

LAPORAN AKHIR
RISET TERAPAN UNGGULAN UNSRAT



JUDUL PENELITIAN

**KETERTARIKAN KADAR ETANOL CAP TIKUS DAN METANOL
TERHADAP HAMA PENGGEREK BUAH KOPI, *Hypothenemus hampei* Ferr
DI KECAMATAN MODAYAG**

TIM PENGUSUL

DR. IR. JIMMY RIMBING, MP 195906181987031002
DR. FRANGKY H RORONG, SP., MSi 198402062012121001
IR. MAX MARTHEN RATULANGI, MS 195705161985031002

MAHASISWA

HEASEL Y. LANGKAI, 17031109016
JOSUA N PALEMBUNG, 17031109017
CHRISTMAS MINGKID, 18031109003

UNIVERSITAS SAM RATULANGI
NOVEMBER, 2022

Dibiayai oleh :
Daftar Isian Pelaksanaan Anggaran (DIPA) Badan Layanan Umum
Nomor: S{ DIPA-023.17.2.677519/2022
Universitas Sam Ratulangi



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
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 (RISET TERAPAN UNGGULAN UNSRAT)

JUDUL KEGIATAN : KETERTARIKAN KADAR ETANOL CAP TIKUS DAN METANOL TERHADAP HAMA PENGGEREK BUAH KOPI, HYPOTHENEMUS HAMPEI TANAMAN KOPI DI KECAMATAN MODAYAG

Ketua Peneliti
Nama Lengkap : JIMMY RIMBING
Perguruan Tinggi : Universitas Sam Ratulangi
NIP : 195906181987031002
Jab.Fungsional : Lektor Kepala
Prodi : PROTEKSI TANAMAN
Fakultas : PERTANIAN
Nomor HP : 081340423141
Email : jimmyrimbing@gmail.com
Usulan Biaya : Rp 50,000,000
Biaya Maksimum : Rp 50,000,000
Lama Penelitian : 6 bulan

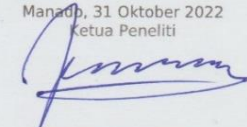
Anggota Peneliti (1)
Nama Lengkap : FRANGKY HENDRA RORONG
NIP : 198402062012121001
Perguruan Tinggi : Universitas Sam Ratulangi
Anggota Peneliti (2)
Nama Lengkap : MAX MARTHEN RATULANGI
NIP : 195705161985031002
Perguruan Tinggi : Universitas Sam Ratulangi

Mahasiswa (1)
Nama Lengkap/NIM: Heasel Y Langkai / 17031109016
Mahasiswa (2)
Nama Lengkap/NIM: Josua Palembang / 17031109017
Mahasiswa (3)
Nama Lengkap/NIM: Christmas Mingkin / 18031109033

Mengetahui
Dekan Fakultas Pertanian Unsrat

Ir. Dedie Tooy, MS, Ph.D
NIP 196712301992031002

Manado, 31 Oktober 2022
Ketua Peneliti


JIMMY RIMBING
NIP 195906181987031002

Menyetujui
Ketua LPPM Universitas Sam Ratulangi

Prof. Dr. Ir. Jeffrey I. Kindangen, DEA
NIP 196506031990031003

RINGKASAN

Penggerek buah kopi (PBKo), menjadi masalah utama pada tanaman kopi diseluruh dunia termasuk Sulawesi Utara. Pengendalian dengan penggunaan patogen dan insektisida sintetik terhadap penggerek buah kopi belum memberikan hasil maksimal sehingga belum significant terhadap peningkatan produksi dalam kaitannya dengan ketahanan dan kemandirian pangan. Dulunya insektisida endosulfan direkomendasi sebagai pengendalian PBKo, karena PBKo menjadi resisten dan meninggal residu berbahaya bagi kesehatan manusia, sehingga tidak direkomendasi pengendalian PBKo pada pertanaman kopi di dunia. Sehubungan dengan maksud tersebut dipersiapkan teknologi pengendalian PBKo berwawasan lingkungan dengan menggunakan perangkap senyawa cap tikus dan methanol sebagai penarik kumbang PBKo.

Sebagai tujuan penelitian adalah 1) Mengkaji campuran beberapa kadar etanol cap tikus-metanol untuk menarik PBKo 2) Mengkaji secara tunggal kadar etanol cap tikus dan methanol sebagai perangkap populasi PBKo 3) Mengkaji serangga non target yang terperangkap pada campuran kadar etanol cap tikus-metanol, etanol cap tikus dan methanol secara tunggal 4)Mengkaji perkembangan populasi PBKo yang terperangkap pada perlakuan etanol cap tikus – methanol.

Lokasi penelitian telah dilaksanakan di Kecamatan Modayag, Percobaan disusun dalam rancangan acak kelompok (RAK) dengan 5 perlakuan dan diulang 4 kali. Perlakuan terdiri dari 1) kadar 70 % etanol cap tikus –methanol 2) kadar 60 % etanol cap tikus – methanol 3) kadar 70 % etanol cap tikus tunggal 4) kadar 60 % etanol cap tikus tunggal 5) methanol Sebagai blok penelitian terletak dalam baris tanaman kopi, untuk percobaan diperoleh 4 baris tanaman kopi. Setiap baris hanya diletakkan satu perlakuan perangkap berjarak 10 m dan jarak antar blok 20 m. Satu baris terdapat 5 perlakuan yang diacak dalam baris tanaman. Luas pertanaman kopi yang digunakan dalam percobaan kurang lebih 0,5 ha.

Botol perangkap yang digunakan sebagai perangkap PBKo adalah botol mineral berkapasitas 1,5 liter air. Botol mineral 1,5 liter yang dibuat lubang 5 x 7 cm berhadapan sebagai tempat masuk PBKo, dan serangga non target, kemudian bagian bawah botol mineral diberi air 200 ml dan 2 ml deterjen sebagai tempat penampungan PBKo. Kedalam botol mineral tersebut dimasukkan botol 3 x 5 cm yang telah berisi etanol cap tikus-metanol 20 ml. Botol berukuran kecil tersebut dibuat 10 lubang agar senyawa kimia dapat berdifusi untuk menarik PBKo. Perangkap etanol cap tikus-metanol digantung pada pohon kopi dengan ketinggian 1,5 m dari permukaan tanah. Setiap 7 hari etanol cap tikus-metanol diganti yang baru selama 5 kali, bersamaan dengan waktu pengambilan populasi PBKo dan serangga non target. PBKo dan serangga non target yang diambil dari lapangan diawet dengan alcohol sintetik 70 %.

Perangkap dengan atraktan etanol, methanol dan campuran kedua dapat menarik PBKo dan serangga non target. Perangkap dengan kadar cap tikus 60 % (25,50 ekor per 35 hari dan 70 % (39,25 ekor per 35 hari) hanya menghasilkan populasi terperangkap tergolong rendah. Perangkap campuran cap tikus dengan methanol 182,25 ekor per 35 hari. Meskipun cap tikus populasi PBKo terperangkap tergolong rendah, tetapi dicampur dengan methanol menjadi senegisme. Pada awal peletakkan atraktan populasi terperangkap tergolong rendah, meningkat peletakkan kedua dan seterusnya. Perkembangan populasi PBKo yang terperangkap tidak menunjukkan fluktuasi populasi, tetapi terjadi peningkatan secara garis lurus. Selama penelitian berlangsung terjadi musim hujan sehingga populasi PBKo terperangkap pada perlakuan atraktan masih tergolong rendah. Selain hama PBKo yang terperangkap telah ditemukan pula serangga seperti Lepidoptera, Coleopetera, Homoptera, Hymenoptera Diptera dan Orthoptera. Kombinasi cap tikus dengan methanol dapat digunakan untuk monitoring dan pengendalian PBKo

PRAKATA

Hama penggerek buah kopi PBKo merupakan masalah utama pada tanaman kopi di seluruh dunia termasuk di Kecamatan Modayag. Dampak serangan PBKo menyebabkan terjadi penurunan kualitas dan kuantitas produksi. Sentra produksi tanaman kopi di Modayag dan sekitarnya telah dilakukan penebangan pohon kopi oleh petani disebabkan output dan input tidak seimbang disebabkan oleh PBKo. Sudah ratusan hektar tanaman kopi telah ditebang oleh petani.

Dalam rangkaian pengembangan tanaman kopi di Sulawesi Utara, maka penggerek buah kopi harus dilakukan tindakan pengendalian agar tidak menimbulkan kerugian bagi petani. Teknologi pengendalian hama penggerek buah kopi kakao diarahkan penggunaan senyawa kimia etanol cap tikus dan methanol sebagai atraktan atau penarik kumbang penggerek buah kopi.

Pencapaian kegiatan penelitian dalam melindungi buah kopi, maka telah dilakukan penelitian tentang aplikasi perbandingan methanol dengan cap tikus. Penelitian ini telah dilaksanakan selama kurang lebih 5 bulan di perkebunan kopi milik petani di Kecamatan Modayag. Penelitian ini terlaksana dengan adanya dukungan dana penelitian dari Universitas Sam Ratulangi yang diberikan kepada peneliti.

Pada kesempatan ini kami menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada: Rektor Universitas Sam Ratulangi yang telah mensponsori dengan memberi dana sehingga penelitian dapat terlaksana. Melalui penelitian ini kami mengucapkan terimakasih kepada Pimpinan Lembaga Penelitian yang telah memberi arahan kepada kami tim peneliti sehingga penelitian bisa terlaksana, Terima kasih kepada Bapak Dekan 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 2022
Ketua Tim Peneliti

Jimmy Rimbing

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	i
RINGKASAN.....	iv
PRAKATA.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1. Biologi dan Ekologi PBKo.....	3
2.2. Perangkap.....	4
BAB III TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN.....	5
3.1. Tujuan Penelitian.....	5
3.2. Manfaat Penelitian.....	5
BAB IV METODE PENELITIAN.....	7
4.1. Diagram Alir Penelitian Diagram Alir Penelitian	7
4.2. Tempat dan Waktu Penelitian	8
4.3. Metode.....	8
4.4 Analisis Data.....	9
4.5. Kadar Etanol Cap Tikus.....	9
BAB V HASIL DAN LUARAN DICAPAI	11
5.1. Hasil yang Dicapai	11
5.2. Luaran yang Dicapai.....	18
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	19
6.1. Kesimpulan	19
6.2 Saran.....	19
DAFTAR PUSTAKA.....	20

DAFTAR GAMBAR

No		Halaman
1	Lokasi Penelitian di Kecamatan Modayag	9
2	Tim Peneliti Menyediakan Atraktan Untuk Diaplikasi pada Tanaman Kopi	10
3	Peneliti Mengantungkan Perangkap Atraktan Pada Pohon Kopi	10
4	Pengambilan Sampel Serangga Pada Botol Perangkap Atraktan	10

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kopi merupakan komoditas andalan perkebunan Sulawesi Utara, sebagai sumber pendapatan petani. Indonesia produksi kopi 692,10 kg/ha, produksi tersebut masih tergolong rendah dibandingkan Colombia, Mexico dan Vitnam 840,2 kg/ha (Anonim, 2018), sementara Sulawesi Utara produksi kopi tergolong sangat rendah 502,07 kg/ha (Anonim, 2019). Penggerek buah kopi (PBKo), *Hypothenemus hampei*. hama utama tanaman kopi di seluruh dunia (Infante, *et al* 2012; Wiryadiputra, 2012). Kerusakan PBKo di Indonesia mencapai 50% (Wiryadiputra, 2012). Hama *H. hampei* ini selain menyerang biji kopi di pertanaman juga dapat menyerang pula biji kopi di penyimpanan. Adanya serangan pada sampai tempat penyimpanan karena stadia pradewasa hidup dalam biji kopi.

PBKo menyerang buah kopi pada saat masih muda dan matang. Serangan buah muda menyebabkan gugur buah, sedangkan serangan buah tua penurunan kualitas dan kuantitas (Damon, 2000; Jaramillo, dkk 2006). Kerusakan buah kopi akibat PBKo 25,2–32% (Subawa dan Sudarsono, 2011) dengan penurunan produksi 20–30% (Hayata, 2016). Serangan buah kopi oleh PBKo di Kecamatan Modayag 65 – 95 % (Rimbing, dkk 2021). Pengendalian PBKo oleh petani di Bolaang Mongondow dengan aplikasi insektisida sintetik, tetapi belum memberikan hasil yang nyata. Insektisida belum memberikan hasil yang nyata sehingga petani hanya melakukan sanitasi, namun belum nyata terhadap penurunan serangan PBKo. Insektisida yang umum digunakan untuk pengendalian PBKo adalah endosulfan, tetapi insektisida tersebut dilarang dibanyak negara karena toksisitasnya terhadap manusia dan resistensi insektisida pada PBKo (Silva *et al*, 2006; Damon, 2000).

PBKo terus menjadi tantangan besar bagi petani kopi di seluruh dunia, karena hama ini hidup berada dalam biji kopi (Vega, *et al* 2017). PBKo adalah hama tropis, dengan inang utamanya adalah tanaman kopi. Kerugian setiap tahun melebihi US \$ 500 juta dan 25 juta petani terkena dampak terhadap PBKo di seluruh dunia (Jaramillo, *et al*, 2013). Serangan hama PBKo di Indonesia mencapai 50% (Wiryadiputra, 2012). Di Brasil, kerugian tahunan oleh hama ini melampaui US \$ 300 juta (Oliveira *et al*, 2013).

Permintaan biji kopi dunia mengarah pada kopi organik, yaitu dibudidayakan tanpa menggunakan pestisida sintetik (Wiryadiputra, 2014). Penggunaan perangkap atraktan merupakan salah satu teknik pencuplikan serangga yang mulai banyak dipergunakan untuk pengendalian hama (Yi *et al*. 2012). Solusi pengendalian ramah lingkungan terhadap populasi

PBKo digunakan atraktan untuk menarik serangga dewasa atau imago, sehingga populasi pada pertanaman kopi menjadi berkurang. Kesulitan mendapatkan atraktan secara alami untuk menarik populasi imago betina. Saat ini telah diketahui bahwa atraktan cap tikus diketahui sebagai penarik imago betina PBKo. Rimbing dkk (2021) etanol cap tikus dapat berperan sebagai atraktan terhadap populasi kumbang PBKo betina. PBKo tertarik pada campuran ethanol - methanol (Lima, *et al*, 2010). Campuran etanol-metanol penangkapan PBKo tergolong tinggi (Vega *et al*, 2015). Gugule, dkk (2019) kadar etanol cap tikus dapat mencapai 95 % melalui distilasi. Sehubungan dengan maksud tersebut, maka telah dilaksanakan penelitian ini digunakan beberapa kadar etanol cap tikus dicampur dengan methanol sintetik sebagai atraktan penarik imago betina PBKo. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas pemanfaatan atraktan kadar etanol cap tikus yang dicampur dengan methanol sebagai perangkap populasi PBKo pada pertanaman kopi.

BAB. II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Biologi dan Ekologi PBKo

PBKo (Coleoptera; Curculionidae; subfamily Scolytinae) merupakan salah satu hama utama terjadinya penurunan produksi dan mutu kopi secara nyata. PBKo menyerang semua jenis kopi. Kumbang betina menyerang pada 8 minggu setelah pembungaan saat buah kopi masih lunak, kemudian menyerang buah kopi yang sudah mengeras sebagai tempat berkembang biak. Serangan bijinya masih lunak (hijau) mengakibatkan buah tidak berkembang, menjadi kuning kemerahan dan akhirnya gugur, sedangkan serangan bijinya telah mengeras berakibat penurunan mutu biji kopi karena biji berlubang (Meiln *et al.*, 2017).

Imago betina lebih besar daripada jantan, panjang imago betina kurang lebih 1,7 mm dan lebar 0,7 mm sedangkan panjang imago jantan kurang lebih 1,2 mm dan lebar 0.6-0,7 mm. Bentuk tubuh bulat dan berwarna hitam kecoklatan, jantan tidak bisa terbang karena sayap tidak berkembang dengan baik dan memiliki antena dengan panjang sekitar 1,5 mm pada bagian kepala yang berbentuk segitiga dan ditutupi rambut halus (Vijayalakshmi *et al.*, 2013; Meiln *et al.*, 2017).

Serangga betina meletakkan telur pada buah kopi memiliki endosperma keras. Kumbang betina mampu bertelur rata-rata sebanyak 56 telur dan melakukan oviposisi hingga 40 hari (Vega *et al.*, 2015). Kumbang betina dapat bertelur sebanyak 74 telur dan menghasilkan 2-3 telur per hari, namun mampu bertelur hingga 199 telur. Telur diletakkan di dalam biji kopi menetas 5-6 hari dan larva tersebut memperoleh makanan dari hasil gerakan induknya (Manurung, 2010). Umur serangga jantan 103 hari, sedang betina dapat mencapai 282 hari dengan rata-rata 156 hari. Serangga betina mengadakan penerbangan pada sore hari sekitar 16.00 - 18.00 (Wiryadiputra, 2012). Siklus hidupnya dari telur hingga menjadi imago 25 - 33 hari, Sehingga dalam satu tahun 8-10 generasi

Serangan *H. hampei* sangat dipengaruhi suhu, kelembapan, ketinggian tempat, cara budidaya, dan varietas. Kondisi lingkungan sangat mempengaruhi kemampuan kumbang PBKo menyerang buah kopi (Sera *et al.*, 2010). Suhu optimum untuk perkembangan kumbang PBKo 20–33 °C. Pada suhu ≤ 15 °C atau ≥ 35 °C kumbang betina sering gagal menggerak buah kopi, bila mampu menggerak PBKo tidak dapat bertelur (Jaramillo *et al.*, 2009; Silva, *et al.*, 2014). Kelembapan optimum untuk perkembangan PBKo berkisar 90%–95% (Sera *et al.*, 2010). Pertanaman kopi dengan naungan yang terlalu rapat sangat mendukung perkembangan PBKo dibandingkan tanaman dengan kurang penanung (terbuka). Naungan rapat, buah yang terinfestasi PBKo 5 kali

lebih banyak dan perkembangan PBKo lebih cepat dibandingkan dengan tanaman tanpa atau kurang naungan. Demikian juga pembuahannya sepanjang tahun akan mendukung keberlanjutan pembiakan PBKo (Susilo, 2008). Spesies *Coffea arabica* lebih peka terhadap serangan hama PBKo dibandingkan spesies *Coffea canephora* (Soesanthy dkk. 2016).

Berbagai laporan menguraikan bahwa parasitoid penggerek buah kopi yang telah diketahui adalah *Prorops nasuta*, *Cryptoxilos* sp. dan *Cephalonomia hyalinipennis*. Studi menunjukkan bahwa PBKo, selain hidup dalam buah kopi, hama ini juga menyerang tanaman *Tephrosia*, *Crotalaria*, *Caesalpinia*, dan *Leucaena glauca* yang sering digunakan sebagai tanaman penangung/penutup tanah. Beberapa teknik pengendalian PBKo yang telah dilakukan antara lain secara mekanis, agens hayati (parasitoid, dan jamur entomopatogen), kimiawi, dan penggunaan insektisida nabati (Wiryadiputra, 2012).

2.2. Perangkap

Penggunaan perangkap merupakan suatu metode sederhana untuk mengetahui ukuran relatif serangga dan mendeteksi awal munculnya serangga. Metode ini lebih efisien dibandingkan dengan metode satuan unit contoh, karena perangkap langsung mengumpulkan serangga yang berada di sekitar tanaman. Efisiensi perangkap dapat ditingkatkan dengan penggunaan umpan berupa makanan maupun zat atraktan. Kesesuaian isyarat visual maupun isyarat kimia akan menyebabkan serangga lebih tertarik menemukan inang (Sunarno, 2011). Respon serangga dapat berupa gerak mendekat, menjauh maupun mematikan serangga secara perlahan (Schimoda and Honda, 2013).

Atraktan atau zat penarik merupakan zat kimia yang dapat menyebabkan serangga bergerak mendekati sumber zat tersebut. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penemuan inang oleh PBKo diatur oleh isyarat penciuman dan beberapa senyawa organik kopi yang mudah menguap untuk PBKo (Jaramillo *et al*, 2011). Di antaranya adalah chalcogran, verbenone, apinene, dan spiroacetals conophthorin, 1,6 dioxaspiro (Gongora *et al*, 2001).

Serangga pada umumnya merespons rangsangan visual dan interaksi antara respons visual dan bahan kimia dapat terjadi (Silva *et al* 2016). Selama periode reproduksi untuk tanaman kopi, atraktan biji kopi yang dilepaskan dari perangkap mungkin kurang berpengaruh dengan adanya atraktan alami yang dilepaskan dari buah, meskipun etanol merupakan komponen penting dari volatil pada biji kopi (Ortiz *et al* 2014). Volatilitas daun hijau, terutama Z-3-hexenol, sangat repellent terhadap PBKo, 3-methylcyclohex-2-en-1-one tidak repellent sedangkan verbenone sedikit repellent dan alpha-pinene menunjukkan repellent. Perangkap yang paling

efektif untuk PBKo betina dibuat dari cangkir putih kecil yang diberi umpan dengan memancarkan 186 mg / 24 jam dari 3: 1 metanol: etanol. (Borbon *et al*, 2000)

Njihia *et al*. 2014) mengidentifikasi brocain sebagai penarik pada dosis rendah dan sebagai penolak pada dosis tinggi (> 160 ng / μ l). Frontalin (1,5-dimethyl-6,8-dioxabicyclo juga ditemukan memiliki efek penolak (> 40 ng / μ l). (E, E) - α -farnesene, sebagai pengusir potensial PBKo di laboratorium dan uji lapangan (Vega *et al*, 2017). Volatilitas dapat mengurangi kompetisi intraspesifik (Vega *et al*. 2015).

Di Minahasa pohon aren atau disebut pohon Seho merupakan tanaman produksi nira oleh masyarakat untuk pembuatan gula merah, saguer (tuak) bahkan menghasilkan alkohol atau etanol (Gugule dkk, 2019). Tinggi rendahnya kadar alkohol pada cap tikus tergantung pada kualitas penyulingan. Semakin bagus sistem penyulingannya, semakin tinggi pula kadar alkoholnya. Cap Tikus adalah jenis cairan berkadar alkohol rata-rata 35-95 persen yang dihasilkan melalui penyulingan saguer yang dapat digunakan sebagai penarik PBKo untuk monitoring dan pengendalian. Penelitian oleh Rimbing dkk, 2021 etanol cap tikus dapat menarik PBKo pada tanaman kopi.

BAB III. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

3.1. Tujuan Penelitian

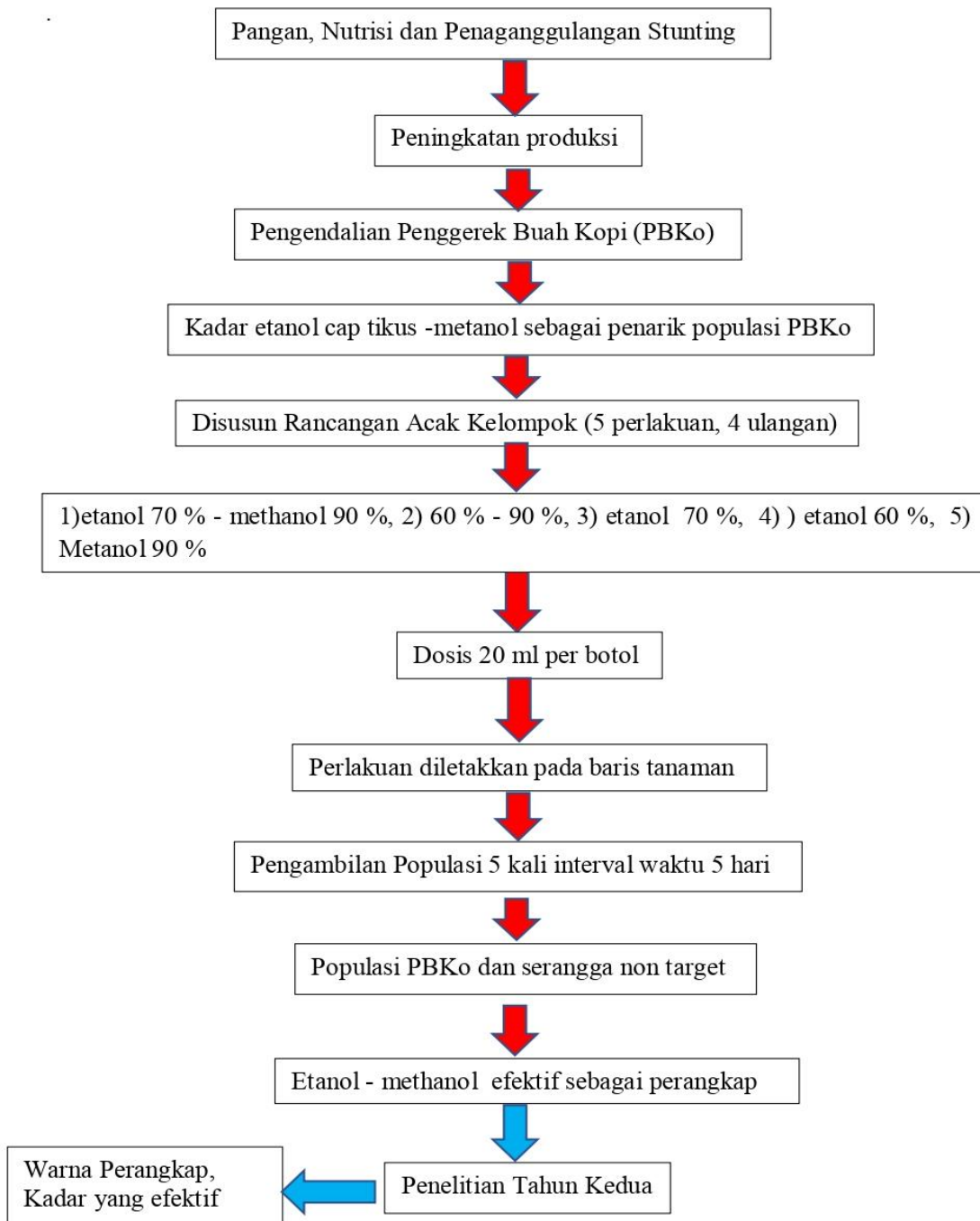
1. Mengkaji campuran kadar etanol cap tikus dengan methanol untuk perangkap populasi PBKo
2. Mengkaji beberapa kadar etanol cap tikus secara tunggal dan methanol untuk perangkap populasi PBKo
3. Mengkaji serangga non target terperangkap pada kadar etanol-matanol campuran dan tunggal
4. Mengkaji perkembangan populasi PBKo terperangkap pada setiap perlakuan

3.2. Manfaat Penelitian

1. Diperoleh campuran kadar etanol cap tikus dengan methanol yang lebih efektif untuk menarik populasi kumbang betina.
2. Diketahui secara tunggal beberapa kadar etanol cap tikus yang efektif menarik populasi PBKo.
3. Diperoleh serangga non target yang tertarik campuran etanol cap tikus dengan methanol maupun secara tunggal.
4. Diketahui fluktuasi populasi PBKo yang terperangkap campuran etanol cap tikus dengan methanol, etanol cap tikus secara tunggal, dan metanol
5. Publikasi jurnal reputasi dan pertemuan ilmiah nasional/internasional, HKI, dan bahan ajar,

BAB IV. METODE PENELITIAN

4.1. Diagram Alir Penelitian



4.2. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada sentra tanaman kopi di Kecamatan Modayag. (Gambar 1) Ketinggian tempat 726 m dpl dan lokasi penelitian diukur koordinat melalui Global Positioning System (GPS). Waktu yang diperlukan dalam penelitian selama kurang lebih 6 bulan.

4.3. Metode

Tanaman kopi yang digunakan dalam percobaan adalah Robusta. Tanaman kopi digunakan adalah memiliki tanaman naungan dadap (*Erythrina* sp). Percobaan disusun dalam rancangan acak kelompok (RAK) dengan 5 perlakuan dan diulang 4 kali. Perlakuan atraktan terdiri dari campuran etanol cap tikus – methanol dan secara tunggal. Campuran etanol cap tikus -metanol yang digunakan adalah 1 : 1. Percobaan adalah sebagai berikut:

- 1) Eetanol cap tikus 70 % : methanol 90 % ,
- 2) Etanol cap tikus 60 % : methanol 90 %
- 3) Etanol cap tikus 70 %
- 4) Etanol cap tikus 60 % .
- 5) Metanol

Percobaan terdiri dari 20 subperlakuan (4 ulangan/blok x 5 perlakuan). Perangkap sebagai penarik PBKo terletak dalam baris tanaman kopi. Setiap titik sebagai perlakuan diletakkan satu perlakuan sehingga satu baris tanaman kopi terdapat 5 perlakuan, setiap perlakuan diacak dalam baris. Jarak antar setiap perlakuan dalam baris 10 m, sedang jarak antar blok pengamatan 20 m. Perangkap etanol cap tikus-metanol digantungkan pada pohon kopi. Populasi betina PBKo terperangkap dimulai 5, 10,15, 20 dan 25 hari. Populasi PBKo, dihitung 5 hari setelah peletakkan perangkap, kemudian dilakukan secara kontinu selama 5 kali.

1. Prosedur Aplikasi Perlakuan

Botol mineral 1,5 liter dibuat lubang 5 x 7 cm sebagai tempat masuk PBKo dan serangga non target. Botol plastik 3 x 5 cm berisi campuran dan tunggal etanol cap tikus-metanol 20 ml sebagai penarik PBKo diletakkan dalam botol mineral, kemudian dikait dengan tali bagian tutup atas, sedangkan bagian bawah diberi air 100 ml + 2 ml deterjen cair untuk menampung serangga. Botol 3 x 5 cm dibuat 10 lubang berukuran 0,5 mm agar atractan berdifusi sebagai penarik PBKo. Perangkap etanol cap tikus dan metanol digantung pada pohon kopi dengan ketinggian $\pm 1,5$ m dari permukaan tanah. Setiap pengambilan populasi serangga pada perangkap selama 5 hari diganti etanol cap tikus – methanol yang baru, berlanjut sampai 5 kali.

2. Identifikasi Serangga

Serangga non target tertangkap pada media perangkap dipisahkan berdasarkan ordo, selanjutnya diidentifikasi berdasarkan karakter morfologi, Identifikasi serangga menggunakan kunci identifikasi serangga. Serangga yang telah diidentifikasi selanjutnya dihitung populasi serangga.

4.4. Analisis Data

Populasi PBKo yang diperoleh dari perangkap digunakan analisis varians (Anova) dengan uji perbedaan significant $p < 0.05$, kemudian dilanjutkan dengan uji jarak berganda (DMRT) pada $p < 0.05$ yang berpengaruh nyata terhadap perlakuan. Data yang diperoleh dari hasil penelitian dianalisis dengan program aplikasi SPSS versi 23

4.5. Kadar Etanol Cap Tikus

Etanol cap tikus digunakan diambil dari petani Minahasa Selatan melalui penyulingan. Etanol cap tikus berasal dari nira pohon aren, kemudian nira yang berada dalam drum dipanaskan dan dihubungkan dengan bambu, ujung bambu disediakan penampung untuk etanol cap tikus, selanjutnya diukur kadar etanol sesuai perlakuan dengan alat Alkohol Meter. Kadar methanol 90 % telah tersedia melalui distributor bahan kimia di Jakarta.



Gambar 1. Lokasi Penelitian di Kecamatan Modayag



Gambar 2. Tim Peneliti Menyediakan Atraktan Untuk Diaplikasi pada Tanaman Kopi



Gambar 3. Peneliti Mengantungkan Perangkat Atraktan Pada Pohon Kopi



Gambar 4. Pengambilan Sampel Serangga Pada Botol Perangkat Atraktan

BAB V. HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI

5.1. Hasil Yang Dicapai

5.1.1. Atraktan Dalam Penggerek Buah Kopi (PBKo)

Aplikasi atraktan cap tikus, methanol dan campuran keduanya pada pertanaman kopi telah dapat menarik populasi imago betina PBKo. Adanya imago tertangkap akan mempengaruhi serangan dan kerusakan buah kopi. Dalam percobaan ini tidak ukur sampai sejauh mana penurunan serangan dan kerusakan buah oleh PBKo dengan penggunaan aktraktan. Sudah pasti setiap organisme atau serangga herbivor akan merusak dan memakan bagian tanaman seperti buah kopi. Terdapat indikasi bahwa semakin tinggi nilai kepadatan populasi hama sudah tentu kerusakan tanaman, dalam hal ini buah kopi akan semakin tinggi pula oleh serangan PBKo. Purba dkk (2015) melaporkan kepadatan populasi PBKo memiliki hubungan dengan persentase kehilangan hasil.

Perangkap dengan kadar atraktan etanol cap tikus, methanol dan campuran keduanya populasi penggerek buah kopi betina yang tertangkap berbeda pada setiap perlakuan. Terdapat kecendrungan populasi penggerek buah kopi terperangkap terendah terdapat pada kadar etanol cap tikus. Demikian pula dilaporkan oleh Rimbing dkk (2022) populasi imago betina yang tertangkap terendah terdapat pada etanol cap tikus. Perlakuan dua kadar cap tikus populasi kumbang atau imago betina terperangkap tergolong rendah dibandingkan dengan campuran methanol dengan cap tikus atau methanol, hal ini menunjukkan bahwa kadar etanol cap tikus kurang menarik kumbang betina. Populasi kumbang yang terperangkap tergolong rendah mungkin dipengaruhi sifat volatile dari senyawa cap tikus yang berdifusi masih rendah, sehingga populasi PBKo yang terperangkap menjadi rendah. Njihia dkk. (2014) mengidentifikasi frontalin dan conophthorin dalam buah kopi sebagai senyawa repellent terhadap penggerek buah kopi. Terdapat dua senyawa volatil dalam genus Coffea, yaitu cis-3-heksenil asetat dan cis-3-hexenol, dapat menolak penggerek buah kopi bila digunakan bersama-sama (Borbon dkk., 2000). Dimungkinkan bahwa senyawa yang terdapat pada cap tikus tidak menjadi repellent terhadap penggerek buah, tetapi senyawa kimia yang terkandung tidak bersifat volatile yang tinggi seperti methanol. Penguapan methanol lebih cepat dibandingkan etanol cap tikus. Pengamatan di lapangan menunjukkan jumlah atraktan 15 ml per botol selama 7 hari habis untuk methanol, sedangkan cap tikus masih tersisa 3 – 5 ml per botol. Atraktan cap tikus banyak tertarik pada serangga non target yakni lepidoptera. Bila atraktan cap tikus telah ditemukan ordo Lepidoptera,

populasi penggerek buah kopi yang terperangkap menjadi sangat rendah. Hal ini menunjukkan bahwa serangga lepidoptera dapat menyebabkan repellent terhadap penggerek buah kopi.

Dalam percobaan dengan cap tikus 15 ml selama 1 minggu pada pertanaman kopi masih ditemukan sebagian cap tikus 3 – 5 ml, sedangkan methanol secara tunggal habis terpakai sebagai umpan atraktan. Untuk campuran methanol dengan etanol cap tikus masih tersisa, tetapi jumlah lebih rendah dibandingkan pada etanol cap tikus. Hal ini menunjukkan bahwa methanol telah habis terpakai disebabkan penguapan methanol dalam bentuk gas lebih cepat dibandingkan dengan etanol cap tikus. Etanol cap tikus tidak bersifat repellent, karena campuran etanol dan methanol populasi penggerek buah kopi yang tertangkap menjadi lebih tinggi dibandingkan etanol dan methanol secara terpisah. Atraktan etanol, methanol dan campuran keduanya bila ditemukan beberapa spesies seperti Lepidoptera, populasi penggerek buah kopi yang terperangkap menjadi lebih rendah. Populasi penggerek buah kopi terperangkap hanya 2 ekor, tetapi tanpa lepidoptera populasi PBKo terperangkap lebih dari 2 ekor. Pada atraktan yang tidak terperangkap populasi Lepidoptera menyebabkan populasi penggerek buah kopi yang tertangkap pada methanol, etanol cap tikus dan campuran etanol dengan methanol menjadi maksimal.

5.1.2. Populasi Penggerek Buah Kopi

Botol mineral transparan yang diberi aktraktan mampu menarik penggerek buah kopi. Selain penggerek buah kopi yang terperangkap ditemukan ordo Lepidoptera (kupu-kupu dan ngengat), Homoptera (Cicada), Orthoptera, Hymenoptera, Diptera dan Coleopetera. Populasi serangga non target yang menjadi dominan pada tanaman kopi yang terperangkap adalah Lepidoptera, namun peranan Lepidoptera yang tertangkap pada umumnya belum diketahui pasti, tetapi terdapat satu genus dari Lepidoptera adalah *Amathusia* sp. Serangga ini merupakan hama tanaman kelapa. Pada tanaman pangan dan hortikultura untuk serangga hama yang menyerang dan menimbulkan kerusakan yang cukup berarti terdapat untuk ordo Lepidoptera seperti *Scirpophaga innotata*, *Crocidolomia binotalis*, *Conopomorpha cramerella*, *Spodoptera frugiperda*, *Cryptophasa watungi*, dan *Amathusia* sp.

Penggerek buah kopi terperangkap pada atraktan cap tikus, campuran methanol dengan cap tikus dan methanol adalah kumbang betina atau serangga dewasa, sedangkan jantan tidak dapat terperangkap disebabkan kumbang jantan hanya tinggal didalam buah kopi dan tidak aktif terbang seperti kumbang betina. Serangga jantan tidak aktif terbang, karena sayapnya tidak berkembang secara sempurna seperti PBKo betina. Aplikasi atraktan tidak mampu menarik larva

penggerek buah kopi karena berada dalam buah kopi, sedangkan pupanya tidak aktif dan persiapan menjadi imago atau kumbang dewasa. Populasi penggerek buah kopi yang terperangkap pada perangkap dengan menggunakan atraktan bervariasi, dimana terdapat perlakuan kadar etanol cap tikus dengan populasi yang terperangkap PBKo rendah, tetapi campuran etanol cap tikus dengan methanol populasi terperangkap tergolong tinggi. Hasil analisis varians kepadatan populasi penggerek buah kopi berpengaruh nyata pada perlakuan atraktan $F = 18.082$, $p < 0,000$.

Tabel 1. Kelimpahan populasi penggerek buah kopi Betina

Perlakuan	Populasi	Notasi
Cap tikus 60 %	25,50	a
Cap tikus 70 %	39,25	a
Cap Tikus + methanol (A)	182,25	b
Cap Tikus + Metanol (B)	142,00	b
Metanol	139,25	b

Sebagaimana yang tercatum dalam table 1 menunjukkan populasi penggerek buah kopi yang terendah pada penggunaan atraktan cap tikus, tetapi dapat berperan setelah dikombinasi dengan methanol yang dapat menghasilkan populasi penggerak buah kopi yang terperangkap tertinggi. Sebagaimana di laporkan Rimbing dkk (2021) bahwa populasi penggerek buah kopi yang terperangkap pada cap tikus tergolong rendah dibandingkan campuran cap tikus dengan methanol. Populasi penggerek buah kopi yang terperangkap dengan etanol tergolong rendah dari pada etanol+methanol ((Dufour and Fre´rot, 2008; Mendoza Mora 1991). Tingkat penangkapan yang lebih tinggi diperoleh dengan campuran etanol-metanol dibandingkan dengan yang diperoleh ketika metanol diuji secara terpisah (Silva *et al.* 2006). Tingkat penangkapan yang lebih tinggi diperoleh dengan campuran etanol-metanol dibandingkan dengan yang diperoleh ketika metanol diuji secara terpisah (Dufour and Fre´rot, 2008; Silva *et al.* 2006; Rimbing dkk, 2021). Etanol dengan kadar rendah tidak menjadi masalah terhadap penangkapan penggerek buah kopi dengan methanol, karena campuran methanol dan etanol dapat menghasilkan penggerek buah kopi yang terperangkap tergolong tinggi. Alfaro *et al* (2016) metanol: campuran etanol bervariasi dalam komposisi dari 97: 3 hingga 40:60 dianggap menarik bagi penggerek buah kopi. Volatile digunakan sebagai semiokimia untuk menarik penggerek buah kopi adalah etil alcohol

(99%) (etanol), metil alkohol (100%) (metanol) dengan rasio 1: 3, dan benzaldehida (Merck 99,5%, pada volume 1%, karena menjadi sinergis efek volatil).

Tekanan uap senyawa volatil yang tinggi dan berat molekulnya rendah menyebabkan senyawa volatil dapat mudah menyebar melalui fase gas. Senyawa volatil dapat berfungsi sebagai hormon atau alat mengidentifikasi makanan, pasangan, ko-spesifik, pesaing, predator maupun habitat yang sesuai (Pichersky et al., 2006). Terdapat indikasi bahwa berat molekul cap tikus tergolong tinggi senyawa volatil dari cap tikus untuk menyebar melalui fase gas tergolong rendah. Pemikatan serangga melalui emisi senyawa organik yang mudah menguap mungkin merupakan prinsip lebih lanjut sehingga serangga dapat menemukan jejak emisi tersebut dari perangkap botani. Senyawa volatil sering bertindak sebagai molekul pensinyalan, sebagai bentuk komunikasi antara senyawa volatil ke hewan atau antara tumbuhan ke tumbuhan (Dudareva et al., 2013).

Senyawa volatil adalah senyawa organik yang mudah menguap, terdiri dari kelas senyawa kimia organik dengan berat molekul rendah yang memiliki tekanan uap yang cukup besar dalam kondisi suhu kamar. Volatil yang dihasilkan oleh tanaman menarik penyerbuk dan penyebar biji, dan memberikan pertahanan terhadap serangan hama dan patogen. Untuk serangga, volatil dapat bertindak sebagai feromon yang mengarahkan perilaku sosial atau sebagai petunjuk untuk menemukan inang atau mangsa (Rowan, 2011).

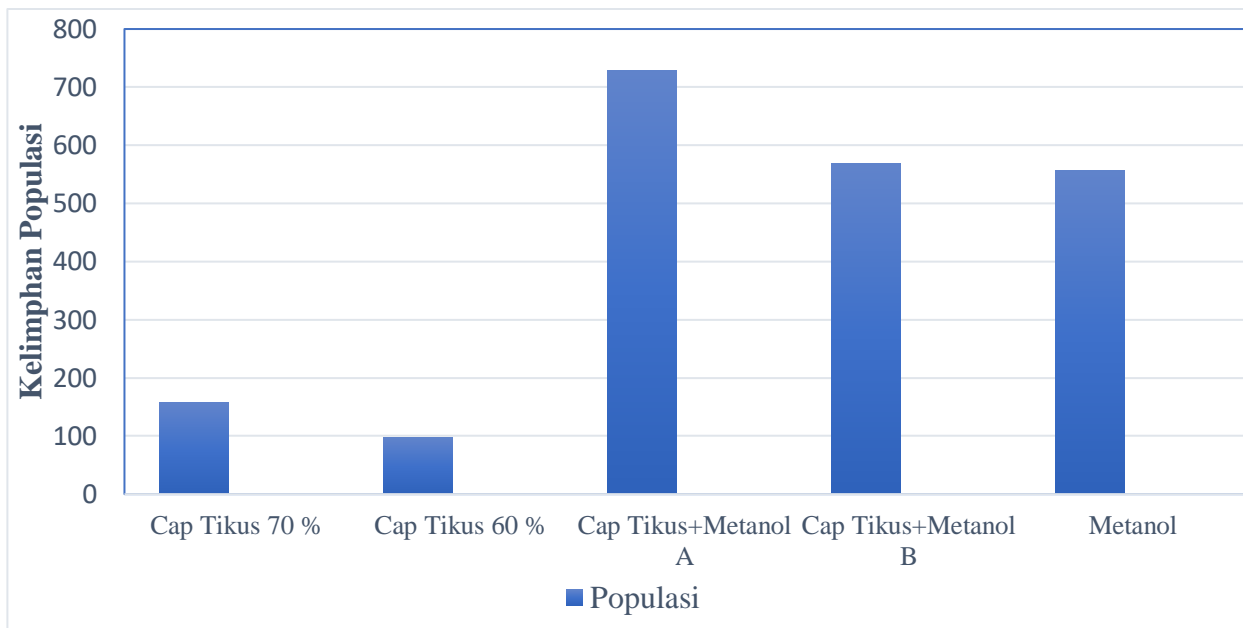
Feromon terdiri atas asam-asam lemak tak jenuh. Senyawa kimia dengan berat molekul rendah seperti ester, alkohol, aldehida, ketone, epoxida, lactone, hidrokarbon, terpen dan sesquiterpene adalah komponen umum dalam feromon (Alouw, 2007). Feromon tersusun dari campuran beberapa senyawa, yang aktifitasnya ditentukan oleh komponen-komponen yang kuantitasnya paling tinggi (mayor). Namun seringkali keberadaan komponen feromon dalam jumlah kecil (minor) memiliki peranan yang juga cukup penting. Komponen minor ini umumnya bersifat sinergis dengan komponen mayor dan juga ikut berperan dalam aktifitas feromon secara keseluruhan.

Total kerapatan atau kelimpahan populasi penggerek buah kopi sejak pengambilan contoh pertama sampai kelima dapat diikuti pada Gambar 6. Kelimpahan populasi penggerek buah kopi yang terperangkap pada semua perlakuan tergolong sangat rendah bila dibandingkan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Rimbing dkk (2021) campuran etanol cap tikus dengan methanol selama 25 hari menghasilkan populasi tertangkap 1350 – 1600 ekor per 25 hari. Adaya perbedaan kelimpahan populasi penggerek buah tahun 2021 dengan 2022 disebabkan oleh

factor lingkungan. Faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap penangkapan populasi penggerek buah kopi disebabkan musim. Selama penelitian berlangsung terjadi musim hujan, berbeda pada penelitian tahun 2021 terjadi musim panas sehingga penggerek buah kopi yang terperangkap tergolong tinggi. Atraktan 15 ml yang digunakan sebagai perangkap penggerek buah kopi 50 – 75 % atau hanya sebagian yang dapat menguap dalam bentuk gas, sedangkan sisanya berada dalam botol kecil. Adanya sisa atraktan menunjukkan bahwa di lokasi penelitian sering terjadi hujan. Bila gas yang menguap sudah tentu penggerek buah kopi akan menuju pada tempat atraktan. Atraktan etanol cap tikus yang banyak tersisa dibandingkan methanol. Jaramilo *et al.* (2006) dinamika populasi dan pola infestasi oleh penggerek buah kopi erat kaitannya dengan faktor iklim seperti curah hujan dan kelembaban relatif, serta fisiologi tanaman kopi. Johnson & Manoukisi (2021) metabolisme dan perkembangan populasi PBKo erat kaitannya dengan sinar mata hari, curah hujan kumulatif, suhu, kelembaban dan kecepatan angin batas tertentu. Penerbangan kumbang dapat terjadi pada suhu 20-26°C, kelembaban dibawah 94 % dan curah hujan 100 mm. Hujan deras lebih > 100 mm menghambat penerbangan kumbang betina. Faktor curah hujan mempengaruhi populasi kumbang betina menjadi berkurang bahkan dapat meningkatkan kematian. (Aristizabal *et al*, 2016).

Suhu dan sinar matahari merupakan factor yang mempengaruhi aktivitas serangga karena serangga termasuk Poikilotherm. Serangga membutuhkan panas dari lingkungan dalam memulai aktivitas metabolismenya. Serangga termasuk poikilotherm, sehingga tubuh serangga dipengaruhi oleh suhu lingkungan. Bila suhu lingkungan tergolong tinggi, kelembaban rendah dan curah huan

tergolong sangat rendah akan meningkatkan aktivitas PBKo pada pertanaman kopi.

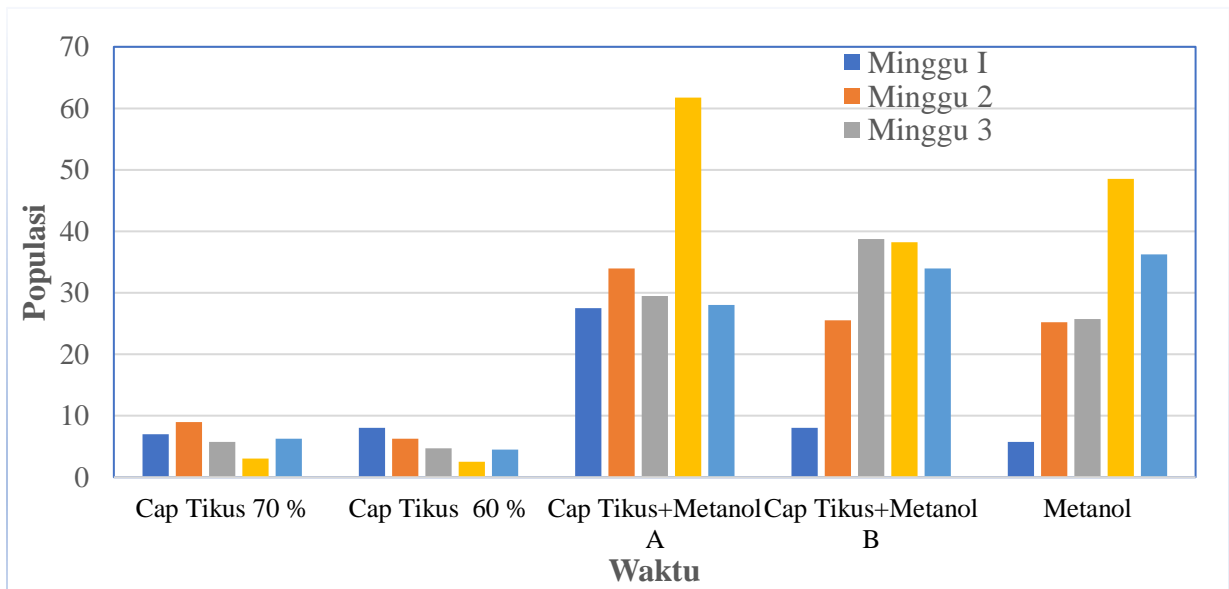


Gambar 6. Total Populasi Penggerek Buah Kopi

Total populasi penggerek buah kopi tertinggi ditemukan pada campuran cap tikus+methanol, sedangkan yang paling rendah ditemukan cap tikus. Kerapatan populasi penggerek buah kopi tertangkap tertinggi kecendrungan terdapat pada kombinasi methanol-cap tikus A (34,57 %), kemudian diikuti methanol+cap tikus B (26,93 %), methanol (26,41 %) dan terendah cap tikus masing-masing 7,44 % dan 4,64 %. Kecendrungan peningkatan populasi terperangkap pada cap tikus+methanol A dan cap tikus+methanol B. Meskipun persentase cap tikus tergolong rendah terhadap penggerek buah kopi yang terperangkap, cap tikus memiliki peranan penting untuk dicampur dengan methanol karena dapat meningkatkan populasi penggerek buah kopi yang terperangkap. . Atraktan methanol yang dicampur dengan etanol menghasilkan populasi yang terperangkap tinggi (Dufour and Fre´rot, 2008; Messing, 2012; Rostaman & Prakoso, 2020).

5.1.3 Perkembangan Populasi

Perkembangan populasi penggerek buah yang tertangkap berkaitan keadaan lingkungan. Peletakkan atraktan pada musim hujan atau musim dapat mempengaruhi penangkapan populasi penggerek buah kopi. Umumnya penggerek buah kopi untuk terperangkap dengan atraktan pada musim hujan populasinya tergolong rendah. Penangkapan populasi kumbang betina dengan atraktan methanol-etanol cap tikus, methanol dan cap tikus tidak menunjukkan fluktuasi. Data perkembangan populasi penggerek buah kopi betina dapat diikuti pada Gambar 7



Gambar 7. Populasi Penggerek Buah Kopi Terperangkap dengan Atraktan pada Minggu Pertama Sampai Kelima.

Penggerek buah kopi terperangkap dengan menggunakan atraktan berfluktuasi. Awal pemasangan atraktan populasi penggerek buah kopi terperangkap tergolong sangat rendah, kemudian terjadi peningkatan pada pemasangan atraktan kedua atau minggu kedua dan seterusnya. Terindikasi senyawa atraktan yang diletakkan pada tanaman kopi belum terdifusi secara vertical dan horizontal yang cukup jauh dari tempat peletakkan atraktan, sehingga penggerek buah kopi belum mampu terdeteksi bau atraktan tersebut. Penggerek buah kopi yang terperangkap pada minggu pertama dimungkinkan masih sekitar peletakkan atraktan pada tanaman kopi, sedangkan minggu kedua populasi penggerek buah kopi sudah mampu mendeteksi atraktan meskipun populasi penggerek buah kopi masih cukup jauh dengan peletakkan atraktan, hal ini menyebabkan populasi terperangkap pada minggu kedua dan seterusnya menjadi tinggi dibandingkan pada minggu pertama dalam peletakkan atraktan pertama. yang terperangkap sudah cukup jauh dari sekitar peletakkan atraktan. Populasi penggerek buah kopi yang terperangkap terjadi minggu keempat. Rimbong dkk (2021) populasi penggerek buah yang terperangkap dengan menggunakan atraktan etanol cap tikus dan methanol pada awal populasinya rendah kemudian meningkat pada peletakkan atraktan kedua pada tanaman kopi. Sebagaimana yang tercatat pada gambar 2. Populasi penggerek buah kopi yang terperangkap pada minggu pertama tergolong sangat rendah dibandingkan pada minggu kedua sampai kelima.

5.2. Luaran Yang Dicapai

Penelitian telah sesuai dengan yang ditetapkan dalam program penelitian karena tersedianya tanaman kopi yang telah menghasilkan buah kopi, demikian pula tersedianya bahan kimia sebagai atraktan terhadap kumbang penggerek buah kopi. Berdasarkan parameter yang kami telah teliti maka telah diperoleh luaran penelitian adalah sebagai berikut :

1. Meskipun selama penelitian terjadi musim hujan atraktan etanol cap tikus -metanol dapat berfungsi sebagai perangkap penggerek buah kopi.
2. Penggunaan kadar atraktan kurang berpengaruh terhadap populasi PBKo yang terperangkap, namun demikian dapat diterapkan untuk pengendalian populasi kumbang PBKo dibandingkan dengan aplikasi insektisida .
3. Campuran etanol cap tikus \pm methanol dapat direkomendasi untuk pengendalian penggerek buah kopi. Dipihak lain pihak penggunaan etanol-metanol masih lebih murah dibandingkan dengan penggunaan insektisida
4. Tingkat keberhasilan pengendalian PBKo masih lebih baik dan efektif dibandingkan dengan pengendalian lain seperti insektisida.
5. Untuk tanaman kopi menjadi pertanian organic dan mampu bersaing dipasaran dapat diterapkan aplikasi etanol cap tikus dan methanol.

BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

1. Populasi penggerek buah kopi yang terperangkap tertinggi teradpat pada campuran cap tikus dengan methanol
2. Kadar cap tikus 70 % dan 60 % menghasilkan populasi yang terperangkap tidak berbeda dan tergolong rendah populasi yang terperangkap
3. Atraktan cap tikus dan methanol mempunyai spektrum yang luas terhadap serangga terperangkap. Serangga non target yang terperangkap untuk populasinya sangat rendah.
4. Peletakkan atraktan pertama populasi terperangkap rendah kemudian meningkat pada peletakkan atraktan kedua dan seterusnya.

6.2. Saran

Campuran cap tikus yang dikombinasi dengan methanol dapat digunakan untuk pengendalian populasi penggerek buah kopi.

DAFTAR PUSTAKA

- Alouw, J.C., 2007. Pengendalian hama kumbang kelapa *Oryctes rhinoceros* (Coleoptera: Scarabaeidae). *Buletin Palma* 32: 12-21.
- Anonim, 2018. Outlook Kopi. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Sekretariat Jenderal - Kementerian Pertanian. Jakarta
- Anonim, 2019. Laporan Dinas Perkebunan Provinsi Sulawesi Utara. Luas areal dan produksi perkebunan rakyat di Sulawesi Utara, Manado
- Aristizábal L.F., Bustillo A.E., & Arthurs S.P. 2016. Integrated Pest Management of Coffee Berry Borer: Strategies from Latin America that Could Be Useful for Coffee Farmers in Hawaii. *Insects*. 7, 6:1-24. <https://doi.org/10.3390/insects7010006>
- Borbón-Martínez, O.O. Mora Alfaro, Oehlschlager, A. Cam and González. L. M. 2000. Proyecto de trampas, atrayentes y repelentes para el control de la broca del fruto de café, *Hypothenemus hampei* L. (Coleoptera: Scolytidae). *Memorias del XIX Simposio Latinoamericano de Caficultura*, San José, Costa Rica, pp. 331–348
- Dudareva, N., A. Klempien, J.K. Muhlemann, dan I. Kaplan, 2013. Biosynthesis, function and metabolic engineering of plant volatile organic compounds. *New Phytologist* 198: 16–32.
- Gugule, S Fatima F dan Maanari, C.P. 2019. Pemisahan dan Karakterisasi Etanol dari Nira Aren (*Arenga pinnata*) (Separation and Characterization of Ethanol from Palm Sap (*Arenga pinnata*). *IPTEK Journal of Proceedings Series No. (4)* , ISSN (2354-6026)
- Hayata, H. 2016. Hubungan persentase serangan hama penggerek buah kopi (*Hypothenemus hampei* Ferr. (Coleoptera: Curculionidae) dengan dugaan kehilangan hasil di Kecamatan Betara Tanjung Jabung Barat. *Jurnal Media Pertanian*, 1(2), 85–90.
- Infante, F., Pérez, J., and Vega, F. E., 2012. Redirect research to control coffee pest. *Nature*, 489, 502
- Jaramillo, J., Chabi-Olaye, A., Kamonjo, C., Jaramillo, A., Vega, F. E., Poehling, H-M., and Borgemeister, C. 2009 Thermal tolerance of the coffee berry borer *Hypothenemus hampei*: predictions of climate change impact on a tropical insect pest. *Plos One*, 4(8), 1–11. doi:10.1371/journal.pone.0006487
- Jaramillo, J., Muchugu, E., Vega, F.E., Davis, A., Borgemeister, C., Chabi-Olaye, A., 2011. Some like it hot: the influence and implications of climate change on coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*) and coffee production in East Africa. *PLoS ONE* 6, 1–14.
- Johnson, M.A., & Manaukis, N.C. 2021. Influence of seasonal and climatic variables on coffee berry borer (*Hypothenemus hampei* Ferrari) flight activity in Hawaii. *PLoS ONE* 16(12): e0257861. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0257861>

- Lima, D. H. U., Ventura, M. U. . Mikami, A. Y. Silva, F. C Morales. L.2010. Ecology, Behavior and Bionomics: Responses of coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* Ferr. (Coleoptera: Scolytidae), to vertical distribution of methanol. *Neotropical Entomology* 39(6): 930-933.
- Manurun, 2010. Ekologi Penggerek Buah Kopi (*Hypothenemus hampei*) pada Tanaman Kopi Arabika (*Coffea arabica*) di Kabupaten Pakpak Bharat”. Thesis. Pascasarjana Universitas Sumatera Utara
- Meiln A, Nasamsir dan Riyanto, S 2017. Tingkat serangan hama utama dan produksi kopi liberika tunggal komposit (*Coffea* sp). Di Kecamatan Betara Kabupaten Tanjung Jabung Barat. *Jurnal Media Pertanian* Vol. 2 No. 1 :. 1 – 9
- Njihia, T. N., Jaramillo, J. Murungi, L.. Mwenda, D. Orindi, B. Poehling, H. M and. Torto. B 2014. Spiroacetals in the colonization behaviour of the coffee berry borer: a ‘push-pull’ system. *PLoS ONE*. 9: e111316.
- Oliveira, C.M., Auad, A.M., Mendes, S.M., Frizzas, M.R., 2013. Economic impact of exotic insect pests in Brazilian agriculture. *J. Appl. Entomol.* 137, 1–15.
- Ortiz A, Veja F E and Posada, F (2014) Volatile composition of coffee berries at different stages of ripeness and their possible attraction to the coffee berry borer *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae). *J Agric Food Chem* 52: 5914-5918.
- Pichersky, E, Noel, J.P dan N. Dudareva, N 2006. Biosynthesis of plant volatiles: Nature's diversity and ingenuity. *Science* 311: 808–811.
- Rimbing, J, Engka, R dan Ratulangi. M. 2020. Respons Perangkap Metanol dan Etanol Terhadap Penggerek Buah Kopi, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae) pada Tanaman Kopi Robusta. Fakultas Pertanian Unsrat.
- Rowan, D.D., 2011. Volatile metabolites. Review. *Journal Metabolites* 1: 41-63
- Sera, G.H., Sera, T., Ito, D.S., Filho, C.R., Villacorta, A., Kanayama, F.S., Grossi, L.D. 2010. Coffee berry borer resistance in coffee genotypes. *Braz. Arch. Biol. Technol.*, 53, 261–268
- Shimoda, M., Honda, K., 2013. Insect Reactions to Light and Its Application to Pest Management. *Entomology journal*. 48 (2) : 413- 421
- Silva F C da, Ventura M U, Morales L, 2006. Capture of *Hypothenemus hampei* Ferrari (Coleoptera, Scolytidae) in response to trap characteristics. *Sci agric* 63:567-571.
- Silva, W. D., Costa, C. M., & Bento, J. M. S. 2014. How old are colonizing *Hypothenemus hampei* (Ferrari) females when they leave the native coffee fruit? *J. Insect. Behav.*, 27, 729–735. doi: 10.1007/s10905-014-9464-2.

- Soesanthy F, Randriani E dan Syafaruddin, 2016. Evaluasi tingkat serangan penggerek buah kopi, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae) pada Kultvar kopi arabika AGK-1. *J. TIDP* 3(3), 167–174
- Sunarno. 2011. Ketertarikan Serangga Hama Lalat Buah terhadap Berbagai Papan Perangkap Berwarna Sebagai Salah Satu Teknik Pengendalian. *Jurnal Agroforestri*.
- Susilo AW. 2008. Ketahanan Tanaman Kopi (*Coffea* sp.) terhadap Hama Penggerek Buah Kopi (*Hypothenemus hampei* Ferr.). *Review Penelitian Kopi dan Kakao* 24(1):1-14.
- Swibawa, I G. dan H. Sudarsono. 2011. Serangan hama bubuk buah kopi (*Hypothenemus hampei*, Coleoptera; Scolytidae) pada Sistem Agroforestri Sederhana vs Agroforestri Kompleks di Lampung. *Prosiding Seminar Sains dan Teknologi IV*. Lampung. 9 hlm.
- Vega, F. E., F. Infante, and Johnson A. J.. 2015. The genus *Hypothenemus*, with emphasis on *H. hampei*, the coffee berry borer, pp. 427–494. In F. E. Vega and R. W. Hofstetter (eds.), *Bark beetles: biology and ecology of native and invasive species*. Academic Press, San Diego, CA.
- Vega Fernando, E. Simpkins A, Miranda J, Harnly James M, Infante F, Castillo A, Wakarchuk D and Cosses A. 2017. A Potential Repellent Against the Coffee Berry Borer (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae). *Journal of Insect Science*, 17(6): 122; 1–9
- Vijayalakshmi, C. K., Tintumol, K., & Saibu, U. 2013. Coffee Berry Borer , *Hypothenemus Hampei* (Ferrari): A Review. *Ijird*, 2 (13), 358–361.
- Wiryadiputra, S, 2006. Penggunaan perangkap dalam pengendalian hama penggerek buah kopi. *Pelita Perkebunan*, 22, 101–118
- Wiryadiputra, S. 2014. Pola Distribusi Hama Penggerek Buah Kopi (*Hypothenemus Hampei*) pada Kopi Arabika dan Robusta. *Pelita Perkebunan* 30(2): 123–136
- Yi Z, Jinchao F, Dayuan X, Weiguo S, Axmacher JC. 2012. A comparison of terrestrial arthropod sampling methods. *J. Resour. Ecol.* 3 :174-182

LAMPIRAN

KETERKAITAN JUDUL PENELITIAN:

No	URAIAN	Cek List (a)	
		YA	TIDAK
1.	Berorientasi Kepasifikan	✓	
2.	Berorientasi Kearifan Lokal	✓	
3.	Penelitian Produk Inovasi	✓	
4.	Penelitian Protipe Industri		✓
5.	Penelitian Prototipe R & D		✓
6.	Penelitian Dimanfaatkan Masyarakat	✓	

BIDANG FOKUS/UNGGULAN PENELITIAN:

No	URAIAN	Cek List (a)	
		YA	TIDAK
1.	Pangan-Pertanian	✓	
2.	Kesehatan dan Obat		✓
3.	Kemaritiman		✓
4.	Kebencanaan		✓
5.	Sosial Humaniora, Seni Budaya, dan Pendidikan		✓



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
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>

SURAT TUGAS
Nomor: 896/UN12.13/LT/2022

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

KETUA

Nama Lengkap : JIMMY RIMBING
NIP : 195906181987031002
Jabatan : Lektor Kepala
Program Studi : PROTEKSI TANAMAN
Fakultas : PERTANIAN

ANGGOTA

Nama Lengkap : FRANGKY HENDRA RORONG
NIP : 198402062012121001
Jabatan : Asisten Ahli
Program Studi : PROTEKSI TANAMAN
Fakultas : PERTANIAN

Nama Lengkap : MAX MARTHEN RATULANGI
NIP : 195705161985031002
Jabatan : Lektor Kepala
Program Studi : PROTEKSI TANAMAN
Fakultas : PERTANIAN

ANGGOTA MAHASISWA

Nama/NIM : Heasel Y Langkai / 17031109016
Nama/NIM : Josua Palembang / 17031109017
Nama/NIM : Christmas Mingkin / 18031109033

Untuk Melaksanakan Kegiatan Penelitian SKIM: RISET TERAPAN UNGGULAN UNSRAT yang di danai oleh dana PNBP BLU Unsrat Tahun 2022 dengan judul: "Ketertarikan Kadar Etanol Cap Tikus dan Metanol Terhadap Hama Penggerek Buah Kopi, *Hypothenemus hampei* Tanaman Kopi di Kecamatan Modayag".
Demikian surat tugas ini dibuat untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Manado, 22 Maret 2022
Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat



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

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