

**Bidang Fokus /Unggulan : Ketahanan Pangan
Fakultas : Pertanian**

LAPORAN AKHIR

RISET TERAPAN UNGGULAN UNSRAT



**FORMULASI INSEKTISIDA NABATI BERDASARKAN KONSENTRASI
UNTUK MENCEGAH SERANGAN HAMA PENGGERAK BUAH,
Conopomorpha cramerella DAN PENGISAP BUAH *Helopeltis* sp DI BOLAANG
MONGONDOW**

TIM PENGUSUL

DR IR. JIMMY RIMBING, MP, 0018065903

DR. IR. REITY ENGKA, MS, 0021086503

DR.IR. BERTY ASSA, MS, 0018125704

MAHASISWA

JOSUA N PALEMBUNG, 17031109017

ALEXSANDER MANGUANDE, 17031109001

ENDERIKA ENUS, 16031108013

UNIVERSITAS SAM RATULANGI

NOVEMBER, 2020

Dibiayai oleh:

Daftar Isian Pelaksanaan Anggaran (DIPA) Badan Layanan Umum

Universitas Sam Ratulangi

Nomor: SP DIPA - 023.17.2.677519/2020 tanggal 16 Maret 2020



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS SAM RATULANGI
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
Alamat : Kampus UNSRAT Manado Telp. (0431) 827560, Fax. (0431) 827560
Email: lppm@unsrat.ac.id Laman: <http://lppm.unsrat.ac.id>

HALAMAN PENGESAHAN
LAPORAN AKHIR RTUU

JUDUL KEGIATAN FORMULASI INSEKTISIDA NABATI BERDASARKAN KONSENTRASI UNTUK MENCEGAH SERANGAN HAMA PENGGEREK BUAH KAKAO, CONOPOMORPHA CRAMERELLA DAN PENGISAP BUAH, HELOPELTIS SP DI BOLAANG MONGONDOW

Ketua Peneliti

Nama Lengkap : JIMMY RIMBING
Perguruan Tinggi : Universitas Sam Ratulangi
NIP/NIK : 195906181987031002
NIDN : 0018065903
Jab.Fungsional : Lektor Kepala
Prodi / Jurusan : Entomologi
Fakultas : PROGRAM PASCASARJANA
Nomor HP :
Alamat Email : jimmyrimbing@yahoo.c
Usulan Biaya : Rp 51,000,000
Biaya Maksimum : Rp 51,000,000
Lama Penelitian : 6 bulan

Anggota Peneliti (1)

Nama Lengkap : REITY ANNASTASSIE GRACE ENGKA
NIP : 196508211990032001
NIDN : 0021086503
Perguruan Tinggi : Universitas Sam Ratulangi

Anggota Peneliti (2)

Nama Lengkap : ASSA BERTY HERNY
NIP : 195712181986021001
NIDN : 0018125704
Perguruan Tinggi : Universitas Sam Ratulangi

Mahasiswa (1)

Nama Lengkap : Josua N. Palempung
NIM : 17031109017

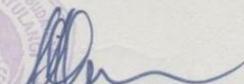
Mahasiswa (2)

Nama Lengkap : Alexsander Manguande
NIM : 17031109001

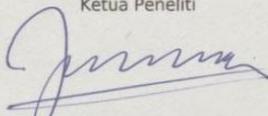
Mahasiswa (3)

Nama Lengkap : Enderika Enus
NIM : 16031108013

Mengetahui
Dekan Fakultas Pertanian


Prof. Dr. Ir. Robert Molenaar, MS
NIP/NIK 195908011985031003

Manado, 11 November 2020
Ketua Peneliti


JIMMY RIMBING
NIP/NIK 195906181987031002

Menyetujui
Ketua LPPM Universitas Sam Ratulangi


Prof. Dr. Ir. Charles L. Kaunang, MS
NIP/NIK 195910181986031002

RINGKASAN

Pulau Sulawesi merupakan wilayah terbesar dalam pengelolaan tanaman kakao bagi Indonesia. Sulawesi Utara daerah pengelolaan kakao terdapat di Bolaang Mongondow. Tanaman kakao merupakan salah satu tanaman perkebunan yang dapat menghasilkan devisa negara, sumber pendapatan petani dan menyediakan lapangan kerja. Masalah utama yang dihadapi oleh petani dan perkebunan swasta adalah, hama penggerek buah kakao, *Conopomorpha cramerella*,. Disamping itu pula hama pengisap buah kakao, *Helopeltis* sp. Di Sulawesi Utara intensitas kerusakan hama penggerek buah kakao tergolong tinggi diikuti pengisap buah kakao. hal ini menyebabkan produksi tergolong sangat rendah. Program Riset Universitas Sam Ratulangi yang harus dicapai ada 6 program diantaranya ketahanan pangan. Bila ketahanan pangan tidak mencukupi akan kebutuhan nasional hal ini mengganggu perekonomian. Untuk memecahkan masalah agar ketahanan pangan kakao dapat ditingkatkan melalui pengendalian dengan insektisida nabati yang berwawasan lingkungan

Tujuan jangka panjang adalah hama penggerek buah kakao, *C. cramerella* dan Pengisap buah kakao *Helopeltis* sp dapat dikendalikan dengan insektisida nabati. Tujuan penelitian adalah mengkaji insektisida nabati bawang putih berdasarkan konsentrasi terhadap persentase kerusakan buah kakao, kerusakan buah dan fitotoksitas pada buah kakao. Lokasi penelitian diukur koordinat dengan *Hand GPS*.(*Global Positioning System*). Penelitian memerlukan waktu kurang lebih 8 bulan dimulai persiapan sampai panen buah kakao. Rencana penelitian ini selama 2 tahun untuk memecahkan masalah hama penggerek buah kakao.

Percobaan penelitian disusun dalam rancangan acak kelompok (RAK) dengan 4 konsentrasi dan diulang 5 kali. Perlakuan terdiri dari konsentrasi 50 g/l, 100 g/l, 150 g/l dan control diaplikasi dengan air. Insektisida yang diaplikasi pada buah kakao berukuran 5 -7 cm. Untuk setiap blok pengamatan terletak pada dua larikan dan jarak antar blok pengamatan adalah 2 larikan. Setiap blok pengamatan terwakili semua perlakuan dalam dua larikan, dimana setiap perlakuan konsentrasi insektisida digunakan 200 buah kakao (4 perlakuan x 10 buah x 5 ulangan). Setiap blok pengamatan untuk satu perlakuan digunakan 5 - 6 pohon per ulangan untuk mendapatkan 40 buah kakao. Aplikasi insektisida dilakukan sebanyak 4 kali pada ukuran buah kakao yang telah diukur panjang dengan interval waktu seminggu sekali.

Serangan *Helopeltis* sp pada lokasi penelitian sangat rendah, bahkan perlakuan tertentu dan control tidak ada serangan *Helopeltis* sp. Data yang diperoleh hasil penelitian adalah penggerek buah kakao. Persentase serangan .penggerek buah kakao terendah terdapat perlakuan dosis insektisida nabati 150 g/l, tetapi paling tinggi pada control 80,00%. Dosis insektisida nabati sudah cukup baik melindungi buah kakao dari serangan penggerek buah kakao, hal ini terlihat intensitas kerusakan biji lebih rendah dibandingkan control 57,77%. Persentase serangan penggerek buah kakao dan intensitas kerusakan biji memberi dampak terhadap kehilangan hasil. Semakin besar kerusakan biji, sudah tentu kehilangan hasil semakin besar pula. Kehilangan hasil yang tergolong sangat rendah ditemukan pada perlakuan dosis 150 g/l (5,43%), sedangkan control kehilangan hasil mencapai 49,09 %. Selama penelitian berlangsung factor yang mempengaruhi terhadap aplikasi insektisida adalah curah hujan. Adanya curah hujan turut berpengaruh terhadap persentase serangan, kerusakan biji dan kehilangan hasil. Apalikasi beberapa dosis insektisida nabati pada buah kakao belum menimbulkan fitotoksistas.

PRAKATA

Sampai saat ini penggerek buah kakao masih menjadi masalah utama secara nasional Sulawesi Utara sentra produksi kakao terdapat di wilayah Bolaang Mongondow Raya. Dalam rangkaian pengembangan tanaman kakao di Sulawesi Utara penggerek buah kakao harus dilakukan tindakan pengendalian agar tidak menimbulkan kerugian bagi petani. Teknologi pengendalian hama penggerek buah kakao diarahkan pada buah kakao.

Pencapaian kegiatan penelitian dalam melindungi buah kakao, maka dilakukan penelitian tentang aplikasi insektisida nabati umbi bawang putih berdasar dosis. Penelitian ini telah dilaksanakan selama kurang lebih 6 bulan di perkebunan kakao milik petani. Penelitian ini terlaksana dengan adanya dana penelitian dari Universitas Sam Ratulangi yang diberikan kepada peneliti.

Pada kesempatan ini kami dari tim peneliti menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada: Rektor Universitas Sam Ratulangi yang telah memberikan dana penelitian sehingga penelitian dapat terlaksana. Melalui penelitian ini kami mengucapkan terimah kasih kepada Pimpinan Lembaga Penelitian yang telah memberi arahan kepada tim peneliti sehingga penelitian bisa terlaksana, Terima kasih kepada Bapak Fakultas Pertanian Unsrat yang telah memberikan izin kepada kami sehingga penelitian dapat berlangsung dengan baik.

Penelitian ini merupakan data awal pengendalian hama penggerek buah pada tanaman kakao yang dapat bermanfaat bagi pengembangan tanaman kakao di Sulawesi Utara.

Manado, November 2020
Ketua Tim Peneliti

Jimmy Rimbing

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	i
RINGKASAN.....	iv
PRAKATA.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
3.1. Bionomi Hama Penggerek Buah Kakao	4
BAB III TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN.....	6
3.1. Tujuan Penelitian.....	6
3.2. Manfaat Penelitian.....	6
BAB IV METODE PENELITIAN.....	7
4.1. Tempat dan Waktu Penelitian.....	7
4.2. Metode.....	7
4.3. Analisis Data.....	9
BAB V HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI	10
5.1. Hasil yang Dicapai.....	10
5.2. Luaran yang Dicapai.....	19
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	20
6.1 Kesimpulan	20
6.2. Saran.....	20
DAFTAR PUSTAKA.....	21
DAFTAR LAMPIRAN.....	24

DAFTAR TABEL

No		Halaman
1	Penyemprotan Insektisida Bawang Putih terhadap serangan hama penggerek buah	10
2	Kerusakan Berat dan Biji Tidak Lengket.....	12
3	Intensitas Kerusakan Biji Kakao oleh Penggerek Buah kakao.....	14
4	Tingkat efikasi Insektisida Ektrak Umbi Bawang Putih.....	15
5	Persentase Kehilangan Hasil kakao.....	16

DAFTAR LAMPIRAN

No		Halaman
1	Surat Jalan.....	24
2	Aplikasi Insektisida Bawang Putih Oleh Tim Peneliti dan Petani.....	27
3	Panen Buah Kakao.....	27
4	Tim Peneliti Unsrat.....	28

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Tanaman kakao, *Theobroma cacao* berasal pada kawasan hutan Amerika Tengah dan Selatan (Anonim, 2008; Wood, 1985). Indonesia tanaman kakao masuk tahun 1560 oleh orang Spanyol ke tanah Minahasa, Sulawesi Utara, kemudian menyebar di pulau Jawa tahun 1880. Ekspor kakao pada tahun 1928 hilang, karena adanya hama penggerek buah kakao (Anonim, 2008). *C. cramerella* pertama kali dilaporkan menyerang kakao pada tahun 1860-an di Sulawesi. (Yen *et al.*, 2010).

Kakao merupakan salah satu tanaman penghasil devisa negara yang cukup potensial. Indonesia merupakan salah satu penghasil kakao terbesar ketiga setelah Pantai Gading dan Ghana (Wahyudi dan Penggabean, 2008). Sentra produksi kakao nasional terdapat di pulau Sulawesi, dan menjadi salah satu tanaman primadona karena memberi kontribusi nyata dalam meningkatkan pendapatan petani. Kawasan Timur Indonesia (KTI) serta memberikan sumbangan devisa terbesar ke tiga sub sector perkebunan setelah karet dan kelapa sawit dengan nilai sebesar US \$ 701 juta (Pusdatin, 2016).

Salah satu kendala untuk menaikkan produksi kakao adalah serangan hama. Hama yang sangat merugikan adalah hama penggerek buah kakao (PBK), *Conopomorpha cramerella* Snellen (Lepidoptera: Gracillaridae). *C cramerella* merupakan hama penting pada tanaman kakao di Asia Tenggara terutama di kepulauan Malaya (Malaysia, Filipina, Borneo, dan Indonesia). Menurut Chisholm *et al.* (2006), kerugian petani akibat serangan penggerek buah kakao secara langsung maupun penurunan kualitas kuantitas mencapai US\$300 juta atau sekitar 20% dari harga perdagangan dunia. Kerugian secara ekonomi lebih terasa di Indonesia sebagai produsen kakao terbesar ketiga di dunia (World Cocoa Foundation, 2008)

Hama penggerek buah meletakkan telur setelah matahari terbenam pada alur kulit buah kakao yang berlekuk (Depparaba 2002; Lim, *et al.*, 1987; Laode 2004; Tjatjo *et al.* 2008). Setelah telur menetas, larva segera membuat lubang dan masuk ke dalam buah selama 12 -14 hari dan menggerek jaringan pulp, plasenta, dan saluran makanan yang menuju biji, sehingga bila kulit buah dibuka akan tampak lubang berwarna merah muda yang berliku-liku di dalam buah. (Depparaba 2002; Limbongan, 2012; Siswanto dan Karmawati, 2012). Kerusakan pada pulp mengakibatkan biji saling melekat dan melekat pada dinding buah. Kerusakan pada plasenta menyebabkan semua biji rusak dan tidak berkembang (Depparaba

2002). Jaringan buah yang telah rusak menimbulkan perubahan fisiologis pada kulit buah tampak hijau berbelang-belang atau jingga (Wardoyo, 1994). Stadia larva tinggal di dalam buah dan memakan plasenta sampai menjelang berkepompong. Hal inilah yang menyebabkan penggerek buah kakao lebih sulit dikendalikan dibandingkan hama lainnya (Depparaba, 2002).

Di Sulawesi Utara, intensitas kerusakan buah kakao oleh *C. cramerella* 36,67 – 88 % (Kandowanko, dkk, 2015). Serangan hama penggerek buah kakao dapat menyebabkan kehilangan hasil hingga 90% (Limbongan, 2011). Di Sulawesi Utara, produksi kakao 0,412 ton per ha, masih dibawah rata-rata produksi nasional 0,779 ton per ha. Produksi kakao secara nasional dari tahun ke tahun belum terjadi peningkatan secara significant, sedangkan luas perkebunan kakao meningkat dari tahun ke tahun. Luas tanaman kakao tahun 2000 800.000 ha dan tahun 2015 1.724.000 ha (Anonim, 2016). Meskipun luas areal tanaman bertambah setiap tahun, tetapi masalah hama penggerek buah kakao dan pengisap dapat menurunkan produksi yang nyata.

Hama yang sering dijumpai pada pertanaman kakao adalah kepik pengisap buah, *Helopeltis* sp. Hama ini sambil mengisap cairan, kepik tersebut juga mengeluarkan cairan yang bersifat racun yang dapat mematikan sel-sel jaringan yang ada di sekitar tusukan. Selain buah, hama ini juga menyerang pucuk dan daun muda.(Siswanto dan Karmawati, 2012). Survey yang dilaksanakan pada pertanaman kakao di Bolaang Mongondow, bila serangan pada buah mudah terlihat bercak hitam, bercak tersebut menyatuh pada buah menjadi warna hitam dan akhirnya gugur, sedangkan buah yang sudah tua tidak terjadi keguguran, tetapi kualitas buah menjadi rendah (Rimbing dan Assa, 2017). Tingkat serangan berat pengisap buah dalam satu musim dapat menurunkan hasil rata-rata 42%. (Wardoyo, 1998). Gejala buah kakao yang terserang *Helopeltis* spp. ditandai dengan bercak-bercak berwarna cokelat kehitaman . Serangan pada buah muda menyebabkan layu pentil dan umumnya buah akan mengering kemudian rontok. Apabila pertumbuhan buah terus berlanjut maka kulit buah akan mengeras dan retak-retak, dan akhirnya terjadi perubahan bentuk buah yang dapat menghambat perkembangan biji di dalamnya (Mahdona, 2009).

Rimbing dkk (2019) bahwa aplikasi insektisida sintetik dan nabati dapat menurunkan persentase kerusakan dan intensitas kerusakan buah kakao, tetapi belum begitu nyata terhadap penurunan kerusakan buah 23,33 – 41,94 %. Aplikasi insektisida nabati 100 g/l mampu menekan intensitas kerusakan dan kehilangan hasil buah kakao oleh hama penggererk buah.

Intensitas kerusakan buah kakao menjadi 6 % - 13,55 %. (Engka dkk, 2019). Berdasarkan kaitan tersebut maka dalam penelitian mengkaji sampai sejauh pengaruh konsentrasi insektisida untuk melindungi buah kakao dari serangan hama penggerek buah kakao dan pengisap buah kakao. Meskipun insektisida nabati dapat menurunkan persentase kerusakan buah secara significant, tetapi sebagian besar buah yang diaplikasi dengan insektisida menyebabkan fitotoksitas buah kakao maka insektisida masih perlu dipertimbangan untuk direkomendasi dalam pengendalian hama penggerek buah kakao . Rokaglamida pada konsentrasi 300 ppm yang disemprotkan pada daun tanaman brokoli dan kedelai tidak menimbulkan gejala fitotoksik (Dono, 2004).

BAB.II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Bionomi Hama Penggerek Buah Kakao

Dalam ekosistem tanaman kakao di Sulawesi Utara telah ditemukan 12 jenis serangga hama yang menyerang tanaman kakao di Sulawesi Utara yakni *C. cramerella*, *Coccus* sp., *Pseudococcus* sp., *Apogonia* sp. Miridae (hama pengisap buah kakao), *Glenea* sp., *Valanga* sp., *Mecapoda* sp., Psychidae, *Toxoptera auritii*, dan tikus (Kandowanko dkk, 2015; Sembel, dkk, 1989). Dari sekian banyak hama yang menyerang tanaman kakao, salah satu hama utama yang menimbulkan kerusakan berat adalah *C. cramerella*. Indonesia sebenarnya berpotensi untuk menjadi produsen utama kakao dunia, apabila berbagai permasalahan utama yang dihadapi perkebunan kakao dapat diatasi dan agribisnis kakao dikembangkan dan dikelola secara baik.

C. cramerella termasuk dalam ordo Lepidoptera, Famili Gracillariidae, Genus Conopomorpha. Hama ini merupakan serangga asli Asia Tenggara. Penggerek buah kakao merupakan serangga hama spesielis dan homodinamik yang hisup tergantung pada ketersediaan buah di kebun (Lim, 1987). Selain tanaman kakao yang diserang, hama ini menyerang pula tanaman rambutan (*Nephelium lappaceium*), pulasan (*N. mutabile*), nam-nam (*Cynometra caukliflora*), kasai (*pometia piñata*), kola (*Colani nitida*). (Wiryadiputra dan Atawinata, 1998). Larva memakan jaringan *pulp*, *plasenta*, dan saluran makanan menuju biji. Kerusakan pada *pulp* menyebabkan biji saling melekat. Kerusakan pada *plasenta* menyebabkan biji tidak berkembang. Jaringan buah yang telah rusak tersebut menimbulkan perubahan fisiologis pada kulit buah sehingga buah tampak hijau berbelang jingga (Depparaba, 2002). Buah masak dan sehat tanpa serangan hama bila digoyang akan berbunyi, buah terserang penggerek buah kakao tidak akan berbunyi (Anonim, 2000; Siswanto dan Karmawati, 2012).

Serangga dewasa betina *C. cramerella* lebih menyukai meletakkan telur pada alur-alur yang dalam pada permukaan buah yang kasar. Telur diletakkan pada buah yang ukuran panjang lebih dari 8cm. Telur berbentuk oval dengan panjang 0,45 – 0,50 mm, berbentuk pipih dan berwarna orange. Larva yang baru menetas dari telur langsung menggerek buah dan memakan permukaan dalam kulit buah dan daging buah. Kepompong berada di luar buah kakao (Depparaba, 2002; Wiryadiputra dan Atawinata 1998). Lama hidup serangga dewasa 5 - 8 hari dan betina mampu meletakkan telur sebanyak 100 – 200 butir (Sulistyowati, 2008).

Penelitian oleh tim peneliti bahwa intensitas kerusakan buah kakao oleh hama penggerek buah kakao di Sulawesi Utara sudah tergolong tinggi 36,67 – 88 %, sehingga perlu dicari teknologi pengendalian hama penggerek buah kakao, agar petani mau melakukan usaha tani kakao. Sampai saat ini perkebunan kakao di Sulawesi Utara sekitar 80 % telah dibiarkan dan tidak terawat oleh petani, karena masalah hama penggerek buah kakao. Pengendalian dengan insektisida melalui infus akar belum memberikan hasil maksimal. Kombinasi pengendalian panen sering + pemangkasan + *Beuveria bassiana* intensitas kerusakan buah kakao mencapai 20,8 % sedangkan perlakuan petani 35,6 % (Indriati dkk, 2013). Teknologi kombinasi pengendalian hama penggerek buah belum efektif menurunkan intensitas kerusakan buah yang nyata. Sampai saat ini belum ada varietas atau klon kakao yang tahan hama penggerek buah, sehingga sampai saat ini belum ada rekomendasi teknologi pengendalian hama penggerek buah kakao yang dapat diterapkan oleh petani maupun perkebunan swasta. Pengendalian insektisida sintetik dan nabati yang dilakukan peneliti dan petani belum memberikan hasil yang maksimal. Melalui penelitian diharapkan akan dapat memecahkan masalah hama penggerek buah kakao melalui pendekatan ukuran buah kakao dengan menggunakan insektisida sintetik dan nabati yang diaplikasikan pada buah kakao.

BAB III. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

3.1. Tujuan Penelitian

1. Mengkaji konsentrasi insektisida sintetik nabati bawang putih terhadap persentase kerusakan buah kakao, kerusakan biji dan kehilangan hasil oleh penggerek buah kakao.
2. Mengkaji pengaruh insektisida nabati terhadap intensitas kerusakan buah kakao oleh hama pengisap buah kakao. .
3. Mengkaji susut bobot dan produksi pada insektisida nabati oleh penggerek buah kakao
4. Mengkaji pengaruh konsentrasi insektisida nabati terhadap fitotoksistas buah kakao

3.2. Manfaat Penelitian

1. Diperoleh konsentrasi insektisida nabati untuk pengendalian hama penggerek buah kakao dan pengisap buah
2. Menekan kerusakan buah kakao secara significant oleh beberapa konsentrasi insektisida
3. Melalui penelitian telah diperoleh konsentrasi yang sesuai dalam menekan kerusakan buah kakao oleh penggerek buah kakao
4. Insektisida nabati tidak menimbulkan fitotoksistas buah kakao

BAB IV. METODE PENELITIAN

4.1. Tempat dan Waktu

Penelitian telah dilaksanakan di Desa Muntoi Kecamatan Passi Barat Kabupaten Bolaang Mongondow yang merupakan sentra produksi kakao. Sebagai tempat penelitian diukur koordinat dengan menggunakan *Hand GPS*.(*Global Positioning System*). Penelitian ini memerlukan waktu kurang lebih 8 bulan.

4.2. Metode

Percobaan ini disusun dalam rancangan acak kelompok (RAK) sebagai perlakuan insektisida nabati bawang putih pada konsentrasi 50 g/l, 100 g/l, 150 g/l dan control. Aplikasi insektisida ditujukan pada buah kakao berukuran panjang 5 – 7 cm. Setiap percobaan diulang sebanyak 4 kali, sehingga dalam percobaan ini terdiri dari 16 subperlakuan = 4 perlakuan insektisida x 4 ulangan). Setiap blok pengamatan digunakan dua larikan, larikan merupakan ulangan. Jarak antar larikan sebagai blok pengamatan adalah satu larikan. Untuk penempatan setiap perlakuan diacak dalam larikan, sehingga dapat mewakili setiap perlakuan dalam blok atau ulangan pengamatan. Luas areal pertanaman kakao dalam percobaan ini adalah 1,00 ha.

Setiap subperlakuan digunakan buah kakao sebanyak 10 buah, sehingga 1 subperlakuan diperoleh 40 buah kakao. Buah yang digunakan dalam percobaan 3 konsentrasi insektisida dan control adalah sebanyak 160 buah kakao (3 konsentrasi + 1 kontrol x 4 ulangan x 10 buah). Setiap blok pengamatan untuk satu perlakuan digunakan 5 - 6 pohon per ulangan untuk mendapatkan 40 buah kakao.

a. Buah Kakao Untuk Aplikasi Insektisida

Aplikasi insektisida nabati bawang putih berdasarkan pada konsentrasi Sebelum dilakukan aplikasi insektisida dilakukan pengukuran panjang buah kakao sesuai untuk diaplikasi dengan insektisida. Buah kakao yang akan diaplikasi diberi tanda agar dengan muda mengontrol contoh buah kakao sebagai perlakuan konsentrasi. Aplikasi insektisida dilakukan sebanyak 4 kali dengan interval waktu seminggu sekali. Sebelum dilakukan aplikasi insektisida, dikalibrasi agar volume larutan sesuai diaplikasi pada buah kakao. Konsentrasi insektisida bawang putih 50 g + 1000 ml air, 100 g + 1000 ml air, 150 g + 1000 ml air dan control digunakan air.

b. Serangan Hama Penggerek Buah Kakao

Setelah buah kakao dipanen yang disesuaikan dengan masa panen kemudian dihitung persentase kerusakan, intensitas kerusakan, kehilangan hasil dan lubang masuk larva pada buah kakao : Menghitung persentase serangan hama penggerek buah kakao digunakan formula:

$I_s = (a / (a + b)) \times 100\%$. I_s =Intensitas serangan ; a = jumlah buah kakao terserang; b = jumlah buah kakao sehat. Menghitung intensitas kerusakan dan kehilangan biji kakao buah dibelah. Formula intensitas kerusakan merujuk pada Wardani dkk (1997) :

$$I = \frac{(1 \cdot R + 3 \cdot S + 9 \cdot B)}{AT} \times 100\%$$

I = intensitas kerusakan biji, R =Jumlah buah terserang ringan (1-10%), S = Jumlah buah terserang sedang (11 – 50 %); B = jumlah buah terserang berat > 50 %); A = nilai skor tertinggi; T = Jumlah buah diamati.

Persentase kehilangan hasil dihitung berdasarkan persamaan sebagai berikut :

$$Y = -0,0210 + 0,1005 X$$

Keterangan:

Intensitas kehilangan hasil PBK (X) dihitung dengan rumus:

$$X = [(0 \cdot Sh) + (1 \cdot R) + (3 \cdot S) + (9 \cdot B)] / (JB)$$

c. Serangan Hama *Helopeltis sp*, Pengisap Buah Kakao

Penetapan skor kerusakan buah kakao oleh *Helopeltis sp* dikelompokkan menjadi 5 kategori sebagai berikut :

Skor	Kondisi Buah	Keterangan
0	Sehat	Tidak tampak adanya bekas tusukan (bercak) <i>Helopeltis</i>
1	Rusak ringan	Terdapat bekas tusukan <i>Helopeltis</i> dengan luas < 10% dari seluruh permukaan buah.
2	Rusak sedang	Terdapat bekas tusukan <i>Helopeltis</i> dengan luas 11- 25% dari seluruh permukaan Buah
3	Rusak berat .	terdapat bekas tusukan <i>Helopeltis</i> dengan luas 26-50% dari seluruh permukaan Buah
4	Rusak sangat	<i>Helopeltis</i> dengan luas > 50% dari seluruh permukaan buah.

d. Fitotoksistas Buah Kakao dan Lubang gerakan Berdasar Sektor Buah

Pengambilan data fitotoksistas buah dilakukan sebelum dan sesudah aplikasi insektisida nabati. Untuk mengetahui sampai aplikasi insektisida terhadap fitotoksistas dilakukan pengamatan saat melaksanakan pengamatan sampai panen buah. Gejala fitotoksistas buah kakao yang ditunjukkan oleh aplikasi insektisida adalah buah kakao mengalami nekrotik atau pengerutan

e. Produksi

Persentase penurunan berat biji kakao dihitung dengan menggunakan persamaan yang dikemukakan oleh Pedigo dan Buntin (2003).

$$P = \frac{U.Nd - D.Nu}{U (Nd + Nu)} \times 100\%$$

Keterangan : P = persentase penurunan berat biji kakao (%) U = berat biji kakao yang tidak rusak (gr), D = berat biji kakao yang rusak (gr), Nu = jumlah biji kakao yang tidak rusak (buah), dan Nd = Jumlah biji kakao yang rusak. Untuk estimasi produksi mengambil 25 buah kakao pada setiap perlakuan diambil secara acak pada saat dipanen.

f. Efikasi Insektiaida

Efikasi insektisida yang diuji intensitas kerusakan biji kakao dihitung dengan rumus Abbott (Ciba-Geigy, 1981).

$$EI = (Ca - Ta) / Ca \times 100 \%$$

EI = Efektivitas insektisida yang sedang diuji (%)

Ca = Intensitas serangan pada petak control

Ta = Intensitas serangan pada petak perlakuan.

Kriteria nilai efikasi adalah sebagai berikut:

1. Kategori sangat baik, jika nilai $E \geq 70\%$
2. Kategori baik, jika nilai $E = 50-69\%$
3. Kategori kurang baik, jika nilai $E = 30-49\%$
4. Kategori tidak baik, jika $E \leq 30\%$

4.3. Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil penelitian ini dilakukan analisis sidik ragam, deskriptif dan dilanjutkan dengan uji beda nyata pada masing-masing perlakuan dengan menggunakan program aplikasi SPSS *statistics version 20.0 for windows*.

BAB V. HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI

5.1. Hasil Yang Dicapai

5.1.1 Serangan Hama

Penelitian ini dua aspek hama yang dikaji, tetapi salah satu hama *Helopeltis* sp untuk kerusakan sangat rendah, bahkan pada control tidak serangan, sedangkan perlakuan insektisida ada serangan *Helopeltis* sp. Pengamatan di lapangan dari 20 buah kakao yang diamati hanya satu buah terserang, tetapi serangannya hanya berupa titik, sedangkan yang lain tidak ditemukan ada serangan. Belum ada serangan *Helopeltis* sp mungkin dipengaruhi oleh musim atau populasinya sangat rendah. Penggerek buah kakao menyerang buah pada control yang diaplikasi dengan air maupun dengan insektisida nabati. Persentase serangan hama penggerek buah kakao pada masing-masing perlakuan berbeda, tetapi persentase tertinggi terdapat pada perlakuan control. Data menunjukkan bahwa persentase serangan penggerek buah kakao belum menunjukkan terhadap intensitas kerusakan biji. Penelitian ini terdapat beberapa buah kakao perlakuan insektisida nabati terdapat larva telah masuk kedalam daging buah, tetapi belum merusak biji maupun placenta sebagai salauran makanan ke biji. Data persentase kerusakan buah kakao oleh hama penggerek buah kakao tercatat pada Table 1.

Tabel 1. Penyemprotan Insektisida Bawang Putih terhadap serangan hama penggerek buah

No	Perlakuan	Persentase Serangan (%)	Notasi
1	Insektisida 150 gr per liter	22.50	a
2	Insektisida 50 gr per liter	35.00	a
3	Insektisida 100 gr per liter	40.00	a
4	Kontrol (Air)	80.00	b

Sebelum dilakukan aplikasi insektisida telah dilakukan pengambilan contoh buah kakao sebanyak 25 buah, persentase serangan penggerek buah kakao mencapai 96 %. Berbeda dengan setelah dilakukan aplikasi insektisida nabati pada masing-masing perlakuan, persentase kerusakan buah kakao menurun menjadi 80 %. Adanya penurunan persentase kerusakan buah pada control dibandingkan persentase kerusakan buah sebelum aplikasi, dimungkinkan insektisida nabati yang residunya atau baunya dapat terpencah pada buah

kakao yang tidak diaplikasi dengan insektisida, hal ini berdampak sebagai penolak terhadap imago penggerek buah kakao untuk meletakkan telurnya pada buah kakao

Sebagaimana tercatum pada table 1, bahwa perlakuan dosis insektisida nabati terhadap serangan hama penggerek buah kakao kurang berpengaruh terhadap persentase serangan hama penggerek buah kakao, tetapi berbeda dengan perlakuan yang diaplikasi dengan air atau control. Meskipun antar dosis insektisida nabati tidak menunjukkan perbedaan, tetapi ketiga dosis tersebut sudah mampu melindungi buah kakao dari serangan penggerek buah kakao. Selama penelitian berlangsung terjadi musim hujan, sehingga insektisida yang diaplikasi pada buah kakao tercuci oleh adanya curah hujan. Penelitian oleh Engka dkk (2019) bahwa aplikasi insektisida pada dosis 100 gr /liter mampu melindungi buah kakao dari serangan penggerek buah kakao dengan persentase serangan 10 % pada musim kemarau. Besarnya pesenatase serangan hama penggerek buah kakao akan berdampak pada kerusakan berat buah kakao, biji lengket dengan daging buah dan intensitas kerusakan biji menjadi tinggi. Percobaan pada musim kemarau sebagian perlakukan insektisida nabati maupun insektisida sintetik tidak ditemukan serangan hama penggerek buah kakao dan adanya larva menggerek buah kakao, tetapi belum menimbulkan kerusakan biji, hal ini menyebabkan persentase kerusakan buah kakao dan intensitas kerusakan biji kakao menjadi rendah

5.1.2. Kerusakan Berat dan Biji Lengket

Berdasarkan percobaan ini ditemukan dalam satu buah terjadi lengket semua biji atau sebagian biji lengket, tergantung pada serangan penggerek buah kakao, tetapi dominan terdapat pada kontrol. Bila serangan terjadi pada buah kakao masih muda atau berukuran kecil menyebabkan biji lengket secara menyeluruh dalam satu buah kakao, sedangkan buah kakao berukuran besar dan sudah tua bila terjadi serangan penggerek buah kakao biji lengket hanya sebagian atau hanya beberapa biji lengket dalam satu buah. Serangan buah kakao muda mengakibatkan kehilangan hasil yang lebih besar karena buah akan mengalami kerusakan dini, karena biji saling melekat dan biji lengket pada daging buah serta sulit dipisahkan antar biji maupun daging buah. Volume plasenta buah kakao pada klon tahan lebih besar daripada buah yang berasal dari klon rentan. Volume plasenta buah kakao pada klon tahan berkisar antara 8,1–8,7 cm³, sedangkan pada klon rentan 5,6–5,8 cm³. Oleh karena itu, walaupun diserang hama PBK, buah dari klon tahan PBK masih mampu mensuplai hasil metabolisme tanaman ke dalam biji sehingga biji masih mampu berkembang.

Dengan demikian, volume plasenta dapat digunakan sebagai salah satu petunjuk untuk menentukan klon tahan hama PBK. (Limbongan, 2011). Larva memakan jaringan lunak pulp, plasenta dan saluran makanan menuju ke biji kerusakan pulp menyebabkan biji saling melengkat dan melengkat pada dinding tubuh atau daging buah (Depparaba, 2011). Kerusakan plasenta dapat menyebabkan semua biji rusak dan tidak berkembang (Wardojo, 1994). Plasenta merupakan bagian dari buah yang melindungi saluran pembawa hara yang diperlukan untuk perkembangan biji. Larva penggerek buah kakao yang masuk ke dalam buah akan merusak plasenta sehingga saluran makanan ke biji mengalami gangguan dan biji tidak dapat berkembang dan terjadi lengket satu dengan lainnya (Limbongan, 2011).

Tabel 2. Kerusakan Berat dan Biji Tidak Lengket.

No	Perlakuan	Kerusakan Berat (%)	Biji Tidak Lengket (%)
1	150 gr liter	2.5 a	80.00 a
2	50 gr liter	10.00a	67.50 a
3	100. gr liter	10.00 a	67.50 a
4	Control	40.00 b	17.50 b

Faktor yang mempengaruhi terhadap produksi kakao adalah besarnya kerusakan berat. Kerusakan berat ditandai biji menjadi keriput, kecil dan menjadi ringan, hal ini berdampak terhadap kualitas biji untuk dijual dipasaran menjadi sangat rendah. Semakin banyak sampel buah kakao termasuk pada kerusakan berat menyebabkan intensitas kerusakan biji maupun kehilangan hasil menjadi lebih besar. Besar kerusakan biji sangat dipengaruhi oleh adanya biji lengket. Semua biji terjadi lengket dalam satu buah kakai menyebabkan kerusakan berat pada biji kakao, bila hanya sebagian biji lengket dalam satu buah yang terjadi kerukan biji menjadi sedang atau ringan.

Percobaan ini menunjukkan bahwa persentase kerusakan berat yang terendah terdapat pada dosis 150 g per liter air, sedangkan yang berdampak pada persentase kerusakan berat tertinggi ditemukan pada control yang diaplikasi dengan air. Besarnya kerusakan buah menjadi tinggi berkaitan dengan biji lengket. Bila biji kakao tidak lengket antar biji maupun tidak lengket pada daging buah menyebabkan tingkat kerusakan buah kakao menjadi sangat rendah atau bebas kerusakan buah kaka oleh penggerek buah kakao, sebaliknya biji kakao lengket menyebabkan kerusakan buah kakao menjadi besar. Biji yang lengket menyebabkan

biji menjadi kecil, keriput dan ringan. Berdasarkan ketiga kriteria tersebut menyebabkan kualitas biji kakao tersebut menjadi rendah, hal ini berdampak terhadap kualitas biji untuk dipasarkan menjadi lebih rendah.

5.1.3. Intensitas Kerusakan dan Kehilangan Hasil

Besarnya intensitas kerusakan biji kakao dipengaruhi kemampuan larva masuk ke dalam biji kakao. Perlakuan insektisida terdapat beberapa larva yang masuk pada ukuran buah kakao tergolong besar tidak menyebabkan kerusakan biji kakao, larva merusak sebagian kecil isi buah kakao, sehingga dalam penentuan kerusakan biji termasuk bebas dari kerusakan biji atau kerusakan biji lebih kecil 10 %. Serangan penggerek buah kakao, terjadi pada buah kakao yang agak sudah tua pada masing-masing konsentrasi insektisida nabati. Karena kaitan dengan ada-tidaknya residu. Buah kakao pada perlakuan control bila larva telah masuk pada bagian daging buah akan menimbulkan kerusakan biji yang berarti bagi buah tersebut. Hasil pengamatan larva masuk pada buah kakao tersebut pada bagian tengah buah kakao dan ujung buah kakao. Bila larva masuk pada bagian pangkal buah kakao yang masih muda dan sudah tua atau sebulan akan dipanen dapat menyebabkan kerusakan biji mencapai 100 % atau kerusakan biji ringan. Pangkal buah merupakan bagian yang terpenting sebagai saluran makanan ke biji, bila terganggu dapat menimbulkan kerusakan biji. Bila terdapat dua larva masuk bagian tengah dan ujung buah biasanya terjadi kerusakan biji ringan sampai kerusakan berat.

Berdasarkan buah muda yang dapat menyebabkan kerusakan yang tergolong berat, maka masa kritis buah kakao dari serangan penggerek buah terjadi buah masih muda. Serangan pada buah kakao yang masih muda mengakibatkan kehilangan hasil lebih besar karena buah akan mengalami kerusakan dini dan tidak dapat dipanen (Azhar *et al.* 1995). Tingginya persentase serangan, kerusakan berat dan biji lengket diikuti dengan intensitas kerusakan biji. Intensitas kerusakan biji terendah ditemukan pada perlakuan insektisida nabati dengan dosis tinggi, sedangkan intensitas kerusakan biji tertinggi terdapat pada kontrol. Menurut Azhar (2000), serangan PBK tinggi belum tentu diikuti oleh intensitas serangan yang tinggi pula..

Tinggi rendahnya tingkat efikasi dosis insektisida bawang putih yang diuji sangat dipengaruhi oleh besar dan kecilnya konsentrasi yang digunakan. Terlihat jelas bahwa besarnya konsentrasi berbanding lurus dengan tingginya persentase intensitas kerusakan biji,

dimana semakin besar konsentrasi maka semakin rendah intensitas kerusakan biji. Perbedaan kemampuan insektisida nabati bawang putih diakibatkan perbedaan konsentrasi atau dosis insektisida

Tabel 3. Intensitas Kerusakan Biji Kakao oleh Penggerek Buah kakao

No	Perlakuan	Kerusakan Biji (%)
1	150 gr liter	16.37 a
2	50 gr liter	19.44 a
3	100. gr liter	25.44 a
4	Control	57.77 b

Kerusakan biji pada perlakuan beberapa dosis insektisida nabati masih tergolong cukup tinggi, berbeda yang dilaporkan oleh Engka dkk (2019) insektisida nabati umbi bawang putih selama 5 kali aplikasi pada musim kemarau intensitas kerusakan biji berkisar 1,40 – 2,0 %. Percobaan ini intensitas kerusakan biji masih tinggi, karena adanya musim hujan dimulai aplikasi kedua hingga panen serta aplikasi hanya 4 kali. Adanya hujan menyebabkan formula insektisida nabati tercuci oleh air hujan, sehingga residu insektisida kurang efektif melindungi buah kakao dari hama penggerek buah kakao. Ekstrak insektisida nabati bersifat larut dalam air, sehingga residu insektisida dapat terbawa oleh air hujan.

Kelemahan dalam aplikasi insektisida nabati pada buah kakao tidak digunakan tambahan bahan perekat, sehingga insektisida nabati mudah tercuci oleh adanya turun hujan. Meskipun adanya musim hujan, tetapi insektisida nabati telah memberi dampak positif terhadap kerusakan biji menjadi rendah. Insektisida nabati yang telah memberikan pengaruh yang tergolong baik terhadap penurunan intensitas kerusakan biji ditemukan pada dosis yang tinggi 150 gr per liter air. Dosis insektisida nabati yang rendah yakni 50 gr per liter air sudah dapat dianjurkan untuk melindungi buah kakao dari serangan penggerek buah kakao, tetapi pada musim hujan harus dilakukan dua kali seminggu dan ditambah dengan bahan perekat. .

Besar kerusakan biji pada masing-masing perlakuan sangat dipengaruhi oleh adanya kerusakan berat dan biji lengket. Semakin besar kerusakan berat dan biji lengket menyebabkan intensitas kerusakan biji menjadi tinggi pula. Perlakuan control yang diaplikasi dengan air kerusakan berat dan intensitas biji lengket tergolong tinggi diantara perlakuan insektisida menyebabkan intensitas kerusakan biji menjadi tinggi. Meskipun terjadi musim hujan, tetapi insektisida tersebut dapat sebagai penolak terhadap penggerek

buah kakao untuk meletakkan telurnya pada buah, hal ini terbukti bahwa intensitas kerusakan biji masih cukup baik. Masih tergolong cukup baik insektisida nabati bawang putih melindungi buah dari penggerek buah kakao karena senyawa kimia. Selain allixin, bawang putih mengandung senyawa belerang yang mencegah serangga memakan tanaman (Lalla *et al.* 2013). Penyemprotan biokaolin pada buah kakao kerusakan biji setiap 2 minggu 21,40 %, 4 minggu 24,3 % dan deltamitrin 25,34 % (Wahab *dkk.* 2017). Formula minyak kemiri sunan 25% + ekstrak bawang putih 5% dengan konsentrasi 5 ml/l intensitas kerusakan biji kakao tergolong rendah 15,53 % diantara perlakuan (Soesanthy dan Samsudin 2014).

Nilai efektivitas konsentrasi insektisida digunakan sebagai nilai efektivitas dari intensitas kerusakan biji kakao. Penggunaan data intensitas kerusakan biji yang digunakan dalam pengujian insektisida, karena merupakan data yang lebih baik dalam mengukur efektifitas konsentrasi insektisida. Tinggi rendahnya tingkat efikasi konsentrasi bawang putih sangat dipengaruhi oleh besar dan kecilnya konsentrasi yang digunakan. Terlihat jelas bahwa besarnya konsentrasi insektisida berbanding lurus dengan rendahnya intensitas kerusakan biji, dimana semakin besar konsentrasi maka semakin tinggi penurunan intensitas kerusakan biji. Perbedaan kemampuan menekan intensitas kerusakan biji kakao yang diuji diakibatkan oleh berbedanya konsentrasi insektisida nabati

Tabel 4. Tingkat efikasi Insektisida Ekstrak Umbi Bawang Putih

Perlakuan	Tingkat Efikasi (%)
Umbi Bawang Putih 50 gr/l	55,96 %
Umbi Bawang Putih 100 gr/l	66,34 %
Umbi Bawang Putih 150 gr/l	71.11 %

Berdasarkan tingkat efikasi insektisida ekstrak umbi bawang putih dapat dijadikan alternatif insektisida nabati tersebut untuk mengurangi penggunaan insektisida sintetis. Berdasarkan nilai efikasi, ekstrak bawang putih dengan konsentrasi 160 g/l termasuk kategori sangat baik dengan nilai 71.11 % dapat memperkecil intensitas kerusakan biji maupun kehilangan hasil. Bagi konsentrasi 50 g/l dan 100 g/l efikasi insektisida tergolong baik dalam penurunan intensitas kerusakan biji. Tingkat efikasi insektisida dipengaruhi oleh tinggi atau rendahnya konsentrasi dalam penggunaan insektisida (Adnyana *dkk.*, 2012). Ketiga konsentrasi insektisida yang diuji menunjukkan insektisida tersebut mampu

melindungi buah kakao dari serangan penggerek buah dengan aplikasi insektisida sebanyak 4 kali dengan interval seminggu sekali.

5.1.4. Kehilangan Hasil dan Penurunan Berat Biji

Aplikasi insektisida nabati terhadap buah kakao dapat menurunkan kehilangan hasil secara nyata dibandingkan pada perlakuan control. Besarnya kehilangan hasil pada masing-masing perlakuan berkaitan dengan intensitas kerusakan biji. Semakin rendah intensitas kerusakan biji kakao menghasilkan penurunan kehilangan hasil menjadi rendah. Soesanthy dan Samsudin (2014) kombinasi insektisida nabati bandotan + bawang putih kehilangan hasil biji kakao 7,61 %, sedangkan intensitas kerusakan buah kakao 10,73 %. Data mengenai kehilangan hasil biji kakao pada masing-masing perlakuan disajikan Tabel 5.

Tabel 5. Persentase Kehilangan Hasil kakao

No	Perlakuan	Kehilangan Hasil (%)
1	150 gr liter	5.43 a
2	50 gr liter	11.20 a
3	100. gr liter	11.21 a
4	Control	49.09 b

Dosis insektisida telah memberikan dampak terhadap penurunan kehilangan hasil biji kakao. Dosis insektisida nabati kehilangan hasil biji kakao masih lebih rendah pada dosis yang tergolong rendah. Kehilangan hasil biji kakao dengan dosis insektisida 150 g liter air tergolong sangat rendah 5.43 % dibandingkan dengan dosis 50 g per liter air kehilangan hasil biji kakao 11,21 %. Meskipun masih tergolong cukup tinggi kehilangan hasil, tetapi masih lebih dalam penelitian tahun Rimbing dkk (2019) penelitian yang dilaksanakan tahun 2018 dalam wilayah yang sama kehilangan hasil biji kakao tergolong cukup besar untuk insektisida sintetik 19,99 %, dan insektisida nabati 36,95 – 39,72 %. Adanya perbedaan aplikasi insektisida pada buah kakao menyebabkan terjadi perbedaan kehilangan hasil. Percobaan ini aplikasi buah kakao berukuran panjang 5 – 7 cm, sedangkan tahun 2018 ukuran panjang buah 6 – 8 cm. Penelitian tahun 2019 bahwa kehilangan hasil biji kakao pada musim kemarau dengan dosis insektisida 100 g per liter untuk ukuran panjang buah kakao 5 -6 cm (0,23 %) dan 6 – 7 cm (0.23 %) (Engka dkk, 2019)

Masih tergolong besar kehilangan hasil biji kakao pada perlakuan insektisida nabati, karena aplikasi hanya 4 kali dan interval 7 hari serta dilaksanakan pada saat musim hujan.

Nuriadi dan Gunawan (2003) melaporkan bahwa aplikasi insektisida nabati dengan interval 5 hari lebih baik dalam menekan kerusakan buah kakao daripada interval waktu 10 hari. Soesanthy dan Samsudin (2013) aplikasi insektisida nabati pada panjang ukuran buah 9 cm hingga 10 cm menyebabkan kerusakan biji babadotan – etanol 66,27 %, sedangkan kehilangan hasil terendah bawang putih-etanol 13,99 %. Berdasarkan uraian diatas bahwa pengaruh kehilangan hasil biji kakao dan intensitas kerusakan biji sangat dipengaruhi factor musim dan ukuran buah kakao.

Hasil pengumpulan jumlah biji yang rusak pada semua perlakuan insektisida diperoleh sebanyak 200 biji. Penurunan berat biji kakao berdampak terhadap produksi dan produktivitas hasil perkebunan kakao. Berat biji basah sehat dan berat biji kakao yang terserang hama penggerek buah kakao untuk 200 biji terjadi penurunan yang nyata. Berat biji basah sehat setelah dilakukan penimbangan 0,67 kg, sedangkan biji adanya serangan penggerek buah kakao 0,42 kg. Persentase penurunan berat biji kakao 18,65 %, hal ini telah mempengaruhi terhadap hasil produksi biji kakao. Lim (1992) menambahkan bahwa selain menurunkan produksi, serangan hama ini juga menyebabkan kualitas biji menjadi rendah. Tergolong besar penurunan berat biji kakao dalam percobaan ini berkaitan dengan intensitas kerusakan biji kakao. Sudah tentu semakin besar intensitas kerusakan, maka akan berdampak pada penurunan berat biji kakao. Untuk dapat menyelamatkan hasil produksi kakao, maka aplikasi insektisida sintetis dan nabati sudah saatnya dilakukan pada tepat sasaran

Hasil panen kakao yang dilakukan oleh petani untuk biji kering dalam 1 ha hanya menghasilkan 30 kg. Untuk menduga kehilangan hasil aplikasi insektisida nabati pada petak percobaan melalui pendekatan analisis regresi. Hasil analisis regresi kehilangan hasil biji kakao pada masing perlakuan dosis insektisida nabati bervariasi, tetapi kehilangan hasil yang terkecil pada dosis yang tinggi 150 g liter air. Berdasarkan nilai kehilangan hasil dan panen yang dilakukan petani 30 kg per ha, maka diperoleh kerugian yang diperoleh untuk insektisida 150 gr per liter, kerugiannya Rp 40.700 ($5.43 \% \times 30 \text{ kg} \times \text{biaya kakao Rp}25.000 \text{ per kg} = 40.700$), sedangkan dosis insektisida 50 gr dan 100 gr masing-masing Rp 84.000 dan Rp 84.075

Semua dosis insektisida nabati bawang putih yang diaplikasi pada buah kakao tidak menunjukkan adanya gejala fitotoksitas mulai aplikasi insektisida pertama, kedua, ketiga dan keempat bahkan sampai buah kakao dipanen. Gejala fitotoksitas buah kakao yang tidak

ditunjukkan oleh adanya aplikasi insektisida, yakni buah kakao mengalami nekrotik atau pengerutan, hal ini menunjukkan bahwa dosis aplikasi insektisida nabati aman terhadap buah kakao. Bila aplikasi insektisida nabati sudah cukup baik untuk dapat menghasilkan kehilangan hasil biji kakao yang tergolong rendah, tetapi aplikasi insektisida dapat menunjukkan fitotoksitas pada buah kakao, hal ini harus dipertimbangkan dalam pengendalian hama penggerek buah kakao

5.1.5. Hama Pengisap Buah Kakao

Serangan pengisap buah kakao selama berlangsung penelitian tergolong sangat rendah dan populasi imago hanya ditemukan 1 - 2 ekor. Dampak serangan pengisap buah kakao sangat rendah menyebabkan sulit menentukan pengaruh insektisida nabati bawang putih terhadap kerusakan. Hasil pengamatan di lapangan menunjukkan bahwa terdapat perlakuan tanpa adanya serangan, demikian pula pada control adanya serangan pengisap buah hanya berupa bercak kecil pada buah yang sudah tua dan hanya ditemukan pada 1 – 2 buah kakao dari 40 buah kakao. Tusukan stilet tersebut, *Helopeltis* sp. akan mengeluarkan cairan yang bersifat racun dari dalam mulutnya yang dapat mematikan jaringan di sekitar tusukan. Akibatnya timbul bercak-bercak cekung berwarna cokelat muda yang dapat berubah menjadi kehitman. Serangan pada buah kakao muda dapat menyebabkan kematian. Bercak pada buah akan menyatu dan menyebabkan permukaan kulit buah menjadi retak dan terjadi perubahan bentuk, sehingga dapat menghambat perkembangan biji dalam buah.

Serangan pengisap buah tergolong sedang akan nampak buah yang berukuran kecil atau pentil terserang oleh pengisap buah kakao, tetapi dalam percobaan ini tidak nampak buah tersebut terserang, serangan mulai pada buah yang berukuran besar atau mendekati panen. Wilayah sebagai lokasi penelitian pada tahun 2019 telah ditemukan serangan pengisap buah kakao (Engka dkk, 2019). Sebelum dilaksanakan untuk lokasi penelitian telah dilakukan pemangkasan tanaman kakao. Pemangkasan dilakukan 2 bulan sebelum pelaksanaan penelitian. Adanya pemangkasan tanaman kakao telah mempengaruhi populasi hama pengisap buah dan kerusakan. Kerusakan akibat serangan *Helopeltis* spp. bervariasi tergantung beberapa hal seperti teknik budidaya, metode pengendalian, lokasi, dan iklim (CABI, 2012). Peran faktor lingkungan dalam PHT sangat menentukan keberhasilan pengendalian *Helopeltis* spp. (Karmawati, 2006)

5.2. Luaran Yang Dicapai

Kegiatan penelitian telah sesuai dengan yang direncanakan karena tersedia tanaman buah kakao di lapangan.. Luaran yang dapat dicapai dalam kegiatan penelitian adalah sebagai berikut :

1. Aplikasi insektisida nabati bawang putih berpengaruh terhadap penurunan persentase dan intensitas kerusakan buah kakao secara nyata.
2. Dosis insektisida nabati berbeda terhadap penurunan kerusakan buah dan kehilangan hasil.
3. Dosis insektisida nabati bawang putih 150 g per liter air berpengaruh nyata terhadap penurunan kerusakan buah dan kehilangan hasil oleh hama penggerek buah kakao
4. Aplikasi insektisida nabati bawang putih tidak berpengaruh buah kakao menjadi nekrosis atau fitotoksitas

BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

1. Beberapa konsentrasi insektisida nabati yang diaplikasi pada buah kakao mampu melindungi buah kakao dari serangan hama penggerek buah kakao
2. Aplikasi insektisida nabati bawang putih dengan dosis yang tinggi 150 g/l menghasilkan intensitas kerusakan biji 16,37 % dan kehilangan hasil 5,43 % yang tergolong rendah.
3. Susut bobot biji kakao sehat 0,67 kg jauh lebih tinggi dibandingkan susut bobot yang terserang hama penggerek buah 0,42 kg
4. Dosis insektisida yang diaplikasi pada buah kakao belum menimbulkan fitotoksistas buah kaka

6.2. Saran

1. Aplikasi insektisida nabati pada musim hujan sebagai dilakukan 2 kali seminggu agar insektisida menjadi efektif, selain itu diperlukan penambahan surfaktan agar insektisida dapat bertahan bila ada musim hujan.
2. Umbi bawang putih sebagai insektisida, masih perlu dibuktikan di wilayah lain dalam pengendalian penggerek buah kakao dan tanaman lain dalam tanaman lain dalam melindungi serangan hama

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2008. Kakao. Manajemen Agribisnis dari hulu hingga hilir. Editor Wahyudi,T, Panggabean T. R dan Pujiyanto. Penerbit Penebar Swadaya 12- 143 hal
- Anonim 2016. Outlook Kakao, Sub sektor perkebunn. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Sekretariat Jenderal - Kementerian Pertanian. Jakarta
- Azhar, I., G.E. Long, and M.J. Musa. 1995. Qualitative and multivariate analyses of clonal resistance to cocoa pod borer. *The Planter* 71: 307–321.
- Azhar I. 2000. Measuring ovipositional preference of the cocoa pod borer, *Conopomorpha cramerella* (Lepidoptera: Gracillariidae) to various cocoa clones. *Proceedings of Incopec 3rd International Seminar*. Malaysian Cocoa Board. 57-59.
- Centre for Agriculture and Biosciences International. 2012. Crop protection compendium. Wallingford (GB): CABI.
- Depparaba, F 2002. Penggerek buah kaka, *Conopomorpha cramerella* Snellen dan Penanggulangan. *Jurnal Litbang Pertanian* 21(2)
- Dono, D. 2004. Aktivitas insektisida rokaglamida dan penghambatan respons imunitas larva *Crocidolomia pavonana* (Fabricus) terhadap parasitoid *Eriborus argenteopilosus* (Cameron). Bogor: Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Engka, R. DS, Kandowanko, Ch Salaki, 2017. Implementasi insektisida untuk pengendalian hama utama tanaman kakao, *Conopomorpha cramerella* Snell Di Bolaang Mongondow. Fakultas Pertanian Unsrat
- Kandowanko, D., J. Rimbing, B. Assa, dan V. Memah, 2015. Penelusuran dan penelitian hama-penyakit tanaman kakao di Sulawesi Utara. Fakultas Pertanian Unsrat Manado.
- Karmawati, E. 2006. Peranan faktor lingkungan terhadap populasi *Helopeltis* spp. dan *Sanunus indecora* pada jambu mete. *Jurnal Littri* 12 (4) : 129-134.
- Indriati, G, Samsudin dan Rubiyo, 2013. Keefektifan paket teknologi pengendalian penggerek buah kakao (PBK) di Provinsi Bali, *Bulitin Ristri* 4(1): 65-70
- Lalla F.D., Ahmed B., Omar A., Mohieddine M. 2013. Chemical composition and biological activity of *Allium sativum* essential oils against *Callosobruchus maculatus*. *J. Environ Sci. Toxicol. Food Technol.* 3 (1): 30–36.
- Laode, A. 2004. Seleksi dan karakterisasi morfologi tanaman kakao harapan tahan penggerek buah kakao (*Conopomorpha cramerella* Snell.). *J. Sains & Teknologi* 4(3): 109–122.

- Lim GT, Ho CT, Md Jusah M, Teoh CH, Khoo KC, Chan LG. Ooi PAC. 1987. The cocoa pod borer. In: *An introduction and abstracts*, pp. 103. The Malaysian Plant Protection Society.
- Lim, G.T. 1992. Biology, ecology, and control of cocoa pod borer *Conopomorpha cramerella* (Snellen). In *Cocoa Pest and Disease Management in Southeast Asia and Australia*. FAO Plant Prod. and Protection, 12, 85–100.
- Limbongan, J, 2012. Karakteristik morfologis dan anatomis klon harapan tahan penggerek buah kakao sebagai sumber bahan tanam. *Jurnal Litbang Pertanian*, 31(1), 2012.
- Mahdona, N. (2009). Tingkat serangan hama kepik pengisap buah (*Helopeltis* spp.) (Hemiptera: Miridae) pada tanaman kakao (*Theobroma cacao* L.) di dataran rendah dan dataran tinggi Sumatera Barat (Skripsi, Universitas Andalas, Padang).
- Nuriadi dan HS, Gusnawaty 2013. Kaji tindak pengendalian hama penggerek buah kakao (*Conopomorpha cramerella*) dengan pestisida nabati. *Jurnal Agroteknos*, Vol 3. No1
- Pusdatin [Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian]. 2016. *Outlook Komoditi Kakao*. Kementerian Pertanian. Jakarta
- Rimbing, J dan Assa, B. Survei hama pengisap buah kakao di Bolaang Mongondow. Fakultas Pertanian Unsrat. Manado
- Rimbing, J Engka, R Kandowanko D dan Rorong F. 2019. The Use of Insecticides to Protect Cocoa Fruit from the Attack of Cocoa Pod Borer, *Conopomorpha cramerella* in Cocoa Plants, *International Journal of ChemTech Research*. Vol.12 No.04, pp 226-236,
- Sembel, D.T, J. Rimbing, J. Watung, 1989. Studi Tentang Hama dan Penyakit yang Berasosiasi Pada Tanaman Kakao di Propinsi Sulkawesi Utara. Kerjasama Dinas Perkebunan Dati I Gfakultas Pertanian Unsrat Manado, dan Bappeda Tingkat I.
- Siswanto dan E. Karmawati, 2012. Pengendalian hama utama kakao (*Conopomorpha cramerella* dan *Helopeltis* spp.) dengan pestisida nabati dan agen hayati. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. Perspektif Vol. 11 No. 2 /Des 2012.
- Sulistiyowati, E. 2008. Pengendalian Hama. In *Kakao Manajemen Agribisnis dari Hulu Hingga Hilir*. Editor. Wahyudi, Panggabean dan Pujiyanto. Penebar Swadaya. Jakarta
- Tjatjo, A.A., Baharuddin, dan A. Laode. 2008. Keragaman morfologi buah kakao harapan tahan hama penggerek buah kakao di Sulawesi Selatan dan Sulawesi Barat. *Jurnal Agrisistem* 4(1): 37–43.

- Wardoyo, S. 1994. Strategi pengendalian hama penggerek buah kakao (PBK) di Indonesia. Disampaikan Dalam Gelar Teknologi dan Pertemuan Regional Pengendalian PBK di Kabupaten Polmas Sulawesi Selatan.
- Wahyudi, T dan Penggabean, R. 2008. Kakao Manajemen Agribisnis dari Hulu Hingga Hilir. Penebar Swadaya. Jakarta. 364 hal.
- Wiradiputra dan O. Atmawinata, 1998. Kakao. Pedoman Pengendalian Hama terpadu Tanaman Perkebunan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian. Jakarta
- Wood, G.A.R. (1985) History and development. In: Wood, G.A.R. and Lass, R.A. (eds) *Cocoa*. Longman, London, pp. 1–10.
- World Cocoa Foundation. 2014. Cocoa market update - April, 1 2014. Artikel halaman 6. <http://worldcocoafoundation.org> [diakses 8 Desember 2015).
- Yen, J.D.L., Waters, E.K. and Hamilton, A.J. (2010) Cocoa pod borer (*Conopomorpha cramerella* Snellen) in Papua New Guinea: biosecurity models for New Ireland and the Autonomous Region of Bougainville. *Risk Analysis* 30. 293–309.

LAMPIRAN 1. Surat Jalan

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN
KEBUDAYAAN
SEKRETARIAT /DIREKTORAT/
INSPEKTORAT JENDERAL
DIREKTORAT JENDERAL
PENDIDIKAN TINGGI

Lembar ke :

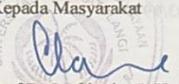
Kode Nomor :

Nomor : 47/UN.12.18/LT/2020

SURAT PERINTAH PERJALANAN DINAS

1.	Pejabat berwenang yang memberi perintah	KETUA LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT UNIVERSITAS SAM RATULANGI
2.	Nama Pegawai Yang diperintah NIP	JIMMY RIMBING 195906181987031002
3.	a. Pangkat dan Golongan menurut PP No.6 tahun 1997 b. Jabatan c. Gaji Pokok d. Tingkat menurut Peraturan Perjalanan Dinas	a. b. Lektor Kepala c. d.
4.	Maksud Perjalanan Dinas	Untuk melaksanakan penelitian skim RISET TERAPAN UNGGULAN UNSRAT, yang didanai oleh dana Institusi tahun 2020 dengan judul "Formulasi Insektisida Nabati Berdasarkan Konsentrasi Untuk Mencegah Serangan Hama Penggerek Buah Kakao, Conopomorpha cramerella dan Pengisap Buah, Helopeltis sp di Bolaang Mongondow".
5.	Alat angkut yang diperlukan	
6.	a. Tempat Berangkat b. Tempat Tujuan	a. b.
7.	a. Lama perjalanan Dinas b. Tanggal Berangkat c. Tanggal harus kembali	a. b. c.
8.	Pengikut : Nama : Umur : 1. 2.	Hubungan Keluarga/Keterangan Anggota Tim
9.	Pembebanan Anggaran : a. Instansi b. Mata Anggaran	a. Dibebankan pada anggaran yang tersedia b.
10.	Keterangan Lain	

Dikeluarkan di : Manado
Pada Tanggal : April 2020
Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian
Kepada Masyarakat


Prof. Dr. Ir. Charles L. Kaunang, MS
NIP : 195910181986031002

I		Berangkat dari : Manado (tempat kedudukan) Pada tanggal : Ke : Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Sam Ratulangi, Prof.Dr.Ir. Charles L Kaunang, MS NIP. 195910181986031002
II	Tiba Pada tanggal Kepala	Berangkat dari Pada tanggal Kepala
III	Tiba Pada tanggal Kepala :	Berangkat dan Pada tanggal Kepala :
IV	Tiba : Pada tanggal : Kepala :	Berangkat dari : Pada tanggal : Kepala :
V	Tiba : Pada tanggal : Kepala :	Berangkat dari : Pada tanggal : Kepala :
VI	Tiba : Pada tanggal : Kepala :	Telah diperiksa, dengan keterangan bahwa perjalanan tersebut diatas benar dilakukan atas perintahnya Ketua Lembaga Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Sam Ratulangi, Prof.Dr.Ir. Charles L Kaunang, MS NIP 195910181986031002

PERHATIAN :

Pejabat yang berwenang menerbitkan SKPD, pegawai yang melakukan perjalanan dinas, para pejabat yang mengesahkan tanggal berangkat/tiba serta bendaharawan bertanggung jawab berdasarkan peraturan-peraturan keuangan Negara apabila Negara menderita kerugian akibat kesalahan, kelalaian dan kealpaan, angka 8 lampiran edaran Menteri keuangan tanggal 3 April 1979, No. S.247/MK.03/1979.



SURAT TUGAS

Nomor : /UN12.13/LT/2020

Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Sam Ratulangi
Manado, dengan ini menugaskan kepada :

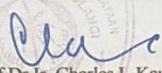
1. Nama : JIMMY RIMBING (Ketua)
NIP : 195906181987031002
Jabatan : Lektor Kepala
2. Nama : REITY ANNASTASSIE GRACE ENGKA (Anggota)
NIP : 196508211990032001
Jabatan : Lektor Kepala
3. Nama : ASSA BERTY HERNY (Anggota)
NIP : 195712181986021001
Jabatan : Lektor Kepala

Untuk melaksanakan Penelitian Skim RISET TERAPAN UNGGULAN UNSRAT, yang di
danai oleh dana Institusi tahun 2020 dengan judul : "Formulasi Insektisida Nabati
Berdasarkan Konsentrasi Untuk Mencegah Serangan Hama Penggerek Buah Kakao,
Conopomorpha cramerella dan Pengisap Buah, Helopeltis sp di Bolaang Mongondow".

Demikian surat tugas ini dibuat untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Manado, April 2020

Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian
Kepada Masyarakat


Prof. Dr. Ir. Charles L. Kaunang, MS
NIP : 195910181986031002

LAMPIRAN 2. Aplikasi Insektisida Bawang Putih Oleh Tim Peneliti dan Petani



LAMPIRAN 3. Panen Buah Kakao



LAMPIRAN 4. Tim Peneliti Unsrat





KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA
REPUBLIK INDONESIA
DIREKTORAT JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL
Jl. HR. Rasuna Said kav 8-9 Kuningan, Jakarta Selatan, 12940
Telepon: (021) 57905611 Faksimili: (021) 57905611
Laman: <http://www.dgip.go.id> Surel: permohonan.paten@dgip.go.id

Nomor : HKI.3-KI.05.01.02.S00202009090

30 November 2020

Sifat : Biasa

Lampiran : 1 (satu) Berkas

Hal : Pemberitahuan Persyaratan Formalitas Telah Dipenuhi

Yth. Universitas Sam Ratulangi

Jl. Kampus Unsrat, Manado

Dengan ini diberitahukan bahwa Permohonan Paten :

Tanggal Pengajuan	: 27 November 2020
(21) Nomor Permohonan	: S00202009090
(71) Pemohon	: Sentra KI Universitas Sam Ratulangi
(54) Judul Inovasi	: FORMULASI INSEKTISIDA NABATI BAWANG PUTIH MENEKAN KERUSAKAN BUAH KAKAO OLEH <i>Conopomorpha cramerella</i>
(30) Data Prioritas	:
(74) Konsultan HKI	:
(22) Tanggal Penerimaan	: 27 November 2020

Telah melewati tahap pemeriksaan formalitas dan semua persyaratan formalitas telah dipenuhi. Untuk itu akan dilakukan :

1. Pengumuman, segera 7 (tujuh) hari setelah 18 (delapan belas) bulan sejak tanggal penerimaan atau tanggal prioritas dalam hal Paten Biasa (Pasal 46 UU No 13 Tahun 2016); atau segera 7 (tujuh) hari setelah 3 bulan sejak tanggal penerimaan atau tanggal prioritas, dalam hal Paten Sederhana (Pasal 123 UU No 13 Tahun 2016).
2. Pemeriksaan Substantif segera setelah masa publikasi selesai dan pemohon telah mengajukan permohonan pemeriksaan substantif (Pasal 51 UU No 13 Tahun 2016).

Selain itu hal-hal yang perlu diperhatikan adalah sebagai berikut :

1. Permohonan pemeriksaan substantif diajukan selambat-lambatnya 36 (tiga puluh enam) bulan sejak tanggal penerimaan untuk permohonan paten biasa dan selambat-lambatnya 6 (enam) bulan sejak tanggal penerimaan untuk permohonan paten sederhana, dengan disertai biaya sesuai yang tercantum pada PP No. 28 Tahun 2019
2. Tidak diajukan permohonan pemeriksaan substantif dalam jangka waktu yang ditentukan tersebut mengakibatkan permohonan paten ini dianggap ditarik kembali
3. Harap melakukan pembayaran kelebihan 0 buah klaim (@75.000) sebesar Rp. 0
4. Pembayaran tambahan biaya akibat kelebihan jumlah klaim, dilakukan selambat-lambatnya pada saat pengajuan pemeriksaan substantif. Apabila tambahan biaya tidak dibayarkan dalam jangka waktu sebagaimana dimaksud maka kelebihan jumlah klaim dianggap ditarik kembali (Pasal 18 ayat 4 Permenkumham no 38 tahun 2018)
5. Jumlah halaman deskripsi yang terbayar halaman (Bila halaman deskripsi lebih dari 30)

Catatan :



a.n Direktur Paten, Desain Tata Letak
Sirkuit Terpadu dan Rahasia Dagang
Kasubdit Permohonan dan Publikasi

Stephanie Valentina Yuyu Kano, S.H., M.H.
NIP. 196411081991032002

Tembusan:
Direktur Jenderal Kekayaan Intelektual.



KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA
REPUBLIK INDONESIA
DIREKTORAT JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL
Jl. HR. Rasuna Said kav 8-9 Kuningan, Jakarta Selatan, 12940
Telepon: (021) 57905611 Faksimili: (021) 57905611
Laman: <http://www.dgip.go.id> Surel: permohonan.paten@dgip.go.id

BIBLIOGRAFI

- (54) Judul Invensi : FORMULASI INSEKTISIDA NABATI BAWANG PUTIH MENEKAN KERUSAKAN BUAH KAKAO OLEH *Conopomorpha cramerella*
- (51) Klarifikasi (IPC) :
- (21) Nomor Permohonan : S00202009090
- (22) Tanggal Penerimaan : 27 November 2020
- (71) Yang mengajukan Permohonan : Sentra KI Universitas Sam Ratulangi Paten
- (72) Inventor : 1. Jimmy Rimbing
2. Reity A Engka
3. Berty H Assa
- (74) Konsultan HKI :
- (30) Data Prioritas :
Agar Diumumkan setelah :
tanggal
No, Gambar yang menyertai :
abstrak pada saat
pengumuman