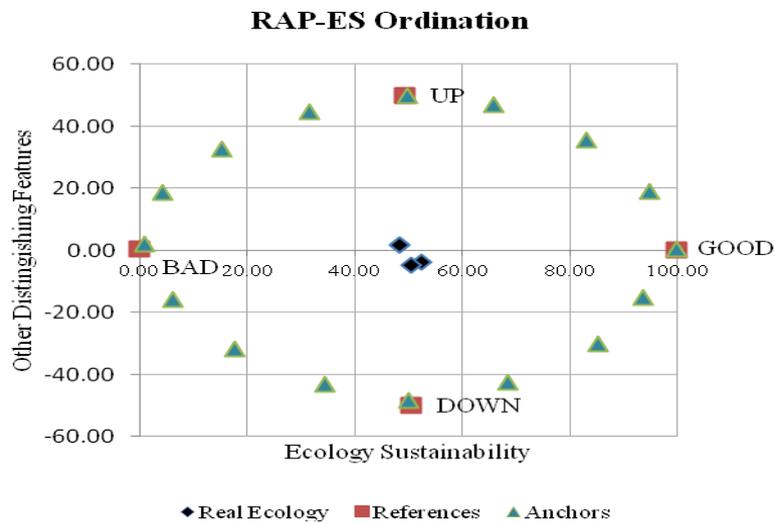
Hasil analisis *leverage* terhadap atribut dimensi ekonomi dapat dilihat pada Gambar 7, terdapat tiga atribut yang menunjukkan atribut sensitif yang mempengaruhi nilai indeks keberlanjutan. Jadi, untuk meningkatkan status dimensi ekologi ketingkat yang lebih baik maka dapat dilakukan intervensi untuk ke-3 atribut yang sensitif tersebut. Namun yang paling mempengaruhi indeks keberlanjutan yaitu penyerapan tenaga kerja (RMS=3.88).

### **Status Keberlanjutan Dimensi Sosial-Budaya**

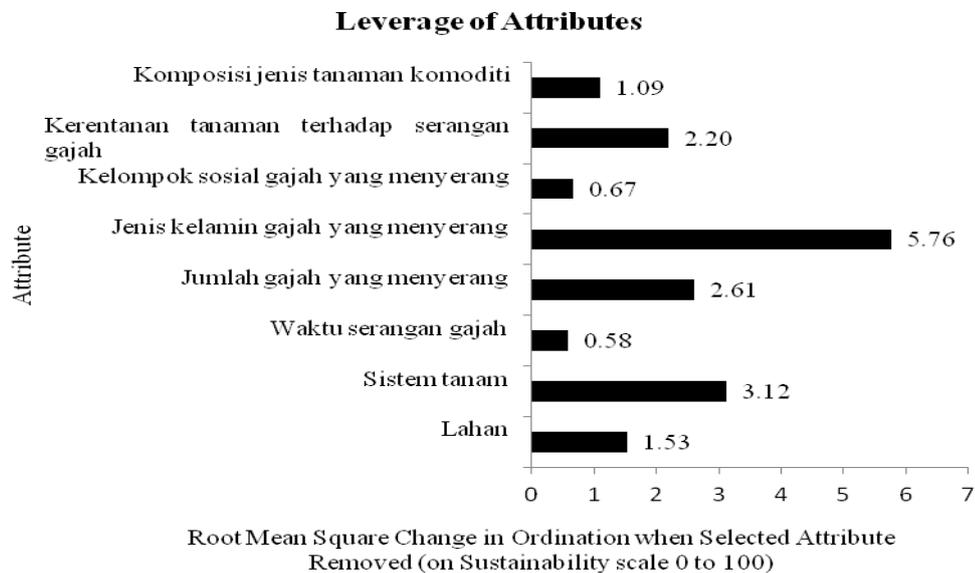
Hasil analisis MDS dengan RAP-ES dimensi sosial budaya menunjukkan indeks keberlanjutan tiga kelompok kombinasi tanaman

alternatif berada diatas 50%. Hal ini berarti kelompok kombinasi tanaman alternatif tersebut termasuk dalam kategori cukup berkelanjutan. Secara berurutan tiga kelompok tanaman alternatif yang termasuk dalam kategori cukup berkelanjutan yaitu kelompok tanaman kemiri-

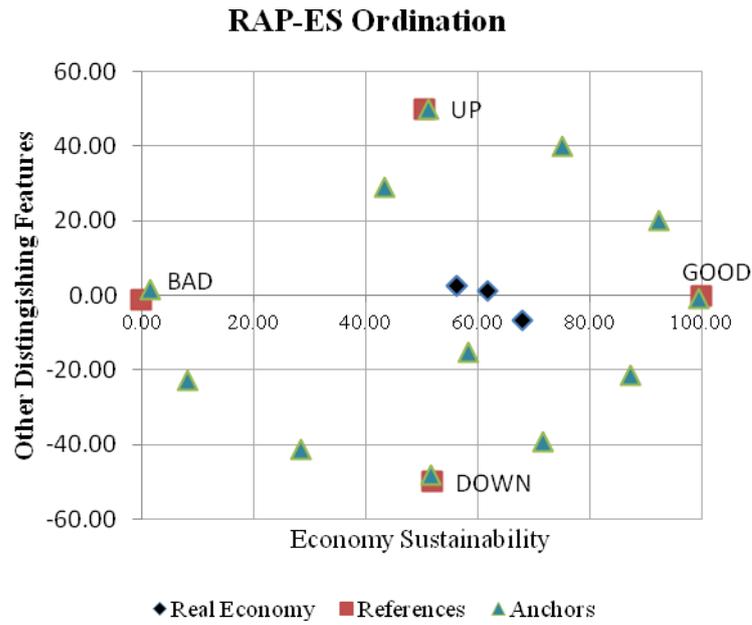
coklat (69.99%), kopi-coklat-cabe (68.99), dan jati-jeruk nipis (55.50%). Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 8.



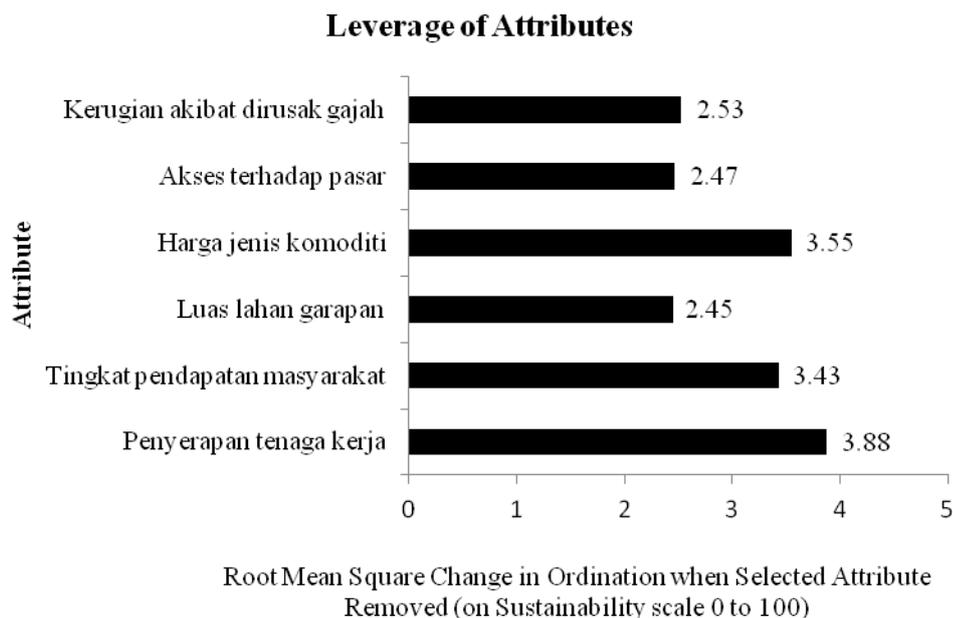
Gambar 4. Analisis RAP-ES Indeks Keberlanjutan Dimensi Ekologi



Gambar 5. Peranan Atribut Dimensi Ekologi Terhadap Perubahan RMS RAP-ES



Gambar 6. Analisis RAP-ES Indeks Keberlanjutan Dimensi Ekonomi



Gambar 7. Peranan Atribut Dimensi Ekonomi Terhadap Perubahan RMS RAP-ES

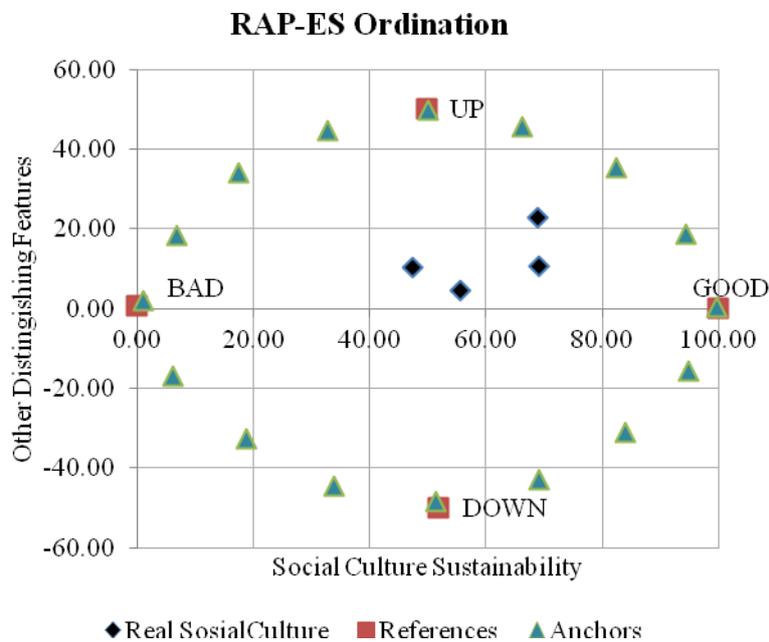
Dari hasil analisis *leverage* dari delapan atribut dimensi sosial budaya diperoleh empat atribut yang sensitif mempengaruhi besarnya nilai indeks keberlanjutan kombinasi tanaman alternatif budidaya pertanian/perkebunan (Gambar 9). Salah satunya yaitu atribut tingkat pendidikan (RMS=6.03). Sistem sosial budaya yang dimiliki masyarakat di daerah konflik manusia-gajah di Aceh, senantiasa melakukan

hubungan timbal balik dengan lingkungannya atau ekosistemnya. Hubungan tersebut terjadi secara teratur karena adanya arus energi, materi dan informasi. Khusus untuk informasi yang berhubungan dengan konservasi gajah sumatera masih mengalami hambatan penyampaiannya kepada masyarakat pedesaan. Hal ini disebabkan karena tingkat pendidikan masyarakat termasuk rendah.

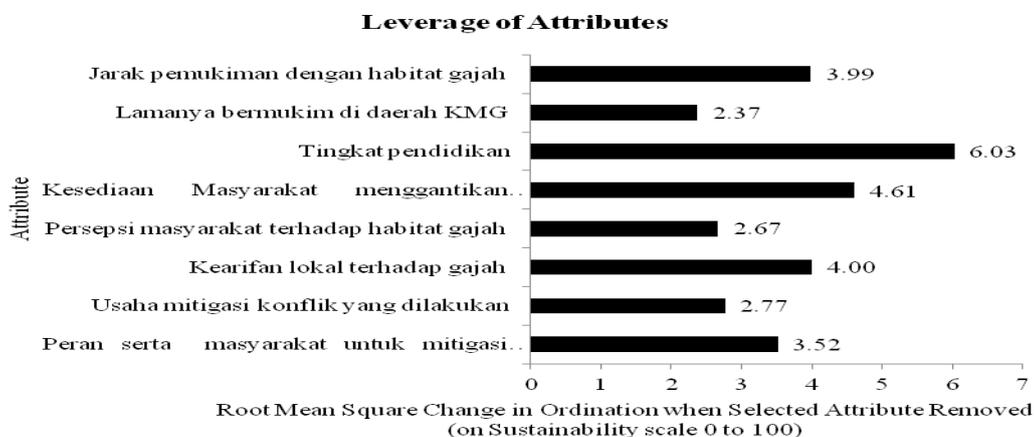
Pada umumnya, manusia dipengaruhi oleh faktor-faktor ekologi, ekonomi dan sosial budaya dalam memanfaatkan dan mengolah sumberdaya alam di lingkungan ekosistemnya (Iskandar, 2015). Faktor-faktor tersebut secara bersama-sama dapat menentukan suatu keputusan individu manusia dalam memperlakukan sumber daya alam. Karena itu tindakan masyarakat petani dalam memperlakukan gajah tergantung dari bagaimana gajah tersebut dipersepsikan atau dipahami oleh individu atau komunitas petani tersebut. Semakin tinggi persepsi masyarakat tentang gajah maka diharapkan semakin baik konservasi gajah di Provinsi Aceh.

### Uji Validasi dan Uji Ketepatan MDS

Analisis *Monte Carlo* dilakukan untuk menilai dimensi ketidakpastian atau menduga pengaruh galat (*error*) dari analisis MDS. Hasil analisis *Monte Carlo* menunjukkan bahwa pada tingkat kepercayaan 95% untuk masing-masing dimensi tidak banyak perbedaan. Tabel 2 menunjukkan bahwa perbedaan nilai antara hasil analisis MDS dengan analisis *Monte Carlo* selisihnya relatif kecil (Kavanagh & Pitcher, 2004). Hasil analisis ini memberikan keyakinan bahwa hasil analisis RAP-ES mengenai indeks keberlanjutan kombinasi tanaman alternatif budidaya pertanian/perkebunan dapat dipercaya kebenarannya.



Gambar 8. Analisis RAP-ES Indeks Keberlanjutan Dimensi Sosial Budaya



Gambar 9. Peranan Atribut Dimensi Sosial Budaya Terhadap Perubahan RMS RAP-ES

Tabel 2. Perbedaan Indeks Keberlanjutan RAP-ES Dan Analisis *Monte Carlo*

| Tanaman budidaya   | alternatif | Dimensi | Indeks keberlanjutan (%) |                         |                  |
|--------------------|------------|---------|--------------------------|-------------------------|------------------|
|                    |            |         | MDS                      | <i>Monte Carlo</i> (MC) | Perbedaan MDS-MC |
| Coklat, Kopi       |            | Ekologi | 48.38                    | 48.42                   | 0.04             |
|                    |            | Ekonomi | 56.21                    | 55.79                   | 0.42             |
|                    |            | SosBud  | 47.37                    | 47.38                   | 0.01             |
| Jati, Jeruk nipis  |            | Ekologi | 52.53                    | 51.81                   | 0.72             |
|                    |            | Ekonomi | 68.09                    | 67.78                   | 0.31             |
|                    |            | SosBud  | 55.50                    | 55.44                   | 0.06             |
| Kemiri, Coklat     |            | Ekologi | 48.38                    | 48.32                   | 0.06             |
|                    |            | Ekonomi | 56.22                    | 55.78                   | 0.44             |
|                    |            | SosBud  | 69.22                    | 68.32                   | 0.90             |
| Kopi, Coklat, Cabe |            | Ekologi | 50.48                    | 50.83                   | 0.35             |
|                    |            | Ekonomi | 61.81                    | 61.77                   | 0.04             |
|                    |            | SosBud  | 68.99                    | 68.68                   | 0.31             |

Tabel 3 Nilai stress dan determinasi ( $R^2$ ) RAP-ES

| Tanaman budidaya   | alternatif | Dimensi | Parameter        |                                 |
|--------------------|------------|---------|------------------|---------------------------------|
|                    |            |         | Nilai stress (S) | Koefisien determinasi ( $R^2$ ) |
| Coklat, Kopi       |            | Ekologi | 0.15             | 0.94                            |
|                    |            | Ekonomi | 0.21             | 0.82                            |
|                    |            | SosBud  | 0.16             | 0.94                            |
| Jati, Jeruk nipis  |            | Ekologi | 0.15             | 0.94                            |
|                    |            | Ekonomi | 0.21             | 0.82                            |
|                    |            | SosBud  | 0.16             | 0.94                            |
| Kemiri, Coklat     |            | Ekologi | 0.15             | 0.94                            |
|                    |            | Ekonomi | 0.21             | 0.82                            |
|                    |            | SosBud  | 0.16             | 0.94                            |
| Kopi, Coklat, Cabe |            | Ekologi | 0.15             | 0.94                            |
|                    |            | Ekonomi | 0.21             | 0.82                            |
|                    |            | SosBud  | 0.16             | 0.94                            |

Pada Tabel 3 menunjukkan koefisien determinasi ( $R^2$ ) dan nilai *stress* untuk setiap dimensi. Besarnya koefisien determinasi ( $R^2$ ) dan nilai *stress* akan dapat dipastikan apakah atribut dimensi keberlanjutan yang dikaji dalam analisis MDS cukup akurat (mendekati kondisi yang sebenarnya) dan tidak perlu untuk mengadakan penambahan atribut.

## KESIMPULAN

Kelompok kombinasi tanaman alternatif budidaya pertanian/perkebunan yaitu coklat-kopi, jati-jeruk nipis, kemiri-coklat dan kopi-coklat-cabe menunjukkan indeks keberlanjutan untuk tiap dimensi berbeda-beda.

Pada analisis RAP-ES dimensi ekologi, ekonomi dan sosial budaya secara keseluruhan kelompok kombinasi tanaman alternatif budidaya

tersebut berada pada kondisi cukup berkelanjutan. Hal ini disebabkan karena setiap kelompok kombinasi tanaman alternatif memiliki indeks keberlanjutan lebih dari 50%.

Analisis *Monte Carlo* pada tingkat kepercayaan 95% untuk masing-masing dimensi tidak banyak perbedaan. Hasil analisis ini memberikan keyakinan bahwa hasil analisis RAP-ES mengenai indeks keberlanjutan kombinasi tanaman alternatif budidaya pertanian/perkebunan dapat dipercaya kebenarannya.

Koefisien determinasi ( $R^2$ ) yang dihasilkan oleh tiga dimensi keberlanjutan memiliki nilai di antara 0.82 dan 0.94. Hal ini menunjukkan atribut-atribut yang digunakan dalam pengukuran status keberlanjutan pada analisis MDS memiliki peran yang cukup besar dalam menjelaskan keragaman dari nilai indeks dimensi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alikodra HS. 2010. *Teknik Pengelolaan Satwa Liar dalam Rangka Mempertahankan Keanekaragaman Hayati Indonesia*. IPB Pr. Bogor.
- Azmi W, Hasballah, Trysani F, Kholis M, Kiswayadi D, Linkie M. 2012. *Conservation Response Unit in Aceh*. Annual progress report. FFI. Banda Aceh.
- Budiharsono, S. (2007). *Manual Penentuan Status Dan Faktor Pengungkit Pembangunan Ekonomi Lokal*. Manual of status and lever factors determination for local economical development. Direktorat Perekonomian Daerah BAPPENAS 50p. Jakarta.
- [DISBUN] Dinas Perkebunan Propinsi Aceh. 2015. *Informasi pasar komoditi perkebunan Propinsi Aceh*. Unpublish. Banda Aceh.
- Fauzy A, Anna S. (2005). *Pemodelan Sumber daya Perikanan Dan Kelautan Untuk Analisis Kebijakan*. PT Gramedia Utama. Jakarta.
- Gomez ED, Yap HT.1978. *Monitoring of Reef Condition: Coral Reef Management Hand Book*. Unesco regional Office for Science and Technology. Jakarta.
- Hasan M, Sapei A, Purwanto J, Sukardi. 2011. *Kajian Kebijakan Pengelolaan Sumberdaya Air Pada Daerah Aliran Sungai Citarum*. *Sumber Daya Air*, 7(2):105-118.
- Hedges S, Tyson MJ, Sitompul AF, Kinnaird MF, Gunaryadi D, Aslan. 2005. Distribution, status, and conservation needs of asian elephants (*Elephas maximus*) in Lampung Province, Sumatra, Indonesia. *Biological Conservation*.124: 35-48.
- Hidayanto M. (2010). *Peningkatan Produktivitas Lahan Berkelanjutan Untuk Perkebunan Kakao Rakyat Dikawasan Perbatasan Kalimantan Timur-Malaysia*. IPB. Bogor.
- Iskandar J. 2015. *Keanekaan Hayati Jenis Binatang; Manfaat Ekologi Bagi Manusia*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Kavanagh P, Pitcher TJ. 2004. *Implementing Microsoftexcel Software For Rapfish: a Technique for Therapid Appraisal Of Fisheries Status*. University of British Columbia. Fisheries Centre Research Reports.12 (2): 75 p.
- Leimgruber P, Gagnon JB, Wemmer C, Kelly DS, Songer MA, Selig ER. (2003). Fragmentation of asia's remaining wildlands: implications for asian elephant conservation. *Animal Conservation* 6: 347-359.
- Nazir M. 2003. *Metode penelitian*. Ghalia Indonesia. Jakarta.
- Nurmalina R. 2008. Analisis Indeks dan Status Keberlanjutan Sistem Ketersediaan Beras di Beberapa Wilayah Indonesia. *Jurnal Argo Ekonomi* 26(1): 47-79.
- Nyhus PJ, Sumianto, Tilson R. 2000. Crop Raiding Elephant and Conservation Implication at Way Kambas National Park, Sumatera Indonesia. *Oryx Journal* 34(4): 262-274.
- Nyhus PJ, Tilson R. 2004. Agroforestry, elephants, and tigers: balancing conservation theory and practice in human-dominated landscapes of Southeast Asia. *Agriculture Ecosystems & Environment* 104: 87-97.
- Pitcher TJ. 1999. *Rapfish, A Rapid Appraisal Technique For Fisheries, And Its Application To The Code Of Conduct For Responsible Fisheries*. Canada : FAO Fisheries Circular No.947: 47pp.
- Rahayu A, Bambang AN, Hardiman G. 2013. Strategi Peningkatan Status Keberlanjutan Kota Batu Sebagai Kawasan Agropolitan. *Jurnal Ekosains* 5(1): 21-34.
- Santiapillai C, Jackson P. 1990. *The Asian Elephant: an Action Plan for its Conservation*. Gland Switzerland (SW): IUCN/SSC Asian Elephant Specialist Group.
- Sitompul AF. 2004. *Conservation Implication Of Human-Elephant Interaction In Two Nasional Park In Sumatra*. University of Georgia. Athens.
- Suyitman SH, Sutjahjo, Herison C, Bihan S. 2009. Status Keberlanjutan Wilayah Berbasis Peternakan Di Kabupaten Situbondo Untuk Pengembangan Kawasan Agropolitan. *Jurnal Agro Ekonomi* 27 (2): 165-191.
- Thamrin SH, Sutjahjo C, Herison S, Biham. 2007. Analisis Keberlanjutan Wilayah Perbatasan Kalimantan Barat-Malaysia Untuk Pengembangan Kawasan Agropolitan : Studi kasus Kecamatan

- Bengka yang (Dekat Perbatasan Kabupaten Bengkayang). *Jurnal Agro Ekonomi*. 25 (2): 103-124.
- Thirgood S, Woodroffe R, Rabinowitz A. 2005. *The Impact of Human-Wildlife on Human Live And Livelihoods; People And Wildlife Conflict or Coexistence*. Cambridge Univ Pr. Cambridge.
- Yogasara FA, Zulkarnaini, Saam Z. 2012. Analisis faktor-faktor yang mempengaruhi intensitas konflik antara gajah dengan manusia di Kecamatan Mandau dan Kecamatan Pinggir Kabupaten Bengkalis. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. Universitas Riau.

## Potensi Sedimen Mangrove Terhadap Dekomposisi Limbah Sayuran

Slamet Santosa dan Eddy Soekendarsari

Departemen Biologi, Fmipa Universitas Hasanuddin Makassar 90245  
slametsantosa@unhas.ac.id atau slametsantosa62@gmail.com

### ABSTRAK

Sedimen mangrove merupakan kumpulan lumpur yang kaya akan bahan organik dan mikroorganisme. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi sedimen dari beberapa jenis tumbuhan mangrove dalam mendekomposisi limbah sayuran. Limbah sayuran 10kg, dipotong 3 sampai 5 cm<sup>2</sup>, di masukkan kantong plastik kemudian dicampur sedimen dari jenis tumbuhan mangrove *Nypa* sp (SSN), *Avicennia* sp (SSA), *Rhizophora* sp (SSR), dan bioaktifator efektif mikroorganisme (SSE) dan tanpa sedimen/bioaktifator (SS0/kontrol). Hasil pengukuran suhu dekomposisi menunjukkan perlakuan SSN, SSA, SSR dan SSE, berkisar 47- 49<sup>o</sup>C, lebih tinggi dibandingkan perlakuan SS0 yaitu 44<sup>o</sup>C. Hasil analisis total bakteri diperoleh nilai 2,9 x 10<sup>6</sup> CFU/g pada SSN; 3.5 x 10<sup>6</sup> CFU/g pada SSA dan 3.2 x 10<sup>6</sup> CFU /g SSR. Hasil analisis C/N pada produk akhir dekomposisi diperoleh nilai 15,3 pada SSN; 11,2 pada SSA; 13,6 pada SSR; 11,1 pada SSE dan 16,8 pada SS0. Laju dekomposisi limbah sayuran pada SSN sebesar 33,78%; SSA sebesar 38,31%; SSR sebesar 31,15%; SSE sebesar 38,91% dan SS0 sebesar 28,01%. Penelitian ini menyimpulkan bahwa sedimen dari tumbuhan mangrove *Avicennia* sp (SSA) memiliki potensi tertinggi dalam mendekomposisi limbah sayuran.

**Kata kunci:** jenis mangrove, laju dekomposisi, limbah organik

### ABSTRACT

*Mangrove sediments are a collection of mud that is rich in organic matter and microorganisms. This study aims to determine the potential sediment of some species of mangrove plants in decomposing vegetable waste. Vegetables waste of 10kg, cut of 3 to 5 cm<sup>2</sup>, put in plastic bags then mixed sediments from species of mangroves *Nypa* sp (SSN), *Avicennia* sp (SSA), *Rhizophora* sp (SSR), and effective microorganisms (SSE) and without sediment / Bioactivator (SS0 ). The result of decomposition temperature measurement shows the treatment of SSN, SSA, SSR and SSE, ranged from 47 to 49<sup>o</sup>C, higher than the treatment of SS0 ie 44<sup>o</sup>C. The result of bacteria total analysis was obtained by 2,9 x 10<sup>6</sup> CFU/g on SSN; 3.5 x 10<sup>6</sup> CFU/g on SSA and 3.2 x 10<sup>6</sup> CFU/g SSR. The result of C / N analysis on final product of decomposition obtained value 15.3 on SSN; 11.2 on SSA; 13.6 on the SSR; 11.1 on SSE and 16.8 on SS0. The rate of vegetables waste decomposition in SSN treatment was 33.78%; SSA of 38.31%; SSR of 31.15%; SSE of 38.91% and SS0 of 28.01%. The study concludes that sediments from the *Avicennia* sp mangroves (SSA) have the highest potential for decomposing vegetable waste.*

**Keywords:** type of mangrove, decomposition rate, organic waste

### PENDAHULUAN

Jumlah limbah sayuran yang terus bertambah bukan hanya dipengaruhi oleh kepadatan penduduk; pasar dan industri tetapi juga oleh sistem pengelolaan, teknologi, dan tingkat sosial ekonomi yang rendah. Misalnya limbah kubis, sawi, dan kangkung yang jumlahnya terus meningkat menyebabkan daya tampung di tempat pembuangan akhir semakin penuh. Limbah sayuran tersebut merupakan

bahan buangan yang biasanya dibuang secara open dumping tanpa pengelolaan lebih lanjut sehingga akan menimbulkan pencemaran lingkungan dan bau yang tidak sedap. Oleh karena itu diperlukan pengelolaan yang sesuai dengan karakteristik sampah agar proses dekomposisi lebih cepat, murah, dan ramah lingkungan. Salvato (1982), pengomposan merupakan proses dekomposisi bahan organik yang melibatkan sejumlah mikroorganisme dalam keadaan terkontrol. Proses perombakan

bahan organik tersebut dilakukan oleh berbagai macam organisme baik dari kelompok bakteri, fungi, maupun aktinomiset.

Salah satu bentuk pengolahan limbah sayuran adalah pengomposan. Pengomposan merupakan proses dekomposisi bahan organik yang melibatkan sejumlah mikroorganisme dalam keadaan terkontrol. Proses perombakan bahan organik tersebut dilakukan oleh berbagai macam organisme baik dari kelompok bakteri, fungi, maupun aktinomiset. (Hadi Sumarno, 1992). Saat ini teknologi pengomposan sangat beragam, baik secara aerobik maupun anaerobik, dengan atau tanpa bahan tambahan (bioaktifator). Pengomposan secara aerobik paling banyak digunakan, karena mudah dan murah untuk dilakukan, tidak membutuhkan kontrol proses yang terlalu sulit dan dapat menangani limbah dalam jumlah banyak (Wahyono, 2010). Menurut Sutanto (2000), dekomposisi didefinisikan sebagai proses perombakan secara fisik, kimia dan biologi dengan hasil berupa bahan yang mempunyai berat, volume yang lebih rendah dari bahan dasarnya, bersifat stabil dan sebagai sumber pupuk organik.

Mangrove adalah masyarakat tumbuhan seperti *Rhizophora*, *Avicennia*, *Bruguerra*, *Ceriops*, *Sonnerata*, *Nypa*, *Aegicera*, dan sebagainya. Jenis tumbuhan tersebut mempunyai hubungan taksonomi sampai dengan taksa kelas (unrelated families) tetapi mempunyai persamaan adaptasi morfologi terhadap habitat yang dipengaruhi oleh pasang surut. Mangrove merupakan salah satu tipe tumbuhan hujan tropis yang terdapat disepanjang garis pantai perairan tropis dan mempunyai ciri-ciri tersendiri yang sangat unik (Wibisono, 2005). Sedangkan sedimen mangrove merupakan kumpulan lumpur berasal dari partikel sedimen yang mengendap dan berkumpul pada dasar substrat, dimana terjadi sirkulasi interstitial yang minimal dan jumlah bakteri yang banyak. Penyebaran bakteri sangat luas pada daerah sedimen mangrove karena menetap pada air dan lumpur. Keberadaan bakteri sangat dipengaruhi oleh fluktuasi salinitas. Jika air pasang kemungkinan

besar bakteri berasal dari air laut sedangkan bila surut berasal dari air tawar dan daratan (Nybakken, 1986). Berdasarkan informasi tersebut maka dilakukan penelitian ini dengan tujuan untuk mengetahui potensi sedimen dari hutan mangrove *Nypa sp*, *Rhizophora sp*, dan *Avicennia sp* sebagai bioaktifator pada pengomposan sampah sayuran.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di komplek perumahan Unhas Makassar. Limbah sayuran yaitu kubis, sawi dan kangkung, diambil di pasar tradisional Terong Makassar, lalu dipotong ukuran 3-5cm<sup>2</sup>, dan dimasukkan dalam kantong plastik hitam ukuran 100x50x50cm<sup>3</sup>. Kemudian limbah sayuran tersebut ditambahkan sedimen mangrove atau effective microorganism sebagai bioaktifator dengan takaran sebagai berikut.

1. Limbah sayuran 10kg + 1 kg sedimen dari jenis mangrove *Nypa sp* (SSN)
2. Limbah sayuran 10kg + 1 kg sedimen dari jenis mangrove *Avicennia sp* (SSA)
3. Limbah sayuran 10kg + 1kg sedimen dari jenis mangrove *Rhizophora sp* (SSR)
4. Limbah sayuran 10kg + 1 L effective microorganism (SSE)
5. Limbah sayuran 10kg (SS0)

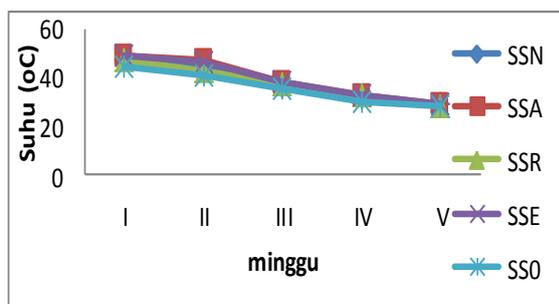
Selanjutnya limbah sayuran yang diperlakukan tersebut diaduk merata dalam kantong plastik lalu dikomposkan selama 30 hari. Pembalikan dilakukan setiap 5 hari sekali dan dilakukan penyiraman bila diperlukan. Parameter yang diamati yaitu suhu, C/N serta laju dekomposisi. Pengukuran suhu dilakukan setiap hari; pengukuran C/N dan laju dekomposisi pada akhir penelitian.. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan dan setiap perlakuan diberikan pengulangan 3 kali. Untuk mengetahui perlakuan yang efektif dilakukan analisis sidik ragam (ANOVA) dan dilanjutkan dengan uji lanjut jarak berganda Duncan (Duncan Multiple Range Test = DMRT) pada taraf signifikansi 95%.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengomposan limbah sayuran pada minggu pertama dan kedua mengalami proses dekomposisi anaerob akibat kadar air yang sangat tinggi. Limbah kubis, sawi dan kangkung kandungan airnya 80% sehingga saat dikomposkan sangat berair dan mengeluarkan bau busuk. Untuk menghilangkan bau busuk dan merubah proses dekomposisi anaerobik menjadi aerobik maka dilakukan pembalikan setiap 5 hari sekali.

### 1. Kondisi Suhu

Hasil pengukuran suhu pengomposan limbah sayuran pada minggu ke 1 dan 2 mengalami peningkatan dan selanjutnya menurun stabil mendekati suhu ruangan, pada minggu 3, 4, dan 5 (Gambar 1).



Gambar 1. Hubungan Suhu ( $^{\circ}\text{C}$ ) Dan Waktu Pengomposan (Minggu)

Penggunaan sedimen dari jenis mangrove *Nypa sp* (SSN), *Avicennia sp* (SSA) dan *Rhizophora sp* (SSR) dan effective microorganism (SSE) menghasilkan suhu lebih tinggi dibandingkan pengomposan limbah sayuran tanpa bioaktifator (SS0). Suhu merupakan salah satu indikator yang menandakan perubahan aktivitas mikroorganisme dalam menguraikan bahan organik. Parameter suhu juga dapat menunjukkan keseimbangan antara energi panas yang dihasilkan dan aerasi. Hasil pengukuran suhu pada minggu 1, pada perlakuan SSN, SSA, SSR, SSE antara 47- 49 $^{\circ}\text{C}$ , dan SS0 44 $^{\circ}\text{C}$ . Menurut Mulyadi (2008), pengomposan limbah sayuran yang menggunakan air lindi dan bioaktifator stardec pada minggu ke 1 suhunya antara 44-53 $^{\circ}\text{C}$ . Hadi Soemarno (1992), suhu

ideal dalam dekomposisi limbah organik adalah 40 - 65 $^{\circ}\text{C}$ . Pada suhu tersebut perkembangbiakan mikroba adalah yang paling baik sehingga populasinya baik, disamping itu enzim yang dihasilkan untuk menguraikan bahan organik paling efektif

Kondisi suhu pengomposan berhubungan dengan jumlah dan keragaman mikroorganisme. Mikroorganisme berperan dalam perombakan bahan organik. Hasil analisis total bakteri pada 3 sedimen mangrove yaitu SSN: 2,9x10<sup>6</sup> CFU/g; SSA: 3,5 x 10<sup>6</sup> CFU/g dan SSR: 3,2x 10<sup>6</sup> CFU/g. Menurut Patrianingsih (2000), jumlah rerata sel bakteri yang diperoleh dari perhitungan kuantitatif dengan metode SPC dalam medium agar ekstrak sedimen adalah sekitar 2,4 x 10<sup>6</sup> CFU/g. Total bakteri pada SSA terbanyak karena sedimen tersebut dari jenis mangrove *Avicennia sp* diduga kaya bahan organik. Tumbuhan mangrove jenis *Avicennia sp* memiliki rumpunan daun yang sangat lebat dan helaian daun yang tipis dibandingkan jenis tumbuhan mangrove jenis *Nypa sp* dan *Rhizophora sp*. Akibatnya lepasan serasah mangrove *Avicennia sp* sangat tinggi sehingga berkontribusi pada kandungan bahan organik dalam sedimen mangrove tersebut. Ketersediaan bahan organik menyebabkan mikroorganisme tumbuh dan berkembang lebih banyak pada SSA. Hidayanto *et al.* (2004) bahwa potensi kandungan bahan organik akan semakin meningkat seiring dengan penambahan biomassa *Avicennia sp*.

Sedimen mangrove mampu mendekomposisi sampah sayuran karena mengandung mikroorganisme. Syam (1990), sedimen mangrove *Avicennia* mengandung bakteri genus *Eschericia coli*, *Vibrio sp*, *Enterobacter sp*, *Moraxella sp*, *Flavobacterium sp*, *Actinomyces sp* dan *Bacillus sp*; sedimen mangrove *Sonneratia* ditemukan bakteri genus *Eschericia coli*, *Vibrio sp*, *Staphylococcus sp*, *Enterobacter sp*, *Moraxella sp*, *Actinomyces sp* dan *Bacillus sp* sedangkan sedimen *Rhizophora* mengandung bakteri genus *Eschericia coli*, *Staphylococcus sp* dan *Flavobacterium sp*. Sulistyorini (2005), effective Microorganisms(EM) merupakan kultur

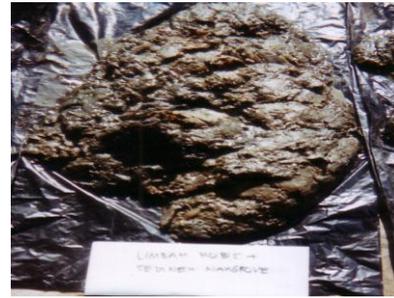
campuran dalam medium cair berwarna coklat kekuningan, berbau asam dan terdiri dari mikroorganisme yang menguntungkan bagi kesuburan tanah. Adapun jenis mikroorganisme yang berada dalam EM antara lain : *Lactobacillus* sp., Khamir, *Actinomycetes*, *Streptomyces*. Selain memfermentasi bahan organik dalam tanah atau sampah, EM juga merangsang perkembangan mikroorganismenya yang menguntungkan bagi kesuburan tanah dan bermanfaat bagi tanaman.

## 2. Kondisi C/N

Hasil analisis C/N pada produk akhir pengomposan (Gambar 2) diperoleh nilai C/N untuk 5 perlakuan yaitu 15,3; 11,2; 13,6; 11,1 dan 16,8 pada SSN; SSA; SSR; SSE; dan SS0. Hasil penelitian Mirwan dan Firra, menyatakan bahwa nilai C/N pada pengomposan sampah sayuran selama 30 hari berkisar antara 11,2 sampai 14,8 yang diperlakukan dengan air lindi dan bioaktifator stardec. Tate (1987), bahwa kurang lebih sepertiga dari kandungan unsur C berubah bentuk dan menyatu dalam kompos, sedangkan dua pertiga bagian lainnya menjadi CO<sub>2</sub> dan tidak lagi bermanfaat bagi lingkungan. Jika mikroba mati maka unsur N akan tinggal dalam kompos.

Nilai C/N pada penelitian ini berkisar antara 11,1-16,8; menunjukkan bahwa sudah terjadi proses mineralisasi. Bahan organik yang memiliki C/N rendah, lebih cepat menyediakan hara bagi tanaman, sedangkan bila bahan organik memiliki C/N yang tinggi akan mengimmobilisasi hara sehingga perlu dikomposkan terlebih dahulu. Menurut Stevenson (1994), mineralisasi netto terjadi bila rasionya < 20, sedangkan immobilisasi nitrogen terjadi bila rasio antara C dan N  $\geq$  30. Jika rasionya antara 20-30 maka terjadi kesetimbangan antara mineralisasi dan immobilisasi. Immobilisasi dan mineralisasi tidak hanya terjadi pada unsur nitrogen, tapi juga terjadi pada unsur lain. Pada saat terjadi immobilisasi tanaman akan sulit menyerap hara karena terjadi persaingan dengan dekomposer. Oleh karena itu, pemberian bahan organik perlu

memperhitungkan kandungan hara dalam bahan organik tersebut.



Gambar 2 . Produk Akhir Pengomposan Sampah Sayuran

## 3. Laju Dekomposisi

Laju dekomposisi bahan organik adalah kecepatan penurunan jumlah (perombakan) bahan organik dalam waktu tertentu. Menurut Hadi Soemarno (1992), penurunan jumlah bahan organik dalam dekomposisi diakibatkan aktifitas mikroba. Mikroba mula-mula memperkecil partikel zat organik sehingga jumlah permukaan partikelnya menjadi lebih luas yang memungkinkan berlangsungnya proses penguraian dengan cepat. Penguraian ini terjadi secara kimiawi melalui enzim. Enzim ini yang mengurai bahan organik menjadi unsur yang dapat diserap mikroba. Hal ini menyebabkan volume limbah menyusut sehingga beratnya menurun. Penurunan berat juga terjadi karena panas yang dihasilkan menyebabkan air dalam limbah menguap.

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa laju dekomposisi sampah sayuran pada SSA dan SSE tidak berbeda nyata namun berbeda nyata dengan SSN, SSR, dan SS0 (Tabel 1). Laju dekomposisi pada SSA dan SSE lebih cepat disebabkan karena total bakteri pada kedua perlakuan tersebut lebih banyak. Aktifitas mikroba menyebabkan suhu pengomposan tinggi sehingga air dalam sampah sayuran menguap yang menyebabkan beratnya menurun. Murbandono (1997), proses dekomposisi bahan organik terdiri dari 2 fase yaitu: 1) fase perombakan bahan organik segar, yaitu merubah ukuran bahan menjadi lebih kecil; 2) fase perombakan lanjutan yang melibatkan kegiatan

mikroorganisme dan enzim. Fase kedua dicirikan oleh kehilangan secara cepat bahan-bahan yang mudah terdekomposisi sebagai akibat pemanfaatan bahan organik sebagai sumber karbon dan nutrisi oleh mikroba dengan hasil

senyawa sampingan berupa asam organik dan karbondioksida. Suriawiria (1996), homogenesitas bahan dekomposisi juga menentukan kecepatan penguraian bahan organik.

Tabel 1. Laju Dekomposisi Limbah Sayuran Selama 30 hari

| Kode Perlakuan | Ulangan         |                  |                 |                  |                 |                  | Rerata          |                  | Laju Dekomposisi (%) |
|----------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|----------------------|
|                | 1               |                  | 2               |                  | 3               |                  | Berat awal (kg) | Berat akhir (kg) |                      |
|                | Berat awal (kg) | Berat akhir (kg) | Berat awal (kg) | Berat akhir (kg) | Berat awal (kg) | Berat akhir (kg) |                 |                  |                      |
| SSN            | 10              | 2,98             | 10              | 2,94             | 10              | 2,96             | 10              | 2,96             | 33,78b               |
| SSA            | 10              | 2,61             | 10              | 2,59             | 10              | 2,63             | 10              | 2,61             | 38,31c               |
| SSR            | 10              | 3,21             | 10              | 3,30             | 10              | 3,12             | 10              | 3,21             | 31,15b               |
| SSE            | 10              | 2,57             | 10              | 2,54             | 10              | 2,60             | 10              | 2,57             | 38,91c               |
| SS0            | 10              | 3,57             | 10              | 3,60             | 10              | 3,54             | 10              | 3,57             | 28,01a               |

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 95%

Berat sampah sayuran yang menurun pada penelitian ini karena aktifitas mikroorganisme. Patrianingsih (2000), isolat bakteri sedimen mangrove mempercepat laju dekomposisi dan dapat menurunkan rasio C/N seresah daun bakau. Sugihmoro (1994), EM dapat digunakan untuk pengomposan, karena mampu mempercepat proses dekomposisi sampah organik.

## KESIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa sedimen dari jenis mangrove *Avicennia* sp mempunyai potensi terbaik sebagai bioaktifator dalam dekomposisi limbah sayuran.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Rizki Amalia Puji S yang berperan dalam pengolahan data penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

Hadisumarno, D. 1992. *Buku Panduan Teknik Pembuatan Kompos dari Sampah, Teori*

*dan Aplikasi*. Center for Policy and Implementation Studies (CIPS). Jakarta.

Hidayanto, W., A. Heru dan Yossita. 2004. *Analisa Tanah Tambak Sebagai Indikator Tingkat Kesuburan Tambak*. Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian. Kalimantan Timur.

Mirwan dan Firra Rosariawari. Optimasi pematangan kompos dengan penambahan air lindi dan bioaktifator stardec. *Jurnal Teknik lingkungan*, 4(2):150-154.

Mulyadi, A. 2005. Karakteristik kompos dari bahan kaliandra, jerami padi dan sampah sayuran. *Jurusan ilmu tanah, faperta*. Ipb.

Murbandono, L. 1997. *Membuat Kompos*. Penebar Swadaya. Jakarta.

Nybakken, W.J. 1986. *Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologis*. Penerbit Gramedia. Jakarta.

Patrianingsih, E.A. 2000. *Pengaruh Konsentrasi Campuran Isolat Bakteri Sedimen Mangrove Terhadap Dekomposisi Seresah Daun Bakau *Rhizophora micronata* Lamk*. Fakultas MIPA, Unhas. Makassar.

Salvato, J. A. 1982. *Environmental Engineering And Sanitation – Third Editions*. John Wiley and Sons. New Delhi.

Stevenson, F. J. 1994.. *Humus Chemistry: Genesis, Composition, Reaction*. A. Willey. Interscience Publication Willey & Sons, Inc. New York.

- Sugihmoro. (1994). Penggunaan *Effective Microorganism 4* (EM4) dan Bahan Organik pada Tanaman Jahe (*Zingiberofficinale Rose*) Jenis Badak. *Skripsi*. Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Sulistyorini, L. 2005. Pengelolaan sampah dengan cara menjadikannya kompos. *Jurnal kesehatan lingkungan*: 2(1):77-84.
- Suriawiria, U. 1996. Mikrobiologi Air dan Dasar-dasar Pengolahan Secara Biologis. *Penerbit Alumni. Bandung*.
- Sutanto, R. 2000. *Penerapan Pertanian Organik*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Syam, N. 1990. *Inventarisasi Bakteri Tanah Hutan Bakau*. Fakultas MIPA Unhas. Makassar.
- Tate, L.R. 1987. *Soil Organic Matter Biological and Ecological Effects* John Wiley and Sons . New Delhi.
- Wahyono, S. 2010. Tinjauan Manfaat Kompos dan Aplikasinya Pada berbagai Bidang Pertanian. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, Vol.6 (1), p: 29-31.
- Wibisono. M. S. 2005. *Pengantar Ilmu Kelautan*. Universitas Indonesia Press.

## Viabilitas Jamur Tanah Terhadap Fungisida Antracol di Pertanaman Sayuran Kubis

Stella D. Umboh, Henny L. Rampe, Veyne E. Rorimpandei, dan Agustin N. Palit

F-MIPA Biologi, Universitas Sam Ratulangi, Manado, Sulawesi Utara.  
HP. 081340091042. E-mail: [stellaumboh@gmail.com](mailto:stellaumboh@gmail.com)

### ABSTRAK

Aplikasi penggunaan pestisida di lahan tanaman sayuran kubis meninggalkan residu pestisida yang dapat menimbulkan dampak negatif yang merugikan lingkungan termasuk tanah yang ada di areal pertanaman kubis tersebut. Dengan adanya residu yang tertinggal didalam tanah dalam jangka waktu lama dapat membahayakan kehidupan biota dan mikroba tanah, salah satunya adalah jamur tanah. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui dampak Fungisida Antracol terhadap viabilitas jamur tanah di pertanaman sayuran kubis. Penelitian ini dilaksanakan di lahan tanaman sayuran kubis di Kecamatan Modinding Kabupaten Minahasa Selatan yang banyak menggunakan pestisida. Metodologi penelitian menggunakan penelitian lapangan dan laboratorium. Isolat-isolat jamur tanah diperoleh dengan metode cawan pengenceran. Pengujian sifat biologi tanah (viabilitas jamur tanah) dilakukan dengan menggunakan objek gelas yang bagian tengahnya melengkung, kemudian isolat jamur tanah dibiarkan selama 3 hari, 5 hari, dan 7 hari. Pengamatan dilakukan dengan melihat kemampuan spora dan konidia yang tumbuh. Setelah diuji, sifat biologi tanah dipengaruhi oleh residu pestisida ditandai dengan menurunnya viabilitas jamur tanah tersebut. Berdasarkan pengujian viabilitas jamur tanah dengan 5 perlakuan, maka diperoleh hasil ternyata dari 22 jamur tanah yang berhasil diidentifikasi, jamur IJ1 (*Geotricum candidum*) adalah spesies yang mempunyai viabilitas yang tinggi terhadap residu Fungisida Antracol, sedangkan jamur tanah yang memiliki viabilitas yang rendah adalah *Pleurostomophora richardsiae* (IJ8).

**Kata kunci:** residu pestisida, viabilitas, *Geotricum candidum*, *Pleurostomophora richardsiae*

### ABSTRACT

*Application of the use of pesticides on vegetable cabbage plant land leaves pesticide residues which can cause adverse negative impacts on the environment including the soil in the area of the cabbage planting. The residue left in the ground for a long time can endanger the life of biota and soil microbes, one of which is the soil fungi. The aim this research is to know the impact of Antracol Fungicide on the viability of soil fungi in cabbage vegetable planting. This research was conducted in the vegetable cabbage planting in Modinding Sub District of South Minahasa Regency that use more intensive pesticide. Research methodology using field and laboratory research. Soil fungal isolates were obtained by the method cup dilution. Tests of soil biological properties (viability of soil fungi) were carried out with using a glass object whose center is curved, then isolate the fungus of the soil left for 3 days, 5 days, and 7 days. Observations were made by looking at the ability of spores and conidia that grows. Once tested, that biological properties of the soil are effected by pesticide residues characterized by decreased viability of the soil fungi. Based on testing the viability of mushroom with 5 treatment, then obtained results were found from 22 identified soil fungi, IJ1 mushroom (*Geotricum candidum*) is a species that has high viability to fungicide residues Antracol, while a low-viability soil mushroom is *Pleurostomophora richardsiae* (IJ8).*

**Keywords:** pesticide residue, viability, *Geotricum candidum*, *Pleurostomophora richardsiae*

## PENDAHULUAN

Salah satu komoditi hortikultura unggulan yang dapat dikembangkan di wilayah Kecamatan Modoinding Kabupaten Minahasa Selatan adalah tanaman sayuran kubis, disebabkan karena kubis mempunyai nilai ekonomi dan sosial yang cukup tinggi yang sangat dibutuhkan oleh konsumen pangan sehingga sering dijadikan salah satu andalan sumber nafkah petani dalam rangka meningkatkan pendapatan dan taraf hidup.

Kebutuhan konsumen akan sayuran kubis semakin meningkat sehingga perlu juga peningkatan produktivitas tanaman sayuran kubis terutama yang ada di wilayah Kecamatan Modoinding. Namun, terdapat kendala dalam meningkatkan produktivitas sayuran kubis tersebut yaitu adanya serangan hama dan penyakit. Menurut Setiawati (2000), kubis merupakan tanaman sayuran yang paling sering mengalami kerusakan akibat serangan hama dan penyakit. Hama-hama serangga yang dapat menyerang tanaman kubis di Indonesia sebenarnya cukup banyak, yang terpenting adalah *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera; Yponomeutidae) serta *Crociodolomia binotalis* (Sembel, 2010).

Sampai saat ini kerusakan yang ditimbulkan oleh hama dan penyakit di lahan-lahan pertanian sudah menjadi masalah yang serius didunia pertanian. Berbagai upaya telah dilakukan untuk mengendalikan hama ini baik dengan cara tradisional maupun dengan penggunaan pestisida. Menurut Pattiselanno (2001) untuk mengatasi dampak atau akibat yang bersifat merugikan yang ditimbulkan oleh hama dan penyakit di lahan-lahan pertanian, maka manusia sejak dahulu berusaha untuk mengurangi/menekan laju kerusakannya dengan menggunakan berbagai cara, baik yang bersifat tradisional maupun yang sudah modern.

Pada tahun permulaan program intensifikasi pangan, masalah hama dan penyakit diusahakan dengan penanganan secara kimiawi yakni menggunakan pestisida. Dibandingkan dengan teknik-teknik pengendalian hama lainnya,

penggunaan pestisida oleh sebagian besar petani dianggap lebih efektif, penggunaannya lebih praktis dan mendatangkan keuntungan ekonomi yang besar (Untung, 2006). Dewasa ini pestisida telah menjadi salah satu masukan teknologi yang penting dan merupakan bagian integral bercocok tanam kubis. Berbagai jenis pestisida telah digunakan sejak senyawa ini dikenal sebagai senjata ampuh untuk membasmi hama tanaman.

Survei dan wawancara langsung dengan petani di lapangan ternyata sampai saat ini usaha-usaha yang dilakukan petani untuk mengendalikan populasi hama tanaman kubis tersebut, lebih banyak dengan menggunakan insektisida kimia. Survei yang dilakukan di Sulawesi Utara tahun 1990 menunjukkan bahwa hampir semua petani menggunakan pestisida untuk pengendalian hama pertanian. Pelaksanaan survei pada petani-petani sayuran di Kecamatan Modoinding pada awal tahun 2007 juga menunjukkan bahwa lebih dari 95% petani masih menggunakan pestisida (Sembel, 2010).

Di samping dapat membantu manusia dalam usaha mengatasi gangguan hama dan penyakit, ternyata penerapan pestisida memberi pengaruh yang besar terhadap organisme dan lingkungan lain yang bukan sasaran (Murty, 1986 dalam Lasut dkk., 2001). Dampak samping penggunaan aplikasi pestisida di lahan pertanaman kubis adalah adanya residu yang tertinggal didalam tanah dalam jangka waktu lama yang dapat membahayakan biota dan mikroorganisme tanah, salah satunya jamur tanah. Semakin banyak tanaman kubis disemprot dengan pestisida maka akan berpengaruh terhadap akumulasi residu pada tanah. Penggunaan insektisida merupakan faktor eksternal pencemaran tanah (Wardhana, 2001). Tanah yang terus menerus terpapar pestisida kimia akan mengakibatkan tanah menjadi tercemar residu yang dapat mengganggu keseimbangan lingkungan dan membahayakan kesehatan lingkungan (Sofia, 2001).

Menurut Rao (1994), pestisida yang tidak dapat diuraikan oleh biota tanah bila penggunaannya secara terus menerus maka residunya akan terakumulasi dan dapat

mencemari tanah. Banyak jenis biota dan mikroba tanah terutama jamur tanah yang berguna bagi tanah. Bila keberadaan pestisida mengganggu kehidupan atau aktivitas biota tanah, maka kesuburan tanah akan terganggu.

Wawancara dengan petani setempat, selama mengusahakan tanaman kubis, penggunaan insektisida untuk mengendalikan serangan hama terus menerus dilakukan, penggunaan tanah pertanian telah berlangsung lama dilakukan oleh petani tanaman kubis. Menurut mereka pun ketika lahan budidaya kubis telah kurang subur maka pembukaan hutan disekitar areal pertanian dilakukan petani untuk dijadikan lahan baru sebagai tanah pertanian. Melihat kenyataan ini, dapat diduga terdapat kemungkinan pencemaran tanah karena penggunaan insektisida yang terus menerus, hal ini dapat menjadi penyebab makin luasnya tanah pertanian yang tercemar pestisida. Greaves dan Malkomes (1980) dalam Noya (2004) mengemukakan bahwa perubahan populasi mikroorganisme tanah dapat digunakan untuk memprediksi dampak penggunaan insektisida terhadap tanah.

Penggunaan pestisida untuk memberantas hama atau penyakit tertentu sering mensterilisasi ekosistem tanah, sehingga bakteri dan jamur menurun populasinya di dalam tanah. Pengaruh pestisida cukup serius terhadap mikroorganisme pada mineralisasi nitrogen dan nitrifikasi. Masalah-masalah di atas sampai saat ini belum dapat ditanggulangi, sedangkan tanah yang menjadi media tumbuh tanaman pertanian dan biodiversitas penghuni ekosistem tanah menanggung beban yang amat berat karena telah menjadi tempat terakumulasinya bahan pencemar sisa pestisida. Masih belum banyak informasi-informasi tingkat kadar residu pestisida pada tanah diareal tanaman kubis di Kecamatan Modinding dan dampaknya terhadap kehidupan mikroba tanah terutama populasi, toksisitas dan viabilitas jamur tanah. Oleh sebab itu penelitian dengan tujuan mengukur tingkat viabilitas jamur tanah terhadap fungisida antracol di pertanaman sayuran kubis perlu untuk dilakukan.

## BAHAN DAN METODE

### Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di daerah penghasil produk tanaman hortikultura (Sayuran kubis) yang banyak menggunakan pestisida di Kecamatan Modinding. Pengujian sifat biologi tanah (viabilitas jamur tanah) dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian UNSRAT Manado dan identifikasi jamur tanah dilaksanakan di Universitas Negeri Manado (UNIMA).

### Prosedur Penelitian

Sampel tanah diambil sebanyak 1 kg pada kedalaman 0-30 cm di area pertanaman kubis di Kecamatan Modinding Kabupaten Minahasa Selatan yang telah diberi perlakuan sebagai berikut:

- A : Tanaman kubis yang disemprot dengan insektisida golongan organofosfat
- B : Tanaman kubis yang disemprot dengan insektisida golongan karbamat
- C : Tanaman kubis yang disemprot dengan insektisida golongan difenil (insektisida nabati)
- D : Tanaman kubis yang disemprot dengan *Bacillus thuringiensis* (insektisida hayati/mikrobiologis/biologi)
- E : Kontrol

Setiap bedeng perlakuan di area pertanaman sayuran kubis (Gambar 1), diambil tanah sebanyak 5 sampel dengan 5 perlakuan yang dikompositkan jadi satu, jadi jumlah keseluruhan sampel tanah sebanyak 25 sampel. Sampel tanah ditempatkan dalam lembaran plastik polietilen bersih dan dicampur dengan hati-hati dengan menggunakan spatula polietilen yang telah dibilas dengan HNO<sup>3</sup> dan aquades kemudian dikeringanginkan dan disaring dengan saringan 2.0 mm (Al-Turki *dkk.*, 2009 dalam Wabel *dkk.*, 2011).



Gambar 1. Area Pertanaman Sayuran Kubis (Lokasi Penelitian)  
(A. Pembuatan bedeng, B. Bedeng Dengan Perlakuan)

Penetapan sifat biologi tanah dilakukan dengan pengukuran viabilitas jamur tanah dengan metode cawan pengenceran. Metode yang digunakan berdasarkan metode yang digunakan oleh Humaidi *dkk.* (1999). Metode tersebut dilakukan dengan cara mengambil sampel tanah sebanyak 1 gram dan dimasukkan ke dalam 9 ml aquadest steril dan dikocok hingga homogen dengan menggunakan vortex. Selanjutnya mengambil 1 ml suspensi tanah pada nomor 1 ( $10^{-2}$ ) dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang berisi 9 ml aquadest steril, dikocok hingga homogen maka didapatkan suspensi jamur dengan pengenceran  $10^{-3}$ . Dengan cara yang sama dibuat pengenceran selanjutnya sampai  $10^{-7}$ .

Proses selanjutnya dengan menuangkan medium PDA sebanyak 10 ml yang telah dicairkan pada suhu  $50^{\circ}\text{C}$  dari masing-masing cawan petri. Untuk menghindari tumbuhnya bakteri perlu ditambahkan Streptomycin dan Neomycin. Langkah selanjutnya mengambil 1 ml suspensi jamur dari masing-masing seri pengenceran dengan memakai pipet steril dan dimasukkan ke dalam cawan petri yang telah berisi medium PDA sebelum memadat. Kemudian kultur tersebut diinkubasi pada suhu kamar selama 7 hari (Gams *dkk.*, 1975; Cappuccino dan Sherman, 1983 dalam Humaidi *dkk.*, 1999).

Isolat-isolat jamur tersebut kemudian diisolasi lebih lanjut untuk diamati di bawah mikroskop dan diidentifikasi. Identifikasi dengan menggunakan buku identifikasi *Compendium of Soil Jamur* (Domsch *dkk.*, 1980 dalam Ilyas, 2006) dan Pengenalan Kapang

Tropik Umum oleh Gandjar *dkk.* (1999) serta *Introduction to Food-Borne Jamur* (Samson, 1981 dalam Subowo, 2012). Identifikasi jamur dilakukan dengan mengamati morfologi jamur yang didapat berupa bentuk dan warna konidia/spora, pengamatan koloni jamur pada biakan murni meliputi warna dan bentuk koloni.

Isolat-isolat jamur kemudian diuji viabilitasnya dengan mengambil sedikit dari isolat-isolat jamur yang telah ada. Kira-kira 1 tetes fungisida dicampur dengan jamur tanah sebanyak 1 gr atau sebanyak 1 jarum ose dan diletakkan di atas objek gelas yang bagian tengahnya melengkung, kemudian dibiarkan selama 3 hari, 5 hari, dan 7 hari. Pengamatan dilakukan dengan melihat kemampuan spora dan konidia yang tumbuh.

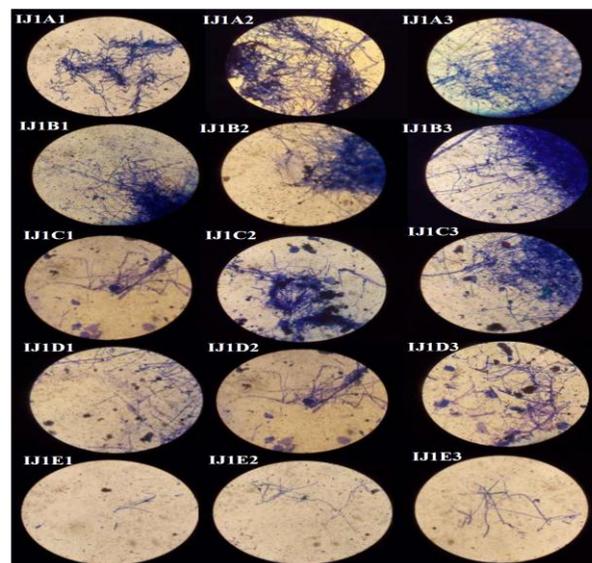
## HASIL

Dari metode pengenceran yang dilakukan terhadap tanah yang diambil dari area pertanaman kubis dengan 5 perlakuan dapat diidentifikasi baik secara makroskopis maupun mikroskopis diperoleh 13 famili dan 22 spesies jamur tanah (Tabel 1).

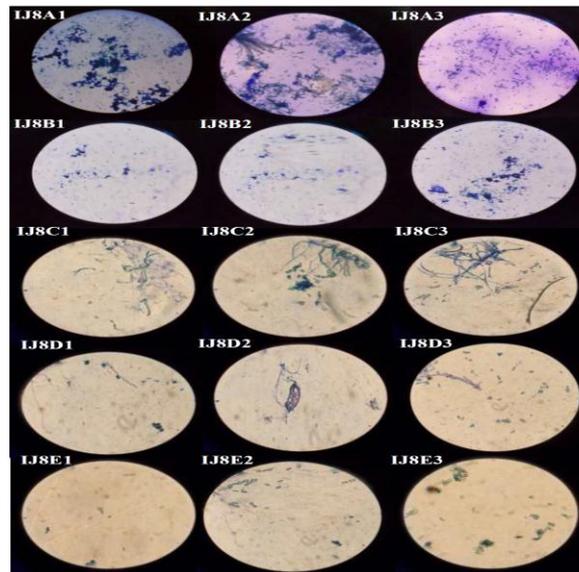
Berdasarkan pengujian viabilitas jamur tanah dengan 5 perlakuan, maka diperoleh hasil ternyata dari 22 jamur tanah yang berhasil diidentifikasi, Jamur IJ1 (*Geotricum candidum*) adalah spesies yang mempunyai viabilitas yang tinggi (Gambar 2) dan jamur tanah yang memiliki viabilitas yang rendah adalah jamur IJ8 (*Pleurostomophora richardsiae*) (Gambar 3).

Tabel 1. Hasil Identifikasi Isolat-Isolat Jamur Tanah dari 5 Perlakuan

| ISOLAT                       | JAMUR | FAMILI            | SPESES                              |
|------------------------------|-------|-------------------|-------------------------------------|
| BI1, DI1                     | IJ1   | Endomycetaceae    | <i>Geotricum candidum</i>           |
| CI2                          | IJ2   | Trichocomaceae    | <i>Penicillium citrinum</i>         |
| AI3, BI3, CI3, DI3, EI3      | IJ3   | Trichocomaceae    | <i>Aspergillus fumigatus</i>        |
| AI4, BI4                     | IJ4   | Trichocomaceae    | <i>Aspergillus nidulans</i>         |
| AI5, BI5, CI5, DI5, EI5      | IJ5   | Sordariaceae      | <i>Chrysonilia sitophila</i>        |
| AI6, BI6, CI6, DI6, EI6      | IJ6   | Trichocomaceae    | <i>Paecilomyces lilacinus</i>       |
| AI7, BI7, CI7, DI7, EI7      | IJ7   | Mucoraceae        | <i>Mucor hiemalis</i>               |
| AI8, BI8, CI8, DI8, EI8      | IJ8   | Pleurostomataceae | <i>Pleurostomophora richardsiae</i> |
| AI9, BI9, CI9, DI9           | IJ9   | Trichocomaceae    | <i>Aspergillus foot cell</i>        |
| AI10, BI10, CI10, DI10, EI10 | IJ10  | Trichocomaceae    | <i>Aspergillus sydowii</i>          |
| AI11, BI11, CI11, DI11, EI11 | IJ11  | Hypocreaceae      | <i>Gliocladium virens</i>           |
| AI12, BI12, CI12, EI12       | IJ12  | Pythiaceae        | <i>Phytophthora infestans</i>       |
| AI13, BI13, CI13, DI13, EI13 | IJ13  | Trichocomaceae    | <i>Aspergillus flavus</i>           |
| AI14, BI14, CI14, DI14, EI14 | IJ14  | Chaetomiaceae     | <i>Humicola phialophoroides</i>     |
| AI15, BI15, CI15, DI15, EI15 | IJ15  | Nectriaceae       | <i>Fusarium oxysporum</i>           |
| AI16, BI16, CI16, DI16, EI16 | IJ16  | Chaetomiaceae     | <i>Humicola fuscoatra</i>           |
| AI17, CI17                   | IJ17  | Trichocomaceae    | <i>Aspergillus terreus</i>          |
| CI18, DI18                   | IJ18  | Trichocomaceae    | <i>Aspergillus niger</i>            |
| EI19                         | IJ19  | Eremomycetaceae   | <i>Arthrographis cuboidea</i>       |
| EI20                         | IJ20  | Incertae sedis    | <i>Scytalidium lignicola</i>        |
| AI21                         | IJ21  | Bionectriaceae    | <i>Gliocladium roseum</i>           |
| AI22                         | IJ22  | Arthrodermataceae | <i>Microsporium audouinii</i>       |



Gambar 2. Viabilitas Jamur *G. candidum* (IJ1) Pada Objek Gelas (IJ1A1-IJ1A3 = Pertumbuhan Jamur Pada Perlakuan A (0 ppm) Hari 1-3; IJ1B1-IJ1B3 = Pertumbuhan Jamur Pada Perlakuan B (25 ppm) Hari 1-3; IJ1C1-IJ1C3 = Pertumbuhan Jamur Pada Perlakuan C (50 ppm) Hari 1-3; IJ1D1-IJ1D3 = Pertumbuhan Jamur Pada Perlakuan D (75 ppm) Hari 1-3; IJ1E1-IJ1E3 = Pertumbuhan Jamur Pada Perlakuan E (100 ppm) Hari 1-3).



Gambar 3. Viabilitas Jamur *P. richardsiae* (IJ8) Pada Objek Gelas (IJ1A1-IJ1A3 = Pertumbuhan Jamur Pada Perlakuan A (0 ppm) hari 1-3; IJ1B1-IJ1B3 = Pertumbuhan Jamur Pada Perlakuan B (25 ppm) hari 1-3; IJ1C1-IJ1C3 = Pertumbuhan Jamur Pada Perlakuan C (50 ppm) hari 1-3; IJ1D1-IJ1D3 = Pertumbuhan Jamur Pada Perlakuan D (75 ppm) hari 1-3; IJ1E1-IJ1E3 = Pertumbuhan Jamur Pada Perlakuan E (100 ppm) hari 1-3).

## PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil isolasi dan identifikasi diperoleh 22 jenis jamur tanah. Bervariasinya jenis jamur tanah yang diisolasi dan diidentifikasi diduga sangat dipengaruhi oleh jenis tanaman yang dibudidayakan (Rao, 1994). Dugaan lain terjadi karena pengaruh dari banyak sedikitnya bahan organik yang terkandung di dalam tanah tanaman sayuran kubis, dimana semakin tinggi kandungan bahan organik yang terkandung di dalam tanah maka semakin tinggi variasi jenis jamur yang terdapat di dalam tanah karena bahan organik merupakan habitat utama jamur tanah.

Dinamika jamur ditentukan pula oleh jumlah spesies (*sesies richness*). Angka kekayaan spesies ditentukan oleh luas dan lokasi tempat komunitas berada (Wirakusumah, 2003 dalam Pangestu, 2009). Pada penelitian ini lahan yang digunakan hanya berukuran 10 x 10 cm. Luas lahan penelitian tersebut secara langsung turut membatasi jumlah spesies jamur tanah yang ditemukan. Dugaan lain diungkapkan oleh Paul and Clark (1997 dalam Humaidi *dkk.*, 1999) yang

menyatakan bahwa penurunan populasi jamur tanah disebabkan oleh tingginya penggunaan pestisida untuk tanaman dan lambatnya degradasi bahan aktif fungisida di dalam tanah. Mekanisme penurunan populasi jamur di dalam tanah dapat terjadi karena propagule (konidia) mengalami dormansi (Deacon, 1997 dalam Humaidi *dkk.*, 1999). Selain itu, persenyawaan bahan aktif yang terakumulasi di tanah dapat mencegah pertumbuhan jamur di dalam tanah.

Jamur IJ1 (*Geotricum candidum*) adalah spesies yang mempunyai viabilitas yang tinggi, dimana jamur ini mampu bertumbuh pada pemberian fungisida antracol sebanyak 25ppm (perlakuan B) bahkanpun sampai pada perlakuan E (100ppm), ini ditandai dengan pertumbuhannya di objek glass yang ketika diamati di bawah mikroskop sangat jelas terlihat pertumbuhan hifanya dengan antrochonidia yang membentuk rantai panjang. Sedangkan *Pleurostomophora richardsiae* (IJ8) adalah jamur tanah yang memiliki viabilitas yang rendah terlihat pada pertumbuhan hifa dan konidianya di objek glass.

Bervariasinya penghambatan jamur oleh fungisida diduga karena masing - masing jenis jamur tanah mempunyai kemampuan dan kepekaan yang berbeda dibanding dengan jenis jamur tanah lainnya. Dugaan lain juga dikemukakan oleh Hassal (1990) bahwa fungisida-fungisida golongan Karbamat/Benzimidazole seperti Benomyl, Thiabendazole dan Ethyl/Methyl Thiophanate secara aktif dapat menghambat pertumbuhan jamur pada kisaran konsentrasi dari 1ppm – 100ppm.

Priadi (2009) dalam Sari (2014) menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi bahan aktif fungisida yang digunakan menyebabkan perkecambah spora terhambat, karena konsentrasi fungisida yang tinggi menyebabkan sedikitnya jumlah air yang dapat masuk secara osmosis ke dalam sel-sel spora. Untuk berkecambah spora memerlukan jumlah air yang cukup sebagai media reaksi kimia di dalam sel, mengaktifkan enzim, mengedarkan nutrisi ke seluruh bagian sel-sel spora yang sedang aktif melakukan pembelahan sel untuk berkecambah. Fungisida mengendalikan atau mematikan cendawan dengan beberapa cara, antara lain dengan merusak dinding sel, mengganggu pembelahan sel, mempengaruhi permeabilitas membran sel, dan menghambat kerja enzim tertentu yang menghambat proses metabolisme cendawan (Djojsumarto, 2000 dalam Situmorang, 2014).

Jamur *P. richardsiae* tidak menunjukkan ketahanan terhadap fungisida antracol ditandai dengan viabilitasnya yang rendah. Hal ini disebabkan oleh hambatan fungisida antracol terhadap viabilitasnya. Mulyati *dkk.* (2004) dalam Situmorang (2014) menyatakan bahwa terhambatnya pertumbuhan koloni jamur akibat aplikasinya bersama dengan fungisida akan menyebabkan viabilitas dan patogenisitas jamur menurun, karena sifat toksik fungisida mempengaruhi protein dan enzim yang akan menetralkan enzim toksik, permeabilitas membran, sintesis dinding sel dan pembelahan sel, mengadakan khelasi dan presipitasi zat kimia, serta mempengaruhi sintesis protein dan

asam nukleat yang pada akhirnya akan menurunkan efektifitas jamur sebagai agens hayati dalam mengendalikan serangga hama.

Fungisida yang mengandung klorida juga menyebabkan perubahan ukuran komunitas bakteri dan jamur yang dapat disebabkan oleh penghambatan atau penghancuran komponen yang berperan dalam komunitas mikrob tanah (Sigler dan Turco 2002 dalam Hindersah *dkk.*, 2013). Tiancang *dkk.* (2008) dalam Situmorang (2014) menyatakan bahwa propineb pada dosis tertentu menunjukkan penghambatan pada perkecambahan dan pemencaran konidia serta penghambatan pembentukan acervuli pada miselium. Penghambatan perkecambahan konidia akan menurunkan jumlah konidia yang dihasilkan.

Kemampuan fungisida antracol dalam menghambat pertumbuhan jamur tanah diduga disebabkan oleh senyawa yang terkandung pada fungisida tersebut. Pada umumnya lahan pertanian di Kecamatan Modinding diduga sudah tercemar oleh pestisida. Penggunaan pestisida yang berlebihan meninggalkan residu kimia dalam tanah. Mikroba yang dapat tumbuh pada fungisida Antracol kemungkinan dapat menggunakan fungisida tersebut untuk proses metabolismenya atau fungisida Antracol tidak berpengaruh pada proses pertumbuhannya.

Jamur *G. candidum* menunjukkan viabilitas yang tinggi terhadap fungisida antracol. Hal ini di duga karena jamur ini memiliki ketahanan yang tinggi. Penggunaan fungisida sistemik secara berulang-ulang dan pada dosis subletal dapat menimbulkan strain jamur yang tahan terhadap fungisida tersebut (Mukelar, 1986). Timbulnya strain tahan disebabkan karena jamur mengalami mutasi akibat tekanan penggunaan fungisida. Jamur dapat mendegradasi fungisida yang masuk ke dalam selnya, sehingga yang semula jamur dapat dibunuh lalu menjadi toleran atau tahan (Dekker, 1977 dalam Sumardiyono *dkk.*, 1995). Adanya kecenderungan terdapat strain jamur yang tahan terhadap fungisida kontak Propinep dan Mankozeb diduga karena penggunaan fungisida yang termasuk Karbamat dan Ditiokarbamat ini

sudah cukup lama. Hal tersebut juga sudah pernah dicatat dimana fungisida Mankozeb cenderung menimbulkan strain jamur tahan (Anilkumar, 1976; Anilkumar dan Sastry, 1979; Gilman dan James, 1980 dalam Sumardiyono dkk., 1995).

## KESIMPULAN

Residu fungisida Antracol mempengaruhi perubahan sifat biologi tanah (viabilitas jamur tanah) dengan viabilitas yang tertinggi pada jamur IJ1 (*Geotricum candidum*) dan viabilitas yang terendah pada jamur IJ8 (*Pleurostomophora richardsiae*).

## UCAPAN TERIMA KASIH

Tim penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada Panitia Perhimpunan Biologi Indonesia (PBI) Manado yang telah membantu dalam presentasi hasil penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Gandjar, I; R. A. Samson; K. T. Vermeulen; A. Oetari and I. Santoso., 1999. *Pengenalan Kapang Tropik Umum*. Yayasan Obor Indonesia, Jakarta (in Indonesian).
- Hassal, K. A., 1990. *The Biochemistry and Uses of Pesticides : Structure, Metabolism, Mode of Action and Uses in Crop Protection*. Second Edition, ELBS, Macmillan.
- Hindersah Reginawanti, Wahyuda Rachman, Betty Natalie Fitriatin, Dedi Nursyamsi, 2013. *Populasi Mikrob di Rizosfer dan Pertumbuhan Caisim (Brassica juncea) di Tanah Dikontaminasi Insektisida Organoklorin setelah Aplikasi Konsorsia Mikrob dan Kompos*. Jurnal Natur Indonesia 15 (2), ISSN 1410-9379, Juni 2013: 115–120  
download.portalgaruda.org/article.php?article=435404&val... (Rhodamnia cinerea) UNTUK MENGHAMBAT ... - Portal Garuda. [28/9/2017].
- Humaidi, F; A. Latief; Abadi; Siti dan Ch. Sy. Rasminah., 1999. *Tingkat Residu Jamursida Methyl Thiophanate Dalam Tanah Pada Tanaman Kentang Serta Dampak Terhadap Kehidupan Jamur Tanah Di batu Malang*. <<http://www.peipfi-komdasulsel.org/wp-content/uploads/2012/04/Faisol-Humaidi-Tingkat-Residu-Fungisida-Methyl-Thiophanate-Dalam-Tanah-Pada-Tanaman-Kentang-Serta-Dampak-Terhadap-Kehidupan-Jamur-Tanah-Di-Batu-Malang.pdf>> [26/8/2012].
- Ilyas, M., 2006. *Isolasi dan Identifikasi Kapang pada Relung Rizosfir Tanaman di Kawasan Cagar Alam Gunung Mutis, Nusa Tenggara Timur*. Biodiversitas. ISSN: 1412-033X Volume 7, Nomor 3, Juli 2006. 216-220 h.
- Lasut, M. T; B. Polii dan V. A. Kumurur., 2001. *Komparasi Tingkat Toksisitas Beberapa Pestisida (Endosulfan, Fentoat, BPMC, Glifosat, Sulfosat, 2,4 D) Dengan Menggunakan Ikan Bandeng (Chanos chanos Forsk)*. EKOTON. Jurnal Lingkungan Hidup dan Sumberdaya Alam. 1 (1) : 1-6.
- Noya, A. I., 2004. *Residu Insektisida Profenofos Pada Sayuran Kubis Dan Tanah Andosol Rurukan Kecamatan Tomohon*. Tesis. Universitas Sam Ratulangi. Program Pascasarjana. Manado.
- Pangestu, D., 2009. *Isolasi, Identifikasi, Dinamika dan Skrining Pertumbuhan Jamur dari Biokonversi Palm kernel Meal*. Makalah I. FMIPA UI, 2009. Melalui : <<http://lontar.ui.ac.id/file?file=digital/130041-T%2027083-Isolasi,%20identifikasi-Analisis.pdf>> [24/4/2015].
- Pattiselanno, A. E., 2001. *Analisis Sikap dan Perilaku Terhadap Sasi Pada Masyarakat Pulau Saparua Kabupaten Maluku Tengah*. Eugenia. 7(4) : 282-288.
- Rao, N. S. S., 1994. *Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan Tanaman*. Terjemahan: Herawati Susilo. UI-Press, Jakarta.
- Sari Endah Mutia, Suwirman, Zozi Aneloi Noli., 2014. *Pengaruh Penggunaan Fungisida (Dithane M-45) Terhadap Pertumbuhan Tanaman Jagung (Zea mays L.) dan Kepadatan Spora Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) The Effect of Fungicide (Dithane M-45) On Growth of Corn (Zea*

- mays L.) and Spore Density of Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF)*. Jurnal Biologi Universitas Andalas (J. Bio. UA.) 3(3) – September 2014 : 188-194 (ISSN : 2303-2162) Submitted: 17 Januari 2014 Accepted: 6 Mei 2014. Pengaruh Penggunaan Fungisida (Dithane M-45) Terhadap ...  
download.portalgaruda.org/article.php?...Pengaruh%20Penggunaan... [28/9/2017].
- Sembel, D. T. 2010. *Pengendalian Hayati Hama-hama Serangga Tropis dan Gulma*. Penerbit ANDI. Yogyakarta.
- Setiawati, M., 2000. *Pengendalian Hama Kubis *Plutella xylostella* L. Dan *Crociodolomia binotalis* Zell Dengan *Spinosad 25 SC* Serta Pengaruhnya Terhadap Parasitoid *Diadegma semiclausum* Hellen*. Jurnal Hortikultura. 10 (1) : 30-39.
- Situmorang Yonathan Alfonso., 2014. Dampak Beberapa Fungisida Terhadap Pertumbuhan Koloni Jamur *Metarhizium anisopliae* (Metch) Sorokin di Laboratorium. Skripsi. Hama dan Penyakit Tumbuhan. Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara Medan. Dampak Beberapa Fungisida Terhadap Pertumbuhan Koloni Jamur ... <https://text-id.123dok.com> > ilmu pengetahuan [28/9/2017]
- Sofia, D., 2001. *Pengaruh Pestisida Dalam Lingkungan Pertanian*. Digital Library. Fakultas Pertanian Universitas Sumatra Utara, Medan.
- Sumardiyo Christanti, Nursamsi Pusposendojo, Sri Trisnowati, 2016. Ketahanan Beberapa Jamur Patogen terhadap Fungisida. Indon Jurnal Plant. Prot. ISSN. 0853-7376, Vol. I, No. I.: 51-55. Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada. <https://journal.ugm.ac.id/jpti/article/view/9350> - [28/9/2017]
- Subowo, Y. B., 2012. *Seleksi Jamur Tanah Pendegradasi Selulosa Dan Pestisida Deltamethrin Dari Beberapa Lingkungan Di Kalimantan Barat*. J. Tek. Ling Vol. 13 No. 2. ISSN 1441-318X. Jakarta, Mei 2012. 221 – 230 h.
- Wabel, M. I; A.L-Wabel; M. H. El-Saeid; A. M. Al-Turki dan G. Abdel-Nasser., 2011. *Pemantauan Residu Pestisida di Tanah Arab Saudi*. Penelitian Jurnal Ilmu Lingkungan Hidup, 5:269-278. Melalui : <<http://www.google.co.id/#hl=id&sclient=psy-ab&q=Pemantauan+Residu+Pestisida+di+tanah+Arab+Saudi>> [31/5/2012].
- Wardhana, W. A., 2001. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Penerbit ANDI. Yogyakarta.

## **Kemampuan Mikroba Penambat N, Pelarut P, dan MVA Untuk Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Sorgum**

**Sukmarayu P. Gedoan, Marthy L.S. Taulu**

Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Manado

### **ABSTRAK**

Sorgum membutuhkan unsur hara untuk pertumbuhan dan perkembangannya. Ketersediaan unsur hara tersebut dapat dibantu dengan adanya mikroba tertentu berupa bakteri dan fungi yang membantu penambatan N, melarutkan fosfat, menyerap P, dan membantu merombak bahan organik. Penyerapan unsur hara sorgum. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kemampuan mikroba penambat N dan pelarut P; untuk mengkaji kemampuan fungi mikoriza dalam pertumbuhan tanaman sorgum. Penelitian ini merupakan percobaan pot yang dilakukan dengan faktorial 2x4 dalam Rancangan Acak Lengkap. Sebagai faktor pertama adalah jenis varietas sorgum yaitu Kawali (K) dan Numbu (N). Faktor kedua adalah jenis mikroba yang terdiri atas 4 jenis yaitu tanpa pemberian mikroba (M0), pemberian mikroba penambat N dan pelarut P (MN), fungi mikoriza (MR), dan pemberian mikroba penambat N dan pelarut P, fungi mikoriza (MNMR) 10 g. Hasil penelitian menunjukkan bahwa varietas Numbu yang diberi mikoriza memberikan respon pertumbuhan yang paling tinggi terhadap variabel tinggi tanaman, jumlah daun, dan diameter batang.

**Kata kunci:** sorgum, penambat N, pelarut P, mikoriza.

### **PENDAHULUAN**

Sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) merupakan tanaman pangan yang banyak dibudidayakan di seluruh dunia dan tertinggi kelima setelah gandum, padi, jagung, dan barley (Henzell dan Jordan 2009). Daerah distribusi sorgum meliputi daerah tropis dan subtropis mulai dari dataran rendah sampai dataran tinggi mencapai 1.500 meter di atas permukaan laut.

Tanaman sorgum membutuhkan nutrisi untuk pertumbuhan dan perkembangan, yang dapat diperoleh melalui udara dan tanah. Pertumbuhan tanaman yang baik membutuhkan unsur esensial berupa unsur makro dan mikro. Unsur esensial dibutuhkan tanaman agar tanaman dapat menyempurnakan daur hidupnya, unsur tersebut menjadi bagian dari molekul atau kandungan tumbuhan yang esensial bagi tumbuhan itu, dan unsur tersebut berperan secara langsung (Salisbury dan Ross, 1995).

Dalam rangka meningkatkan unsur hara yang tersedia bagi tanaman sorgum, dibutuhkan

mikroba yang dapat membantu penyerapan hara. Mikroba tersebut berupa mikroba penambat N secara non-simbiotik, mikroba pelarut fosfat, dan mikroba perombak bahan organik. Di samping beberapa mikroba yang telah disebutkan, ada juga mikoriza vesikula arbuskular.

Peran mikroba dalam membantu tanaman sorgum untuk menyerap hara melalui penambatan N, pelarutan fosfat atau penyerapan fosfat, dan perombak bahan organik masih perlu dikaji untuk memberikan pemahaman yang lengkap. Oleh sebab itu kajian yang lebih mendalam masih sangat diperlukan untuk memahami fenomena dalam penyerapan hara.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kemampuan mikroba penambat N dan pelarut P; untuk mengkaji kemampuan fungi mikoriza dalam pertumbuhan tanaman sorgum.

### **BAHAN DAN METODE**

#### **Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian dilaksanakan di rumah kaca Kompleks Laboratorium Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan

Alam UNIMA untuk penelitian lapangan. Pengukuran berat basah tanaman, berat kering tanaman, dan padatan terlarut dilakukan di Laboratorium Biologi Jurusan Biologi FMIPA, Universitas Negeri Manado. Penelitian dilaksanakan bulan Maret 2015 sampai dengan bulan Oktober 2015.

### Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan yaitu mikroba penambat N *Azospirillum* sp, *Azotobacter* sp, *Pseudomonas* sp; mikroba pelarut fosfat *Aspergillus* sp dan *Penicillium* sp, dan fungi mikoriza inokulan Mikoriza Vesikuler Arbuskular (MVA) dengan kandungan jamur di dalamnya: *Gigaspora* sp, *Glomus manihotis*, *Glomus etunicatum*, *Glomus* sp dan *Acaulospora* sp, sorgum varietas Kawali, Numbu, dan tanah latosol sedangkan alat yang digunakan seperti gelas ukur, polibag ukuran 40 cm x 60 cm, meteran, dan oven.

### Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan percobaan pot yang dilakukan dengan faktorial 2x4 dalam Rancangan Acak Lengkap. Sebagai faktor pertama adalah jenis varietas sorgum yaitu Kawali (K) dan Numbu (N). Faktor kedua adalah jenis mikroba yang terdiri atas 4 jenis yaitu tanpa pemberian mikroba (M0), pemberian mikroba penambat N dan pelarut P (MNP), fungi mikoriza (MR), dan pemberian mikroba penambat N dan pelarut P, fungi mikoriza (MNPMP) 10 g. Dengan demikian banyaknya perlakuan yang dicobakan ada sebanyak  $2 \times 4 = 8$  kombinasi perlakuan dan setiap perlakuan diulang 3 kali. Setiap perlakuan dan ulangan terdiri atas lima contoh tanaman.

Perlakuan konsentrasi garam diberikan sejak awal penanaman yaitu saat benih disemai dengan menyiramkan larutan garam ke media pembibitan hingga kapasitas lapang, kemudian penyiraman selanjutnya dengan air sumur. Setelah berumur 14 hst, tanaman dipindahkan ke polibag yang telah diberi larutan garam @ 1 liter.

**Pengamatan.** Pengamatan dilakukan terhadap pertumbuhan vegetatif untuk melihat morfologi serta fisiologi sorgum. Komponen pertumbuhan vegetatif meliputi : 1) tinggi tanaman (cm), yaitu tinggi tanaman yang diukur mulai dari leher tanaman sampai ujung daun yang diluruskan sejajar batang dan diukur pada fase vegetatif; 2) diameter batang (cm), diukur pada leher akar yaitu batas antara batang dan akar; 3) berat basah (g), dilakukan pengukuran berat basah tanaman sehabis panen dengan menimbang seluruh bagian tanaman; 4) berat kering tanaman (g), tanaman yang habis dipanen dimasukkan dalam oven dengan suhu 70°C selama 3 hari sampai tidak terjadi perubahan berat tanaman.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pertumbuhan Vegetatif Sorgum

Pertumbuhan sorgum yang ditunjukkan oleh tinggi tanaman, jumlah daun, dan diameter batang menunjukkan perbedaan tanggapan. Variasi tanggapan yang berbeda-beda antara ketiga variabel yang diamati.

### Tinggi Tanaman

Tinggi tanaman sorgum pada tiga minggu dan sepuluh minggu setelah tanam menunjukkan perbedaan yang jelas seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1 dan Tabel 2. Peningkatan pertumbuhan yang paling tinggi ditunjukkan oleh varietas Numbu. Pemberian mikoriza (MR) memberikan tanggapan pertumbuhan yang paling tinggi pada minggu ke 3 dan ke 10.

Tabel 1. Tinggi Tanaman 3 Minggu Setelah Tanam (Cm)

|        | Pupuk Hayati |    |      |       |
|--------|--------------|----|------|-------|
|        | MO           | MR | MNP  | MNPMP |
| Kawali | 30           | 33 | 26,5 | 38,5  |
| Numbu  | 30           | 46 | 30   | 43,5  |

Tabel 2. Tinggi Tanaman 10 Minggu Setelah Tanam (Cm)

|        | Pupuk Hayati |      |      |       |
|--------|--------------|------|------|-------|
|        | MO           | MR   | MNP  | MNPMP |
| Kawali | 57,7         | 77,3 | 64,6 | 78,7  |
| Numbu  | 61,7         | 105  | 93,3 | 95,5  |

### Jumlah daun

Jumlah daun yang terbentuk pada minggu ke 3 hampir sama yaitu berjumlah 5 atau 6 daun (Tabel 3). Minggu ke 10 rerata jumlah daun yang terbentuk tidak menunjukkan perbedaan yang nyata, walaupun pada perlakuan mikroba penambat N dan pelarut P jumlah daun tertinggi seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 3. Jumlah Daun 3 Minggu Setelah Tanam

|        | Pupuk Hayati |    |     |       |
|--------|--------------|----|-----|-------|
|        | MO           | MR | MNP | MNPMR |
| Kawali | 6            | 6  | 5   | 5     |
| Numbu  | 5            | 6  | 6   | 6     |

Tabel 4. Jumlah Daun 10 Minggu Setelah Tanam

|        | Pupuk Hayati |    |     |       |
|--------|--------------|----|-----|-------|
|        | MO           | MR | MNP | MNPMR |
| Kawali | 12           | 12 | 12  | 10    |
| Numbu  | 10           | 12 | 14  | 10    |

### Diameter Batang

Pada umur 3 minggu dan 10 setelah tanam varietas Kawali dan Numbu yang diberi pupuk hayati mempunyai diameter batang yang hampir sama seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5 dan Tabel 6. Pertambahan diameter yang paling kecil pada varietas Numbu yang diberi mikroba penambat N dan pelarut P, fungi mikoriza.

Tabel 5. Diameter Batang 3 Minggu Setelah Tanam (Cm)

|        | Pupuk Hayati |      |      |       |
|--------|--------------|------|------|-------|
|        | MO           | MR   | MNP  | MNPMR |
| Kawali | 0,26         | 0,28 | 0,25 | 0,22  |
| Numbu  | 0,27         | 0,3  | 0,23 | 0,2   |

Tabel 6. Diameter Batang Umur 10 Minggu Setelah Tanam (Cm)

|        | Pupuk Hayati |     |      |       |
|--------|--------------|-----|------|-------|
|        | MO           | MR  | MNP  | MNPMR |
| Kawali | 1,5          | 1,5 | 1,55 | 1,6   |
| Numbu  | 1,57         | 1,6 | 1,6  | 1,2   |

### Berat Kering Tanaman

Salah satu ekspresi pertumbuhan adalah pertambahan massa kering seperti berat kering akar, berat kering tajuk, dan berat kering total. Varietas Numbu menunjukkan pertambahan berat kering yang lebih besar dibanding dengan varietas Kawali pada ke 4 perlakuan (Tabel 7,

Tabel 8, dan Tabel 9). Pemberian mikoriza pada varietas Numbu memberikan pertambahan berat kering yang terbesar dibanding dengan perlakuan lain.

Tabel 7. Berat Kering Akar (g)

|        | Pupuk Hayati |      |      |       |
|--------|--------------|------|------|-------|
|        | MO           | MR   | MNP  | MNPMR |
| Kawali | 2,78         | 4,38 | 3,58 | 4,44  |
| Numbu  | 5,90         | 6,50 | 5,20 | 6,68  |

Tabel 8. Berat Kering Tajuk (g)

|        | Pupuk Hayati |       |       |       |
|--------|--------------|-------|-------|-------|
|        | MO           | MR    | MNP   | MNPMR |
| Kawali | 13,26        | 17,62 | 16,56 | 13,08 |
| Numbu  | 8,98         | 19,42 | 18,28 | 11,86 |

Tabel 9. Berat Kering Total (g)

|        | Pupuk Hayati |       |       |       |
|--------|--------------|-------|-------|-------|
|        | MO           | MR    | MNP   | MNPMR |
| Kawali | 16,04        | 22    | 20,14 | 17,52 |
| Numbu  | 14,88        | 25,92 | 23,48 | 18,54 |

Nilai nisbah tajuk-akar ditentukan oleh pertumbuhan akar dan tajuk tanaman, apabila akar tumbuh dengan baik umumnya akan diikuti dengan perubahan tajuk yang baik. Nisbah tajuk/akar menunjukkan keseimbangan pertumbuhan kedua bagian tanaman tersebut.

Pertambahan massa kering tanaman terwujud pada berat kering akar, tajuk, dan berat kering total akan menentukan nisbah akar tajuk. Varietas Numbu yang tidak diberi pupuk hayati menunjukkan nisbah akar tajuk yang tertinggi (Tabel 10). Namun keadaan sebaliknya pada varietas Kawali yang tidak diberi pupuk hayati menunjukkan nisbah akar tajuk terendah.

Tabel 10. Nisbah Akar Tajuk

|        | Pupuk Hayati |      |      |       |
|--------|--------------|------|------|-------|
|        | MO           | MR   | MNP  | MNPMR |
| Kawali | 0,21         | 0,25 | 0,22 | 0,34  |
| Numbu  | 0,65         | 0,33 | 0,28 | 0,56  |

### Biji

Tahap akhir dari suatu proses pertumbuhan tanaman adalah pembentukan biji. Tabel 11 menunjukkan bahwa varietas Numbu yang diberi mikoriza mempunyai berat setiap 100 biji tertinggi dibanding dengan pupuk hayati yang lain baik pada varietas Numbu dan Kawali. Pada varietas Kawali yang diberi mikoriza

mempunyai berat 100 biji terbesar daripada tanpa diberi mikroba, mikroba penambat N dan pelarut P.

Tabel 11. Berat Setiap 100 Biji (g)

|        | Pupuk Hayati |      |      |       |
|--------|--------------|------|------|-------|
|        | MO           | MR   | MNP  | MNPMR |
| Kawali | 3,7          | 3,99 | 3,50 | 3,55  |
| Numbu  | 4,47         | 5,05 | 4,25 | 4,23  |

## PEMBAHASAN

Tinggi tanaman merupakan salah satu variabel yg penting untuk diamati berkaitan dengan pemilihan tanaman sorgum yang sesuai untuk bahan baku bioetanol. Tanaman yang dapat tumbuh tinggi dan mantap menunjukkan bahwa biomassa yang dihasilkan dari batang juga besar. Tinggi tanaman yang meningkat nyata mencerminkan bahwa hasil fotosintat digunakan untuk pertumbuhan. Tanaman yang tumbuh melalui proses pembelahan sel atau mitosis yang diikuti oleh pemanjangan sel dan penuaan (Pessaraki 2011). Mikoriza dapat menyediakan unsur hara bagi pertumbuhan tanaman. Mikoriza menyebabkan tanaman meningkatkan kemampuannya menyerap unsur hara yang dibutuhkan, sehingga proses metabolisme dalam proses fisiologi tanaman dapat berjalan dengan normal. Hal ini sejalan seperti yang dikemukakan oleh Hapsah, (2008) yang mengatakan bahwa MVA membantu meningkatkan penyerapan air dan unsur hara terutama P, pembentukan vitamin dan beberapa zat pengatur tumbuh seperti sitokinin dan giberelin meningkatkan produksi hormon auksin, menjamin terselenggaranya proses biogeokemis (Musfal, 2010), mengeluarkan enzim phospatase yang mampu mele-paskan P dari ikatan-ikatan spesifik sehingga tersedia bagi tanaman. Infeksi mikoriza diketahui dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman karena adanya peningkatan dalam pengambilan nutrient (Sitrianingsih, 2010) melaporkan bahwa pengambilan nitrogen, fospor, dan potasium dibatasi oleh tingkat difusi dari masing-masing nutrien di dalam

tanah. Namun dengan adanya MVA dapat meningkatkan pengambilan nutrien melalui difusi nutrien dari dalam tanah ke akar karena bidang penyerapan oleh hifa MVA yang lebih luas, sehingga pertumbuhan tanaman yang diinokulasi MVA akan lebih baik daripada tanaman yang tidak diinokulasi MVA.

Perkembangan diameter batang tanaman merupakan ekspresi kemampuan tanaman untuk menyimpan cadangan makanan pada batang, mempunyai peranan penting dalam mendukung tajuk tanaman. Cadangan makanan yang tersimpan dengan baik pada cabang, menyebabkan tanaman memiliki diameter batang yang lebih besar. Diameter batang sorgum akan mempengaruhi bobot segar sorgum. Sorgum sebagai bahan baku bioetanol tentunya dipilih dengan karakter diameter batang yang besar, karena semakin besar diameter batang maka kandungan nira dalam batang juga akan semakin besar. terhadap diameter batang. Hal ini disebabkan karena kemampuan mikoriza dalam membantu akar untuk menyerap unsur hara, dimana hifa eksternal dari mikoriza yang menjulur ke dalam tanah akan berperan membantu sistem perakaran tanaman. Unsur hara yang diserap oleh akar tanaman akan dimanfaatkan untuk memacu proses fotosintesis di daun. Hasil fotosintesis tersebut akan ditranslokasikan ke seluruh bagian tanaman untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Gardner, Pearce, dan Mitchell, 1991).

Akumulasi proses fotosintesis yang terjadi pada tanaman sorgum tercermin dalam biomassa tanaman berupa berat kering tanaman. Tanaman yang diberi mikoriza menunjukkan berat kering yang tertinggi. Tanaman yang terinfeksi oleh MVA memiliki kemampuan mengambil P dan nutrien lain seperti N, K, dan Mg pada zone penipisan nutrien di sekitar akar, selain itu adanya asosiasi mikoriza ini dapat membantu tanaman dalam pengambilan air dan hara lain untuk proses pertumbuhan dan perkembangan (Sitrianingsih, 2010). Mekanisme ini terjadi karena pada tanaman yang terinfeksi MVA memiliki hifa-hifa akar yang tumbuh lebih

panjang dibanding dengan tanaman tanpa MVA, sehingga jangkauan tanaman untuk menyerap air dan unsur hara yang terkandung dalam tanah lebih jauh. Bobot kering yang tinggi dapat diperoleh bila tanaman tumbuh dan berkembang dengan normal dan optimal. Pertumbuhan tanaman ditunjukkan oleh bertambahnya ukuran dan bobot kering tanaman yang dicerminkan dengan bertambahnya protoplasma yang terjadi karena bertambahnya ukuran sel (Dwidjoseputro, 1994).

Simbiosis yang maksimal dicirikan dengan rendahnya senyawa C yang diberikan ke fungsi dan tingginya hara P yang diberikan fungsi ke tanaman sehingga ini menyebabkan terjadinya peningkatan pertumbuhan. Fosfor merupakan unsur penting penyusun substrat berenergi tinggi (ATP, ADP, AMP) yang berperan 53 dalam proses metabolisme tanaman (Taiz dan Zeiger 2006) sehingga serapan P tajuk yang tinggi akan meningkatkan metabolisme bibit sehingga diperoleh pertumbuhan berat kering tanaman yang tinggi.

Berat kering akar dan tajuk mempengaruhi nisbah akar tajuk yang merupakan cerminan dari perimbangan pertumbuhan akar tajuk. Biasanya tanaman yang akarnya terinfeksi mikoriza menunjukkan nisbah akar tajuk lebih rendah daripada tanaman tanpa mikoriza. Namun dalam penelitian ini tidak terjadi seperti itu. Tanaman yang bermikoriza memiliki perkembangan akar yang lebih baik sehingga mampu menyerap air dan unsur-unsur hara, akibatnya tanaman bermikoriza memiliki pertumbuhan yang lebih baik seperti terlihat pada semua parameter pertumbuhan. Selain itu dengan mengurangi pertumbuhan tajuk dan meningkatkan pertumbuhan akar merupakan suatu upaya tanaman untuk memperbaiki keseimbangan dengan mempertahankan kemampuan menyerap air dan bersamaan itu juga akan mengurangi transpirasi.

Pada berat 100 biji tanaman perlakuan mikoriza memberikan hasil tertinggi. Hal ini disebabkan oleh hifa mikoriza yang dapat mengeluarkan asam-asam organik seperti asam sitrat dan asam oksalat serta enzim fosfatase

enzim fosfatase (Sastrahidayat *et al.*, 1999 *cit.*; I gede Tirta, 2006). Asam-asam organik tersebut telah diketahui mempunyai peran yang besar dalam dinamika unsur hara dalam larutan tanah termasuk pelarutan unsur hara yang mempunyai tingkat ketidaklarutan tinggi seperti P. Kenaikan kandungan asam organik total diikuti oleh kenaikan kandungan P jaringan tanaman sampai batas tertentu. Selain itu, CMA dapat meningkatkan serapan N, K, dan Mg, serta unsur-unsur mikro seperti Cu, Zn, B, dan Mo (Smith dan Read, 1997 *dalam* Chairuman, 2008). Fraksi humat juga dapat menyumbangkan unsur-unsur hara seperti N, P, dan K karena kandungannya, juga dapat berperan dalam meningkatkan ketersediaan P tanah karena membentuk senyawa kompleks fosfohumat yang lebih mudah diserap tanaman. Unsur-unsur tersebut berpengaruh terhadap proses fisiologi tanaman, yaitu pembentukan dan pertumbuhan biji. Chen dan Aviad (1990) *cit.*, Mac Carty *et al.*, (ed.) menyatakan bahwa dekomposisi bahan organik menghasilkan humat, dan humat itu mengandung asam humic dan asam fulvat, dari beberapa hasil penelitian menyimpulkan bahwa asam humat dapat meningkatkan kandungan klorofil tanaman dan fotosintesis sehingga meningkat pula fotosintat (biji) yang dihasilkan.

Tanaman sorghum yang diberi mikoriza memberi pertumbuhan yang paling tinggi dibanding interaksi dengan mikroba yang lain. Rendahnya pertumbuhan tanaman sorghum yang diberi tiga mikroba kemungkinan hal ini disebabkan adanya interaksi saling menghambat pada beberapa jenis mikroba. Faktor iklim seperti kemarau dan kadar ion Fe dan Mn yang tinggi berdampak negatif terhadap kinerja pasangan CMA dan Rhizobium dalam meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai dibandingkan dengan pupuk buatan (Bertham & Inorih 2009). Pemberian mikroba penambat N, pelarut P, dan mikoriza memberi interaksi tidak nyata dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman cabe terutama tinggi tanaman, diameter batang, dan berat kering

(Permatasari & Nurhidayati 2014). Namun, pertanyaan yang belum dapat dijawab mengapa terjadi interaksi tidak menguntungkan antara bakteri penambat N, pelarut P dengan mikoriza. Hal ini diperlukan penelitian yang lanjut untuk menjawab pertanyaan ini.

## KESIMPULAN

Varietas Numbu yang diberi mikoriza memberi pertumbuhan yang paling tinggi dibanding dengan tanpa mikoriza, yang diberi mikroba penambat N, pelarut P, dan gabungan dari ketiga mikroba tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bertham RYH, Inorih E. 2009. Dampak inokulasi ganda cendawan *Mikoriza arbuskula* dan *Rhizobium* indigenous pada tiga genotype kedelai di tanah Ultisol. *Akta Agrosia* 12(2):155-166.
- Gardner FB, Pearce RB, Mitchell RL. 1991. *Physiology of Crop Plants*. Diterjemahkan oleh Susilo H. Jakarta : Universitas Indonesia Press.
- Hapsoh. 2008. Pemanfaatan Fungi Mikoriza Arbuskula Pada Budidaya Kedelai Di Lahan Kering. *Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar Tetap dalam Bidang Ilmu Budidaya Pertanian*. Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara.
- Henzell RG, Jordan DR. 2009. *Grain Sorghum Breeding*. Springer Science.
- Musfal. 2010. Potensi Cendawan Mikoriza Arbuskula Untuk Meningkatkan Hasil Tanaman Jagung. *Jurnal Litbang Pertanian*, 29(4).
- Permatasari AD, Nurhidayati T. 2014. Pengaruh inokulan bakteri penambat nitrogen, bakteri pelarut fosfat, dan mikoriza asal desa Condro, Lumajang, Jawa Timur, terhadap pertumbuhan tanaman cabai rawit. *Jurnal Sains dan Seni Pomits* 3(2):44-48).
- Pessaraki M. 2011. *Handbook of Plant and Crop Stress*. Third Edition. New York: CRC Press.
- Salisbury FB, Ross CW. 1985. *Plant Physiology*. 3<sup>rd</sup>. Belmont : Wadsworth Publishing Company.
- Sinwin,R.M, Mulyati, dan Lolita, E.S. Peraan Kascing Dan Inokulasi Jamur Mikoriza Terhadap Serapan Hara Tanaman Jagung. *Jurnal Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Mataram* : 1-8 hal.
- Sitrianingsih. 2010. Pengaruh Inokulasi Mikoriza Vesikula Arbuskula (Mva) Terhadap Pertumbuhan Bibit Pule Pandak (*Rauvolfia verticillata* Lour.). *Naskah Publikasi*. Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Taiz L, Zeiger E. 2006. *Plant Physiology*. 3<sup>rd</sup>. Massachusetts: Sinauer Associates Inc. Publishers.

## **Peningkatan Kompetensi Wirausaha Agribisnis Cabai Merah (*Capsicum annum*, L) yang Berwawasan Lingkungan pada Generasi Muda di Kelurahan Tumatangtang Satu Kecamatan Tomohon Selatan Kota Tomohon**

**Dany Christian Posumah**

Program studi Biologi FMIPA Universitas Negeri Manado kode pos 95439

*Email: danyposumah26@gmail.com*

### **ABSTRAK**

Kelurahan Tumatangtang Satu Kecamatan Tomohon Selatan Kota Tomohon, memiliki kawasan pertanian yang luas dan subur tetapi banyak yang menjadi lahan tidur atau tidak dikelola. Kegiatan budidaya pertanian yang ada cenderung kurang ramah terhadap lingkungan karena ketergantungan pada pestisida kimia anorganik sintetik dalam penanganan hama dan penyakit tanaman. Permasalahan sosial dimasyarakat adalah kurangnya minat atau dorongan generasi muda untuk menjadi seorang wirausaha terutama dibidang pertanian sehingga berpotensi bertambahnya angka pengangguran. Persoalan tersebut menjadi masalah yang harus diselesaikan. Tujuan dari kegiatan pengabdian ini adalah untuk meningkatkan minat dan pengetahuan remaja dalam kegiatan agribisnis cabai yang berwawasan lingkungan. Metode yang dilakukan adalah melalui kegiatan pelatihan pembuatan biopestida untuk penanganan hama trips dan kutu daun, penyuluhan tentang peluang agribisnis cabai, pembimbingan dan pendampingan teknik budidaya tanaman cabai, dan motivasi untuk membangun jiwa kewirausahaan. Hasil kegiatan ini telah memberikan manfaat bagi remaja yaitu adanya peningkatan pengetahuan budidaya tanaman cabai berbasis organik, munculnya motivasi serta ketertarikan untuk berwirausaha dalam bidang pertanian.

**Kata kunci:** remaja, organik, pengetahuan, motivasi

### **ABSTRACT**

*Subdistricts Tumatangtang satu southern of Tomohon city at North Sulawesi province has vast agricultural areas and fertile land being, but many are sleeping or not maintained. Agricultural cultivation activities there tend to be less environmentally friendly because of the dependence on pesticides synthetic chemical pesticides in the handling of pests and diseases of plants. Social problems is the decline in interest in or encouragement of the young generation to become an entrepreneur are mainly in the field of agriculture for potentially increasing unemployment. The issue becomes a problem to be solved. The purpose of the activities is to increase interest in and knowledge of young people in the agribusiness chillis environmentally. The method that is done is through the creation of biopestida training activities, outreach opportunities agri-Chili, coaching of chili cultivation techniques, entrepreneurship and coaching. The results of these activities has provided benefits for adolescents, namely an increase in knowledge-based organic pepper cultivation, the emergence of motivation and interest for entrepreneurship in the field of agriculture.*

**Keywords:** teen, organic, knowledge, motivation

### **PENDAHULUAN**

Usaha dalam bidang pertanian masih memiliki prospek yang sangat menjanjikan

dimasa yang akan datang, hal ini dikarenakan oleh peningkatan kebutuhan pangan yang semakin hari semakin tinggi akibat pertambahan jumlah penduduk, munculnya kesadaran untuk

mengonsumsi makanan sehat organik dan makanan bergizi dalam rangka menjamin kesehatan manusia. Harga pangan yang tidak menentu dan cenderung semakin mahal juga mendorong masyarakat untuk berwirausaha dalam bidang pertanian. Kewirausahaan bagi generasi muda merupakan salah satu dimensi penting dalam membentuk jiwa pemuda Indonesia, disamping jiwa kepemimpinan dan kepeloporan sebagaimana termuat dalam Tujuan Pembangunan Kepemudaan pasal 3, Undang-Undang (UU) No. 40 Tahun 2009. Kewirausahaan pemuda perlu dikembangkan untuk mendorong kemandirian pemuda dibidang ekonomi, mengingat tingkat pengangguran di Indonesia saat ini masih cukup tinggi.

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik, angkatan kerja Indonesia pada Agustus 2014 sebanyak 121,9 juta orang, dan yang bekerja sebanyak 114,6 juta orang. Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) Agustus 2014 sebesar 5,94 persen meningkat dibanding TPT Februari 2014 (5,70 persen). Sedangkan menurut Badan Pusat statistik (2016), Bahwa Propinsi Sulawesi Utara adalah daerah yang memiliki struktur lapangan pekerjaan tidak mengalami perubahan dari tahun-tahun sebelumnya, dimana Sektor Pertanian merupakan sektor tertinggi dalam penyumbang terbesar penyerapan tenaga kerja di Sulawesi Utara, kemudian diikuti oleh sektor-sektor yang lain yaitu, Perdagangan, Jasa Kemasyarakatan, dan Sektor Transportasi. Usaha dibidang petanian diharapkan menjadi sumber pendapatan utama dan mampu untuk menciptakan lapangan pekerjaan baru dan mengurangi jumlah pengangguran (Fitra *dkk.*, 2013). Harus dipahami bahwa saat ini telah terjadi perubahan mendasar dalam memandang pertanian. Jika dahulu pertanian diartikan secara sempit, semata-mata hanya melihat subsistem produksi atau usaha taninya saja, maka saat ini pertanian diartikan secara lebih luas, dari hulu, *on-farm* hingga hilir, yang dikenal dengan sistem dan usaha agribisnis

Daerah Sarongsong yang terdapat di Kecamatan Tomohon Selatan memiliki kawasan areal pertanian sangat luas dan subur tetapi

banyak sudah menjadi lahan tidur yang tidak dikelola lagi. Terletak kira-kira 30 Km dari Kota Manado dan sekitar 7 Km dari lokasi kampus Universitas Negeri Manado. Berdasarkan Struktur demografi yang ada kawasan ini memiliki banyak anggota masyarakat usia remaja produktif yang dapat dilatih untuk menjadi calon wirausaha baru dalam bidang pertanian tanaman cabai. Secara umum permasalahan prioritas yang dihadapi disana adalah masih tingginya angka pengangguran dan rendahnya tingkat lulusan pendidikan tinggi serta kurangnya minat atau dorongan untuk berwirausaha dibidang pertanian. Sementara itu kegiatan budidaya tanaman pertanian yang ada cenderung tidak ramah lingkungan dimana praktek penggunaan pestisida kimia anorganik banyak dilakukan dalam upaya penanganan hama dan penyakit. Persoalan tersebut menjadi masalah yang sepenuhnya harus diselesaikan, yaitu dengan peningkatkan minat dan pengetahuan generasi muda dalam kegiatan agribisnis cabai berwawasan lingkungan sehingga kegiatan pertanian tidak akan ditinggalkan tetapi berkelanjutan dan ramah lingkungan. Hal ini dapat mengurangi angka pengangguran secara bertahap, ketika angka pengangguran berkurang dan taraf hidup masyarakat meningkat, maka tingkat pendidikan masyarakat juga akan meningkat dan tentu saja Indeks Pembangunan Manusia akan bertambah. Permasalahan spesifik yang ditemui bagi anak-anak mudah dengan tingkat pendidikan rendah ialah, sebagian besar tidak tertarik dengan pekerjaan dibidang pertanian tetapi mencari pekerjaan kasar, menganggur, atau membantu pekerjaan orangtuanya dalam kehidupan sehari-harinya. Sementara bagi yang lulusan SMA atau sarjana lebih tertarik bekerja pada sektor formal seperti menjadi pegawai Negeri atau pegawai kantoran swasta. Pemilihan Desa Tumatangtang Satu untuk kegiatan pengabdian masyarakat adalah lokasi desa yang cukup dekat dengan lokasi perguruan tinggi dan memiliki banyak lahan pertanian yang subur tetapi kosong atau tidak dimanfaatkan oleh masyarakat.

## BAHAN DAN METODE

### a. Lokasi dan Peserta Kegiatan

Penerapan dan transfer pengetahuan dalam rangka peningkatan kemampuan wirausaha agribisnis cabai berwawasan lingkungan dilakukan pada remaja di Kelurahan Tumatangtang Satu yang tergabung dalam kelompok Pusat Pengembangan Anak dalam rentang usia 13-16 tahun, adalah yang menjadi sasaran pelaksanaan kegiatan ini. Waktu kegiatan dilakukan selama kurang lebih 5 bulan.

### b. Metode Kegiatan

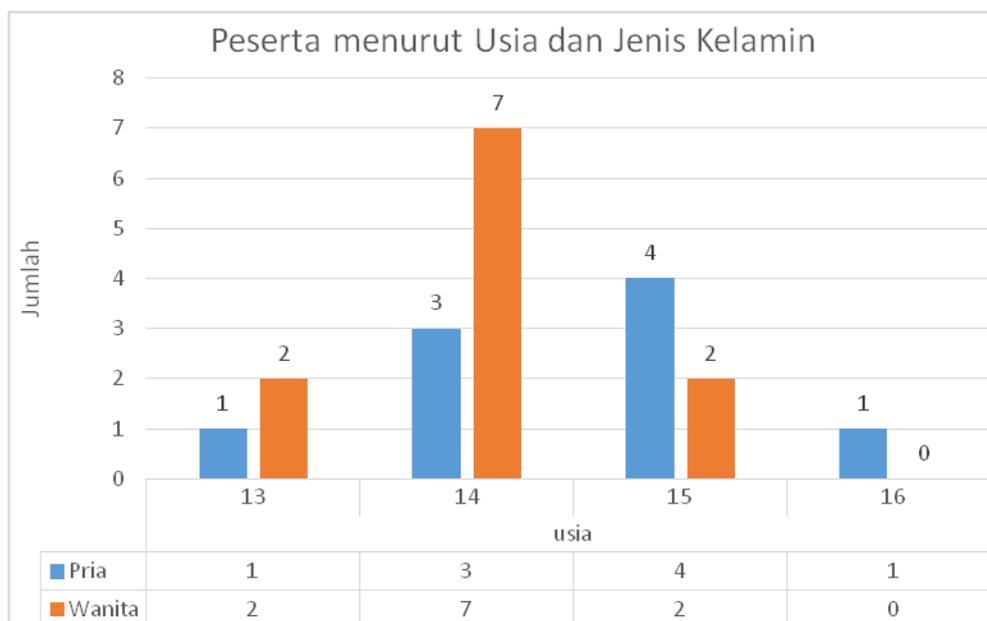
Metode kegiatan meliputi:

1. Metode penyuluhan dan pembimbingan kepada remaja
2. Metode demonstrasi dan unjuk kerja secara langsung
3. Pelatihan pembuatan biopestisida dari daun sirsak untuk penanganan hama trips (*trips tabacci*) dan kutu daun (*aphids*) pada tanaman cabai
4. Evaluasi kegiatan melalui pengisian lembar survei serta memotivasi dan mendampingi

peserta dalam upaya merintis kembali usaha agribisnis secara berkelanjutan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat melalui program peningkatan minat berwirausaha remaja di kelurahan Tumatangtang satu ini adalah dengan memberikan pendekatan pelatihan dan pendampingan tentang teknik budidaya dan pemasaran untuk meningkatkan kompetensi anak-anak muda ini agar terbangun potensi wirausaha dibidang pertanian khususnya agribisnis cabai yang berwawasan lingkungan serta dapat merintis usaha agribisnis yang dapat menghasilkan pendapatan ekonomi. Peserta dalam kegiatan ini adalah anak-anak remaja yang berusia antara 13-16 tahun baik laki-laki maupun perempuan yang semuanya masih duduk dibangku sekolah tingkat menengah pertama (SMP) dan Sekolah menengah atas dan kejuruan (SMA/SMK). Berikut adalah data peserta kegiatan yang mengikuti program ini dari segi Usia, dan Jenis Kelamin.



Gambar 3.1. Gambaran Peserta Kegiatan Menurut Usia dan Jenis Kelamin

➤ **Kegiatan Penyuluhan dan Pembimbingan kepada Peserta**

Kegiatan dilakukan dalam bentuk penyajian materi dan dialog tentang manajemen, teknik budidaya tanaman cabai dan peluang usaha dibidang agribisnis cabai yang bermanfaat untuk meningkatkan pendapatan untuk kesejahteraan.

➤ **Metode demonstrasi dan unjuk kerja secara langsung**

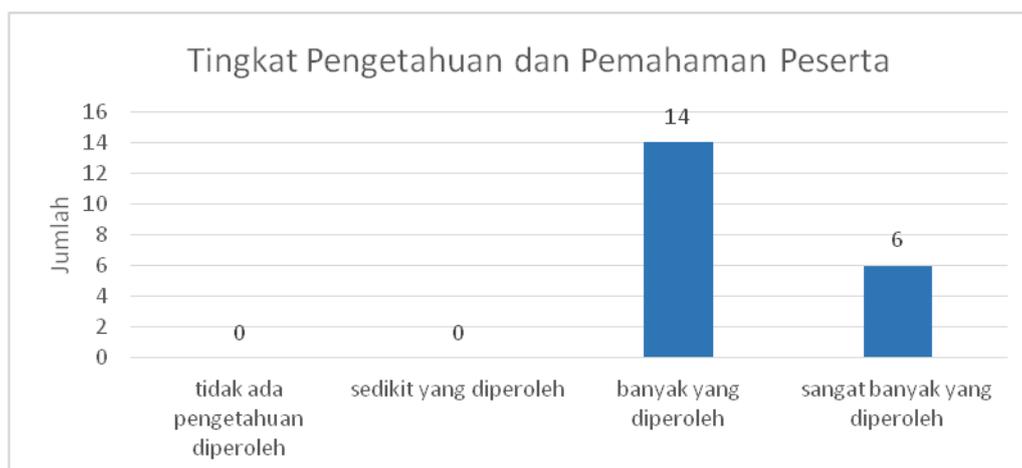
Aktivitas dalam kegiatan ini terdiri atas pendampingan kegiatan budidaya tanaman cabai melalui tahapan kegiatan yaitu pengenalan cara

pembibitan, perawatan bibit, penanaman cabai, penyiraman dan pemupukan, pemanenan dan yang terakhir adalah pemasaran.

Setelah kegiatan pendampingan maka dilakukan pengisian angket oleh peserta untuk mengetahui kegiatan mana yang dianggap paling berkesan dan juga untuk tingkat pemahaman peserta. Hasilnya seperti dalam gambar berikut:



Gambar 3.2. Jenis Kegiatan Yang Paling Berkesan



Gambar 3.3 Tingkat Pengetahuan dan Pemahaman Yang Diperoleh Peserta

Berdasarkan survei melalui angket ternyata peserta paling banyak memilih kegiatan pemanenan cabai sebagai yang paling berkesan dalam usaha ini diikuti dengan penanaman,

penyiraman, pemupukan, dan penjualan. Kemudian dari segi pengetahuan dan pemahaman peserta dalam kegiatan ini pada

umumnya mereka memperoleh banyak pengetahuan.

➤ **Pelatihan dan pembekalan pembuatan biopestisida**

Melalui kegiatan ini peserta diperkenalkan tentang jenis organisme pengganggu tanaman (OPT) cabe yang menyebabkan daun menjadi keriput dan keriting yaitu hama trips dan kutu daun dan sesudah itu dilakukan pelatihan pembuatan biopestisida organik dari daun sirsak untuk penanganan hama

trips (*trips tabacci*) dan kutu daun (*aphids*) pada tanaman cabai. Berdasarkan pendapat peserta mereka mengerti dan puas dengan pelatihan yang dilakukan.

**Dampak Dan Manfaat**

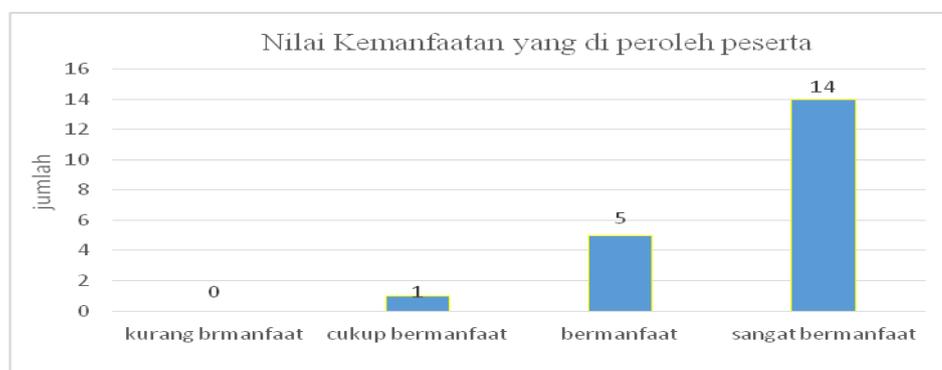
Setelah berakhirnya kegiatan ini maka dilakukan survei dengan menggunakan angket untuk melihat manfaat dan motivasi peserta terhadap program yang dilakukan.



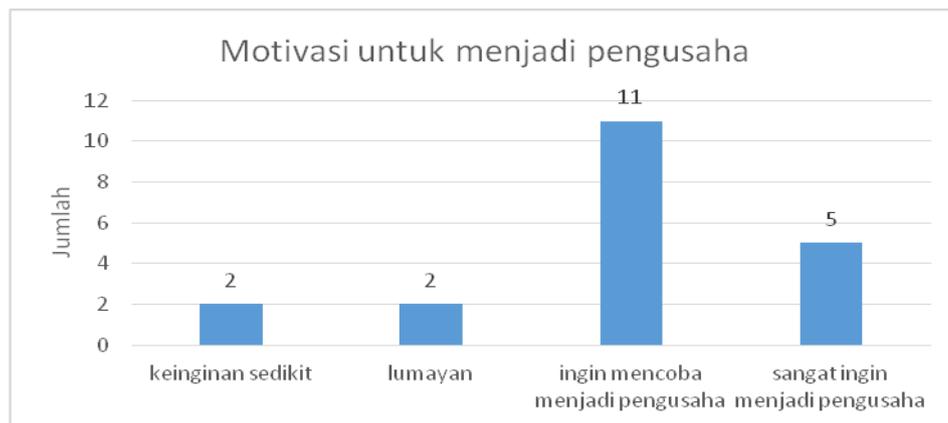
Gambar 3.4. Kegiatan Penyuluhan Dan Pelatihan



Gambar 3.5. Pelaksanaan Kegiatan Budidaya Penanaman, Penyiraman Sampai Pemanenan



Gambar 4.1. Nilai Manfaat Kegiatan Bagi Peserta



Gambar 4.2. Motivasi Untuk Berwirausaha

## KESIMPULAN

Berdasarkan kegiatan pengabdian yang telah dilaksanakan maka dapat disimpulkan bahwa, pada umumnya peserta berminat untuk terus belajar menjadi usahawan dalam bidang agribisnis. Melalui kegiatan ini tingkat kompetensi teknis dan pengetahuan remaja tentang agribisnis budidaya tanaman cabai yang berwawasan lingkungan menjadi bertambah dengan dilaksanakannya pelatihan sekaligus penyuluhan pembuatan biopestisida. Sesuai hasil angket tentang kepuasan dan manfaat kegiatan, sebagian besar peserta kegiatan pelatihan menghendaki agar program dapat berkelanjutan.

## DAFTAR PUSTAKA

Badan Pusat Statistik RI. 2016. Laporan Bulanan Data Sosial Ekonomi edisi Agustus 2016. Jakarta: Badan Pusat Statistik. <http://bps.go.id/> [30 April 2017].

Eka aprilianty 2012. Pengaruh kepribadian wirausaha, pengetahuan kewirausahaan, dan lingkungan. terhadap minat berwirausaha siswa SMK. Jurnal pendidikan vokasi, volume 2, nomor 3, November 2012.

Fitra. F.A, Sampeadi, Wiji U. 2013. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Minat Berwirausaha Siswa Jurusan Agribisnis pada SMK Negeri 1 Kalibaru. Artikel Ilmiah Mahasiswa. Jurusan Manajemen, Fakultas Ekonomi, Universitas Jember (UNEJ).

Gelar.B, Muhammad. 1, Astri. N, 2017. Ibm Untuk Peningkatan Produktivitas Kerja Pemuda-Pemudi Di Desa Bojongsari. Jurnal Pengabdian Masyarakat Indonesia 1 Volume 1 | Nomor 1 | Februari | 2017.

Kementerian Pemuda dan Olahraga Republik Indonesia. 2016. Petunjuk Teknis Pelatihan Kewirausahaan Pemuda di daerah tahun 2016.

Undang-Undang (UU) No. 40 Tahun 2009 Tentang Kepemudaan.

## **Optimalisasi Produksi Jagung Manis dengan Menggunakan Pupuk Organik di-Grow pada Kelompok Tani Pinaesaan Kabupaten Minahasa**

**Jacklin Stella Salome Manoppo<sup>1</sup>, Wiesye Maya Selfia Nangoy<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Jurusan Biologi FMIPA-Universitas Negeri Manado Kampus UNIMA  
Tounsaru Tondano Selatan 95619

\*Penulis Korespondensi. Jacklin Stella Salome Manoppo, Jurusan Biologi FMIPA  
Universitas Negeri Manado Desa Tounsaru Kecamatan Tondano Selatan  
Kode Pos 95619, Telp.089698244409, Email: jacklinstellamanoppo@gmail.com

### **ABSTRAK**

Semakin tingginya aplikasi pupuk anorganik tanpa pengembalian bahan organik ke tanah mengakibatkan keseimbangan dan ketersediaan hara tanah terganggu. Tingginya harga pupuk, ketersediaan yang terbatas, dan efisiensi pemupukan yang rendah mengakibatkan pemupukan tidak lagi nyata meningkatkan hasil. Penggunaan pupuk buatan secara terus menerus tanpa diimbangi dengan penambahan bahan organik ke dalam tanah dapat berpengaruh buruk terhadap kesuburan tanah. Kadar bahan organik tanah semakin lama akan semakin menurun jika tidak diimbangi dengan input bahan organik. Jika hal ini terus berlangsung akan mencapai titik dimana tidak terdapat lagi keseimbangan antara mineral dan bahan organik tanah. Upaya pengurangan pemakaian pupuk buatan tanpa menurunkan produksi dengan jalan menggunakan dan mengaplikasikan pupuk organik cair D.I.Grow yang merupakan salah satu jenis pupuk organik cair kualitas tinggi dan terbuat dari rumput laut Acadian seaweed dari jenis *Ascophyllum nodosum* (sejenis alga coklat), mengandung unsur hara lengkap baik makro dan mikro, asam amino, zat pengatur tumbuh, asam humik, dan asam alginat. Berdasarkan hal tersebut di atas, maka perlu dilaksanakan pelatihan guna mengoptimalkan penggunaan pupuk organik D.I.Grow dalam meningkatkan produksi jagung manis pada kelompok tani Pinaesaan, Kabupaten Minahasa. Adapun beberapa metode pendekatan yang digunakan antara lain 1) metode penyuluhan kepada masyarakat tentang komponen pupuk organik cair D.I.Grow dan cara mengaplikasikannya pada tanaman jagung manis, (2) Metode demonstrasi dan unjuk kerja secara langsung dalam menggunakan pupuk organik cair D.I.Grow pada tanaman jagung manis, (3) Metode aplikasi di lapangan secara langsung dengan menanam benih jagung manis, memeliharanya dan memberikan pupuk organik cair D.I.Grow pada tanaman jagung manis. Para petani peserta pelatihan dapat mengaplikasikan secara langsung penggunaan pupuk organik cair D.I.Grow, dalam usaha meningkatkan produksi tanaman jagung manis varietas Secada F1 di lahan kebun milik masing-masing maupun miliki kelompok tani, sehingga dapat meningkatkan produksi buah jagung manis diakhir percobaan lapangan dan hasilnya dapat dijual per kilogramnya.

**Kata kunci:** bahan organik, jagung manis varietas Secada F1, produksi jagung

### **ABSTRACT**

*Highly levels of inorganic fertilizer application without a refund of organic ingredients to the soil resulting balance and disturbance soil nutrient availability. The high price of fertilizer, limited availability, and lower fertilizer that results in fertilizer is no longer markedly improved results. The use of artificial fertilizers continuously being offset by the addition of organic ingredients to the soil could adversely affect soil fertility. Soil organic ingredients content the longer it will decrease if it is not matched with the input of organic material. If this continues will reach a point where there is no longer a balance between minerals and soil organic ingredients. The effort to reduce the use of artificial fertilizers without reducing production by way of using and applying liquid organic fertilizers DIGrow which is one type of high-quality liquid organic fertilizer made from seaweed and acadian seaweed of the type *Ascophyllum nodosum* (a type of brown algae), contains a complete nutrient both macro and micro, amino acids, plant growth regulators, humic acid and alginic acid. According on the above, then it should be carried out training in order to optimize the use of organic fertilizers D.I.Grow in increasing the production of sweet corn at the farmer group Pinaesaan, Minahasa regency. As for some of the method*

*used, among others, 1) extension methods to the community about organic liquid fertilizer component D.I.Grow and how to apply it to plant sweet corn, (2) method of demonstration and performance of directly using liquid organic fertilizer on corn sweet D.I.Grow, (3) method of application in the field directly by planting sweet corn seed, nurture it and give a liquid organic fertilizer D.I.Grow on sweet corn crop. The Farmers trainee can apply directly using liquid organic fertilizer D.I.Grow, in an effort to increase the productivity of varieties of sweet corn plants in the F1 Secada garden land belongs to each and have the farmer groups, so as to increase fruit production of sweet corn at the end of the field trials and the results can be sold per kilogram.*

**Keywords:** *organic matter, sweet corn varieties Secada F1, corn production*

## PENDAHULUAN

Negara-negara sedang berkembang seperti Indonesia yang secara tradisional, kehidupan ekonomi, sosial, dan budaya bertumpu pada pertanian atau memperoleh inspirasi dari pertanian, maka pembangunan ekonomi harus bertumpu pada pertanian. Industrialisasi tidak mungkin berhasil apabila pertanian tidak lebih dulu dimajukan dan didinamisasikan.

Kegiatan pertanian konvensional yang hanya berorientasi pada pemaksimalan hasil dengan mengandalkan bahan kimia berupa pupuk dan pestisida secara terus menerus, mengakibatkan penurunan kualitas lingkungan (tanah subur, udara bersih dan ekosistem alami) dan menurunkan produktivitas jagung nasional.

Sejak revolusi hijau dikembangkan dan diadopsi dalam budidaya jagung, terjadi perubahan besar terhadap teknologi pertanian secara umum di negara berkembang. Revolusi hijau melahirkan varietas berdaya hasil tinggi yang responsif terhadap pemupukan dosis tinggi sehingga menuntut aplikasi pupuk anorganik berlebih pada jagung. Semakin tingginya aplikasi pupuk anorganik tanpa pengembalian bahan organik ke tanah mengakibatkan keseimbangan dan ketersediaan hara tanah terganggu. Tingginya harga pupuk, ketersediaan yang terbatas, dan efisiensi pemupukan yang rendah mengakibatkan pemupukan tidak lagi nyata meningkatkan hasil.

Permasalahan tersebut memerlukan penyelesaian terutama berhubungan dengan aplikasi pupuk organik cair untuk meningkatkan ketersediaan, kecukupan, dan efisiensi serapan hara bagi tanaman jagung manis, oleh karena itu

pupuk organik cair perlu diuji. Penggunaan pupuk organik diharapkan akan mampu menjadi solusi dalam mengurangi aplikasi pupuk anorganik yang berlebihan dikarenakan adanya bahan organik yang mampu memperbaiki sifat fisika, kimia dan biologi tanah. Perbaikan terhadap sifat fisik yaitu menggemburkan tanah, memperbaiki aerasi dan drainase, meningkatkan ikatan antar partikel, meningkatkan kapasitas menahan air, mencegah erosi dan longsor, dan merevitalisasi daya oleh tanah.

Akhir-akhir ini sering terdengar keluhan dari petani karena hasil panennya terus menurun dari tahun ke tahun. Keadaan ini terjadi karena tingkat kesuburan dan bahan organik tanah yang mengalami penurunan, sehingga kemampuan tanah untuk mendukung ketersediaan air, hara dan kehidupan mikroorganisme yang dibutuhkan tanaman terus mengalami penurunan.

Penggunaan pupuk buatan secara terus menerus tanpa diimbangi dengan penambahan bahan organik ke dalam tanah dapat berpengaruh buruk terhadap kesuburan tanah. Kadar bahan organik tanah semakin lama akan semakin menurun jika tidak diimbangi dengan input bahan organik. Jika hal ini terus berlangsung akan mencapai titik dimana tidak terdapat lagi keseimbangan antara mineral dan bahan organik tanah.

Selain itu juga masih banyaknya lahan tidur yang tidak didayagunakan oleh masyarakat di desa Tonsealama, khususnya para pemilik lahan, dan hanya dibiarkan begitu saja tanpa adanya pengolahan tanah dan bercocok tanam kembali. Kebanyakan lahan tidur hanya dijadikan

tempat mengikat hewan ternak seperti sapi, kuda dan kambing.



Gambar 1. Lahan Tidur Warga Yang Tidak Didayagunakan Dan Hanya Sebagai Tempat Mengikat Hewan Ternak.

Lahan tidur adalah lahan yang tidak atau belum produktif digunakan oleh masyarakat, sehingga perlu dikelola dengan baik untuk menghasilkan hasil yang baik. Pemanfaatan lahan tidur dan limbah organik di daerah perkotaan maupun pedesaan merupakan sebuah peluang usaha untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Jika tidak dikelola dengan baik, lahan tidur atau pekarangan yang tidak diolah, akan terbiar dengan percuma dan tidak memiliki nilai ekonomis yang tinggi, begitu juga sejumlah limbah organik yang dihasilkan dari berbagai macam tempat.

Oleh karena itu perlu dilakukan pelatihan kepada para petani guna mengoptimalkan penggunaan pupuk organik cair dalam meningkatkan produksi jagung manis.

### **Kerangka Permasalahan Mitra**

Penggunaan pupuk buatan secara terus menerus tanpa diimbangi dengan penambahan bahan organik ke dalam tanah dapat berpengaruh buruk terhadap kesuburan tanah. Kadar bahan organik tanah semakin lama akan semakin menurun jika tidak diimbangi dengan input bahan organik. Jika hal ini terus berlangsung akan mencapai titik dimana tidak terdapat lagi keseimbangan antara mineral dan bahan organik tanah.

Keadaan tersebut di atas tidak akan terjadi jika tanah mendapatkan perlakuan

*Biologi Lingkungan*

pupuk yang aman bagi tanah dan tanaman yaitu pemberian pupuk organik. Pemanfaatan pupuk organik mulai dilakukan oleh petani di Indonesia, seiring dengan pola hidup manusia cenderung back to nature. Penggunaan pupuk buatan dalam jumlah banyak akan menimbulkan masalah bagi petani karena harga pupuk yang terus meningkat dan hasil yang diperoleh tidak sebanding dengan modal yang telah diberikan. Hal ini tentu sangat menyulitkan petani dalam mengusahakan lahan pertaniannya. Selain itu penggunaan pupuk buatan juga akan menimbulkan dampak terhadap lingkungan, karena adanya efek residu. Pupuk buatan meninggalkan efek sisa kimia pada lahan pertanian yang digunakan.

Oleh karena itu, sangat diperlukan upaya pengurangan pemakaian pupuk buatan tanpa menurunkan produksi dengan jalan menggunakan dan mengaplikasikan pupuk organik cair D.I.Grow yang merupakan salah satu jenis pupuk organik cair kualitas tinggi dan terbuat dari rumput laut *Acadian seaweed* dari jenis *Ascophylum nodosum* (sejenis alga coklat), mengandung unsur hara lengkap baik makro dan mikro, asam amino, zat pengatur tumbuh, asam humik, dan asam alginat.

Berdasarkan hal tersebut di atas, maka perlu dilaksanakan pelatihan guna mengoptimalkan penggunaan pupuk organik D.I.Grow dalam meningkatkan produksi jagung manis pada kelompok tani Pinaesaan, Kabupaten Minahasa.

### **SOLUSI DAN TARGET LUARAN**

#### **Tujuan Kegiatan**

Sesuai dengan rencana kegiatan, maka luaran yang dihasilkan atau ditargetkan dalam kegiatan pengabdian pada masyarakat ini adalah :

- Melatih para petani agar terampil dan mampu mengaplikasikan penggunaan pupuk organik D.I.Grow dalam meningkatkan produktifitas tanaman jagung manis.
- Membimbing dan melatih para petani, dalam menentukan dosis pupuk organik cair D.I.Grow yang terbaik juga waktu pemberian

pupuk pada peningkatan produk akhir jagung manis 15,25 dan 35 HST (hari setelah tanam).

### Manfaat Kegiatan

Kegiatan ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi para petani sehinggampu mengaplikasikan penggunaan pupuk organik D.I.Grow dalam meningkatkan produktifitas tanaman jagung manis. Selain itu juga melalui kegiatan ini juga diharapkan agar para petani, mampu menekan biaya usaha tani dalam hal pengadaan pupuk dan mengatasi masalah kelangkaan pupuk buatan dewasa ini.

Bagi UNIMA, kegiatan ini adalah upaya perwujudan misi perguruan tinggi, terutama Tri Dharma Perguruan Tinggi, yaitu dharma pengabdian pada masyarakat, yang padaakhirnya dapat meningkatkan citra UNIMA di mata masyarakat.

### Solusi yang ditawarkan

Belajar dari pengalaman dan informasi yang telah diperoleh dari masyarakat desa (kelompok sasaran) yaitu para petani, ternyata perlu adanya peningkatan pengetahuan dan keterampilan penggunaan pupuk organik cair yang memiliki nilai ekonomi guna meningkatkan produksi jagung manis, sehingga dapat meningkatkan penghasilan dan kesejahteraan bagi petani dan keluarganya. Berdasarkan hal tersebut di atas, maka perlu dilaksanakan pelatihan guna mengoptimalisasikan penggunaan pupuk organik D.I.Grow dalam meningkatkan produksi jagung manis pada kelompok tani Pinaesaan, Kabupaten Minahasa.

## BAHAN DAN METODE

### Sasaran Kegiatan

Yang menjadi sasaran pelaksanaan kegiatan pelatihan ini adalah para petani yang tergabung dalam kelompok tani “Pinaesaan” Desa Tonsealama Kecamatan Tondano Utara, Kabupaten Minahasa yang berjumlah 20 orang dan aktif bercocok tanam sampai saat ini.

### 3.2. Lokasi Kegiatan:

Kebun ladang yang dikelola oleh kelompok tani “Pinaesaan” Desa Tonsea Lama Kecamatan Tondano Utara, Kabupaten Minahasa.

### 3.3. Metode yang digunakan:

Adapun beberapa metode yang digunakan dalam kegiatan ini adalah:

a) Metode penyuluhan kepada masyarakat tentang komponen pupuk organik cair D.I.Grow dan cara mengaplikasikannya pada tanaman jagung manis.

Pengenalan awal tentang pupuk organik cair jenis D.I.Grow kepada petani, kemudian dijelaskan komposisi komponen penyusun pupuk cair tersebut dan fungsi utama pemberian perlakuan pupuk organik D.I.Grow tersebut.

Bersamaan dengan hal tersebut diatas, diberikan juga informasi tentang benih jagung manis yang digunakan, perihal kualitas benih, daya kecambah, jumlah maksimal benih di dalam paket benih yang akan digunakan. Dilakukan sharing pengalaman dari sesama petani yang masih menggunakan metode lama dalam bercocok tanam jagung, kemudian saling menginformasikan hal/masalah utama dalam meningkatkan produksi jagung manis.



Gambar.3.1. Metode Penyuluhan Dan Sosialisasi Rencana Kerja Kelompok Tani

Diskusi lanjutan tentang fungsi pupuk organik cair D.I.Grow dan cara aplikasi di lapangan, guna memudahkan rekan-rekan petani dalam proses pemberian perlakuan di lapangan nantinya.



Gambar.3.2. Pupuk Organik D.I.Grow Yang Diperkenalkan Pada Kelompok Tani

- b) Metode demonstrasi dan unjuk kerja secara langsung dalam menggunakan pupuk organik cair D.I.Grow pada tanaman jagung manis.

Diawali dengan kerja bersama di areal kebun yang akan ditanami jagung, dimulai dengan proses pembajakan dan pembongkaran tanah, kemudian diratakan dengan hand traktor, hingga lokasi tanam siap untuk ditanami. Kemudian digunakan bibit jagung yang baik guna mendapatkan produksi yang baik, adapun benih yang digunakan adalah jenis Secada F1, dengan daya kecambah 99% dan viabilitas benih yang sangat baik.

Pengolahan tanah dilakukan dengan cara membajak dan mengemburkan tanah, kemudian lahan dibersihkan dari sisa-sisa gulma yang masih ada, sehingga diperoleh lokasi lahan yang siap ditanami dengan jagung manis.



Gambar.3.3. Benih Jagung Manis Jenis Secada F1 Yang Digunakan Dalam Pelatihan Ini

- c) Metode aplikasi di lapangan secara langsung dengan menanam benih jagung manis, memeliharanya, dan memberikan pupuk organik cair D.I.Grow pada tanaman jagung manis.

Bersama dengan para petani, kami melatih mereka bagaimana membuat konsentrasi pupuk cair D.I.Grow yang akan diaplikasikan

dilapangan, dilanjutkan dengan penanaman benih dan pemeliharaan. Kemudian pada saat yang ditentukan berdasarkan aturan pelatihan, kami mengaplikasikan pemberian pupuk organik cair D.I.Grow pada jagung manis yang sudah ditanam. Sehingga diharapkan lewat pelatihan ini para petani yang mengikuti pelatihan ini dapat mengetahui dosis pupuk cair yang tepat guna meningkatkan produksi jagung manis.



Gambar.3.4. Lahan Yang Sudah Ditanami Jagung Manis Dan Sudah Diberi Pelakuan D.I.Grow

## KELAYAKAN PERGURUAN TINGGI

Universitas Negeri Manado merupakan salah satu Lembaga Pendidikan Tinggi di Sulawesi Utara yang telah memiliki nama dan reputasi dalam bidang penelitian dan pengabdian kepada masyarakat. Setiap tahun UNIMA mampu menunjukkan eksistensinya dalam bidang penelitian dan pengabdian kepada masyarakat. Hal ini ditunjukkan oleh berhasilnya beberapa dosen peneliti dan yang mengadakan pengabdian kepada masyarakat yang dapat bersaing mendapatkan dana penelitian dan pengabdian dari berbagai skim yang ditawarkan melalui Dirjen DIKTI (SIMLITABMAS). Hal ini tidak terlepas dari adanya kinerja yang baik

dari pimpinan lembaga yang menerapkan sistem kompetisi dalam penentuan atau pengajuan proposal serta adanya sistim pendampingan (*Coaching Clinic*) guna penyempurnaan proposal yang diajukan.

Perguruan tinggi dalam hal ini Universitas Negeri Manado, melalui Lembaga Pengabdian Pada Masyarakat (LPM) telah berpengalaman dalam mengelola jenis-jenis pengabdian baik dengan sumber dana PNBPN, DP2M, maupun kerjasama Pemda Sulawesi Utara. Contoh kinerja LPM bisa dicermati dari tahapan awal, pelaksanaan dan akhir suatu kegiatan pengabdian.

Pada tahap awal LPM kerap kali melakukan pelatihan penyusunan proposal pengabdian dan melakukan seleksi internal guna menghasilkan dan menjangking proposal yang berkualitas dan layak dibiayai. Pada tahap pelaksanaan pihak LPM melakukan pemantauan atau monitoring kegiatan secara periodik untuk mengawasi pelaksanaan program agar sesuai dengan rencana atau proposal. Sementara pada tahap akhir, pihak LPM melakukan evaluasi internal dan atau bersama tim DP2M. Untuk menyebarkan hasil-hasil pengabdian pihak LPM mensyaratkan pembuatan poster, dan melakukan pameran hasil pengabdian.

Selain itu, kelayakan Universitas Negeri Manado juga ditunjang oleh semakin banyaknya jumlah dosen profesional yang memiliki keahlian pada bidangnya baik yang bergelar S2, S3, maupun berstatus guru besar yang telah banyak mengabdikan atau menghasilkan karya-karya hasil penelitian dan pengabdian yang berguna bagi masyarakat sehingga menjadi bahan acuan dalam proses penyusunan dan sumber informasi dalam pengajuan, serta pelaksanaan kegiatan ini.

## HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI

Adapun hasil kegiatan yang diperoleh adalah sebagai berikut:

1. Para petani yang tergabung di dalam kelompok tani "Pinaesaan" sudah

*Biologi Lingkungan*

memahami, sudah mampu dan terampil dalam mengaplikasikan penggunaan pupuk cair D.I.Grow dalam proses bercocok tanam jagung manis yang bermutu dan berkualitas baik.

2. Para petani peserta pelatihan dapat mengaplikasikan secara langsung penggunaan pupuk organik cair D.I.Grow, dalam usaha meningkatkan produksi tanaman jagung manis varietas Secada F1 di lahan kebun milik masing-masing maupun milik kelompok tani, sehingga dapat meningkatkan produksi buah jagung manis diakhir percobaan lapangan dan hasilnya dapat dijual per kilogramnya.



Gambar.4. Proses Penyiraman Pada Kondisi Awal Setelahumur Jagung 1 Minggu.

3. Para petani merasa bangga bisa diajarkan dan dilatihkan perihal teknik pengolahan tanah yang baik, sebelum aplikasi pupuk cair D.I.Grow tersebut, juga teknik menyemai benih yang baik, teknik pemeliharaan setelah/pasca fase vegetatif tanaman, dan pemeliharaan tanaman termasuk didalamnya pemupukan tahap akhir untuk memasuki masa pematangan dan teknologi pasca panen.



Gambar 5. Lahan Jagung Setelah Perlakuan Pertama Penyemprotan Pupuk Organik Cair D.I.Grow Green (*Growth Hoster*)

4. Melalui kegiatan ini juga para petani, mampu menekan biaya usaha tani dalam hal pengadaan pupuk sintetis dan mengatasi masalah kelangkaan pupuk buatan dewasa ini, lewat aplikasi penggunaan pupuk cair D.I.Grow.



Gambar 6. Lahan Jagung Setelah Perlakuan Kedua Penyemprotan Pupuk Organik Cair D.I.Grow Green (*Growth Houser*)

5. Para petani juga diajarkan untuk bisa menghitung analisis usaha tani jagung manis, dengan menggunakan teknologi pupuk cair D.I.Grow dan sebagai pembandingan juga penggunaan pupuk kimiawi yang bersifat sintetis, ditinjau dari jumlah produksi buah per luas areal tanah tempat bercocok tanam jagung manis.



Gambar 7. Buah Jagung Hasil Produksi Menggunakan Pupuk Cair D.I.Grow

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

1. Program pelatihan optimalisasi produksi jagung manis dengan menggunakan pupuk organik D.I.Grow pada kelompok tani pinaesaan desa tonsealama kabupaten minahasa, telah memberikan hasil yang baik bagi peningkatan kemampuan (skill) individu

maupun kelompok juga peningkatan pengetahuan dan kompetensi para petani, sehingga terampil dan mampu mengaplikasikan penggunaan pupuk organik D.I.Grow dalam meningkatkan produksi tanaman jagung manis.

2. Program pelatihan ini telah memberikan efek yang sangat positif dan sangat baik bagi para petani dan masyarakat di desa Tonsealama dalam hal aplikasi penggunaan pupuk organik cair D.I.Grow dalam meningkatkan produksi dan optimalisasi hasil jagung manis.

### Saran

Perlu adanya kegiatan sejenis yang berkesinambungan misalnya optimalisasi tanaman padi sawah dalam meningkatkan produksi gabah padi dengan menggunakan pupuk cair D.I.Grow guna menaikkan kesejahteraan petani dan keluarganya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adianto, 1993. *Biologi Pertanian, Pupuk Kandang, Pupuk Organik Nabati dan Insektisida*. Bandung Alumni.
- Budi Santoso, H. 1998. *Pupuk Kompos*. Penerbit Kanisius. Jakarta.
- Emalinda, Yulnafatmawita dan Juniarti, 2006. *Pengomposan Sampah Domestik Dengan Memanfaatkan Cacing Tanah Untuk Menghasilkan Pupuk Organik Di Kanagarian Sangkir Lubuk Basung*. Laporan Pengabdian Masyarakat. DIPA-Universitas Andalas, Padang.
- Gusmini, 2003. *Pemanfaatan Tithonia (*Tithonia diversifolia*) sebagai Bahan Substitusi N dan K Pupuk Buatan terhadap Tanaman Jahe pada Ultisol*. Program PascaSarjana Universitas Andalas. Padang.
- Hadisuwito, S. 2007. *Membuat Pupuk Kompos Cair*. PT. Agro Media Pustaka.
- Hakim, N dan Agustian, 2003. *Gulma Tithonia dan Pemanfaatannya sebagai Sumber Bahan Organik dan Unsur Hara untuk Tanaman Hortikultura*. Laporan Penelitian Tahun I Hibah Bersaing. Proyek Peningkatan Penelitian Perguruan Tinggi

- DP3M Ditjen Dikti. Universitas Andalas, Padang.
- Isroi. 2008. *Kompos*. Makalah. Balai Penelitian Bioteknologi Perkebunan Indonesia, Bogor
- Jama.B.A., C.A. Palm., R.J.Buresh., A. I. Niang., C. Gachego., G. Nziquheba and B.Amadado. 2000. *Tithonia Diversifolia as a green manure for improvement of soil fertility in western Kenya. A Review*. Agroforestry Systems.
- Lingga, Pinus dan Marsono. 2000. *Petunjuk Penggunaan Pupuk*. Jakarta. Penebar Swadaya.
- Martodireso, Sutadi, dan Suryanto. 2001. *Terobosan Teknologi Pemupukan dalam Era Pertanian Organik*. Kanisius.Yogyakarta.
- Musnamar, Effi Ismawati. 2002. *Pupuk Organik Cair dan Padat, Pembuatan dan Aplikasi*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Murbandono ,HS. L. 2002. *Membuat Kompos*. Penerbit Penebar Swadaya. Jakarta.
- Nofrizal. 2007. *Ternak Sebagai Sumber Pupuk Dalam Pertanian Organik*. Tabloid Suara Afta Pertanian. Edisi 46/Desember-2007.
- Nurhayati Hakim, Novalina, M.Zulfa and Gusmini. 2003. *A potential of thitonia diversifolia for substitution NK-commercial for several crops in Ultisols*. Paper delivered at the AFA 9th International Annual Conference on 28-30 January 2003 in Cairo.
- Pranata, A.S. 2004. *Pupuk Organik Cair Aplikasi dan Manfaatnya*. PT.Agro Media Pustaka.
- Prihandarini, Ririen. 2004. *Manajemen Sampah, Daur Ulang Sampah Menjadi Pupuk Organik*. Penerbit PerPod. Jakarta.
- Santika, A. 2002. *Agribisnis Cabai*. Penebar Swadaya Jakarta.
- Syaiful. 2006. *Pemanfaatan Bunga Pahit sebagai Pupuk dan Ramuan Nabati*. Suara Afta. Edisi No.24/Februari/Tahun-III/2006.
- Werianta, W. 2002. *Bertanam Cabai Pada Musim Hujan*. Agromedia Pustaka.

## **Pemberdayaan Bagi Kelompok Tani Ternak Sapi Berkelanjutan di Desa Wusa**

**F.H. Elly dan A. Rumambi**

Jurusan Sosial Ekonomi Fakultas Peternakan UNSRAT  
Email : femi\_elly@yahoo.co.id

### **ABSTRAK**

Desa Wusa merupakan salah satu desa di Kecamatan Talawaan, terdapat beberapa kelompok tani ternak sapi diantaranya kelompok tani ternak sapi Maesaan dan Maesaan Jaya. Lahan di bawah pohon kelapa dimanfaatkan untuk tanaman pangan. Anggota memiliki ternak sapi tetapi pemeliharaannya masih tradisional. Permasalahannya, limbah jagung belum dimanfaatkan sebagai pakan ternak sapi yang berkualitas. Kelompok tani Maesaan dan Maesaan Jaya belum mempunyai pemahaman dan pengetahuan pengembangan ternak sapi secara berkelanjutan. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode survey terhadap anggota kelompok sebanyak 6 orang. Berdasarkan hasil penelitian kemudian dilakukan pemberdayaan anggota kelompok. Metode pemberdayaan melalui penyuluhan dan pelatihan. Keberhasilan usaha ternak sapi tergantung pada karakteristik anggota kelompok. Umur anggota kelompok dikategorikan pada umur produktif dan tingkat pendidikan cukup memadai. Penyuluhan dilakukan untuk meningkatkan pengetahuan anggota kelompok dalam melakukan proses produksi kearah yang lebih baik. Anggota kelompok telah dilatih membuat silase dan amoniasi. Kesimpulannya, anggota merespon dengan baik kegiatan pemberdayaan melalui penyuluhan dan pelatihan. Pemberdayaan melalui kegiatan IbM dapat dilanjutkan apabila ada pendampingan dari perguruan tinggi. Saran yang disampaikan adalah agar konsep *integrated farming system* dapat terlaksana dengan maksimal maka anggota kelompok dilatih untuk membuat pupuk kompos dan biogás.

**Kata kunci:** Sapi, integrasi, berkelanjutan, kelompok

### **ABSTRACT**

*Village of Wusa is one of the villages in Talawaan Subdistrict, there are several groups of cattle farmers including Maesaan and Maesaan Jaya group. The land under coconut trees is used for food crops. Members have cattle but the maintenance is still traditional. The problem is, corn waste has not been used as a quality cattle feed. Maesaan and Maesaan Jaya groups have no knowledge of sustainable cattle development. This research has been done by using survey method to group members as much as 6 people. Based on results of research then carried out empowerment of group members. Methods of empowerment have been done through extension and training. The success of cattle farming depends on characteristics of group members. The age of group members is categorized in the productive age and level of education is sufficient. Extension is done to improve knowledge of group members in a production process towards the better. Group members have been trained to make silage and amoniation. In conclusion, members have responded well to empowerment activities through counseling and training. Empowerment through IbM activities can be continued if there is assistance from universities. The suggestion is that concept of integrated farming system can be done maximally then group members are trained to make compost and biogas.*

**Keywords:** *cattle, integration, sustainable, group*

## PENDAHULUAN

Desa Wusa merupakan salah satu Desa di Kecamatan Talawaan, terdapat beberapa kelompok tani ternak sapi. Kelompok yang dibentuk sejak tahun 2014 adalah kelompok tani ternak sapi Maesaan dan Maesaan Jaya. Program utama kelompok ini adalah pengembangan tanaman kelapa dan tanaman pangan (jagung dan kedele). Lahan di bawah pohon kelapa dimanfaatkan untuk tanaman pangan. Anggota memiliki ternak sapi tetapi pemeliharaannya masih tradisional. Areal di bawah pohon kelapa menurut Salendu dan Elly (2011), sangat potensial untuk dikembangkannya ternak sapi. Menurut Malia *et al.* (2010). Lahan kelapa banyak diusahakan tanaman sela terutama jagung dan palawija, serta digunakan sebagai lahan penggembalaan ternak terutama sapi.

Ternak sapi merupakan salah satu ternak yang dapat diandalkan oleh anggota kelompok sebagai sumber pendapatan mereka dan tidak membutuhkan lahan yang besar. Sebagian anggota kelompok menggembalakan ternak sapi di bawah pohon kelapa. Konsumsi ternak sapi untuk memenuhi kebutuhan hidup dan pertumbuhannya berupa rumput yang tumbuh liar dan limbah jagung.

Permasalahannya, limbah jagung belum dimanfaatkan sebagai pakan ternak sapi yang berkualitas. Kelompok tani Maesaan dan Maesaan Jaya belum mempunyai pemahaman dan pengetahuan pengembangan ternak sapi secara berkelanjutan. Pengembangan ini dapat dilakukan secara terpadu dengan sistem integrasi antara usahatani tanaman kelapa dan tanaman pangan (jagung dan kedele). Kendala yang sering dijumpai pada usaha peternakan sapi potong adalah rendahnya produktivitas ternak sapi potong karena kualitas pakan yang tidak memenuhi kebutuhan gizi ternak (Lamid *et al.*, 2014). Produktivitas ternak sapi rendah disebabkan karena pakan yang dikonsumsi dalam kuantitas dan kualitas yang rendah (Nurdiati *et al.*, 2012). Peningkatan produktivitas ternak sapi dapat dilakukan dengan memanfaatkan limbah pertanian yang telah melalui sentuhan teknologi.

Lambertz *et al.* (2012) mengemukakan bahwa peningkatan jumlah ternak sapi berdampak terhadap peningkatan status sosial petani.

Berdasarkan permasalahan tersebut maka telah dilakukan penelitian dengan tujuan mengetahui sistem pemeliharaan ternak sapi oleh anggota kelompok. Selanjutnya telah dilakukan pemberdayaan bagi ibu-ibu tani melalui kegiatan IBM dengan tujuan untuk meningkatkan pengetahuan mereka dalam proses proses produksi yang lebih baik.

## BAHAN DAN METODE

Materi penelitian ini adalah ternak sapi (jumlah yang dimiliki petani), pakan (rumput dan limbah pertanian yang dikonsumsi ternak sapi) dan teknologi (inovasi limbah jagung yang diawetkan dan difermentasi untuk mengatasi masalah pakan). Metode penelitian yang digunakan adalah survey. Penentuan desa dilakukan secara *purposive sampling* yaitu desa yang menjadi lokasi pengabdian kepada masyarakat oleh dosen Fakultas Peternakan Unsrat Manado. Responden adalah ibu-ibu tani yang tergabung dalam kelompok tani ternak sapi Maesaan dan Maesaan Jaya, berjumlah 6 anggota. Berdasarkan hasil penelitian kemudian dilakukan pemberdayaan terhadap anggota kelompok. Analisis data yang digunakan adalah analisis deskriptif.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembangunan peternakan yang berkelanjutan dapat dilakukan dengan mengembangkan model integrasi kelapa-ternak sapi (Salendu dan Elly, 2011). Selanjutnya integrasi yang tinggi dari tanaman dan ternak sering dipertimbangkan sebagai langkah ke depan (Rota and Sperandini, 2010). Pola usahatani terintegrasi menurut Ahmed *et al.* (2011) adalah sistem pertanian terbaik dalam hal sumberdaya, efisiensi, produktivitas, produksi dan suplai makanan.

Kelompok ibu tani ternak sapi Maesaan dan Maesaan Jaya melakukan proses produksi ternak sapi yang diintegrasikan dengan tanaman kelapa dan jagung. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan usahatani pola CLS (*Crop-Livestock System*) meningkatkan produksi keuntungan lebih tinggi dibandingkan dengan *non-CLS*. Menurut Channabasavanna, *et al.* (2009) bahwa *Integrated Farming System* sangat produktif dan menguntungkan. Hal ini mengindikasikan bahwa integrasi ternak sapi dengan tanaman dapat memberi manfaat bagi ternak tersebut maupun bagi tanaman. Elly (2008), Elly *et al.* (2008) dan Salendu *et al.* (2012) mengemukakan pendapatan dari usaha yang terintegrasi lebih besar dibanding usaha ternak sapi-kelapa yang tidak terintegrasi.

Keberhasilan usaha ternak sapi ditentukan oleh 3 unsur yang saling terkait yaitu bibit, pakan, dan manajemen. Keberhasilan usaha tersebut tergantung karakteristik anggota kelompok ibu tani Maesaan dan Maesaan Jaya. Karakteristik anggota kelompok dilihat dari umur dan tingkat pendidikan mereka. Keberhasilan usaha ternak sapi ditentukan oleh umur anggota kelompok. Umur anggota kelompok berkisar antara 45-54 tahun, dengan rata-rata umur anggota adalah 48 tahun. Kondisi ini menunjukkan bahwa umur anggota kedua kelompok dikategorikan masih produktif. Mereka memiliki kemampuan fisik yang cukup kuat untuk melaksanakan kegiatan usahatani. Adopsi teknologi erat kaitannya dengan produktivitas usaha (Kiswanto *et al.*, 2004). Lebih lanjut dinyatakan bahwa umur merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi produktivitas usaha penggemukan sapi potong.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat pendidikan ibu tani kedua kelompok 100 persen pada tingkat Sekolah Menengah Atas. Kondisi ini menunjukkan bahwa tingkat pendidikan anggota kelompok dikategorikan cukup memadai. Tingkat pendidikan anggota kelompok mempengaruhi adopsi teknologi. Menurut Kiswanto *et al.* (2004), tingkat pendidikan yang makin tinggi memungkinkan dapat mengubah sikap dan perilakunya untuk

bertindak lebih rasional. Tindakan ini memberi peluang untuk lebih berhasil dalam mengelola usahatani.

Jumlah pemilikan ternak sapi milik anggota kelompok ibu-ibu tani Maesaan dan Maesaan Jaya sebanyak 29 ekor, masing-masing berkisar antara 4-6 ekor. Masalah yang dihadapi dalam pengembangan ternak sapi adalah pakan hijauan yang tidak tersedia. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ternak sapi hanya diberikan rumput lapangan dan limbah pertanian untuk memenuhi kebutuhan pakan hijauan. Atau, ternak sapi digembalakan di lahan perkebunan kelapa atau lahan kering lainnya dan dibiarkan mengkonsumsi rumput yang tumbuh liar. Menurut Muslim dan Nurasa (2011) introduksi hijauan pakan ternak unggul sebenarnya telah lama dilakukan oleh pemerintah. Standar/norma kebutuhan hijauan makanan ternak per ekor per hari berdasarkan Satuan Ternak Sapi menurut Kementerian Pertanian (2010) adalah: ternak dewasa (1 ST) memerlukan pakan hijauan sebanyak 35 kg, ternak muda (0.50 ST) sebanyak 15-17.5 kg dan anak ternak (0.25 ST) sebanyak 7.5-9 kg/ekor/hari. Untuk memenuhi kebutuhan ini maka anggota kelompok harus menyiapkan lahan hijauan makan ternak.

Pemberdaya terhadap anggota kelompok dilakukan melalui penyuluhan dan pelatihan. Perilaku sumberdaya anggota kelompok dapat berubah ke arah yang lebih baik melalui pelaksanaan penyuluhan yang intensif. Falsafah dari kegiatan penyuluhan, diantaranya: (1) program penyuluhan didasarkan pada kebutuhan petani; (2) pada dasarnya penyuluhan merupakan suatu proses pendidikan bagi orang dewasa yang sifatnya non formal. Tujuan penyuluhan adalah untuk mengajar petani dalam upaya peningkatan taraf hidup mereka dengan usahanya sendiri, serta mengajar petani dalam penggunaan sumberdaya alam dengan bijaksana; dan (3) penyuluh dalam hal ini bekerja sama dengan organisasi lain untuk pengembangan individu, kelompok dan bangsa.

Lahan di bawah pohon kelapa yang digunakan untuk menggembalakan ternak sapi dapat dimanfaatkan dengan mengintroduksi

rumpun yang berkualitas. Hal ini akan berdampak terhadap pendapatan yang lebih tinggi (Salendu, 2012 dan Salendu *et al.*, 2012). Pemanfaatan lahan di bawah kelapa untuk hijauan juga berfungsi sebagai *cover crop*. Tanaman penutup tanah merupakan suatu tindakan konservasi pada saat bukan musim tanam (Rahim, 2006). Pengembangan peternakan sapi ramah lingkungan dan berbasis sumberdaya lokal menurut Kusuma (2012) merupakan langkah strategis dalam mewujudkan peningkatan kualitas dan kuantitas produk peternakan.

Anggota kelompok juga dilatih untuk pengawetan rumput dalam bentuk silase. Hal ini dilakukan untuk mengatasi apabila terjadi kelebihan produksi dan dapat dimanfaatkan pada musim kemarau, dengan adanya silase maka kebutuhan pakan sapi dapat terpenuhi. Prosedur pembuatan silase adalah : limbah jagung segar dipanen dan ditimbang kemudian dipotong-potong 2–5 cm, sesudahnya ditaburi dengan dedak padi sebanyak 5 % dari berat limbah jagung. Limbah jagung yang telah dipotong-potong dan ditaburi dedak padi dimasukkan ke dalam kantong plastik yang kedap udara. Kantong plastik yang telah diisi padat dengan limbah jagung, ditutup ditutup dengan rapat kemudian diikat. Proses fermentasinya minimal 21 hari dan setelah dibuka mengeluarkan bau harum dan agak asam. Proses silase akan gagal apabila kantong sebagai wadah ada yang bocor.

Anggota kelompok telah dilatih cara pembuatan amoniasi jerami jagung dan padi kering (kadar air sekitar 60%). Prosedurnya : jerami ditimbang kemudian dipotong-potong 2–5 cm, selanjutnya dimasukkan dalam kantong plastic sampai padat. Kemudian jerami yang telah berada dalam kantong plastik ditaburi dengan probiotik (SB) dan urea dengan perbandingan masing–masing 6 kg untuk setiap ton jerami padi. Air dipercikkan pada jerami yang telah diproses tadi kelembaban 60%. Proses tersebut diulangi lagi dengan tumpukan setiap 15 cm sampai kantong plastik penuh. Proses selanjutnya kantong plastik ditutup dan diikat kemudian dibiarkan minimal 21 hari pada tempat

yang terlindung hujan dan sinar matahari langsung.

Pemberdayaan telah dilakukan untuk peningkatan pengetahuan petani tentang tersedianya pakan secara kontinyu dan berkelanjutan. Pakan hijauan yang dibutuhkan dapat diberikan secara langsung kepada ternak sapi, baik dalam keadaan segar atau telah diolah terlebih dahulu. Petani dalam hal ini harus lebih inovatif dalam pemberian pakan hijauan bagi ternak sapi. Hal ini dilakukan juga untuk mengantisipasi apabila terjadi musim kering karena pakan hijauan semakin sulit diperoleh. Petani perlu pengetahuan tentang cara penyimpanan hijauan segar sampai kurun waktu tertentu. Menurut Rahmansyah *et al.* (2013) bahwa strategi untuk meraih keberhasilan usaha ternak sapi potong, salah satunya adalah memerlukan adanya asupan teknologi.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Anggota merespon dengan baik kegiatan pemberdayaan melalui penyuluhan dan pelatihan. Pemberdayaan melalui kegiatan IBM dapat dilanjutkan apabila ada pendampingan dari perguruan tinggi.

Saran yang disampaikan adalah agar konsep *integrated farming system* dapat terlaksana dengan maksimal maka anggota kelompok dilatih untuk membuat pupuk kompos dan biogás.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Rektor Universitas Sam Ratulangi yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk memperoleh dana PNBPN melalui skim IBM.

## DAFTAR PUSTAKA

Ahmed, N., K. K. Zander and S. T. Garnett. 2011. Socioeconomic aspects of rice-fish farming in Bangladesh: opportunities, challenges and production efficiency.

- Australian J. Agric and Resour Ec. 55 (2011), 2 (April) :199–219.
- Channabasavanna, A.S; D.P. Birodar; K.N. Prabhudev dan M. Hegde. 2009. Development of profitable integrated farming system for small and medium farmers of tungabhadra project area of karnataka. India. Karnataka J. Agric. Sci; 22(1): (25-27).
- Elly, F.H. 2008. Dampak Biaya Transaksi Terhadap Perilaku Ekonomi Rumahtangga Petani Usaha Ternak Sapi-Tanaman di Sulawesi Utara. Disertasi Doktor. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Elly, F.H., B.M. Sinaga., S.U. Kuntjoro and N. Kusnadi. 2008. Pengembangan Usaha Ternak Sapi Melalui Integrasi Ternak Sapi Tanaman di Sulawesi Utara. Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian, Bogor.
- Kementerian Pertanian. 2010. Pedoman Teknis Perluasan Areal Kebun Hijauan Makanan Ternak. Kementerian Pertanian, Jakarta.
- Kiswanto., A. Prabowo dan Widyantoro. 2004. Transformasi struktur Usaha Penggemukan Sapi Potong di Lampung Tengah. Sistem dan Kelembagaan Usahatani Tanaman-Ternak. Prosiding Seminar. Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian. p:111-121.
- Kusuma, M.E. 2012. Pengaruh Beberapa Jenis Pupuk Kandang terhadap Kualitas Bokashi. Jurnal Ilmu Hewan Tropika. Vol. 1 No. 2. Des 2012.p:41-46.
- Lambertz, C., C. Chaikong., J. Maxa., E. Schlecht and M. Gauly. 2012. Characteristics, Socioeconomic Benefit and Household Livelihoods of Beef Buffalo and Beef Cattle Farming in Northeast Thailand. Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics. Vol. 113. No. 2 Tahun 2012.p:155-164.
- Lamid, M., T. Nurhajati dan R.S. Wahjuni. 2014. Potensi Konsentrat Plus untuk Penggemukan Sapi Potong di Kelompok Ternak Harapan Mulya dan Kelompok Tani Ternak Jaya Mulya di Kabupaten Bangkalan-Madura. Agroveteriner. Vol 3 No, 1 des 2014.p:1-7.
- Malia, I.E., P.C. Paat., Aryanto dan Bachtiar. 2010. Kelayakan Sistem Usahatani Jagung-Ternak Sapi-Kelapa di Sulawesi Utara. Prosiding Pakan Serealia Nasional. p:607-618.
- Muslim, C dan T. Nurasa. 2011. Kebijakan Pengembangan Ternak sapi Potong di Wilayah Sentra Produksi Berbasis Tanaman Pangan di Indonesia. Pusat Analisis Sosial ekonomi dan Kebijakan Pertanian. Badan Litbang, departemen Pertanian.
- Nurdiati, K., E. Handayanta dan Lutojo. 2012. Efisiensi Produksi Sapi potong pada Musim Kemarau di Peternakan Rakyat Daerah Pertanian Lahan Kering Kabupaten Gunung Kidul. Tropical Animal Husbandry. Vol 1 (1). Okt 2012. Pp:52-58.
- Rahim, S.E. 2006. Pengendalian Erosi Tanah. Dalam Rangka Pelestarian Lingkungan Hidup. Bumi Akasara, Jakarta.
- Rahmansyah, M., A. Sugiharto., A. Kanti dan I.M. Suidiana. 2013. Kesiagaan Pakan pada Ternak Sapi Skala Kecil sebagai Strategi Adopsi Terhadap Perubahan Iklim melalui Pemanfaatan Biodiversitas Flora Lokal. Buletin Peternakan Vol. 37 (2) Juni 2013. p: 95-106.
- Rota, A and S. Sperandini. 2010. Integrated Crop-Livestock Farming Systems. Livestock Thematic Papers. Tools for Project Design. IFAD, International Fund for Agricultural Development, Rome, Italy.
- Salendu, A.H.S dan F.H. Elly. 2011. Model Integrasi Kelapa-Ternak Sapi Sebagai Suatu Pendekatan *Ecofarming* di Sulawesi Utara. Prosiding Seminar Nasional. Strategi Pengembangan Peternakan Masa Depan Melalui Pendekatan *Eco-Farming*. Fakultas Peternakan. UNSRAT, Manado, Sulawesi Utara.
- Salendu, A.H.S. 2012. Perspektif Pengelolaan Agroekosistem Kelapa-Ternak Sapi di Minahasa Selatan. Disertasi Doktor. Program Pascasarjana Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Malang.
- Salendu, A.H.S., Maryunani., Soemarsono and B. Polii. 2012. Integration of Cattle-Coconut in South Minahasa Regency. Proceeding: The 2<sup>nd</sup> International Seminar on Animal Industry 2012 (ISAI) Faculty of Animal Science Bogor Agricultural University.

## **Penerapan Ipteks Bagi Kelompok Tani Jagung Ternak Sapi di Desa Pinabetengan**

**J.C. Loing dan J.K.J. Kalangi, F.H. Elly**

Jurusan Sosial Ekonomi Fakultas Peternakan UNSRAT

[jeane.loing@yahoo.com](mailto:jeane.loing@yahoo.com)

### **ABSTRAK**

Usaha ternak sapi di Desa Pinabetengan merupakan sumber pendapatan masyarakat petani. Kelompok Kalooran Tawaya adalah salah satu kelompok yang mengembangkan ternak sapi sebagai sumber pendapatan mereka. Permasalahannya pengetahuan anggota kelompok tentang pengawetan limbah dan pemanfaatan limbah jagung masih rendah. Berdasarkan permasalahan tersebut maka telah dilakukan pemberdayaan anggota kelompok melalui penerapan ipteks (IbM). Pendekatan terhadap kelompok Kalooran Tawaya adalah melalui penyuluhan tentang manajemen usaha ternak sapi, pelatihan pengawetan rumput (silase) dan pembuatan amoniasi. Kelompok ini terbentuk sebagai inisiatif anggota kelompok agar mereka dapat saling membagi ilmu pengetahuan tentang usaha ternak sapi. Pelatihan pembuatan silase dilakukan dengan memanfaatkan limbah jagung segar. Pembuatan amoniasi dilakukan dengan memanfaatkan limbah jagung kering. Kesimpulan, penyuluhan yang dilakukan telah berhasil 100 persen, dan petani telah dilatih membuat silase dan amoniasi. Saran yang disampaikan, perlu pendampingan pemerintah dalam upaya meningkatkan pengembangan usaha ternak sapi ke arah yang berorientasi bisnis.

**Kata kunci:** penerapan, ipteks, silase, amoniasi

### **ABSTRACT**

*Cattle farming in Pinabetengan Village is a source of income for farmers. Kalooran Tawaya Group is one of the groups that develop cattle as their source of income. The problem of group members' knowledge about waste treatment and utilization of maize waste is still low. Based on these problems, empowerment of group members has been done through the application of science and technology (IbM). Approach to Kalooran Tawaya group is through extension about management of cattle farming, training of grass preservation (silage) and making amoniasi. This group is formed as an initiative of group members so that they can share knowledge about cattle farming. Training for silage making is done by utilizing fresh corn waste. Making ammoniation is done by using waste of dry corn. Conclusion, the extension has been 100 percent successful, and the farmers have been trained to make silage and amoniasi. Suggestions submitted, need government assistance in an effort to improve the development of beef cattle business oriented direction.*

**Keywords:** application, science, silage, amoniasi

### **PENDAHULUAN**

Wilayah Kecamatan Tompaso berada pada posisi 12<sup>0</sup> sampai 15<sup>0</sup> LU dan 46<sup>0</sup> sampai 124<sup>0</sup> BT, dengan keadaan topografi datar. Luas wilayah kecamatan Tompaso 3.020 Ha. Kedudukan ibukota kecamatan Tompaso terletak

di desa Liba yang berada pada ketinggian 550-600 di atas permukaan laut.

Jumlah penduduk sebesar 14.192 orang yang terdiri dari laki-laki 7.239 orang dan perempuan 6.953 orang serta terdapat 4.057 Kepala Keluarga. Keadaan penduduk di Kecamatan Tompaso sebagian besar sebagai petani, yaitu terdapat 3.020 Kepala Keluarga

yang terdiri dari laki-laki 2.870 orang dan perempuan 3.034 orang. Data penduduk yang mata pencaharian sebagai petani sangat menunjang pengembangan peternakan sapi potong.

Kelompok Kalooran Tawaya dibentuk dalam rangka untuk pengembangan usahatani mereka. Anggota kelompok adalah petani yang melakukan budidaya tanaman pangan (jagung) dan hortikultura. Budidaya tanaman ini adalah program pengembangan khusus kelompok Kalooran Tawaya. Kelompok ini dibentuk sejak tahun 2013 dengan program utama pengembangan tanaman jagung dan hortikultura.

Program kelompok yang utama adalah pengembangan tanaman jagung dan hortikultura. Anggota kelompok juga masing-masing memiliki ternak sapi sebanyak 2-4 ekor. Jenis ternak sapi yang dipelihara adalah sapi PO. Ternak sapi merupakan sumber pendapatan anggota kelompok yang sewaktu-waktu dapat dijual untuk kebutuhan petani dan anggota keluarga.

Permasalahannya kelompok tani Kalooran Tawaya di desa Pinabetengan belum mempunyai pemahaman dan pengetahuan pengembangan ternak sapi secara terpadu dengan sistem integrasi antara usahatani tanaman pangan/hortikultura-ternak sapi. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa jerami dan limbah dapat dimanfaatkan oleh anggota kelompok sebagai pakan yang kaya nutrisi. Jerami dan limbah sangat bermanfaat sebagai persediaan pakan di musim kemarau. Pemasalahannya jerami/limbah pertanian belum dimanfaatkan oleh anggota kelompok. Sehingga pada musim kemarau anggota kelompok harus mencari rumput di lahan pertanian yang jauh. Berdasarkan permasalahan tersebut maka telah dilakukan pemberdayaan terhadap anggota kelompok tani jagung ternak sapi di desa Pinabetengan.

## **BAHAN DAN METODE**

Berdasarkan permasalahan prioritas kelompok tani Kalooran Tawaya maka

*Biologi Lingkungan*

diperlukan pemberdayaan terhadap kelompok tersebut. Pemberdayaan yang dilakukan untuk menangani beberapa masalah prioritas yang dapat dilakukan dengan cara penyuluhan dalam bentuk ceramah dengan memperlihatkan contoh-contoh.

Metode yang digunakan adalah metode penyuluhan dan pelatihan. Penyuluhan dilakukan terhadap anggota anggota kelompok Kalooran Tawaya dengan tujuan mengubah perilaku sumberdaya anggota kelompok ke arah yang lebih baik. Beberapa falsafah penyuluhan adalah: (1) penyuluhan menyandarkan programnya pada kebutuhan petani; (2) penyuluhan pada dasarnya adalah proses pendidikan untuk orang dewasa yang bersifat non formal. Tujuannya untuk mengajar petani, meningkatkan kehidupannya dengan usahanya sendiri, serta mengajar petani untuk menggunakan sumberdaya alamnya dengan bijaksana; dan (3) penyuluh bekerja sama dengan organisasi lainnya untuk mengembangkan individu, kelompok dan bangsa. Materi penyuluhan menyangkut: penguatan kelembagaan, pengembangan usaha yang berorientasi bisnis, serta pembuatan amoniasi, dan silase. Kegiatan pelatihan dilakukan agar anggota kelompok terampil dalam membuat silase dan amoniasi.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Sub sektor peternakan sebagai bagian integral sector pertanian, dituntut untuk berperan lebih besar di masa yang akan datang. Hal ini disebabkan karena peternakan merupakan salah satu sub sektor yang mempunyai potensi sebagai sumber pertumbuhan dalam pembangunan pertanian. Pembangunan peternakan diarahkan untuk meningkatkan pendapatan petani peternak, mendorong diversifikasi pangan dan perbaikan kualitas gizi masyarakat serta pengembangan ekspor. Salah satu komoditas peternakan yang dikembangkan oleh petani peternak adalah ternak sapi.

Peternakan sapi sebagai salah sumber pendapatan bagi petani peternak di pedesaan, perlu mendapat perhatian dalam

pengembangannya. Peternakan sapi di Sulawesi Utara termasuk di desa Pinabetengan pada umumnya masih dipelihara secara tradisional (Elly, 2008; Elly *et al.*, 2008; Salendu, 2012). Berdasarkan kondisi tersebut maka pengembangan peternak mutlak harus dilakukan. Pengembangan peternakan sapi dimaksud tentunya tidak terlepas dari peranan kelompok tani. Peranan kelompok tani dalam hal ini adalah bagaimana mengupayakan ternaknya agar mendapat nilai tambah serta efisien dalam pengelolaannya. Salah satu sumber ketidak efisienan sistem usahatani tanaman-ternak yang dilakukan petani saat ini adalah kelembagaan usahatani yang relatif lemah. Menurut Yusran *et al.* (2004), salah satu masalah yang perlu mendapat perhatian masalah kelembagaan.

Kondisi tersebut di atas yang menyebabkan sebagian besar usahatani lemah dalam penggunaan modal dan penguasaan teknologi. Penyebaran informasi teknologi di bidang peternakan sapi dari berbagai sumber sangat kurang, sehingga pengetahuan petani mengenai manajemen pemeliharaan ternak relatif rendah. Penyebaran informasi dan penerapan teknologi dapat dilaksanakan dan dicapai apabila petani masuk dalam kelompok. Hal ini karena melalui kelompok diharapkan petani peternak dapat saling berinteraksi, sehingga mempunyai dampak saling membutuhkan, saling meningkatkan, saling memperkuat. Akibatnya berdampak terhadap peningkatan pengetahuan dan kemampuan petani peternak dalam mengelola sistem usaha agribisnis dan agroindustri secara potensial.

Pelaksanaan menerapkan ipteks melalui program IbM telah dilakukan bagi kelompok tani Kalooran Tawaya. Djayanegara dan Ismail (2004), mengemukakan bahwa pendekatan kelompok bertujuan untuk memperbesar efektifitas dan efisien usaha dan membangun kebersamaan antar petani pemelihara ternak tanpa mengubah tujuan usaha.

Pengembangan ternak sapi yang berorientasi bisnis tergantung karakteristik masing-masing anggota kelompok. Umur anggota kelompok tani Kalooran Tawaya

berkisar antara 36 - 56 tahun. Keadaan umur anggota kelompok dikategorikan masih pada kisaran umur produktif. Kondisi ini menunjukkan anggota kelompok memiliki kemampuan fisik yang cukup kuat untuk melaksanakan kegiatan usahatani. Kiswanto *et al.* (2004) mengemukakan bahwa umur merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi produktivitas usaha penggemukan sapi potong.

Karakteristik anggota kelompok dilihat dari tingkat pendidikan anggota kelompok. Tingkat pendidikan anggota kelompok Kalooran Tawaya adalah Sekolah Menengah Pertama dan Sekolah Menengah Atas masing-masing 50% (masing-masing 3 anggota). Tingkat pendidikan anggota kelompok dapat dikategorikan cukup. Tingkat pendidikan yang semakin tinggi berdampak terhadap mudahnya anggota kelompok dalam menyerap teknologi yang disampaikan. Hal ini seperti yang dikemukakan Kiswanto *et al.* (2004) bahwa tingkat pendidikan yang makin tinggi memungkinkan dapat mengubah sikap dan perilakunya untuk bertindak lebih rasional.

Pemberdayaan anggota kelompok dilakukan dengan dua pendekatan yaitu penyuluhan dan pelatihan. Penyuluhan berperan khususnya dalam penguatan kelompok tani dan peningkatan proses adopsi teknologi peternakan kepada peternak (Abdullah, 2008). Penyuluhan dilakukan terhadap kelompok Kalooran Tawaya dengan tujuan mengubah perilaku petani peternak ke arah yang lebih baik (Pambudy, 1999). Beberapa falsafah penyuluhan adalah: (1) penyuluhan menyandarkan programnya pada kebutuhan petani; (2) penyuluhan pada dasarnya adalah proses pendidikan untuk orang dewasa yang bersifat non formal. Tujuannya untuk mengajar petani, meningkatkan kehidupannya dengan usahanya sendiri, serta mengajar petani untuk menggunakan sumberdaya alamnya dengan bijaksana; dan (3) penyuluh bekerja sama dengan organisasi lainnya untuk mengembangkan individu, kelompok dan bangsa. Sistem penyuluhan menurut Fagi dan Kartaatmadja (2004) terdiri dari *extensión delivery system* dan *extensión quisition system*.

*Extensión delivery system* bersifat *top-down*, instruktif dan vertikal maka peran pemerintah yang dominan. Sedangkan *extensión quisition system* bersifat *bottom-up*, partisipatif dan horizontal, maka peran petani peternak yang dominan. Dalam kegiatan ini diharapkan penyuluhannya bersifat *extensión quisition system*.

Anggota kelompok Kalooran Tawaya dilatih untuk pengawetan rumput dalam bentuk silase dan amoniasi. Hal ini dilakukan untuk mengatasi apabila terjadi kelebihan produksi dan dapat dimanfaatkan pada musim kemarau. Seperti dinyatakan Ratnada (2004), produksi rumput alam berfluktuasi tergantung musim. Adanya silase diharapkan kebutuhan pakan sapi dapat terpenuhi. Prosedur pembuatan silase adalah : rumput *dwarf* segar panen dipotong-potong 2–5 cm oleh anggota kelompok dengan menggunakan cooper. Kemudian rumput tersebut dimasukkan ke dalam kantong plastik kedap udara. Setiap 15 cm rumput segar ditaburi dengan dedak padi, demikian seterusnya sampai kantong plastik terisi penuh dan padat. Setelah rumputnya diisi padat, kantong plastik ditutup dengan rapat (kantong plastik diikat). Proses pembuatan selama 21 hari dan setelah dibuka mengeluarkan bau harum dan agak asam. Pembuatan silase ini sangat direspon oleh anggota kelompok.

Sisa hasil pertanian juga dapat dijadikan sumber hijauan pakan ternak seperti jerami padi, daun dan tongkol jagung, dan lain-lain. Jerami padi mempunyai kadar serat yang tinggi dan kadar energi rendah sehingga nilai cernanya rendah. Menurut Kardiyanto (2009), diperlukan suatu perlakuan agar mudah dicerna yaitu dengan proses fermentasi. Prosedur pembuatan amoniasi jerami padi adalah disiapkan jerami kering (kadar air sekitar 60%) kemudian dipotong-potong 2–5 cm. Jerami tersebut ditumpuk dalam kantong plastik, lalu diinjak-injak sampai padat. Kemudian jerami yang ditumpuk dalam kantong plastik ditaburi dengan probiotik (SB) dan urea dengan perbandingan masing–masing 6 kg untuk setiap ton jerami padi. Untuk menumbuhkan probiotik maka dipercikkan air sampai

kelembaban 60%, yang diindikasikan dengan tangan yang meremas-remas jerami dan apabila dilihat di telapak tangan air seakan-akan sudah mau menetes tetapi belum menetes artinya airnya sudah cukup. Tahapan tadi diulangi lagi dengan tumpukan 15 cm sampai kantong plastik penuh. Setelah kantong plastik ditutup dan diikat dibiarkan selama 21 hari pada tempat yang terlindung hujan dan sinar matahari langsung. Setelah 21 hari hasil fermentasi siap diberikan kepada ternak.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Penerapan ipteks melalui program IbM bagi kelompok tani Kalooran Tawaya telah dilakukan dan direspon baik oleh anggota kelompok. Produk yang dihasilkan untuk kelompok Kalooran Tawaya berupa silase dan amoniasi.

Saran yang disampaikan adalah perlu pendampingan untuk pengembangan usaha peternakan sapi yang berorientasi bisnis.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, A. 2008. Peranan Penyuluhan dan Kelompok Tani Ternak Untuk Meningkatkan Adopsi Teknologi Dalam Peternakan Sapi Potong. Makalah Seminar Nasional Sapi Potong Universitas Tadulako, Palu. 24 November 2008.
- Dinas Peternakan SULUT, 1998. Laporan Tahunan Dinas Peternakan Provinsi Sulawesi Utara. Manado.
- Djayanegara, A dan I.G. Ismail. 2004. Manajemen Sarana Usahatani dan Pakan Dalam Sistem Integrasi Tanaman-Ternak. Sistem dan Kelembagaan Usahatani Tanaman-Ternak. Prosiding Seminar. Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian. p:205-225.
- Elly, F.H. 2008. Dampak Biaya Transaksi Terhadap Perilaku Ekonomi Rumah tangga Petani Usaha Ternak Sapi-Tanaman di Sulawesi Utara. Disertasi Doktor.

- Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Elly, F.H., B.M. Sinaga., S.U. Kuntjoro and N. Kusnadi. 2008. Pengembangan Usaha Ternak Sapi Melalui Integrasi Ternak Sapi Tanaman di Sulawesi Utara. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian, Bogor.
- Fagi, A.M. dan S. Kartaatmadja. 2004. Dinamika Kelembagaan Sistem Usahatani Tanaman Ternak dan Diseminasi Teknologi. *Sistem dan Kelembagaan Usahatani Tanaman-Ternak*. Prosiding Seminar. Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian. p:226-241.
- Kardiyanto, E. 2009. *Budidaya Ternak sapi Potong*. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian, Banten.
- Kiswanto., A. Prabowo dan Widyantoro. 2004. Transformasi struktur Usaha Penggemukan Sapi Potong di Lampung Tengah. *Sistem dan Kelembagaan Usahatani Tanaman-Ternak*. Prosiding Seminar. Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian. p:111-121.
- Pambudy, R. 1999. *Perilaku Komunikasi, Perilaku Wirausaha Peternak, dan Penyuluhan Dalam Sistem Agribisnis Peternakan Ayam*. Disertasi Doktor. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Prasetyo, T., D. Pramono dan C. Setiani. 2004. *Spesialisasi Usaha Ternak Berdasarkan Potensi Sumberdaya Pertanian di Jawa Tengah*. *Sistem dan Kelembagaan Usahatani Tanaman-Ternak*. Prosiding Seminar. Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian. p:161-173.
- Ratnada, M., Yusuf., S. Ratnawaty dan J. Nulik. 2004. *Kelembagaan Kumunal Penggembalaan Ternak : Studi Kasus di Timor Tengah Utara Nusa Tenggara Timur*. *Sistem dan Kelembagaan Usahatani Tanaman-Ternak*. Prosiding Seminar. Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian. p:41-51.
- Salendu, A.H.S. 2012. *Perspektif Pengelolaan Agroekosistem Kelapa-Ternak Sapi di Minahasa Selatan*. Disertasi Doktor. Program Pascasarjana Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Malang.
- Yusran, M.A. 2004. *Struktur Usaha Peternakan Sapi Potong di Jawa Timur*. *Sistem dan Kelembagaan Usahatani Tanaman-Ternak*. Prosiding Seminar. Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian. p:174-201.

## **Daya Bunuh Ekstrak Daun Permot (*Passiflora foetida*) Terhadap Larva Nyamuk *Culex quinquefasciatus***

**Rina Priastini Susilowati, Budiman Hartono**

Bagian Biologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Kristen Krida Wacana Jakarta  
rinapriastini67@gmail.com

### **ABSTRAK**

Nyamuk *Culex quinquefasciatus* adalah vektor penyakit arbovirus dan demam kaki gajah (filariasis). Hingga saat ini pengendalian nyamuk *Culex quinquefasciatus* adalah menggunakan insektisida sintetik. Namun penggunaan insektisida sintetik yang terus menerus memiliki dampak yang buruk terhadap lingkungan dan dapat menyebabkan resistensi. Oleh karena itu salah satu cara pengendaliannya adalah dengan memutus mata rantai perkembangan melalui insektisida yang efektif membunuh larva nyamuk. Insektisida alami merupakan pengendalian alternatif yang relatif aman bagi lingkungan dengan memanfaatkan tanaman yang mengandung bahan aktif pembunuh nyamuk yaitu permot (*Passiflora foetida*). Daun permot mengandung senyawa harmin, harmalin dan ermanin. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui daya bunuh dari ekstrak daun permot terhadap pertumbuhan larva *Culex quinquefasciatus*. Konsentrasi larutan ekstrak yang digunakan adalah 0 ppm (kontrol), 500 ppm; 1000 ppm; 1500 ppm; 2000 ppm, 2500 ppm dan 3000 ppm. Parameter yang diamati meliputi mortalitas, LC<sub>50</sub> dan LC<sub>90</sub>. Hasil yang didapatkan tidak terdapat larva yang mati pada kontrol. Nilai LC<sub>50</sub> dianalisis dengan uji Probit sebesar 1165 ppm dan LC<sub>90</sub> sebesar 2030 ppm. Mortalitas larva juga disebabkan oleh kenaikan aktivitas asetilkolinesterase yang dapat menyebabkan paralisis bahkan kematian pada larva. Dapat disimpulkan bahwa dosis efektif ekstrak daun permot terhadap kematian larva *Culex quinquefasciatus* adalah 2030 ppm.

**Kata kunci:** permot, larvasida, mortalitas, *Culex quinquefasciatus*

### **ABSTRACT**

*Culex quinquefasciatus* mosquito is a vector of arbovirus disease and elephantiasis fever (filariasis). Until now *Culex quinquefasciatus* mosquito control is using synthetic insecticides. However, the use of synthetic insecticides that continues to have a negative impact on the environment and can cause resistance. Therefore one way of control is to break the chain of development through insecticides that effectively kill mosquito larvae (larvacide). Natural insecticides are alternative controls that are relatively safe for the environment by utilizing plants containing the active ingredients of mosquito killer that is permot (*Passiflora foetida*). Permot leaves contain compounds harmin, harmalin and ermanin. This study aims to determine the killing power of Permot leaf extract on the growth of *Culex quinquefasciatus* larvae. The concentration of extract solution used was 0 ppm (control), 500 ppm; 1000 ppm; 1500 ppm; 2000 ppm, 2500 ppm and 3000 ppm. The parameters observed included mortality, LC<sub>50</sub> and LC<sub>90</sub>. The value of LC<sub>50</sub> is analyzed by Probit test of 1165 ppm and LC<sub>90</sub> at 2030 ppm. Larval mortality is also caused by an increase in acetylcholinesterase activity which can cause paralysis and even death in larvae. It can be concluded that the effective dose of permot leaf extract on mortality of *Culex quinquefasciatus* larvae is 2030 ppm.

**Key words:** permot, larvacide, mortality, *Culex quinquefasciatus*

## PENDAHULUAN

Nyamuk merupakan satu di antara jenis serangga yang dapat merugikan manusia karena perannya sebagai vektor penyakit. Nyamuk *Culex quinquefasciatus* termasuk kelas insect, ordo Diptera dan famili Culicidae yang dapat menyebabkan beberapa jenis penyakit seperti filariasis, encephalitis dan dirofilariasis ditularkan melalui nyamuk *Culex quinquefasciatus* (Hadi dan Koesharto, 2006). Daerah endemis filariasis di Indonesia antara lain Sumatra, Jawa, Kalimantan, Sulawesi, NTT, Maluku, dan Irian Jaya (Oemijati dan Kurniawan, 2003).

Secara umum para ahli mencoba mengatasi masalah ini dengan menggunakan produk yang berasal dari tanaman untuk menekan atau mengontrol perkembangan nyamuk. Telah diketahui sebelumnya bahwa produk alami yang berasal dari tanaman bersifat efektif, aman dan secara luas dapat digunakan sebagai senyawa aktif biologis terutama di bidang penyakit infeksi (Cragg *et al.*, 1997). Beberapa penelitian telah dilakukan untuk memanfaatkan produk tanaman sebagai insektisida yang efektif dan larvasida untuk mengendalikan berbagai macam jenis nyamuk (Rahuman *et al.*, 2000; Das *et al.*, 2007; Sakthivadivel *et al.*, 2008 ).

Pestisida yang berbahan dasar tanaman tidak memiliki efek yang berbahaya terhadap ekosistem, dan metabolit sekunder dan derivative sintetik memberikan alternative untuk mengendalikan nyamuk. Dengan demikian, strategi yang inovatif untuk mengendalikan vector adalah dengan menggunakan fitokimia sebagai sumber alternative untuk bahan insektisida dan larvasida untuk melawan vektor penyebab penyakit menjadi tidak terelakkan lagi (Senthil-Nathan *et al.*, 2006).

Salah satu cara pemberantasan *Culex quinquefasciatus* yang dapat dilakukan secara sederhana dan tidak menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan adalah pemberantasan larva menggunakan senyawa kimia alami atau berasal dari senyawa aktif tanaman. Oleh karena itu, perlu diupayakan

adanya insektisida alternatif yang berupa senyawa kimia alami yang berasal dari tumbuh-tumbuhan serta ramah lingkungan seperti tanaman permot (*Pasiflora foetida*).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh ekstrak daun permot (*Passiflora foetida*) sebagai larvasida nyamuk *Culex quinquefasciatus* dengan menghitung LC<sub>50</sub> dan LC<sub>90</sub>, serta aktivitas asetilkolinesterase yang dapat menyebabkan paralisis bahkan kematian pada nyamuk.

## BAHAN DAN METODE

### Persiapan Larva *Culex quinquefasciatus*

Untuk persiapan larva uji dilakukan dengan sedikit modifikasi yang telah diadopsi (WHO, 2005). Uji dilakukan di dalam gelas kimia. Larva instar III diperoleh dari laboratorium hasil persilangan generasi F1 di laboratorium. Dipersiapkan larutan dengan konsentrasi 500 ppm, 1000 ppm, 1500 ppm, 2000 ppm, 2500 ppm dan 3000 ppm. Dua puluh larva instar III yang sehat dilepaskan masing-masing ke larutan dengan konsentrasi yang telah dibuat ke dalam gelas kimia. Mortalitas atau kematian larva uji diamati selama masa perlakuan 24 dan 48 jam. Larva dianggap mati ketika tidak menunjukkan tanda-tanda pergerakan saat disentuh dengan menggunakan jarum. Perlakuan dilaksanakan dengan 6 kali ulangan. Untuk kelompok kontrol gelas kimia hanya diisi dengan akuades tanpa penambahan ekstrak daun permot. Persentase mortalitas larva dihitung ketika mortalitas kelompok kontrol terjadi pada kisaran 5-20% dikoreksi dengan menggunakan rumus Abbott (Abbott, 1925).

### Ekstraksi Daun Permot

Daun permot segar yang telah dipilih, dilayukan dan dipotong kecil-kecil. Dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 40°-50°C. Tujuan dikeringkan adalah agar kadar air yang ada pada bunga berkurang sehingga memudahkan pada saat ekstraksi. Pengeringan dengan oven membantu menjaga penguapan yang berlebihan,

karena suhu dapat diatur dan menghindari pengotor (bakteri, serangga) yang tidak diinginkan. Penghalusan dilakukan dengan cara diblender. Setelah terbentuk serbuk diayak dengan menggunakan ayakan 50 mesh agar serbuknya menjadi homogen. Serbuk yang sudah dihaluskan sejumlah 1 kg dimasukkan dalam bejana dan dituangi dengan pelarut etanol 96% sampai terendam dan dibiarkan selama 3 hari. Hasil rendaman kemudian disaring dengan bantuan pompa hisap. Ampas atau filtrat yang diperoleh kemudian dimaserasi ulang dengan pelarut etanol 96% yang baru dan dibiarkan selama 24 jam. Ekstrak cair yang diperoleh diuapkan dengan evaporator pada suhu 4°C sampai diperoleh ekstrak kental.

#### Uji Aktivitas Asetilkolinesterase (AChE)

Analisis aktivitas asetilkolinesterase dilakukan menurut metode Ellman *dkk.* (1961) yang dilakukan pada larva *Culex quinquefasciatus*. Ke dalam tabung reaksi berisi 1,95 mL bufer kalium fosfat 0,1 M pH 7,5; ditambahkan 200 µL homogenat *Culex quinquefasciatus*, 150 µL DTNB 0,0011 M dalam buffer fosfat dan 100 µL larutan insektisida uji dalam air dan pengemulsi alkil aril poliglikol eter 400 mg/L 0,1%. Pada campuran kontrol suspensi insektisida diganti dengan larutan buffer. Setelah dikocok sempurna dan dibiarkan selama 10 menit, selanjutnya ke dalam setiap tabung reaksi ditambahkan 100 µL asetilkolin iodida 0,0105 M dalam buffer fosfat. Pengujian dilakukan pada konsentrasi ekstrak daun permot dengan dosis bertingkat. Campuran blanko berisi komponen yang sama dengan campuran uji, kecuali homogenat sumber enzim diganti dengan bufer fosfat. Reaksi dibiarkan selama 30 menit, kemudian serapan cahaya larutan pada masing-masing tabung diukur pada panjang gelombang 412 nm dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Aktivitas asetilkolinesterase dinyatakan dalam molar substrat terhidrolisis per menit per mg protein.

#### Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan uji *one-way* Anova dan dilanjutkan dengan uji BNT 5%. Sebelum dianalisis data dirubah ke bentuk prosentase jika menunjukkan sebaran yang tidak normal karena terdapat data di atas 70% dan di bawah 30% maka harus ditransformasikan untuk memperoleh sebaran yang normal, maka yang digunakan Arcsin $\sqrt{x}$  persen. Persamaan regresi linier dan uji probit digunakan untuk menentukan LC<sub>50</sub>. Perangkat lunak yang digunakan untuk analisis data adalah SPSS 23.0 for Windows.

## HASIL

#### Pengukuran Suhu

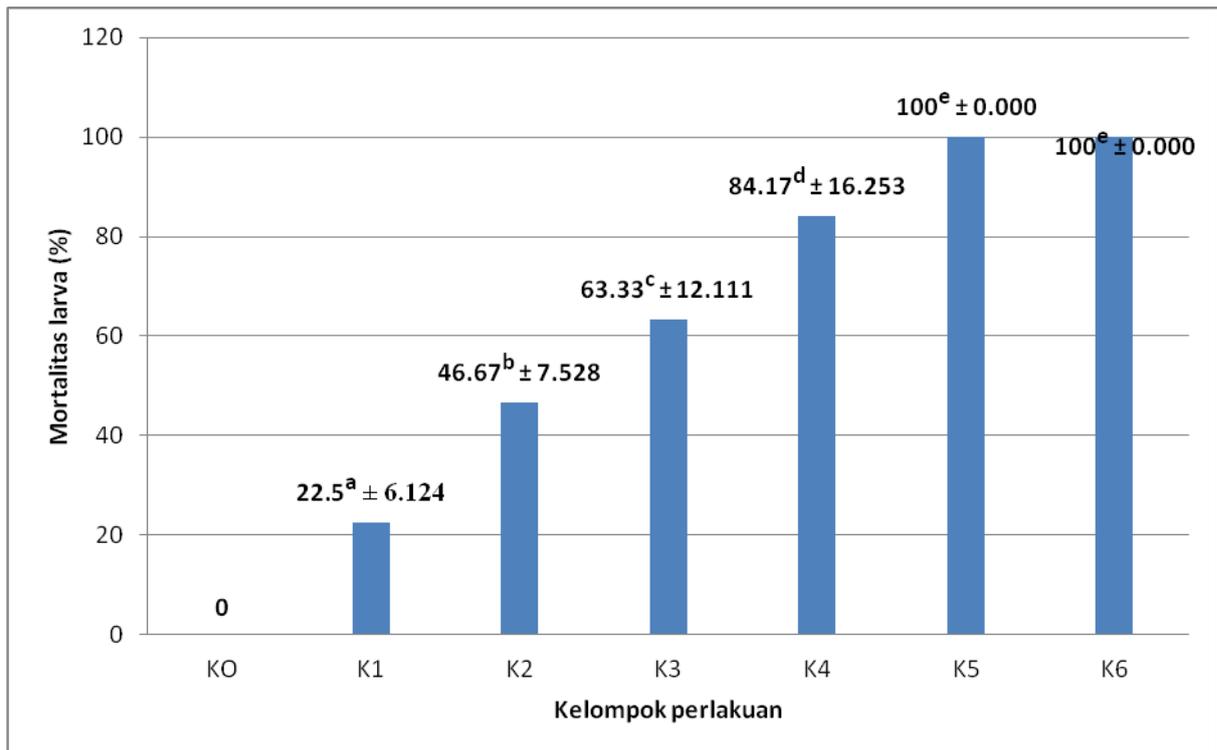
Pada saat penelitian pendahuluan, hasil pengukuran suhu awal sampai akhir suhunya dapat stabil pada 25°C. Kondisi ini merupakan kisaran suhu yang dapat digunakan larva *Culex quinquefasciatus* untuk hidup dengan baik.

#### Pengukuran pH Media

Hasil pengukuran pH awal dan akhir dari serbuk serai pada berbagai konsentrasi menambah keasaman dari media uji tersebut, akan tetapi pH hanya berkisar pada angka 5 dimana pada pH tersebut larva *Culex quinquefasciatus* dapat hidup dengan baik yaitu pada kisaran 4,4 -9,3.

#### Mortalitas Larva *Culex quinquefasciatus*

Pada penelitian ini menggunakan dosis bertingkat untuk ekstrak daun permot yang telah diuji pada masing-masing kelompok perlakuan. Kematian larva *Culex quinquefasciatus* bertambah seiring dengan bertambahnya konsentrasi. Hal ini membuktikan bahwa semakin tinggi nilai konsentrasi maka semakin tinggi pula jumlah kematian larva (Gambar 1).



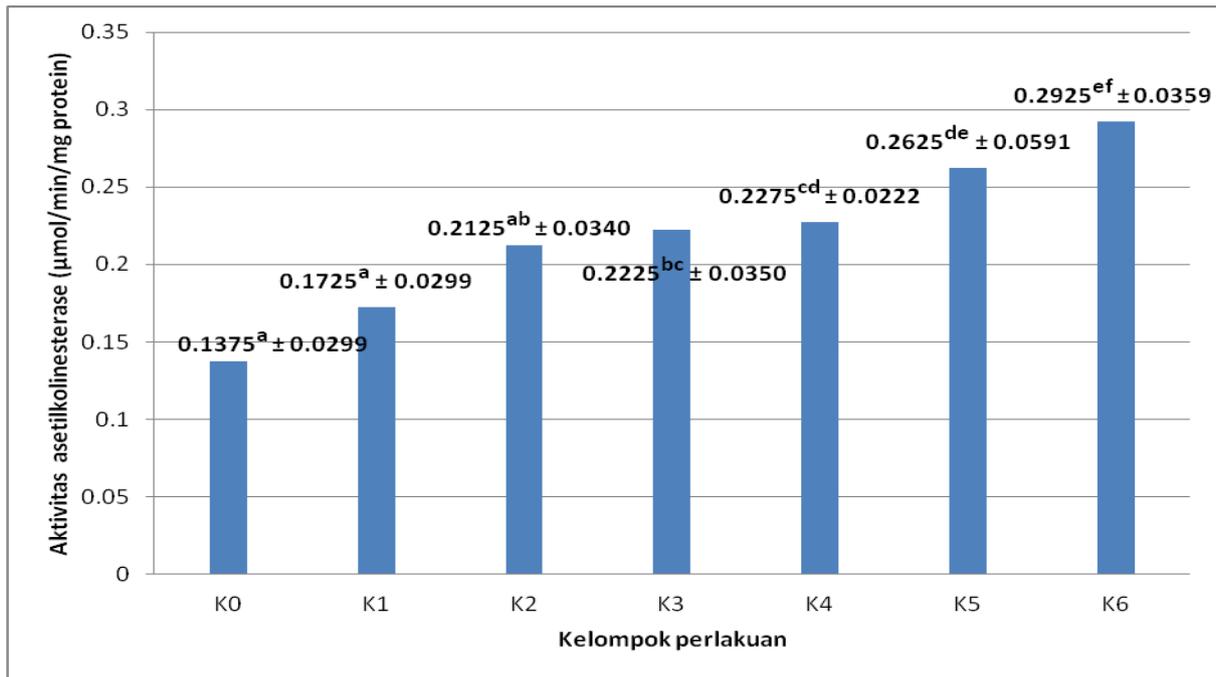
Gambar 1. Grafik Rerata Mortalitas Larva *Culex quinquefasciatus*

Dari grafik di atas menunjukkan adanya kenaikan konsentrasi yang diberikan berbanding lurus dengan jumlah kematian larva *Culex quinquefasciatus*, kenaikan rata-rata kematian larva *Culex quinquefasciatus* berbanding lurus dengan kenaikan penambahan konsentrasi ekstrak daun permot. Berdasarkan uji *one-way* Anova diperoleh hasil ada perbedaan yang bermakna antara kelompok kontrol dan kelompok perlakuan ekstrak daun permot dengan dosis bertingkat. Uji dilanjutkan dengan uji BNT diperoleh hasil semua kelompok perlakuan ekstrak daun permot dengan dosis bertingkat mengalami perbedaan yang bermakna, kecuali kelompok ekstrak daun permot 2500 ppm dan 3000 ppm. Hal ini berarti bahwa pada masa perlakuan selama 48 jam hanya perlakuan ekstrak daun permot dengan dosis 2500 ppm dan 3000 ppm yang mencapai 100% kematian larva *Culex quinquefasciatus*.

Berdasarkan hitung  $LC_{50}$  bioinsektisida ekstrak daun permot pada larva *Culex quinquefasciatus* adalah 1165 ppm dan  $LC_{90}$  pada dosis 2030 ppm.

#### Aktivitas Asetilkolinesterase Larva *Culex quinquefasciatus*

*Culex quinquefasciatus* yang digunakan pada penelitian ini setelah mati (pengamatan jam ke 1, 6, 12, 24 dan 48 jam) dilakukan uji aktivitas enzim asetilkolinesterase. Uji aktivitas enzim asetilkolinesterase perlu dilakukan karena ada hubungan antara keadaan paralisis dan *knockdown* pada *Culex quinquefasciatus* dengan meningkatnya aktivitas enzim asetilkolinesterase. Hasil pengukuran aktivitas asetilkolinesterase dinyatakan dalam molar substrat terhidrolisis per menit per mg protein seperti yang tertera pada Gambar 2.



Gambar 2. Aktivitas enzim asetilkolinesterase *Culex quinquefasciatus* antar kelompok perlakuan setelah 48 jam pengamatan

## PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini digunakan berbagai konsentrasi dari ekstrak daun permot (*Passiflora foetida*) yang telah diuji pada masing-masing kelompok larva. Kematian larva uji bertambah seiring dengan bertambahnya konsentrasi dan waktu. Hal ini membuktikan bahwa semakin tinggi konsentrasi dan semakin lama pajanan waktu maka semakin tinggi juga kematian larva. Hal ini sesuai dengan yang dikemukakan oleh Hoedjo dan Sungkar (2008) bahwa khasiat insektisida untuk membunuh serangga sangat bergantung pada bentuk, cara masuk ke dalam tubuh serangga, macam bahan kimia, konsentrasi dan jumlah (dosis) insektisida.

Menurut Komisi Pestisida (1995) penggunaan larvasida dikatakan efektif apabila oleh zat toksik dari ekstrak daun permot. Senyawa toksik yang terkandung dalam daun permot dapat masuk melalui dinding tubuh larva dan melalui mulut karena larva biasanya mengambil makanan dari tempat hidupnya. Dinding tubuh serangga merupakan bagian tubuh

dapat mematikan 90-100% larva uji. Selain itu menurut WHO (2005) konsentrasi larvasida dianggap efektif apabila dapat menyebabkan kematian larva uji antara 10-95% yang nantinya digunakan untuk mencari nilai *lethal concentration*.

Penelitian ini menggunakan ekstrak permot (*Passiflora foetida*) yang merupakan bahan insektisida alami yang mengandung senyawa saponin, flavonoid, tannin dan alkaloid seperti ermanin, harmalin, harmin dan vitexin yang merupakan zat toksik bagi larva sehingga menyebabkan kematian larva uji (Patil *et al.*, 2003). Sastrodihardjo (1979) menyatakan uji toksisitas ini dilakukan dengan memasukkan larva nyamuk ke dalam suatu larutan ekstrak dengan konsentrasi tertentu. Dengan demikian seluruh tubuh larva terpapar serangga yang dapat menyerap zat toksik dalam jumlah besar.

Mekanisme kerja larvasida dalam membunuh larva yaitu larvasida masuk melalui kontak dengan kulit. Kemudian diaplikasikan langsung menembus integumen serangga (kutikula), trakea atau kelenjar sensorik dan

organ lain yang berhubungan dengan kutikula. Bahan kimia yang terkandung dalam insektisida melarutkan lemak atau lapisan lilin pada kutikula sehingga menyebabkan bahan aktif yang terkandung dalam insektisida tersebut dapat menembus tubuh serangga (Pradani *dkk.*, 2011).

Cara kerja larvasida juga dapat masuk ke dalam tubuh larva melalui mulut (melalui makanan yang dimakan). Larva mati dikarenakan racun yang masuk melalui makanan tersebut kemudian dalam sel tubuh nyamuk akan menghambat metabolisme sel yaitu menghambat transport elektron dalam mitokondria sehingga pembentukan energi dalam sel tidak terjadi dan sel tidak dapat beraktivitas.

Hasil uji fitokimia yang dilakukan pada daun permot antara lain mengandung metabolit sekunder alkaloid, saponin, tannin dan flavonoid (Patil *et al.*, 2009). Cania (2013) menyatakan bahwa alkaloid dan saponin memiliki cara kerja sebagai racun perut dan menghambat kerja enzim kolinesterase pada larva. Flavonoid berperan sebagai racun pernafasan sehingga menyebabkan kematian larva. Tannin dapat menurunkan kemampuan mencerna makanan dengan cara menurunkan aktivitas enzim pencernaan (protease dan amilase).

Kandungan alkaloid ini berfungsi sebagai racun perut dan racun kontak. Alkaloid berupa garam sehingga dapat mendegradasi membrane sel saluran pencernaan untuk masuk ke dalam dan merusak sel serta dapat mengganggu system kerja saraf larva dengan menghambat kerja enzim asetilkolinesterase. Dimana enzim ini tidak dapat melaksanakan tugasnya dalam tubuh terutama meneruskan pengiriman perintah kepada saluran pencernaan larva (*midgut*) sehingga gerakannya tidak dapat dikendalikan. Terjadinya perubahan warna pada tubuh larva menjadi lebih transparan dan gerakan tubuh larva yang melambat bila dirangsang sentuhan serta selalu membengkokkan badan juga disebabkan oleh senyawa alkaloid (Pavela *et al.*, 2009; Yunita *dkk.*, 2009).

Tannin merupakan kandungan terbanyak setelah alkaloid. Tannin adalah senyawa polifenol yang dapat membentuk senyawa

kompleks dengan protein. Tannin tidak dapat dicerna lambung dan mempunyai daya ikat dengan protein, karbohidrat, vitamin, dan mineral (Ridwan *dkk.*, 2010). Menurut Yunita *dkk.* (2009), tannin dapat mengganggu serangga dalam mencerna makanan karena tannin akan mengikat protein dalam sistem pencernaan yang diperlukan serangga untuk pertumbuhan sehingga diperkirakan proses pencernaan larva *Culex quinquefasciatus* menjadi terganggu akibat zat tannin tersebut.

Saponin dapat menghambat kerja enzim yang menyebabkan penurunan kerja alat pencernaan dan penggunaan protein. Sifat-sifat saponin ini yaitu berbusa dalam air, mempunyai sifat detergen yang baik, beracun bagi binatang berdarah dingin, mempunyai aktivitas hemolisis, tidak beracun bagi binatang berdarah panas mempunyai sifat anti eksudatif dan mempunyai sifat anti inflamatori. Selain itu, saponin mempunyai kemampuan untuk merusak membran (Yunita *dkk.*, 2009). Selain itu, Saponin mengandung glikosida dalam tanaman yang sifatnya menyerupai sabun dan dapat larut dalam air. Saponin dapat menurunkan aktivitas enzim pencernaan dan penyerapan makanan. Flavonoid merupakan senyawa pertahanan tumbuhan yang dapat bersifat menghambat makan serangga dan juga bersifat toksik. Cara kerja senyawa-senyawa tersebut adalah sebagai *stomach poisoning* atau racun perut yang dapat mengakibatkan gangguan sistem pencernaan larva *Culex quinquefasciatus*, sehingga larva gagal tumbuh dan akhirnya mati (Sastrodiharjo, 1979).

Saponin dalam ekstrak daun permot diduga dapat menurunkan tegangan permukaan selaput mukosa traktus digestivus larva sehingga dinding pencernaan menjadi korosif. Kandungan kimia saponin dan flavonoid mempunyai potensi sebagai larvasida *Aedes aegypti*, saponin merupakan senyawa berasa pahit menusuk dan dapat menyebabkan alergi serta sering mengakibatkan iritasi terhadap selaput lendir, saponin dapat menghancurkan butir darah merah melalui reaksi hemolisis, bersifat racun bagi hewan (Aminah *dkk.*, 2001).

Penyebab kelemahan pada saraf serangga juga dapat yang disebabkan oleh bahan aktif flavonoid yang terdapat pada ekstrak daun permot, dimana fungsinya adalah menghambat kerja enzim asetilkolinesterase. Asetilkolin yang dibentuk oleh sistem saraf pusat berfungsi untuk menghantarkan impuls dari sel saraf ke sel otot. Setelah impuls dihantarkan, proses dihentikan oleh enzim asetilkolinesterase yang memecah asetilkolin menjadi asetil ko-A dan kolin. Adanya flavonoid akan menghambat bekerjanya enzim ini sehingga terjadi penumpukan asetilkolin yang akan menyebabkan terjadinya gangguan pada sistem penghantaran impuls ke otot yang dapat berakibat otot kejang, terjadi paralisis dan berakhir pada kematian. Selain itu, juga dapat mengganggu aliran  $\text{Na}^+$  (*sodium*) dalam sel saraf dan neurotransmitter (transmitter kimia) pada sinaps (Winslow, 2002).

Lebih lanjut Winslow (2002) menjelaskan bahwa ermanin, harmalin, harmin dari ekstrak daun permot dalam saraf akan memperpanjang aliran ion  $\text{Na}^+$  masuk ke dalam membran dengan cara memperlambat atau menghalangi penutupan *channel*. Apabila ermanin, harmalin, harmin dan piretrin memperlambat penutupan *channel* maka saraf dalam keadaan depolarisasi cukup lama, sehingga ion  $\text{Na}^+$  akan banyak masuk ke dalam membran. Hal ini akan menimbulkan gejala kejang dan gemetar. Ermanin, harmalin, dan harmin juga mampu menghalangi penutupan *channel*, keadaan ini akan menyebabkan membran kelebihan ion  $\text{Na}^+$  yang akhirnya saraf menjadi tidak aktif. Ketidakaktifan saraf ini dikarenakan saraf terlalu positif dan sulit untuk repolarisasi (kembali ke keadaan semula). Gejala yang akan ditimbulkan adalah kelumpuhan atau paralisis (Winslow, 2002).

Ekstrak daun permot memiliki sifat larvasida yang sangat berguna untuk mengendalikan larva nyamuk di tempatnya berkembang biak (di air). Penelitian lebih lanjut dibutuhkan untuk menjelaskan aktivitasnya terhadap berbagai macam stadium jenis nyamuk dan juga mengidentifikasi bahan-bahan aktif dalam ekstrak yang berfungsi sebagai larvasida.

## KESIMPULAN

Dosis efektif ekstrak daun permot terhadap kematian larva *Culex quinquefasciatus* adalah 2030 ppm. Paralisis atau kematian larva *Culex quinquefasciatus* berhubungan dengan meningkatnya aktivitas asetilkolinesterase yang dipicu oleh bahan-bahan kimia yang terdapat di dalam ekstrak daun permot yang merupakan larvasida.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abbott, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology* 18:265-267.
- Aminah, N.S., S. Sigit, S. Partosoedjono, Chairul. 2001. S. lerak, D. metel dan E. prostata sebagai larvasida *Aedes aegypti*. *Cermin Dunia Kedokteran* 131.
- Cania, E. 2013. Efektivitas larvasida ekstrak daun legundi (*Vitex trifolia*) terhadap larva *Aedes aegypti*. *Medical of Journal Lampung University* 2(4).
- Cragg, G.M., D.J. Newmann, K.M. Snader. 1997. Natural products in drug discovery and development. *Journal of Natural Products* 60(1):52-60.
- Das, N.G., D. Goswami, B. Rabha. 2007. Preliminary evaluation of mosquito larvicidal efficacy of plant extracts. *Journal of Vector Borne Diseases* 44(2):145-148.
- Ellman, G.L., K.D. Courtney, V. Andres, Jr., R.M. Featherstone 1961. A New and rapid calorimetric determination of acetylcholinesterase activity. *Biochemistry Pharmacology* 7: 88-95.
- Hadi, U.K., F.X. Koesharto. 2006. Hama dan permukiman Indonesia: pengenalan, biologi dan pengendalian. Upik KH, Singgih HS, editor. IPB Pr, Bogor.
- Hoedjo, R., S. Sungkar. 2008. *Morfologi, Daur Hidup dan Perilaku Nyamuk : Parasitologi Kedokteran*. Edisi Ke-4. Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia, Jakarta. 383 hlm.
- Komisi Pestisida. 1995. *Metode Standar Pengujian Efikasi Pestisida*. Komisi Pestisida Bandung, Bandung.

- Oemijati, S., A. Kurniawan. 2003. Epidemiologi Filariasis. *Dalam: S. Gandahusada, H.H. Illahude, dan W. Pribadi (Eds). Parasitologi Kedokteran. 3rd ed. Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia, Jakarta. Hal. 42-43.*
- Patil, A.S., H.M. Paikrao, S.R. Patil. 2013. *Passiflora foetida* Linn : a complete morphological and phytopharmacological review. *International Journal Pharmacology Biology Science* 4(1) : 285-296.
- Pavela, R., N. Vrchotová, J. Tříška. 2009. Mosquitocidal activities of thyme oils (*Thymus vulgaris* L.) against *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae). *Parasitology Research* 105: 1365–1370.
- Pradani, F., M. Ipa, R. Marina, Y. Yuliasih. 2011. Status Resistensi *Aedes aegypti* dengan metode *susceptibility* di Kota Cimahi terhadap *Cypermethrin*. *Aspirator* 3(1):18-24.
- Rahuman, A.A., G. Gopalakrishnan, B.S. Ghouse, S. Arumugam, B. Himalayan. 2000. Effect of *Feronia limonia* on mosquito larvae. *Fitoterapia* 71:553-555.
- Ridwan, Y., F. Satrija, L. Darusman, E. Handharyani. 2010. Afektivitas anticestoda ekstrak daun miana (*Coleus blumei* Benth) terhadap cacing *Hymenolepis microstoma* pada mencit. *Media Peternakan* 33(1):6-11.
- Sakthivadivel, M., T. Daniel. 2008. Evaluation of certain insecticidal plants for the control of vector mosquitoes viz., *Culex quinquefasciatus*, *Anopheles stephensi* and *Aedes aegypti*. *Applied Entomology and Zoology* 43(1):57-63.
- Sastrodiharjo. 1979. *Pengantar Entomologi*. Penerbit ITB, Bandung.
- Senthil-Nathan, S., P.G. Chung, K. Murugan. 2006. Combined effect of biopesticides on the digestive enzymatic profiles of *Cnaphalocrocis medinalis* (Guenee) (Rice leafhopper) (Insecta: Lepidoptera: Pyralidae). *Ecotoxicol. Environ. Saf* 64: 382-389.
- Susilowati, R.P. 2013. Efektivitas ekstrak daun permot (*Passiflora foetida*) terhadap mortalitas larva nyamuk *Aedes aegypti*. [Laporan Penelitian]. Fakultas Kedokteran, Universitas Kristen Krida Wacana, Jakarta.
- W.H.O. 2005. *Guidelines for Laboratory and Field Testing of Mosquito Larvicides*. WHO, Geneva. p. 10-12.
- Winslow, L. 2002. The Effects of Pyrethrins and Pyrethroids on Human Physiology. [Internet] [sitasi 05 Februari 2017]. Didapat dari : [http://www.thenakedtruthproject.com/files/pyrethrins\\_pyrethroids.pdf](http://www.thenakedtruthproject.com/files/pyrethrins_pyrethroids.pdf).
- Yunita, E., N. Suprpti, J. Hidayat. 2009. Pengaruh ekstrak daun teklan (*Eupatorium riparium*) terhadap mortalitas dan perkembangan larva *Aedes aegypti*. *Bioma* 11(1):11-17.

## **Kualitas Perairan dan Populasi Ikan Seribu (*Poecilia reticulata*) di Sungai Banyuputih, Salatiga**

**Hana Agustina Mra-mra, Sucahyo**

Faculty of Biology, Satya Wacana Christian University  
Jl. Diponegoro 52 – 60, Salatiga 50711, Indonesia  
Tel.: +62 (0) 298 321212, Fax: +62 (0) 298 321433  
E-mail: [hanamramra2608@gmail.com](mailto:hanamramra2608@gmail.com)

### **ABSTRAK**

Sungai Banyuputih adalah salah satu sungai di Kota Salatiga yang sekitarnya didominasi oleh industri kecil pembuatan tahu, peternakan, pertanian serta perumahan kepadatan rendah. Hasil survey mendapati bahwa, kurang lebih terdapat 15 industri tahu skala rumah tangga. Berbagai efluen yang masuk ke badan air Sungai Banyuputih sudah barang tentu mempengaruhi kualitas air sungai tersebut dan organisme yang ada di dalamnya. Penelitian dilakukan untuk menentukan kondisi kualitas perairan Sungai Banyuputih ditinjau dari beberapa faktor fisikawi dan kimiawi serta struktur populasi Ikan Guppy *Poecilia reticulata*. Penelitian dilakukan pada bulan Maret – Mei 2017 di perairan Sungai Banyuputih. Penentuan titik sampling dilakukan secara terpilih dengan mempertimbangkan faktor keberadaan ikan dan efluen dari buangan industri tahu. Parameter fisikawi dan kimiawi yang diuji meliputi suhu, pH, Oksigen terlarut, dan BOD. Struktur populasi ikan guppy dilakukan dengan menghitung berat panjang ikan sampel, ratio jenis kelamin, dan jumlah ikan dewasa serta juvenil. Hasil penelitian menunjukkan nilai parameter fisikawi dan kimiawi yang tidak terlalu berbeda antar stasiun. Demikian juga dengan populasi *P. reticulata* lebih didominasi oleh kelompok juvenil di banding dewasa pada semua stasiun. Data hubungan panjang berat *P. reticulata* memperlihatkan bahwa pada stasiun hulu dan hilir nilai  $b$  lebih dari 3 sedangkan pada stasiun yang menerima efluen limbah industri nilai  $b$  kurang dari 3.

**Kata kunci:** struktur populasi, *Poecilia reticulata*, juvenil, sungai Banyuputih

### **ABSTRACT**

*Banyuputih River is one of the rivers in Salatiga that surrounds by small industry of Tofu Manufacture, livestock, agriculture, and low density housing. The survey found that there are approximately 15 tofu industries at household scale. Various effluents that enter to the body of Banyuputih river certainly effect the quality of the water and the organisms in it. The research was conducted to determine the condition of water quality from the perspective of physical and chemical factors, as well as the population structure of guppy *Poecilia reticulata*. The research was done from March to May 2017 in Banyuputih river. The determination of sampling points was chosen by considering the presence factor of fish and effluent from industrial waste. The physical and chemical parameters tested include temperature, pH, dissolved oxygen, and BOD. The population structure of guppy fish is done by calculating the sample length weight, sex, ratio, and number of adult fish and juveniles. The results showed the value of physical and chemical parameters that are not too different between stations. Similarly, The populations of *P. reticulata* are more dominated by juvenile groups than adults in all stations. *P. reticulata* weight relation data shows that at upstream and downstream stations  $b$  values are greater than 3 and at stations that receive the industrial effluent the value of  $b$  is less than 3.*

**Keywords:** population structure, *Poecilia reticulata*, juvenile, Banyuputih river

## PENDAHULUAN

Aktivitas manusia dalam memenuhi kebutuhan hidupnya melalui kegiatan-kegiatan rumah tangga, pertanian, peternakan, serta industri dapat menghasilkan limbah yang apabila dibuang ke sungai sangat mempengaruhi kualitas perairan sungai tersebut. Pencemaran suatu perairan diakibatkan oleh masuknya bahan pencemar (polutan) baik berupa gas, bahan-bahan terlarut serta partikulat (Agustiniingsih *et al.*, 2012 ; Effendi, 2012).

Sungai Banyuputih merupakan salah satu sungai yang cukup penting di Salatiga. Pada daerah aliran Sungai Banyuputih didominasi oleh industri tahu, peternakan, pertanian serta perumahan kepadatan rendah (Kantor Lingkungan Hidup Kota Salatiga, 2015). Lebih lanjut Purnadi (2014) menerangkan bahwa Sungai Banyuputih sendiri merupakan sungai yang alirannya melintasi daerah Mangunsari, Banyuputih dan Pulutan yang kemudian akan bermuara di Rawa Pening.

Berdasarkan laporan pemantauan kualitas air sungai Kantor Lingkungan Hidup Kota Salatiga, terdapat kurang lebih 15 industri tahu skala rumah tangga di sekitar Sungai Banyuputih. Namun hanya sekitar 5 industri yang mengelolah limbah cairnya sebelum dibuang ke sungai. Tentu saja hal ini menjadi persoalan lingkungan yang cukup penting. Sie Pengendalian dan Pengawasan KLH Salatiga telah melakukan pengawasan secara rutin tiap tahunnya terhadap kualitas perairan sungai di Kota Salatiga. Dalam laporannya Kantor Lingkungan Hidup Kota Salatiga (2015), parameter yang digunakan untuk mengukur kualitas perairan sungai meliputi parameter kimia dan fisika, serta parameter mikrobiologi berupa bakteri *E. coli* dan coliform. Sungai Banyuputih termasuk dalam kategori sungai dengan tingkat pencemaran yang tinggi dan dikhawatirkan bahwa kualitas serta fungsi perairan sungai akan terus menurun apabila belum dilakukan penanganan yang serius serta kepedulian masyarakat juga sangat penting untuk meminimalisir pencemaran sungai Banyuputih.

Ikan seribu (*Poecilia reticulata*) merupakan ikan air tawar yang keberadaannya dapat ditemukan diseluruh perairan air tawar di daerah tropis. Ikan seribu merupakan ikan hias yang sangat diminati oleh masyarakat khususnya yang berkelamin jantan, karena *P. reticulata* jantan memiliki corak warna yang lebih menarik pada bagian ekor dengan sirip ekor yang melebar (Lubis, 2013). *P. reticulata* berasal dari daerah Amerika Selatan, kepulauan Karibia kemudian dibawa masuk ke Indonesia dengan tujuan dapat mengendalikan larva nyamuk. Ikan ini sangat mudah dalam berkembang biak, selain itu Ikan seribu juga dapat dengan mudah menyesuaikan diri dengan lingkungan serta mampu bertahan pada kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan dan sering digunakan oleh para peneliti untuk menganalisis kualitas suatu perairan. Kualitas suatu perairan dapat mempengaruhi struktur populasi ikan. Struktur populasi ikan dapat dilihat dari perbandingan antara jantan dan betina, jumlah anakan serta panjang tubuh ikan dan berat tubuhnya.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas perairan Sungai Banyuputih ditinjau dari beberapa faktor fisikawi dan kimiawi serta struktur populasi Ikan seribu *Poecilia reticulata*.

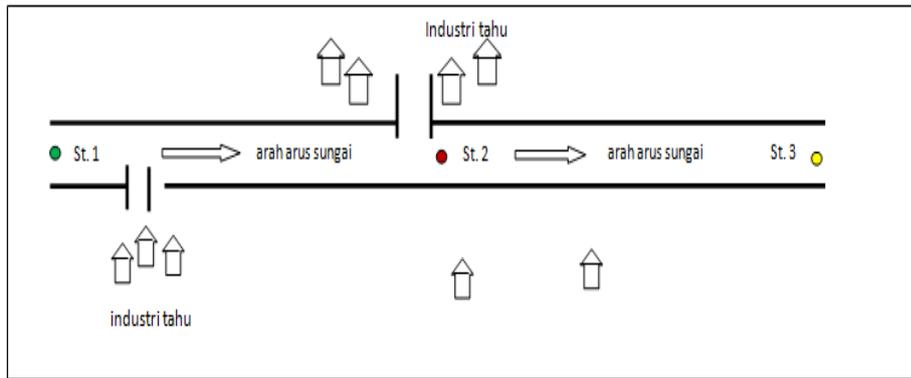
## BAHAN DAN METODE

### Waktu dan Tempat

Penelitian dilakukan pada bulan Maret - Mei 2017 dan dianalisis di Laboratorium Ekologi, Fakultas Biologi, Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga.

### Pengambilan Sampel Air dan Ikan

Pengambilan sampel dilakukan sebanyak tiga kali pada tiga titik stasiun yang telah ditentukan. Stasiun pertama yaitu di bagian hulu sungai yang belum tercemar limbah industri tahu, stasiun kedua dilakukan di bagian tengah sungai dimana bagian tengah merupakan tempat keluarnya limbah industri tahu, dan stasiun ketiga adalah bagian hilir sungai.



Gambar 1. Denah Lokasi Pengambilan Sampel Air dan Ikan  
(Ket: St.1 daerah hulu, St. 2 daerah potensial yang terkontaminasi limbah industri tahu, st. 3 daerah hilir setelah limbah masuk ke badan sungai.)

Sampel air diambil sebanyak tiga kali di setiap stasiun dan ditempatkan ke dalam botol sampel berukuran 1000ml. Pengambilan sampel ikan dilakukan secara acak dengan tiga kali ulangan pada setiap stasiun. Alat tangkap yang digunakan adalah jaring dengan ukuran mata jaring sebesar 1mm ( $\varnothing = 1\text{mm}$ ). Sampel ikan yang tertangkap di masukkan ke dalam tempat yang telah disediakan dan diberi label kemudian dianalisis di Laboratorium.

### Pengukuran Kualitas Air

Pengukuran kualitas air dilakukan di setiap stasiun. Parameter yang diukur yaitu parameter fisika dan kimia diantaranya adalah suhu, pH (derajat keasaman), oksigen terlarut (DO) dan BOD. Untuk pengukuran pH dan suhu dilakukan langsung di tempat pengambilan sampel. pH air diukur dengan menggunakan pH meter dan suhu air diukur dengan menggunakan *thermometer*.

Pengukuran Oksigen Terlarut (DO/*dissolved oksigen*) dan BOD dilakukan di Laboratorium menggunakan prinsip titrasi Iodometri WINKLER.

Sampel air sungai yang telah di bawa ke Laboratorium, di pindahkan ke dalam botol winkler berwarna gelap ukuran 250 ml. Setelah itu ditambahkan larutan  $\text{MnCl}_2$  dan  $\text{NaOH-KI}$ . Selanjutnya ditambahkan larutan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  sebanyak 1 ml, di shaker dengan cara di bolak balik secara manual. Selanjutnya larutan

dipindahkan kedalam erlenmeyer yang lebih besar dan dititrasi dengan larutan standar natrium tiosulfat  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  (0,025M) sampai terbentuk warna kuning muda, lalu ditambahkan beberapa tetes amilum sampai larutan menjadi warna biru dan kembali dititrasi sampai warna biru hilang. Untuk penentuan kadar DO dapat dihitung dengan rumus (Salmin, 2005):

$$DO \text{ mg/L} = V * M * 8 (1000/(VS-2))$$

Dimana V adalah volume  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  yang digunakan, M adalah Molaritas  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  dan Vs adalah volume sampel.

Untuk perhitungan BOD, sampel diinkubasi selama 5 hari pada suhu  $20^\circ\text{C}$  dalam botol winkler gelap. Setelah itu Kadar BOD ditentukan dengan rumus:

$$5X [\text{kadar } \{DO (0 \text{ hari}) - DO (5 \text{ hari})\}] \text{ ppm}$$

### Pengukuran Sampel Ikan

Pengukuran sampel ikan seriu dilakukan dengan menghitung berat panjang ikan sampel, ratio jenis kelamin, dan jumlah ikan dewasa serta juvenil.

1. Alat yang digunakan untuk mengukur panjang total ikan adalah millimeter blok. Panjang ikan diukur mulai dari ujung mulut sampai ujung ekor ikan. Berat ikan ditimbang dengan timbangan digital dalam satuan gram. Kemudian data panjang dan berat ikan seribu dianalisis untuk mengetahui pola pertumbuhan *P. reticulata*.

2. Penentuan jenis kelamin Ikan seribu dilakukan dengan mengamati karakter morfologinya. Umumnya ikan seribu jantan memiliki corak warna yang lebih menarik, memiliki ukuran tubuh yang ramping, sirip lebih lebar dan memiliki gonopodium yang termodifikasi dari sirip anal dan bentuknya panjang. Ikan seribu betina memiliki warna yang kurang menarik, ukuran tubuh lebih besar, sirip punggung biasa dan tidak memiliki gonopodium (Ukhroy, 2008). Setelah itu dilakukan analisis ratio jenis kelamin ikan.
3. Juvenil ikan ditentukan dengan melihat panjang tubuh ikan. Juvenil ikan seribu umumnya memiliki ukuran 0-1,9 cm sedangkan ikan dewasa memiliki panjang baku 2 sampai 3 cm (Susanto, 1990). Data yang diperoleh kemudian dianalisis untuk melihat perbandingan antara juvenil dan dewasa pada ketiga stasiun.

#### Perhitungan Hubungan Panjang Berat Ikan

Hubungan panjang dan berat *P. reticulata* dianalisis dengan rumus (Effendi, 2012):

$$W = aL^b$$

Dimana W adalah berat ikan (*gram*), L adalah panjang ikan (*cm*), a dan b adalah konstanta. Nilai b yang diperoleh ditentukan dengan melakukan uji t pada selang kepercayaan 95% ( $\alpha = 0,05$ ) untuk menentukan pola pertumbuhan panjang dan berat ikan. Apabila nilai  $b=3$ , maka pola pertumbuhan ikan bersifat isometrik. Jika  $b \neq 3$  maka pola pertumbuhan bersifat allometrik (Effendi, 2012).

**Ratio Jenis Kelamin:** Penentuan ratio jenis kelamin jantan dan betina ikan di hitung dengan rumus:

$$SR = \frac{M}{F}$$

Dimana SR adalah ratio jenis kelamin, M adalah jumlah ikan jantan dan F adalah jumlah ikan betina.

#### 2.4.3 Perbandingan Juvenil dan Dewasa

Perbandingan antara juvenil dan dewasa ditentukan dengan melihat distribusi frekuensi panjang ikan pada tiap stasiun.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Kualitas Air di Perairan Sungai Banyuputih

Suatu perairan dikatakan baik apabila masih sesuai dengan kebutuhan biologis (*biological requirement*) ikan atau masih dalam batas toleransi untuk hidup dan kembang biak ikan. Parameter kualitas air yang diukur adalah parameter fisika dan kimiawi yang meliputi suhu ( $^{\circ}\text{C}$ ), pH, oksigen terlarut atau DO (mg/l) serta BOD (mg/l) seperti yang diperlihatkan Tabel 3.1.1.

Sementara hasil pengukuran selama 3 tahun terakhir menunjukkan hasil seperti tercantum dalam Tabel 3.1.2.

Kualitas air sungai Banyuputih cukup berfluktuasi dengan rentang yang tidak terlalu besar. Jika dibandingkan dengan baku mutu yang ada maka nilai BOD pada waktu-waktu tertentu melebihi baku mutu yang ada (Lihat Tabel 3.1.3).

Tabel 3.1.1. Nilai Parameter Fisik Dan Kimia Sungai Banyuputih

| Lokasi    | Parameter                   |          |            |            |
|-----------|-----------------------------|----------|------------|------------|
|           | Suhu ( $^{\circ}\text{C}$ ) | Ph       | DO (mg/l)  | BOD (mg/l) |
| Stasiun 1 | 28,3±0,57                   | 6,3±0,57 | 2.4±1,05   | 6.43       |
| Stasiun 2 | 28±0                        | 6±0      | 2.33±1,006 | 8.62       |
| Stasiun 3 | 28±0,57                     | 6,1±0    | 3.86±1,40  | 7.50       |

Tabel 3.1.2. Kondisi kualitas air pada tiga tahun terakhir

| Tahun | Stasiun sampling | Suhu (°C)   | pH          | BOD(mg/l)   |
|-------|------------------|-------------|-------------|-------------|
| 2014  | Stasiun 1        | 23.9 - 25.9 | 7.02-7.79   | 3.5 - 29.25 |
|       | Stasiun 2        | 24.5 - 26.6 | 6.82-7.45   | 8.6 - 32.4  |
|       | Stasiun 3        | 24.8 - 27.8 | 7.05-7.67   | 2 - 15.5    |
| 2015  | Stasiun 1        | 24.80-27.40 | 6.10-7.64   | 5.20-18.20  |
|       | Stasiun 2        | 25.40-28.00 | 6 - 7.15    | 8.20-35.40  |
|       | Stasiun 3        | 24.8 - 27.8 | 6.00-6.89   | 3 - 21.3    |
| 2016  | Stasiun 1        | 25.70-26.80 | 7.38-7.63   | 6.43-8.74   |
|       | Stasiun 2        | 25.80-26.60 | 6.89-7.82   | 12.31-32.83 |
|       | Stasiun 3        | 27.2 - 28.5 | 7.54 - 8.34 | 3 - 30.3    |

Sumber: Kantor lingkungan hidup kota salatiga

Tabel 3.1.3. Baku Mutu Kualitas Air Berdasarkan PP No. 84 Tahun 2001

| Parameter     | satuan | Kelas |     |     |     | Keterangan                                  |
|---------------|--------|-------|-----|-----|-----|---|
|               |        | I     | II  | III | IV  |   |
| <b>Fisika</b> |        |       |     |     |     |   |
| Suhu          | °C     |       |     |     |     | Devisiansi dari keadaan alamiahnya          |
| <b>Kimia</b>  |        |       |     |     |     |   |
| pH            |        | 6-9   | 6-9 | 6-9 | 5-9 | Nilai rentang tidak boleh kurang atau lebih |
| DO            | Mg/l   | 6     | 4   | 3   | 0   | Angka batas minimum                         |
| BOD5          | Mg/l   | 2     | 3   | 6   | 12  | Batas maksimum                              |

Suhu atau temperatur (°C) merupakan parameter fisik lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan organisme akuatik. Masing-masing organisme akuatik memiliki batas toleransi suhu (batas atas dan bawah) yang juga mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangannya. Dalam pertumbuhan dan perkembangan ikan seribu, suhu optimumnya berkisar antara 22-30°C (Effendi, 2012). Hasil pengukuran suhu pada ketiga stasiun sampel air sugai Banyuputih memeperlihatkan angka yang tidak berbeda jauh antar stasiun yaitu berkisar antara 28-28.3 °C. Suhu tersebut masih dalam

batas normal. Suhu suatu perairan sangat dipengaruhi oleh musim, lintang, ketinggian dari permukaan laut, waktu dalam air, cahaya matahari, keberadaan tumbuhan atau biota di tepi sungai selain itu buangan limbah yang masuk kedalam badan perairan juga dapat mempengaruhi perubahan suhu air (Effendi, 2012).

Pada umumnya suatu perairan alam memiliki nilai pH yang berkisar antara 6-9. Nilai rata-rata pH pada ketiga stasiun di Sungai Banyuputih berkisar antara 6-6.3. Nilai pH ini masih dalam batas yang dapat ditoleransi oleh organisme akuatik. Nilai pH dari limbah tahu

berkisar antara 4.5 – 5 dan bersifat asam (Pujiastuti, 2010). Dari laporan pemantauan kualitas air selama tiga tahun terakhir, dapat diketahui bahwa telah terjadi perubahan nilai pH dari waktu ke waktu. Organisme akuatik memiliki batas toleransi yang bervariasi terhadap pH air tergantung pada suhu, oksigen terlarut serta kandungan mineral suatu perairan. Nilai pH untuk pertumbuhan dan reproduksi ikan menurut Ukroy (2008) berkisar antara 6.5 – 9. Sedangkan menurut Hellawell (1989) pH 5-9 merupakan nilai pH yang dapat menjamin ketahanan hidup ikan.

Nilai DO pada stasiun 1 adalah 2,4 mg/l, pada stasiun dua 2,33 mg/l dan pada stasiun tiga sebesar 3,86 mg/l. Tatangindatu *et al* (2013) menyatakan bahwa DO yang seimbang bagi hewan budidaya adalah 5 mg/l. Sementara Swingle (1968) menyatakan bahwa Kadar minimum DO (Oksigen terlarut) dalam keadaan yang normal dan tidak tercemar senyawa toksik adalah 2 mg/l untuk ikan yang berada di alam. Apabila kurang dari itu maka organisme air akan mati. Pada pengukuran DO sungai Banyuputih semua stasiun menunjukkan nilai rata-rata di atas 2 mg/l. Kandungan oksigen ini sudah cukup untuk mendukung keberlangsungan hidup organisme air. Selain itu ikan yang hidup di alam akan terus menerima suplai oksigen dari aliran sungai yang terus mengalir. Ikan seribu yang dapat hidup pada kondisi DO 2 mg/l juga dapat dilihat dari habitat Ikan seribu yang selalu muncul ke permukaan untuk mengambil udara, selain itu dapat didukung dari pergerakan ikan selalu bergerombol dan menciptakan gelembung udara dalam air sehingga kecukupan oksigen bagi *P. reticulata* terpenuhi. DO (Oksigen terlarut) dalam air dipengaruhi oleh faktor suhu lingkungan perairan, arus air, cuaca serta hal-hal lain yang dapat mempengaruhi suplai oksigen dalam perairan tersebut (Herlambang, 2006).

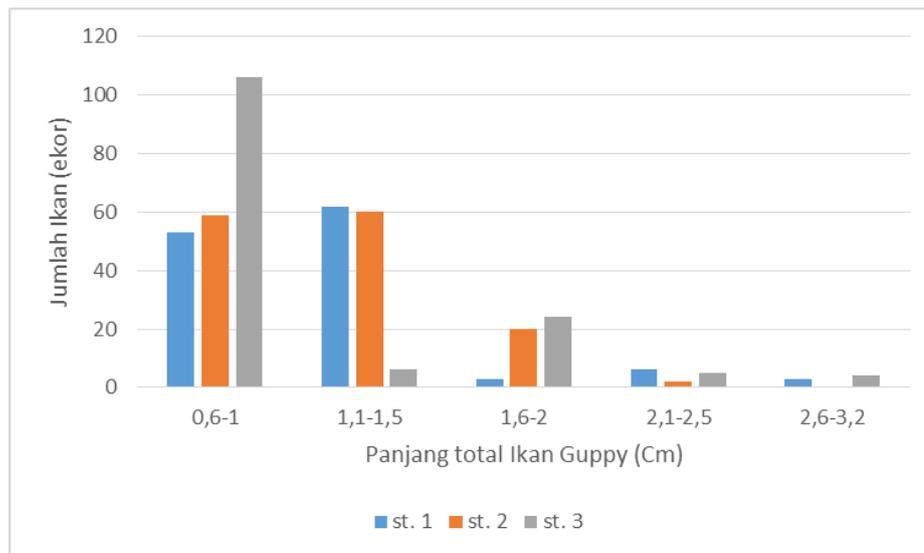
BOD adalah kadar oksigen yang dibutuhkan oleh organisme air untuk memecah bahan organik. Nilai BOD yang tinggi menjadi indikasi bahwa kandungan organik yang terdapat pada perairan tersebut juga tinggi sehingga dapat pula mempengaruhi proses metabolisme dalam

tubuh organisme air (Duffus, 1980). Pada pengukuran BOD di ketiga stasiun sungai Banyuputih menunjukkan angka lebih dari 6mg/l. Dan tergolong kedalam baku mutu kelas IV yaitu air yang digunakan untuk kegiatan mengairi, pertanaman dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut (PP No.84, 2001). BOD yang tinggi mengindikasikan bahwa kadar oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk mengurai bahan organik dalam air tersebut tinggi. Keberadaan mikroorganisme yang banyak dalam suatu perairan menunjukkan bahwa ketersediaan makanan untuk ikan dalam perairan tersebut juga banyak (Tatangindatu *et al*, 2013).

### **Struktur Populasi *Poecilia reticulata***

Sampel *Poecilia reticulata* yang dianalisis selama penelitian ini berjumlah 411 ekor, dengan sebaran masing-masing 125 ekor diperoleh dari stasiun pertama, 141 ekor dari stasiun kedua dan 145 ekor di stasiun ketiga. Panjang minimum ikan adalah 0.6 cm dan panjang maksimum adalah 3.2 cm.

Menurut Susanto (1990) ikan seribu dewasa adalah yang memiliki panjang baku 2 sampai 3 cm. Karena pada ukuran panjang tersebut sudah dapat dibedakan antara ikan jantan dan betina. Sehingga untuk juvenil ikan seribu dapat dipastikan yang berukuran 0 – 1,9 cm. Dari data yang telah dianalisis terlihat bahwa juvenil *P. reticulata* ditemukan di setiap stasiun. Juvenil yang lebih dominan dibanding dewasa dapat disebabkan oleh perairan yang telah tercemar. Menurut Menezes dan Caramaschi (1994) pada perairan yang telah tercemar *P. reticulata* akan mempertahankan kelangsungan hidup dengan cara bereproduksi sehingga jumlah anakan atau juvenil akan lebih banyak dibandingkan jumlah dewasa hal ini dilakukan untuk menyeimbangkan struktur populasi tersebut. Sehingga energi yang seharusnya digunakan untuk pertumbuhan menjadi lebih sedikit karena dialokasikan untuk bereproduksi.



Gambar 3.2.1. Frekuensi Panjang *P. reticulata* di Sungai Banyuputih

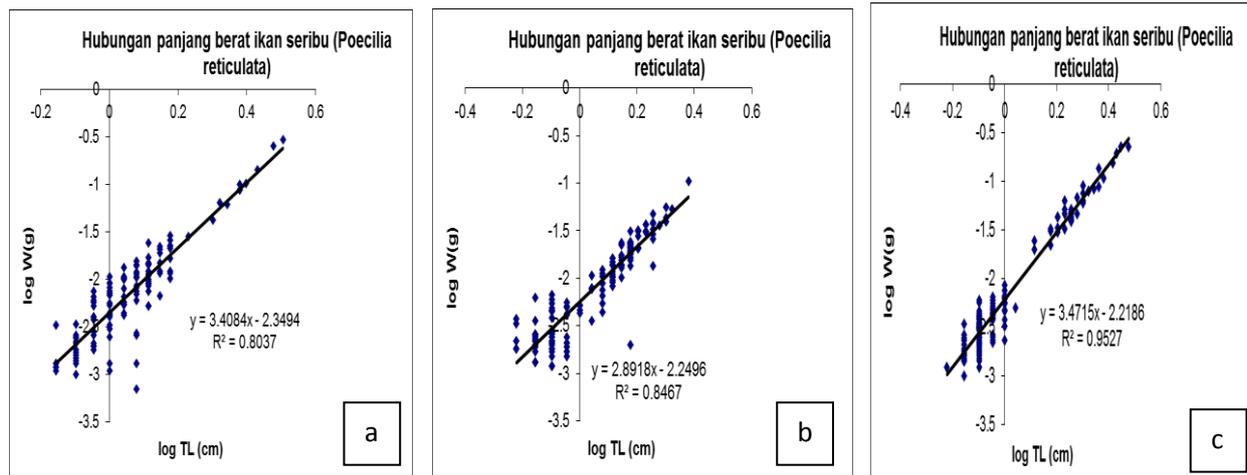
Hubungan panjang dan berat ikan dianalisis menggunakan data panjang total dan berat basah ikan sampel untuk melihat pola pertumbuhan ikan pada setiap stasiun sungai Banyuputih. Hubungan panjang berat ikan pada stasiun 1, stasiun 2 dan stasiun 3 disajikan pada gambar 2.

Dari hasil analisis hubungan panjang dan berat ikan seribu diketahui bahwa nilai persamaan dari panjang dan berat ikan pada stasiun pertama adalah  $W = 0.0046 L^{3.4084}$ . Pada stasiun 2 diperoleh persamaan  $W = 0.0056 L^{2.8918}$  dan pada stasiun 3 nilai  $W = 0.0060 L^{3.4715}$ . Hasil ini menunjukkan bahwa nilai *b* ikan seribu pada stasiun pertama dan stasiun ketiga lebih besar dari 3 (*b* lebih besar dari 3) dan bersifat allometrik positif. Pada stasiun kedua nilai *b* yang diperoleh kurang dari 3 (*b* kurang dari 3) dan bersifat allometrik negatif.

Analisis hubungan panjang-berat ikan digunakan sebagai salah satu indikator biologi untuk mengetahui kondisi ekosistem suatu perairan (Courtney *et al*, 2014). Lebih lanjut Rifqie (2007) menerangkan bahwa hubungan panjang-berat ikan dimaksudkan untuk mengetahui pola pertumbuhan ikan di alam. Dimana berat dapat dianggap sebagai fungsi dari panjang (Barus, 2011). Effendi (2012)

menerangkan bahwa pola pertumbuhan yang bersifat allometrik positif (*b* lebih besar dari 3) menunjukkan bahwa penambahan berat lebih cepat dibanding penambahan panjang sehingga ikan terlihat lebih gemuk. Sedangkan pola pertumbuhan yang bersifat allometrik negatif (*b* kurang dari 3) menunjukkan penambahan panjang yang lebih cepat dari penambahan berat sehingga ikan terlihat lebih kurus. Pertumbuhan dan perkembangan ikan dipengaruhi oleh kondisi lingkungan seperti ketersediaan makanan dan suhu perairan serta oksigen terlarut.

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa bahwa ratio jenis kelamin pada ikan seribu memperlihatkan kondisi yang seimbang di stasiun 1 dan 2. Perbandingan ratio jenis kelamin tersebut merupakan kondisi yang ideal untuk ikan yang berada di alam. Namun berbeda dengan stasiun tiga dimana jumlah betina dan jantan 1:0,54. Dalam tulisannya Sulistiono (2001) menerangkan bahwa untuk menyeimbangkan struktur populasi perbandingan jumlah jantan dan betina harus berada dalam kondisi seimbang atau setidaknya ikan betina lebih banyak dari ikan jantan.



Gambar 3.2.2. Hubungan panjang dan berat ikan pada masing-masing stasiun a) stasiun 1, b) stasiun 2 dan c) stasiun 3.

Tabel 3.2.1. Ratio Jenis Kelamin *Poecilia reticulata*

| Stasiun | Ratio Jenis Kelamin |
|---------|---------------------|
| St. 1   | 1                   |
| St. 2   | 1                   |
| St. 3   | 0,54                |

Terdapat dua faktor penting yang dapat mempengaruhi jenis kelamin ikan, yaitu faktor genetik dan faktor lingkungan. Dalam tulisannya Rachmawati (2016) menerangkan bahwa gonad ikan yang baru menetas masih bersifat labil, dan belum terdeferensiasi karena masih berupa bakal gonad sehingga untuk menentukan apakah gonad tersebut jantan atau betina masih membutuhkan serangkaian kejadian yang memungkinkan untuk mengarahkan seks genotip tersebut dapat terekspresi menjadi seks fenotip jantan atau betina. Dan faktor kedua yang sangat mempengaruhi adalah faktor lingkungan. Menurut Soelistyowati (2007) faktor lingkungan yang sangat mempengaruhi jenis kelamin ikan adalah temperatur (suhu) dan pola tingkah laku ikan (adaptasi ikan terhadap lingkungan eksternal).

**KESIMPULAN**

Kondisi kualitas perairan ditinjau dari parameter fisikawi dan kimiawi, sungai Banyuputih masuk kategori baku mutu perairan

kelas IV. Tahapan juvenil *Poecilia reticulata* cenderung lebih mendominasi populasi dibanding dewasa. Pola pertumbuhan *Poecilia reticulata* di Sungai Banyuputih bersifat allometrik negatif pada stasiun 2 yang merupakan effluent dari limbah industri tahu dan bersifat allometrik positif pada stasiun 1 dan stasiun 3 yang merupakan bagian hulu dan hilir sungai.

**DAFTAR PUSTAKA**

Agustiningsih D, Sasongki S.B, dan Surdano.2012. Analisis Kualitas Air dan Strategi Pengendalian Pencemaran Air Sungai Blukar Kabupaten Kendal. (<http://www.ejournal.undip.ac.id/index.php/presipitasi/article/viewFile/4928/4465>). Diakses pada 20 Februari 2017.

CourtneyY., Courtney J., Courtney M. 2014. Improving weight-length relationship in fish to provide more accurate bioindicators of ecosystem condition. *J. Aquatic Science and Technology*. 2(2).

Effendi, H. 2012. Telaah Kualitas Air Bagi Penilaian Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Kanisius: Yogyakarta.

Kantor Lingkungan Hidup Kota Salatiga. 2015. Laporan Pemantauan Kualitas Air Sungai Kota Salatiga Tahun 2015. Salatiga.

Lubis M.Z., Pujiyati S. 2013. Pengaruh Aklimatisasi Kadar Garam Terhadap Nilai Kematian dan Tingkah Laku Ikan Guppy (*Poecilia reticulata*) Sebagai Pengganti

- Umpan Ikan Cakalang. *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan*. Vol. 4 (2) 123-129.
- Menezes, M.S., Caramaschi, E.P. 1994. Characteristic reproductivas de *Hypostomus* grupo *H. punctatus* no rio Ubatiba, Marica. *Braz J.Biol*, 54(3):503-513.
- Palupi E.S dan Wijayanti G.E. Domestikasi Ikan Guppy (*Poecilia reticulata*) yang Terpapar Limbah Cair Batik. ([http://bio.unsoed.ac.id/sites/default/files/Domestika%20Ikan%20Guppy%20\(Poecilia%20reticulata\)%20yang%20Terpapar%20Limbah%20Cair%20Batik-.pdf](http://bio.unsoed.ac.id/sites/default/files/Domestika%20Ikan%20Guppy%20(Poecilia%20reticulata)%20yang%20Terpapar%20Limbah%20Cair%20Batik-.pdf)). Diakses pada tanggal 22 Februari 2017.
- Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001. Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.
- Purnadi Y.S. 2014. Persepsi Petani Mengenai Pangaruh Kualitas Air Irigasi terhadap Produktivitas Padi: kasus pencemaran irigasi sawah Gapoktan Pulutan-Kauman Kidul-Kutowinangun [Skripsi]. Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga.
- Rachmawati. D., Basuki, F., Yuniarti T. 2016. Pengaruh Pemberian Tepung Testis Sapi Dengan Dosis Yang Berbeda Terhadap Jantenisasi Pada Ikan Cupang (*Betta sp.*). *Journal of Aquaculture Management and Technology* 5(1), 130-136.
- Rifqie, G L. 2007. Analisis Frekuensi Panjang dan Hubungan Panjang Berat Ikan Kembung Lelaki (*Rastrellinger kanagurta*) di Teluk Jakarta. [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Salmin. 2005. Oksigen Terlarut (Do) dan Kebutuhan Oksigen Biologi (Bod) Sebagai Salah Satu Indikator Untuk Menentukan Kualitas Perairan. *Jurnal Oseana*, Volume XXX, Nomor 3, 2005:21-26.
- Soelistyowati, D. T., Mertati, E dan Arfah H. Efektivitas Madu Terhadap Pengaruh Kelamin Ikan Gapi (*Poecilia reticulata* peters). *Jurnal AKuakultur Indonesia*. Vol VI, 2:1550160. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor : Bogor.
- Sulistiono, Mia, R. J dan Yunizar, E. 2001. Reproduksi Ikan Belanak (*Mugil dussumieri*) di Perairan Ujung Pangkah, Jawa Timur. *Jurnal Iktiologi Indonesia*. Volume I, Nomor 2:31-37. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Intitut Penelitian Biologi – LIPI : Jakarta.
- Susanto, H. 1990. Budidaya Ikan Guppy. Kanisius, Yogyakarta.
- Swingle, H. S. 1968. Standardization of Chemical Analysis for Water and Pond Muds. F.A.O. Fish, Rep. 44, 4, 397-406 pp.
- Tatangindatu, F., Kalesaran O., Rompas R. 2013. Studi Parameter Fisika Kimia Air pada Areal Budidaya Ikan di Danau Tondano, Desa Paleloan, Kabupaten Mnahasa. *Budidaya Perairan* 1(2), 8-19.
- Ukhroy N.U. 2008. Efektivitas Propolis Terhadap Nisbah Kelamin Ikan Guppy *Poecilia reticulata*. [Tugas Akhir]. Institut Pertanian Bogor: Bogor. (<http://repository.ipb.ac.id/bitstream/handle/123456789/5323/C08nuu.pdf?sequence=4&isAllowed=y>). Diakses pada 21 Februari 2017.
- Zooneveld, E., E Huisman., J Boon. 1991. Prinsip-Prinsip Budidaya Ikan. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.

## Uji Toksisitas Akut Air Sungai Ngaglik Menggunakan Ikan Seribu (*Poecilia reticulata*)

Lerlina Adolfin Mandowally, Sucahyo

Faculty of Biology, Satwa Wacana Christian University  
Jl. Diponegoro 52 – 60, Salatiga 50711, Indonesia  
Tel.: +62 (0) 298 321212, Fax: +62 (0) 298321433  
E-mail : [412013018@student.uksw.edu](mailto:412013018@student.uksw.edu)

### ABSTRAK

Sungai Ngaglik merupakan salah satu sungai yang ada di Salatiga yang merupakan badan air penerima efluen dari industri besar di Kota Salatiga dan juga digunakan masyarakat sebagai badan air penerima limbah domestik dari kegiatan rumah tangga, aktivitas restoran dan rumah makan, pencucian mobil, dan perbengkelan. *Input* dari berbagai buangan tersebut berpengaruh terhadap kualitas sungai ngaglik. Hasil survey menunjukkan tidak adanya ikan yang hidup di perairan ini, termasuk ikan yang lazim di jumpai di perairan seperti ikan seribu. Penelitian tentang uji toksisitas akut air sungai Ngaglik dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan data toksisitas akut air Sungai Ngaglik ditinjau dari nilai *LOEC* (*Lowest Observed Effect Concentration*) dan *NOEC* (*No Observed Effect Concentration*) setiap 24 jam selama 168 jam. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret – Mei 2017 di Laboratorium Ekologi Fakultas Biologi, Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga. Penelitian dilakukan dengan beberapa tahap diantaranya ; pemilihan hewan uji, persiapan hewan uji dan aklimatisasi dan uji toksisitas air sungai Ngaglik. Seri konsentrasi air sungai Ngaglik yang digunakan adalah 0%, 10%, 20%, 30 %, 40 %, 50%, dan 100%. Data mortalitas yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan program TOXSTAT VERSION 2.1 untuk menghitung nilai *NOEC* dan *LOEC*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sampai pada seri konsentrasi tertinggi (100%) bersifat tidak toksik, tidak berbeda dengan kontrol, dengan mortalitas tertinggi sebesar 16.5% (titik sampel 1), dan 8,3% (titik sampel 2).

**Kata kunci:** Toksisitas, mortalitas, limbah industri, *Poecilia reticulata*, sungai Ngaglik

### ABSTRACT

*Ngaglik River is one of the rivers in Salatiga which is the water body that receives effluent from big industries in Salatiga city and also used by society as water body that receives domestic waste from household activities, restaurants activity, car wash and workshop. The input from the various domestic wastes affect the quality of Ngaglik river. The survey result shows the absence of fish that live in the river, included the fish that commonly found in the river, like Guppy fish. The research on the acute toxicity test of Ngaglik River was conducted with the aim of obtaining acute water toxicity of Ngaglik River from LOEC (Lowest Observed Effect Concentration) and NOEC (NO Observed Effect Concentration) every 24 hours for 168 hours on the survival of the fish. The research was conducted from March - May 2017 at Ecology Laboratory Faculty of Biology, Satya Wacana Christian University, Salatiga. The study was conducted with several stages including; the selection of the animals, the preparation of the animals and acclimatization and toxicity test of the water in Ngaglik River. The Ngaglik river water concentration series used were 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50% and 100%. The mortality data obtained was then analyzed using the TOXSTAT VERSION 2.1 program to calculate the NOEC and LOEC values. The results showed that up to the highest concentration series (100%) were non-toxic, just as the controls, with the highest mortality of 16.5% (sample point 1) and 8.3% (sample point 2).*

**Keywords:** Toxicity, mortality, industrial waste, *Poecilia reticulata*, ngaglik river

## PENDAHULUAN

Kualitas suatu perairan dipengaruhi oleh kegiatan disekitarnya yang dapat menurunkan kualitas air tersebut yang pada akhirnya akan mengganggu kehidupan biota air. Mayoritas sungai yang mengalir di Kota Salatiga merupakan sungai yang hulunya berasal dari wilayah lain (Kabupaten Semarang) dan melintasi wilayah Kota Salatiga dengan penambahan beban pencemar yang berasal dari buangan limbah industri besar, industri rumah tangga, limbah domestik, dan sampah (KLH Kota Salatiga, 2015).

Sungai Ngaglik atau sering disebut Sungai Sebeteng yaitu sungai yang melintasi industri tekstil yang besar di Kota Salatiga. Oleh industri tersebut, Sungai Ngaglik dijadikan badan air penerima efluen industri dari kegiatan usaha. Sungai Ngaglik juga digunakan masyarakat sebagai badan air penerima limbah domestik dari kegiatan rumah tangga, aktivitas restoran dan rumah makan, pencucian mobil dan perbengkelan sehingga dapat berpengaruh pada kualitas air sungai (Purnadi, 2014).

Dari pengamatan selama ini, tidak ditemukan berbagai macam ikan termasuk ikan seribu (*Poecilia reticulata*) yang dijumpai umum diperairan. Kemungkinan tidak ditemukannya ikan di lingkungan tersebut karena kualitas air yang tidak memenuhi kebutuhan air dari ikan tersebut. Walaupun setiap pembuangan limbah harus memenuhi kualitas tersebut, tapi pada kenyataannya kualitas air masih terpengaruh. Selama ini pemantauan kualitas air dilakukan secara kimiawi oleh instansi pemerintah tertentu, tidak ada data toksisitas air sungai terhadap organisme tertentu. Uji toksisitas yang telah dilakukan pada umumnya menggunakan Parakuat Diklorida, Karbofuran, Herbisida 2,4-D Dimethylamine, Insektisida Fipronil, Insektisida Diazinon, dan lain sebagainya.

Ikan seribu merupakan jenis organisme akuatik yang dijumpai di saluran air (Axelrod and

Schultz, 1983). Ikan seribu juga merupakan salah satu jenis ikan hias air tawar yang dibudayakan di Indonesia karena keindahan warnanya. Di habitat aslinya, ikan seribu dijumpai di daerah yang bersuhu hangat dengan temperature 23-24°C (Karayucel *et al.*, 2002) dan hidup pada kisaran pH 6,5 – 8,5 dan oksigen terlarut berkisar 1-5 mg l<sup>-1</sup> (Froese *et al.*, 2004).

Sistematika ikan guppy (*Poecilia reticulata*) menurut Axelrod dan Schultz (1983) adalah sebagai berikut:

|            |                       |
|------------|-----------------------|
| Filum      | : Chordata            |
| Subfilum   | : Craniata            |
| Superkelas | : Gnatastomata        |
| Kelas      | : Osteichthyes        |
| Subkelas   | : Actinopterygii      |
| Superordo  | : Teleostei           |
| Ordo       | : Cyprinodontoidei    |
| Subordo    | : Poecilioidea        |
| Famili     | : Poeciliidae         |
| Genus      | : Poecilia            |
| Spesies    | : Poecilia reticulata |



Gambar 1. Hewan Uji *Poecilia reticulata* Remaja / Dewasa Berukuran < 1,5 cm

Ikan seribu sering digunakan dalam uji toksisitas suatu bahan kimia karena memiliki beberapa kriteria sebagai hewan uji toksisitas yaitu sensitif terhadap bahan toksik, tidak tahan terhadap perubahan drastis kondisi lingkungan perairan, dan tersedia berlimpah (Bastrup *et al.*, 2001). Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan data pengaruh toksisikan air sungai ngaglik terhadap ikan seribu (*Poecilia reticulata*).

## BAHAN DAN METODE

### Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Penelitian tentang toksisitas air sungai Ngaglik menggunakan ikan seribu (*Poecilia reticulata*) dilaksanakan pada bulan Maret 2017 sampai Mei 2017. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Ekologi, Fakultas Biologi, Universitas Kristen Satya Wacana.

### Bahan dan Alat

Bahan penelitian yang digunakan adalah air sungai ngaglik dari hulu, tengah dan hilir dan air keran yang telah diendapkan 1 hari. Hewan uji yang digunakan adalah ikan seribu (*Poecilia reticulata*) yang diperoleh dari tempat pembibitan ikan. Hewan yang dipilih berdasarkan ukuran dengan mengabaikan jenis kelamin yaitu remaja / dewasa dengan ukuran panjang tubuh < 1,5 cm.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah akuarium berukuran 80 x 50 x 50 cm untuk aklimatisasi hewan uji dan akuarium berukuran 20 x 10 x 10 cm untuk uji toksisitas. Peralatan lain yang digunakan adalah thermometer, pH meter, labu takar, pipet ukur, pipet tetes, dan gelas ukur.

### Metode

#### a. Persiapan Hewan Uji dan Aklimatisasi

Hewan uji yang digunakan adalah ikan seribu yang sehat, dapat dilihat dari kondisi fisiknya tidak cacat dan gerakannya terlihat aktif. Aklimatisasi hewan uji dilakukan selama 7 hari pada media air bersih, teraerasi secara kontinu dan pada suhu ruang. Setiap 3 hari media air disegarkan yaitu dengan membuang 75 % air lama dan mengganti dengan yang baru. Pakan yang diberikan untuk hewan uji berupa pelet.

Sehari sebelum dilakukan percobaan, hewan uji tidak diberi pakan.

#### b. Uji Toksisitas Air Sungai Ngaglik

Metode yang digunakan pada perlakuan media adalah metode statis. Metode statis merupakan metode dengan media yang digunakan tetap (tidak diganti selama proses pengujian). Unit percobaan yang digunakan dalam uji toksisitas air sungai ngaglik adalah 0 %, 10 %, 20%, 30%, 40%, 50 %, dan 100%. Setiap akuarium diisi dengan air 4 liter dengan hewan uji sebanyak 20 ekor. Pengamatan terhadap jumlah ikan mati (tubuh tidak bergerak dan warna tubuh kehitaman) dilakukan setiap 24 jam selama 168 jam. Setiap unit percobaan dibuat 3 kali ulangan. Pengukuran suhu dan pH dilakukan di awal dan akhir percobaan.

#### c. Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan menggunakan Program Toxtat Version 2.1 from David D. Gulley, dkk. untuk menghitung nilai *LOEC* dan *NOEC*.

## HASIL

Hasil penelitian pada sampel air yang diambil di titik 1 yaitu titik dimana badan air menerima secara langsung efluen industri menunjukkan bahwa air yang diuji tidak toksis secara akut terhadap ikan seribu. Sampai konsentrasi 100% air sungai Ngaglik selama waktu kontak 1 minggu (168 jam), tingkat kematian hewan uji dalam hal ini ikan seribu tidak berbeda nyata dengan kontrol walaupun mulai terjadi peningkatan mortalitas.

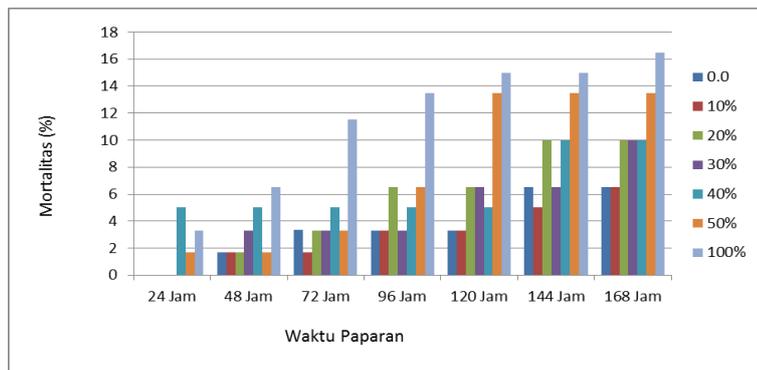


Gambar 2. Lokasi Pengambilan Sampel (●) Titik Sampel 1/ Hulu (●) Titik Sampel 2/Hilir

Tabel 1. Tingkat mortalitas *P.reticulata* pada berbagai konsentrasi sungai Ngaglik pada titik 1

| Konsentrasi (%) | 0   | 10  | 20  | 30  | 40  | 50  | 100 |
|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Mortalitas      | 1,3 | 1,3 | 2,0 | 2,3 | 1,7 | 2,7 | 3,3 |
| (Individu)      | (a) |

Keterangan : Huruf yang sama di dalam kurung pada baris mortalitas menunjukkan tidak ada beda nyata antar konsentrasi.



Gambar 1. Mortalitas *Poecilia reticulata* (%) selama 168 jam pada berbagai konsentrasi air sungai Ngaglik pada titik sampel 1.

Hasil penelitian yang kurang lebih menunjukkan pola yang sama terlihat pada sampel air yang diambil di titik 2 yang terletak kurang lebih 3 km dari efluen industri. Konsentrasi sampai 100% air sungai tidak

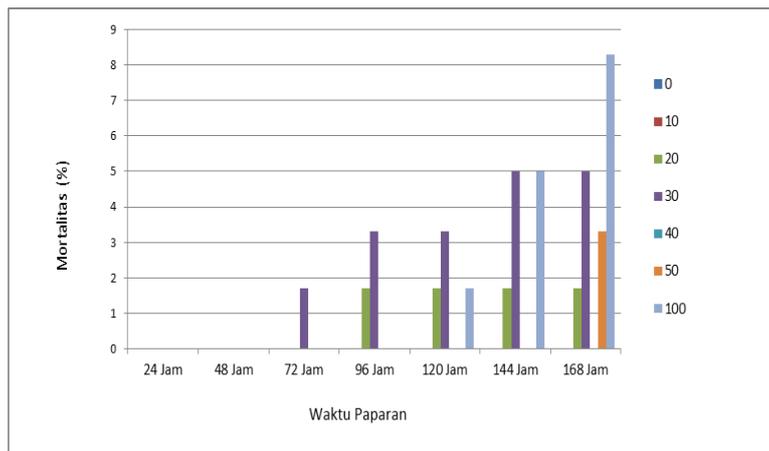
menunjukkan beda nyata dengan kontrol ditinjau dari mortalitas hewan uji (lihat tabel 2).

Berikut merupakan data parameter kualitas air dalam kurun waktu 3 tahun terakhir yang didapatkan dari Kantor Lingkungan Hidup Kota Salatiga:

Tabel 2. Tingkat mortalitas *P.reticulata* (%) pada berbagai konsentrasi sungai Ngaglik pada titik 2

| Konsentrasi (%) | 0   | 10  | 20  | 30  | 40  | 50  | 100 |
|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Mortalitas      | 0,0 | 0,0 | 0,3 | 1,0 | 0,0 | 0,7 | 1,7 |
| (Individu)      | (a) |

Keterangan : Huruf yang sama di dalam kurung pada baris mortalitas menunjukkan tidak ada beda nyata antar konsentrasi.



Gambar 2. Mortalitas *Poecilia reticulata* (%) selama 168 jam pada berbagai konsentrasi air sungai Ngaglik pada titik sampel 2.

Tabel 3. Data parameter kualitas air sungai Ngaglik dalam 3 tahun terakhir.

| Tahun      | Titik Sungai | Parameter    |             |                   |             |
|------------|--------------|--------------|-------------|-------------------|-------------|
|            |              | pH           | BOD         | COD               | Suhu        |
| Tahun 2014 | 1            | 9,84 - 10,13 | 4 - 38      | 112 - 773,33      | 25,8 - 32,8 |
|            | 2            | 7,97 - 9,14  | 1,8 - 4,8   | 42,5 - 666,67     | 25,6 - 28,6 |
| Tahun 2015 | 1            | 8,62 - 10,8  | 25 - 175    | 125,194 - 625,081 | 26,7 - 33,8 |
|            | 2            | 8,15 - 10    | 8 - 32,5    | 72,64 - 120,52    | 25,1 - 29,5 |
| Tahun 2016 | 1            | 7,54 9,54    | 42 - 94     | 82,6 - 280,59     | 26,3 - 32,4 |
|            | 2            | 7,26 - 9,73  | 18,8 - 71,5 | 62,52 - 196,44    | 25,4 - 28,5 |

Sumber Data: Kantor Lingkungan Hidup Kota Salatiga

## PEMBAHASAN

Di titik sampel 1, pada konsentrasi 0% selama 168 jam menunjukkan presentase mortalitas ikan sebesar 0%, 1,7%, 3,3%, 3,3%, 3,3, 6,5%, dan 6,5%. Pada konsentrasi 10% menunjukkan presentase mortalitas ikan sebesar 0%, 1,7%, 1,7%, 3,3%, 3,3%, 5%, dan 6,5%.

Pada konsentrasi 20% menunjukkan presentase mortalitas ikan sebesar 0%, 1,7%, 3,3%, 6,5%, 6,5%, 10%, dan 10%. Pada konsentrasi 30% menunjukkan presentase mortalitas ikan sebesar 0%, 3,3%, 3,3%, 3,3%, 6,5%, 6,5%, dan 10%. Pada konsentrasi 40% menunjukkan presentase mortalitas ikan sebesar 5%, 5%, 5%, 5%, 5%, 10%, dan 10%. Pada konsentrasi 50% menunjukkan presentase mortalitas ikan sebesar

1,7%, 1,7%, 3,3%, 6,5%, 13,5 %, 13,5%, dan 13,5%. Pada konsentrasi 100% (tanpa pengenceran) menunjukkan presentase mortalitas ikan sebesar 3,3%, 6,5%, 11,5%, 13,5%, 15%, 15%, dan 16,5%.

Sampai konsentrasi 50% air sungai ngaglik selama waktu kontak 1 minggu (168 jam) tingkat kematian hewan uji dalam hal ini ikan seribu tidak berbeda nyata dengan kontrol. Bahkan pengujian konsentrasi sampai 100% tingkat kematian ikan juga tidak berbeda nyata dengan kontrol. Itu berarti bahwa air yang diuji tidak toksik secara akut terhadap ikan seribu. Kualitas air sungai ngaglik di titik 1 cukup memadai untuk sebagai media hidup ikan seribu. Input dari efluen industri ke sungai ngaglik pada waktu pengujian dilakukan tidak berpengaruh terhadap parameter fisik kimia air yang dibutuhkan oleh ikan seribu, sehingga tidak ada beda nyata antar perlakuan kepekatan air sungai yang diujikan. Berdasar data sekunder kualitas air yang dilakukan selama kurun waktu 3 tahun terakhir didapat data bahwa kualitas air ditinjau dari suhu, pH, COD dan BOD memenuhi standar untuk kehidupan ikan seribu.

Tingkat keasaman (pH) perairan merupakan parameter kualitas air yang penting dalam ekosistem perairan (Wetzel, 1983). Perubahan keasaman pada air buangan, baik kearah alkali (pH naik) maupun kearah asam (pH turun) akan sangat mengganggu kehidupan ikan dan hewan air. pH air pada titik penelitian 1 berkisar antara 7 – 8 (pengukuran *in situ*). Sementara menurut Froese, 2008 kebutuhan pH ikan seribu antara 6 – 8. Hal ini berarti dari segi pH tidak menjadi kendala untuk ikan seribu dapat hidup pada titik sungai 1.

Suhu perairan sangat berpengaruh terhadap laju metabolisme dan proses proses biologis ikan (Kuzmina et al., 1996). Setiap jenis ikan biasanya mempunyai kisaran suhudi perairan yang cocok. Dalam keadaan suhu normal metabolisme maupun tingkah laku ikan akan berjalan dengan normal juga. Namun bila terjadi perubahan suhu, respon yang diberikan oleh ikan akan menunjukkan penyesuaian metabolisme tubuhnya terhadap lingkungan

untuk mempertahankan kehidupannya (Rustadhie, 2011). Ikan akan selalu mencari tempat yang sesuai dengan sifat hidupnya. Biasanya sesuatu jenis ikan mempunyai suhu optimum yang khusus sifatnya. Kisaran suhu air yang ideal untuk ikan seribu adalah antara 18°C – 29°C (Anonim<sup>2</sup>, 2013). Suhu air pada titik penelitian 1 berkisar antar 25°C – 27°C (pengukuran yang dilakukan pada waktu pengambilan sampel). Namun dalam data yang di dapatkan dari Kantor Lingkungan Hidup Kota Salatiga menunjukkan bahwa suhu pada air sungai titik 1 dapat melonjak hingga 33, 8°C. Ikan akan selalu mencari tempat yang sesuai dengan sifat hidupnya. Biasanya sesuatu jenis ikan mempunyai suhu optimum yang khusus sifatnya. Dengan melalui pengetahuan tentang suhu optimum bagi sesuatu stok ikan dapat meramalkan daerah konsentrasi ikan. Kita harus menyadari bahwa pengkonsentrasian makanan ikan itu sendiripun sangat erat hubungannya dengan suhu, disamping berbagai faktor musim dan perubahan suhu tahunan serta berbagai keadaan lainnya akan mempengaruhi penyebaran serta kelimpahan sesuatu daerah penangkapan ikan (fishing ground). Secara tidak langsung suhu juga mempengaruhi tersedianya makanan bagi ikan-ikan tersebut (Anonim<sup>3</sup>, 2014).

Untuk mengetahui seberapa besar tingkat pencemaran lingkungan perairan, dapat dilihat dari kadar BOD dan COD yang ada di perairan. Hasil analisis yang dilakukan oleh Kantor Lingkungan Hidup Kota Salatiga untuk kadar Biochemical Oxygen Demand (BOD) di sungai ngaglik pada titik 1 dalam 3 tahun terakhir berkisar antara 4 – 175, berada diatas baku mutu air kelas 4 yang dipersyaratkan 12 mg/l. Air yang hampir murni mempunyai nilai BOD kira-kira 1 ppm, dan air yang mempunyai nilai BOD 3 ppm masih dianggap murni. Jika nilai BOD air mencapai 5 ppm maka kemurnian air tersebut diragukan. Buangan industri mempunyai nilai BOD 100 sampai 1.000 ppm. Tingginya nilai BOD menjadi masalah ketika oksigen terlarut dalam air sebelumnya sudah terlalu rendah, yang mengakibatkan organisme hidup tidak dapat memecah atau mengoksidasi bahan-bahan

buangan yang ada di dalam air. Sebagai akibat menurunnya oksigen terlarut di dalam air adalah menurunnya kehidupan hewan dan tanaman air. Hal ini disebabkan karena makhluk hidup banyak yang mati atau melakukan migrasi ke tempat yang konsentrasi oksigennya masih cukup tinggi (Fardiaz, 1992).

Angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasi dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut dalam air. Maka konsentrasi COD dalam air harus memenuhi standar baku mutu yang telah ditetapkan agar tidak mencemari lingkungan. Hasil analisis kadar Chemical Oxygen Demand (COD) di sungai ngaglik pada titik 1 dalam kurun waktu tahun terakhir berkisar antara 82,6 - 773,33, berada diatas baku mutu kualitas air kelas 4 yang dipersyaratkan 100 mg/l.

Pada stasiun 1 yaitu area yang berdekatan dengan efluen industri, tidak ditemukan adanya ikan seribu yang hidup di dalamnya. Padahal lewat pengujian toksisitas air sungai tersebut menunjukkan bahwa air sungai dari stasiun 1 tidaklah toksik. Adapun beberapa alasan yang dapat dikemukakan tentang ketiadaan ikan seribu di sungai ini.

Ketiadaan ikan di sungai ngaglik titik 1 diduga akibat pencemaran yang terjadi secara jangka panjang. Disepanjang sungai terdapat industri tekstil besar di Kota Salatiga dan juga perumahan warga yang menjadikan sungai ini sebagai badan air penerima efluen. Efluen yang masuk ke badan air dengan tingkat pencemaran yang sangat tinggi dapat mengubah kondisi perairan. Berdasar data sekunder yang didapatkan dari Kantor Lingkungan Hidup Kota Salatiga pada bulan tertentu suhu, pH, COD dan BOD dapat naik hingga melebihi baku mutu air. Untuk suhu pada titik penelitian dapat naik hingga mencapai 33,8°C yang terjadi pada bulan Agustus tahun 2015. Untuk pH dapat mencapai 10,13 yang terjadi pada bulan Oktober tahun 2014. Untuk nilai COD tertinggi dapat mencapai 773,33 yang terjadi pada bulan Oktober 2014 dan nilai BOD tertinggi dapat mencapai 175 yang terjadi pada bulan Maret tahun 2015. Perubahan

parameter fisika kimia yang tidak menentu dapat mengganggu kehidupan organisme perairan terutama ikan seribu.

Ada dua kemungkinan yang terjadi jika terjadi perubahan parameter fisika kimia yang tidak menentu. Kemungkinan pertama ialah ikan seribu telah melakukan migrasi ke tempat yang sesuai dengan sifat hidupnya. Parameter Fisik Kimia sangat mempengaruhi proses migrasi ikan. Kemungkinan kedua ialah dengan terjadinya perubahan parameter fisika kimia di badan air secara jangka panjang yang ekstrim dapat menyebabkan ikan tidak mampu untuk bertahan hidup dan mati.

Ketiadaan ikan di Sungai Ngaglik titik 1 juga diduga karena tidak ada carrier organisme bersangkutan ke sungai ngaglik titik 1. Secara alami, arus air sungai tidak membawa ikan-ikan tersebut bermigrasi dari perairan yang satu ke perairan yang lain dan juga ikan-ikan tidak dibawa oleh manusia atau disebar manusia di sungai ini (Burhanudin, 2014).

Di titik sampel 2, pada konsentrasi 0% selama 168 jam menunjukkan presentase mortalitas ikan sebesar 0%, selama 168 jam. Pada konsentrasi 10% menunjukkan presentase mortalitas ikan sebesar 0% selama 168 jam. Pada konsentrasi 20% menunjukkan presentase mortalitas ikan sebesar 0%, 0%, 0%, 1,7%, 1,7%, 1,7%, dan 1,7%. Pada konsentrasi 30% menunjukkan presentase mortalitas ikan sebesar 0%, 0%, 1,7%, 3,3%, 3,3%, 5%, dan 5%. Pada konsentrasi 40% menunjukkan presentase mortalitas ikan sebesar 0% selama 168 jam. Pada konsentrasi 50% menunjukkan presentase mortalitas ikan sebesar 0% selama 144 jam dan 3,3% pada 168 jam. Pada konsentrasi 100% (tanpa pengenceran) menunjukkan presentase mortalitas ikan sebesar 0% selama 96 jam, 1,7%, 5%, dan 8,3%. Kualitas air dari segi toksisitas terhadap ikan dapat dikatakan tidak toksik bahkan sampai 100% dilihat dari uji toksisitas.

Dari pengamatan menunjukkan bahwa konsentrasi air sungai ngaglik yang digunakan tidak menimbulkan efek toksik akut pada ikan seribu atau dapat dikatakan kualitas air sungai pada titik 2 tersebut cukup mampu menopang

kehidupan ikan seribu. Dari uji toksisitas yang dilakukan menunjukkan bahwa air sungai di stasiun 2 tidak menimbulkan efek akut ditinjau dari mortalitas ikan seribu selama 1 minggu. Faktor fisika kimia sangat mempengaruhi kehidupan ikan seribu yaitu suhu, pH, COD dan BOD, oksigen dan nitrat.

Organisme perairan mempunyai kemampuan toleransi yang berbeda dalam pH perairan. Batas toleransi organisme terhadap pH bervariasi dan dipengaruhi banyak faktor antara lain suhu, oksigen terlarut, alkalinitas, adanya berbagai anion dan kation, jenis dan stadia organisme (Pescod, 1973). Nilai pH air yang normal adalah sekitaryaitu antara 6 sampai 8. pH air pada titik penelitian 2 berkisar antara 6 – 7 (pengukuran in situ). Sementara menurut Henny, 1999 kebutuhan pH ikan seribu antara 6,2 – 7,7. Hal ini berarti dari segi pH tidak menjadi kendala untuk ikan dapat ikan seribu hidup pada titik sungai 2.

Suhu merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam mengontrol kehidupan dan penyebaran organisme dalam suatu perairan. Suhu akan mempengaruhi aktivitas metabolisme dan perkembangbiakan dari organisme tersebut (Nybakken, 1988). Kisaran suhu air yang ideal untuk ikan seribu adalah antara 10-29 ° C, dengan burayak ikan guppy berkembang terbaik pada 25,6 ° C, ikan guppy remaja 24.4 ° C, dan ikan guppy dewasa 23,3 ° C (Anonim<sup>1</sup>, 2013). Suhu tidak menjadi faktor yang menyebabkan kematian pada uji toksisitas yang dilakukan karena selaluda dalam kisaran normal. Suhu air pada titik penelitian 2 berkisar antar 23<sup>o</sup>C – 25<sup>o</sup>C (pengukuran in situ). Selain itu suhu air di sungai ngaglik seharusnya juga tidak menjadi kendala bagi kehidupan ikan seribu di sungai tersebut. Mengingat rentang suhu di sungai berkisar antara 25,1<sup>o</sup>C – 29,5<sup>o</sup>C (penelitian KLH).

Tingkat kematian ikan yang sangat rendah pada titik sungai 2 menunjukkan bahwa tingkat pencemaran air di sungai ngaglik relatif rendah. Hal ini menunjukkan bahwa pengujian nilai COD yang dilakukan relatif rendah. Nilai COD di titik sungai 2 dalam 3 tahun terakhir berkisar antara

42, 5 – 666,67. Nilai COD yang relatif rendah ditinjau dari standar baku mutu yang ada. Sifat senyawa-senyawa organik pada umumnya tidak stabil dan mudah dioksidasi secara biologis atau kimia menjadi senyawa stabil, antara lain menjadi CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O. Proses inilah yang menyebabkan konsentrasi oksigen terlarut dalam perairan menurun dan hal yang menyebabkan permasalahan bagi kehidupan akuatik. Bahan organik bersifat isomerisme, beberapa jenis bahan organik memiliki rumus molekul yang sama. Apabila bereaksi dengan senyawa lain berlangsung lambat karena bukan terjadi dalam bentuk ion melainkan dalam bentuk molekul (Achmad, 2004). Secara normal bahan organik tersusun oleh unsur-unsur C, H, O, dan dalam beberapa hal mengandung N, S, P dan Fe. Karbon, yang merupakan penyusun utama bahan organik, merupakan elemen/unsur yang melimpah pada semua makhluk hidup. Senyawa karbon adalah sumber energi bagi semua organisme. Keberadaan karbon anorganik dalam bentuk CO<sub>2</sub>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, dan CO<sub>3</sub><sup>-</sup> mengatur aktivitas biologis perairan (Effendi, 2007).

BOD atau kebutuhan oksigen biokimia merupakan ukuran kandungan bahan organik dalam limbah cair. Pemeriksaan BOD diperlukan untuk menentukan beban pencemaran terhadap air buangan domestik atau industri juga untuk mendesain sistem pengolahan limbah biologis bagi air tercemar. Nilai BOD di titik sungai 2 dalam 3 tahun terakhir berkisar antara 1,8 – 175. Nilai BOD tersebut relatif rendah ditinjau dari standar baku mutu yang ada.

Ditinjau dari uji toksisitas yang telah dilakukan menggunakan ikan seribu dan dari parameter fisik kimia yang teramati semestinya ikan seribu dapat hidup di perairan ini tetapi pada kenyataannya ikan seribu tidak ditemukan di titik ini bahkan disepanjang aliran sungai. Adapun beberapa alasan yang dapat dikemukakan tentang ketiadaan ikan seribu di sungai ini.

Di sekitar aliran sungai terdapat beberapa industri besar dan juga perumahan warga yang menghasilkan efluen yang nantinya akan dibuang ke badan air. Ada dua kemungkinan yang terjadi. Kemungkinan yang pertama adalah buangan

yang masuk ke badan air sudah diolah dengan baik dan kemungkinan kedua adalah pengenceran effluen sangat tinggi. Dengan makin bertambahnya penduduk, yang berarti makin meningkatnya kegiatan manusia, maka jumlah air limbah yang harus dibuang terlalu banyak dan diperlukan air pengenceran terlalu banyak pula maka cara ini tidak dapat dipertahankan lagi. Disamping itu, cara ini menimbulkan kerugian lain, diantaranya bahaya kontaminasi terhadap badan-badan air masih tetap ada, pengendapan yang akhirnya menimbulkan pendangkalan terhadap badan-badan air, seperti selokan, sungai, danau, dan sebagainya. Selanjutnya dapat menimbulkan banjir (Sugiharto, 1987).

Kesuksesan atau ketiadaan suatu spesies dapat disebabkan karena kondisi lingkungan yang khusus yang tidak tergantung pada kesesuaian lingkungan secara umum, tetapi tergantung pada kesesuaian cuaca atau iklim pada fase-fase tertentu dalam hidupnya dan juga jumlah ikan dalam populasi cepat menurun atau gagal dipertahankan diduga karena tidak diperoleh area yang tepat untuk pemijahan. Organisme yang mempunyai daya adaptasi tinggi akan melimpah di banyak tempat dan sebaliknya jika daya adaptasinya rendah akan cepat punah karena pengaruh lingkungan yang tidak sesuai. Jumlah populasi merupakan suatu aspek biologi yang sangat penting. Pengetahuan jarak migrasi dan musim yang 'overlap' dengan populasi lain merupakan aspek esensial dari kesuksesan manajemen. Populasi mungkin terdistribusi terbatas pada lokasi-lokasi tertentu. Pengaruh ikan terhadap faktor fisika, kimia, dan biologi juga merupakan faktor yang mempengaruhi fluktuasi kelimpahan populasi (Arifiati D, 2015).

Ketiadaan ikan seribu di sungai ngaglik titik2 juga mungkin dikarenakan ikan tidak terdistribusi dengan baik. Tidak adanya carrier organisme bersangkutan ke sungai ngaglik. Secara alami, arus air sungai tidak membawa ikan-ikan tersebut bermigrasi dari perairan yang satu ke perairan yang lain dan juga ikan-ikan tidak dibawa oleh manusia atau disebar manusia di sungai ini (Burhanudin, 2014).

Alasan lain yang dapat dikemukakan adalah kadang kadang terjadi perubahan kualitas air secara drastis yang ditopang oleh data empirik dari Kantor Lingkungan Hidup, Kota Salatiga. Pada bulan tertentu pH lebih tinggi dari biasanya sampai 9,73. Padahal ikan seribu hanya bisa hidup pada kisaran suhu 6,2 – 7,7 (Henny, 1999).

## KESIMPULAN

Air sungai Ngaglik pada titik penerimaan effluen industri / titik 1 / hulu tidak toksik terhadap ikan seribu (*P. reticulata*). Tingkat kematian tertinggi adalah 16,5% pada konsentrasi 100% air sampel dan air sungai Ngaglik pada titik 2 / hilir tidak toksik terhadap ikan seribu (*P. reticulata*). Tingkat kematian tertinggi adalah 8,3% pada konsentrasi 100% air sampel.

## DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, Rukaesih, 2004, *Kimia Lingkungan*, Andipublisher, Jakarta.
- Anonim<sup>1</sup>, 2013. Guppy Multi Color (<http://www.greenfishindonesia.com/2013/12/guppy-multi-colour.html>). Diakses pada 12 Juli 2017.
- Anonim<sup>2</sup>, 2013. Invasive Species Compedium.
- Anonim<sup>3</sup>, 2014. Marine and Fisheries Cyber Extension (<http://mfcepusluh.bpsdmkp.kkp.go.id/html/index.php?id=artikel&kode=86>) (<http://www.cabi.org/isc/datasheet/68208>). Diakses pada 27 Juli 2017.
- Arifiati, D. 2015. Pengelolaan Sumber Daya Ikan di Perairan Umum. ([https://books.google.co.id/books?id=438oDwAAQBAJ&pg=PA31&lpg=PA31&dq=cara+penyebaran+ikan+liar&source=bl&ots=fM39iXUeE1&sig=sdaGefpPpI2kdcQrr3LHHIAqeKM&hl=id&sa=X&ved=0ahUKEwj\\_seL3vDUAhUhS48KHaJoDrUQ6AEINTAD#v=onepage&q=cara%20penyebaran%20ikan%20liar&f=false](https://books.google.co.id/books?id=438oDwAAQBAJ&pg=PA31&lpg=PA31&dq=cara+penyebaran+ikan+liar&source=bl&ots=fM39iXUeE1&sig=sdaGefpPpI2kdcQrr3LHHIAqeKM&hl=id&sa=X&ved=0ahUKEwj_seL3vDUAhUhS48KHaJoDrUQ6AEINTAD#v=onepage&q=cara%20penyebaran%20ikan%20liar&f=false)).
- Axelrod HR dan LP Schultz. 1983. *Aquarium Fishes*. McGraw-Hill Book Company, Inc., New York. P. 655-656

- Baatrup, E and M. Junge. 2001. Antiandrogenic Pesticides Disrupt Sexual Characteristic In The Adult Male Guppy (*Poecilia reticulata*). Environ Health Perspect. 109: 1063-1070.
- Burhanuddin, A.I. 2014. Ikhtologi, Ikan, dan Segala Aspek Kehidupannya. Depublish Publisher. Yogyakarta. Hal.37 – 38 ([https://books.google.co.id/books?id=ohgKCAAAQBAJ&pg=PA37&lpg=PA37&dq=proses+distribusi+ikan+yang+dibawa+oleh+manusia&source=bl&ots=pDzIZH5lMy&sig=sgP8yCwg00SAhft9xDO7n8rrKR0&hl=en&sa=X&ved=0ahUKEwit7eGN0o\\_VAhWEipQKHxuiDJoQ6AEIMTAC#v=onepage&q=proses%20distribusi%20ikan%20yang%20dibawa%20oleh%20manusi a&f=false](https://books.google.co.id/books?id=ohgKCAAAQBAJ&pg=PA37&lpg=PA37&dq=proses+distribusi+ikan+yang+dibawa+oleh+manusia&source=bl&ots=pDzIZH5lMy&sig=sgP8yCwg00SAhft9xDO7n8rrKR0&hl=en&sa=X&ved=0ahUKEwit7eGN0o_VAhWEipQKHxuiDJoQ6AEIMTAC#v=onepage&q=proses%20distribusi%20ikan%20yang%20dibawa%20oleh%20manusi a&f=false)).
- Effendi, Hefni, 2007, *Telaah Kualitas Air*, Kanisius, Yogyakarta.
- Froese, R. and D. Pauly. 2004. “*Poecilia reticulata*”. *FishBase*.
- Henny. 1999. Pengaruh Suhu dan pH Terhadap Kemampuan Ikan Seribu (*Poecilia reticulata*) (<http://repository.unair.ac.id/52063>). Diakses pada 7 Juli 2017.
- Izzati, M. 2008. Perubahan Konsentrasi Oksigen Terlarut dan pH Perairan Tambak setelah Penambahan Rumput Laut *Sargassum Plagyophyllum* dan Ekstraknya. Perubahan Konsentrasi Oksigen Terlarut, 60 – 69. (<http://ejournal.undip.ac.id/index.php/janafis/article/viewFile/2623/2336>).
- Karayücel, S., Erdem, M., Uyan, O., Saygun, S. and Karayücel, İ. 2002. Spat Settlement and Growth on Long-line Culture System of the Mussel, *Mytilus galloprovincialis*, in the Southern Black Sea. *The Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh*, 54(4):163- 172.
- KLH. 2015. Laporan Pemantauan Kualitas Air Sungai Tahun 2015. Kantor Lingkungan Hidup. Kota Salatiga.
- Kuzmina W. 1996. Influence of Age on Digestive Enzyme Activity in Some Freshwater Teleostei. *Aquaculture* 148:25-37.
- Muthawali, I. Analisa COD Dari Campuran Limbah Domestik dan Laboatorium di Balai Riset dan Standarisasi Industri Medan. (<http://digilib.unimed.ac.id/871/3/Full%20Text.pdf>).
- Nugroho, A. 2006. Bioindikator Kualitas Air. Cetakan 1. Jakarta. Universitas Trisakti. hlm. 4-5.
- Nurhayati, D. Analisis BOD dan COD di Sungai Sroyo Sebagai Dampak Industri di Kecamatan Jaten. *Prosiding Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia 2009*. ([http://snkpk.fkip.uns.ac.id/wp-content/uploads/2016/05/B14Analisis-BOD-dan-COD-Di-Sungai-Sroyo-Sebagai-Dampak-Industri-Di-Kecamatan-Jaten\\_Nanik-Dwi-Nurhayati.pdf](http://snkpk.fkip.uns.ac.id/wp-content/uploads/2016/05/B14Analisis-BOD-dan-COD-Di-Sungai-Sroyo-Sebagai-Dampak-Industri-Di-Kecamatan-Jaten_Nanik-Dwi-Nurhayati.pdf)).
- Nybakken, j. W. 1988. *Biologi Laut. Suatu Pendekatan Ekologis*. Jakarta: Gramedia.
- Pescod, M.B. 1973. *Investigation of Rational Effluen and Stream Standard for Tropical Countries*. London: AIT.
- Purnadi, Y. S. 2014. Presepsi Petani Mengenai Pengaruh Kualitas Air Irigasi Terhadap Produktivitas Padi (Kasus Pencemaran Irigasi : Sawah Gapoktan Pulutan – Kauman Kidul – Kutowinangun) . Skripsi Fakultas Biologi UKSW. Salatiga. ([http://repository.uksw.edu/bitstream/123456789/9094/1/T1\\_522011701\\_BAB%20I.pdf](http://repository.uksw.edu/bitstream/123456789/9094/1/T1_522011701_BAB%20I.pdf))
- Sugiharto (1987), *Dasar-dasar Pengelolaan Air Limbah*, Cetakan Pertama. Jakarta: UI Press.
- Suin, N. M. 2002. *Metoda Ekologi*. Padang: Penerbit Universitas Andalas.

## **Deteksi Bakteri *Coliform* dan *Salmonella* sp. dari Sumber Air pada Pengolahan Tempe di Kecamatan Sidorejo, Salatiga**

**Kartika Aditya Bairam, Lusiawati Dewi, Jacob L.A. Uktolseja**

Faculty of Biology, Satya Wacana Christian University  
Jl. Diponegoro 52 – 60, Salatiga 50711, Indonesia  
Tel.: +62 (0) 298 321212, Fax: +62 (0) 298 321433  
E-mail: kartikabairam07@gmail.com

### **ABSTRAK**

Pembuatan tempe secara tradisional yang belum memenuhi standar *Good Manufacturing Practice* dapat menyebabkan tempe terkontaminasi mikroorganisme patogen. Salah satu yang belum memenuhi standar itu adalah sumber air yang dipergunakan dalam proses fermentasi tempe. Sumber air yang tercemar itu dapat diketahui dari pemeriksaan mikroorganisme patogen dalam air cucian dan perebusan kedelai. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui cemaran mikroorganisme patogen yang terjadi dalam air cucian dan perebusan kedelai yang dipergunakan dalam proses fermentasi tempe oleh pengrajin tempe tradisional di Kecamatan Sidorejo, Salatiga, Jawa Tengah. Sampel air cucian dan perebusan kedelai diambil secara acak dari sejumlah pengrajin tempe. Cemaran mikroorganisme patogen diuji dengan Uji Dugaan (*Presumptive Test*) dan Uji Penegasan (*Confirmative Test*), serta deteksi bakteri *Salmonella* sp. Hasil uji ini dibandingkan dengan standar tempe SNI 3144-2015. Hasil penelitian menunjukkan bahwa baik air cucian maupun perebusan kedelai belum memenuhi standar, masing-masing dalam air cucian terdapat 11–150 APM/mL dan dalam air perebusan terdapat 28–36 APM/mL *Coliform*. Air perebusan kedelai secara positif mengandung *Salmonella* sp. Kesimpulan penelitian adalah proses pembuatan tempe tradisional di Kecamatan Sidorejo belum memenuhi standar tempe SNI 3144-2015 sehingga perlu pembinaan, pelatihan, dan pengawasan untuk melakukan proses pembuatan tempe yang *Good Manufacturing Practice*.

**Kata kunci:** tempe kedelai, cemaran, *Coliform*, *Salmonella* sp.

### **ABSTRACT**

*The production of Tempe that has not met the standard of Good Manufacturing Practice can contaminate the Tempe with pathogenic microorganisms. One of them that has not met the standard is the water source that is used in tempe fermentation processing. The source of the contaminated-water can be detected from the examination of pathogenic microorganisms in the washing and boiling water of soybeans. This study aims to determine the contamination of pathogenic microorganisms that occur in washing and boiling water of soybeans that are used in the process of fermentation by traditional tempe production in district of Sidorejo, Salatiga, Central Java. Samples of washing and boiling water of soybeans were randomly picked from a number of Tempe factories. The contamination of the pathogenic microorganisms is tested using Presumptive Test and Confirmative Test, also the detection of Salmonella sp. The results of the test are compared with the standard of Tempe SNI 3144-2015. The result showed that both the washing and boiling water of soybeans did not meet the standard, Each in the washing water is found 11-15 APM/mL and in boiling water is found 28-36 APM/mL of Coliform. The boiling water of soybeans positively contains Salmonella sp. The conclusion of the research is the process of making traditional Tempe in district of Sidorejo has not fulfilled the standard of Tempe SNI 3144-2015 so it needs coaching, training, and supervision in the process of making Tempe that meet the standard of Good Manufacturing Practice.*

**Keywords:** Tempe, Soybean, Contamination, *Coliform*, *Salmonella* sp.

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Salah satu industri yang berkembang cepat di Indonesia adalah industri makanan tradisional. Perhatian lebih diperlukan dalam melestarikan makanan tradisional, seperti tempe yang merupakan salah satu produk fermentasi tradisional asli Indonesia dan berpotensi sebagai sumber protein nabati (Mujiyanto, 2013). Tempe diusahakan untuk sesuai dengan standar mutu yang berlaku pada SNI 3144-2015 untuk meningkatkan mutu tempe yang akan didistribusikan ke masyarakat dan mencegah tempe sebagai media perantara penyakit (Kartika *dkk.*, 2014).

Tempe adalah makanan berbahan dasar kedelai (*Glycine max*) yang diolah menggunakan proses fermentasi dengan bantuan kapang berupa *Rhizopus oryzae*, *Rhizopus oligosporus* Saito, *Rhizopus stolonifer*, atau *Rhizopus arrhizus* (Anonim<sup>1</sup>, 1982). Tempe memiliki warna putih karena miselia kapang tumbuh dan merekatkan biji-biji kedelai sehingga membentuk tekstur padat. Fermentasi kedelai dengan bantuan kapang tersebut menyebabkan perubahan kimia maupun fisik. Senyawa-senyawa kompleks dihidrolisis menjadi lebih sederhana sehingga tempe dapat lebih mudah dicerna tubuh (Sukardi *dkk.*, 2008). Kandungan yang terdapat dalam tempe berupa air 64%, protein 18,3%, lemak 4%, karbohidrat 12,7%, kalsium 129 mg/100g, fosfor 154 mg/100 g, dan zat besi 10 mg/100 g (Mujiyanto, 2013). Jumlah asam lemak bebas yang ada pada kedelai sebesar 1 persen akan meningkat menjadi 30 persen ketika kedelai difermentasikan menjadi tempe (Sukardi *dkk.*, 2008).

Usaha tempe di Indonesia rata-rata masih dilakukan dengan teknologi yang sederhana sehingga tingkat efisiensi penggunaan sumber daya (air dan bahan baku) dirasakan masih rendah dan tingkat produksi limbahnya juga relatif tinggi. *Coliform* merupakan golongan mikroorganisme yang biasa digunakan sebagai indikator untuk mengetahui pencemaran bakteri patogen pada pangan. Biasanya kelompok dari *coliform* fekal hidup dalam saluran pencernaan

manusia (bakteri intestinal), sehingga dijadikan sebagai bakteri indikator keberadaan bakteri patogenik lain dimana jumlah bakteri tersebut berkorelasi positif terhadap keberadaan bakteri patogen (Odonkor dan Joseph, 2013). Kelompok bakteri *coliform*, antara lain *Eschericia coli*, *Enterrobacter aerogenes*, dan *Citrobacter fruendii*, sehingga keberadaan bakteri-bakteri tersebut juga menunjukkan adanya bakteri patogen lain seperti, *Shigella* yang menyebabkan diare hingga muntaber (Antara *dkk.*, 2008).

Bahan pembuatan tempe (air atau kedelai) harus bebas dari semua jenis *coliform* karena semakin tinggi tingkat kontaminasi bakteri *coliform*, maka semakin tinggi pula risiko kehadiran bakteri-bakteri patogen lain yang biasa hidup dalam kotoran manusia atau hewan dan dapat mengkontaminasi bahan lainnya (Bambang *dkk.*, 2014). Menurut Pelczar dan Chan (2008), *E. Coli* merupakan bagian dari mikroba normal saluran pencernaan, namun saat ini telah terbukti bahwa galur-galur tertentu dapat menyebabkan gastroenteritis pada manusia.

Proses pembuatan tempe kedelai diawali dengan pensortiran kedelai, lalu kedelai dimasak dan direndam selama semalam. Kemudian kedelai dicuci, dihilangkan kulit tipisnya, ditiriskan dan diberikan ragi tempe dengan perbandingan tertentu, dikemas dalam wadah plastik atau daun pisang, serta inkubasi (Anonim<sup>1</sup>, 1982). Tempe segar hanya dapat disimpan sekitar 2-3 hari dalam suhu ruang atau 5 hari dalam suhu rendah dan kemudian kualitasnya akan menurun. Tempe yang disimpan lebih dari waktu tersebut akan membuat pertumbuhan kapang terhenti dan bakteri pengurai tumbuh, sehingga tempe menjadi busuk (Sukardi *dkk.*, 2008).

### Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui cemaran mikroorganisme patogen yang terjadi dalam air cucian dan perebusan kedelai yang dipergunakan dalam proses fermentasi tempe oleh pengrajin tempe tradisional di Kecamatan Sidorejo, Salatiga, Jawa Tengah. Sampel air cucian dan perebusan kedelai

diambil secara acak dari sejumlah pengrajin tempe.

## BAHAN DAN METODE

### Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2016 sampai dengan Februari 2017 di Laboratorium Mikrobiologi dan Laboratorium Biokimia dan Molekuler, Fakultas Biologi, Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga.

### Alat dan Bahan Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam melakukan penelitian diantaranya adalah cawan petri, bunsen, gelas *beaker* 100 ml, gelas ukur 100 ml, erlenmeyer 5000 ml, tabung durham, pipet mikro P1000, pipet mikro P200, tabung reaksi, timbangan analitik, inkas, batang L, inkubator, *vortex*, *hot plate and stirrer*, dan *autoclave*. Untuk bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini berupa tempe kedelai dikacematan Sidorejo NaCl 0,85%, akuades, medium *Lactose Broth* (LB), *Brilliant Green Lactose bile Broth* 2% (BGLB 2%), dan *Salmonella Shigella Agar* (SSA).

### Pengambilan Sampel

Sampel air perebusan dan pencucian diambil dari 25% perajin tempe kedelai di kecamatan Sidorejo (A B, dan C) masing- masing sampel diulang tiga kali.

### Preparasi dan Pengenceran

Sampel uji di encerkan dengan empat seri pengenceran, yaitu :  $10^1$ ,  $10^2$ ,  $10^3$ ,  $10^4$ ,  $10^5$   $10^6$ . Awal pengenceran sampel dilakukan dengan mencampurkan 1 ml air dimasukkan ke dalam 9 ml NaCl 0,85% dan dihomogenkan (pengenceran  $10^{-1}$ ). Kemudian dalam mendapatkan pengenceran  $10^{-2}$ , suspensi awal diambil sebanyak 1 ml, lalu dimasukkan ke dalam tabung reaksi berisi 9 ml NaCl 0,85% dan dihomogenkan. Demikian dengan pengenceran  $10^{-3}$ , suspensi diambil sebanyak 1 ml dari pengenceran  $10^{-2}$ , lalu dimasukkan ke dalam

tabung reaksi berisi 9 ml NaCl 0,85% dan dihomogenkan. Setelah itu, dari pengenceran  $10^{-3}$  diambil sebanyak 1 ml, lalu dimasukkan ke dalam tabung reaksi pengenceran  $10^{-4}$  berisi 9 ml NaCl 0,85%. Pengenceran  $10^{-4}$  diambil sebanyak 1 ml, lalu dimasukkan ke dalam tabung reaksi pengenceran  $10^{-5}$  berisi 9 ml NaCl 0,85% (Kartika *dkk.*, 2014).

### Pengujian Bakteri *Coliform*

#### Uji Dugaan (*Presumptive Test*)

Masing-masing suspensi dari pengenceran  $10^{-4}$ ,  $10^{-5}$ , dan  $10^{-6}$  diambil sebanyak 1 ml dan dimasukkan ke dalam 3 tabung berisi 9 ml *Lactose Broth* dengan tabung durham terbalik. Suspensi sampel pengenceran  $10^{-4}$  dimasukkan ke dalam 3 seri pertama tabung reaksi berisi 9 ml *Lactose Broth* sebanyak masing-masing 1 ml. Selanjutnya suspensi sampel pengenceran  $10^{-5}$  diambil sebanyak masing-masing 1 ml, dan di masukkan ke dalam 3 seri kedua tabung reaksi berisi 9 ml *Lactose Broth*. Terakhir suspensi sampel pengenceran  $10^{-6}$  diambil sebanyak masing-masing 1 ml, dan dimasukkan ke dalam 3 seri ketiga tabung reaksi berisi 9 ml *Lactose Broth*. Seluruh tabung diinkubasikan pada suhu  $37^{\circ}\text{C}$  selama 24-48 jam dan setelahnya dicatat jumlah tabung yang membentuk gas pada masing-masing pengenceran (Kartika *dkk.*, 2014).

#### Uji Penegasan (*Confirmative Test*)

Tabung tiap pengenceran dari Uji Dugaan yang positif (terbentuk gas), secara hati-hati dikocok dengan *vortex*. Kemudian setiap tabung tersebut diambil 1 ose, dan dipindahkan ke tabung reaksi berisi 10 ml media *Brilliant Green Lactose bile Broth* 2% yang didalamnya terdapat tabung durham terbalik. Kemudian semua tabung diinkubasi pada suhu  $37^{\circ}\text{C}$  selama 24-48 jam. Uji dinyatakan positif jika terbentuk gas dalam tabung durham. Pembentukan gas pada tiap tabung pengenceran dicatat jumlahnya, kemudian disesuaikan dengan tabel MPN (FDA BAM Appendix 2, 2001) dan dinyatakan dalam satuan APM/g.

### Deteksi Bakteri *Salmonella sp.*

Larutan suspensi pengenceran  $10^{-4}$ ,  $10^{-5}$ , dan  $10^{-6}$  masing-masing diambil sebanyak 0,2 ml. Kemudian, larutan suspensi tersebut ditaburkan pada permukaan medium spesifik *Salmonella Shigella Agar* (SSA) dan diratakan dengan batang L steril. Tiap seri pengenceran dibuat 3 kali ulangan. Setelah semua seri pengenceran diinokulasikan, medium SSA diinkubasi pada suhu  $37^{\circ}\text{C}$  selama 24-48 jam. Deteksi cemaran bakteri *Salmonella sp.* dilihat dari ada (+) atau tidak ada (-) pertumbuhan bakteri tersebut. Koloni *salmonella sp* tidak akan berwarna (*colorless*) dengan inti hitam besar di tengah (Narumi *dkk.*, 2009).

### Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan statistika sederhana (deskriptif)

dengan perlakuan 3 sampel dan ulangan tiga kali. Data yang sudah diolah kemudian dinilai kuantitas bakteriologis *coliform* dan kualitas ada atau tidaknya *Salmonella sp.*

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Uji *Coliform* pada Sampel air rendaman kedelai dan sampel air cucian kedelai

Hasil uji bakteri *Coliform* pada air rendaman kedelai dapat dilihat pada Tabel 3.1.1. di bawah ini.

Tabel 3.1.1. Data Hasil Analisis Uji *Most Probable Number* (MPN/ JPT Dari Air Perebusan Kedelai

| No | Sampel | Uji Dugaan                                  | Uji Penegasan                                    | Hasil MPN <i>Coliform</i> (APM/ml) | Keterangan |
|----|--------|---|--|------------------------------------|------------|
|    |        | Kombinasi Tabung Positif <i>Coliform</i> LB | Kombinasi Tabung Positif <i>Coliform</i> BGLB 2% |                                    |            |
| 1  | A      | 2-3-1                                       | 2-3-1  | 36                                 | BMS        |
| 2  | B      | 2-2-1                                       | 2-2-1  | 28                                 | BMS        |
| 3  | C      | 2-2-2                                       | 2-2-2  | 35                                 | BMS        |

Ket.: BMS = Belum Memenuhi Standar

Tabel 3.1.2. Data Hasil Analisis Uji *most probable number* (MPN)/ JPT Pada Air Cucian Kedelai

| No | Sampel | Uji Dugaan                                  | Uji Penegasan                                    | Hasil MPN <i>Coliform</i> (APM/ml) | Keterangan |
|----|--------|---|--|------------------------------------|------------|
|    |        | Kombinasi Tabung Positif <i>Coliform</i> LB | Kombinasi Tabung Positif <i>Coliform</i> BGLB 2% |                                    |            |
| 1  | A      | 3-2-1                                       | 3-2-1  | 150                                | BMS        |
| 2  | B      | 1-1-1                                       | 1-1-1  | 11                                 | BMS        |
| 3  | C      | 2-1-1                                       | 2-1-1  | 20                                 | BMS        |

Ket.: BMS = Belum Memenuhi Standar

Dari jumlah *coliform* yang terdapat pada sampel A, B dan C dapat dikatakan bahwa sampel di kecamatan sidorejo belum memenuhi standar SNI 3144-2015 dan terbukti memiliki

cemaran *coliform* dan adanya mikroba yang bersifat *enteropatogenik* dan *toksigenik* yang sangat berbahaya bagi kesehatan.(Bambang *dkk.*, 2014). Semakin tinggi tingkat kontaminasi

bakteri *coliform*, semakin tinggi pula risiko kehadiran bakteri-bakteri pathogen yang kemungkinan terdapat dalam air terkontaminasi kotoran manusia atau hewan berdarah panas yaitu bakteri *Escherichia coli*, yaitu mikroba penyebab gejala diare (Entjang, 2003).

Pada air cucian kedelai didapatkan hasil uji penegasan dengan BGLB 2% setelah 48 jam di inkubasi, sampel A didapatkan kombinasi tabung positif *coliform* 3-2-1 dengan hasil 150 APM/ml. banyaknya kontaminan dalam air memerlukan standar tertentu untuk menjamin kebersihannya. Air yang terkontaminasi oleh bakteri pathogen saluran cerna sangat berbahaya untuk diminum. Hal ini dapat dipastikan dengan penemuan organisme yang ada dalam tinja manusia atau hewan, keberadaan didalam air minum menunjukkan tingkat sanitasi rendah, oleh karena itu, air minum harus bebas dari semua jenis *coliform*. Semakin tinggi tingkat kontaminasi bakteri *coliform*, semakin tinggi pula resiko kehadiran bakteri-bakteri pathogen lain yang biasa hidup dalam kotoran manusia dan hewan (Chemical Method, 1979).

Kuantitas bakteri *coliform* yang telah melewati batas standar bisa disebabkan karena faktor sanitasi penyajian produk yang kurang memadai, maupun proses pembuatan yang kurang bersih (Odonkor, 2013). Baik dalam proses pembuatan maupun penyajian produk harus steril dari komponen-komponen lain yang berpotensi mengkontaminasi produk (Sukardi dkk., 2008). Kandungan bakteri *coliform* yang melebihi batas mengindikasikan adanya mikroorganisme yang bersifat enteropatogenik atau toksigenik bagi kesehatan konsumen (Nurjanah, 2006). Kelompok bakteri *coliform* meliputi *Escherichia coli*, *Enterobacter aerogenes*, dan *Citrobacter freundii*, sehingga keberadaan bakteri-bakteri tersebut juga menunjukkan adanya bakteri patogen lain seperti, *Shigella* yang menyebabkan diare hingga muntaber (Antara dkk., 2008).

Hasil penelitian didapatkan bahwa terdapat *coliform* dari sampel tempe yang menggunakan air tanah, itu untuk semua produksi sampel tempe. Dapat dilihat pada medium LB

dan BGLB 2% tanpa adanya pengenceran, dan dapat dilihat dari tes awal yang dilakukan dengan cara menginokulasikan sampel air sehingga medium cair menjadi mengkeruh dan menghasilkan gas karena terdapat adanya *coliform*.

Jenis *coliform* yang terdeteksi pada air sampel A, B dan C di inokulasikan pada medium *Salmonella Shigella Agar* (SSA). Koliform dan *Salmonella* sp. sering dijadikan standar utama kebersihan pangan di industri. Hal ini dikarenakan dalam jumlah berlebih kedua bakteri ini dapat menurunkan kualitas produk pangan dan membahayakan konsumen dikarenakan akan menimbulkan penyakit khususnya pencernaan. Adanya keberadaan koliform dan *Salmonella* sp. menunjukkan bahwa kurangnya tingkat kebersihan dan keamanan pangan, sehingga ada kontaminasi dalam bahan atau proses produksi (Sukardi dkk., 2008). *Coliform* adalah kelompok bakteri sebagai indikator untuk mengetahui pencemaran bakteri patogen pada suatu sumber air. Kelompok bakteri yang disebut *coliform* antara lain *Escherichia coli*, *Enterobacter aerogenes*, *Citrobacter freundii*, dan *Shigella* sp. yang menjadi penyebab penyakit diare (Antara dkk., 2008).

Pada sampel B memiliki jumlah *coliform* lebih kecil, sedangkan sampel A dan C mempunyai jumlah *coliform* yang hampir sama. menurut Friedheim (2001) mengatakan bahwa *coliform* merupakan indikator kualitas air, yang makin sedikit kandungan *coliform*, artinya kualitas air semakin baik. Sampel A menunjukkan angka 36, sampel B menunjukkan angka 28 sedangkan sampel C menunjukkan angka 35.

Lingkungan produksi tempe dengan sampel B memiliki ruangan yang tertutup dan untuk mendapatkan udara cukup sedikit, sedangkan sampel A memiliki ruangan yang terbuka sehingga udara bisa masuk ke tempat produksi. Pada sampel air yang diambil dari air yang dipergunakan untuk mencuci dan perebusan kedelai selama 6-12 jam.

Penggunaan peralatan yang tidak steril juga menjadi salah satu faktor kontaminasi *coliform*. Pada air kedelai sampel A, B dan C

menggunakan tong atau ember plastik untuk pencucian dan perebusan. Menurut Alli (2004), tidak dilakukannya penggantian atau pembersihan secara berkala membuat alas semakin kotor dan mempertinggi kontaminasi *coliform*. Tenaga kerja pekerja juga turut menjadi perhatian, dimana pekerja dapat menjadi salah satu sumber kontaminasi, pekerja dari semua produsen sampel kurang memperhatikan kebersihan seperti hanya mencuci tangan dan kaki dengan air tanpa memakai sabun. Selain itu juga, pekerja sering tidak memakai sandal atau baju untuk bekerja dan adapula pekerja yang bekerja dengan merokok Menurut Cahyaningsih *dkk.*, 2009, terdapat signifikansi jumlah angka kuman makanan dengan mencuci tangan menggunakan sabun. Untuk mencegah kontaminasi, pekerja seharusnya tidak merokok dan makan, wajib mencuci tangan dengan sabun sebelum bekerja dan setelah keluar dari toilet, memakai pakaian kerja dan pelindung yang sesuai, dan memakai pakaian kerja bersih yang tidak dipakai di luar tempat bekerja (Ismail, 2012).

Pada area produksi sampel B dan C cukup dekat dengan toilet yang memungkinkan akan bertambahnya jumlah kontaminasi *coliform*. Kemudian lantai pada ruangan produksi kotor

dan lembab sehingga bakteri-bakteri bisa berkumpul dan dapat menyebabkan kualitas kedelai menurun (Antara *dkk.*, 2008). Menurut Ismail, (2012) mengatakan bahwa tempat pengolahan harus jauh dari tempat yang menjadi sumber kontaminasi dan tidak bersebelahan dengan toilet karena akan menimbulkan perpindahan bakteri yang berasal dari toilet ke tempat produksi sehingga terjadi kontaminasi.

### Deteksi *Salmonella sp.* Pada Sampel Air Kedelai Tempe

Dari tiga sampel air kedelai tempe yang diuji, didapatkan dua sampel yang terdeteksi *salmonella sp.* ialah sampel A dan sampel B ulangan kedua dan ulangan ketiga pada pengenceran  $10^4$  terdeteksi dua koloni *salmonella sp.* Pada pengenceran  $10^5$  masing-masing terdeteksi satu koloni *salmonella sp.* Pada pengulangan pertama dan ketiga. Sampel A dan sampel B berasal dari air untuk proses produksi. Dari inokulasi sampel air dapat diketahui sampel air untuk produksi di medium SSA tanpa pengenceran, cemaran *salmonella sp.*, di dalam air pada sampel B cukup banyak. Walaupun pada air sampel C masing-masing terdeteksi satu koloni *salmonella sp.* Hasil dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3.2.1. Data Analisis Uji *Salmonella sp* Pada Air Rendaman Kedelai

| No | Sampel | SSA $10^4$     |                |                | SSA $10^5$     |                |                | SSA $10^6$     |                |                |
|----|--------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|    |        | U <sub>1</sub> | U <sub>2</sub> | U <sub>3</sub> | U <sub>1</sub> | U <sub>2</sub> | U <sub>3</sub> | U <sub>1</sub> | U <sub>2</sub> | U <sub>3</sub> |
| 1  | A      | +              | -              | -              | +              | -              | +              | -              | -              | -              |
| 2  | B      | -              | +              | -              | -              | -              | -              | -              | -              | -              |
| 3  | C      | -              | -              | -              | -              | -              | -              | -              | -              | -              |

Keterangan: - = Negatif *Salmonella sp.*  
 + = Positif *Salmonella sp.*

Pada uji sampel A dan sampel B menunjukkan adanya cemaran *Salmonella sp.* *Salmonella sp.* dalam sampel dapat berasal dari peralatan yang digunakan selama proses pengolahan air kedelai tempe yang mungkin telah terkontaminasi oleh *Salmonella sp.*, tidak dicuci dengan bersih. Menurut Karsinah, H *dkk.* (1994:173) mengatakan bahwa bakteri *Salmonella sp.* Dapat berasal dari air, debu dan sampah kering di lingkungan. Di laboratorium,

*Salmonella sp.*, dapat tumbuh pada suhu 5-47°C dan optimum pada suhu 35-37°C. PH pertumbuhan sekitar 4,0-9,0 dengan PH optimum 6,5-7,5. Bakteri *Salmonella sp.* tidak akan tumbuh dengan nilai PH yang asam, namun jika PH tidak dapat mencapai asam karena kurang lamanya proses perendaman, akan menyebabkan kontaminasi tumbuh. Kontaminasi oleh bakteri *coliform* ataupun *Salmonella sp.* karena kondisi yang kotor, dari segi tempat produksi masing-

masing produsen, air untuk proses pencucian dan perebusan dilakukan di tempat yang sangat dekat dengan kamar mandi. Jika suatu saat pekerja keluar dari kamar mandi belum tentu pekerja mencuci tangan dengan sabun untuk bekerja kembali di area produksi selain itu juga kondisi tempat produksi yang kumuh dan terbuka memperbesar kontaminasi lewat udara.

## KESIMPULAN

Sampel A,B dan C yang diambil dari perajin di Kecamatan Sidorejo belum memenuhi syarat sesuai dengan jumlah cemaran *coliform* yang melebihi batas SNI 3144-2015, yaitu maksimal 10 APM/ml dan Pada sampel A dan B terdapat cemaran *Salmonella sp.*

## DAFTAR PUSTAKA

- Alli, Intez. 2004. *Food Quality Assurance: Principles and Practices*. CRC Press LLC, Florida.
- Antara, Nyoman Semadi, Ida Bagus Djaya Utama Dauh, Ni Made Ita Seri Utami. 2008. Tingkat Cemaran Bakteri *Coliform*, *Salmonella sp.*, dan *Staphylococcus aureus* Pada Daging Babi. *Jurnal Agrotekno*, Volume (14) (2): 51-55.
- Anonim<sup>1</sup>. 1982. *Tempe Kedelai: Paket Industri Pangan Untuk Daerah Pedesaan*. Pusat Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Pangan IPB.
- Bambang, Andrian G., Fatimawali, Novel, S. Kojong. 2014. Analisis Cemaran Bakteri *Coliform* dan Identifikasi *Escherichia coli* Pada Air Isi Ulang Dari Depot Di Kota Manado. *Jurnal Ilmiah Farmasi UNSRAT*, Volume (3) (3): 325-334.
- Cahyaningsih, C.T., H. Kushadiwijaya, A. Tholib. 2009. Hubungan Higiene Sanitasi dan Perilaku Penjamah Makanan dengan Kualitas Bakteriologis Peralatan Makan Di Warung Makan. *Berita Kedok Masy.*, 25: 180-188.
- Fardiaz, Srikandi dan Jenie BSL. 1989. *Uji Sanitasi Dalam Industri Pangan*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Ismail, Deni. 2012. Uji Bakteri *Escherichia coli* Pada Minuman Susu Kedelai Bermerek dan Tanpa Merek Di Kota Surakarta. Universitas Muhammadiyah Surakarta, Solo.
- Kartika, Emma, Siti Khotimah, Ari Hepi Yanti. 2014. Deteksi Bakteri Indikator Keamanan Pangan Pada Sosis Daging Ayam Di Pasar Flamboyan Pontianak. *Probiot*, Volume (3) (2): 111-119.
- Mujianto. 2013. Analisis Faktor Yang Mempengaruhi Proses Produksi Tempe Produk UMKM di Kabupaten Sidoarjo. *REKA Agroindustri*, Volume (1) (1).
- Nurjanah, Siti. 2006. Kajian Sumber Cemaran Mikrobiologis Pangan Pada Beberapa Rumah Makan Di Lingkar Kampus IPB Darmaga, Bogor. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, Volume (11) (3): 18-ff24.
- Odonkor, Stephen T. dan Joseph K. Ampofo. 2013. *Escherichia coli* As An Indicator of Bacteriological Quality of Water: an Overview. *Microbiology Research 2013*, Volume (4) (2): 05-11.
- Sukardi, Wigniyanto, Isti Purwaningsih. 2008. Uji Coba Penggunaan Inokulum Tempe Dari Kapang *Rhizopus oryzae* Dengan Subtrat Tepung Beras dan Ubikayu Pada Unit Produksi Tempe Sanan Kodya Malang. *Jurnal Teknologi Pertanian*, Volume (9) (8): 207-215.
- Winarno, F.G., 1997. *Kimia Pangan dan Gizi*. Gamedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Winarno, F.G., S. Fardiaz dan D. Fardiaz, 1980. *Pengantar Teknologi Pangan*. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

## **Optimalisasi Pembuatan Pestisida Organik dalam Meningkatkan Produksi Tanaman Sawi dan Pak Choy pada Kelompok Tani Maleosan Kabupaten Minahasa**

**Ernest Hanny Sakul<sup>1\*</sup>, Wiesye Maya Selfia Nangoy<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Jurusan Biologi FMIPA-Universitas Negeri Manado  
Kampus UNIMA Tounsarua Selatan 95619

\*Penulis Korespondensi. Ernest Hanny Sakul, Jurusan Biologi FMIPA  
Universitas Negeri Manado Desa Tounsarua Kecamatan Tondano Selatan Kode Pos 95619,  
Telp.08124446613; Email: ernesthannysakul@gmail.com

### **ABSTRAK**

Salah satu kendala utama dalam sistem produksi di Indonesia adalah adanya serangan hama dan penyakit pada tanaman sayuran. *P. xylostella* L. merupakan serangga hama yang penyebarannya bersifat kosmopolitan. Serangga ini sering digunakan sebagai bioindikator karena larva ini sangat agresif dan rakus memakan daun tumbuhan uji disamping murah dan mudah didapatkan. Serangan serangga ini dapat merusak tanaman sayuran mengakibatkan kehilangan hasil secara kuantitatif maupun kualitatif. Di Indonesia, strategi pengendalian yang sangat umum dilakukan untuk menekan populasi serangga tersebut adalah dengan aplikasi insektisida sintetik. Penggunaan insektisida sintetik secara kontinu dan berulang-ulang oleh petani telah menimbulkan pencemaran lingkungan serta ketahanan hama terhadap insektisida sintetik itu sendiri, sehingga dalam kasus-kasus tertentu dapat menimbulkan ledakan populasi atau berkembangnya hama baru yang dulunya tidak berstatus hama. Upaya-upaya yang bisa dilaksanakan adalah memanfaatkan sumberdaya alam yang tidak menyebabkan residu, tidak mencemari lingkungan dan mudah terurai serta memiliki keuntungan secara ekonomis. Berdasarkan hal tersebut di atas, maka perlu dilaksanakan pelatihan bagi para petani sayur-mayur dalam membuat pestisida organik berbahan dasar tanaman lokal untuk diaplikasikan pada tanaman sayur hortikultura jenis sawi dan pak-choy di kelompok tani Maleosan, Kabupaten Minahasa. Program pelatihan pembuatan pestisida organik dalam meningkatkan produksi tanaman sawi dan pak choy pada kelompok tani maleosan desa tonsealama kabupaten minahasa, telah memberikan hasil yang baik bagi peningkatan kemampuan (skill) individu maupun kelompok juga peningkatan pengetahuan dan kompetensi para petani, sehingga terampil dan mampu mengaplikasikan pembuatan pestisida organik.

**Kata kunci:** pengendalian hayati, pestisida organik, tanaman sawi, *Plutella xylostella*, pelatihan untuk petani

### **ABSTRACT**

*One of the main problems in the production system in Indonesia is the attack of pests and diseases in vegetable crops. *Plutella xylostella* L. is an insect pests that are cosmopolitan effect spreads. These insects are often used as bio-indicators for the larvae are very aggressive and voracious eating the leaves of test plants in addition to cheap and availability. These insects can damage vegetable crops resulting in loss of quantitative and qualitative. In Indonesia, the control strategy with pressing insect population by trial of synthetic insecticides. The use of synthetic insecticides continuously and repeatedly by farmers has caused environmental pollution and pest resistance to synthetic insecticides itself, so that in certain cases can cause an explosion or development of new pest populations that have not traditionally pest status. Efforts that can be done is to utilize natural resources does not cause residue, do not pollute the environment and easily biodegradable and has economic benefits. According on the above, it should be carried out training for farmer that lack of information in making organic pesticides made from local plants to be applied on vegetable crops horticultural types of mustard and pak-choy farmer group Maleosan Minahasa Regency. The training program of making organic pesticides can increased the production of mustard and pak choy on farmer groups maleosan village tonsealama minahasa regency, has given a good result for increased ability (skills) of individuals to trial new methods and groups also improve the knowledge and competence of farmers, for got skilled and ability to apply the made organic pesticides.*

**Keywords:** biological control, organic pesticides, mustard plants, *Plutella xylostella*, training for farmer

## PENDAHULUAN

### Analisis Situasi

Penggunaan pestisida yang kurang bijaksana sering menimbulkan masalah seperti pencemaran lingkungan, keracunan terhadap hewan peliharaan dan manusia, terjadinya resistensi dan resurgensi terhadap serangga hama. Untuk mengurangi penggunaan pestisida sintetik perlu dicari cara lain, diantaranya adalah memanfaatkan pestisida yang berasal dari bahan tumbuhan.

Akhir-akhir ini telah banyak dilakukan eksplorasi terhadap bahan tumbuhan yang mengandung bahan bioaktif dan bermanfaat sebagai pengendali hama yang ramah lingkungan, seperti pestisida nabati. Usaha pengendalian dengan menggunakan bahan-bahan nabati tidak akan menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan, karena pada umumnya bahan nabati mudah terurai atau terdegradasi di alam sehingga tidak persisten di alam ataupun pada bahan makanan.

Hasil penelitian dengan menggunakan ekstrak cair diperoleh delapan jenis tumbuhan yang berpotensi sebagai insektisida nabati yaitu lukut (*Patynerium bifurcatum*), kapayang (*Pangium edule*), kalalayu (*Eriogiosum rubiginosum*) lua (*Ficus glomerata*), dan galam (*Melaleuca cayuputi*), rumput. Hama-hama yang menyerang tanaman kubis dapat dibagi menjadi dua kelompok, yaitu hama utama dan sekunder. Hama utama ialah hama yang selalu menimbulkan kerugian, sehingga perlu dilakukan tindakan pengendalian. Hama sekunder adalah jenis hama yang kadang-kadang penting sehingga tidak perlu selalu dilakukan tindakan pengendalian. *Plutella xylostella* disebut ulat tritip, atau ngengat punggung berlian, tersebar di seluruh dunia, di daerah tropis, sub tropis, dan

daerah sedang. Ulat tritip itu kecil tetapi sangat merugikan tanaman.

Hama-hama *P.xylostella* dan *Crociodomia binotalis* juga merupakan hama

penting pada tanaman minjangan (*Chromolaema odoratum*), sarigading (*Nyctanthes arbotritis*), dan jingah (*Glotha rengas*).

*Brassicae* lainnya di Indonesia. Sejak 1993, hama-hama ini juga menjadi sangat penting, khususnya pada tanaman kubis di Sulawesi Utara. Kerusakan yang ditimbulkan oleh hama-hama ini adalah dengan merusak daun dan pucuk sehingga tanaman tidak dapat membentuk krop.

Hama *Spodoptera litura* mulai berkembang menjadi hama penting, pengamatan di lapangan juga menunjukkan bahwa serangan hama ini bersamaan dengan serangan *C.binotalis* pada bagian tanaman yang sama sehingga terlihat adanya kompetisi antara kedua jenis hama ini (Sembel, 2010)

Salah satu kendala utama dalam sistem produksi di Indonesia adalah adanya serangan hama dan penyakit pada tanaman sayuran. *P.xyostella* (L) merupakan serangga hama yang penyebarannya bersifat kosmopolitan. Serangga ini sering digunakan sebagai bioindikator karena larva ini sangat agresif dan rakus memakan daun tumbuhan uji disamping murah dan mudah didapatkan. Serangan serangga ini dapat merusak tanaman sayuran mengakibatkan kehilangan hasil secara kuantitatif maupun kualitatif. Di Indonesia, strategi pengendalian yang sangat umum dilakukan untuk menekan populasi serangga tersebut adalah dengan aplikasi insektisida sintetik.

Tingkat populasi *P. xylostella* yang tinggi biasanya terjadi pada 6-8 minggu setelah tanam. Tingkat populasi yang tinggi dapat mengakibatkan kerusakan pada tanaman kubis, sawi dan sayuran lainnya. Kehilangan hasil yang disebabkan oleh *P. xylostella* bersama-sama *C.binotalis* dapat mencapai 100% apabila tidak digunakan insektisida. Hal ini terjadi pada pertanaman kubis, sawi dan sayuran lainnya di dataran tinggi di musim kemarau (Taroreh, 2012).

Titik berat pengendalian hama tanaman kubis di Provinsi Sulawesi Utara masih ditujukan pada pengendalian secara kimia yaitu penggunaan pestisida sintetik. Pengendalian

hama sayur-sayuran kubis di Kota Tomohon Provinsi Sulawesi Utara dilakukan para petani secara berlebihan baik dari segi dosis maupun jumlah perlakuan pestisida sintetik.

Penggunaan insektisida sintetik secara kontinu dan berulang-ulang oleh petani telah menimbulkan pencemaran lingkungan serta ketahanan hama terhadap insektisida sintetik itu sendiri, sehingga dalam kasus-kasus tertentu dapat menimbulkan ledakan populasi atau berkembangnya hama baru yang dulunya tidak berstatus hama. Upaya-upaya yang bisa dilaksanakan adalah memanfaatkan sumberdaya alam yang tidak menyebabkan residu, tidak mencemari lingkungan dan mudah terurai serta memiliki keuntungan secara ekonomis.

Petani selama ini tergantung pada penggunaan pestisida kimia untuk mengendalikan hama dan penyakit tanaman. Pestisida kimia juga banyak memiliki dampak buruk bagi lingkungan dan kesehatan manusia. Dampak negatif dari penggunaan pestisida kimia antara lain adalah hama menjadi kebal (resisten), peledakan hama baru (resurgensi), pemupukan residu bahan kimia di dalam hasil panen, terbunuhnya musuh alami, pencemaran lingkungan oleh residu bahan kimia dan kecelakaan bagi pengguna.

Penggunaan pestisida sintetik yang tidak bijaksana akan merusak lingkungan dan kesehatan manusia. Hal ini terjadi karena tidak semua pestisida yang digunakan mampu mengenai organisme pengganggu tanaman (OPT) sasaran, 30% pestisida terbuang ke tanah pada musim kemarau, dan 80% pada musim hujan, kemudian pestisida ini akan terbuang juga ke dalam perairan.

Bahan beracun ini akan mempengaruhi biota baik yang berada di air, di dalam tanah maupun bagian atas permukaan tanaman termasuk mikrobia epifit yang terdapat pada permukaan tanaman. Salah satu tujuan praktis sistem pengendalian hama terpadu adalah mengurangi kuantum penggunaan pestisida sintetik antara lain dengan mengintroduksi pestisida nabati yang mampu menandingi kemampuan pestisida sintetik tersebut.

Sembel *dkk.* (1990) melaporkan bahwa penggunaan insektisida untuk pengendalian hama sayur-sayuran, terutama tanaman petsai dan kubis, ternyata dilakukan petani di Sulawesi Utara secara berlebihan, baik dari segi dosis maupun jumlah perlakuan. Cara pengendalian kimia ini mengakibatkan terjadinya kontaminasi zat racun pada produksi sayuran serta pencemaran terhadap lingkungan (air, tanah dan udara). Namun hasil penelitian dengan cara pengendalian menggunakan pestisida hanya dapat mematikan hama untuk sementara, tetapi sesudah itu ledakan hama yang sama menyusul kembali. Dengan demikian, petani harus melakukan penyemprotan secara terus-menerus sehingga memberikan dampak negatif yaitu terjadi ketahanan hama terhadap insektisida dan pencemaran terhadap lingkungan serta adanya residu insektisida pada tanaman kubis dan petsai.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, perlu dikembangkan sarana pengendalian hama yang efektif tetapi ramah lingkungan. Salah satu sarana pengendalian yang memiliki peluang baik untuk dikembangkan dalam menunjang penerapan Pengendalian Hama Terpadu adalah pemanfaatan bahan insektisida yang berasal dari tumbuhan karena relatif aman terhadap musuh alami, memiliki tingkat persistensi yang singkat sehingga tidak dikuatirkan meninggalkan residu, tidak mencemari lingkungan, dan dapat bekerja secara kompatibel dengan pengendalian hayati (Sembel, 2010 dalam Salaki *dkk.*, 2012).

### **Kerangka Permasalahan Mitra**

Populasi *P. xylostella*, *C. binotalis* dan *S. lituray* yang menyerang lahan pertanian sayur-sayuran, salah satu contoh di perkebunan desa Rurukan Kota Tomohon, berada pada kisaran angka 60-70% untuk setiap lahan pertanian yang diserang, hal ini terjadi pada tanaman kubis atau kol, sawi baik sawi kodok maupun sawi biasa.

Pada satu tanaman kol maupun tanaman sawi, hama ulat daun ini biasanya ditemukan dalam jumlah yang cukup banyak sekitar rata-rata 10 – 20 ekor, hal ini sangat berpengaruh pada pembentukan crop lanjutan karena ulat daun tersebut biasanya menghabiskan seluruh daun

yang bersifat muda, sehingga akibat yang ditimbulkan yaitu pertumbuhan kol maupun sawi menurun dan berakibat nilai produksi petani berkurang secara signifikan.

Berdasarkan hal tersebut di atas, maka perlu dilaksanakan pelatihan bagi para petani sayur-mayur dalam membuat pestisida organik berbahan dasar tanaman lokal untuk diaplikasikan pada tanaman sayur hortikultura jenis sawi dan pak-choy di kelompok tani Maleosan, Kabupaten Minahasa.

## **SOLUSI DAN TARGET LUARAN**

### **Tujuan Kegiatan**

Sesuai dengan rencana kegiatan, maka luaran yang dihasilkan atau ditargetkan dalam kegiatan pengabdian pada masyarakat ini adalah :

1. Melatih para petani agar terampil dalam membuat pestisida organik berbahan dasar tanaman lokal Minahasa yang memiliki potensi sebagai pestisida nabati dan ramah lingkungan.
2. Membimbing dan melatih para petani, dalam menentukan dosis penggunaan pestisida organik yang terbaik, dalam mengatasi hama tanaman sawi dan pak-choy, sekaligus membuat produk pestisida organik sendiri.

### **Manfaat Kegiatan**

Kegiatan ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi para petani sehingga mampu mengaplikasikan cara membuat pestisida organik berbahan dasar tanaman lokal Minahasa yang memiliki potensi sebagai pestisida nabati dan ramah lingkungan.

Bagi UNIMA, kegiatan ini adalah upaya perwujudan misi perguruan tinggi, terutama mewujudkan salah satu dari Tri Dharma Perguruan Tinggi, yaitu dharma pengabdian pada masyarakat, yang pada akhirnya dapat meningkatkan citra UNIMA di mata masyarakat.

### **Solusi yang ditawarkan**

Belajar dari pengalaman dan informasi yang telah diperoleh dari masyarakat desa

(kelompok sasaran) yaitu para petani, ternyata perlu adanya peningkatan pengetahuan dan keterampilan penggunaan cara membuat pestisida organik berbahan dasar tanaman lokal Minahasa, guna meningkatkan produksi budidaya tanaman sawi dan pak-choy, sehingga dapat meningkatkan penghasilan dan kesejahteraan bagi petani dan keluarganya. Berdasarkan hal tersebut di atas, maka perlu dilaksanakan pelatihan guna mengoptimalkan penggunaan pestisida organik berbahan dasar tanaman lokal Minahasa yang memiliki potensi sebagai pestisida nabati dan ramah lingkungan.

## **BAHAN DAN METODE**

### **Sasaran Kegiatan**

Yang menjadi sasaran pelaksanaan kegiatan pelatihan ini adalah para petani yang tergabung dalam kelompok tani “Maleosan” Kecamatan Tondano Utara, Kabupaten Minahasa.

### **Lokasi Kegiatan:**

Kebun ladang yang dikelola oleh kelompok tani “Maleosan” Kecamatan Tondano Utara, Kabupaten Minahasa.

### **Metode yang digunakan:**

Adapun beberapa metode yang digunakan dalam kegiatan ini adalah:

- 1) Metode penyuluhan kepada petani tentang komponen pestisida organik, cara membuatnya dan cara mengaplikasikannya.
- 2) Metode demonstrasi dan unjuk kerja secara langsung dalam aplikasi pestisida organik pada tanaman sawi dan pak-choy.
- 3) Metode aplikasi di lapangan secara langsung dengan menggunakan pestisida organik buatan kelompok tani pada tanaman sawi dan pak-choy.

## KELAYAKAN PERGURUAN TINGGI

Universitas Negeri Manado merupakan salah satu Lembaga Pendidikan Tinggi di Sulawesi Utara yang telah memiliki nama dan reputasi dalam bidang penelitian dan pengabdian kepada masyarakat. Setiap tahun UNIMA mampu menunjukkan eksistensinya dalam bidang penelitian dan pengabdian kepada masyarakat. Hal ini ditunjukkan oleh berhasilnya beberapa dosen peneliti dan yang mengadakan pengabdian kepada masyarakat yang dapat bersaing mendapatkan dana penelitian dan pengabdian dari berbagai skim yang ditawarkan melalui Dirjen DIKTI (SIMLITABMAS). Hal ini tidak terlepas dari adanya kinerja yang baik dari pimpinan lembaga yang menerapkan sistem kompetisi dalam penentuan atau pengajuan proposal serta adanya sistim pendampingan (Coaching Clinic) guna penyempurnaan proposal yang diajukan.

Perguruan tinggi dalam hal ini Universitas Negeri Manado, melalui Lembaga Pengabdian Pada Masyarakat (LPM) telah berpengalaman dalam mengelola jenis-jenis pengabdian baik dengan sumber dana PNBP, DP2M, maupun kerjasama Pemda Sulawesi Utara. Contoh kinerja LPM bisa dicermati dari tahapan awal, pelaksanaan dan akhir suatu kegiatan pengabdian.

Pada tahap awal LPM kerap kali melakukan pelatihan penyusunan proposal pengabdian dan melakukan seleksi internal guna menghasilkan dan menjaring proposal yang berkualitas dan layak dibiayai. Pada tahap pelaksanaan pihak LPM melakukan pemantauan atau monitoring kegiatan secara periodik untuk mengawasi pelaksanaan program agar sesuai dengan rencana atau proposal. Sementara pada tahap akhir, pihak LPM melakukan evaluasi internal dan atau bersama tim DP2M. Untuk menyebarluaskan hasil-hasil pengabdian pihak LPM mensyaratkan pembuatan poster, dan melakukan pameran hasil pengabdian.

Selain itu, kelayakan Universitas Negeri Manado juga ditunjang oleh semakin banyaknya jumlah dosen profesional yang memiliki

keahlian pada bidangnya baik yang bergelar S2, S3 maupun berstatus guru besar yang telah banyak mengabdikan atau menghasilkan karya-karya hasil penelitian dan pengabdian yang berguna bagi masyarakat sehingga menjadi bahan acuan dalam proses penyusunan dan sumber informasi dalam pengajuan, serta pelaksanaan kegiatan ini.

## HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI

Adapun hasil kegiatan yang diperoleh adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil pengamatan dan temuan di lapangan, hama yang banyak merusak tanaman sayuran di Sulawesi Utara adalah hama larva dan imago *C.binotalis* dan *P.xylostella* pada tanaman kubis jenis sawi, kol, pakchoy, petsai maupun caisin, kedua hama tersebut dapat menimbulkan kerugian yang sangat besar karena langsung merusak proses pembentukan crop pada tanaman kubis khususnya, sehingga petani berusaha mengendalikannya, terutama dengan menggunakan insektisida sintesis.
2. Para petani yang tergabung di dalam kelompok tani "Maleosan" sudah memahami, sudah mampu dan terampil dalam mengaplikasikan proses pembuatan pestisida organik dalam meningkatkan produksi tanaman sawi dan pak choy.



Gambar.1. (a) Tanaman Sawi (*Brassica juncea*) Yang Rusak Bagian Kropnya dan (b) Tanaman Kubis Jenis Kol, Sawi Yang Rusak Dan Tidak Membentuk Krop Akibat Serangan Larva *C.binotalis*



Gambar.2. Lokasi Pembibitan Awal Tanaman Sawi dan Kebun Percobaan

3. Para petani merasa bangga bisa diajarkan dan dilatihkan perihal teknik pembuatan pestisida organik dalam meningkatkan produksi tanaman sawi dan pak choy disertai dengan cara pengolahan tanah yang baik, juga teknik menyemai benih yang baik, teknik pemeliharaan setelah/pasca fase vegetatif tanaman, dan pemeliharaan tanaman termasuk didalamnya pemupukan tahap akhir untuk memasuki masa pematangan dan teknologi pasca panen.



Gambar.3. Lokasi Pembibitan Awal Tanaman Sawi dan Kebun Percobaan

4. Melalui kegiatan ini juga para petani, telah diajarkan untuk mampu menekan biaya usaha tani dalam hal pengadaan pestisida sintetik, serta menghitung analisis usaha tani sawi dan pak choy, dengan menggunakan teknologi pestisida organik berbahan dasar tanaman lokal yang dapat memberikan pengaruh positif dalam mengendalikan hama pada tanaman sawi dan pak choy.



Gambar.4. Teknik Membuat Pestisida Nabati

5. Sosialisasi dan pemanfaatan tanaman lokal yang memiliki potensi sebagai bioinsektisida, memberikan manfaat yang sangat baik pada para petani sayur khususnya petani yang bercocok tanam sayuran jenis sawi dan pak choy. Para petani dapat memproduksi sendiri bioinsektisida yang berasal dari tanaman lokal, dan melakukannya berulang agar keberlangsungan kelompok tani tersebut dapat berjalan dengan baik.



Gambar.5. Tanaman Sawi Panen Perdana

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

1. Program pelatihan pembuatan pestisida organik dalam meningkatkan produksi tanaman sawi dan pak choy pada kelompok tani maleosan desa tonsealama kabupaten minahasa, telah memberikan hasil yang baik bagi peningkatan kemampuan (skill) individu maupun kelompok juga peningkatan pengetahuan dan kompetensi para petani, sehingga terampil dan mampu mengaplikasikan pembuatan pestisida organik.
2. Program pelatihan ini telah memberikan efek yang sangat positif dan sangat baik bagi para petani dan masyarakat di desa Tonsealama dalam hal aplikasi pembuatan pestisida

organik dalam meningkatkan produksi tanaman sawi dan pak choy.

### Saran

Perlu adanya kegiatan sejenis yang berkesinambungan misalnya optimalisasi kombinasi penggunaan pestisida organik dengan pupuk organik cair dalam meningkatkan produksi tanaman sawi dan pak choy.

### DAFTAR PUSTAKA

- Adianto, 1993. *Biologi Pertanian, Pupuk Kandang, Pupuk Organik Nabati dan Insektisida*. Bandung Alumni.
- Budi Santoso, H. 1998. *Pupuk Kompos*. Penerbit Kanisius. Jakarta.
- Emalinda, Yulnafatmawita dan Juniarti, 2006. *Pengomposan Sampah Domestik Dengan Memanfaatkan Cacing Tanah Untuk Menghasilkan Pupuk Organik Di Kanagarian Sangkir Lubuk Basung*. Laporan Pengabdian Masyarakat. DIPA-Universitas Andalas, Padang.
- Gusmini, 2003. *Pemanfaatan Tithonia (Tithonia diversifolia) sebagai Bahan Substitusi N dan K Pupuk Buatan terhadap Tanaman Jahe pada Ultisol*. Program PascaSarjana Universitas Andalas. Padang.
- Hadisuwito, S. 2007. *Membuat Pupuk Kompos Cair*. PT.Agro Media Pustaka.
- Hakim, N dan Agustian, 2003. *Gulma Tithonia dan Pemanfaatannya sebagai Sumber Bahan Organik dan Unsur Hara untuk Tanaman Hortikultura*. Laporan Penelitian Tahun I Hibah Bersaing. Proyek Peningkatan Penelitian Perguruan Tinggi DP3M Ditjen Dikti. Universitas Andalas, Padang.
- Isroi. 2008. *Kompos*. Makalah. Balai Penelitian Bioteknologi Perkebunan Indonesia, Bogor.
- Jama.B.A., C.A. Palm., R.J.Buresh., A. I. Niang., C. Gachege., G. Nziquheba and B.Amadado. 2000. *Tithonia Diversifolia as a green manure for improvement of soil fertility in western Kenya*. A Review. Agroforestry Systems.
- Lingga, Pinus dan Marsono. 2000. *Petunjuk Penggunaan Pupuk*. Jakarta. Penebar Swadaya.
- Lohoo, B.C.G., 2006. *Penggunaan Ekstrak Buah Lanta (Excoecaria agallocha L.) Untuk Pengendalian Hama (Spodoptera exigua Hubner.) Pada Tanaman Bawang Daun (Allium fistulosum L.)*. Tesis. Program Pascasarjana Program Studi Biologi, Universitas Negeri Manado.
- Manoppo, J.S.S., 2003. *Pengaruh Ekstrak Akar Tanaman Tuba (Derris elliptica Wallich.(Benth.) Sebagai Moluskisida Nabati Dalam Meningkatkan Mortalitas Keong Mas (Pomacea canaliculata L.)* Skripsi. Jurusan Biologi Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Manado.
- Manoppo, J.S.S., Ernest Sakul, Dalvian Taroreh, Revfly Gerungan dan Sanusi Gugule., 2012. *Efektivitas Ekstrak Biji Pangi (Pangium edule Reinw.) Dalam Meningkatkan Mortalitas Keong Mas (Pomacea canaliculata Lamarck). The effectiveness of Exctracts of Pangi Seed (Pangium edule Reinw.) in the increased mortality of Golden Apple-Snail (Pomacea canaliculata Lamarck)*. Jurnal ilmiah Bio-Sains Volume 1 Desember 2012. FMIPA Universitas Negeri Manado.
- Martodireso, Sutadi, dan Suryanto. 2001. *Terobosan Teknologi Pemupukan dalam Era Pertanian Organik*. Kanisius. Yogyakarta.
- Musnamar, Effi Ismawati. 2002. *Pupuk Organik Cair dan Padat, Pembuatan dan Aplikasi*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Pranata, A.S. 2004. *Pupuk Organik Cair Aplikasi dan Manfaatnya*. PT.Agro Media Pustaka.
- Salaki, Ch.L., Evie Paendong, dan Jantje Pelealu., 2012. *Biopestisida Dari Ekstrak Daun Pangi (Pangium sp) Terhadap Serangga Plutella xylostella Di Sulawesi Utara*. Jurnal ilmiah Eugenia Volume 18.No.3 Desember 2012, Hal 117.
- Sakul, E., 2012. *Pengendalian Hama Kumbang "Logong" (Sitophylus oryzae L.) Dengan Menggunakan Ekstrak Biji Pangi (Pangium edule Reinw.)*. Tesis. Program Pascasarjana Universitas Negeri Manado.
- Sakul, E., Jacklin S.S. Manoppo, Dalvian Taroreh, Revfly Gerungan dan Sanusi Gugule., 2012. *Pengendalian Hama Kumbang "Logong" (Sitophylus oryzae L.) Dengan Menggunakan Ekstrak Biji Pangi (Pangium edule Reinw.)*. Control Of Beetle Pest Logong (Sitophylus Oryzae L.) Utilized Pangi (Pangium edule Reinw.) Seed Extract. Jurnal ilmiah Eugenia Volume 18.No.3 Desember 2012, Hal 117.
- Sembel, D., 2010. *Pengendalian Hayati Hama-Hama Serangga Tropis & Gulma*. Penerbit Andi. Yogyakarta

## Potensi Ekosistem Pesisir sebagai Bahan Kajian dalam Pembelajaran IPA Biologi di Wilayah Pesisir

Abubakar Sidik Katili<sup>1,2\*</sup>, Ramli Utina<sup>1,2</sup>, Elya Nusntari<sup>1,2</sup>, Yowan Tamu<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Jurusan Biologi, Fakultas MIPA-UNG, Gorontalo, Indonesia \*Email: [abubakarsidik@ung.ac.id](mailto:abubakarsidik@ung.ac.id),  
[dikykatili@gmail.com](mailto:dikykatili@gmail.com), Telp.085240280650

<sup>2</sup> Pusat Kajian Ekologi Pesisir Berbasis Kearifan Lokal, Jurusan Biologi, UNG, Gorontalo, Indonesia,  
Jl. Jenderal Sudirman No. 6, Kota Gorontalo 96128, Provinsi Gorontalo

<sup>3</sup> Jurusan Sosiologi, Fakultas Ilmu Sosial, UNG, Gorontalo, Indonesia, Jl. Jenderal Sudirman No. 6,  
Kota Gorontalo 96128, Provinsi Gorontalo

### ABSTRAK

Ekosistem pesisir merupakan bagian dari bentang alam, memiliki potensi yang cukup besar dalam berbagai aspek, salah satunya adalah aspek pendidikan. Pembelajaran IPA khususnya biologi di sekolah dalam kompetensi ekosistem dan lingkungan dimaksudkan agar peserta didik memahami konsep ekosistem dan lingkungan serta memiliki karakter peduli terhadap lingkungannya. Pembentukan karakter peserta didik tidak dapat dipisahkan dari lingkungan sekitar tempat tinggalnya. Penelitian ini bertujuan mengkaji bentuk potensi ekosistem pesisir dan mengembangkannya sebagai media pembelajaran IPA biologi di sekolah yang ada di wilayah pesisir. Media pembelajaran yang dikembangkan adalah LKPD yang berbasis potensi ekosistem pesisir yang mencerminkan *scientific approach*. Penelitian ini menggunakan metode deksriptif kualitatif, yakni dengan mendeskripsikan informasi potensi ekosistem pesisir dan mengembangkannya dalam media LKPD dengan menggunakan model 4-D (Define, Design, Develop, Disseminate) tetapi pada penelitian ini hanya sampai pada tahap pengembangan (develop). Hasil yang diperoleh yakni adanya peningkatan pemahaman peserta didik terhadap materi IPA biologi khususnya tentang potensi ekosistem pesisir, adanya pengetahuan dan pemahaman ilmiah tentang potensi ekosistem pesisir, pengelolaan dan pemanfaatannya yang relevan dalam prinsip-prinsip pendidikan, serta diperolehnya kualitas LKPD yang berada dalam rentang sangat baik yang mencerminkan *scientific approach*. Adanya hasil tersebut menunjukkan telah tercapainya tujuan penelitian dan menjawab permasalahan yang menjadi latar belakang dilakukannya penelitian ini sehingga produk dari penelitian ini layak digunakan sebagai salah satu media pembelajaran yang dapat membantu guru dan peserta didik dalam proses pembelajaran IPA Biologi. Kesimpulan penelitian ini adalah dengan pemanfaatan potensi ekosistem pesisir sebagai bahan kajian dalam pembelajaran IPA biologi, dapat menjadi sebuah bentuk strategi dalam menjaga keberlanjutan potensi ekosistem pesisir yang ada.

**Kata kunci:** ekosistem, pesisir, pembelajaran, LKPD

### ABSTRACT

*Coastal ecosystems is a part of the landscape and has a considerable potential in many aspects, one them is the educational aspect. Biology science in schools have a rule that the students will understand the concept of ecosystem, environment and have a characters care about the environment. Character formation of students have a relationship with the environment where they lived. This study aims to described the potential of coastal ecosystems and develop it as a media in teaching biology. The media that was developed called LKPD (Lembar Kerja Siswa or student worksheet). This LKPD based from potential of coastal ecosystem and apply by scientific approach. This study uses qualitative descriptive method, ie, by describing the information potential of coastal ecosystems and develop it in the media LKPD and using 4-D models (Define, Design, Develop, Disseminate), but in this study only up to the develop stage. The results obtained, there are increase of students understanding of the subject matter about the potential of coastal ecosystems, existence about knowledge and scientific of the potential coastal ecosystems, the management and use in the principles of education, and obtaining the LKPD quality that reflects the scientific approach. These results indicate the achievement of study objectives and answer the problems that become the background of this research, so that the product of this study (LKPD) is feasible to be used as one of the learning media that can help teachers and learners in the learning process of science biology. The conclusion of this study is the utilization of coastal ecosystem potential as a study material in biology science learning, can be a strategy in maintaining the sustainability of potential of coastal ecosystem existing.*

**Keywords:** *ecosystem, coastal area, learning, LKPD*

## PENDAHULUAN

Ekosistem pesisir dan laut di Indonesia mengalami berbagai tekanan kepentingan penduduk. Ancaman yang paling besar adalah konversi lahan mangrove menjadi tambak, dan reklamasi pantai bagi kepentingan infrastruktur permukiman penduduk yang merusak ekosistem lamun dan mangrove. Terumbu karang mengalami kerusakan akibat penggunaan bom ikan dan sianida untuk menangkap ikan karang. Kondisi ini telah menyebabkan kerusakan fungsi ekologis kawasan pesisir yang mendukung kehidupan penduduk, artinya adalah daya dukung lingkungan hidup manusia terancam.

Kerusakan ekosistem dan lingkungan pesisir merupakan wujud karakter atau perilaku tidak peduli manusia terhadap tatanan sistem ekologis lingkungan hidup. Manusia memahami dirinya berada di luar tatanan kehidupan dan alam, dan bukan bagian dari komponen ekosistem dan lingkungan, sehingga apa saja dapat dilakukannya untuk memenuhi kebutuhan hidupnya tanpa mengakui adanya pengaruh karakter dan wujud perilakunya terhadap komponen makhluk hidup lain dan proses alami. Karena itu, pembentukan karakter tidak dapat dipisahkan dari kesadaran tentang pentingnya kelestarian lingkungan.

Pembelajaran ekosistem pada matapelajaran ilmu pengetahuan alam (IPA) di sekolah berperan penting dalam pembentukan karakter dan perilaku peserta didik terhadap ekosistem dan lingkungannya, selain pemahamannya terhadap konsep ekosistem itu sendiri. Ekosistem adalah tatanan komponen makhluk hidup dengan unsur-unsur tak hidup dalam suatu sistem yang secara ekologis saling mempengaruhi.

Sistem ekologis ini dapat dipelajari anak melalui obyek langsung yang ditemui di lingkungan sekitar sekolah, dan proses pembelajaran demikian diharapkan dapat menanamkan pemahaman konsep yang baik serta tanggungjawab anak akan perilakunya terhadap lingkungan hidup. Hal ini berkenaan dengan pandangan Piaget bahwa perkembangan kognitif

anak SD yang masih pada taraf konkrit operasional, dan proses logikanya tergantung pada apa yang dilihat dan dialaminya (Suparno, 2011).

Sekolah yang ada di wilayah pesisir dapat memanfaatkan sistem ekologis pesisir sebagai obyek belajar. Ekosistem mangrove, lamun dan terumbu karang merupakan media dan sumber belajar ekosistem pesisir. Tatanan komponen penyusun ekosistem dan proses ekologis di pesisir ini dapat diamati dan dipahami anak sebagai bagian dari dirinya, dan kedekatan hidupnya dengan komponen bio-fisik di lingkungan pesisir. Kedekatan hidup manusia dengan lingkungannya melahirkan nilai-nilai sosial, budaya, estetika, dan religi dalam wujud perilaku dan kearifan lokal masyarakat pesisir yang peduli terhadap lingkungan.

Dalam pembelajaran ekosistem pesisir, pemahaman terhadap tatanan komponen ekosistem menjadi dasar dalam pembentukan karakter dan perilaku peduli terhadap lingkungan pesisir. Selain itu diperlukan adanya pertimbangan kontekstualitas pembelajaran dengan mengaitkan materi pembelajaran ekosistem pesisir dengan kondisi pesisir sekitar (Zeidler, *et.al.*, 2005; Nu-angchalerm, 2010), termasuk nilai sosial, budaya dan estetika yang berkembang di masyarakat dalam bentuk kearifan lokal (Subiantoro, 2011; Utina, 2012). Media dan sumber belajar juga dirumuskan dalam konteks ekosistem sekitar (Utina, *et al.*, 2014).

Tujuan penelitian ini adalah; Penelitian ini bertujuan mengkaji bentuk potensi ekosistem pesisir dan mengembangkannya sebagai media pembelajaran IPA biologi di sekolah yang ada di wilayah pesisir. Dengan pembelajaran ini anak akan memiliki pemahaman konsep keilmuan ekosistem yang kuat serta memiliki karakter peduli terhadap lingkungan pesisir. Urgensi atau keutamaan penelitian ini adalah terbentuknya generasi berkarakter yang tidak saja mampu memanfaatkan sumberdaya alam pesisir untuk kesejahteraan bersama, tetapi juga mampu berperilaku mengendalikan kerusakan ekosistem dan lingkungan pesisir.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini adalah penelitian pengembangan dengan model pengembangan 4D oleh Thiagarajan 1974 dalam Mulyatiningsih (2013), yang terdiri atas Define (pendefinisian), Design (perancangan), Develop (pengembangan) dan Disseminate (penyebarluasan), tetapi untuk penelitian ini hanya sampai pada tahap develop (pengembangan). Lokasi penelitian yakni pada sekolah yang berada di wiayah pesisir utara Gorontalo dan wilayah pesisir selatan Gorontalo.

### Cara kerja

Penelitian ini menggunakan model pengembangan 4-D (Four D Model). Adapun cara kerja dalam penelitian ini meliputi;

- (a) Tahap pendefinisian yakni dilakukan analisis KI dan KD, analisis peserta didik, analisis materi dan tugas, serta spesifikasi tujuan pembelajaran. Pada analisis KI dan KD dilakukan dengan melihat silabus dan menetapkan kompetensi mana LKPD tersebut akan dikembangkan. Analisis peserta didik dilakukan dengan tujuan melihat bagaimana karakteristik peserta didik sehingga LKPD yang dikembangkan sesuai dengan karakteristik dan keadaan peserta didik. Analisis materi bertujuan untuk melihat cakupan materi yang akan dikembangkan LKPD-nya, sedangkan analisis tugas bertujuan untuk melihat seperti apa tugas-tugas yang biasa diberikan oleh guru dan disesuaikan dengan LKPD yang akan dikembangkan. Spesifikasi tujuan pembelajaran membatasi peneliti dalam mengembangkan LKPD sehingga tidak menyimpang dari tujuan pembelajaran berdasarkan kurikulum.
- (b) Tahap perancangan yakni dilakukan perancangan prototype lembar kerja peserta didik. Isi materi dan soal-soal yang disajikan berhubungan erat dengan ekosistem pesisir yang berada di lokasi penelitian. Pada tahap ini, LKPD yang dikembangkan disesuaikan dengan

komponen-komponen LKPD yang baik serta mencerminkan *scientific approach*.

- (c) Tahap pengembangan yakni dilakukan validasi oleh validator ahli, penilaian kelayakan LKPD oleh guru mata pelajaran, dan uji kelompok kecil. Validasi oleh validator ahli meliputi validasi oleh validator ahli materi dan validator ahli pendidikan. Selanjutnya dilakukan uji praktisi guru biologi untuk melihat kelayakan LKPD. Uji kelompok kecil dilakukan pada peserta didik untuk melihat respon peserta didik terhadap LKPD yang dikembangkan. Uji kelompok kecil dilakukan pada peserta didik sebanyak 10 orang (Mulyatiningsih, 2013).

### Analisis data

Data dikumpulkan dengan menggunakan lembar validasi. Lembar validasi digunakan untuk mengumpulkan penilaian dari validasi ahli dan guru IPA biologi. Data yang diperoleh berupa hasil validasi selanjutnya dianalisis dengan menggunakan analisis deskriptif kualitatif. Data mengenai kualitas LKPD dianalisis melalui pengubahan hasil penilaian validator ahli, guru dan peserta didik dari bentuk kualitatif ke bentuk kuantitatif dengan ketentuan sebagai berikut :

|                    |     |
|--------------------|-----|
| SK (Sangat Kurang) | = 1 |
| K (Kurang)         | = 2 |
| C (Cukup)          | = 3 |
| B (Baik)           | = 4 |
| SB (Sangat Baik)   | = 5 |

(Suratsih, 2010)

Selanjutnya dilakukan perhitungan skor rata-rata dari setiap aspek yang dinilai dengan rumus :

$$X = \frac{\sum x}{n}$$

Keterangan: X = skor rata-rata  
 $\sum x$  = jumlah skor  
n = jumlah reviewer

(Sumber: Sumanto, 1995 dalam Suratsih, 2010)

Mengubah skor rata-rata tiap aspek kualitas menjadi nilai kualitatif sesuai kriteria penilaian. Penjabaran konversi nilai tiap aspek

kriteria menjadi nilai kualitatif dalam Tabel 1 (Sudjiono, 1997 dalam Suratsih, 2010).

Tabel 1. Kriteria Kategori Penilaian Ideal  
Tiap Aspek

| No. | Rentang Skor (i)                     | Kategori      |
|-----|--------------------------------------|---------------|
| 1   | $X > Mi + 1,5 SBi$                   | Sangat Baik   |
| 2   | $Mi + 0,5 SBi < X \leq Mi + 1,5 SBi$ | Baik          |
| 3   | $Mi - 0,5 SBi < X \leq Mi + 0,5 SBi$ | Cukup         |
| 4   | $Mi - 1,5 SBi < X \leq Mi - 0,5 SBi$ | Kurang        |
| 5   | $X \leq Mi - 1,5 SBi$                | Sangat Kurang |

Sumber; Suratsih (2010)

Keterangan:

Mi = Mean Ideal :  $(1/2)$  (skor tertinggi ideal + skor terendah ideal)

SBi = simpangan baku ideal :  $(1/3)$   $(1/2)$  (skor tertinggi ideal – skor terendah ideal)

Skor tertinggi ideal = jumlah butir kriteria x skor tertinggi

Skor terendah ideal = jumlah butir kriteria x skor terendah

Menghitung persentase keidealan LKPD dengan rumus:

$$\text{Persentase Keidealan (P)} = \frac{\text{Skor Rata - rata}}{\text{Skor Tertinggi}} \times 100\%$$

Perhitungan persentase keidealan ini dilakukan dengan menggunakan ketentuan sebagai berikut:

Tabel 2. Skala persentase penilaian keidealan kualitas produk

| No. | Interval   | Kriteria      |
|-----|------------|---------------|
| 1   | 81% - 100% | Sangat Baik   |
| 2   | 61% - 80%  | Baik          |
| 3   | 41% - 60%  | Cukup         |
| 4   | 21% - 40%  | Kurang        |
| 5   | 0% - 20%   | Sangat Kurang |

Sumber: Aldila, 2013

## HASIL

Hasil penelitian menunjukkan bahwa wilayah pesisir yang ada di Gorontalo memiliki potensi sumber daya hayati yang merupakan bagian dari ekosistem pesisir, yang cukup tinggi.

Potensi ini berupa komunitas mangrove, lamun dan terumbu karang yang merupakan komponen penyusun utama ekosistem pesisir. Selain itu pula diketahui bahwa wilayah pesisir Gorontalo memiliki potensi sosiokultural berupa kecerdasan ekologis masyarakatnya. Ditemukan adanya hubungan yang kuat antara keberadaan potensi sumber daya hayati dengan kecerdasan ekologis masyarakat pesisir. Fakta ini ditemukan pada masyarakat bajo Torosiaje. Di lingkungan sekitar permukiman masyarakat Bajo di Desa Torosiaje Provinsi Gorontalo, sumberdaya dan ekosistem mangrove, padang lamun dan terumbu karang masih terpelihara dan dijaga dengan baik. Kondisi seperti ini tidak tampak pada permukiman masyarakat pesisir lainnya. Komunitas Bajo yang mendiami daerah pesisir Desa Torosiaje memiliki kedekatan emosional dan pemikiran terhadap sumberdaya alamnya, yang kemudian melahirkan sikap dan perilaku nyata dengan mempertimbangkan kapasitas ekologis. Komunitas ini memiliki kearifan lokal berupa sejumlah tradisi, aturan atau pantangan yang masih berlaku secara turun temurun yang dipraktekkan, dipelihara dan ditaati oleh masyarakat Bajo. Potensi ekosistem pesisir dan kecerdasan ekologis tersebut, dapat dijadikan sebagian bahan kajian dalam pembelajaran IPA Biologi di sekolah yang berada di wilayah pesisir.

Di lain pihak, berdasarkan hasil wawancara yang telah dilakukan, ditemukan fakta bahwa potensi ekosistem kawasan pesisir belum dimanfaatkan secara maksimal dalam kegiatan pembelajaran di sekolah. Wawancara yang dilakukan dengan guru IPA biologi, bahwa belum ada pemanfaatan potensi ekosistem pesisir sebagai sumber belajar. Selain itu, LKPD yang digunakan dalam kegiatan pembelajaran masih bersifat umum dan belum memasukkan potensi lokal khususnya ekosistem pesisir sebagai bahan kajian dalam kegiatan pembelajaran. Berdasarkan fakta-fakta tersebut maka telah dilakukan pengembangan LKPD yang berbasis potensi ekosistem pesisir yang mencerminkan *scientific approach*.

Hasil uji validitas oleh validator ahli materi untuk melihat kelayakan LKPD, maka draft LKPD hasil pengembangan menunjukkan

kategori sangat baik dengan nilai X berada pada rentang skor  $X > 28,05$ . Sedangkan untuk hasil perhitungan persentase keidealan LKPD, menurut validator ahli materi, berada dalam rentang 81% - 100% sehingga tingkat keidealan LKPD termasuk dalam kategori sangat baik. Selain uji validitas oleh validator ahli materi, LKPD ini juga divalidasi oleh validator ahli pendidikan. Hasil penilaian LKPD dari validator ahli pendidikan. LKPD menurut validator ahli pendidikan dikategorikan Sangat Baik dengan nilai X berada pada rentang skor  $X > 31,95$ . Sedangkan untuk perhitungan persentase keidealan LKPD, diperoleh hasil persentase keseluruhan untuk LKPD menurut validator ahli pendidikan berada dalam rentang 81% - 100% sehingga tingkat keidealan LKPD termasuk dalam kategori Sangat Baik. Pada tahap penilaian kelayakan LKPD oleh guru biologi, diperoleh hasil perhitungan skor untuk kelayakan LKPD, yakni nilai X berada pada rentang skor  $X > 64,05$  sehingga kualitas LKPD berdasarkan penilaian oleh guru biologi dikategorikan Sangat Baik. Diperoleh juga hasil persentase keseluruhan LKPD menurut penilaian guru biologi berada dalam rentang 81% - 100% sehingga tingkat keidealan LKPD termasuk dalam kategori Sangat Baik.

Berdasarkan uji kelompok kecil, nilai kualitas LKPD berada pada rentang skor  $X > 40,05$  sehingga kualitas LKPD berdasarkan respon peserta didik dikategorikan Sangat Baik. Persentase keseluruhan untuk LKPD berdasarkan respon peserta didik berada dalam rentang 81% - 100% sehingga tingkat keidealan LKPD termasuk dalam kategori Sangat Baik.

## PEMBAHASAN

Berdasarkan tahapan-tahapan pengembangan LKPD dengan memanfaatkan potensi ekosistem pesisir sebagai bahan kajiannya, cukup signifikan menjawab permasalahan yang menjadi latar belakang dilakukannya penelitian ini. Hal ini dapat menjadi sebuah bukti bahwa potensi ekosistem pesisir memiliki manfaat yang sangat luas, yakni selain sebagai penyedia sumber penghidupan

bagi masyarakat pesisir, sebagai penyeimbang system ekologis yang terjadi di kawasan pesisir, juga memiliki manfaat pada dimensi pendidikan. Pengembangan LKPD dalam pembelajaran IPA Biologi yang memanfaatkan potensi ekosistem pesisir juga menjadi salah satu strategi alternatif dalam upaya pelestarian ekosistem pesisir itu sendiri. Bahwa secara tidak langsung peserta didik yang menggunakan LKPD hasil pengembangan ini, akan memiliki sebuah karakter kepekaan terhadap setiap perubahan-perubahan yang terjadi di kawasan pesisir. Adanya karakter ini pada tahap selanjutnya dapat menjadikan peserta didik melakukan upaya menjaga, memelihara dan melestarikan ekosistem pesisir itu sendiri.

Mengingat pentingnya masyarakat di pesisir memiliki kesadaran dan pengetahuan tentang potensi ekosistem pesisir, maka strategi dari aspek pendidikan diharapkan dapat memberikan perubahan terhadap pola berpikir dan menyentuh kesadaran masyarakatnya. Pendidikan, secara formal maupun non formal harus mengandung nilai-nilai dalam empat pilar pendidikan, yaitu; belajar untuk tahu, belajar untuk berbuat, belajar untuk memahami diri sendiri (jati diri), dan belajar untuk hidup bersama dan saling menghargai atas dasar kesetaraan dan toleransi dalam masyarakat. Adanya pemanfaatan potensi ekosistem pesisir sebagai bahan kajian dalam pembelajaran IPA Biologi, dalam hal ini untuk pengembangan LKPD, dapat dikategorikan sebagai upaya menumbuhkan karakter untuk konservasi sumber daya alam dan menanamkan nilai-nilai etika hubungan manusia dengan alam secara integratif dalam diri peserta didik. Pendidikan karakter dapat diwujudkan dalam bentuk perilaku terhadap lingkungan dan melakukan upaya yang berwujud pelestarian sumberdaya alam.

Sumber belajar alami yakni ekosistem pesisir dapat menjadi pilihan dalam mendukung proses pembelajaran IPA Biologi, karena memberi kesempatan kepada peserta didik untuk mempelajari obyek pelajarannya secara langsung. Selain itu, dengan adanya interaksi secara langsung dengan obyek yang dipelajari peserta didik mampu tidak hanya mengenali tapi juga mencari tahu, menganalisis,

membuktikan dan membuat kesimpulan dengan caranya sendiri tentang obyek yang dipelajarinya sehingga secara tidak langsung bisa menjadi seorang yang telah bekerja secara ilmiah. Ilmiah yang dimaksud yaitu peserta didik tidak hanya membuat opini sendiri tanpa ada fakta, tetapi diajak untuk mencari jawaban dari sebuah permasalahan atau sebuah fenomena yang nyata atau diamati secara langsung, yang disebut sebagai *scientific approach* atau pendekatan ilmiah.

Menurut Riyono (2013), pembelajaran dengan *scientific approach* adalah proses pembelajaran yang dirancang agar peserta didik secara aktif dapat mengkonstruksi konsep, hukum atau prinsip melalui tahapan-tahapan ilmiah tertentu dari suatu fenomena, peristiwa atau kejadian yang ada. Pendekatan saintifik merupakan salah satu strategi pembelajaran yang diharapkan mampu meningkatkan kompetensi peserta didik dan merupakan landasan utama dalam pengembangan kurikulum 2013. Permendikbud No. 65 tahun 2013 tentang standar proses pendidikan dasar dan menengah telah mengisyaratkan tentang perlunya proses pembelajaran yang dipandu dengan kaidah-kaidah pendekatan saintifik/ilmiah. Upaya penerapan pendekatan ilmiah dalam proses pembelajaran ini merupakan ciri khas dan menjadi kekuatan tersendiri dari keberadaan kurikulum 2013.

Di sisi lain dapat dikatakan bahwa peserta didik dalam proses pembelajaran seharusnya tidak hanya menggunakan buku sebagai sumber belajar, akan tetapi peserta didik dapat diarahkan oleh guru untuk mengeksplorasi lingkungan sebagai sumber belajar. Peserta didik dapat memanfaatkan ekosistem pesisir sebagai sumber belajar, peserta didik diharapkan pula dapat mengamati dan menemukan sendiri pengetahuannya melalui apa yang mereka amati dalam ekosistem pesisir tersebut, serta memperoleh pengalaman belajar langsung. Sebagaimana yang dikemukakan oleh Rachmawati dan Daryanto (2015) bahwa proses pembelajaran langsung menghasilkan pengetahuan dan keterampilan langsung atau yang disebut dengan *instructional effect*. Biologi

merupakan salah satu cabang ilmu sains yang mempelajari tentang interaksi makhluk hidup dengan lingkungannya, tidak harus selalu disampaikan dengan membaca dan menghafal dan bukan hanya sekedar interaksi komunikasi dan materi dari guru kepada peserta didik. Pembelajaran biologi harus dapat menciptakan interaksi langsung antara peserta didik dengan objek belajar yang dipelajari salah satunya adalah ekosistem pesisir.

## KESIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa dengan adanya pengembangan media pembelajaran dalam bentuk LKPD yang memanfaatkan ekosistem pesisir sebagai bahan kajian di dalamnya dapat menunjukkan adanya peningkatan pemahaman peserta didik terhadap materi IPA biologi tentang ekosistem pesisir. Adanya produk berupa media pembelajaran dalam bentuk LKPD yang berbasis kajian ekosistem pesisir yang dapat membantu guru dan peserta didik dalam proses pembelajaran IPA Biologi. Selain itu dihasilkan kualitas LKPD yang berada dalam rentang sangat baik yang mencerminkan *scientific approach*. Pemanfaatan potensi ekosistem pesisir sebagai bahan kajian dalam pembelajaran IPA biologi, dapat menjadi sebuah bentuk strategi dalam menjaga keberlanjutan potensi ekosistem pesisir yang ada.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada pihak-pihak yang telah berperan dan mendukung penelitian ini antara lain pihak Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Negeri Gorontalo, DRPM-Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Kemristek Dikti yang telah memberikan dukungan pendanaan dalam penelitian hibah skim PUPT, Jurusan Biologi dan Fakultas MIPA UNG yang telah memberikan dukungan administrasi dalam kegiatan penelitian ini serta, Pusat Kajian Ekologi Pesisir berbasis Kearifan Lokal (PKPEKL) Jurusan Biologi FMIPA UNG.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aldila, Eva. 2013. Pengembangan LKS Terstruktur Berbasis Guided Discovery Learning (Penemuan Terbimbing) pada Pokok Bahasan Bangun Ruang Sisi Datar Kelas VIII Semester 2 SMP Negeri 2 Margorejo. [Skripsi]. IKIP PGRI Semarang.
- Mulyatiningsih, Endang. 2013. *Metode Penelitian Terapan Bidang Pendidikan*. Bandung: Alfabeta.
- Nuangchalerm, Prasart. 2010. Engaging Students to Perceive Nature of Science Through Socioscientific Issues-Based Instruction. *European Journal of Social Sciences*. 13 (1): 34-37.
- Rachmawati, Tutik dan Daryanto. 2015. *Teori Belajar dan Proses Pembelajaran yang Mendidik*. Yogyakarta: Gava Media.
- Riyono, Karyo. 2013. Pendekatan dan Strategi Pembelajaran.  
[http://ebook\\_pengawasmadrasah.wordpress.com/pendekatansaintifik.pdf](http://ebook_pengawasmadrasah.wordpress.com/pendekatansaintifik.pdf).
- Subiantoro, Agung W. 2011. Socioscientific Issues and Its Potency on Biology Instruction for Character Education in Indonesia; proceeding of The 4th International Conference on Science and Mathematics Education: "Transforming School Science and Mathematics Education in the 21st Century". SEAMEO RECSAM, Malaysia, 15-17 November 2011.
- Suparno, P. (2011). *Teori Perkembangan Kognitif Jean Piaget*. Yogyakarta: Kanisius.
- Suratsih, 2010. Pengembangan Modul Pembelajaran Biologi Berbasis Potensi Lokal dalam Kerangka Implementasi KTSP SMA di Yogyakarta. [Skripsi]. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Thiagarajan, S., Semmel, D. S & Semmel, M. I. 1974. *Instructional Development for Training Teachers of Exceptional Children*. Minneapolis, Minnesota: Leadership Training Institute/Special Education, University of Minnesota.
- Utina, R., 2012. Kecerdasan Ekologis Dalam Kearifan Lokal Masyarakat Bajo Desa Torosiaje Provinsi Gorontalo.
- Utina, R., A.S. Katili. 2014. Pemanfaatan Ekosistem Mangrove Sebagai Media dan Sumber Belajar IPA Biologi Sekolah Dasar di Desa Kawasan Mangrove. Laporan *KKS Pengabdian*. Universitas Negeri Gorontalo. 2014.
- Zeidler, D.L., et.al. 2005. Beyond STS: A Research-Based Framework for Socioscientific Issues Education. *Journal of Science Education*. 89 (3): 357-377.

## **Pengembangan Desain Pembelajaran *Kreatif-Produktif* sebagai Strategi Pencapaian Kompetensi Dasar Siswa pada Mata Pelajaran Biologi SMA di Kabupaten Banyumas**

**Teguh Julianto<sup>1)</sup>, Arief Husin<sup>1)</sup>, Ferry Pujiastuti<sup>2)</sup>, Yulina Andriani<sup>3)</sup>, Ida Sulistyawati<sup>4)</sup>**

- 1) Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Muhammadiyah Purwokerto Kampus Dukuwaluh, Kembaran, Purwokerto, 53182. [t36uh\\_ump@yahoo.co.id](mailto:t36uh_ump@yahoo.co.id).
- 2) Sekolah Menengah Atas Negeri 2 Purwokerto Kabupaten Banyumas
- 3) Sekolah Menengah Atas Negeri Ajibarang Kabupaten Banyumas
- 4) Sekolah Menengah Atas Negeri Sokaraja Kabupaten Banyumas

### **ABSTRAK**

Penentuan strategi pembelajaran yang tepat dapat menentukan keberhasilan pencapaian kompetensi dasar siswa. Pengembangan desain pembelajaran *kreatif-produktif* menjadi salah satu strategi pencapaian kompetensi dasar. Siswa difasilitasi agar mampu mengembangkan kompetensi dasar secara efektif, diberi kesempatan untuk bertanggung jawab menyelesaikan tugas secara bersama, menemukan/mengonstruksi sendiri konsep yang sedang dikaji. Siswa dibiasakan melakukan kegiatan pembelajaran berbasis pemikiran ilmiah dengan berbagai cara seperti observasi, diskusi, atau percobaan, serta melatih siswa untuk *kreatif* dan *produktif* dalam menafsirkan fenomena alam. Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan desain pembelajaran yang *kreatif-produktif* sebagai strategi untuk mencapai kompetensi dasar siswa dalam pembelajaran biologi. Metode penelitian ini menggunakan *quasy experimental* dengan populasi siswa kelas SMA di Kabupaten Banyumas. Kompetensi dasar siswa yang dikembangkan meliputi kemampuan siswa dalam hal mengamati, menganalisis, mengidentifikasi, menjelaskan, dan mengkomunikasikan hasil kegiatan belajar. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa pengembangan desain pembelajaran kreatif-produktif dapat mencapai kompetensi dasar siswa dengan tingkat pencapaian yang bervariasi.

**Kata kunci:** kompetensi siswa, mengamati, menganalisis, menjelaskan, mengidentifikasi,

### **ABSTRACT**

*Choosing the right learning strategy can determine the success of students' basic competencies achievement. Developing creative-productive learning design becomes one of the strategy to achieve basic competence. Students are facilitated in order to be able to develop basic competencies effectively, and given the opportunity to be responsible for completing the tasks together, finding / constructing their own concepts that being studied. Students are taught to conducting science-based learning activities in various ways such as observation, discussion, or experiment, and train students to be creative and productive in interpreting natural phenomena. The purpose of this research is to develop creative-productive learning design as a strategy to achieve student's basic competence in biology learning. This research method uses quasy-experimental with the population of high school student in Banyumas Regency. The results of this research shows that the development of creative-productive learning design can achieve the students' basic competencies with varying levels of achievement.*

**Key words:** *students' competence, observing, analyzing, explaining, identifying,*

### **PENDAHULUAN**

Pelajaran biologi sebagai bagian dari Ilmu Pengetahuan Alam merupakan ilmu yang lahir dan berkembang berdasarkan hasil observasi dan eksperimen. Belajar biologi tidak cukup hanya dengan menghafalkan *fakta* dan *konsep*

yang sudah ada, tetapi dituntut pula untuk dapat menemukan fakta-fakta dan konsep-konsep tersebut melalui kegiatan observasi dan eksperimen. Belajar biologi juga harus dapat meningkatkan pengetahuan, keterampilan, serta sikap siswa terhadap lingkungan sekitarnya. Oleh karena itu, melalui pembelajaran biologi siswa

dibina untuk dapat melakukan kegiatan eksplorasi lingkungan sekitar, menggali pengetahuan berdasarkan pengamatan pada gejala alam dan lingkungan, serta dapat melakukan kegiatan eksperimen untuk membuktikan kebenaran konsep. Dengan demikian, maka kegiatan mempelajari biologi akan dapat mengembangkan *keterampilan sains* atau *keterampilan proses ilmiah* siswa.

Mempelajari materi biologi tidak sekedar membaca dan menghafal konsep, fakta atau fenomena, akan tetapi harus mampu “menemukan konsep” terhadap apa yang dipelajarinya. Menurut Mulyasa (2013) proses pembelajaran biologi harus memberikan pengalaman langsung kepada siswa untuk menjelajahi alam sekitar melalui kerja ilmiah. Oleh karena itu, pembelajaran biologi merupakan suatu hasil dari serangkaian kegiatan untuk mengembangkan pengetahuan, konsep, dan fakta tentang alam sekitar yang diperoleh berdasarkan pengalaman melalui serangkaian proses atau kerja ilmiah ilmiah.

Pelaksanaan pembelajaran biologi pada kurikulum 2013, menekankan pada proses pembelajaran yang berbasis pada pengembangan kompetensi dasar siswa yang *kreatif- produktif*. Pembelajaran yang dilakukan oleh guru ditekankan pada pendekatan ilmiah (*Scientific Approach*) sehingga pencapaian kompetensi dasar siswa yang kreatif produktif dapat berkembang. Menurut Sudarwan dalam Majid (2013), pendekatan *Scientific* merupakan pendekatan pembelajaran yang bercirikan penonjolan dimensi pengamatan, penalaran, penemuan, pengabsahan, dan penjelasan tentang suatu kebenaran sehingga proses pembelajaran harus dilaksanakan dengan dipandu nilai-nilai, prinsip-prinsip, atau kriteria ilmiah. Proses pembelajaran yang baik harus mengacu pada konsep belajar dalam wujud “*the four pillars of education*” yang dicanangkan oleh UNESCO, yaitu *learning to know, learning to do, learning to life together, dan learning to be*. Keempat pilar tersebut menekankan bahwa dalam proses pembelajaran dituntut keterlibatan siswa secara aktif. Selain itu, pembelajaran biologi yang baik juga harus menjabarkan strategi pembelajaran yang bersifat kontekstual, seperti yang

dikembangkan oleh CORD (*Center for Occupational Research and Development*) di Amerika yang mengembangkan strategi REACT, yaitu *Relating, Experiencing, Applying, Cooperating, Transferring* (Muslich, 2007). Jika pelaksanaan pembelajaran yang dilakukan oleh guru memperhatikan empat pilar pendidikan atau strategi REACT tersebut, maka kompetensi dasar siswa yang kreatif produktif dapat dicapai dalam setiap pelaksanaan pembelajaran. Oleh karena itu, pembelajaran yang efektif untuk pencapaian kompetensi dasar siswa yang kreatif dan produktif perlu dikembangkan.

Namun pada kenyataannya, pelaksanaan pembelajaran kurikulum 2013 yang diselenggarakan oleh guru biologi masih menekankan pada penguasaan aspek pengetahuannya saja, tanpa memperhatikan keterampilan prosesnya, apalagi mengembangkan kompetensi dasarnya yang lebih kreatifitas dan produktif. Hal ini terjadi karena pada umumnya persepsi guru tentang proses pembelajaran hanya sebagai transfer pengetahuan (*transfer of knowledge*) yang lebih didominasi dengan penyampaian materi, hafalan teori, konsep, prinsip, fenomena ataupun rumus-rumus. Proses pembelajaran demikian justru akan melatih siswa untuk hanya menerima materi tanpa melakukan aktivitas yang dapat mengembangkan keterampilan prosesnya yang kreatif produktif, seperti aktivitas mengamati, bertanya, menalar, eksperimen, ataupun menyimpulkan suatu konsep yang sedang dikaji. Akibatnya, maka kompetensi dasar siswa yang seharusnya dikembangkan dan dicapai dalam setiap kegiatan pembelajaran tidak akan tercapai.

Oleh karena itu, maka perlu ada solusi untuk menyelesaikan masalah pembelajaran yang berkaitan dengan pencapaian kompetensi dasar siswa yang berupa pengembangan desain pembelajaran yang tepat. Salah satu solusi yang dapat dijadikan alternatif adalah melakukan pengembangan desain pembelajaran *kreatif- produktif* sebagai strategi untuk mencapai kompetensi dasar siswa dalam belajar biologi. Desain pembelajaran *Kreatif-Produktif* merupakan salah satu desain pembelajaran yang dikembangkan dengan mengimplementasikan berbagai prinsip dasar metode pembelajaran yang

diasumsikan mampu meningkatkan kualitas proses dan hasil belajar. Desain pembelajaran *kreatif-produktif* merupakan desain pembelajaran yang terdiri dari belajar kreatif, kolaboratif, dan konstruktif (Suryosubroto, 2009). Desain pembelajaran *kreatif-produktif* dilakukan dalam 5 tahapan kegiatan, yaitu tahap orientasi, tahap eksplorasi, tahap interpretasi, tahap re-kreasi, dan tahap evaluasi. Wena (2009) mengatakan bahwa desain pembelajaran *kreatif-produktif* memiliki beberapa karakteristik yang berbeda dengan desain pembelajaran yang lainnya, yaitu keterlibatan siswa secara intelektual dan emosional dalam pembelajaran, siswa diberi kesempatan untuk bertanggungjawab menyelesaikan tugas bersama, siswa dapat menemukan/ mengonstruksi sendiri konsep yang sedang dikaji melalui penafsiran yang dilakukan dengan berbagai cara seperti observasi, diskusi, atau percobaan, serta dapat melatih siswa kreatif dengan bekerja keras, antusias, dan percaya diri. Desain pembelajaran *Kreatif-Produktif* merupakan desain yang disesuaikan dengan tuntutan kurikulum 2013 yang menekankan pada pendekatan ilmiah (*Scientific Approach*) dan berbasis pada *student centered learning* (CTL) dalam pelaksanaan pembelajarannya.

Pengembangan desain pembelajaran *kreatif-produktif* dalam pencapaian kompetensi dasar siswa mengembangkan kemampuan siswa dalam hal mengamati, menganalisis, menjelaskan, mengidentifikasi, dan mengkomunikasikan hasil kegiatan belajar. Dengan demikian, siswa memiliki pengalaman beraktivitas yang kreatif dan produktif yang melibatkan unsur kompetensi kognitif, kompetensi psikomotor dan kompetensi afektif.

Rumusan masalah dalam penelitian tersebut adalah apakah pengembangan desain pembelajaran *Kreatif-Produktif* dapat digunakan sebagai strategi pencapaian kompetensi dasar siswa dalam pembelajaran biologi SMA di Kabupaten Banyumas?

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan pengembangan desain pembelajaran *kreatif-*

*produktif* sebagai upaya pencapaian kompetensi dasar siswa pada mata pelajaran biologi SMA di Kabupaten Banyumas.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Sekolah Menengah Atas (SMA) Negeri di Kabupaten Banyumas. Sekolah yang menjadi sampel penelitian berdasarkan hasil undian (*random*) ada 4 sekolah dari 15 sekolah yang ada di Kabupaten Banyumas. Berdasarkan undian, 4 sekolah yang digunakan dalam penelitian ini adalah SMA Negeri 2 Purwokerto, SMA Negeri Sokaraja, SMA Negeri Banyumas dan SMA Negeri Ajibarang.

Variabel bebas (X) dalam penelitian ini adalah desain pembelajaran *Kreatif-Produktif*, sedangkan variable terikat (Y) adalah *kompetensi dasar siswa* yang berupa kemampuan siswa dalam hal mengamati, menganalisis, mengidentifikasi, menjelaskan, dan mengkomunikasikan hasil kegiatan belajar

Data utama dalam penelitian ini berupa kompetensi dasar siswa yang diperoleh dari hasil pengamatan langsung menggunakan lembar observasi dan nilai hasil belajar siswa yang diperoleh dari hasil tes.

Data nilai hasil tes selanjutnya dilakukan uji prasyarat, dilanjutkan uji korelasi menggunakan uji korelasi *Product Moment* (*Pearson Correlation*) program SPSS 1.6, selanjutnya dilakukan uji t-test program menggunakan *One Sample t Test* (Riduwan, 2011).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil

Data hasil pengamatan menunjukkan adanya perbedaan prosentase (%) pencapaian kompetensi dasar siswa (Tabel 1 sampai Tabel 5 dan Gambar 1 sampai Gambar 5) dan nilai rata hasil tes antara siswa kelas eksperimen dan kelas kontrol selama proses pembelajaran tabel 6.

Tabel 1. Variasi prosentase (%) hasil pencapaian kompetensi dasar siswa dalam hal kemampuan “mengamati” antara kelas eksperimen dengan kelas kontrol.

| No | SEKOLAH           | KELAS EKSPERIMEN (%) |       |       |       | KELAS KONTROL (%) |       |       |       |
|----|-------------------|----------------------|-------|-------|-------|-------------------|-------|-------|-------|
|    |                   | SB                   | B     | C     | K     | SB                | B     | C     | K     |
| 1  | SMAN 2 PURWOKERTO | 18.33                | 38.23 | 36.37 | 5.33  | 2.27              | 44.33 | 38.33 | 12.23 |
| 2  | SMAN SOKARAJA     | 21.25                | 40.33 | 32.23 | 4.37  | 1.23              | 27.35 | 41.37 | 18.32 |
| 3  | SMAN BANYUMAS     | 31.33                | 42.32 | 21.33 | 2.23  | 3.33              | 37.33 | 48.25 | 7.36  |
| 4  | SMAN AJIBARANG    | 12.63                | 41.33 | 31.36 | 10.24 | 6.33              | 33.66 | 36.35 | 22.25 |

Tabel 2. Variasi prosentase (%) hasil pencapaian kompetensi dasar siswa dalam hal kemampuan “menganalisis” antara kelas eksperimen dengan kelas kontrol.

| No | SEKOLAH           | KELAS EKSPERIMEN (%) |       |       |       | KELAS KONTROL (%) |       |       |       |
|----|-------------------|----------------------|-------|-------|-------|-------------------|-------|-------|-------|
|    |                   | SB                   | B     | C     | K     | SB                | B     | C     | K     |
| 1  | SMAN 2 PURWOKERTO | 8.05                 | 52.35 | 30.42 | 6.25  | 2.33              | 47.37 | 37.33 | 10.33 |
| 2  | SMAN SOKARAJA     | 10.26                | 46.33 | 28.32 | 10.15 | 3.33              | 50.35 | 31.5  | 8.15  |
| 3  | SMAN BANYUMAS     | 10.65                | 57.26 | 27.52 | 1.25  | 5.16              | 44.14 | 35.25 | 12.23 |
| 4  | SMAN AJIBARANG    | 7.52                 | 45.26 | 36.23 | 8.42  | 2.43              | 32.45 | 48.37 | 10.42 |

Tabel 3. Variasi prosentase (%) hasil pencapaian kompetensi dasar siswa dalam hal kemampuan “mengidentifikasi” antara kelas eksperimen dengan kelas kontrol

| No | SEKOLAH           | KELAS EKSPERIMEN (%) |       |       |       | KELAS KONTROL (%) |       |       |       |
|----|-------------------|----------------------|-------|-------|-------|-------------------|-------|-------|-------|
|    |                   | SB                   | B     | C     | K     | SB                | B     | C     | K     |
| 1  | SMAN 2 PURWOKERTO | 8.45                 | 48.43 | 24.32 | 16.26 | 4.46              | 38.24 | 36.57 | 20.45 |
| 2  | SMAN SOKARAJA     | 4.31                 | 46.26 | 39.58 | 8.26  | 2.87              | 26.63 | 50.62 | 17.7  |
| 3  | SMAN BANYUMAS     | 5.26                 | 51.22 | 27.64 | 12.25 | 2.15              | 27.22 | 48.14 | 20.94 |
| 4  | SMAN AJIBARANG    | 6.47                 | 40.25 | 31.48 | 21.23 | 7.25              | 24.04 | 48.06 | 16.34 |

Tabel 4. Variasi prosentase (%) hasil pencapaian kompetensi dasar siswa dalam hal kemampuan “menjelaskan” antara kelas eksperimen dengan kelas kontrol.

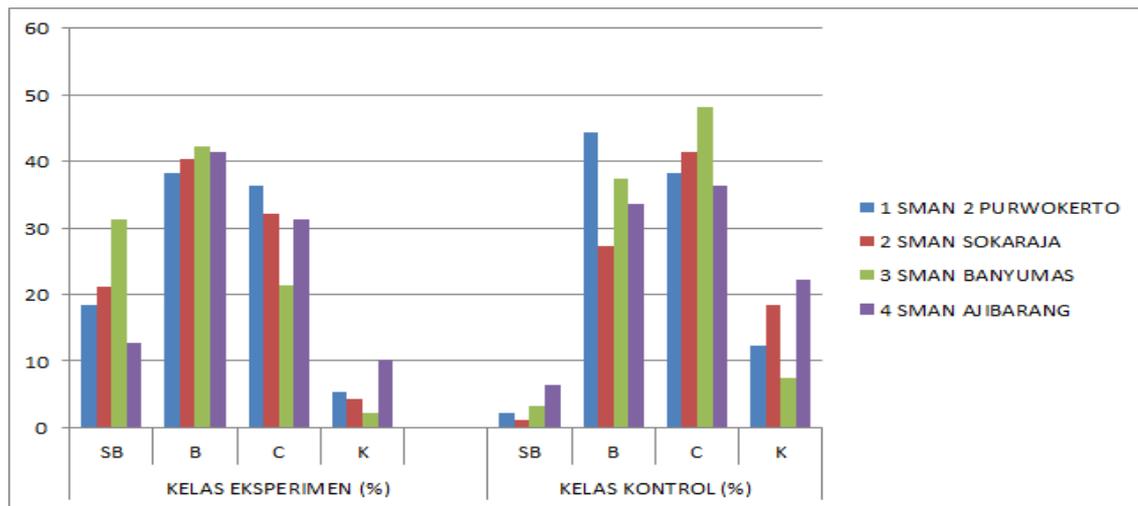
| No | SEKOLAH           | KELAS EKSPERIMEN (%) |       |       |       | KELAS KONTROL (%) |       |       |       |
|----|-------------------|----------------------|-------|-------|-------|-------------------|-------|-------|-------|
|    |                   | SB                   | B     | C     | K     | SB                | B     | C     | K     |
| 1  | SMAN 2 PURWOKERTO | 42.76                | 35.68 | 14.26 | 5.15  | 23.53             | 44.25 | 23.44 | 7.46  |
| 2  | SMAN SOKARAJA     | 28.47                | 46.89 | 20.33 | 2.63  | 16.25             | 24.65 | 46.42 | 10.21 |
| 3  | SMAN BANYUMAS     | 30.33                | 43.24 | 12.24 | 10.33 | 5.16              | 52.42 | 24.14 | 12.22 |
| 4  | SMAN AJIBARANG    | 18.76                | 48.75 | 22.42 | 8.23  | 12.42             | 49.47 | 27.65 | 9.26  |

Tabel 5. Variasi prosentase (%) hasil pencapaian kompetensi dasar siswa dalam hal kemampuan “mengkomunikasikan” antara kelas eksperimen dengan kelas kontrol

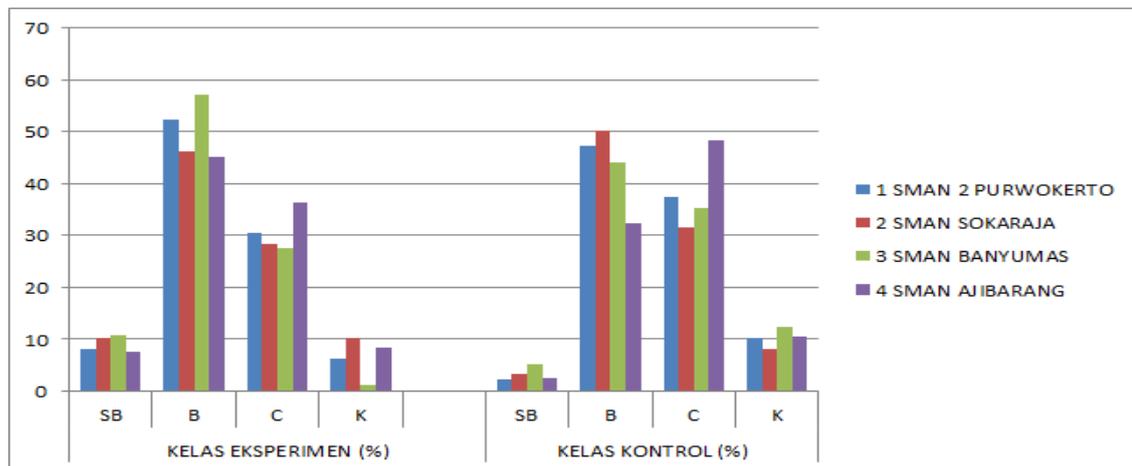
| No | SEKOLAH           | KELAS EKSPERIMEN (%) |       |       |       | KELAS KONTROL (%) |       |       |      |
|----|-------------------|----------------------|-------|-------|-------|-------------------|-------|-------|------|
|    |                   | SB                   | B     | C     | K     | SB                | B     | C     | K    |
| 1  | SMAN 2 PURWOKERTO | 32.24                | 38.36 | 24.26 | 3.35  | 25.23             | 40.25 | 26.46 | 7.38 |
| 2  | SMAN SOKARAJA     | 21.47                | 41.89 | 18.86 | 9.46  | 19.42             | 37.35 | 38.26 | 3.21 |
| 3  | SMAN BANYUMAS     | 27.34                | 32.24 | 26.25 | 7.35  | 15.32             | 52.45 | 29.14 | 2.22 |
| 4  | SMAN AJIBARANG    | 20.96                | 40.65 | 22.54 | 12.32 | 9.32              | 51.45 | 26.65 | 6.46 |

Tabel 6. Nilai Rata-rata Hasil *Pre-Test* dan *Post-Test* antara Kelas Eksperimen dan Kontrol

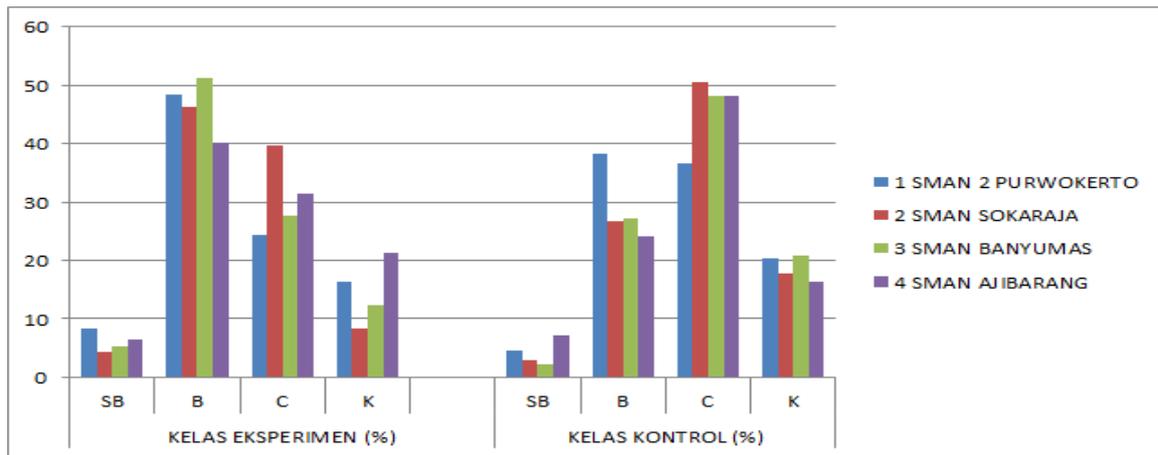
| Kelas      | Nilai Rata-rata |           | Peningkatan |
|------------|-----------------|-----------|-------------|
|            | Pre Test        | Post Test |             |
| Eksperimen | 66,0633         | 82,0833   | 16,0203     |
| Kontrol    | 61,0417         | 75,9306   | 14,8889     |



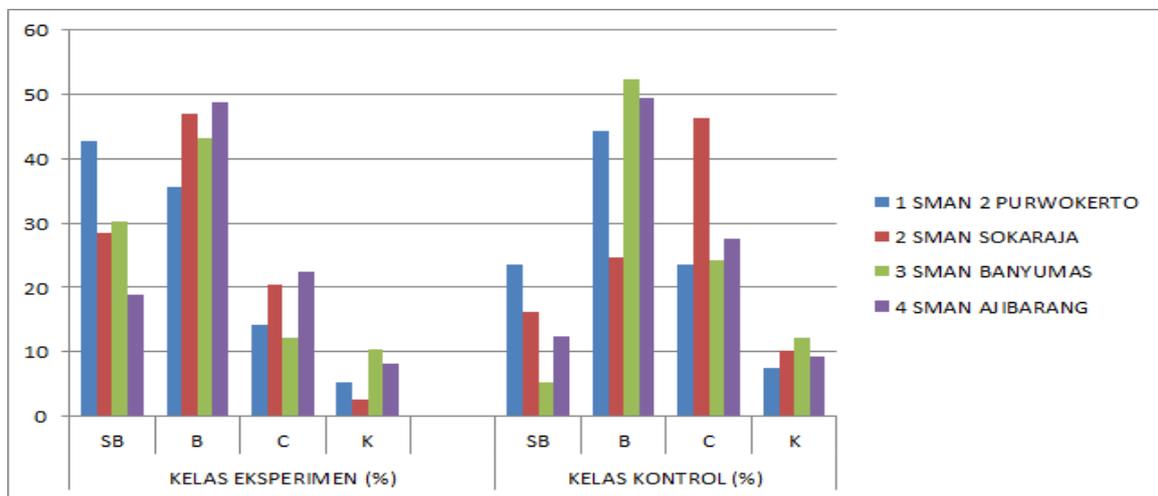
Gambar 1. Variasi prosentase (%) hasil pencapaian kompetensi dasar siswa dalam hal kemampuan "mengamati" antara kelas eksperimen dengan kelas kontrol.



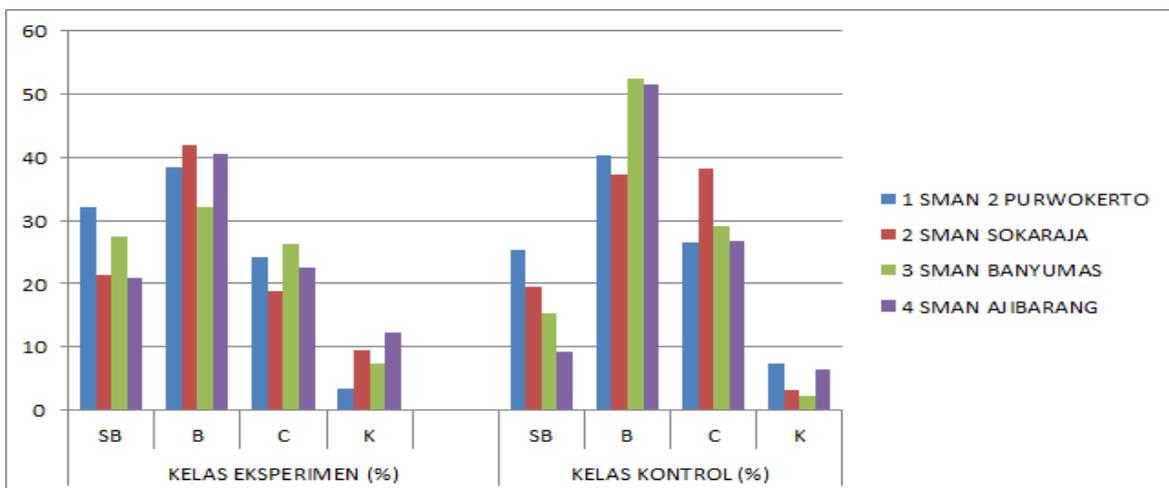
Gambar 2. Variasi prosentase (%) hasil pencapaian kompetensi dasar siswa dalam hal kemampuan "menganalisis" antara kelas eksperimen dengan kelas kontrol.



Gambar 3. Variasi prosentase (%) hasil pencapaian kompetensi dasar siswa dalam hal kemampuan "mengidentifikasi" antara kelas eksperimen dengan kelas kontrol



Gambar 4. Variasi prosentase (%) hasil pencapaian kompetensi dasar siswa dalam hal kemampuan "menjelaskan" antara kelas eksperimen dengan kelas kontrol.



Gambar 5. Variasi prosentase (%) hasil pencapaian kompetensi dasar siswa dalam hal kemampuan "mengkomunikasikan" antara kelas eksperimen dengan kelas kontrol

## PEMBAHASAN

Pada hasil penelitian (tabel 1 s.d. tabel 5 dan gambar 1 s.d. gambar 5) menunjukkan bahwa prosentase pencapaian kompetensi dasar siswa antara kelas eksperimen lebih tinggi dari setiap kemampuan yang diamati dibandingkan pada kelas kontrol pada semua sekolah. Perbedaan tersebut terjadi karena pengembangan desain pembelajaran *kreatif-produktif* berorientasi pada kegiatan eksplorasi kemampuan siswa dalam memahami suatu konsep atau materi yang sedang dikaji. Kemudian melalui kegiatan interpretasi siswa dilatih untuk mengembangkan bagaimana memahami materi tersebut. Selanjutnya, siswa diajak untuk melakukan pengamatan langsung terhadap obyek yang dipelajari agar siswa memahami secara kontekstual terhadap masalah yang sedang dikaji. Kegiatan selanjutnya dilakukan evaluasi terhadap pelaksanaan proses pembelajaran dengan mengembalikan pada pokok permasalahan utama yang dipelajari. Selain itu, pengembangan desain pembelajaran *kreatif-produktif* dilakukan dengan menggabungkan berbagai pendekatan, antara lain pendekatan belajar aktif dan kreatif (CBSA) yang juga dikenal dengan strategi inkuiri, pembelajaran konstruktif, pembelajaran kolaboratif dan kooperatif (Suryosubroto, 2009).

Kemampuan siswa dalam hal mengamati obyek yang dikaji berkembang lebih baik pada kelas eksperimen dibandingkan kelas kontrol. Hal ini terjadi karena pengembangan desain pembelajaran *kreatif-produktif* mendorong siswa untuk menumbuhkan sikap kritis dan kreatif serta rasa ingin tahu dalam mempelajari pokok kajian. Aktivitas mengamati ini bertujuan untuk memperoleh informasi yang menyeluruh/komprehensif agar siswa dapat mengkonstruksi sendiri pengetahuannya. Hal ini sesuai dengan pendapat Wena (2011), bahwa pembelajaran *Kreatif-Produktif* mendorong siswa untuk menemukan/ mengkonstruksi sendiri konsep yang sedang dikaji melalui penafsiran yang dilakukan dengan berbagai cara seperti observasi, diskusi dan percobaan.

Berkembangnya aktivitas pengamatan, ternyata berhubungan dengan berkembangnya aktivitas-aktivitas yang lain seperti, aktivitas

mengidentifikasi, menghubungkan, mengklasifikasikan, dan mengkomunikasikan data. Hal ini dikarenakan aktivitas mengamati merupakan keterampilan dasar dalam proses memperoleh ilmu pengetahuan yang harus dimiliki oleh siswa. Dimiyati & Mudjiono (2009) menyatakan bahwa, kemampuan mengamati merupakan keterampilan dasar dalam proses memperoleh ilmu pengetahuan serta proses yang lain. Pada aktivitas mengamati siswa diminta melihat dan berinteraksi langsung dengan objek yang dikaji. Aktivitas belajar yang demikian akan menjadi lebih efektif sehingga mempengaruhi siswa dalam hal mengingat. Sheal *dalam* Komalasari (2010), pada krucut pengalaman belajarnya mengemukakan bahwa kita belajar 90 % dari apa yang kita katakan dan lakukan. Melalui aktivitas mengamati dalam proses pembelajaran maka siswa dapat melakukan aktivitas selanjutnya yakni aktivitas mengidentifikasi.

Kemampuan dalam hal menganalisis terlihat dapat berkembang dengan baik. Pada pelaksanaan pembelajarannya siswa didorong untuk melakukan aktivitas menganalisis antara data yang diperoleh dengan teori atau konsep. Selanjutnya siswa dimotivasi untuk dapat menghubungkannya, sehingga siswa dapat secara mandiri memahami konsep yang dikaji. yang melibatkan siswa secara aktif dalam proses pembelajaran. Keaktifan siswa tersebut nampak pada saat siswa berdiskusi dengan teman satu kelompok maupun di depan kelas dengan kelompok lainnya mengenai hasil pengamatan dan identifikasi divisi dalam kingdom plantae yang telah dilaksanakan. Dengan adanya diskusi tersebut, maka siswa dapat memperluas pengetahuan dan memahami materi yang dipelajari. Hal tersebut juga selaras dengan Nurfitri, *et.al.* (2013) yang menyatakan bahwa, untuk memahami pelajaran dapat dilakukan siswa dengan cara berdiskusi, membaca dan memahami materi pelajaran serta menjalankan tugas-tugas yang diperintahkan oleh guru.

Data kemampuan siswa dalam hal mengidentifikasi pada kelas eksperimen mempunyai prosentase rata-ratanya lebih tinggi dibandingkan pada kelas control. Hal ini dikarenakan desain pembelajaran *kreatif-*

*produktif* yang digunakan pada kelas eksperimen menuntut siswa untuk dapat mengidentifikasi berbagai karakteristik obyek. Melalui kegiatan tersebut siswa diarahkan dan dimotivasi untuk mengeksplorasi pengetahuannya terhadap materi yang sedang dikaji. Aktivitas mengidentifikasi dapat meningkatkan rasa ingin tahu siswa terhadap berbagai karakteristik suatu obyek kajian biologi. Wena (2011) menyatakan bahwa, pada tahap eksplorasi dalam pembelajaran *Kreatif-Produktif*, siswa dirangsang untuk meningkatkan rasa ingin tahunya (*curiosity*). Aktivitas mengidentifikasi yang telah dilakukan dapat mempengaruhi berkembangnya aktivitas menghubungkan dan mengklasifikasikan. Hal ini dikarenakan pada aktivitas mengidentifikasi siswa diarahkan untuk membedakan karakteristik suatu obyek kajian yang beragam. Aktivitas tersebut dapat mendorong siswa untuk mengenali dan menggali pemahamannya sendiri terhadap materi yang sedang dikaji. Aktivitas mengidentifikasi yang dilakukan secara langsung dapat melatih siswa agar lebih aktif dan kreatif dalam membangun pemahamannya. Hal tersebut sesuai dengan kerucut pengalaman Wayatt & Loper dalam Komalasari (2010), pembelajaran yang menekankan pada siswa untuk berbuat melalui simulasi dan melakukan hal yang nyata maka kemampuan siswa untuk memahami pelajaran akan lebih baik.

Kemampuan siswa dalam hal menjelaskan dan mengkomunikasikan hasil kajian terhadap materi yang dipelajari berkembang cukup baik. Hal ini dikarenakan dalam proses pembelajarannya siswa beri motivasi untuk mampu menjelaskan dan mengkomunikasikan masalah dan cara penyelesaiannya dengan cara menganalisis fakta dan mengidentifikasinya. Aktivitas tersebut nampak pada saat siswa dilibatkan pada sesi tanya jawab mengenai materi yang sedang dikaji. Pada kegiatan tersebut siswa diminta untuk menginterpretasikan hasil dari kegiatan eksplorasi yang telah dilakukan. Aktivitas menjelaskan ini juga mempengaruhi berkembangnya aktivitas siswa dalam menghubungkan dan mengkomunikasikan data. Hal tersebut dikarenakan aktivitas menjelaskan yang baik dapat melatih siswa untuk mahir

menghubungkan materi yang sedang dikaji dengan berbagai aspek sudut pandang sehingga membentuk watak kreatif dan produktif pada diri siswa. Oya & Asri (2010) menyatakan bahwa, untuk dapat membentuk watak kreatif dan produktif pada diri siswa, maka siswa dilatih menemukan masalah dengan melakukan eksplorasi fakta, mengidentifikasi pola-pola atau hubungan antar situasi yang tidak terkait secara jelas, serta dapat menggunakan pertimbangan yang kreatif, dan konseptual.

Kemampuan siswa dalam hal mengidentifikasi berkembang dengan baik pada kelas eksperimen. Hal ini dikarenakan penerapan desain pembelajaran *kreatif-produktif* dirancang untuk mengembangkan kreatifitas siswa. Siswa diberi kebebasan untuk menjelajahi berbagai sumber yang relevan dengan masalah yang dihadapi. Aktivitas tersebut dapat digali pada saat siswa melakukan eksplorasi dengan panduan LKS yang memuat cara kerja dan materi singkat. Aktivitas mengidentifikasi yang dilakukan dapat melatih siswa untuk mampu menemukan dan mengkonstruksi sendiri pengetahuannya. Oktaria (2013), pada tahap eksplorasi siswa diberi kebebasan untuk menjelajahi berbagai sumber yang relevan dengan topik/ masalah/ konsep yang dihadapi sehingga meningkatkan siswa melakukan interaksi dengan lingkungan dan pengalamannya sendiri sebagai media untuk mengkonstruksi pengetahuan. Aktivitas mengidentifikasi juga dapat mempengaruhi aktivitas mengkomunikasikan data. Hal ini dikarenakan kemampuan mengidentifikasi merupakan kemampuan untuk menentukan atau menggolongkan berbagai objek kajian berdasarkan karakteristiknya. Dimiyati & Mudjiono (2009), mengidentifikasi merupakan keterampilan proses untuk memilih berbagai objek peristiwa berdasarkan sifat-sifat khususnya, sehingga didapatkan golongan/kelompok sejenis dari peristiwa yang dimaksud. Aktivitas ini juga melatih siswa untuk mahir mengkomunikasikan hasil dari pengklasifikasian tersebut. Aktivitas mengkomunikasikan mampu meningkatkan daya ingat siswa terhadap materi yang dikaji 50% - 70% lebih baik. Hal tersebut sesuai dengan kerucut pengalaman Wayatt dan Loper yang menyatakan bahwa jika siswa terlibat dalam

diskusi maka dapat meningkatkan daya ingat siswa sampai 50% dan 70% jika siswa mampu menyajikan /mengkomunikasikannya (Komalasari, 2010).

Pada hasil pengamatan aktivitas mengkomunikasikan data kelas eksperimen prosentase rata-ratanya lebih baik dari pada kelas control. Hal ini terjadi karena pengembangan desain pembelajaran *kreatif-produktif* dirancang agar siswa mampu untuk melaksanakan langkah kerja ilmiah yang menghasilkan suatu data untuk dilaporkan dan dikomunikasikan. Meningkatnya aktivitas mengkomunikasikan data tersebut tercermin pada saat siswa berani mengkomunikasikan hasil data pengamatan terhadap objek yang telah dikaji melalui kegiatan diskusi dan tanya jawab, sehingga timbul minat terhadap mata pelajaran, dapat mengemukakan pendapat atau ide, bertanya, dan bekerjasama dengan teman. Yennita *et.al* (2009) menyatakan bahwa, pembelajaran *Kreatif-Produktif* yang dikembangkan dapat memunculkan beberapa aspek-aspek yang dapat diperhatikan, meliputi kesungguhan mengerjakan tugas, hasil eksplorasi, kemampuan berpikir kritis dan logis dalam memberikan pandangan / argumentasi, kemampuan untuk bekerjasama dan memikul tanggung jawab bersama.

Semakin meningkatnya aktivitas belajar siswa dalam proses pembelajaran dapat menyebabkan hasil belajar siswa meningkat. Hal tersebut terlihat dari peningkatan nilai post test (table 6) Hal ini dikarenakan pengembangan desain pembelajaran *kreatif-produktif* yang diterapkan pada kelas eksperimen mampu merangsang siswa untuk berperan dan terlibat secara aktif dalam proses pembelajaran. Keterlibatan aktif siswa ini dapat menciptakan suasana belajar yang menarik, menyenangkan, dan tidak membosankan. Kondisi yang demikian ini, dapat meningkatkan aktivitas belajar siswa dan berpengaruh dalam hasil belajarnya. Sari (2015) menyatakan bahwa, siswa yang aktif dalam kegiatan belajar dapat lebih mudah memahami sebuah pelajaran yang disampaikan oleh guru di sekolah sehingga meningkatkan hasil belajarnya.

Pengembangan desain pembelajaran kreatif-produktif terbukti mampu meningkatkan

presentase pencapaian kompetensi dasar siswa. Hal ini dikarenakan desain pembelajaran *Kreatif-Produktif* yang dikembangkan memiliki karakteristik yang membedakannya dengan model pembelajaran lain. Menurut Wena (2011) dan Pujiastuti. 2009, pembelajaran *kreatif-produktif* mempunyai karakteristik, antara lain a) keterlibatan siswa secara intelektual dan emosional dalam pembelajaran; b) siswa didorong untuk menemukan/mengkonstruksi sendiri konsep yang sedang dikaji melalui penafsiran yang dilakukan dengan berbagai cara seperti observasi, diskusi, atau percobaan; c) siswa diberi kesempatan untuk bertanggung jawab menyelesaikan tugas bersama; dan d) pada dasarnya untuk menjadi kreatif seseorang harus bekerja keras, berdedikasi tinggi, antusias, serta percaya diri. Berdasarkan karakteristik tersebut, maka pengembangan desain pembelajaran *kreatif-produktif* ini baik digunakan untuk melatih kemandirian serta kreativitas siswa dalam mengembangkan kompetensi dasarnya dalam kegiatan pembelajaran.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian ini maka, dapat disimpulkan bahwa pengembangan desain pembelajaran *Kreatif-Produktif* dapat digunakan sebagai strategi pencapaian kompetensi dasar siswa dalam belajar biologi di SMA Negeri Kabupaten Banyumas.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dibiayai oleh Program Pengembangan Kapasitas Dosen Perguruan Tinggi Swasta Kopertis Wilayah VI Melalui DIPA Dikti Tahun Anggaran 2016 Nomor: A.11-III/334-S.Pj./LPPM/V/2016 Tanggal 11 Mei 2016

## DAFTAR PUSTAKA

- Dimiyati, & Mudjiono. (2009). *Belajar dan Pembelajaran*. Jakarta: PT Rineka Cipta.  
Majid, A. 2013. *Pembelajaran Tematik Terpadu*. Bandung: Remaja Rosdakarya

- Mulyasa. 2013. Pengembangan dan Implmentasi Kurikulum 2013. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Muslich, Masnur. 2007. *KTSP Pembelajaran Berbasis Kompetensi dan Kontekstual; Panduan bagi Guru, Kepala Sekolah, dan Pengawas*. Jakarta : Bumi Aksara.
- Pujiastuti. 2009. Pembelajaran Kreatif-Produktif Untuk Mengembangkan Kemampuan Berpikir Kritis dan Kreatif Bagi Mahasiswa. *Dinamika Pendidikan*. Vol 15. No 1
- Sari. 2015. Hubungan Penggunaan Media Gambar dan Aktivitas Belajar dengan Prestasi Belajar IPS Siswa. *Skripsi*. Lampung: UNILA
- Suryosubroto.2009. *Proses Belajar Mengajar di Sekolah*. Jakarta: Rineka Cipta
- Wena. 2011. *Strategi Pembelajaran Inovatif Kontemporer*. Jakarta: Bumi Aksara
- Riduwan. 2011 a. *Cara Mudah Belajar SPSS 17.0 dan Aplikasi Statistik Penelitian*. Bandung: Alfabeta
- Komalasari, K. 2011. *Pembelajaran Kontekstual*. Bandung: Refika Aditama.
- Nurfitri, Tayubi, Waslaluddin. 2013. *Penerapan Model Pembelajaran Kreatif-Produktif dalam Pembelajaran Fisika Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa SMA*. WePFI. Vol. 1 No. 3. Bandung
- Oktarina, 2013, *Penerapan Model Kreatif-Produktif dalam Pembelajaran Keterampilan Menulis Rangkuman di Sekolah Menengah Atas Muhammadiyah Palembang*.
- Oya dan Asri, 2014. *Peningkatan Motivasi dan hasil Belajar Bahasa Indonesia Menggunakan Model Pembelajaran Kreatif-Produktif*. *Jurnal Prima Edukasia*. Vol. 1 No. 1. 2014
- Riduwan. 2011a. *Cara Mudah Belajar SPSS 16.0 dan Aplikasi Statistik Penelitian*. Bandung: Alfabeta.
- Wena, M. 2009. *Strategi Pembelajaran Inovatif Kontemporer Suatu Tinjauan Konseptual Operasional*. Jakarta : Bumi Aksara
- Yennita, Nisfullail, & Naila Husna. 2009. Penerapan Strategi Kreatif-Produktif Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Fisika Siswa Kelas X Man 1 Pekanbaru Pada Aspek Keterampilan Psikomotor Dan Sosial. *Jurnal Penelitian dan Pendidikan*. 3 (1) : 17-22

## **Pengaruh Penerapan Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing dengan *Mind Map* dan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe *Teams Games Tournament* (TGT) terhadap Kemampuan Metakognitif dan Pemahaman Konsep Siswa Kelas VII SMPK St. Yoseph Noelbaki pada Materi Klasifikasi Makhluk Hidup Tahun Ajaran 2015/2016**

Florentina Y. Sepe<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan  
Universitas Katolik Widya Mandira  
Jl. Jend. A. Yani No 50-52, Kota Kupang, Propinsi Nusa Tenggara Timur  
\*e-mail: [florentinayasinta@yahoo.co.id](mailto:florentinayasinta@yahoo.co.id)

### **ABSTRAK**

Pendidikan bertujuan untuk mengembangkan kepribadian dan kemampuan manusia. Akan tetapi masalah yang kerap terjadi dalam dunia pendidikan adalah pola pembelajaran yang masih menitikberatkan pada model pengajaran konvensional, yaitu guru lebih banyak menggunakan metode ceramah, dan siswa hanya diam mendengarkan. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh penerapan model pembelajaran inkuiri terbimbing dengan *mind map* dan model pembelajaran kooperatif tipe *Teams Games Tournament* (TGT) terhadap kemampuan metakognitif dan pemahaman konsep siswa. Jenis penelitian ini adalah eksperimen semu. Subjek dalam penelitian ini adalah siswa kelas VII SMPK St. Yoseph Noelbaki Tahun Ajaran 2015/2016. Perlakuan diberikan pada dua kelas yaitu kelas VII A diberi pembelajaran Inkuiri Terbimbing dengan *Mind map*, kelas VII B diberi pembelajaran dengan model pembelajaran kooperatif tipe *Teams Games Tournament* (TGT). Data hasil penelitian dianalisis dengan analisis variansi satu arah dan deskriptif. Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat pengaruh penerapan model pembelajaran inkuiri terbimbing dengan *mind map* dan model pembelajaran kooperatif tipe *Teams Games Tournament* (TGT) terhadap kemampuan metakognitif dan pemahaman siswa, dengan nilai probabilitas (sig.) masing-masing 0,04 dan 0,01 lebih kecil dari nilai alpha yaitu 0,05. Kesimpulan penelitian ini yaitu terdapat pengaruh penerapan model pembelajaran inkuiri terbimbing dengan *mind map* dan model pembelajaran kooperatif tipe *Teams Games Tournament* (TGT) terhadap kemampuan metakognitif dan pemahaman siswa.

**Kata kunci:** inkuiri terbimbing, *teams games tournament*, kemampuan metakognitif, pemahaman konsep

### **ABSTRACT**

*Education aims to develop human personality and capabilities. However, the problem that often occurs in the world of education is the pattern of learning that still focuses on the conventional teaching model, the teacher uses more lecture methods, and students just silent listen. The purpose of this research is to know the influence of the application of guided inquiry learning model with mind map and cooperative learning model of Teams Games Tournament (TGT) type to metacognitive ability and students' concept comprehension. This type of research is a quasi experiment. Subjects in this study are students of class VII SMPK St. Yoseph Noelbaki Academic Year 2015/2016. The treatment was given to two classes namely class VII A given Inquiry of Guided Inquiry with Mind map, class VII B was given learning with cooperative learning model type Teams Games Tournament (TGT). The data of the research were analyzed by one way and descriptive variance analysis. The result of the analysis shows that there is influence of the application of guided inquiry learning model with mind map and cooperative learning model of Teams Games Tournament (TGT) type to the students' metacognitive and comprehension capabilities, with probability (sig) values of 0.04 and 0.01, respectively Small of the alpha value of 0.05. The conclusion of this research is the influence of the application of inquiry learning model with mind map and cooperative learning model of Teams Games Tournament (TGT) type to the students' metacognitive and understanding ability.*

**Keywords:** *guided inquiry, teams games tournament, metacognitive ability, conceptual understanding*

## PENDAHULUAN

Negara Indonesia kini tengah menjalani pendidikan nasional abad 21. Pendidikan Nasional abad 21 bertujuan untuk mewujudkan cita-cita bangsa, yaitu masyarakat bangsa Indonesia yang sejahtera dan bahagia, dengan kedudukan yang terhormat dan setara dengan bangsa lain dalam dunia global, melalui pembentukan masyarakat yang terdiri dari sumber daya manusia yang berkualitas (BSNP dalam Sopian, 2016).

Keberhasilan pelaksanaan pendidikan abad 21 ditentukan oleh berbagai komponen pendidikan, yaitu lembaga penyelenggara pendidikan, pendidik, dan siswa. Lembaga penyelenggara pendidikan dituntut untuk dapat memfasilitasi ketersediaan sarana dan prasarana yang dapat mendukung pelaksanaan pendidikan abad 21. Guru harus mengupayakan agar pembelajaran yang dilaksanakan di sekolah, baik mulai dari jenjang SD, SMP, SMA, dan Perguruan Tinggi dapat meningkatkan pemberdayaan aktivitas dan kreativitas siswa secara keseluruhan sebagai ciri dari pelaksanaan pendidikan abad 21 (BSNP dalam Sopian, 2016).

Masalah yang kerap terjadi dalam dunia pendidikan di sekolah, baik dari jenjang TK, SD, SMP, dan SMA adalah pola pembelajaran di mana guru lebih banyak menggunakan metode ceramah, dan siswa hanya diam mendengarkan, kemudian kegiatan pembelajaran ditutup dengan tugas-tugas yang diberikan dan tugas-tugas tersebut dikerjakan oleh siswa tanpa siswa memahami secara baik maksud dan tujuan dari tugas-tugas tersebut dan tugas yang dikerjakan tersebut tidak bisa memberikan umpan balik yang positif bagi siswa, sehingga pada pertemuan selanjutnya, siswa akan mudah melupakan materi dan tugas yang diberikan pendidik, sehingga pembelajaran menjadi kurang bermakna.

Model pembelajaran yang dipilih untuk memperbaiki kemampuan metakognitif dan pemahaman konsep siswa adalah model pembelajaran inkuiri terbimbing yang dilakukan secara berkelompok dan model pembelajaran kooperatif tipe *Teams Games Turnament* (TGT). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Wachidah, U dan Wasis (2015), diketahui bahwa

dengan menggunakan *mind map*, nilai keterlaksanaan pembelajaran untuk empat kali pertemuan sebesar 64,25% yang berarti masuk dalam kategori baik. Terdapat peningkatan keterampilan metakognitif yang signifikan ( $t_{hitung} 11,18 > t_{tabel} 2,06$ ) dengan rata-rata peningkatan keterampilan metakognitif sebesar 22,03. Penerapan strategi *mind mapping* mendapatkan respon yang baik sekali dari siswa terbukti dengan perhitungan angket siswa yaitu sebesar 82,79%. Berdasarkan hasil-hasil di atas dapat disimpulkan bahwa penerapan strategi *mind mapping* dapat meningkatkan keterampilan metakognitif siswa pada materi alat-alat optik kelas X SMA Negeri 1 Krebung.

Selain model pembelajaran inkuiri terbimbing dengan *mind map*, terdapat pula model pembelajaran kooperatif tipe TGT. Model pembelajaran kooperatif TGT menjadikan siswa terlihat lebih aktif, karena siswa akan diberikan permainan oleh guru dan bertanding melawan kelompok lain dengan mengejar skor terbanyak. Hasil penelitian Rosyidah dkk (2015), menunjukkan bahwa adanya perbedaan pengaruh kemampuan kognitif, ada perbedaan pengaruh sikap IPA dan kesadaran metakognitif siswa yang dibelajarkan dengan menggunakan pola pembelajaran PBMP- TGT dengan siswa yang dibelajarkan dengan pola PBMP.

Hasil penelitian Situmorang (2013), menunjukkan bahwa rata-rata pemahaman konsep matematis siswa hasil pembelajaran kooperatif tipe TGT lebih tinggi dari rata-rata pemahaman konsep matematis siswa hasil pembelajaran konvensional. Hal ini berarti penerapan model pembelajaran kooperatif tipe TGT berpengaruh positif terhadap pemahaman konsep siswa.

Berdasarkan latar belakang di atas, maka tim peneliti merasa tertarik untuk mengadakan penelitian dengan judul "Pengaruh Penerapan Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing menggunakan *Mind map* dan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe TGT terhadap Kemampuan Metakognitif dan Pemahaman Konsep Siswa Kelas VII SMPK St. Yoseph Noelbaki pada Materi Klasifikasi Makhluk Hidup Tahun Ajaran 2015/2016".

Tujuan penelitian ini adalah mengkaji pengaruh penerapan model pembelajaran inkuiri terbimbing menggunakan *mind map* dan model pembelajaran kooperatif tipe TGT terhadap kemampuan metakognitif dan pemahaman konsep siswa kelas VII SMPK St. Yoseph Noelbaki pada materi Klasifikasi Makhhluk Hidup Tahun Ajaran 2015/2016.

Hipotesis dalam penelitian ini adalah Ada pengaruh penerapan model pembelajaran inkuiri terbimbing menggunakan *mind map* dan model pembelajaran kooperatif tipe TGT terhadap kemampuan metakognitif dan pemahaman konsep siswa kelas VII SMPK St. Yoseph Noelbaki pada materi Klasifikasi Makhhluk Hidup Tahun Ajaran 2015/2016.

## METODE

### Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan eksperimen semu karena tidak semua variabel dan kondisi eksperimen dapat diukur dan dikontrol secara ketat. Penggunaan satu kelas sebagai kontrol dan satu kelas lainnya sebagai eksperimen menghasilkan rancangan penelitian dalam bentuk *pre test-post test control group design*. Perlakuan diberikan pada dua kelas yaitu kelas VII A diberi pembelajaran Inkuiri Terbimbing dengan *mind map*, dan kelas VII B diberi pembelajaran dengan model pembelajaran kooperatif tipe TGT. Rancangan penelitian disajikan pada Tabel 1.

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah model pembelajaran inkuiri terbimbing dengan *mind map* dan TGT sedangkan variabel terikat adalah kemampuan metakognitif dan pemahaman konsep siswa.

### Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan adalah 1) rubrik penilaian kemampuan metakognitif siswa dan pemahaman konsep, 2) angket tanggapan siswa terhadap penerapan model pembelajaran inkuiri terbimbing dengan *mind map* dan model pembelajaran kooperatif tipe TGT.

### Pengumpulan Data

Data yang diperlukan dalam penelitian ini adalah data kemampuan metakognitif dan

pemahaman konsep siswa. Data-data tersebut dikumpulkan dari bulan Februari – April 2016 pada saat berlangsungnya kegiatan pembelajaran. Prosedur pengumpulan data sebagai berikut yaitu *pretest*, observasi, *posttest*, pemberian angket (untuk memperoleh data tanggapan siswa terhadap penerapan model pembelajaran inkuiri terbimbing dengan *mind map* dan model pembelajaran kooperatif tipe TGT dan data tanggapan siswa terhadap kegiatan pembelajaran yang telah dilaksanakan).

Tabel 1. Rancangan penelitian

| No. | Pembelajaran  | Pre test | Perlakuan | Post test |
|-----|---|----------|-----------|-----------|
| 1   | Inkuiri Terbimbing dengan <i>Mind map</i> (A <sub>1</sub> ) | O1       | X1        | O2        |
| 2   | Kooperatif tipe TGT   | O1       | X2        | O2        |

Keterangan:

O1 = nilai *pretest*

O2 = nilai *posttest*

X1 = perlakuan inkuiri dengan *mind map*

X2 = perlakuan model pembelajaran kooperatif tipe TGT

### Analisis Data

Data hasil penelitian akan dianalisis dengan statistik inferensial dan deskriptif. Data dianalisis untuk menguji hipotesis dengan menggunakan analisis variansi satu arah (*One Way-Anova*). Analisis statistik ini dibantu dengan program analisis statistik *SPSS 20,0 for Windows*, dilakukan dengan taraf signifikansi 5% (0,05). Analisis deskriptif nilai rerata dan simpangan baku digunakan untuk mendeskripsikan profil kemampuan metakognitif dan pemahaman konsep siswa.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Deskripsi Rata-rata Skor Kemampuan Metakognitif

Pengelompokkan skor kemampuan metakognitif siswa dilakukan menurut Green (2007) dalam Bahri (2010) adalah sebagai berikut yakni skor 0 – 20 dikategorikan masih sangat berisiko, 21 – 40 kategori belum begitu berkembang, 41 – 60 kategori mulai berkembang,

61 – 80 kategori berkembang baik, dan 81 – 100 kategori berkembang sangat baik.

Berdasarkan hasil perhitungan dapat dijelaskan bahwa skor rata-rata kemampuan metakognitif siswa sebelum kegiatan pembelajaran dengan menggunakan pembelajaran inkuiri terbimbing dengan *mind map*, dan TGT berada pada kategori belum begitu berkembang. Rata-rata skor kemampuan metakognitif *pretest* dan *posttest* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rata-rata skor kemampuan metakognitif *pretest* dan *posttest*

| No. | Variabel Pembelajaran                                 | Pre tes | Kategori | Post test | Kategori |
|-----|---|---------|----------|-----------|----------|
| 1.  | Inkuiri Terbimbing dengan Menggunakan <i>Mind map</i> | 33,72   | Bbb      | 65,97     | Bb       |
| 2.  | Pembelajaran Kooperatif Tipe TGT                      | 39,87   | Bbb      | 53,38     | Mb       |

(Sumber: Analisis Data Primer, 2016)

Keterangan:

- Msb : Masih sangat beresiko
- Bbb : Belum begitu berkembang
- Mb : Mulai berkembang
- Bb : Berkembang baik
- Bsb : Berkembang sangat baik

Rata-rata skor kemampuan metakognitif siswa sesudah kegiatan pembelajaran baik dengan menggunakan *mind map* dan TGT berada pada kategori mulai berkembang. Tabel 2 di atas memberikan gambaran bahwa kemampuan metakognitif siswa meningkat setelah kegiatan pembelajaran.

### Deskripsi Rata-rata Skor Pemahaman Konsep

Berdasarkan hasil perhitungan dapat dijelaskan bahwa skor rata-rata pemahaman konsep siswa sebelum kegiatan pembelajaran dengan menggunakan model pembelajaran inkuiri terbimbing dengan *mind map*, dan TGT berada pada kategori belum begitu berkembang. Rata-rata skor pemahaman konsep *pretest* dan *posttest* dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rata-rata skor pemahaman konsep *pretest* dan *posttest*

| No. | Variabel Pembelajaran                                 | Pre tes | Kategori | Post test | Kategori |
|-----|---|---------|----------|-----------|----------|
| 1.  | Inkuiri Terbimbing dengan Menggunakan <i>Mind map</i> | 37,64   | Bbb      | 58,09     | Mb       |
| 2.  | TGT   | 26,17   | Bbb      | 50,08     | Mb       |

(Sumber: Analisis Data Primer, 2016)

Keterangan:

- Msb : Masih sangat beresiko
- Bbb : Belum begitu berkembang
- Mb : Mulai berkembang
- Bb : Berkembang baik
- Bsb : Berkembang sangat baik

Rata-rata skor pemahaman konsep siswa sesudah kegiatan dengan menggunakan model pembelajaran inkuiri terbimbing dengan *mind map*, dan TGT berada pada kategori mulai berkembang. Tabel 3 di atas memberikan gambaran bahwa pemahaman konsep siswa meningkat setelah kegiatan pembelajaran.

### Uji Hipotesis

#### Uji Normalitas Data

Hasil uji normalitas terhadap data terlihat bahwa nilai probabilitas (sig.) adalah 0,200 dari masing-masing variabel terikat yang diuji (kemampuan metakognitif dan pemahaman konsep). Nilai probabilitas (sig.) 0,200 tersebut lebih besar dari nilai alpha yang digunakan yaitu 0,05; sehingga dapat dikatakan bahwa data berdistribusi secara normal.

#### Uji Homogenitas Data

Hasil perhitungan uji homogenitas antar varian yang dilakukan dengan teknik statistik *Leven's Test of Equality of Error Variances*. Nilai probabilitas (sig.) dari masing-masing variabel terikat (kemampuan metakognitif dan pemahaman konsep) masing-masing adalah 0,463 dan 0,320 lebih besar dari nilai alpha yang digunakan yaitu 0,05. Hal ini menyatakan bahwa  $H_0$  diterima, artinya tidak ada perbedaan varian antar kelompok data sehingga data variabel terikat dinyatakan homogen. Dengan demikian, maka data-data hasil penelitian telah memenuhi syarat untuk dianalisis dengan statistik

parametrik dengan menggunakan teknik analisis kovarians.

### **Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing dengan *Mind map* dan Model Pembelajaran Kooperatif tipe TGT terhadap Kemampuan Metakognitif**

Pengukuran kemampuan metakognitif siswa dilakukan dengan menggunakan lembar analisis yang diadaptasi dari Corebima (2009) dan dilakukan sebelum pembelajaran (*pretest*) dan sesudah pembelajaran (*posttest*). Data yang terkumpulkan dianalisis dengan menggunakan teknik analisis statistik Anova Satu Arah (*One Way-Anova*) untuk mengetahui pengaruh penerapan model pembelajaran inkuiri terbimbing dengan *mind map* dan model pembelajaran kooperatif tipe TGT terhadap kemampuan metakognitif siswa.

Hasil analisis varians satu arah (*One Way-Anova*) menunjukkan bahwa ada pengaruh signifikan pada penerapan model pembelajaran inkuiri terbimbing dengan *mind map* dan model pembelajaran kooperatif tipe TGT terhadap kemampuan metakognitif siswa. Data hasil analisis menunjukkan bahwa nilai probabilitas (sig.) sebesar 0,04. Nilai ini lebih kecil dari nilai alpha yang ditetapkan yaitu sebesar 0,05. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penerapan model pembelajaran inkuiri terbimbing dengan *mind map* dan model pembelajaran kooperatif tipe TGT berkonsekuensi pada adanya perbedaan terhadap kemampuan metakognitif siswa.

Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Wachidah, U dan Wasis (2015), diketahui bahwa dengan menggunakan *mind map*, nilai keterlaksanaan pembelajaran untuk empat kali pertemuan sebesar 64,25% yang berarti masuk dalam kategori baik. Terdapat peningkatan keterampilan metakognitif yang signifikan ( $t_{hitung} 11,18 > t_{tabel} 2,06$ ) dengan rata-rata peningkatan keterampilan metakognitif sebesar 22,03.

Hasil analisis data pada penelitian ini yang menyatakan adanya pengaruh penerapan model pembelajaran inkuiri terbimbing dengan *mind map* dan model pembelajaran kooperatif tipe TGT juga didukung oleh hasil penelitian Rosyidah dkk (2015), yang menyatakan bahwa

adanya perbedaan pengaruh kemampuan kognitif, ada perbedaan pengaruh sikap IPA dan kesadaran metakognitif siswa yang dibelajarkan dengan menggunakan pola pembelajaran PBMP-TGT dengan siswa yang dibelajarkan dengan pola PBMP saja. Hal ini dikarenakan model pembelajaran kooperatif Tipe TGT menjadikan siswa akan terlihat lebih aktif, karena siswa akan diberikan permainan oleh guru dan bertanding melawan kelompok lain dengan mengejar skor terbanyak, sehingga siswa yang sebelumnya hanya menerima ceramahan dan catatan, maka dengan menggunakan metode pembelajaran Tipe TGT siswa akan lebih giat dan aktif di dalam pembelajaran.

### **Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing dengan *Mind map* dan Model Pembelajaran Kooperatif tipe TGT terhadap Pemahaman Konsep**

Hasil analisis varians satu arah (*One Way-Anova*) menunjukkan bahwa ada pengaruh signifikan pada penerapan model pembelajaran inkuiri terbimbing dengan *mind map* dan model pembelajaran kooperatif tipe TGT terhadap pemahaman siswa. Data hasil analisis menunjukkan bahwa nilai probabilitas (sig.) sebesar 0,01. Nilai ini lebih kecil dari nilai alpha yang ditetapkan yaitu sebesar 0,05. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penerapan model pembelajaran inkuiri terbimbing dengan *mind map* dan model pembelajaran kooperatif tipe TGT menyebabkan adanya perbedaan terhadap pemahaman konsep siswa.

Hasil penelitian Devi dkk (2015) memperlihatkan adanya peningkatan pemahaman konsep IPA siswa yang memperoleh pembelajaran dengan metode *mind mapping* lebih baik daripada siswa yang memperoleh pembelajaran biasa. Hal tersebut ditunjukkan melalui pengujian statistik, bahwa terdapat perbedaan rata-rata gain pada kedua kelompok secara signifikan sebesar 0,000. Selain itu, pembelajaran menggunakan metode *mind mapping* mendapat respon yang sangat baik dari siswa. Berdasarkan hasil penelitian Julisyastuti dkk (2014), penerapan *mind map* dapat dijadikan salah satu alternatif untuk mengatasi rendahnya

pemahaman konsep alat peredaran darah pada siswa kelas V SDN Paulan Kecamatan Colomadu Kabupaten Karanganyar Tahun Ajaran 2013/2014.

Menurut Gunawan (2003), *mind map* merupakan cara mencatat yang kreatif, efektif, dan secara harfiah akan memetakan pikiran. *Mind map* dapat digunakan untuk menyusun fakta dan pikiran sedemikian rupa sehingga cara kerja alami otak dilibatkan sejak awal. Hal ini didasari hasil riset bahwa cara otak mengolah informasi tidak secara linier, setahap demi setahap, tetapi otak menyimpan informasi dan memproses informasi secara acak dan dalam bentuk gambar, bukan dalam bentuk huruf atau tulisan. Dengan demikian, melalui penerapan model pembelajaran inkuiri terbimbing dengan menggunakan *mind map* dapat meningkatkan pemahaman konsep siswa.

Demikian halnya dengan model pembelajaran kooperatif tipe TGT, dimana TGT merupakan salah satu tipe atau model pembelajaran kooperatif yang melibatkan semua siswa tanpa harus ada perbedaan status, melibatkan peran siswa sebagai tutor sebaya, dan mengandung unsur permainan. Proses belajar dengan permainan yang dirancang dalam pembelajaran kooperatif tipe TGT memungkinkan siswa dapat belajar lebih rileks di samping menumbuhkan tanggung jawab, persaingan sehat, dan keterlibatan belajar. Dengan cara diskusi dalam kelompok seperti pada TGT, siswa akan lebih mudah menemukan dan memahami konsep-konsep yang sulit, sehingga akan meningkatkan pemahaman konsep siswa (Situmorang, 2013).

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh penerapan model pembelajaran inkuiri terbimbing dengan *mind map* dan model pembelajaran kooperatif tipe TGT terhadap kemampuan metakognitif siswa dan pemahaman konsep siswa.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Universitas Katolik Widya Mandira yang telah membantu memberikan dana bagi penulis, Bapak Kepala Sekolah SMPK St. Yoseph Noelbaki yang telah memberikan izin untuk dilakukannya penelitian di sekolah tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. 2002. *A taxonomi f learning teaching and assessing: A revision of blooms taxonomy educational*.
- Binti. 2016. TGT. [https://www.academia.edu/3840575/TEA\\_MS\\_GAMES\\_TOURNAMENTS\\_TGT\\_A\\_PENGERTIAN\\_TEAMS\\_GAMES\\_TOURNAMENTS](https://www.academia.edu/3840575/TEA_MS_GAMES_TOURNAMENTS_TGT_A_PENGERTIAN_TEAMS_GAMES_TOURNAMENTS)
- Corebima, A. D., H. Susilo, S. Zubaidah. 2009. *Pemberdayaan Keterampilan Metakognitif pada Pembelajaran IPA, IPA Biologi, dan Biologi dalam Mendukung Perkembangan Kemampuan Berpikir Tinggi para Siswa SD, SMP, dan SMA*. Laporan Penelitian HPTP.
- Devi, R.S, dkk. 2015. Efektivitas Metode *Mind mapping* Terhadap Peningkatan Pemahaman Konsep Siswa Pada Mata Pelajaran IPA. *Jurnal Antologi UPI*. Volume 3 Edisi No. 2, Agustus 2015. [kd-cibiru.upi.edu/jurnal/index.php/antologipgsd/article/view/328](http://kd-cibiru.upi.edu/jurnal/index.php/antologipgsd/article/view/328)
- Juliyastuti, I.A., dkk. 2014. Penerapan *Mind map* untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Alat Peredaran Darah Pada Pembelajaran IPA. *Jurnal FKIP UNS Vol 2, No 6 (2014)*
- Karakuyu, Y. 2010. The effect of concept mapping on attitude and achievement in a physics course. *International Journal of The Physical Sciences*, 5(6): 724-737. [www.academicjournals.org/ijps/PDF/pdf2010/Jun/Karakuyu.pdf](http://www.academicjournals.org/ijps/PDF/pdf2010/Jun/Karakuyu.pdf)
- Kuhlthau, C. C. 2010. Guided inquiry: School libraries in the 21<sup>st</sup> century. *School Libraries Worldwide*, 16(1): 17-28. [http://comminfo.rutgers.edu/~kuhlthau/doc\\_s/GI-School-Librarians-in-the-21-Century.pdf](http://comminfo.rutgers.edu/~kuhlthau/doc_s/GI-School-Librarians-in-the-21-Century.pdf)

- Rosyidah, Z. dkk. 2015. Pengaruh Pola Pemberdayaan Berpikir Melalui Pertanyaan dalam Pembelajaran TGT terhadap Kemampuan Kognitif, Sikap IPA, dan Kesadaran Metakognitif Siswa. <http://journal.um.ac.id/index.php/jps/article/view/4835>
- Situmorang, M. dkk. 2013. Pengaruh Penerapan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe TGT terhadap Pemahaman Konsep Matematis Siswa. [download.portalgaruda.org/article.php?...PENGARUH%20PENERAPAN](http://download.portalgaruda.org/article.php?...PENGARUH%20PENERAPAN).
- Sopian, Y. 2016. Pendidikan Abad 21. <http://yana.staf.upi.edu/2015/10/11/pendidikan-abad-21/>
- Sukarnan. 2005. *Psikologi Kognitif*. Surabaya: Srikandi.
- Wachidah, U dan Wasis. 2015. Penerapan Strategi *Mind mapping* Untuk Meningkatkan Keterampilan Metakognitif Siswa Pada Materi Alat-Alat Optik Kelas X SMA Negeri 1 Krembung. <http://ejournal.unesa.ac.id/index.php/inovasi-pendidikan-fisika/article/view/12296>

## **Penerapan Model Pembelajaran Diagram *Roundhouse* Melalui *Learning Cycle* untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Kelas VIII<sup>g</sup> SMPN 19 Malang**

**Hildegardis Missa<sup>1)</sup>**

- 1) Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan  
Universitas Katolik Widya Mandira  
Jl. Jend. A. Yani No 0-2, Kota Kupang, Profinsi Nusa Tenggara Timur  
Email: <sup>1)</sup>hildegardis.missa@yahoo.co.id

### **ABSTRAK**

Strategi pembelajaran yang sering diterapkan dalam pembelajaran biologi di SMPN 19 Malang adalah kombinasi ceramah, dan tanya jawab. Hal tersebut menyebabkan rendahnya belajar siswa ketika pembelajaran di kelas serta masih banyaknya siswa yang belum dapat mencapai ketuntasan belajar. Untuk mengatasi masalah tersebut diperlukan model pembelajaran yang dapat mengaktifkan seluruh siswa dalam pembelajaran di kelas. Pembelajaran yang diterapkan dalam penelitian ini adalah model pembelajaran diagram *Roundhouse* melalui *Learning Cycle*. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan hasil belajar siswa kelas VIII<sup>g</sup> SMPN 19 Malang dengan model pembelajaran diagram *Roundhouse* melalui *Learning Cycle*. Jenis penelitian ini merupakan penelitian tindakan kelas (PTK) yang terdiri atas dua siklus. Pendekatan yang digunakan adalah pendekatan kualitatif. Subjek dalam penelitian ini adalah siswa kelas VIII<sup>g</sup> SMPN 19 Malang yang berjumlah 42 siswa. Hasil penelitian menunjukkan, pada siklus I siswa yang tuntas secara individu ada 24 siswa dengan ketuntasan klasikal sebesar 57.15% (belum tuntas). Pada siklus II setelah dilakukan perbaikan-perbaikan pembelajaran, siswa yang tuntas secara individu mengalami peningkatan menjadi 39 siswa dengan ketuntasan klasikal 92.86% (tuntas). Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa penerapan model pembelajaran diagram *Roundhouse* melalui *Learning Cycle* dapat meningkatkan hasil belajar biologi siswa kelas VIII<sup>g</sup> SMPN 19 Malang.

**Kata kunci:** diagram *roundhouse*, *learning cycle*, hasil belajar.

### **ABSTRACT**

*Learning strategy that is often applied in biology learning at SMPN 19 Malang is a combination of lectures, and frequently asked questions. This causes the low learning of students when learning in the classroom and still many students who have not been able to achieve mastery learning. To overcome these problems required a learning model that can enable all students in learning in the classroom. The learning that applied in this research is Roundhouse diagram learning model through Learning Cycle. This study aims to improve student learning outcomes class VIIIg SMPN 19 Malang with Roundhouse diagram learning model through Learning Cycle. This type of research is a classroom action research (PTK) consisting of two cycles. The approach used is qualitative approach. Subjects in this study were students of class VIIIg SMPN 19 Malang which amounted to 42 students. The results showed, in the first cycle of students who are completed individually there are 24 students with classical completeness of 57.15% (unfinished). In the second cycle after the improvement of learning, students who completed individually increased to 39 students with 92.86% classical completeness (thorough). Based on the results of the research it can be concluded that the application of Roundhouse diagram learning model through Learning Cycle can improve the biology students' learning outcomes of grade VIIIg SMPN 19 Malang.*

**Keywords:** *roundhouse diagram, learning cycle, learning outcomes.*

### **PENDAHULUAN**

Kegiatan pembelajaran merupakan suatu rangkaian peristiwa kompleks yang merupakan

peristiwa dari kegiatan komunikasi antara manusia sehingga manusia tersebut dapat tumbuh sebagai pribadi yang utuh. Didalam kegiatan pembelajaran terdapat dua proses kegiatan yang

saling berkaitan dan tidak mungkin dapat dipisahkan yaitu proses perubahan tingkah laku seseorang untuk mendapat pengetahuan atau pengalaman melalui latihan-latihan. Sedangkan mengajar adalah suatu kegiatan dimana pengajar menyampaikan pengetahuan/pengalaman yang dimiliki kepada peserta didik.

Proses pembelajaran harus lebih ditekankan pada siswa agar masalah pendidikan dapat teratasi dan perlu adanya inovasi-inovasi kegiatan pembelajaran yang menyenangkan sekaligus melibatkan peran aktif siswa dalam setiap pembelajaran.

Akan tetapi strategi pembelajaran yang sering diterapkan dalam pembelajaran biologi antara lain kombinasi ceramah, dan tanya jawab. Penerapan strategi pembelajaran tersebut ternyata memberikan hasil yang kurang maksimal. Hal tersebut dapat dilihat dari beberapa indikator antara lain rendahnya belajar siswa ketika pembelajaran di kelas serta masih banyaknya siswa yang belum dapat mencapai ketuntasan belajar. Rendahnya aktivitas belajar siswa dapat dilihat dari beberapa contoh seperti kurang memperhatikan penjelasan guru, kurang aktif dan interaktif dalam diskusi kelompok, kurangnya keberanian siswa dalam menjelaskan, bertanya, ataupun berpendapat ketika diskusi di kelas, hanya siswa yang pintar saja yang aktif tersebut, dalam kegiatan pembelajaran dan tanya jawab, sebagian besar siswa cepat merasa bosan dan kurang interaktif dalam pembelajaran.

Oleh karena itu, salah satu strategi pembelajaran yang dapat diterima oleh siswa harus di konstruksikan dalam pikiran dan diri siswa sendiri sebagai usaha keras untuk mengorganisasikan pengalaman-pengalamannya dalam hubungannya dengan skema atau struktur mental yang ada sebelumnya dengan cara informasi harus diperkuat melalui pengkodean (*encoding*).

Terdapat berbagai macam cara untuk pengkodean informasi, misalnya berupa diagram, gambar-gambar, parafrase (kata kunci). Salah satu diagram yang dilengkapi dengan kode visual dan parafrase adalah diagram *roundhouse*. Wibowa (2008), diagram *Roundhouse* merupakan teknik untuk mengkonstruksi pengetahuan melalui pembentukan kode-kode visual dalam

parafrase. Dengan demikian, pembelajaran dengan diagram *Roundhouse* merupakan salah satu inovasi dalam pembelajaran yang menggunakan sekaligus melibatkan peran aktif siswa (Ward & Wandersee, 2001).

Siswa yang belajar dengan *learning cycle* diharapkan memperoleh keterampilan melalui aktivitas-aktivitas belajar yang diberikan pada fase-fase dalam *learning cycle*. Rohman (2011) menyatakan pembelajaran dengan menggunakan siklus belajar ada lima fase atau tahap yang harus dilalui meliputi *Engagement* (perlibatan), *Exploration* (Eksplorasi), *Explanation* (Eksplanasi), *Elaboration* (Elaborasi), dan *evaluation* (Evaluasi).

## METODE

Penelitian ini termasuk dalam penelitian tindakan kelas (PTK) dengan pendekatan kualitatif. Subjek dalam penelitian ini adalah siswa kelas VIII<sup>e</sup> SMPN 19 Malang yang berjumlah 42 siswa terdiri atas 22 siswa laki-laki dan 20 siswa perempuan. Sebelum dilaksanakan penelitian, terlebih dahulu diadakan observasi di SMPN 19 Malang. Berdasarkan hasil observasi maka peneliti menerapkan model pembelajaran yang dapat meningkatkan hasil belajar siswa. Pembelajaran yang diterapkan adalah model pembelajaran diagram *roundhouse* melalui *learning cycle*. Variable bebas dalam penelitian ini adalah penerapan pembelajaran diagram *roundhouse* melalui *learning cycle*. Variable terikat pada penelitian ini adalah hasil belajar siswa.

Penelitian ini terdiri dari 2 siklus dan masing-masing siklus terdiri dari tahap perencanaan, pelaksanaan dan observasi lalu refleksi. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah lembar keterlaksanaan pembelajaran oleh guru, lembar keterlaksanaan oleh siswa, catatan lapangan, tes hasil belajar. Analisis data evaluasi dan refleksi dilakukan pada hasil tindakan yaitu Penelitian pembelajaran diagram *roundhouse* melalui *learning cycle* dan hasil belajar siswa.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil belajar biologi peserta didik setelah dilakukan tindakan siklus I yaitu penerapan pembelajaran diagram *roundhouse* melalui *learning cycle* dan diberikan post test atau test siklus I, hasil belajar biologi belum baik karena masih banyak peserta didik yang nilainya di bawah 77, peserta didik yang dikatakan tuntas secara individu ada 24 peserta didik dan yang lainnya belum tuntas dengan ketuntasan klasikal 57.14%. Pada siklus I peserta didik dapat dikatakan belum tuntas secara klasikal (42.85%) yaitu ada 18 peserta didik karena belum mencapai persentase  $\geq 85\%$  Maka dari itu perlu diadakan perbaikan dan dilanjutkan pada siklus II. Analisa Pencapaian SKM siklus I tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1 Analisa Pencapaian SKM Siklus I

| Pencapaian SKM                         |                  |
|--|------------------|
|  | Data UH Siklus I |
| Jumlah peserta didik yang tuntas       | 24               |
| Jumlah peserta didik yang tidak tuntas | 18               |
| Rata-rata nilai                        | 80.61            |
| Persentase (%) yang tuntas             | 57.14%           |
| Persentase (%) yang tidak tuntas       | 42.85%           |

Setiap akhir siklus dilaksanakan refleksi tindakan yang didasarkan pada hasil observasi dan tujuannya untuk perbaikan proses belajar mengajar pada siklus berikutnya. Berdasarkan hasil observasi maka dapat diketahui bahwa pada siklus I ditemukan hal-hal sebagai berikut: a) Guru belum bisa mengelola kelas dengan baik, terbukti pada saat peserta didik mengerjakan LKPD waktu dan kegiatan diskusi tidak dibatasi. b) Guru sulit mengontrol peserta didik atau kelompok yang aktif dalam kegiatan diskusi. c) Peserta didik kurang bekerja sama dalam melakukan diskusi kelompok. d) Ada beberapa peserta didik yang tidak mengerjakan LKPD. e) Dalam melaksanakan ulangan harian suasana kelas kurang kondusif.

Berdasarkan hasil refleksi maka peneliti merencanakan rencana tindakan pada siklus II

yaitu: a) Guru membatasi waktu untuk mengerjakan LKPD dan kegiatan diskusi di dalam kelas. b) Guru menentukan denah tempat duduk kelompok dalam kegiatan diskusi. c) Guru menekankan berulang-ulang kepada masing-masing kelompok tentang pentingnya kerja sama dalam melaksanakan diskusi. d) Guru perlu memeriksa LKPD peserta didik sebelum presentasi dilaksanakan.

Hasil belajar biologi peserta didik setelah dilakukan tindakan siklus II, setelah dilakukan perbaikan-perbaikan tindakan pada siklus II dan peserta didik diberikan post test atau tes ulangan harian, peserta didik yang dikatakan tuntas secara individu ada 39 peserta didik dan 3 peserta didik yang belum tuntas (7.14%), dengan ketuntasan klasikal 92.86% dan rata-rata nilai 87.14. Dengan demikian, pada siklus II ini peserta didik dapat dikatakan tuntas secara klasikal karena telah mencapai persentase  $\geq 85\%$  Analisa Pencapaian SKM siklus II tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2 Analisa Pencapaian SKM Siklus II

| Pencapaian SKM                         |                   |
|--|-------------------|
|  | Data UH Siklus II |
| Jumlah peserta didik yang tuntas       | 39                |
| Jumlah peserta didik yang tidak tuntas | 3                 |
| Rata-rata nilai                        | 87.14             |
| Persentase (%) yang tuntas             | 92.86%            |
| Persentase (%) yang tidak tuntas       | 7.14%             |

Peningkatan hasil belajar siswa tersebut dimungkinkan karena selama pelaksanaan kegiatan, siswa lebih banyak terlibat secara kelompok dan memiliki tanggung jawab terhadap belajarnya. Hal ini sesuai dengan yang disarankan oleh Qodriyah (2002), untuk melibatkan siswa secara produktif dalam kerja kelompok untuk mengaktifkan siswa. Kerja kelompok dapat mempengaruhi proses pembelajaran dan tingkah laku siswa. Siswa tersebut akan sangat tertarik dengan berbagai tugas belajar, menunjukkan ketekunan yang tinggi dan variasi aktif belajar mereka lebih banyak, sehingga keterlibatan mereka dalam belajar akan lebih besar (Wahyuni et al., tanpa Tahun) .

Penerapan model pembelajaran diagram *roundhouse* melalui *learning cycle* dapat melatih siswa mengembangkan keterampilan berpikir melalui analisis, membuat kesimpulan dan mengkomunikasikan perolehannya selama pembelajaran sehingga siswa dapat memperoleh pengetahuan mengenai materi yang diajarkan secara mandiri melalui metode *learning cycle*.

Berdasarkan pengamatan observer, penerapan model pembelajaran diagram *roundhouse* melalui *learning cycle* di kelas VIII<sup>g</sup> ini sudah bisa dikatakan telah berjalan dengan baik. Hal ini bisa dibuktikan dengan melihat lembar refleksi siklus II. Dimana pada siklus II pembelajaran sudah berjalan dengan baik sesuai dengan rencana pelaksanaan pembelajaran.

Pendahuluan pembelajaran dilakukan oleh guru untuk mengetahui kemampuan awal peserta didik. Guru mencoba memotivasi peserta didik dengan mengajukan pertanyaan yang berkaitan dengan materi pelajaran, kemudian memasuki topik bahasan yang akan dipelajari,

Proses pembelajaran diagram *roundhouse* melalui *learning cycle* pada penelitian ini dilaksanakan berdasarkan tahapan menurut Hadi (2007), yaitu *murder scrip* (*mood, understand, recall, detect, elaborate, review*) dengan modifikasi yaitu (1) *set the mood* merupakan tahap kesepakatan untuk menentukan aturan yang digunakan dalam berkolaborasi, misalnya memberikan isyarat jika terjadi kesalahan dalam penyampaian ide-ide pokok seperti menepuk bahu atau dengan isyarat suara atau dengan lainnya. (2) *understand* merupakan tahap untuk memahami materi yang sedang dipelajari dalam waktu tertentu. (3) *recall* merupakan tahap membuat ringkasan ide-ide pokok dari materi yang dipelajari, dan kemudian menyampaikan kepada pasangannya (teman kelompoknya) (4) *detect* merupakan menemukan kesalahan dari hasil ringkasan dan penyampaian pasangannya, (5) *elaborate* merupakan tahap menguraikan hasil ringkasan materi kepada pasangannya, (6) *review* merupakan tahap kedua pasangan mencari hubungan ide-ide pokok materi dengan kehidupan nyata siswa, ide lain yang pernah dipelajari, pendapat tentang materi, dan reaksi emosional atau respon terhadap ide-ide pokok

materi. Siswa menyimpulkan hasil belajar dalam bentuk diagram *roundhouse*.

Tahapan – tahapan (sintaks) yang dilakukan siswa dalam pembelajaran *learning cycle* tersebut benar-benar menyeluruh dari bagaimana dia mengkomunikasikan pengetahuannya, dan bagaimana dia harus mengaktualisasikan pengetahuan yang telah didapatnya berupa suatu karya kesimpulan yang dibuat siswa. Bukti hasil belajar siswa dalam setiap kompetensi dasar diwujudkan dalam bentuk diagram *roundhouse* dan ringkasan ide-ide pokok materi dalam buku catatan (Agustyaningrum, 2011).

Diagram *roundhouse* merupakan suatu aplikasi dari teknik belajar bermakna yang dilakukan melalui cara visual dan pengkodean (Wibowo & Yuni, 2010). Kelebihan dari penyusunan diagram *roundhouse* ini adalah bahwa teknik ini merupakan aplikasi dari teori belajar bermakna. Siswa belajar untuk memecahkan materi yang dipelajari kedalam sub-sub konsep tertentu selama penyusunan diagram *roundhouse*. Sub konsep yang telah ditentukan kemudian ditempatkan pada juring lingkaran dengan urutan tertentu searah jarum jam, mulai pada arah jam 12.00. letak sub konsep pada juring lingkaran juga menunjukkan kaitan antara sub konsep tersebut. Sub konsep yang kaitannya erat diletakkan dalam juring yang berdekatan. Siswa akan terlatih untuk membangun pengetahuannya dengan menyusun konsep-konsep dari dalam juring-juring lingkaran selama menyusun diagram *roundhouse* (Ward & Lee, 2006).

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa Penerapan model pembelajaran diagram *roundhouse* melalui *learning cycle* untuk meningkatkan hasil belajar siswa kelas VIII<sup>g</sup> SMP Negeri 19 Malang tergolong tinggi dengan taraf keberhasilan termasuk dalam kategori sangat baik. Hal ini ditunjukkan pada rata-rata nilai tes hasil belajar kognitif siswa pada siklus I yaitu 80.61, dengan presentasi ketuntasan kelas sebesar 57,14%, dan pada siklus II rata-rata nilai

siswa untuk tes hasil belajar kognitif meningkat menjadi 87,14 dan presentasi ketuntasan kelas sebesar 92.86%. Penerapan model pembelajaran diagram *roundhouse* melalui *leaning cycle* ini sudah berhasil karena ketuntasan belajar siswa meningkat jika dibandingkan ketuntasan belajar sebelum diadakan penelitian.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada bapak Riyanto, S.Pd, M.Pd yang telah memberikan bimbingan, arahan serta motivasi selama penelitian.

### DAFTAR PUSTAKA

- Agustyaningrum, Nina. 2011. Implementasi Model Pembelajaran *Learning Cycle 5E* Untuk Meningkatkan Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa Kelas IX B SMP Negeri 2 Sleman. Prosiding. ISBN : 978 – 979 – 16353 – 6 – 3.
- Rohman, A. 2011. *Penerapan Siklus Belajar Berbasis Masalah Kontekstual Untuk Meningkatkan Motivasi Dan Hasil Belajar Biologi Pada Siswa Kelas VII-A SMP Negeri 1 Lumajang*. Tesis tidak terbit. Malang : Universitas Negeri Malang.
- Wahyuni. Sri, Hasdin, dan Nurvita, Tanpa Tahun. Penerapan Metode Kerja Kelompok Untuk Meningkatkan Hasil Belajar IPS Pada Siswa Kelas III di SDN 15 Biau. *Jurnal Kreatif Tadulako Online*. Vol. 5 No. 3, 2010-223.
- Ward,R.E & Wandersee, J. 2001. Visualizing Science Using The Roundhouse Diagram. *Science Scoope*. Januari 2001. 24; 4; ProQuest Education Journals.
- Ward,R.E & Wandersee, J. 2002. Struggling to understand abstract science topics: a Roundhouse diagram-based study. *Internatinal Journal of Science Education*. 2002. vol. 24, No. 6, 575-591.
- Ward,R.E & Lee, W.D., 2006. *Understanding The Periodic Table of Elements via Iconic Mapping and Sequential Diagramming: The Roundhouse Strategy*. Science Activity Vol. 42. No. 4.
- Wibowo, Y. 2008. *Pengaruh Pembelajaran Diagram Roundhouse Melalui Kooperatif CIRC Terhadap Hasil Belajar Dan Keterampilan Metakognitif Siswa Kelas XI IPA SMA Laboratorium UM*. Tesis tidak terbit. Malang : Universitas Negeri Malang.
- Wibowo, Yuni. 2010. Strategi Pembelajaran dengan Diagram *Roundhouse* Bagi Guru-Guru SMP di Kabupaten Bantul. Vol. (4), 1-7.

## Implementasi *Lesson Study* di FMIPA UNIMA: Studi Kasus Perkuliahan dan Pendampingan PPL Pendidikan Biologi

Alfonds Andrew Maramis<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Pendidikan Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Manado (UNIMA)

<sup>2</sup>Laboratorium Microteaching, FMIPA, Universitas Negeri Manado (UNIMA)

E-mail: alfondsmaramis@unima.ac.id

### ABSTRAK

Di Indonesia, implementasi *Lesson Study* sebagai bentuk pembinaan profesionalisme guru telah dirintis dan didukung oleh *Japan International Cooperation Agency* (JICA) secara berkelanjutan melalui beberapa program, dimulai dari: *Indonesian Mathematics and Science Teacher Education Project* (IMSTEP, selama kurun waktu 1998-2003); *IMSTEP Follow-up* (2003-2005); *Strengthening In-Service Teacher Training of Mathematics and Science Education at Junior Secondary Level* (SISTTEMS, 2006-2008); *Program for Enhancing Quality of Junior Secondary Education* (PELITA, 2009-2013); dan yang masih sementara berlangsung, *Short-term Training on Lesson Study for Institutes of Teacher Training and Education Personnel* (SToLS for ITTEP). Kajian ini bertujuan mendeskripsikan implementasi *Lesson Study* di Jurusan Pendidikan Biologi FMIPA UNIMA, yang merupakan tindak lanjut dari keikutsertaan dalam Program SToLS for ITTEP. Kajian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif berbentuk studi kasus. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mahasiswa Praktek Pengalaman Lapangan (PPL) mampu mengaktifkan kelas melalui model pembelajaran kolaboratif, namun belum sepenuhnya bisa menerapkan model ini secara utuh. Untuk kegiatan perkuliahan di Jurusan Pendidikan Biologi, khususnya beberapa beberapa mata kuliah kependidikan, implementasi *Lesson Study* memperlihatkan dampak positif bagi mahasiswa maupun dosen. Mahasiswa yang awalnya memperlihatkan minat yang kurang menjadi termotivasi setelah diterapkan model kolaboratif. Untuk dosen, implementasi *Lesson Study* di kelas mampu meningkatkan pemahaman maupun keterampilan dalam menyusun dan melaksanakan pembelajaran yang diobservasi. Kendala/hambatan yang ditemukan dalam upaya implementasi *Lesson Study* yaitu belum terbiasanya baik mahasiswa maupun dosen berada dalam lingkungan pembelajaran yang terbuka sehingga diperlukan praktek yang berkelanjutan. Kedepannya, implementasi *Lesson Study* akan dilaksanakan lebih masif dengan sasaran yang lebih luas untuk beberapa sekolah mitra PPL maupun beberapa mata kuliah kependidikan dan keilmuan di Jurusan Pendidikan Biologi FMIPA UNIMA. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa implementasi *Lesson Study* yang dilakukan cukup memberi dampak bagi sekolah mitra PPL maupun Jurusan walaupun masih banyak yang perlu dibenahi. Pembinaan perlu dilakukan dengan cara peningkatan kuantitas maupun kualitas upaya-upaya sosialisasi implementasi *Lesson Study* baik dalam lingkungan kampus maupun sekolah-sekolah mitra. Pembinaan ini dapat terealisasi dengan baik bila ditunjang dengan kebijakan pejabat baik ditingkat jurusan, fakultas, terlebih universitas.

**Kata kunci:** implementasi, *lesson study*, model pembelajaran, kolaboratif

### PENDAHULUAN

*Lesson Study* yang secara sederhana didefinisikan oleh Arani dan koleganya (2010) sebagai ‘kajian kolaboratif berbasis kelas dari guru’, memiliki sejarah yang panjang di Jepang sebagai budaya berbagi profesional yang berpotensi untuk meningkatkan pembelajaran, memperkaya aktivitas kelas, dan mentransformasi lingkungan sekolah. Sistem sekolah modern yang menggunakan metode mengajar klasikal (dikenal dengan nama *Gaku-*

*sei*) terbentuk pertama kali di Jepang pada tahun 1872. Modernisasi sistem sekolah ini merupakan bagian dari modernisasi sistem sosial (adopsi dari negara Barat) yang diperkenalkan oleh pemerintahan Meiji (1868-1912). Sebelumnya, dikenal dua sistem pembelajaran, yaitu: *Terakoya* (sekolah dasar bagi masyarakat umum, dengan sistem pembelajaran dilakukan secara bercampur, tidak mengenal tingkatan berdasarkan usia, dan tidak dilaksanakan secara serentak), dan *Hankou* (sekolah pemerintahan regional bagi kaum feodal), yang keduanya tidak dikelola oleh

pemerintah nasional (Makinae, 2010; Wikipedia, 2013; Asai, 2014).

Buku panduan *Lesson Study* bagi guru yang pertama kali dikenal yaitu '*Reform the Methods of Teaching*', yang terbit pada tahun 1883 (Isoda, 2010). Selanjutnya, sekitar tahun 1890-an, "Standar Metode Pengajaran untuk Pendidikan Publik" yang menganut teori pengajaran *Herbartianism* (yang memperkenalkan tahap-tahap formalitas dalam proses pengajaran) terbentuk, dan disosialisasikan dalam forum pembahasan pembelajaran (Asai, 2014). *Lesson Study* mengalami perkembangan dan diversifikasi, serta menjadi pelopor reformasi pendidikan di Jepang dari masa ke masa. Perkembangan *Lesson Study* berjalan seiring dengan terjadinya pergeseran pola pembahasan dalam pembelajaran (Maramis, 2014). Sebagai contoh di tahun 1960-an, kajian pembelajaran yang awalnya mengikuti pola dokumentasi naratif yang bersifat subyektif layaknya suatu kisah *novel* semakin ditinggalkan dan digantikan dengan pola ilmiah yang bersifat obyektif (Asai, 2014). Beberapa tahun terakhir, *Lesson Study* mengalami pembaruan seiring dengan reformasi sekolah berbasis komunitas belajar yang melaksanakan forum refleksi bersama (Sato, 2014; Someya, 2014a; Someya, 2014b; Toyoshima, 2014). Refleksi bersama dari komunitas belajar (yang merupakan 'roh' dari *Lesson Study*) bertujuan bukan untuk melakukan 'presentasi hasil penelitian', melainkan sebagai tempat belajar bersama guru-guru sekitar dengan memperlihatkan praktek pelajaran sehari-hari dan dengan adanya opini dan masukan dari luar (Sato, 2014).

Di Indonesia, dalam perkembangannya *Lesson Study* digunakan sebagai model pembinaan profesi pendidik melalui pengkajian pembelajaran secara kolaboratif dan berkesinambungan berlandaskan prinsip-prinsip kolegialitas dan *mutual learning* untuk membangun komunitas belajar. Implementasi *Lesson Study* telah dilakukan secara berkelanjutan melalui beberapa program yang dirintis dan didukung penuh oleh *Japan International Cooperation Agency* (JICA), dimulai dari: *Indonesian Mathematics and Science Teacher Education Project* (IMSTEP,

selama kurun waktu 1998-2003); *IMSTEP Follow-up* (2003-2005); *Strengthening In-Service Teacher Training of Mathematics and Science Education at Junior Secondary Level* (SISTTEMS, 2006-2008); *Program for Enhancing Quality of Junior Secondary Education* (PELITA, 2009-2013); dan yang masih sementara berlangsung, *Short-term Training on Lesson Study for Institutes of Teacher Training and Education Personnel* (SToLS for ITTEP) (IDCJ-JICA, 2012; Ghafur, 2013; JICA-FPMIPA UPI, 2013). Berdasarkan strategi pengembangannya di Indonesia, terdapat dua jenis *Lesson Study*, yaitu: *Lesson Study* berbasis Musyawarah Guru Mata Pelajaran (LSMGMP), dan *Lesson Study* Berbasis Sekolah (LSBS). Pelaksana LSMGMP merupakan guru-guru mata pelajaran yang sama dalam suatu wilayah, sedangkan pelaksana LSBS adalah semua guru (berbagai mata pelajaran) dalam satu sekolah (Sato *et al.*, 2012).

Di Sulawesi Utara, implementasi *Lesson Study* berjalan atas koordinasi aktif dari berbagai pihak, seperti: Dinas Pendidikan Nasional (Dinas Diknas) Propinsi Sulawesi Utara, Kementerian Agama (Kemenag) Propinsi Sulawesi Utara, Lembaga Penjamin Mutu Pendidikan (LPMP) Propinsi Sulawesi Utara, Dinas Pendidikan Pemuda dan Olah Raga (Dinas Dikpora) Kabupaten Minahasa-Utara, dan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Negeri Manado (UNIMA). Di Minahasa Utara, sampai dengan tahun 2012, Dinas Dikpora telah mengembangkan LSMGMP di 6 *homebase* dan LSBS di 7 SMP, dengan melibatkan dosen-dosen dari FMIPA UNIMA dalam melakukan pendampingan ke sekolah-sekolah (Ngangi, 2012). Hasil survei dampak Program PELITA di Minahasa Utara dan dua daerah lainnya (Padang dan Banjar Baru) seperti yang dikemukakan oleh Syamsuri (2012) menunjukkan bahwa pelaksanaan *Lesson Study* secara signifikan meningkatkan kolegialitas antar guru.

Sebagai kelanjutan dari program-program terdahulu, Program SToLS for ITTEP yang pesertanya adalah dosen dari perguruan tinggi LPTK (Lembaga Pendidik Tenaga Kependidikan), bertujuan untuk: meningkatkan

pemahaman tentang landasan filosofi, konsep, dan prinsip *Lesson Study* di Jepang; meningkatkan keterampilan dalam menyusun rencana pembelajaran, melaksanakan pembelajaran yang diobservasi (*open lesson*), mengobservasi dan mendokumentasi pembelajaran, menganalisis proses dan hasil pembelajaran; dan mensosialisasikan *Lesson Study* baik di dalam kampus maupun di sekolah-sekolah mitra; serta dapat menjadi motor penggerak pengembangan *Lesson Study* di perguruan tinggi masing-masing peserta. Peserta program SToLS for ITTEP sampai dengan *batch* ke-2 (Mei – Juni 2014) berasal dari Universitas Pendidikan Ganesha (UNDIKSHA) Bali, Universitas Pendidikan Indonesia (UPI) Bandung, Universitas Lambung Mangkurat (UNLAM) Kalimantan Selatan, Universitas Negeri Manado (UNIMA), Universitas Negeri Malang (UM), Universitas Negeri Medan (UNIMED), Universitas Negeri Jakarta (UNJ), Universitas Negeri Surabaya (UNESA), Universitas Negeri Padang (UNP), Universitas Negeri Makassar (UNM), Universitas Negeri Semarang (UNNES), dan Universitas Negeri Yogyakarta (UNY). Hasil dari implementasi *Lesson Study* di Perguruan Tinggi LPTK ini terkait pelaksanaan Program SToLS for ITTEP perlu untuk didiseminasikan dalam suatu forum sebagai bentuk evaluasi maupun *sharing* ide demi keberlanjutannya. Oleh sebab itu, tujuan dari kajian ini yaitu untuk mendeskripsikan implementasi *Lesson Study* di Jurusan Pendidikan Biologi FMIPA UNIMA, yang merupakan tindak lanjut dari keikutsertaan dalam Program SToLS for ITTEP.

## METODE PENELITIAN

### A. Tahapan Implementasi

Implementasi *Lesson Study* di Jurusan Biologi FMIPA UNIMA oleh penulis yang merupakan peserta *SToLS for ITTEP Batch-2* dilakukan dalam dua jenis kegiatan. *Pertama*, melalui pendampingan bagi mahasiswa yang akan turun ke sekolah-sekolah mitra untuk melaksanakan Praktek Pengalaman Lapangan (PPL). *Kedua*, melalui praktek langsung dalam

kelas perkuliahan, baik mata kuliah kependidikan (Perkembangan Peserta Didik) maupun mata kuliah keilmuan (Biologi Umum).

### B. Sasaran Implementasi

Untuk implementasi *Lesson Study* melalui pendampingan PPL, sekolah yang menjadi mitra adalah SMA Kristen Tumou Tou Girian (Yayasan Ds. AZR Wenas, GMIM), Kota Bitung, Sulawesi Utara. Sekolah ini berjarak sekitar 45 km dari Kampus UNIMA. Kelas yang menjadi sasaran PPL yaitu Kelas XI dengan jumlah siswa 37 orang, yang terdiri dari 10 orang pria dan 27 orang wanita. Selanjutnya, implementasi melalui kegiatan perkuliahan dilakukan pada mata kuliah kependidikan (Perkembangan Peserta Didik) dan mata kuliah keilmuan (Biologi Umum). Mata kuliah Perkembangan Peserta Didik yang sesuai jadwal diajarkan pada semester ganjil (Tahun Akademik 2014-2015), dikontrak oleh mahasiswa Pendidikan Biologi Semester III Kelas C, dengan jumlah mahasiswa 29 orang, yang terdiri dari 9 orang pria dan 20 orang wanita. Sedangkan untuk mata kuliah Biologi Umum (semester ganjil Tahun Akademik 2014-2015) dikontrak oleh mahasiswa Pendidikan Fisika Semester I Kelas A, dengan jumlah mahasiswa 33 orang, yang terdiri dari 12 orang pria dan 21 orang wanita.

### C. Waktu Pelaksanaan

Pelaksanaan pendampingan PPL dilakukan selama dua bulan, mulai bulan Oktober sampai November 2014. Untuk perkuliahan Perkembangan Peserta Didik dan Biologi Umum dilakukan selama 1 semester, (semester ganjil, Tahun Akademik 2014-2015), mulai pertengahan Agustus sampai pertengahan Desember 2014 (16 minggu).

### D. Metode Kajian, Instrumen, dan Analisis Data.

Kajian ini dilakukan menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode studi kasus. Kasus yang dikaji dalam penelitian ini yaitu implementasi *Lesson Study* di Jurusan Biologi, FMIPA UNIMA, melalui kegiatan pendampingan mahasiswa PPL, dan perkuliahan

mata kuliah kependidikan (Perkembangan Peserta Didik) dan keilmuan (Biologi Umum). Instrumen yang digunakan adalah dokumentasi foto kegiatan dan lembar observasi. Data berupa dokumentasi kegiatan dan observasi dianalisis secara deskriptif kualitatif.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Implementasi *Lesson Study* melalui Pendampingan PPL

Implementasi *Lesson Study* bagi sekolah mitra dilaksanakan terintegrasi dengan kegiatan pendampingan Praktek Pengalaman Lapangan (PPL) mahasiswa Jurusan Pendidikan Biologi. Di Jurusan Pendidikan Biologi, Praktek Pengalaman Lapangan (PPL) terdiri dari 2 mata kuliah dengan bobot masing-masing 2 SKS, *pertama* PPL I yang berisikan teori-teori pengalaman lapangan, simulasi, dan *microteaching*; *kedua* PPL II yang merupakan praktek penuh mahasiswa di sekolah mitra. Sebelum turun ke sekolah mitra, mata kuliah PPL II diawali dengan pertemuan mahasiswa dan Dosen Pembimbing Lapangan (DPL), selanjutnya dilakukan pembekalan bagi mahasiswa. Dalam kegiatan pembekalan ini, mahasiswa diberi penguatan filosofis, prinsip dan konsep *Lesson Study for Learning Community* (LSLC), dan model pembelajaran kolaboratif. Dalam prakteknya, sesuai hasil observasi terlihat bahwa mahasiswa mampu menerapkan prinsip-prinsip LSLC, walaupun masih perlu dilakukan pembenahan.

Di sekolah mitra, implementasi Kurikulum 2013 sudah mulai diterapkan. Dengan berbagai fasilitas yang sudah disiapkan terkait implementasi Kurikulum 2013, *Lesson Study* menjadi lebih mudah diterapkan. Model pembelajaran kolaboratif yang terintegrasi dalam RPP Kurikulum 2013 sangat relevan dengan implementasi *Lesson Study*. Kolaborasi esensinya merupakan filsafat interaksi dan gaya hidup manusia yang menempatkan dan memaknai kerjasama sebagai struktur interaksi yang dirancang secara baik dan disengaja rupa untuk memudahkan usaha kolektif dalam rangka mencapai tujuan bersama (Kemdikbud, 2013).



Gambar 1. Kegiatan praktek PPL di SMA Kristen Tumou Tou, Girian, Kota Bitung. Tampak dalam gambar, mahasiswa melakukan apersepsi dengan menggali kembali pengetahuan awal siswa.



Gambar 2. Kegiatan praktek PPL di SMA Kristen Tumou Tou, Girian, Kota Bitung. Tampak dalam gambar, mahasiswa menerangkan panduan kegiatan dalam LKS

### B. Implementasi *Lesson Study* melalui Kegiatan Perkuliahan

Untuk implementasi *Lesson Study* melalui kegiatan perkuliahan mata kuliah Perkembangan Peserta Didik, dilakukan satu siklus *open lesson* dengan menerapkan model pembelajaran kolaboratif yang dikompilasi dengan media film populer “Baby Genius”. Materi perkuliahan yang dibuka yaitu “Karakteristik Perkembangan Anak Usia 0 – 2 tahun”. Media film populer yang digunakan berfungsi untuk menimbulkan minat dan

motivasi siswa. Film ini bercerita tentang bayi-bayi yang tergolong jenius yang mempunyai karakteristik yang unik yang bisa berkomunikasi menggunakan bahasa yang hanya bisa dipahami oleh sesama mereka. Keunikannya, bahasa khusus ini hanya bisa dipahami oleh sesama bayi yang berusia dibawah 2 tahun. Karakteristik-karakteristik unik dari bayi ini yang dipakai untuk menimbulkan motivasi/minat mahasiswa, sekaligus juga memberikan pemahaman terhadap materi perkuliahan. Dengan timbulnya motivasi/minat, kegiatan kelompok berlangsung secara aktif. Mahasiswa termotivasi untuk bertanya dan berbagi pemahaman antar sesamanya. Dalam kegiatan *open class* untuk materi ini, peneliti yang berperan sebagai dosen model diobservasi oleh anggota tim pengajar. Dari hasil observasi, tim pengajar mengemukakan bahwa mahasiswa terbilang aktif dalam mengikuti kegiatan belajar mengajar, walaupun ada beberapa orang yang kelihatan hanya ikut-ikutan aktif. Dalam kegiatan perkuliahan Mata Kuliah Biologi Umum, implementasi *Lesson Study* dilakukan dengan membuka kelas (satu siklus) untuk materi “Hirarki Biologi”, yang skenarionya tersusun dalam bentuk kompilasi model pembelajaran kolaboratif dengan metode *Group Investigation*. Dalam mata kuliah ini, peneliti berperan sebagai anggota tim pengajar, dan sekaligus dalam siklus *open lesson* berperan sebagai dosen model, sedangkan ketua tim berperan sebagai observer. Dalam perkuliahan Biologi Umum, salah satu reformasi kelas yang dilakukan adalah penerapan *jumping task* terhadap materi yang dibuka. Dalam kegiatan *do*, konsep yang diajarkan terkait materi “Hirarki Biologi” adalah definisi tingkat-tingkat hirarki biologi, dimulai dari tingkat molekuler sampai biosfer, dan kompleksitas dari masing-masing tingkatan. Kegiatan *jumping task* dilakukan dengan metode *Group Investigation*, yang mana mahasiswa diberi tugas mengidentifikasi tingkat-tingkat hirarki dari tingkat seluler suatu organisme sampai pada tingkat ekosistem. Dari hasil observasi, observer mengemukakan bahwa motivasi/minat mahasiswa terlihat meningkat.



Gambar 3. Kegiatan perkuliahan Mata Kuliah Perkembangan Peserta Didik, mahasiswa semester III Kelas C Pendidikan Biologi.



Gambar 4. Kegiatan perkuliahan Mata Kuliah Biologi Umum, mahasiswa semester I Kelas A Pendidikan Fisika.

## **KENDALA/HAMBATAN DAN ALTERNATIF SOLUSI**

### **A. Kendala/Hambatan**

Salah satu kendala dalam kegiatan pendampingan mahasiswa PPL adalah konsep dan teknik *Lesson Study* masih belum sepenuhnya dipahami oleh mahasiswa. Disadari bahwa kurangnya pemahaman mahasiswa adalah akibat dari kurangnya pengenalan akan *Lesson Study* selama menempuh perkuliahan-perkuliahan sebelumnya. Pemahaman akan filosofis, konsep, dan teknik *Lesson Study*, dapat dikatakan sebagian besar berasal dari kegiatan pembekalan yang materi dan waktu

pelaksanaannya terbatas. Kendala lainnya yaitu dalam kegiatan *open class* yang dilakukan oleh mahasiswa, siswa masih terlihat canggung dengan pengaturan tempat duduk, teknik observasi, dan dokumentasi (pengambilan foto atau video). Kenyataan ini timbul karena belum terbiasanya siswa dalam mengalami *open class*.

Dalam kegiatan perkuliahan, kendala yang dihadapi adalah sulitnya mencari waktu yang tepat untuk melibatkan beberapa dosen dalam kegiatan *open class* dan refleksi, kecuali dengan sesama tim pengampu mata kuliah. Selain itu, kendala lainnya yang dihadapi adalah memotivasi minat dosen senior tentang pembelajaran kolaboratif.

### **B. Alternatif Solusi**

Terhadap kendala pemahaman mahasiswa yang belum maksimal terkait konsep dan teknik *Lesson Study*, solusi yang dilakukan yaitu mengoptimalkan penguatan melalui pembimbingan, khususnya dalam tahap *plan*. Optimalisasi dilakukan baik secara kualitatif maupun kuantitatif. Secara kualitatif, dalam kegiatan *plan*, mahasiswa diperkuat pemahamannya tentang model pembelajaran kolaboratif. Sedangkan secara kuantitatif, frekuensi bimbingan dalam lingkup pendampingan diperbanyak. Untuk kendala siswa yang masih canggung dengan pengaturan tempat duduk, teknik observasi, dan dokumentasi, solusi yang diterapkan yaitu mendorong mahasiswa untuk lebih memperbanyak kegiatan *open class*.

Untuk kendala dalam kegiatan perkuliahan, khususnya dalam memotivasi mahasiswa, solusi yang dilakukan yaitu membuat kegiatan perkuliahan menjadi lebih menarik lagi. Kegiatan perkuliahan yang umumnya dilakukan secara konvensional digantikan dengan kegiatan yang lebih menimbulkan minat bagi mahasiswa dengan mengkombinasikan model pembelajaran kolaboratif dengan metode atau media.

## **ACTION PLAN**

### **A. Rencana Implementasi dan Pengembangan di Tahun 2015**

Rencana tindak lanjut implementasi dan pengembangan *Lesson Study* di tahun 2015, apa yang sudah dilakukan tetap akan dilanjutkan bahkan dikembangkan baik secara kualitatif maupun kuantitatif. Selain keberlanjutan kegiatan yang sudah dilakukan di tahun 2014, tindak lanjut lainnya yang akan dilakukan yaitu: berkoordinasi dengan Program Profesi Guru (PPG) UNIMA untuk pendampingan penerapan LSLC bagi peserta SM-3T; dan melakukan kegiatan pelatihan model pembelajaran kolaboratif berbasis LSLC bagi guru-guru, melalui pendanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat, baik hibah institusional maupun desentralisasi.

### **B. Sasaran**

Sasaran implementasi *Lesson Study* di tahun 2015 yaitu sekolah-sekolah mitra yang ada di daerah-daerah terdepan dan terluar, terintegrasi dengan program pendampingan peserta SM-3T, maupun sekolah-sekolah mitra PPL di beberapa tempat. Dalam kegiatan perkuliahan, yang menjadi keberlanjutan implementasi *Lesson Study*, sasarannya yaitu mata kuliah lainnya baik kependidikan maupun keilmuan.

## **SIMPULAN DAN REKOMENDASI**

Implementasi *Lesson Study* yang dilakukan cukup memberi dampak bagi sekolah mitra PPL maupun Jurusan walaupun masih banyak yang perlu dibenahi. Pembenahan perlu dilakukan dengan cara peningkatan kuantitas maupun kualitas upaya-upaya sosialisasi implementasi *Lesson Study* baik dalam lingkungan kampus maupun sekolah-sekolah mitra. Pembenahan ini dapat terealisasi dengan baik bila ditunjang dengan dukungan penuh berupa kebijakan pejabat baik ditingkat jurusan, fakultas, terlebih universitas.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arani, M. R. S., Keisuke, F., & Lassegard, J. P., 2010. "Lesson Study" as Professional Culture in Japanese Schools: An Historical Perspective on Elementary Classroom Practices. *Japan Review*, Vol. 22, pp. 171-200.
- Asai, S., 2014. *Perkembangan Sejarah Lesson Study di Jepang*. Materi Pelatihan *Short-term Training on Lesson Study-Institutes of Teachers Training and Education Personnel (SToLS for ITTEP)*, 25 Mei - 19 Juni 2014, Japan International Cooperation Agency (JICA).
- Ghafur, A., 2013. Development of Lesson Study in Indonesia. Artikel dipresentasikan dalam *Seminar on the Trend and Issue of Science Education around the World*, March 9<sup>th</sup> 2013, Graduate School for International Development and Cooperation (IDEC), Hiroshima University.
- IDCJ-JICA, 2012. *Program for Enhancing Quality of Junior Secondary Education (PELITA): Summary of Terminal Evaluation*. International Development Center of Japan (IDCJ) - Japan International Cooperation Agency (JICA).
- Isoda, M., 2010. Lesson Study: Problem Solving Approaches in Mathematics Education as a Japanese Experience. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, Vol. 8, pp. 17-27.
- JICA-FPMIPA UPI, 2013. *The Study of the Impact of PELITA Program in the Provinces of West Java, West Sumatera, South Kalimantan, East Java, and North Sulawesi, Indonesia*. Japan International Cooperation Agency (JICA) - Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia (FPMIPA UPI).
- Makinae, N., 2010. The Origin of Lesson Study in Japan. *Proceedings of EARCOME5*, Japan Society of Mathematical Education.
- Kemdikbud, 2013. *Materi Pelatihan Guru: Implementasi Kurikulum 2013 – SMP/MTs Ilmu Pengetahuan Alam*. Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia Pendidikan dan Kebudayaan dan Penjaminan Mutu Pendidikan (BPSDMPK-PMP), Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Maramis, A. A., 2014. *Laporan Individu: "Short-term Training on Lesson Study-Institutes of Teachers Training and Educational Personnel (SToLS for ITTEP), Japan International Cooperation Agency (JICA), 25 Mei - 19 Juni 2014"*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Manado.
- Ngangi, J. W., 2012. *Implementasi 'Lesson Study' di Minahasa Utara*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA), Universitas Negeri Manado (UNIMA).
- Sato, Manabu, 2014. *Mereformasi Sekolah: Konsep dan Praktek Komunitas Belajar*. Tokyo: Japan International Cooperation Agency.
- Sato, K., Tanaka, Y., Suryadi, D., Hendayana, S., Supriatna, A., Hendriana, D., Syamsuri, I., Ibrohim, Joharmawan, R., Sumardi, Y., & Sukarna, I. M., 2012. *Panduan dan Buku Kerja Pelatihan Pelatih Nasional 'Lesson Study'*. International Development Center of Japan (IDCJ).
- Someya, I., 2014a. *Membangun Sekolah sebagai 'Learning Community'*. Materi Pelatihan *Short-term Training on Lesson Study-Institutes of Teachers Training and Education Personnel (SToLS for ITTEP)*, 25 Mei - 19 Juni 2014, Japan International Cooperation Agency (JICA).
- Someya, I., 2014b. *Pertanyaan yang sering Diajukan Mengenai 'Saling Belajar'*. Materi Pelatihan *Short-term Training on Lesson Study-Institutes of Teachers Training and Education Personnel (SToLS for ITTEP)*, 25 Mei - 19 Juni 2014, Japan International Cooperation Agency (JICA).
- Syamsuri, I., 2012. *Berita Proyek: JCC PELITA yang ke-8 (Rangkuman tentang Survei Akhir PELITA)*. [Online] Tersedia dalam: <http://www.jica.go.jp/project/indonesian/indonesia/0800042/news/general/121029.html> (diakses tanggal 6 Agustus 2014).
- Toyoshima, M., 2014. *Supaya Siswa Senang Belajar: Harapan dari 'Saling Belajar'*. Materi Pelatihan *Short-term Training on Lesson Study-Institutes of Teachers Training and Education Personnel (SToLS for ITTEP)*, 25 Mei - 19 Juni 2014, Japan International Cooperation Agency (JICA).
- Wikipedia, 2013. *Terakoya*. [Online] Tersedia dalam: <http://en.wikipedia.org/wiki/Terakoya> (diakses tanggal 3 Agustus 2014).

## **Pelatihan Penggunaan Alat-alat Laboratorium IPA Menggunakan Alat Sederhana pada Guru-guru SMP Negeri Tondano**

**Zusje Wiesje Merry Warouw**

**Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Manado**

**email : zusje\_warouw@yahoo.co.id**

### **ABSTRAK**

Guru-guru IPA di SMP Negeri se-Tondano, sangat jarang melakukan praktikum dengan alasan waktu tidak cukup, bahkan informasi tentang alat dan bahan yang diperlukan dalam eksperimen juga terbatas. Oleh karena itu seminar dan pelatihan terhadap guru-guru SMP Negeri Tondano, bersama sebagian mahasiswa, terkait pengenalan alat-alat laboratorium IPA menggunakan alat-alat sederhana dilaksanakan. Pengabdian dalam bentuk seminar dan pelatihan ini untuk memecahkan masalah kekurangan kemampuan guru-guru SMP melaksanakan praktikum menggunakan alat-alat laboratorium IPA dengan menggunakan alat sederhana, baik fisika, kimia, maupun biologi. Adapun komponen solusi menggunakan strategi Direct Instruction dan Teknik individual clinic. Hasil yang diperoleh: guru memahami dan termotivasi melaksanakan praktikum menggunakan alat sederhana (PAS) dalam pembelajaran IPA di SMP.

**Kata kunci:** Lab IPA, PAS, DI, individual clinic

### **PENDAHULUAN**

Terkait peningkatan mutu pendidikan, maka salah satu upaya yang dilakukan adalah melalui komponen pengembangan sumber daya manusia. Pengembangan sumber daya manusia merupakan hal paling utama dan amat penting dalam proses pembangunan. Dalam konteks seperti itu, faktor manusia menjadi subjek sekaligus objek pembangunan. Proses ini menunjukkan adanya korelasi yang signifikan antara hasil dengan kualitas pembangunan itu sendiri. Dengan demikian, berbagai upaya meningkatkan sumber daya manusia perlu digalakkan dan ditingkatkan secara berkelanjutan, sehingga diharapkan pula kualitas hasil pembangunan akan terus meningkat.

Upaya peningkatan Sumber daya manusia telah dan sedang dilakukan Universitas Negeri Manado (Unima) sebagai salah satu perguruan tinggi LPTK di Indonesia lebih khusus di Provinsi Sulawesi Utara merupakan perguruan tinggi yang professional, dan memiliki tanggung jawab terhadap proses pembangunan. Wujud tanggung jawab yang dimaksud adalah dengan menerapkan pengetahuan dan keterampilan yang dimiliki di tengah-tengah masyarakat, dalam bentuk melaksanakan kegiatan pengabdian

kepada masyarakat melalui Lembaga Pengabdian kepada Masyarakat (LPM).

Upaya tersebut, bagi Prodi Pendidikan IPA yang berbasis pendidikan dan pembelajaran, keilmuan dan pengetahuan/kemampuan serta keterampilan, terdorong melaksanakan seminar dan pelatihan terhadap guru-guru SMP Tondano, bersama sebagian mahasiswa, terkait pengenalan alat-alat laboratorium IPA menggunakan alat-alat sederhana. Dilaksanakan pada guru-guru di SMP Negeri Tondano, karena guru-guru di SMP Negeri Tondano, kurang melakukan praktikum, dengan alasan waktu tidak cukup, sehingga pembelajaran yang terjadi untuk praktikum tidak terlaksana.

Berdasarkan hal mengemuka di atas dengan keadaan guru-guru IPA dan siswa yang lumayan banyak, tentu tidak luput dari berbagai masalah, dalam hal peningkatan mutu pendidikan. Disinilah tugas guru bagaimana mengatasi permasalahan dalam pembelajaran di kelas. Karena guru sendirilah yang paling mengetahui karakteristik siswanya, dan bagaimana mengatasi masalah di kelasnya. Sebagai guru dituntut bukan hanya mengajar, tetapi juga mendidik, disamping melakukan penelitian, dan bagi guru yang sudah tersertifikasi dituntut untuk memenuhi jam mengajar, oleh karena itu seringkali guru

mengikuti pelatihan laboratorium, dengan harapan mendapatkan sertifikat pengelola laboratorium sesuai dengan bidang yang diampu. Namun lebih dari itu, harapan untuk peningkatan pembelajaran lebih lengkap apabila manajemen pembelajaran menggunakan laboratorium untuk praktikum, baik di gedung, maupun di alam.

Mengacu dari hal di atas sangat perlu dilakukan pelatihan pengenalan alat-alat laboratorium untuk pendidikan maupun untuk penelitian, lebih khusus mampu bekerja dalam laboratorium dengan peraturan-peraturan/prosedur yang benar tentang penggunaan alat, maupun bahan kimia.

Bekerja dalam laboratorium tidak lepas dari kemungkinan bahaya dari berbagai jenis bahan kimia. Pemahaman mengenai berbagai aspek bahaya dalam laboratorium, memungkinkan para pekerja dalam menciptakan keselamatan dan kesehatan kerja (Widhy Purwanti, Tanpa Tahun).

Penggunaan laboratorium yang aman ada 2 syarat, Pertama, memerlukan pengetahuan tentang zat atau bahan yang berbahaya dilaboratorium, dan Kedua, memerlukan pengetahuan yang benar tentang prosedur-prosedur yang terperinci untuk menghilangkan bahan-bahan yang berbahaya

Sebagai guru dituntut untuk manajemen laboratorium sesuai dengan prosedur untuk keselamatan kerja, dan keamanan, dikarenakan di laboratorium selain alat-alat laboratorium, juga ada bahan kimia yang berbahaya. Di sekolah-sekolah tidak ada laboran khusus menangani ini, hanya diberi kepercayaan kepada guru-guru IPA. Oleh karena itu tugas guru IPA harus tahu hal ini, mana yang bahan kimia yang mudah meledak, mudah terbakar, bahan oksidator, bahan beracun yang tidak boleh disentuh, bahan kimia yang tidak boleh dihirup langsung. Jadi pada dasarnya perlu penanganan khusus untuk bahan-bahan kimia tersebut disamping alat-alat laboratorium. Untuk alat-alat laboratorium, guru dituntut tahu menggunakan alat tersebut, tahu prosedur kerja setiap alat, dan selanjutnya mengetahui cara pemeliharaannya dengan baik dan benar.

Berdasarkan hal mengemuka di atas, peran guru sangat berfungsi dalam memberikan latihan,

namun bagaimana guru akan melakukan hal itu apabila guru tidak menguasai keterampilan menggunakan alat-alat laboratorium. Oleh karena itu seawal mungkin dilakukan pelatihan sebelum melakukan eksperimen. Dimana eksperimen adalah aktivitas yang memadukan semua keterampilan proses IPA yang telah dipelajari siswa sebelumnya. artinya siswa sebelum melakukan eksperimen perlu sudah mengenal dan tahu menggunakan alat tersebut, karena sudah dilatihkan guru. Manfaat pengenalan alat-alat laboratorium: (1) Memberikan pengetahuan yang lebih lewat pengenalan alat dan bahan praktik IPA, (2) Menambah wawasan tentang cara penggunaan alat dan bahan praktik IPA, (3) Mampu menafsirkan hasil percobaan untuk memperoleh penemuan dan dapat memecahkan masalah, (4) Menjadikan guru sebagai peneliti, bukan hanya sebagai pengajar dan pendidik, melalui praktikum.

Pelaksanaan pembelajaran IPA sangat memerlukan laboratorium, salah satunya laboratorium IPA yang dilengkapi peralatan dan bahan - bahan untuk kepentingan pelaksanaan eksperimen IPA. Sehingga diperlukan pengetahuan tentang peralatan dan bahan - bahan serta Cara Kerjanya. Jadi perlu pengenalan alat dan bahan laboratorium terlebih dahulu sebelum melaksanakan praktikum. Baik untuk praktikum fisika, biologi, maupun kimia.

Melalui seminar dan pelatihan bersama dengan guru-guru dan mahasiswa dalam menggunakan alat sederhana, memberikan solusi mengatasi permasalahan yang dihadapi selama ini oleh guru dan mahasiswa. Kegiatan ini memberikan kontribusi bagi guru dan mahasiswa untuk seawal mungkin memahami bagaimana penggunaan alat-alat sederhana laboratorium IPA, dan lebih lagi dapat mengimplementasikan dalam pembelajaran yang membutuhkan praktikum, apalagi yang dituntut sekarang ini melakukan pembelajaran melalui *scientific approach*, dengan menanya menalar, menyaji, membuat hipotesis, merumuskan masalah, yang semuanya ini dilakukan dengan kerja ilmiah melalui praktikum. Yang pasti membutuhkan laboratorium beserta peralatannya dalam menunjang pembelajaran yang dilakukan,

sehingga terjadi sinergisitas antara teori dengan praktikum, yang bukan hanya teori saja namun dilengkapi dengan praktikum. Salah satu solusi dengan memberdayakan sumber daya manusia (guru) melaksanakan pembelajaran dengan mendemonstrasikan keterampilan dalam hal praktikum menggunakan alat laboratorium sederhana.

Kerangka pemecahan masalah yang akan dilakukan adalah: (1) meningkatkan pengetahuan guru-guru dan mahasiswa bagaimana cara menggunakan alat-alat laboratorium sederhana, apa fungsinya dan cara kerjanya sehingga memudahkan dilakukan praktikum, (2) meningkatkan pengetahuan guru-guru bagaimana melaksanakan pembelajaran melalui praktikum, dan memotivasi guru melakukan penelitian lewat praktikum yang dilakukan.

Pengabdian dalam bentuk seminar dan pelatihan ini untuk memecahkan masalah kekurangmampuan guru-guru SMP melaksanakan praktikum menggunakan alat-alat sederhana laboratorium IPA, baik fisika, kimia, maupun biologi. Salah satu komponen solusi yang dilaksanakan sehingga para guru berhasil melaksanakan praktikum, menggunakan alat-alat laboratorium sederhana ini menggunakan strategi pengajaran langsung.

Komponen solusi dengan menggunakan model pengajaran langsung (*Direct Instruction*), langkah-langkahnya sebagai berikut.

Tabel 1. Langkah-Langkah Pengajaran Langsung

| Fase   | Perilaku Dosen   |
|--|--|
| <b>Fase 1</b><br>Menjelaskan tujuan dan mempersiapkan para guru-guru dan mahasiswa sebagai peserta pelatihan | Dosen menjelaskan TPK, informasi latar belakang pelatihan, pentingnya materi pelatihann terkait dengan penggunaan alat-alat laboratorium IPA, fungsi, dan cara kerjanya, yang nanti digunakan dalam praktikum, dan memotivasi peserta pelatihan. |
| <b>Fase2</b><br>Mendemonstrasikan  | Dosen mendemonstrasikan  |

|  |   |
|--|---|
| pengetahuan atau keterampilan dengan keterampilan cara benar, atau memberi informasi materi tentang cara penggunaan alat-alat laboratorium yang benar, apa fungsinya, dan cara kerjanya tahap demi tahap | keterampilan dengan benar, atau memberi informasi materi tentang cara penggunaan alat-alat laboratorium yang benar, apa fungsinya, dan cara kerjanya tahap demi tahap |
|--|---|

|  |   |
|--|---|
| <b>Fase 3</b><br>Membimbing pelatihan cara penggunaan alat-alat laboratorium | Dosen merencanakan dan memberi bimbingan pelatihan awal |
|--|---|

|   |   |
|---|---|
| <b>Fase 4</b><br>Memeriksa pemahaman dan memberikan umpan balik | Dosen mengecek apakah peserta pelatihan telah berhasil melakukan tugas dengan baik dan memberikan umpan balik |
|---|---|

|   |  |
|---|--|
| <b>Fase 5</b><br>Memberikan kesempatan untuk melakukan pelatihan lanjutan dan penerapan | Dosen mempersiapkan kesempatan melakukan pelatihan lanjutan, dengan membuka kesempatan konsultasi tentang praktikum menggunakan alat-alat sederhana. |
|---|--|

Pelatihan dilakukan kepada guru-guru sampai memahami bagaimana menerapkan nanti di lapangan guna mendapatkan pengetahuan yang baik tentang bagaimana penggunaan alat-alat laboratorium menggunakan alat sederhana melalui praktikum.

## KAJIAN LITERATUR

### Nama Alat dan Cara kerja di Laboratorium IPA Biologi

Beberapa contoh alat praktikum yang terdapat dilaboratorium biologi yang dikutip dalam <https://amydahlia.wordpress.com/2011/10/18/na-ma-fungsi-dan-cara-kerja-alat-alat-laboratorium-mikrobiologi/> :



| Nama Alat | Fungsi                       | Cara Kerja   |
|-----------|------------------------------|--|
| Autoclave | Mensterilkan alat dan bahan. | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sebelum melakukan sterilisasi cek dahulu banyaknya air dalam autoclave. Jika air kurang dari batas yang ditentukan, maka dapat ditambah air sampai batas tersebut. Gunakan air hasil destilasi, untuk menghindari terbentuknya kerak dan karat.</li> <li>2. Masukkan peralatan dan bahan. Jika mensterilisasi botol bertutup ulir, maka tutup harus dikendorkan.</li> <li>3. Tutup autoclave dengan rapat lalu kencangkan baut pengaman agar tidak ada uap yang keluar dari bibir autoclave. Klep pengaman jangan dikencangkan terlebih dahulu.</li> <li>4. Nyalakan autoclave, diatur <i>timer</i> dengan waktu minimal 15 menit pada suhu 121°C.</li> <li>5. Tunggu sampai air mendidih sehingga uapnya memenuhi kompartemen autoclave dan terdesak keluar dari klep pengaman. Kemudian klep pengaman ditutup (dikencangkan) dan tunggu sampai selesai. Penghitungan waktu 15' dimulai sejak tekanan mencapai 2 atm.</li> <li>6. Jika alarm tanda selesai berbunyi, maka tunggu tekanan dalam kompartemen turun hingga sama dengan tekanan udara di lingkungan (jarum pada <i>pressure gauge</i> menunjuk ke angka nol). Kemudian klep-klep pengaman dibuka dan keluarkan isi autoclave dengan hati-hati.</li> </ol> |

|                 |  |  |
|-----------------|--|--|
| Jarum Ose       | Untuk memindahkan atau mengambil koloni suatu mikrobia ke media yang akan digunakan kembali. | Jarum Ose disentuhkan pada bagian mikrobia kemudian menggosokkan pada kaca preparat untuk diamati.   |
| Enkas           | Sebagai tempat penanaman mikroba.  | Pengerjaan sampel dengan aseptis dan menekan udara bebas.  |
| Inkubator       | Tempat menyimpan hasil penanaman mikroba.  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Hubungkan kabel power ke stop kontak.</li> <li>2. Putar tombol power ke arah kiri (lampu power hijau menyala).</li> <li>3. Atur suhu dalam incubator dengan menekan tombol set.</li> <li>4. Sambil menekan tombol set, putarlah tombol di sebelah kanan atas tombol set hingga mnencapai suhu yang di inginkan.</li> <li>5. Setelah suhu yang diinginkan selesai diatur, lepaskan tombol set.</li> <li>6. Inkubator akan menyesuaikan setingan suhu secara otomatis setelah beberapa menit.</li> </ol>   |
| Magnetik Stirer | Menghomogenkan suatu larutan dengan pengadukan.  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tombol logam untuk menghidupkan alat.</li> <li>2. Ambil stirer ( batang magnet) dan masukkan pada larutan (di tempatkan dalam erlenmeyer/ beaker glass) yang akan di homogenkan.</li> <li>3. Letakkan tepat di bagian tengah papan besi dengan hati-hati.</li> <li>4. Ubah tombol di sebelah kanan untuk mengatur kecepatan( lihat tanda panah).</li> <li>5. Ubah tombol di sebelah kiri untuk mengatur suhu.</li> <li>6. Waktu penggunaan di sesuaikan dengan kebutuhan.</li> <li>7. Setelah selesai, tombol kecepatan dan suhu di-0</li> </ol> |

|                    |  |   |
|--------------------|--|---|
|                    |  | <p>kan kemudian matikan alat.</p> <p>8. Ambil batang magnet dari larutan yang telah homogen, cuci dan letakkan kembali di atas papan besi.</p>  |
| Timbangan Analitik | Menimbang bahan yang akan digunakan dalam praktikum dengan tingkat ketelitian yang tinggi.                                       | <p>1. Meletakkan bahan pada timbangan tersebut.</p> <p>2. Melihat angka yang tertera pada layar, dan angka itu merupakan berat dari bahan yang ditimbang.</p>   |
| Fortex             | Mengaduk senyawa kimia yang ada dalam tabung reaksi atau wadah.  | <p>1. Tabung reaksi diletakkan pada lubang tempat tabung.</p> <p>2. Menekan tombol power hingga tempat meletakkan tabung bergerak. Dengan adanya tegangan yang diberikan, maka tabung reaksi yang berisi larutan akan tercampur rata.</p> |
| Erlenmeyer         | Menampung larutan, bahan atau cairan.  | <p>1. Menyiapkan Erlenmeyer yang sudah bersih.</p> <p>2. Isi dengan benda cair dengan jumlah besar dan berskala.</p>  |
| Tabung Reaksi      | Wadah untuk mereaksikan dua atau lebih larutan/bahan kimia. Wadah pengembangan mikroba, misalnya dalam pengujian jumlah bakteri. | <p>1. Sterilisasikan alat yang akan digunakan untuk melakukan percobaan.</p> <p>2. Masukkan tabung reaksi yang telah disterilkan pada rak tabung reaksi.</p> <p>3. Masukkan bahan yang akan dilarutkan pada tabung reaksi.</p>            |
| Cawan Petri        | Sebagai wadah penyimpanan dan pembuatan kultur   | <p>1. Meletakkan medium di dalam cawan petri.</p> <p>2. Menutup Cawan petri dengan penutup cawan.</p>   |

|                |   |   |
|----------------|---|---|
|                | media.  |   |
| Aluminium Foil | Sebagai penutup Erlenmeyer/tabung reaksi.                               | <p>1. Ambil aluminium foil secukupnya.</p> <p>2. Letakkan pada bibir Erlenmeyer maupun tabung reaksi.</p> <p>3. Rekatkan sampai tertutup rapat.</p>   |
| Plastic Wrap   | Menutup wadah (cawan petri) yang sudah berisi media yang akan diteliti. | <p>1. Mengambil plastic wrap secukupnya.</p> <p>2. Menutupkan pada cawan petri yang berisi media (bakteri) rekatkan sampai kencang.</p>   |
| Jangka Sorong  | Untuk mengukur panjang suatu benda dengan ketelitian hingga 0,1 mm.     | <p>1. Hal pertama yang kita lakukan adalah melepaskan pengunci.</p> <p>2. Memasangkan dan menggeserkan rahang geser hingga bola mini terjepit diantara rahang geser dan rahang tetap, lalu mengunci rahang geser.</p> <p>3. Amati skala nonius dan mencari garis pada skala nonius yang segaris dengan garis skala pada skala utama. Pada contoh ini, kita mendapatkan angka 40 (atau 0,4 mm).</p> <p>4. Amati skala utam dan cari garis pada skala utama yang terdekat dengan garis 0 pada skala nonius. Pada contoh ini, kita mendapatkan angka 32 mm.</p> <p>5. Jumlahkan hasil yang kita dapatkan dari skala utama dan skala nonius, yaitu <math>32 \text{ mm} + 0,44 \text{ mm} = 32,4 \text{ mm}</math></p> |
| Colony Counter | Untuk menghitung jumlah koloni mikroba.                                 | <p>1. Hubungkan Kabel Power ke sumber listrik.</p> <p>2. Tekan tombol di sebelah kiri belakang sampai lampu colony counter menyala dan stabil.</p> <p>3. Letakkan cawan petri dengan posisi terbalik.</p> <p>4. Tekan tombol set agar angka pada display menunjukkan angka 0.</p> <p>5. Hitung jumlah colony mikroba dengan menekan koloni yang terlihat.</p>   |

|                      |  |  |
|----------------------|--|--|
|                      |  | <p>6. Jumlah yang tertera pada display menunjukkan jumlah koloni yang telah di hitung.</p> <p><b>CATATAN</b> : Jika penggunaan memerlukan waktu yang lama, colony counter harus sering di matikan.</p>   |
| Mikropipet           | Memindahkan cairan yang bervolume cukup kecil, biasanya kurang dari 1000 µl.     | <p>1. Sebelum digunakan <i>Thumb Knob</i> sebaiknya ditekan berkali-kali untuk memastikan lancarnya mikropipet.</p> <p>2. Masukkan Tip bersih ke dalam <i>Nozzle</i> / ujung mikropipet.</p> <p>3. Tekan <i>Thumb Knob</i> sampai hambatan pertama / <i>first stop</i>, jangan ditekan lebih ke dalam lagi.</p> <p>4. Masukkan tip ke dalam cairan sedalam 3-4 mm.</p> <p>5. Tahan pipet dalam posisi vertikal kemudian lepaskan tekanan dari <i>Thumb Knob</i> maka cairan akan masuk ke tip.</p> <p>6. Pindahkan ujung tip ke tempat penampung yang diinginkan.</p> <p>7. Tekan <i>Thumb Knob</i> sampai hambatan kedua / <i>second stop</i> atau tekan semaksimal mungkin maka semua cairan akan keluar dari ujung tip.</p> <p>8. Jika ingin melepas tip putar <i>Thumb Knob</i> searah jarum jam dan ditekan maka tip akan terdorong keluar dengan sendirinya, atau menggunakan alat tambahan yang berfungsi mendorong tip keluar.</p> |
| Tip Ujung Mikropipet | Sebagai tempat untuk cairan dalam  | <p>1. Masukkan Tip bersih ke dalam <i>Nozzle</i> / ujung mikropipet.</p> <p>2. Tekan <i>Thumb Knob</i> sampai hambatan pertama / <i>first stop</i>,</p>  |
| Bunsen               | Untuk memanaskan medium, mensterilkan jarum inokulasi dan alat-alat yang terbuat | <p>1. Menyalakan Bunsen.</p> <p>2. Memanaskan alat-alat tersebut di atas api sampai pijar.</p>   |

|                   |   |   |
|-------------------|---|---|
|                   | ukuran 1µl sampai 20 µl.  | <p>jangan ditekan lebih ke dalam lagi.</p> <p>3. Masukkan tip ke dalam cairan sedalam 3-4 mm.</p> <p>4. Tahan pipet dalam posisi vertikal kemudian lepaskan tekanan dari <i>Thumb Knob</i> maka cairan akan masuk ke tip.</p> <p>5. Pindahkan ujung tip ke tempat penampung yang diinginkan.</p> <p>6. Tekan <i>Thumb Knob</i> sampai hambatan kedua / <i>second stop</i> atau tekan semaksimal mungkin maka semua cairan akan keluar dari ujung tip. Jika ingin melepas tip putar <i>Thumb Knob</i> searah jarum jam dan ditekan maka tip akan terdorong keluar dengan sendirinya, atau menggunakan alat tambahan yang berfungsi mendorong tip keluar.</p> |
| Pinset            | Untuk mengambil benda dengan menjepit misalnya kancaram antibiotik. | Bahan yang akan diambil, dijepit dengan pinset yang tengahnya ditekan.  |
| Rak Tabung Reaksi | Tempat penyimpanan tabung reaksi agar posisi tabung tetap tegak.    | Meletakkan tabung reaksi tegak lurus dalam jumlah banyak.   |
|                   | dari platina dan nikrom seperti jarum platina dan ose               |   |

|                         |   |  |
|-------------------------|---|--|
| Paper Dish / Blank Dish | Alat sterilisasi dengan oven yang terbuat dari kertas saring dan di celupkan kedalam cairan antibiotik. | 1. Sampel dicelupkan ke dalam paper dish.<br>2. Mensterilkan dengan pemanasan dengan |
|-------------------------|---|--|

### Nama Alat dan Cara kerja di Laboratorium IPA Fisika

Laboratorium fisika terdapat: ruang persiapan, ruang kalibrasi dan gudang serta terdapat ruang praktek atau ruang belajar. Gudang berfungsi untuk menyimpan alat-alat yang rusak atau sudah tdk terpakai lagi. Berikut adalah beberapa contoh alat-alat praktikum laboratorium fisika yang dikutip dalam <http://belajarbiologi02.blogspot.com/2013/08/perbedaan-laboratorium-biologi-kimia.html>



(1) Amperemeter adalah alat yang digunakan untuk mengukur kuat arus listrik, (2) Voltmeter merupakan suatu alat yang berfungsi untuk mengukur tegangan listrik, (3) Ohm meter adalah alat yang digunakan untuk mengukur hambatan listrik yang merupakan suatu daya yang mampu menahan aliran listrik pada konduktor. Alat tersebut menggunakan, (4) galvanometer untuk melihat besarnya arus listrik yang kemudian dikalibrasi ke satuan ohm, (5) Pengukur suhu, baik suhu udara maupun suhu air. Dengan satuan celcius, (6) jangka sorong adalah suatu alat ukur panjang yang dapat dipergunakan mengukur panjang suatu benda dengan ketelitian hingga 0,1 mm, (7) Alat ukur cahaya (lux meter) adalah alat yang digunakan untuk mengukur besarnya intensitas cahaya di suatu tempat, (8) barometer merupakan alat pengukur tekanan dalam satuan mb, terbagi

dua jenis yaitu barometer raksa dan barometer aneroid tetapi kegunaan sama yaitu mengukur tekanan.

### Nama Alat dan Cara kerja di Laboratorium IPA Kimia

Laboratorium kimia dilengkapi dengan peralatan dan bahan-bahan kimia untuk kepentingan pelaksanaan eksperimen. Hodson yang dikutip dalam <https://noviaekasaputrii.wordpress.com/2013/07/02/pengenalan-alat-alat-laboratorium/> mengemukakan bahwa laboratorium memiliki fungsi utama yaitu untuk melaksanakan eksperimen, kerja laboratorium, praktikum, dan pelaksanaan didaktik pendidikan sains dengan hierarki.



Tabel 3. Nama Alat dan Cara kerja di Laboratorium IPA Kimia

| Alat                    | Fungsi  |
|-------------------------|---|
| Erlenmeyer              | Tempat membuat larutan. Dalam membuat larutan erlenmeyer yang selalu digunakan.   |
| Labu destilasi          | Untuk destilasi larutan. Pada bagian atas terdapat karet penutup dengan sebuah lubang sebagai   |
| Corong pisah            | Untuk memisahkan dua larutan yang tidak bercampur karena adanya perbedaan massa jenis. Corong pisah biasa digunakan pada proses ekstraksi.  |
| Labu ukur leher panjang | Untuk membuat dan atau mengencerkan larutan dengan ketelitian yang tinggi.  |
| Gelas ukur              | Untuk mengukur volume larutan. Pada saat praktikum dengan ketelitian tinggi gelas ukur tidak diperbolehkan untuk mengukur volume larutan. Pengukuran dengan ketelitian tinggi dilakukan menggunakan pipet volume. |
| Kondensor               | Untuk destilasi larutan. Lubang lubang bawah tempat air masuk, lubang atas tempat air keluar.   |

|                         |  |
|-------------------------|--|
| Filler (karet pengisap) | Untuk menghisap larutan yang akan dari botol larutan. Untuk larutan selain air sebaiknya digunakan karet pengisap yang telah disambungkan pada pipet ukur. |
|-------------------------|--|

Contoh Cara Kerja Alat dan Bahan Kimia: Ambil 5ml larutan Pb Asetat ( $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COOH})_2$ ) dimasukkan kedalam gelas ukur kemudian tambahkan 5ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,1 M, kedalam gelas ukur yang lain. Setelah itu masing-masing larutan dimasukkan kedalam tabung reaksi. Diambil kertas saring dan ditimbang dengan neraca analitis, kemudian dilipat menjadi  $\frac{1}{4}$  bagian lingkaran. Kertas saring yang sudah dilipat dimasukkan kedalam corong dan dibasahi dengan sedikit akuades hingga melekat pada dinding gelas. Corong yang bekertas saring itu kemudian dipasang diatas erlenmeyer untuk menampung filtrate atau cairan cucian. Larutan yang dilakukan pada langkah 1 kedalam corong yang sudah berkertas saring tadi, lakukan sampai semua endapan mengendap dikertas saring. Jika di tabung reaksi masih ada endapan, tuangkan air yang sudah tersaring kedalam tabung reaksi secara berulang-ulang sampai endapannya benar-benar bersih.

### Penataan Bahan

Penyimpanan dan penataan bahan kimia perlu memperhatikan hal-hal berikut, diantaranya meliputi aspek pemisahan (segregation), tingkat resiko bahaya (multiple hazards), pelabelan (labeling), fasilitas penyimpanan (storage facilities), wadah sekunder (secondary containment), bahan kadaluarsa (outdate chemicals), inventarisasi (inventory), dan informasi resiko bahaya (hazard information). Penyimpanan dan penataan bahan kimia berdasarkan urutan alfabetis tidaklah tepat, kebutuhan itu hanya diperlukan untuk melakukan proses pengadministrasian.

Pengurutan secara alfabetis akan lebih tepat apabila bahan kimia sudah dikelompokkan menurut sifat fisis, dan sifat kimianya terutama tingkat kebahayaannya. Label wadah harus mencantumkan nama bahan, tingkat bahaya, tanggal diterima dan dipakai. Alangkah

baiknya jika tempat penyimpanan masing-masing kelompok bahan tersebut diberi label dengan warna berbeda. Misalnya warna merah untuk bahan flammable, kuning untuk bahan oksidator, biru untuk bahan toksik, putih untuk bahan korosif, dan hijau untuk bahan yang bahayanya rendah. label bahan flammable label bahan oksidator label bahan toksik label bahan korosif label bahan dengan tingkat bahaya rendah Di samping pemberian label pada lokasi penyimpanan, pelabelan pada botol reagen jauh lebih penting. Informasi yang harus dicantumkan pada botol reagen.

### METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif kualitatif.

### Target Luaran

Pelaksanaan kegiatan pelatihan ini berdampak pada selain kelompok guru, juga mahasiswa dan dosen yang ikut terlibat dalam seminar dan pelatihan. Melalui pengetahuan dan pemahaman yang baik, guru-guru dan mahasiswa terbantu untuk mampu mengaplikasikan di lapangan.

### Kelayakan PT

Kegiatan ini dilaksanakan oleh para inisiator yang berkompeten dan berpengalaman dalam melakukan berbagai kegiatan, baik penelitian maupun pengabdian.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan pelatihan dan seminar tentang Pelatihan Penggunaan Alat-alat Laboratorium IPA Menggunakan Alat Sederhana Pada Guru-guru SMP Negeri Tondano, telah selesai umumnya cukup baik, karena antara guru dan antara mahasiswa juga dosen melakukan sharing terkait penggunaan alat-alat laboratorium sederhana yang selanjutnya diimplementasikan pada kelas terbatas, dan dapat dilanjutkan pada pelatihan tingkat lebih tinggi lagi di perguruan

tinggi, dengan melakukan kerjasama dengan sekolah, sehingga guru-guru dapat memiliki sertifikat pengelola laboratorium, yang bisa menambah sks mengajar guru, sehingga tidak lagi mencari-cari sekolah lain untuk menambah jam mengajar. Dengan kegiatan ini memberikan motivasi kepada guru-guru melakukan inovasi, sehingga harapan menjadi guru profesional berkelanjutan dapat tercapai. Dengan demikian cukup membantu dan sangat memudahkan para guru dan mahasiswa memahami dan menguasai materi pelatihan yang disajikan. Dengan pelatihan dan seminar para guru dan mahasiswa lebih memahami dan mau berupaya melaksanakan kelanjutannya, dan dilakukan sesuai prosedur kerja yang telah diberikan, sehingga permasalahan dapat teratasi, dengan memanfaatkan lingkungan yang tersedia sebagai laboratorium tanpa batas.



Gambar 1. Pelaksanaan kegiatan

Kegiatan pelatihan dilaksanakan pada guru-guru SMP Tondano bertempat di SMP Negeri 4 Tondano, pada Senin 13 Juni 2016. Kegiatan ini bertujuan melatih guru-guru dalam melaksanakan praktikum menggunakan alat-alat sederhana. Hal

ini dilakukan karena umumnya guru-guru kurang melakukan praktikum disebabkan alat dan bahan tidak tersedia, dan alasan juga kurikulum yang berlaku yaitu KTSP, yang mengharuskan melaksanakan pembelajaran sesuai RPP yang berlaku dari Dinas Pendidikan. Yang menerapkan RPP yang semua harus sama, melalui 3E (Eksplorasi, Elaborasi, dan Konfirmasi), sehingga dalam kegiatan sering terpaku dengan 3E tersebut mengakibatkan kegiatan praktikum diabaikan yang pada sebenarnya penting melakukan kegiatan tersebut terkait dengan kecocokan materi. Dalam belajar sains, tidak lengkap apabila hanya melibatkan pengetahuan deklaratif, tetapi sangat penting melakukan pembelajaran sains dengan melibatkan pengetahuan prosedural melalui praktikum, sehingga ada sinergisitas antara teori dengan praktikum, sehingga apa yang dipelajari tidak mudah dilupakan siswa.

Berdasarkan hal mengemuka, praktikum juga jarang dilaksanakan, disebabkan tidak tersedianya sarana dan prasarana untuk melakukan kegiatan yang dimaksud. Namun bagi guru yang mau berinovasi, pastilah tidak menyerah sampai disitu, karena masih banyak yang dapat dilakukan dengan memanfaatkan alat-alat sederhana, yang ada di sekitar. Jadi bukan menjadi penghalang bagi seorang guru yang profesional melakukan kegiatan praktikum. Dan hal inilah yang dirindukan siswa, dengan belajar seperti seorang ilmuwan melakukan praktikum, bekerja ilmiah dibawah bimbingan guru.

Kegiatan pada tahap 1, diawali dengan penyampaian materi tentang pengenalan alat-alat praktikum pada guru-guru, disamping cara penggunaannya. Dalam penyampaian materi menggunakan prosedur *Direct Instruction*. Jadi pada tahap 1 ini dilaksanakan pelatihan bagaimana melaksanakan pembelajaran menggunakan model pembelajaran langsung, ditandai dengan fase-fase yang jelas dan tepat. Hal ini sering dilakukan guru, apalagi bagi guru pemula karena yang hadir disamping guru PNS juga guru honorer. Dan model pembelajaran langsung ini, bagi kebanyakan orang menyebutkan sebagai *teacher center*. Namun menurut Suparman Kardi (2000), bahwa dengan melakukan kegiatan praktikum menggunakan

LKS otomatis siswa tidak pasif tetapi aktif dalam pembelajaran yang berarti tidak lagi *teacher center*, tetapi menjadi *student center*. Hal ini mengindikasikan bahwa belajar dengan model *direct instruction* akan melibatkan siswa menjadi pembelajar mandiri dengan *scaffolding* dan melalui demonstrasi keterampilan dari guru yang nantinya akan dilakukan siswa secara mandiri (latihan mandiri). Kegiatan pembelajaran akan berhasil apabila guru menggunakan sintaks pembelajaran langkah demi langkah yang jelas. Hal ini terlihat pada model pembelajaran langsung fase demi fase jelas, dan memiliki landasan teoritik yang jelas serta lingkungan pembelajaran dan tujuan hasil belajar. Hal ini sejalan dengan apa yang dikemukakan Kardi dan Nur (2000) dalam Warouw, (2009), bahwa untuk memberdayakan potensi guru, agar pembelajaran berhasil, apa yang perlu dilakukan? Salah satunya adalah mengimplementasikan dan menguasai sintaks berbagai strategi pembelajaran. Lebih lanjut dikemukakan bahwa, menguasai sintak berbagai strategi pengajaran yang banyak diterapkan merupakan proses belajar seumur hidup. Jadi berdasarkan hal mengemuka di atas perlu memberdayakan potensi siswa disamping potensi guru. Hal ini dapat dilakukan melalui pelatihan penggunaan alat-alat laboratorium IPA menggunakan alat sederhana pada Guru-guru SMP Negeri Tondano.

Tahap 2 mengenalkan alat-alat laboratorium IPA dan apa fungsinya dan bagaimana cara penggunaannya.

Dalam pemaparan, setiap tahap dilengkapi dengan contoh penerapan. Selesai pemaparan bagaimana menggunakan alat-alat laboratorium, langkah-langkahnya berdasarkan standar operasional prosedur. Pemaparan materi pelatihan menggunakan strategi *direct instruction*.

*Direct instruction* yang dilaksanakan dalam pelatihan ini sangat praktis, oleh karena peserta pelatihan dituntun secara jelas bagaimana menyelesaikan permasalahan tentang bagaimana melaksanakan pembelajaran melalui praktikum dengan menggunakan alat-alat laboratorium IPA, yang apabila alat sesungguhnya tidak bisa didapatkan atau tidak tersedia di laboratorium,

dapat menggantikannya dengan alat sederhana. Seperti alat labu erlenmeyer, yang digunakan pada praktikum fotosintesis, bisa diganti dengan gelas aqua yang transparan bisa diamati ketika diberikan air dan tumbuhan hidryla. Berdasarkan pelatihan ini memberikan wawasan kepada guru bahwa mengajarkan IPA banyak hal yang bisa dilakukan terkait dengan praktikum. Namun disayangkan banyak guru kurang melakukan praktikum, disebabkan kendala alat-alat laboratorium tidak lengkap, waktu tidak cukup dan mengikuti RPP dari Dinas Pendidikan yaitu E2K. Hal ini berdasarkan fakta pada wawancara dengan salah seorang guru di salah satu sekolah di SMP di Tondano, bahwa mengajar IPA baik dengan media, dengan pendekatan E2K dan peta konsep. Padahal salah satu kegiatan yang sangat penting dilakukan oleh siswa adalah melaksanakan pembelajaran juga dengan melibatkan keterampilan psikomotorik, dalam hal ini peraktikum. Menjadi guru profesional banyak hal yang perlu dilakukan melalui inovasi pembelajaran yang intinya dapat memberdayakan guru dan siswa, sehingga pembelajaran berhasil.

Selesai pemahaman tentang alat-alat laboratorium, fungsi dan cara kerjanya, dilanjutkan dengan mendemonstrasikan cara penggunaan alat-alat laboratorium yang benar dan tepat tahap demi tahap. Selanjutnya memberikan pelatihan mandiri kepada guru-guru sambil mengecek apakah peserta pelatihan telah berhasil melakukan tugas dengan baik melalui umpan balik guru melakukan sendiri dan Dosen mempersiapkan kesempatan melakukan pelatihan lanjutan, dengan membuka kesempatan konsultasi tentang praktikum menggunakan alat-alat sederhana.

Sementara dalam tugas dosen memberikan bimbingan pelatihan dengan dua cara, yakni kolektif dan *individual clinic*. Tuntunan kolektif dimaksudkan dalam rangka mengatasi kendala umum yang dihadapi sebagian besar peserta; dan *individual clinic* adalah dalam bentuk bimbingan langsung pada masing-masing peserta secara individu, terkait cara penggunaan alat-alat laboratorium IPA menggunakan alat sederhana. Guru yang berhasil selalu melakukan kegiatan inovasi ini. Inovasi yang dimaksud di

sini yaitu bagaimana memperbaiki pembelajaran dengan menggunakan berbagai strategi atau model pembelajaran dengan disertai media pembelajaran serta melakukan pembelajaran dilengkapi dengan praktikum menggunakan alat sederhana. Melalui kegiatan pelatihan alat-alat laboratorium, cara kerja dengan menggunakan alat-alat sederhana disertai contoh, terlihat keantusiasan guru-guru dan mahasiswa peserta pelatihan dan seminar. Hal ini dibuktikan dengan berbagai pertanyaan dan dilanjutkan dengan diskusi.

Dengan demikian ada umpan balik atau ketertarikan dari peserta pelatihan dan seminar. Pertanyaan yang muncul saat pelatihan dari salah seorang guru IPA: bagaimana melaksanakan praktikum apabila alat-alat di laboratorium tidak lengkap? Dan bagaimana mengatur waktu, sedangkan waktu yang digunakan hanya 2x40 menit, apakah cukup waktu tersebut? Dilanjutkan dengan pertanyaan dari mahasiswa: bagaimana melaksanakan praktikum, sedangkan di RPP pelaksanaan dengan eksplorasi, elaborasi dan konfirmasi, apa cukup waktunya? Dengan melaksanakan E2K ini pembelajaran sudah baik?

Berdasarkan pertanyaan yang dilontarkan tersebut, semua mengarah pada kekhawatiran dengan alat dan bahan yang tidak tersedia, ada laboratorium tetapi alat tidak lengkap, selanjutnya ada laboratorium beserta alat dan bahan namun waktu tidak cukup dalam melaksanakan praktikum. Di tambah lagi dengan pelaksanaan kurikulum yang mengacu pada E2K yang tidak mengharuskan siswa melaksanakan praktikum. Permasalahan ini sangat perlu di atasi, dengan memotivasi guru bagaimana menjadi guru yang profesional berkelanjutan melakukan inovasi pembelajaran, apalagi sudah tersertifikasi. Kemungkinan pula penghalangnya dikarenakan kegiatan guru yang harus memenuhi jam kerja 24 sks, sehingga guru harus menambah jam pelajaran di sekolah lain. Banyak faktor namun hal terpenting melaksanakan praktikum harus diberdayakan kepada guru dan diimplementasikan kepada siswa, agar hands on dan minds on selalu diberdayakan. Bila pembelajaran sudah dikemas dengan baik dengan perangkat pembelajaran RPP, LKS kegiatan

praktikum, dengan alokasi waktu yang sesuai, pasti pembelajaran akan berjalan dengan lancar. Pelatihan ini akan dilanjutkan ke tingkat selanjutnya dengan pelatihan bekerja sama dengan Sekolah, sehingga guru-guru nantinya akan mendapatkan sertifikat pelatihan lab, yang membantu guru tidak mencari jam belajar di sekolah lain lagi.

## KESIMPULAN

Beberapa hal yang dapat disimpulkan terkait Pelatihan Penggunaan Alat-alat Laboratorium IPA Menggunakan Alat Sederhana Pada Guru-guru SMP Negeri Tondano, adalah: (1) Model pengajaran langsung dalam penyuluhan merupakan salah satu cara yang efektif membantu dan memudahkan para guru dan mahasiswa memahami dan mengetahui dengan jelas cara melaksanakan praktikum menggunakan alat-alat laboratorium sederhana, tahap demi tahap penggunaannya, (2) Teknik *individual clinic* sangat cocok diterapkan dalam pelatihan, sehingga para guru termotivasi, mau dan mampu melaksanakan di lapangan untuk melaksanakan pembelajaran melalui praktikum menggunakan alat-alat laboratorium sederhana.

## Saran

(1) Penggunaan *Direct Instruction*, sebagai komponen solusi dalam Pelatihan Penggunaan Alat-alat Laboratorium IPA Menggunakan Alat Sederhana Pada Guru-guru SMP Tondano, kiranya dimanfaatkan juga oleh para dosen lain yang akan melaksanakan pengabdian kepada masyarakat dengan subjek yang berbeda, (2) Lembaga Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Negeri Manado kiranya lebih meningkatkan anggaran, terkait kegiatan tahap 2 yang membutuhkan anggaran lebih, dalam pelatihan tingkat lebih tinggi untuk pengadaan sertifikat sebagai pengelola laboratorium. (3) Diharapkan kegiatan ini dapat berlanjut, karena kegiatan tahap 1 masih bersifat penyampaian, dan pemberian contoh/demonstrasi keterampilan dan implementasi di kelas terbatas.

## DAFTAR PUSTAKA

- Admin. 2009. *Alat Peraga IPA Sederhana Solusi Pembelajaran IPA di Sekolah*.  
[http://ypwi.or.id/index.php?view=article&catid=25%3Apendidikan&id=98%3Aalat-peraga-IPA-sederhana-solusi-pembelajaran-ipa-di-sekolah&format=pdf&option=com\\_content](http://ypwi.or.id/index.php?view=article&catid=25%3Apendidikan&id=98%3Aalat-peraga-IPA-sederhana-solusi-pembelajaran-ipa-di-sekolah&format=pdf&option=com_content). (diakses : 5 juni 2015 – 13-45 wita)
- Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Atas. 2011. Pedoman Pembuatan Alat Peraga Biologi Sederhana Untuk SMA. Direktorat Jenderal Pendidikan Menengah Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
- Joyce, B. & Weil, M. 1996. *Models of Teaching* (5th Ed.). Boston: Allyn and Bacon.
- Widhy Purwanti. Tanpa Tahun. Alat dan Bahan Kimia dalam Laboratorium IPA. <http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/pengabdian/purwanti-widhy-hastuti-spd-mpd/plthn-penggunaan-alat-lab.pdf> (diakses 21 November 2016)
- Warouw, Z.W.M. 2009. Bagaimana Sintaks Pembelajaran Metakognitif dengan Strategi Cooperative Script pada Pembelajaran Biologi. *Jurnal Formas* 2(2):136-143. Malang. ISSN 1978-8452. Formas Press.
- <http://ariestissi.blogspot.com/2013/11/pengenalan-dan-penggunaan-alat-praktik.html> (diakses : 5 juni 2015 – 13-45 wita)
- <https://amydahlia.wordpress.com/2011/10/18/nama-fungsi-dan-cara-kerja-alat-alat-laboratorium-mikrobiologi/> (diakses : 5 juni 2015 – 13-45 wita)
- [Plth-alat-lab.pdf](http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/pengabdian/purwanti-widhy-hastuti-spd-mpd/plthn-penggunaan-alat-lab.pdf) (diakses : 5 juni 2015 – 13-45 wita)

## **Persepsi Pembelajaran Inkuiri dan Keterampilan Proses Guru Sekolah Dasar IPA Biologi di Kecamatan Talawaan**

**Femmy Roosje Kawuwung**

Jurusan Biologi, FMIPA Universitas Negeri Manado  
femmyroosje@yahoo.com

### **ABSTRAK**

Pembelajaran yang dapat meningkatkan keterampilan proses peserta didik antara lain dengan menggunakan strategi pembelajaran inkuiri. Pembelajaran dengan menggunakan inkuiri dapat melatih keterampilan proses secara ilmiah. Peserta didik dapat mengetahui secara sistematis proses penemuan dan akan tersimpan dalam memori pikiran peserta didik. Tujuan untuk memperoleh gambaran pembelajaran, pemahaman inkuiri, dan keterampilan proses guru IPA Biologi di kecamatan Talawaan. Penelitian dilakukan pada bulan Agustus 2014 pada guru Sekolah Dasar. Populasi penelitian terdiri dari 18 sekolah dengan 25 guru IPA Biologi dan sampel penelitian adalah 18 guru dari 18 sekolah. Data dikumpulkan dengan cara memberikan kuesioner analisis kebutuhan dan wawancara dengan guru. Hasil penelitian menunjukkan bahwa guru SD IPA Biologi kecamatan Talawaan yang melaksanakan pembelajaran berpusat pada peserta didik sebanyak 10 orang (55,55%), dalam mengakomodasi permasalahan pembelajaran, umumnya guru memilih pembelajaran berbasis masalah sebanyak 9 orang (50%), pembelajaran kooperatif dipilih guru sebanyak 5 orang (27,77%), dan sebanyak 4 orang (22,22%) memilih pembelajaran yang biasa digunakan oleh guru. Guru sudah mengenal dan memahami inkuiri sebanyak 6 orang (33,33%), guru belum mengenal dan memahami inkuiri sebanyak 12 orang (66,66%), guru yang tidak mengetahui langkah-langkah pembelajaran inkuiri sebanyak 14 orang (77,77%), guru yang mengetahui kelebihan pembelajaran inkuiri sebanyak 2 orang (11,11%). Guru sudah mengenal dan memahami keterampilan proses sebanyak 8 orang (44,44%), guru yang telah mengetahui pemberdayaan keterampilan proses sebanyak 7 orang (38,88%). Strategi pembelajaran inkuiri dan keterampilan proses dapat dikembangkan dalam meningkatkan hasil belajar peserta didik.

**Kata kunci:** penemuan, sistematis, memori, peserta didik.

### **ABSTRACT**

*Learning that may increase the process skills of the learners is inquiry learning strategy. Such learning will train the process skills scientifically. The learners will find out the findings systematically and they will be kept in their memories. The objectives were to obtain description of learning, inquiry understanding, and process skills of the Biology teachers at Talawaan Subdistrict. The research was conducted in August 2014 on teachers of Elementary School. Populations of the research were 18 schools and 25 Biology teachers; meanwhile, samples of the research were 18 teachers from 18 schools. Data of the research was collected by distributing analysis questionnaires of needs and interview with the teachers. Results of the research showed that 10 Biology teachers (55.55%) at Elementary School in Talawaan Subdistrict have applied the learner-centered learning in accommodating the problem of learning, however, 9 teachers (50%) have chosen the problem-based learning, 5 teachers (27.77%) have chosen the cooperative learning, and 4 teachers (22.22%) have chosen the learning method, which is usually used by the teacher. Moreover, 6 teachers (33.33%) have recognized and comprehended the inquiry, 12 teachers (66.66%) have not recognized and comprehended the inquiry, 14 teachers (77.77%) have not known the inquiry learning steps, 2 teachers (11.11%) have known the superiority of inquiry learning. Furthermore, 8 teachers (44.44%) have recognized and comprehended the process skills, 7 teachers (38.88%) have known the process skills empowerment. Strategies of the inquiry learning and the process skills could be developed to improve learning results of the learners.*

**Keywords:** findings, systematically, memories, learners

## PENDAHULUAN

Pendidikan sekolah dasar adalah salah satu usaha yang dilakukan untuk memanusiakan peserta didik agar berguna bagi Indonesia di masa datang. Di dalam Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 1989 tentang Sistem Pendidikan Nasional Pasal 1 ayat 1 dinyatakan bahwa "Pendidikan adalah Usaha sadar untuk menyiapkan peserta didik melalui kegiatan bimbingan, pengajaran, dan/atau latihan bagi peranannya di masa yang akan datang". Dalam usaha mencapai peserta didik yang berkualitas maka harus dibarengi dengan kesiapan guru baik sumberdaya manusia, perangkat pembelajaran, dan alat penilaian.

Dalam rangka meningkatkan hasil belajar maka ada berbagai strategi pembelajaran yang diterapkan oleh guru, antara lain strategi pembelajaran inkuiri. Inkuiri adalah pembelajaran yang memberikan pengalaman belajar secara ilmiah pada peserta didik. Peserta didik diajak untuk dapat berpartisipasi langsung dalam memahami masalah, memecahkan masalah, dan mencari solusi dengan melakukan kegiatan eksperimen untuk ,mengumpulkan data sebagai bukti-bukti hal yang menunjang untuk mendapatkan jawaban atas permasalahan. Peran guru dalam hal ini adalah menentukan topik yang dikemukakan dalam kelas dalam rangka mencari solusi pemecahan masalah. Selanjutnya guru bersama peserta didik dapat mengambil kesimpulan secara bersama. Kawuwung (2012) menyatakan pembelajaran ilmu pengetahuan alam (IPA) adalah kumpulan pengetahuan yang diperoleh melalui menggunakan strategi pembelajaran yang didukung dengan buku-buku bacaan, media elektronik, observasi, dan eksperimen. Carin & Sund (1995) menyatakan bahwa IPA adalah suatu kumpulan pengetahuan yang tersusun secara sistematis, yang di dalam penggunaannya secara umum terbatas pada gejala-gejala alam. Perkembangan IPA ditunjukkan tidak hanya oleh kumpulan fakta (produk ilmiah), tapi juga oleh timbulnya metode ilmiah dan sikap ilmiah.. Salah satu cara yang dapat ditempuh untuk meningkatkan kualitas belajar peserta didik adalah dengan

menerapkan pembelajaran inkuiri. Inkuiri dibentuk dan meliputi diskoveri, dengan kata lain inkuiri adalah suatu perluasan proses diskoveri. Sebagai tambahan pada proses-proses diskoveri, inkuiri mengandung proses mental yang lebih tinggi tingkatannya, misalnya merumuskan problem, merancang eksperimen, melakukan eksperimen, mengumpulkan dan menganalisis data, dan menarik kesimpulan.

Kawuwung (2012) menyatakan empat faktor yang harus dimiliki dalam pembelajaran yang berpusat pada peserta didik, yaitu 1) peserta didik harus memiliki buku-buku dan media pembelajaran, 2) peserta didik harus memiliki waktu yang cukup tertata untuk belajar, dan 3) peserta didik harus memiliki kesempatan untuk menyampaikan pendapat dari yang dipelajari, 4) peserta didik mendapat informasi-informasi baru berhubungan yang dipelajari. Jufri (2007) menyatakan bahwa pembelajaran berbasis inkuiri dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis, sikap, dan hasil belajar kognitif. Setiawan, (2005) menyatakan bahwa pembelajaran strategi inkuiri dan berbasis masalah membuat peserta didik berkemampuan akademik rendah dapat menguasai konsep-konsep biologi sebagai hasil belajar yang tidak berbeda dengan peserta didik akademik tinggi.

Strategi pembelajaran inkuiri menurut Kuhlthau et al (2007) adalah suatu pendekatan belajar, dimana peserta didik menemukan dan menggunakan berbagai sumber informasi dan ide-ide untuk meningkatkan pemahaman mereka tentang suatu topik, masalah, atau isu. Dalam berinkuiri, peserta didik membutuhkan lebih dari sekedar menjawab pertanyaan atau mendapatkan jawaban yang benar. Kegiatan inkuiri, mendorong peserta didik untuk melakukan investigasi, eksplorasi, pencarian, penelitian, pengejaran informasi, dan belajar serta berpartisipasi dalam kegiatan investigasi. Dalam meningkatkan kualitas pembelajaran perlu dilakukan kajian terhadap pembelajaran yang selama ini diterapkan oleh pendidikan sekolah dasar. Untuk mendapatkan informasi dan data yang lengkap terkait penggunaan strategi pembelajaran maka perlu dilakukan kegiatan

observasi. Orlich *et al* (1998), menyatakan terdapat 6 tahap utama dalam inkuiri, yaitu: 1) identifikasi masalah, 2) mengembangkan hipotesis sementara (tentative) atau tujuan, 3) mengumpulkan data dan menguji jawaban, 4) interpretasi data, 5) mengembangkan kesimpulan sementara atau generalisasi, dan 6) pengujian, menerapkan, dan merevisi kesimpulan. Menurut Sinta (2008) menyatakan bahwa keterampilan-keterampilan mendasar dikenal dengan istilah keterampilan proses sains, adalah: 1) keterampilan mengamati (*observation skills*): keterampilan mengamati adalah keterampilan yang paling dasar yang harus dimiliki seorang ilmuwan. Penemuan-penemuan besar diawali dari kegiatan mengamati. Para ilmuwan ini biasa menggunakan peralatan seperti mikroskop, thermometer, dan neraca untuk membuat pengamatan, 2) mengukur (*measurement skills*): mengamati dan menggunakan alat berkaitan dengan keterampilan mengukur. 3) mengklasifikasi (*classification skills*): klasifikasi merupakan proses memisahkan benda-benda, 4) menyimpulkan (*inference skills*): membuat kesimpulan berdasarkan hasil pengamatan, 5) memprediksi (*prediction skills*): memprediksi adalah proses membuat tebakan ilmiah tentang kejadian yang akan terjadi di masa depan, dan 6) mengkomunikasikan (*communication skills*): merekam dan mengkomunikasikan hasil yang diperoleh dari hasil observasi, pengukuran, dan eksperimen.

Observasi dilaksanakan pada bulan Agustus tahun 2014, menunjukkan bahwa pemahaman guru terhadap pembelajaran yang berpusat pada peserta didik belum maksimal, dalam menghadapi masalah, guru belum mengkomunikasikan secara bersama guru mata pelajaran, pemahaman guru terhadap strategi pembelajaran inkuiri dan keterampilan proses masih kurang. Hasil observasi ini sebagai dasar tindakan kedepan dalam pengembangan kualitas guru dan kualitas akademik peserta didik. Berdasarkan permasalahan yang diungkapkan di atas maka perlu melakukan penelitian yang berjudul: "Persepsi pembelajaran inkuiri dan keterampilan proses guru SD IPA Biologi

kecamatan Talawaan. Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan di atas, masalah yang dikaji dalam penelitian ini adalah bagaimana gambaran umum pelaksanaan pembelajaran, pembelajaran inkuiri, dan keterampilan proses guru SD IPA Biologi di kecamatan Talawaan. Mengacu pada permasalahan penelitian, Tujuan yang dicapai dalam penelitian adalah mengkaji bagaimana karakteristik gambaran umum pelaksanaan pembelajaran oleh guru SD IPA Biologi kecamatan Talawaan, pembelajaran inkuiri, dan keterampilan proses.

## BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan bulan Agustus 2014. Populasi adalah semua guru SD IPA Biologi kecamatan Talawaan yang diteliti berjumlah 25 guru dari 18 sekolah. Sampel penelitian sebanyak 18 guru dari 18 sekolah. Instrumen penelitian berupa kuesioner yang terdiri dari pertanyaan yang dikembangkan yaitu pertanyaan semi terbuka dan kombinasi pertanyaan tertutup dan pertanyaan terbuka. Pembelajaran yang diungkap, meliputi; a) gambaran umum pelaksanaan pembelajaran Biologi. pelaksanaan pembelajaran dengan menerapkan strategi pembelajaran, pemahaman dalam penyusunan perangkat pembelajaran, kendala-kendala yang dihadapi dalam proses belajar mengajar; b) pembelajaran inkuiri: pengertian inkuiri, penerapan inkuiri, kendala-kendala dalam menerapkan inkuiri; c) keterampilan proses, pemberdayaan keterampilan proses dalam pembelajaran biologi, kendala-kendala yang dihadapi dalam menerapkan pembelajaran pemberdayaan keterampilan proses. Metode; langkah-langkah yang ditempuh dalam penelitian ini, yaitu; 1) mendistribusikan kuesioner analisis kebutuhan kepada seluruh guru SD IPA Biologi kecamatan Talawaan, 2) wawancara dengan guru, dan 3) mengumpulkan kuesioner analisis kebutuhan. Data hasil survai dianalisis dengan menggunakan statistik deskriptif kuantitatif.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian disajikan pada table 1, tabel 2 dan tabel 3

Tabel 1. Gambaran pembelajaran guru sekolah dasar ilmu pengetahuan alam biologi Kecamatan Talawaan

| No | Indikator  | Alternatif Jawaban                  | Frekuensi | Persentase (%) |
|----|--|-------------------------------------|-----------|----------------|
| 1  | Apakah pembelajaran yang dilaksanakan selama ini       | a. Berpusat pada siswa              | 10        | 55,55          |
|    |  | b. Berpusat pada guru               | 5         | 27,77          |
|    |  | c. Tidak menjawab                   | 3         | 16,66          |
| 2  | Apakah telah mengakomodasi pembelajaran yang dipilih   | a. Pembelajaran berbasis masalah    | 9         | 50             |
|    |  | b. Pembelajaran kooperatif          | 5         | 27,77          |
|    |  | c. Pembelajaran yang diketahui      | 4         | 22,22          |
| 3  | Bagaimana pelaksanaan proses belajar mengajar di kelas | a. Individu                         | 11        | 61,11          |
|    |  | b. Team Teaching                    | 7         | 38,88          |
|    |  | c. Inisiatif guru                   | 0         | 0              |
| 4  | Kendala2 yang dihadapi dalam proses belajar mengajar   | a. Kurangnya buku2                  | 6         | 33,33          |
|    |  | b. Minat belajar siswa masih kurang | 12        | 66,66          |
|    |  | c. Tidak menjawab                   | 0         | 0              |

Tabel 2. Pemahaman pembelajaran inkuiri

| No | Indikator  | Alternatif Jawaban | Frekuensi | Persentase (%) |
|----|--|--------------------|-----------|----------------|
| 1  | Sudah mengenal dan memahami inkuiri                | a. Sudah           | 6         | 33,33          |
|    |  | b. Belum           | 12        | 66,66          |
|    |  | c. Tidak menjawab  | 2         | 11,11          |
| 2  | Pernah menerapkan inkuiri                          | a. Pernah          | 2         | 11,11          |
|    |  | b. Tidak pernah    | 16        | 88,88          |
|    |  | c. Tidak menjawab  |           |                |
| 3  | Langkah2 pembelajaran inkuiri                      | a. Benar           | 2         | 11,11          |
|    |  | b. Tidak benar     | 14        | 77,77          |
|    |  | c. Tidak menjawab  | 2         | 11,11          |
| 4  | Kelebihan pembelajaran inkuiri                     | a. Benar           | 2         | 11,11          |
|    |  | b. Tidak benar     | 14        | 77,77          |
|    |  | c. Tidak menjawab  | 2         | 11,11          |
| 5  | Kendala yang dihadapi dalam penerapan pembelajaran | a. Ada             | 10        | 55,55          |
|    |  | b. Tidak           | 4         | 22,22          |
|    |  | c. Tidak menjawab  | 4         | 22,22          |

Tabel 3. Pemahaman keterampilan proses

| No | Indikator  | Alternatif Jawaban | Frekuensi | Persentase (%) |
|----|--|--------------------|-----------|----------------|
| 1  | Apakah sudah mengenal dan memahami keterampilan proses                           | a. Sudah           | 8         | 44,44          |
|    |  | b. Belum           | 8         | 44,44          |
|    |  | c. Tidak menjawab  | 2         | 11,11          |
| 2  | Bila sudah bagaimana pemberdayaan keterampilan proses                            | a. Benar           | 2         | 11,11          |
|    |  | b. Tidak benar     | 16        | 88,88          |
|    |  | c. Tidak menjawab  |           |                |
| 3  | Apakah bapak dan ibu guru telah mengetahui pemberdayaan keterampilan proses      | a. Ya              | 7         | 38,88          |
|    |  | b. Tidak           | 7         | 38,88          |
|    |  | c. Tidak menjawab  | 4         | 22,22          |
| 4  | Apakah ada kendala yang muncul dalam menerapkan pemberdayaan keterampilan proses | a. Ada             | 10        | 55,55          |
|    |  | b. Tidak           | 2         | 11,11          |
|    |  | c. Tidak menjawab  | 6         | 33,33          |

## PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa belum semua guru ipa yang melaksanakan pembelajaran berpusat pada peserta didik. Dalam menghadapi proses belajar mengajar sebaiknya dilakukan secara tem untuk secara bersama mengkomunikasikan aktivitas belajar peserta didik. Guru penting untuk meningkatkan kinerja secara bersama dalam meningkatkan kualitas sebagai guru yang profesional. Handini & Widyaningrum (2016) menyatakan bahwa guru yang profesional adalah guru yang memiliki kemampuan dan keahlian khusus dalam bidang keguruan sehingga ia dapat melakukan tugas dan fungsinya sebagai guru. Seorang guru yang professional dituntut dengan berbagai kemampuan minimal memiliki kualifikasi seorang pendidik dan memiliki kompetensi sesuai bidangnya.

Kurangnya pemahaman guru pada strategi pembelajaran inkuiri dan keterampilan proses karena guru belum mengembangkan kemampuan berpikir. Guru penting untuk meningkatkan sumber daya manusia melalui keikutsertaan dalam kegiatan-kegiatan seminar, workshop, dan secara mandiri menggunakan media-media pembelajaran. Selanjutnya Kawuwung (2012) menyatakan bahwa pemahaman guru terhadap strategi pembelajaran inkuiri masih penting ditingkatkan dalam penguasaan strategi pembelajaran untuk menambah wawasan pengetahuan sehingga

pembelajaran terhadap peserta didik tidak membosankan. Penerapan pembelajaran inkuiri terbimbing meningkatkan keterampilan proses peserta didik (Purwati *et al*, 2016).

penerapan pembelajaran dengan metode inkuiri terbimbing dapat meningkatkan pemahaman konsep dan hasil belajar kognitif siswa. Keterlibatan aktif siswa dalam belajar akan meningkatkan hasil belajarnya. Siswa yang banyak terlibat dalam pembelajarannya melalui pembelajaran dengan inkuiri terbimbing hasil belajar kognitifnya lebih tinggi. Antomi, et al. (2013) menyatakan metode eksperimen lebih mempermudah peserta didik dalam memahami konsep materi yang dipelajari dengan berdiskusi dan mengkomunikasikan masalah yang dihadapi. Selanjutnya peserta didik lebih aktif dalam proses pembelajaran, peserta didik terlatih dalam membuktikan secara ilmiah. Pembelajaran tersebut dalam praktiknya lebih bermakna dan mampu meningkatkan prestasi belajar.

Kemampuan guru dalam melakukan keterampilan proses akan memberikan pengaruh pada peningkatan prestasi belajar peserta didik. Guru diharuskan menguasai model pembelajaran untuk dapat menghantar peserta didik pada pemahaman dan aktivitas proses pembelajaran. Pembelajaran ilmu pengetahuan alam erat kaitannya dengan kehidupan sehari-hari karena dalam kehidupan sehari-hari peserta didik dapat mengetahui dan mengalami secara langsung segala sesuatu yang terjadi di alam (Setiasih et al, 2016). Pemahaman keterampilan proses harus

ditingkatkan lagi untuk menambah keterampilan-keterampilan dalam mengeksplor pengetahuan guru. Selanjutnya melihat kenyataan yang ada maka perlu dilakukan peningkatan kinerja guru melalui kegiatan pelatihan pengembangan wawasan guru dalam forum musyawarah guru mata pelajaran (MGMP).

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan menunjukkan bahwa guru SD IPA Biologi kecamatan Talawaan yang melaksanakan pembelajaran berpusat pada peserta didik sebanyak 10 orang (55,55%), dalam mengakomodasi permasalahan pembelajaran, guru memilih pembelajaran berbasis masalah sebanyak 9 orang (50%), pembelajaran kooperatif dipilih guru sebanyak 5 orang (27,77%). Guru sudah mengenal dan memahami inkuiri sebanyak 6 orang (33,33%), guru belum mengenal dan memahami inkuiri sebanyak 12 orang (66,66%), guru yang tidak mengetahui langkah-langkah pembelajaran inkuiri sebanyak 14 orang (77,77%). Guru sudah mengenal dan memahami keterampilan proses sebanyak 8 orang (44,44%), guru yang telah mengetahui pemberdayaan keterampilan proses sebanyak 7 orang (38,88%). Guru penting untuk meningkatkan keprofesionalan dan kinerja dalam melakukan tugas dan fungsinya antara lain menguasai strategi pembelajaran inkuiri dan keterampilan proses yang dikembangkan dalam meningkatkan hasil belajar.

## DAFTAR PUSTAKA

- Antomi Saregar, Widha Sunarno dan Cari. 2013. Pembelajaran Fisika Kontekstual Melalui Metode Eksperimen Dan Demonstrasi Diskusi Menggunakan Multimedia Interaktif Ditinjau Dari Sikap Ilmiah dan Kemampuan Verbal Siswa. <http://jurnal.fkip.uns.ac.id/index.php/sains/article/view/3790/2673>
- Carin, A.A. dan Sund, B.R. 1995. *Teaching Science Through Discovery*. Columbus: Charles E, Meril Publishing Co. A Bell & Howel Company.
- Handini, O & Widyaningrum, R. 2016. Kontribusi Kompetensi Pedagogik dan Kompetensi Profesional Guru terhadap Manajemen Kelas. *Ikatan Sanjana Pendidikan Indonesia (ISPI) Jawa Tengah Volume 3 Nomor 1*. ISSN 2442-6350. *Jurnal Profesi Pendidik*  
[www://ispijateng.org/wpcontent/uploads/2016/05/kontribus-PEDAGOGIK-DAN-KOMPETENSI-PROFESIONAL-GURU-TERHADAP-MANAJEMEN-KELAS](http://www://ispijateng.org/wpcontent/uploads/2016/05/kontribus-PEDAGOGIK-DAN-KOMPETENSI-PROFESIONAL-GURU-TERHADAP-MANAJEMEN-KELAS)
- Jufri, W. 2007. *Pengaruh Implementasi Perangkat Pembelajaran Berbasis Inkuiri (PPBI) dengan Strategi Kooperatif terhadap Keterampilan Berpikir Kritis, Sikap, dan Hasil Belajar Kognitif Siswa SMA Negeri di Kota Mataram*. [Disertasi] Universitas Negeri Malang.
- Kawuwung, F. 2012. *Pengaruh Implementasi Perangkat Pembelajaran Inkuiri Terbuka dipadu NHT dan Kemampuan Akademik terhadap Pemahaman Konsep, Berpikir Tingkat Tinggi, dan Keterampilan Proses Biologi Siswa SMA di Kabupaten Minahasa Utara*. [Disertasi] Universitas Negeri Malang.
- Kuhlthau, C.C.; Maniotes, L.K.; dan caspari, A.K. 2007. *Guided Inquiry. Learning in the 21st Century*. Westport, Connecticut: Libraries Unlimited Inc.
- Orlich, D.C., Harder, R.J., Callahan, R.C. & Gibson, H.W. 1998. *Teaching Strategies: A Guide to Better Instruction*. New York: Houghton Mifflin Company.
- Purwati, R, Prayitno, B.A. & Dewi Puspita Sari. 2016. Penerapan Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing pada Materi Sistem Ekskresi Kulit untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Siswa Kelas XI SMA. *Proceeding Biology Education Conference (ISSN: 2528-5742), Vol 13(1) 2016: 325-329 Seminar Nasional XIII Pendidikan Biologi FKIP UNS*. <https://jurnal.uns.ac.id/prosbi/article/viewFile/5736/5102>
- Nurhidayati, S , Zubaidah, S , dan Sri Endah Indriwati.2015. Pengaruh Metode Inkuiri Terbimbing Terhadap Aktivitas dan Hasil Belajar Biologi Siswa. *LPPM Ikip Mataram. Jurnal Kependidikan* 14 (3): 285-294. <http://lppm.ikipmataram.ac.id/wp-content/uploads/2015>
- Rahmazani, Adlim, & Rini Safitri. 2017. Penerapan Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing untuk Meningkatkan Hasil

- Belajar dan Keterampilan Proses Sains Siswa pada Materi Fluida Statis. Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana (SNP) Unsyiah 2017, April 13, 2017, Banda Aceh, Indonesia.  
file:///C:/Users/Hp/Downloads/6944-14884-1-SM.pdf
- Setiasih. S.D, Panjaitan. R.L., & Julia 2016. Penggunaan Model Inkuiri untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa pada Materi Sifat-sifat Magnet di Kelas V SDN Sukajaya Kecamatan Jatinunggal Kabupaten Sumedang. Program Studi PGSD Kelas UPI Kampus Sumedang. *Jurnal Pena Ilmiah*: Vol. 1, No. 1 (2016)
- <https://www.google.co.id/search?q=Jurnal+Pena+Ilmiah%3A+Vol.>
- Setiawan, I.G.A.N. 2005. *Pengaruh Pembelajaran Kontekstual Dalam Strategi Inkuiri dan Pembelajaran Berdasarkan Masalah untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir dan Penguasaan Konsep-Konsep Biologi Siswa SMP di Kecamatan Buleleng Bali*. [Disertasi] Universitas Negeri Malang
- Sinta, D. 2008. *Keterampilan Proses Sains*. Jakarta: Diterbitkan oleh Tinta Emas.
- Undang-Undang Republik Indonesia No 2 tahun 1989 tentang Sistem Pendidikan Nasional. <http://kepegawaian.unej.ac.id/wp-content/uploads/2016/04/02>



Foto para pemakalah

ISBN 978-602-51854-0-3



9 786025 185403