

POTENSI BIOPESTISIDA ASAP CAIR TERHADAP HAMA GUDANG
“Araecerus fasciculatus (De Geer)”
PADA BIJI KOPI LIBERIKA TUNGKAL KOMPOSIT
DI SIMPANAN

SKRIPSI



Disusun oleh :

JUNIUS FEBRIHANDANA

NIM : 1700854211029

PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI

FAKULTAS PERTANIAN

UNIVERSITAS BATANGHARI

JAMBI

2022

HALAMAN PENGESAHAN

**POTENSI BIOPESTISIDA ASAP CAIR TERHADAP
HAMA GUDANG *Araecerus fasciculatus* (De Geer)
PADA BIJI KOPI LIBERIKA TUNGKAL KOMPOSIT
DISIMPANAN**

SKRIPSI

Disusun Oleh:

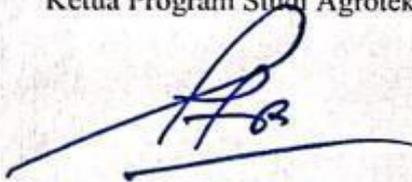
JUNIUS FEBRI HANDANA

NIM: 1700854211029

**Sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan studi tingkat sarjana di
Fakultas Pertanian Universitas Batanghari Jambi**

Diketahui Oleh:

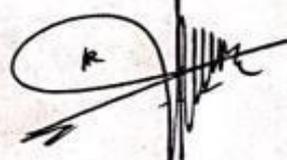
Ketua Program Studi Agroteknologi



**Ir. Nasamsir, MP.
NIDN : 0002046401**

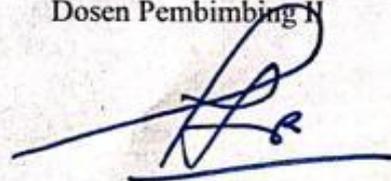
Disetujui Oleh:

Dosen Pembimbing I



**Dr. Araz Meilin, SP., M, Si
NIDK : 8879400016**

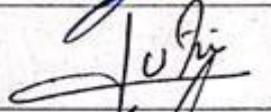
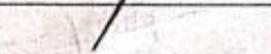
Dosen Pembimbing II



**Ir. Nasamsir, MP.
NIDN : 0002046401**

Skripsi ini Telah Diuji dan Dipertahankan Tim Penguji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Batanghari Jambi.

Hari : Jum'at
Tanggal : 11 Februari 2022
Jam : 13.30 WIB
Tempat : Ruang Ujian Skripsi, Fakultas Pertanian

Tim Penguji			
No	Nama	Jabatan	TandaTangan
1.	Dr. Araz Meilin, SP., M.Si	Ketua	
2.	Ir. Nasamsir, MP	Sekretaris	
3.	Drs. H. Hayata, MP	Anggota	
4.	Ir. Yuza Defitri, MP	Anggota	
5.	Hj. Yulistiati Neningsih. SP., M.Si	Anggota	

Jambi, 11 Februari 2022
Ketua Penguji


Dr. Araz Meilin, SP., M.Si
NIDK : 8879400016

UCAPAN TERIMA KASIH

Pertama saya mengucapkan puji dan syukur kepada Allah Swt yang telah memberikan nikmat dan karunianya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini dan tak lupa shalawat beriring salam saya haturkan kepada Nabi besar Muhamad Saw semoga kelak mendapatkan syafaat di Yaumul Akhir, amin ya robbal alamin.

Skripsi ini saya persembahkan kepada kedua orang tua saya Bapak Daryanto dan Ibu Ismi Nurjanah, beserta saudara dan keluarga besar saya karena atas dukungan, kesabaran, serta kasih sayang yang telah diberikan sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik, tak lupa saya ucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Dr. Araz Meilin, SP., M.Si selaku dosen pembimbing I dan Bapak Ir. Nasamsir, MP selaku dosen pembimbing II yang tidak bosan-bosannya memberi arahan dan bantuannya dalam penulisan skripsi saya.
2. Dosen tim penguji Bapak Drs. Hayata, MP , Ibu Ir. Yuza Defitri, MP, serta Ibu Hj. Yulistiati Nengsih, SP., MP. semua dosen di Fakultas Pertanian atas ilmu, saran dan pengarahan yang telah diberikan.
3. Teman-teman seperjuangan Agroteknologi (A2) serta semua teman-teman, adik, kakak Fakultas Pertanian yang telah banyak membantu.
4. semua pihak yang terlibat baik langsung maupun tidak langsung yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.

Dengan hati yang tulus, saya menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala bantuan yang mungkin tidak dapat saya balas semoga Allah Swt membalasnya, amin.

INTISARI

Junius Febri Handana NIM. 1700854211029, Potensi Biopestisida Asap Cair Terhadap Hama Gudang “*Araecerus fasciculatus* (De Geer)” Pada Biji Kopi Liberika Tungkal Komposit Di simpanan. Dibawah bimbingan Dr. Araz Meilin, SP., M.Si dan Ir. Nasamsir, MP.

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui potensi asap cair sebagai biopestisida untuk mengendalikan hama *A. fasciculatus*. Penelitian ini di laksanakan di Laboratorium Dasar Fakultas Pertanian Universitas Batanghari Jambi, mulai bulan Agustus sampai November 2021.

Asap cair yang digunakan yaitu berbahan dasar tempurung kelapa yang berasal dari Kelurahan Pancowati, Kecamatan Terbanggi Besar, Lampung Tengah, pemilik pabrik asap cair Bapak Margono. Potensi asap cair sebagai biopestisida di uji menggunakan uji toksitas secara kontak dan residu. Uji toksitas menggunakan konsentrasi 1%, 1,5%, 2%, 2,5%, kontrol (aquades), insektisida berbahan aktif klorfiripos 2ml/L pada metode kontak dan metode residu konsentrasi 1%, 1,5%, 2%, 2,5%, 3%, kontrol (aquades), insektisida berbahan aktif klorfiripos 2ml/L sebagai pembanding. Masing-masing perlakuan menggunakan 10 ekor hama *A. fasciculatus* di ulang 4 kali. Parameter yang diamati mortalitas pada 1, 2, 4, 8, 24, 48, 72 jam setelah aplikasi (JSA), kecepatan kematian serangga dan nilai kerusakan biji menggunakan SNI 01-2097-2008. Analisis data menggunakan sidik ragam (*analysis of variance*), apabila perlakuan beda nyata dilanjutkan dengan uji *Duncan New Multiple Range Test* (DNMRT) pada taraf 5%.

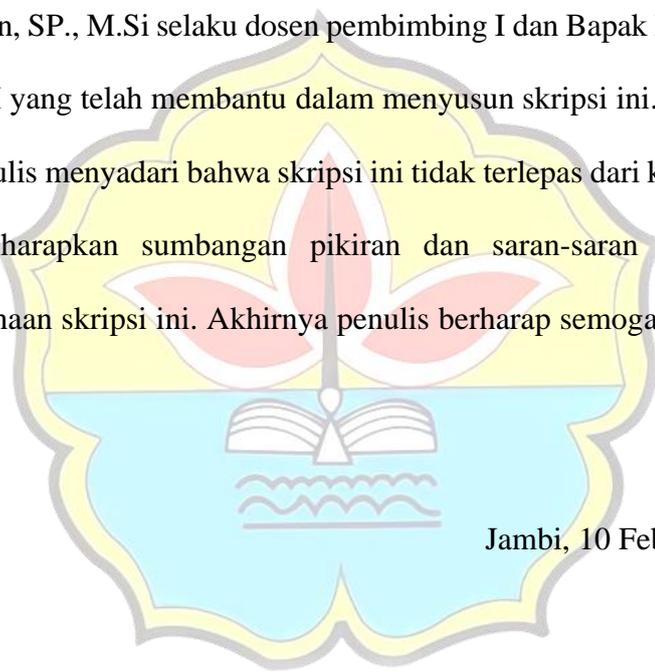
Hasil analisis menunjukkan bahwa biopestisida asap cair tempurung kelapa berpengaruh nyata terhadap mortalitas serangga *A. fasciculatus* baik metode kontak maupun metode residu, pada kecepatan kematian metode kontak lebih unggul dibandingkan dengan metode residu dengan 8 jam setelah aplikasi (1,4 ekor/jam) jika dibandingkan dengan insektisida berbahan klorfiripos dengan selisih sebesar (1,7 ekor/jam). Sedangkan pada metode residu dari pengamatan nilai kerusakan biji biopestisida asap cair tempurung kelapa terbukti berpengaruh mengurangi kerusakan pada biji dengan nilai kerusakan sebesar (3,5) berdasarkan SNI 01-2097-2008

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, Karena rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Potensi Biopestisida Asap Cair Terhadap Hama Gudang *Araecerus fasciculatus* (De Geer)” Pada Biji Kopi Liberika Tungkal Komposit Di Simpanan**”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Pertanian pada Fakultas Pertanian Universitas Batanghari Jambi.

Pada kesempatan ini penulis banyak mengucapkan terima kasih kepada Ibu Dr. Araz Meilin, SP., M.Si selaku dosen pembimbing I dan Bapak Ir. Nasamsir, MP pembimbing II yang telah membantu dalam menyusun skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak terlepas dari kekurangan maka dari itu diharapkan sumbangan pikiran dan saran-saran perbaikan demi penyempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat.



Jambi, 10 Februari 2022

Penulis

DAFTAR ISI

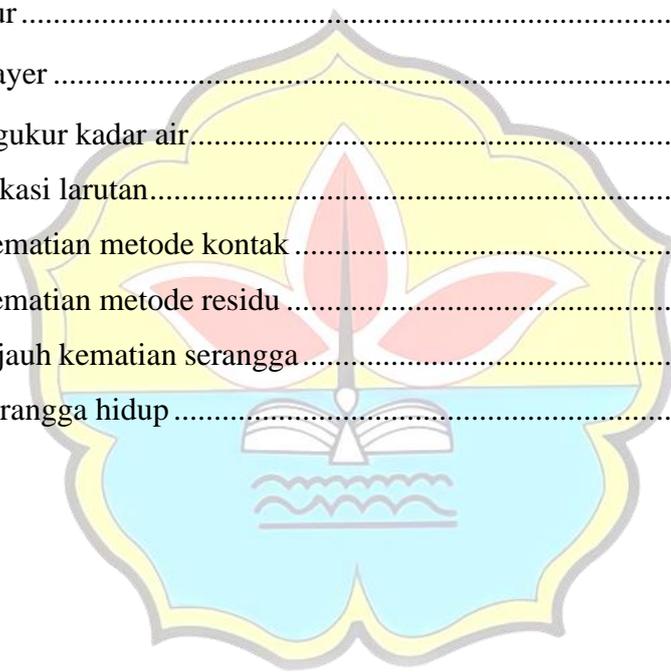
	Halaman
INTISARI	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian	4
1.3. Manfaat Penelitian	4
1.4. Hipotesis.....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Morfologi Kopi Liberika.....	5
2.2. Gudang Penyimpanan Biji Kopi	6
2.3. Hama Gudang <i>Araecerus fasciculatus</i> (De Geer).....	7
2.3.1. Siklus Hidup	8
2.4. Biopestisida	9
2.4.1. Pengertian Biopestisida	9
2.4.2. Keunggulan Biopestisida.....	9
2.5. Biopestisida asap cair tempurung kelapa	10
III. METODOLOGI PENELITIAN	12
3.1. Tempat Dan Waktu Penelitian	12
3.2. Alat Dan Bahan	12
3.3. Rancangan Penelitian	12
3.4. Pelaksanaan Penelitian	13
a. Persiapan Wadah Penelitian.....	13
b. Persiapan Biji.....	13
c. Pembuatan Larutan Perlakuan Asap Cair	13
d. Cara Pengaplikasian	14
e. Pengambilan Data Setiap Metode	14
3.5. Parameter Pengamatan	15

a. Persentase Mortalitas	15
c. Kecepatan Kematian	16
3.6. Analisis Data	16
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	17
4.1. Metode Kontak	17
4.1.1. Mortalitas Serangga	17
4.1.2. Kecepatan Kematian Metode Kontak	19
4.2. Metode Residu	20
4.2.1. Mortalitas Serangga	20
4.2.2. Klasifikasi Mutu Berdasarkan Sistem Cacat	21
4.2.3. Kecepatan Kematian Metode Residu	24
V. KESIMPULAN DAN SARAN	26
5.1. Kesimpulan	26
5.2. Saran	26
DAFTAR PUSTAKA	27
LAMPIRAN	31



DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
1.	Hama <i>Araecerus fasciculatus</i> (De Geer)	8
2.	Insektisida berbahan aktif klorpirifos	30
3.	Aquades dan asap cair	30
4.	Labu ukur	30
5.	Timbangan analitik.....	30
6.	Box penyimpanan	30
7.	Tabung reaksi.....	30
8.	Pipet ukur	30
9.	Handsprayer	30
10.	Alat pengukur kadar air.....	31
11.	Cara aplikasi larutan.....	31
12.	Visual kematian metode kontak	31
13.	Visual kematian metode residu	31
14.	Tampak jauh kematian serangga	31
15.	Visual serangga hidup	31



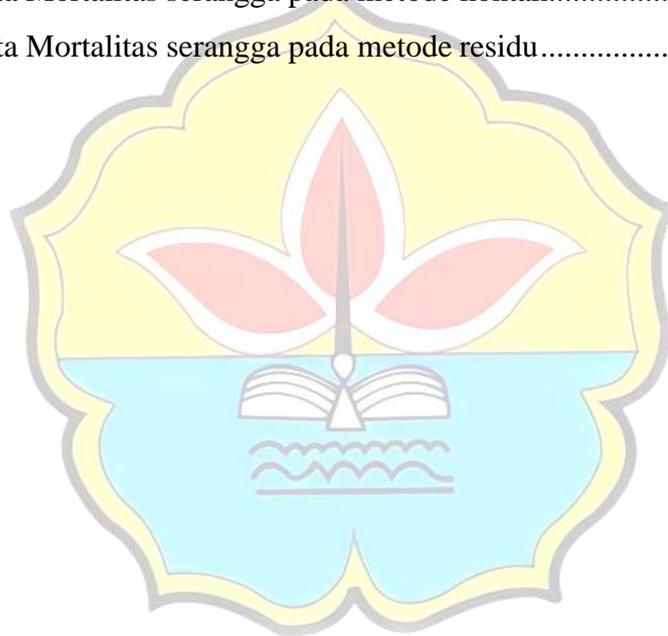
DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
1.	Klasifikasi mutu berdasarkan sistem nilai cacat	15
2.	Karakteristik mutu cacat kopi	15
3.	Rerata persentase mortalitas serangga pada metode kontak	17
4.	Kecepatan kematian serangga pada metode kontak	19
5.	Rerata persentase mortalitas serangga pada metode residu	20
6.	Hasil pengamatan biji dan nilai cacat	22
7.	Kecepatan kematian serangga pada metode residu	23



DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul	Halaman
1.	Bahan dan alat	32
2.	Visual kematian serangga <i>A. fasciculatus</i>	33
3.	Data pengamatan suhu	34
4.	Perhitungan mortalitas serangga metode kontak.....	35
5.	Perhitungan kecepatan kematian kontak	36
6.	Rata – rata perhitungan mortalitas metode residu	36
7.	Perhitungan nilai cacat berdasarkan <i>SNI 01-2907-2008</i>	36
8.	Perhitungan kecepatan kematian residu	37
9.	Rata – rata Mortalitas serangga pada metode kontak.....	39
10.	Rata – rata Mortalitas serangga pada metode residu.....	40



I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kopi Liberika (*Coffea liberica*) adalah kopi jenis Liberoid yang berasal dari Liberia (pantai barat Afrika), yang selama ini dianggap kurang memiliki nilai ekonomi dibanding dengan jenis Arabika dan Robusta karena rendemennya rendah. Kopi ini mempunyai keunggulan di antaranya adalah lebih toleran serangan penyakit, dapat beradaptasi dengan baik pada lahan gambut, sementara kopi jenis lain (Arabika dan Robusta) tidak bisa tumbuh serta berbuah sepanjang tahun. Ciri-ciri dari tanaman ini adalah pertumbuhan yang kekar sangat kuat, tajuk lebar, dan daun tebal (Hulupi, 2014).

Penyimpanan biji kopi bukan merupakan suatu proses yang pasif, melainkan suatu proses yang aktif. Faktor utama yang berpengaruh terhadap perubahan mutu biji kopi selama proses penyimpanan adalah kelembaban relatif, suhu dan kondisi ruang penyimpanan atau gudang (Owen, 2002; Lee, 2002).

Beragam hama dapat menyerang ketika bahan disimpan di dalam gudang penyimpanan kopi. Hama pasca panen yang paling banyak ditemukan di dalam gudang penyimpanan kopi adalah serangga hama gudang (Rimbing, 2015). Berdasarkan peranannya, serangga pada gudang penyimpanan dibedakan menjadi hama primer, sekunder, predator, parasit, dan pemakan cendawan (Rees, 2004).

Serangga hama primer di dalam gudang penyimpanan merupakan serangga yang menyerang dengan intensitas tinggi dalam kurun waktu yang lama dan menyebabkan kerugian secara ekonomi sehingga memerlukan usaha pengendalian. Sedangkan serangga hama sekunder yaitu serangga hama yang dalam kondisi normal tidak menimbulkan kerugian ekonomi tinggi tetapi berpotensi menjadi

hama apabila salah dalam perlakuan dan pengelolaan di dalam gudang (Guspratama, 2014).

Serangga hama gudang memiliki kemampuan beradaptasi pada lingkungan gudang yang kering, suhu relatif tinggi, dan kelembapan udara rendah (Rees, 2004). Menurut Syarief dan Halid (1993) masuknya serangga hama gudang mulai terjadi setelah bahan disimpan lebih dari tiga bulan atau setelah biji disimpan satu bulan. Kerusakan pada biji kopi yang disimpan di dalam gudang penyimpanan akibat serangga hama dapat mengurangi kualitas biji kopi melalui penurunan berat dan kualitas kopi, akibatnya menyebabkan harga biji kopi mengalami penurunan karena memiliki kualitas yang kurang baik.

Serangga hama yang dapat menyerang biji kopi pada saat di simpan di dalam gudang penyimpanan adalah *Araecerus fasciculatus* (Coleoptera: Anthribidae), keberadaan serangga ini di dalam biji kopi dapat meningkatkan kadar air akibat aktivitas respirasinya. Peningkatan kadar air dapat menstimulir perkembangan cendawan perusak biji kopi (Rees, 2004). Kerusakan pascapanen akibat serangga *A. fasciculatus* sebesar 26,7% (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2019).

Keberadaan habitat serangga di dalam biji kopi dapat diketahui dari biji kopi yang berlubang, terdapat alur gerakan, dan adanya fungi disekitar lubang gerakan. Serangga hama yang terdapat di dalam biji kopi mendorong pertumbuhan fungi, menambah kandungan asam lemak dan meninggalkan asam urat yang mengakibatkan biji kopi berbau tengik. Serangga hama akan membuat biji kopi berlubang, kemudian keropos yang akan mengurangi aliran udara melalui biji dan mencegah aerasi (John, 2008).

Penggunaan pestisida merupakan cara yang paling ampuh untuk pengendalian hama, akan tetapi penggunaan pestisida secara berlebihan akan menyebabkan terjadinya kerusakan lingkungan. Selain itu penggunaan pestisida juga berdampak negatif terhadap kesehatan petani dan juga kesehatan masyarakat (Wismaningsih dan Oktaviasari, 2016).

Dalimartha (2004) menginformasikan bahwa penggunaan pestisida bukan satu-satunya cara yang efektif dalam pengendalian hama, terdapat cara alami yaitu menggunakan biopestisida. Biopestisida merupakan pestisida yang berasal dari tumbuhan, tumbuhan kaya bahan aktif yang berfungsi sebagai alat pertahanan alami terhadap pengganggu. Biopestisida berfungsi sebagai penolak, penarik, antifertilitas (pemandul), pembunuh, dan bentuk lainnya. Penggunaan biopestisida tidak berdampak negatif terhadap kerusakan lingkungan bahkan sangat ramah lingkungan dibandingkan dengan penggunaan pestisida yang berasal dari senyawa kimia yang dapat merusak lingkungan.

Biopestisida yang berasal dari tumbuhan disebut pula dengan pestisida nabati. Pestisida nabati adalah pestisida yang bahan dasarnya berasal dari tumbuhan. Penggunaan pestisida nabati selain dapat mengurangi pencemaran lingkungan, harganya relatif lebih murah apabila dibandingkan dengan pestisida kimia (Sudarmo, 2005). Contoh tumbuhan yang dapat digunakan sebagai pestisida yaitu tumbuhan kelapa, tempurung kelapa dikategorikan sebagai kayu keras, tetapi mempunyai kadar lignin lebih tinggi dan kadar selulosa lebih rendah (Grimwood, 1975).

Asap cair tempurung kelapa merupakan hasil pendinginan dan pencairan asap dari cangkang kelapa yang dibakar dalam tabung tertutup. Asap yang semula

merupakan partikel padat didinginkan kemudian menjadi cair dan disebut dengan nama asap cair atau *liquid smoke*. Asap cair mengandung berbagai komponen kimia seperti fenol, aldehid, keton, asam organik, alkohol dan ester (Guillen *et al*, 2001). Senyawa fenol, asam dan alkohol dapat berperan sebagai anti oksidan dan antimikroba (Karseno *et al*, 2002).

Penelitian Indriati dan Samsudin (2018) menyebutkan bahwa asap cair dari tempurung kelapa pada konsentrasi 2,5% menyebabkan mortalitas *Hypothenemus hampei* tertinggi yaitu 48,87%, dengan tingkat serangan 20% dan penurunan serangan 70%. Asap cair dari tempurung kelapa paling berpotensi untuk digunakan sebagai pengendali *H. hampei*

Oleh karena itu peneliti telah menguji potensi asap cair tempurung kelapa terhadap *A. fasciculatus* hama perusak pada biji kopi liberika disimpan.

1.2. Tujuan Penelitian

Menguji potensi asap cair tempurung kelapa sebagai biopestisida terhadap mortalitas *A. fasciculatus* yang merupakan hama perusak biji kopi liberika di simpanan.

1.3. Manfaat Penelitian

Menambah informasi tentang potensi penggunaan biopestisida asap cair tempurung kelapa dan dapat menambah wawasan tentang pestisida alami.

1.4. Hipotesis

Diduga asap cair tempurung kelapa dapat digunakan sebagai alternatif biopestisida terhadap hama *A. fasciculatus* pada biji kopi liberika disimpan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Morfologi Kopi Liberika

Menurut Sianipar (2017) kedudukan tanaman kopi Liberika dalam sistematika tumbuhan (taksonomi) dari Kingdom : Plantae, Divisi : Tracheophyta, Subdivisi : Spermatophyta, Kelas : Magnoliopsida, Ordo : Gentianales, Famili : Rubiaceae, Genus: *Coffea*, Spesies : *Coffea liberica* W. Bull ex Hiern.

Puslitkoka (2014) menyatakan terdapat perbedaan yang menonjol antara kopi Liberika dengan kopi Ekselsa yaitu terletak pada ketebalan daging buah dan warna pupus daun (*flush*). Kopi Liberika daging buahnya tebal dan pupus daunnya berwarna hijau atau hijau sedikit kecokelatan, sedangkan kopi Ekselsa daging buahnya tipis mirip kopi Arabika dan pupus daun bagian permukaan bawah daun berwarna merah kecokelatan. Kopi Liberika memiliki ukuran yang lebih besar dibandingkan dengan jenis kopi lainnya. Bentuk biji membulat oval (panjang 0,83–1,10 cm, lebar 0,61 cm), dengan rendemen rata-rata 9,03 %. Persentase biji normal berkisar 50–80 %. Kopi ini memiliki potensi produksi rata-rata 1,2 kg kopi biji/pohon, atau setara dengan 1,1 ton biji kopi untuk penanaman dengan populasi 900-1.100 pohon/ha. Selain bentuk tipe daun yang beragam, bentuk buah pun beragam (Direktorat Jendral Perkebunan, 2013).

Kopi Liberika Jambi ini tergolong pada tipe pertumbuhan pohon dengan habitus tipe tinggi, diameter tajuk 3,5 – 4 meter dan jika dibiarkan tumbuh melancur tinggi tanaman dapat mencapai 5 meter atau lebih. Kopi Liberika tergolong sama dengan kopi Robusta sebagai tanaman menyerbuk silang oleh karena itu benih yang terbentuk merupakan persarian dengan tanaman lain. perbanyak tanaman lebih mudah dilakukan dengan biji, maka pemilihan pohon induk kopi penting dilakukan

setelah pelepasan varietas dilakukan, karena belum tentu sifat induk kopi terpilih akan mewarisi sifat unggul seperti induknya disebabkan pengaruh sifat tanaman pejantan yang belum tentu kompatibel menghasilkan keturunan sebaik kedua tetuanya. Populasi Kopi Liberika Tungkal Komposit memperlihatkan lima tipe keragaman morfologi kopi Liberika yang ditemukan di Tanjung Jabung Barat berdasarkan pada 5 (lima) tipe daun dan buah. Tipe pertama: ukuran daun sedang, pupus daun berwarna hijau muda, ujung daun runcing, buah bulat, diskus datar lebar, ruas antar dompolan buah sedang, kelebatan buah sedang. Tipe kedua: ukuran daun besar, lebar daun sempit, ujung meruncing, ukuran buah besar bentuk oval, diskus besar menonjol, ruas cabang sedang, buah lebat. Tipe ketiga: ukuran daun seukuran daun nangka ujung runcing, buah berbentuk oval dengan diskus kecil menonjol, buah lebat dengan ruas sangat pendek. Tipe keempat: ukuran daun sedang, ujung runcing, buah bulat besar diskus menonjol, ruas antar dompolan pendek, buah sangat lebat. Tipe kelima: ukuran sedang, buah berukuran sedang dengan diskus menonjol tinggi, dompolan buah rapat, kelebatan buah sedang (BPTP, 2014).

2.2. Gudang Penyimpanan Biji Kopi

Biji kopi yang siap diperdagangkan atau siap diolah menjadi bubuk kopi adalah berupa biji kopi yang kering, sudah terlepas dari daging buah, kulit tanduk, dan kulit arinya. Butiran biji kopi yang demikian disebut kopi beras (coffee beans). Kopi akan disimpan dalam bentuk buah kering atau biji kopi, tetapi pada umumnya untuk keperluan ekspor kopi disimpan dalam bentuk biji kopi. Di Indonesia biji kopi yang sudah diklasifikasikan mutunya, disimpan dalam karung goni dan dijahit

zig-zag pada mulut goni dengan tali goni. Karung berisi kopi selanjutnya disimpan di dalam gudang penyimpanan (Ridwansyah, 2003).

Penyimpanan biji kopi yang kurang baik dapat menyebabkan terjadinya kerusakan. Kerusakan pada biji kopi dapat disebabkan oleh faktor biotik (serangga gudang, tikus, mikroorganisme, dan lain-lain) dan faktor abiotik (suhu dan kelembapan). Selama penyimpanan di dalam gudang, kopi yang disimpan pasti akan mengalami penurunan kualitas disebabkan oleh kerusakan yang terjadi pada biji kopi. Suatu bahan dapat dikatakan mengalami kerusakan apabila terdapat penyimpangan yang melewati batas normal yang dapat diterima oleh panca indera. Bila dilihat dari kerusakan biji kopi dapat dibagi menjadi beberapa jenis yaitu kerusakan mikrobiologis, mekanis fisik, biologis dan kimia (Winarno, 2001).

2.3. Hama Gudang *Araecerus fasciculatus* (De Geer)

Araecerus fasciculatus (De Geer) (Coleoptera : Anthribidae) merupakan hama primer yang sangat banyak ditemukan di penyimpanan biji kopi dan kakao sehingga perlu upaya pengendalian untuk mengurangi infestasi hama selama di penyimpanan. Pengendalian *A. fasciculatus* sebagai hama primer sangat penting karena akan mengurangi infestasi dari hama-hama sekunder. Hama sekunder dapat berkembang dengan baik jika biji kopi dan kakao telah terserang oleh hama primer sehingga kerusakan hasil biji kopi dan kakao akan semakin besar (Dobie *et al*, 1991).

2.3.1. Siklus Hidup



Gambar 1. *Araecerus fasciculatus* (De Geer)

Serangga ini berukuran 3-5 mm. Protoraks dan elitra memiliki bercak-bercak kecil berwarna coklat atau coklat keabu-abuan yang lebih terang. Elitra lebih pendek dari pada abdomen. Serangga ini bersifat kosmopolitas, banyak ditemukan di daerah tropika dan subtropika. Serangga ini termasuk hama penting pada kopi dan biji kakao, selain itu juga dapat menyerang rempah-rempah dan beberapa produk makanan. Serangga ini merupakan perusak yang luas dari persediaan biji kopi dalam rumah penyimpanan (gudang), yang mengakibatkan kehilangan berat dan mengotori produk. Pada kondisi optimum, yaitu suhu 28°C dan kelembaban 70%, lama perkembangan *A. fasciculatus* dari telur hingga dewasa adalah 46-66 hari. Serangga dewasa aktif terbang dan mampu bertelur rata-rata 50 butir (Sunjaya dan Widayanti, 2009). Telur disimpan di dalam bahan makanan oleh serangga betina dengan ovipositor dan akan menetas dalam 5-8 hari. Perkembangan larva memakan waktu sekitar 30 hari, kemudian memasuki periode pupa selama 6-7 hari. Larva bersembunyi di dalam biji dan ada satu larva dalam satu biji. Pada jagung, serangga dewasa dapat hidup selama 27 hari pada kelembaban 50% dan hidup selama 86-134 hari pada kelembaban 90% (Robinson, 2005).

2.4. Biopestisida

2.4.1. Pengertian Biopestisida

Pestisida organik adalah pestisida yang bahan aktifnya berasal dari tumbuhan, hewan dan bahan organik lainnya yang berkhasiat mengendalikan serangan hama pada tanaman. Pestisida organik tidak meninggalkan residu yang berbahaya pada tanaman maupun lingkungan serta dapat dibuat dengan mudah menggunakan bahan yang murah dan peralatan yang sederhana (Soenandar *et al*, 2010).

2.4.2. Keunggulan Biopestisida

Beberapa keunggulan penggunaan pestisida nabati secara khusus dibandingkan dengan pestisida konvensional (Gerrits dan Van Latum, 1988) dalam (Sastrosiswojo, 2002) adalah sebagai berikut :

1. Mempunyai sifat cara kerja (*mode of action*) yang unik, yaitu tidak meracuni (non toksik).
2. Mudah terurai di alam sehingga tidak mencemari lingkungan serta relatif aman bagi manusia dan hewan peliharaan karena residunya mudah hilang.
3. Penggunaannya dalam jumlah (dosis) yang kecil atau rendah.
4. Mudah diperoleh di alam, contohnya di Indonesia sangat banyak jenis tumbuhan penghasil pestisida nabati.
5. Cara pembuatannya relatif mudah dan secara sosial-ekonomi penggunaannya menguntungkan bagi petani kecil di negara-negara berkembang.

2.5. Biopestisida asap cair tempurung kelapa

Asap cair merupakan hasil kondensasi asap melalui proses pirolisis pada suhu sekitar 400°C (Soldera *et al*, 2008). Asap cair mengandung berbagai komponen kimia seperti fenol, aldehid, keton, asam organik, alkohol dan ester (Guillen *et al*, 2001). Senyawa fenol, asam dan alkohol dapat berperan sebagai antioksidan dan antimikroba (antibakteri dan antifungi) (Karseno *et al*, 2002).

Asap cair tempurung kelapa grade 3 mengandung 7 komponen yang terdeteksi dengan spektrometer massa yakni, Metil Ester Asam Oksalat, 2,3-Butanadion, Asam Asetat, 1-Hidroksi-2-Propanon, Asam Propanoik, 2-Furan Karbon, aldehid dan Fenol (Ishak *et al*, 2019). *Liquid Smoke* atau lebih dikenal sebagai asap cair merupakan suatu hasil destilasi atau pengembunan dari uap hasil pembakaran tidak langsung maupun langsung dari bahan-bahan yang mengandung karbon serta senyawa senyawa lain. Bahan baku yang banyak digunakan adalah kayu, bongkol kelapa sawit, ampas hasil penggergajian kayu dan lain-lain (Pari, 2007).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Tranggono *et al*, (1996) yaitu membuat pestisida menggunakan metode Pirolisa, dengan hasil produk asap cair tempurung kelapa, dimana terdapat sejumlah senyawa yang sangat beracun bagi serangga pemakan tumbuhan yakni, senyawa fenol, karbonil dan asam. Adanya kandungan senyawa-senyawa kimia di dalam asap cair tempurung kelapa yang terkandung dapat mematikan organisme pengganggu tanaman. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Luditama, 2006) kualitas asap cair, yaitu fenol dan asam asetat, dari asap cair tempurung kelapa masing-masing sebesar 19,23 % dan 128,13 %.

Penggunaan asap cair sebagai pengendali hama telah dilaporkan oleh beberapa peneliti. Asap cair dari tempurung kelapa pada konsentrasi 12,5% menyebabkan kematian wereng coklat *Nilaparvata lugens* sebesar 53% dan tidak fitotoksik terhadap tanaman (Wagiman *et al*, 2014), Selanjutnya (Wititsiri, 2011) melaporkan asap cair tempurung kelapa menyebabkan mortalitas rayap *Odontotermes* sp. Sebesar 81,71% dan *Ferrisia virgata* sebesar 95,12%. dan asap pembakaran tempurung kelapa dapat menyebabkan kematian imago dan larva, serta kerusakan telur dari *Rhyzopertha dominica* (Aryawan *et al*, 2013).



III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tempat Dan Waktu Penelitian

Penelitian ini telah dilaksanakan di Laboratorium Dasar Universitas Batanghari Jambi selama 4 bulan (Agustus - November 2021).

3.2. Alat Dan Bahan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah, toples, tabung reaksi, sprayer, cutter, wadah plastik, gelas ukur, batang pengaduk, gunting, timbangan analitik, karet, pipet, mikroskop, alat tulis, alat pengukur kadar air biji dan kamera.

Bahan-bahan yang digunakan pada percobaan ini adalah hama dewasa *Araecerus fasciculatus* (De Geer), biji kopi liberika tunggal komposit di peroleh dari kelompok tani Mekar Jaya II di Parit lapis, Betara, Tanjung Jabung Barat, aquades, insektisida berbahan klorfiripos, dan asap cair tempurung kelapa di peroleh dari Kelurahan Pancowati, Kecamatan Terbanggi Besar, Lampung Tengah. Pemilik pabrik asap cair Bapak Margono.

3.3. Rancangan Penelitian

Penelitian dilaksanakan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan menggunakan dua metode uji toksitas secara residu dan kontak. Pada metode kontak perlakuan yang diujikan terdiri 5 konsentrasi dan 1 kontrol diulang 4 kali sehingga diperoleh 20 unit perlakuan percobaan sedangkan metode residu terdapat 6 konsentrasi dan 1 kontrol diulang 4 kali sehingga diperoleh 24 unit perlakuan percobaan.

Metode uji yang dilakukan adalah metode kontak dan residu menurut Indriati dan Samsudin (2018).

Metode kontak :

Pengujian dengan metode kontak di lakukan pada konsentrasi $p_0 = \text{Kontrol}$, $p_1 = 1\%$, $p_2 = 1,5\%$, $p_3 = 2\%$, $p_4 = 2,5\%$, dan $p_5 = \text{insektisida kimia berbahan klorfiripos sebanyak } 2 \text{ ml/L}^{-1}$ sebagai pembanding

Metode residu :

Biji kopi yang digunakan yaitu yang belum terserang hama, pengujian asap cair dengan metode residu ialah, $a_0 = \text{kontrol}$, $a_1 = 1\%$, $a_2 = 1,5\%$, $a_3 = 2\%$, $a_4 = 2,5\%$, $a_5 = 3\%$ dan $a_6 = \text{insektisida kimia berbahan aktif klorfiripos sebanyak } 2 \text{ ml/L}^{-1}$ sebagai pembanding. Pada metode residu penambahan konsentrasi 3% berdasarkan uji mortalitas pada serangga *A. fasciculatus* karena berbeda pengaplikasian dengan metode kontak, pada metode kontak aplikasi langsung ke serangga dan metode residu diaplikasikan pada biji kopi.

3.4. Pelaksanaan Penelitian

a. Persiapan Wadah Penelitian

Wadah yang digunakan adalah toples bening yang berukuran diameter 11,5 cm x tinggi 5,5 cm yang telah di modifikasi dan di beri lubang.

b. Persiapan Biji

Biji kopi yang digunakan diambil dari Parit Lapis, Kecamatan Betara, Tanjung Jabung Barat. Biji kopi diambil yang memiliki ukuran yang sama dan yang belum terserang hama *A. fasciculatus* dengan berat 5 kg.

c. Pembuatan Larutan Perlakuan Asap Cair

Perlakuan konsentrasi asap cair dari limbah tempurung kelapa terbagi menjadi beberapa bagian yaitu tanpa perlakuan asap cair dari limbah tempurung kelapa (kontrol), Konsentrasi 1% yaitu 10 ml asap cair dicampur 1 liter air,

Konsentrasi 1,5% liter yaitu 15 ml asap cair dicampur 1 liter air, Konsentrasi 2% liter yaitu 20 ml asap cair dicampur 1 liter air, Konsentrasi 2,5 % yaitu 25 ml asap cair dicampur 1 liter air, 3% yaitu 30 ml asap cair dicampur 1 liter air dan insektisida kimia berbahan klorfiripos sebanyak 2 ml/L⁻¹ sebagai pembanding di setiap konsentrasi.

d. Cara Pengaplikasian

1. Pengaplikasian metode kontak dengan cara mengarahkan wadah yang terdapat didalamnya serangga uji dengan jumlah persampel wadah 10 serangga ke arah sinar matahari supaya serangga tidak keluar, setelah itu menyemprotkan larutan konsentrasi yang telah di siapkan dengan volume 5 ml/wadah menggunakan hansprayer kemudian untuk mengurangi eror data cara penutupan wadah diseragamkan 10 detik setelah aplikasi.
2. Pengaplikasian metode residu dengan cara merendam biji yang memiliki kandungan air kisaran 12-13% dengan masing-masing jumlah biji perwadah sampel 100 butir dengan waktu perendaman 30 menit ke dalam nampan berukuran 23 cm x 18 cm, kemudian biji yang telah di rendam kedalam masing-masing larutan konsentrasi yang telah di siapkan di kering anginkan hingga kadar air biji turun setelah perendaman hingga 12-13%, biji yang digunakan belum terserang.

e. Pengambilan Data Setiap Metode

Pada pengamatan metode kontak pengambilan data diambil setelah aplikasi dengan waktu pengamatan 1, 2, 4, 8, 24, 48, dan 72 jam untuk melihat tingkat mortalitas setiap perlakuan dan penelitian dihentikan melihat kematian perlakuan kontrol lebih dari 50%. Pada pengamatan metode residu pengambilan data diambil

setelah aplikasi dengan waktu pengamatan 1, 2, 4, 8, 24, 48, dan 72 jam dan penelitian dihentikan dengan melihat kematian perlakuan kontrol lebih dari 50%. Pengamatan kerusakan biji dilakukan setelah biji biarkan selama 30 hari untuk melihat apakah serangga mampu bertelur didalam biji, untuk mendapatkan data tambahan kemunculan serangga baru pada biji kopi sampel.

3.5. Parameter Pengamatan

a. Persentase Mortalitas

persentase mortalitas hama *A. fasciculatus* dihitung menggunakan rumus yang dikemukakan oleh Sinaga (2009), yaitu :

$$M = \frac{a}{a+b} \times 100\%$$

Keterangan :

M : Persentase mortalitas hama a : Hama yang mati b : Hama yang hidup

b. Klasifikasi Mutu Biji Kopi Berdasarkan Sistem Nilai Cacat SNI 01-2907-2008

Tabel 1. Klasifikasi Mutu Berdasarkan Sistem Nilai Cacat

No.	Jenis Cacat	Nilai Cacat
1.	1 (Satu) Biji Berlubang Satu	1/10
2.	1 (Satu) Biji Belubang Lebih Dari Satu	1/5
3.	1 (Satu) Biji Bertutul-Tutul	1/10

Tabel 2. Karakteristik Mutu Cacat Biji Kopi

No	Kriteria Syarat Mutu	Grade
1.	Jumlah nilai cacat maksimum	I
2.	Jumlah nilai cacat 12 sampai 25	II
3.	Jumlah nilai cacat 25 sampai 44	III
4.	Jumlah nilai cacat 45 sampai 80	IV
5.	Jumlah nilai cacat 81 sampai 150	V
6.	Jumlah nilai cacat 151 sampai 225	VI

Pengamatan di lakukan dengan cara mengetahui tingkat kerusakan biji kopi liberika yang berlubang, pengamatan ini di lakukan setelah 30 hari serangga dikeluarkan.

c. Kecepatan Kematian

Kecepatan kematian dapat di hitung menggunakan rumus :

$$V = \frac{T_1N_1 + T_2N_2 + T_3N_3 + \dots + T_nN_n}{n} = \text{ekor/jam}$$

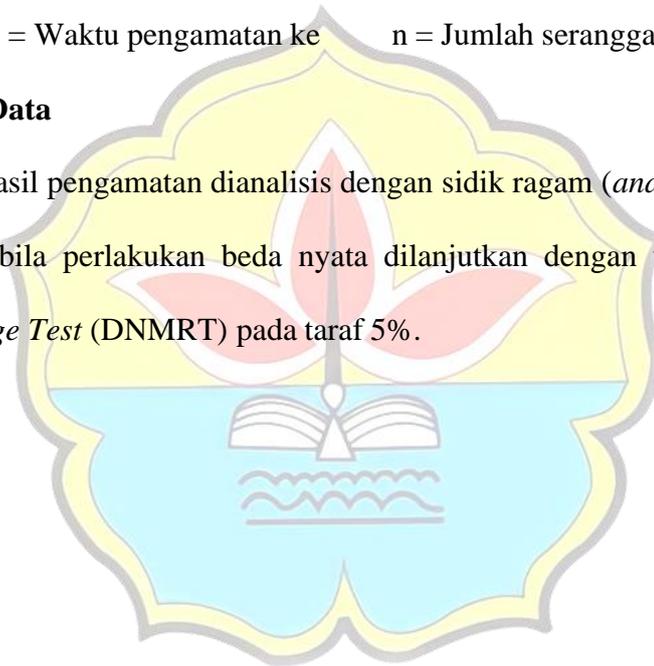
Keterangan:

V = Kecepatan kematian N = Jumlah serangga yang mati

T = Waktu pengamatan ke n = Jumlah serangga yang diujikan

3.6. Analisis Data

Data hasil pengamatan dianalisis dengan sidik ragam (*analysis of variance*) taraf 5%, apabila perlakuan beda nyata dilanjutkan dengan uji *Duncan New Multiple Range Test* (DNMRT) pada taraf 5%.



IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Metode Kontak

4.1.1. Mortalitas Serangga

Hasil pengamatan menunjukkan potensi asap cair tempurung kelapa sebagai biopestisida berpengaruh nyata terhadap tingkat mortalitas hama *A. fasciculatus* berdasarkan hasil uji lanjut *Duncan New Multiple Range Test* (DNMRT) pada taraf 5% (Lampiran 9).

Tabel 3. Rerata persentase mortalitas serangga pada metode kontak

Kode perlakuan	Perlakuan	Mortalitas 72 jam (%)
p5	2 ml/L ⁻¹ klorfiripos	100 a
p4	2,5% konsentrasi asap cair	72,5 a
p3	2% konsentrasi asap cair	72,5 a
p2	1,5% konsentrasi asap cair	32,5 b
p1	1% konsentrasi asap cair	20,0 b
p0	kontrol	17,5 b

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata pada uji lanjut DNMRT pada taraf α 5%

Pada Tabel 3 diketahui bahwa, pada perlakuan insektisida berbahan klorforipos 2ml/L⁻¹ (p5) berbeda tidak nyata dengan perlakuan asap cair konsentrasi 2,5% (p4) dan perlakuan konsentrasi asap cair 2% (p3), namun berbeda nyata dengan perlakuan konsentrasi asap cair 1,5% (p2), perlakuan konsentrasi asap cair 1% (p1) dan kontrol (p0).

Berdasarkan hasil uji pada Tabel 3 menunjukan perlakuan konsentrasi asap cair 2 % (p3) adalah perlakuan terbaik. Hal ini sesuai dengan Qomariah (2013), yang menyatakan bahwa asap cair mengandung asam asetat dan karbonil, yang berfungsi sebagai pestisida.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, kematian pada hama *A. fasciculatus* secara umum akibat perlakuan asap cair terdapat beberapa perubahan perilaku hama, mulai kurangnya pergerakan dan tidak aktifnya serangga akibat kandungan bahan aktif dari biopestisida asap cair yang menyebabkan kematian.

Kandungan asap cair dari bahan tempurung kelapa didominasi oleh asam asetat dan fenol. Asap cair adalah insektisida nabati yang terbuat dari asap hasil pembakaran tempurung kelapa dalam suhu tinggi (proses pirolisis) dan pengurangan kadar tar (proses destilasi). Dalam produk asap cair terdapat senyawa fenol, hidrokarbon, dan *Polycyclic Aromatic Hydrocarbon* (PAHs) dalam jumlah yang sangat sedikit (Girard, 1992 dalam Husain, 2019). PAHs merupakan zat kontaminan yang tersebar luas dan menetap/stabil dilingkungan, yang merupakan salah satu polutan utama menurut *United States Environmental Protection Agency* (USEPA) karena sifatnya yang beracun, mutagenik, dan karsinogenik, bentuknya terdiri dari beberapa rantai siklikaromatik dan bersifat hidrofobik. Selain pada manusia, PAHs juga menimbulkan efek ekotoksikologi pada berbagai macam biota, meliputi mikroorganisme, tumbuhan darat, biota air, amfibi, reptil, dan hewan darat.

Pada pemberian perlakuan insektisida berbahan aktif klorfiripos (p_5) rata-rata mortalitas serangga sebesar 100%, perlakuan konsentrasi asap cair tempurung kelapa 2,5% (p_4) rata-rata mortalitas serangga sebesar 72,5%, perlakuan konsentrasi asap cair tempurung kelapa 2% (p_3) rata-rata mortalitas serangga sebesar 72,5%, perlakuan konsentrasi asap cair tempurung kelapa 1,5% (p_2) rata-rata mortalitas serangga sebesar 32,5, perlakuan konsentrasi asap cair tempurung kelapa 1% (p_1) rata-rata mortalitas serangga sebesar 20% dan perlakuan tanpa konsentrasi asap cair

tempurung kelapa atau kontrol (p_0) rata-rata mortalitas serangga sebesar 17,5%. Perbedaan waktu kematian hama uji disebabkan adanya perbedaan jumlah pemberian konsentrasi asap cair tempurung kelapa pada setiap perlakuan setelah diaplikasikan, ini sesuai dengan pendapat Natawigena (2000), bahwa proses kematian hama akan semakin tinggi dengan penambahan konsentrasi yang digunakan pada saat aplikasi.

4.1.2. Kecepatan Kematian Metode Kontak

Parameter kecepatan kematian serangga bertujuan untuk melihat kecepatan kematian antara perlakuan konsentrasi asap cair tempurung kelapa dan insektisida berbahan aktif klorfiripos terhadap kematian serangga *A. fasciculatus* (Lampiran 5).

Tabel 4. Kecepatan kematian serangga pada metode kontak.

kode	Perlakuan	Jumlah kematian (ekor/jam)				Kecepatan kematian
		1	2	4	8	
p_0	kontrol	0	0	0	0	0
p_1	1% asap cair	0	0	1	4	0,9
p_2	1,5% asap cair	0	0	1	5	1,1
p_3	2% asap cair	0	0	2	6	1,4
p_4	2,5% asap cair	0	2	1	5	1,2
p_5	2ml/L ⁻¹ insektisida	25	3	4	8	2,67

Hasil penelitian diperoleh, bahwa kematian serangga *A. fasciculatus* sampai pada waktu pengamatan ke 8 jam setelah pengaplikasian (p_5) insektisida berbahan aktif klorfiripos serangga uji telah mati total. Maka hasil perhitungan kecepatan kematian serangga *A. fasciculatus* di akhiri. Kecepatan kematian pada waktu pengamatan 8 jam setelah aplikasi pada perlakuan (p_0) kontrol tidak ada kematian serangga, perlakuan asap cair tempurung kelapa konsentrasi 1% (p_1) dengan

kecepatan kematian 0,9 ekor/jam, perlakuan asap cair tempurung kelapa konsentrasi 1,5% (p₂) dengan kecepatan kematian 1,1 ekor/jam, perlakuan asap cair tempurung kelapa konsentrasi 2% (p₃) dengan kecepatan kematian 1,4 ekor/jam, perlakuan asap cair tempurung kelapa konsentrasi 2,5% (p₄) dengan kecepatan kematian 1,2 ekor/jam, dan perlakuan insektisida berbahan klorfiripos 2 ml/l⁻¹ (p₅) kecepatan kematian 2,67 ekor/jam.

4.2. Metode Residu

4.2.1. Mortalitas Serangga

Hasil pengamatan menunjukkan potensi asap cair tempurung kelapa sebagai biopestisida berpengaruh nyata terhadap tingkat mortalitas hama *A. fasciculatus*. Berdasarkan hasil uji Duncan pada tingkat pengamatan mortalitas pada uji residu untuk mengendalikan hama terdapat beda nyata terhadap perlakuan yang di ujikan, sehingga dapat di nyatakan dugaan asap cair tempurung kelapa mampu membunuh hama *A. fasciculatus* pada biji kopi liberika disimpan (Lampiran 10).

Tabel 5. Rerata persentase mortalitas serangga pada metode residu

Kode perlakuan	Perlakuan	Mortalitas 72 jam (%)
a ₆	2 ml/L klorpirifos	100 a
a ₅	3% konsentrasi asap cair	85 a
a ₄	2,5% konsentrasi asap cair	57,5 b
a ₃	2% konsentrasi asap cair	47,5 bc
a ₂	1,5% konsentrasi asap cair	42,5 bc
a ₁	1% konsentrasi asap cair	35,0 c
a ₀	kontrol	27,5 c

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata pada uji lanjut DNMRT pada taraf α 5%

Pada Tabel 5 diketahui bahwa, perlakuan insektisida berbahan aktif klorfiripos 2ml/L (a₆) berbeda tidak nyata terhadap perlakuan konsentrasi asap cair 3% (a₅), tetapi berbeda nyata dengan perlakuan konsentrasi asap cair 2,5% (a₄),

konsentrasi asap cair 2% (a_3), konsentrasi asap cair 1,5% (a_2), konsentrasi asap cair 1% (a_1) dan kontrol (a_0).

Pada pemberian perlakuan insektisida berbahan aktif klorfiripos (a_6) rata-rata mortalitas serangga sebesar 100%, perlakuan konsentrasi asap cair 3% (a_5) rata-rata mortalitas serangga sebesar 82,5%, perlakuan konsentrasi asap cair 2,5% (a_4) rata-rata mortalitas serangga sebesar 57,5%, perlakuan konsentrasi asap cair 2% (a_3) rata-rata mortalitas serangga sebesar 47,5%, perlakuan konsentrasi asap cair 1,5% (a_2) rata-rata mortalitas serangga sebesar 42,5%, perlakuan konsentrasi asap cair 1% (a_1) rata-rata mortalitas serangga sebesar 35% dan perlakuan tanpa konsentrasi asap cair atau kontrol (a_0) rata-rata mortalitas serangga sebesar 27,5%.

4.2.2. Klasifikasi Mutu Berdasarkan Sistem Cacat

Penyimpanan kopi dilakukan selama 60 hari. Penyimpanan ini digunakan untuk melihat tingkat serangan serangga *A. fasciculatus* pada biji kopi liberika yang telah diberikan dosis perlakuan, perhitungan nilai cacat terdapat pada lampiran 3.

Pada penelitian ini terjadi penurunan nilai mutu dari biji kopi yang disimpan selama 70 hari. Penurunan nilai mutu ini disebabkan karena terjadinya peningkatan kadar air dari biji kopi dan kelembaban relatif yang tinggi yang menyebabkan tingginya serangan serangga *A. fasciculatus*, rerata kelembaban (RH) 71%, suhu di dalam kotak penyimpanan pada awal hingga akhir penelitian yaitu 28,6⁰ C dan rerata suhu diluar kotak penyimpanan yaitu 29,3⁰ C.

Biji kopi dapat dikatakan telah rusak karena tidak memenuhi mutu umum dari biji kopi. Berdasarkan *SNI 01-2907-2008* syarat mutu umum dari biji kopi adalah tidak ada serangga hidup, tidak berbau busuk, kadar air maksimal 12.5 %

dan kadar kotoran kurang dari 5 % fraksi massa. Berikut data klasifikasi mutu berdasarkan *SNI 01-2907-2008* pada setiap perlakuan (Lampiran 7).

Tabel 6. Hasil Pengamatan Biji Dan Nilai Cacat

Kode	Perlakuan	Biji berlubang Satu	Biji bertutul	Serangga hidup	Nilai cacat	Grade
a ₀	kontrol	47	122	Ada	16,1	II
a ₁	1% asap cair	29	59	Ada	8,8	I
a ₂	1,5% asap cair	18	49	Ada	6,7	I
a ₃	2% asap cair	15	42	Ada	5,7	I
a ₄	2,5% asap cair	5	38	Ada	4,3	I
a ₅	3% asap cair	5	30	Tidak ada	3,5	I
a ₆	2ml/L ⁻¹ insektisida	0	12	Tidak ada	1,2	I

Hasil pengamatan diperoleh nilai cacat pada biji kopi liberika mengalami fluktuasi setiap perlakuan kontrol (a₀) dengan nilai kerusakan biji tertinggi yaitu 16.9 dengan kualitas pada biji grade II, perlakuan asap cair konsentrasi 1% (a₁) dengan nilai 8.8 dengan kualitas pada biji grade I, perlakuan asap cair tempurung kelapa konsentrasi 1,5% (a₂) dengan nilai cacat 6.7 dengan kualitas pada biji grade I, perlakuan asap cair tempurung kelapa konsentrasi 2% (a₃) dengan nilai cacat 5.7 dengan kualitas pada biji grade I, perlakuan asap cair tempurung kelapa konsentrasi 2,5% (a₄) dengan nilai cacat 4.3 dengan kualitas pada biji grade I, perlakuan asap cair tempurung kelapa konsentrasi 3% (a₅) dengan nilai cacat 3.5 dengan kualitas pada biji grade I, dan perlakuan insektisida berbahan klorfiripos 2ml/L (a₆) dengan nilai cacat 1,2 dengan kualitas pada biji grade I.

Indonesia menggunakan sistem nilai cacat (*Defects Value System*) sesuai keputusan ICO (International Coffe Organization) dalam sistem cacat ini, semakin

banyak nilai cacatnya, maka mutu kopi akan semakin rendah dan sebaliknya semakin kecil nilai cacatnya maka mutu kopi semakin baik. Menurut Ditjenbun (2012), lebih dari 65% ekspor kopi yaitu grade IV ke atas tergolong mutu rendah yang terkena larangan ekspor. Hasil dari pengamatan biji dan nilai cacat kopi dengan perlakuan asap cair tempurung kelapa masuk kedalam standar ekspor, perlakuan asap cair tempurung kelapa konsentrasi 3% (a_5) terbukti lebih ampuh untuk meminimalisir kerusakan biji kopi liberika akibat serangan *A. fasciculatus* disimpan, dengan cara kerja asap cair tempurung kelapa meresap pada biji kopi liberika yang diselimuti oleh kandungan zat aktif asap cair tempurung kelapa yang didominasi oleh fenol dan asam asetat.

Data tambahan pada uji klasifikasi mutu berdasarkan sistem cacat, data uji tersebut ditambahkan untuk melihat apakah serangga selama waktu 70 HSP dapat meninggalkan telur yang berpotensi untuk merusak biji secara berkelanjutan yaitu munculnya serangga muda pada beberapa perlakuan setelah serangga di keluarkan dan biji dibiarkan selama 30 hari, pada perlakuan kontrol (a_0) terdapat 10 serangga, perlakuan konsentrasi asap cair 1% (a_1) terdapat 7 serangga, konsentrasi asap cair 1,5% (a_2) terdapat 5 serangga, konsentrasi asap cair 2% (a_3) terdapat 7 serangga, konsentrasi asap cair 2,5% (a_4) terdapat 5 serangga, konsentrasi asap cair 3% (a_5) tidak ada muncul serangga, dan klorfiripos 2ml/L^{-1} (a_6) tidak ada munculnya serangga pada wadah uji dapat di artikan bahwasanya perlakuan asap cair tempurung kelapa pada metode residu perlakuan asap cair dengan konsentrasi 3% tidak berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan insektisida berbahan aktif klorporifos 2ml/L^{-1} .

4.2.3. Kecepatan Kematian Metode Residu

Parameter kecepatan kematian bertujuan untuk melihat kecepatan kematian serangga antara perlakuan konsentrasi asap cair dan insektisida berbahan aktif klorforipos terhadap kematian serangga *A. fasciculatus* (Lampiran 6).

Tabel 7. Kecepatan kematian serangga pada metode residu

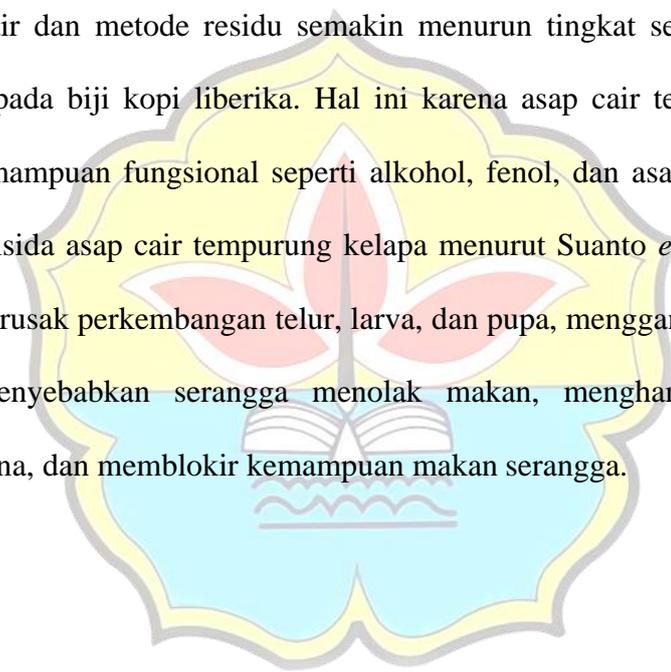
Kode	Perlakuan	Jumlah kematian (ekor/jam)							Kecepatan kematian
		1	2	4	8	24	48	72	
a ₀	kontrol	0	0	0	0	0	1	1	3
a ₁	1% asap cair	0	0	0	1	0	3	2	8
a ₂	1,5% asap cair	0	0	1	0	4	2	3	10,3
a ₃	2% asap cair	0	0	0	1	1	3	4	11,6
a ₄	2,5% asap cair	0	0	0	1	3	3	5	14,6
a ₅	3% asap cair	0	0	1	2	6	5	5	18,5
a ₆	2ml/L ⁻¹ insektisida	0	0	2	2	13	20	4	39,6

Hasil penelitian diperoleh, bahwa kematian serangga *A. fasciculatus* sampai pada waktu pengamatan ke 72 jam setelah pengaplikasian (a₆) insektisida berbahan aktif klorforipos serangga uji telah mati total maka dari itu pengamatan di akhiri.

Kecepatan kematian tertinggi pada serangga uji terdapat pada perlakuan insektisida berbahan aktif klorfiripos (a₆) dengan jumlah rerata kematian 39,6 ekor/jam dengan pengamatan 72 jam setelah aplikasi, disusul dengan asap cair tempurung kelapa konsentrasi 3% (a₅) dengan jumlah rerata kematian 18,5 ekor/jam dengan waktu pengamatan 72 jam setelah aplikasi, perlakuan konsentrasi asap cair tempurung kelapa 2,5% (a₄) dengan kecepatan kematian 14,6 ekor/jam, perlakuan konsentrasi asap cair tempurung kelapa 2% (a₃) dengan kecepatan kematian 11,6

ekor/jam, perlakuan konsentrasi asap cair tempurung kelapa 1,5% (a_2) dengan kecepatan kematian 10,3 ekor/jam, perlakuan konsentrasi asap cair tempurung kelapa 1% (a_1) dengan kecepatan kematian 8 ekor/jam, dan perlakuan (a_0) kontrol dengan kecepatan kematian 3 ekor/jam.

Perlakuan asap cair tempurung kelapa terbukti dapat mengendalikan hama *A. fasciculatus* dan mengurangi kerusakan biji kopi pada uji *analysis of variance*, terlihat pada metode kontak maupun metode residu menunjukkan pengaruh nyata terhadap mortalitas pada metode kontak seiring tingginya perlakuan konsentrasi pada asap cair dan metode residu semakin menurun tingkat serangan hama *A. fasciculatus* pada biji kopi liberika. Hal ini karena asap cair tempurung kelapa memiliki kemampuan fungsional seperti alkohol, fenol, dan asam organik. Cara kerja biopestisida asap cair tempurung kelapa menurut Suanto *et al*, (2018) asap cair dapat merusak perkembangan telur, larva, dan pupa, mengganggu komunikasi serangga, menyebabkan serangga menolak makan, menghambat reproduksi serangga betina, dan memblokir kemampuan makan serangga.



V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dengan menggunakan metode kontak dan residu dapat disimpulkan bahwa asap cair tempurung kelapa berpotensi sebagai biopestisida

Biopestisida asap cair tempurung kelapa dengan metode kontak pada konsentrasi 2% menghasilkan persentase mortalitas tertinggi (7,25%) serta nilai kecepatan kematian tertinggi (1,4 ekor/jam).

Biopestisida asap cair tempurung kelapa dengan metode residu pada konsentrasi 3% menghasilkan persentase mortalitas tertinggi (8,25%), nilai kerusakan biji kopi terendah berdasarkan *SNI 01-2907-2008* sebesar (3,5) serta nilai kecepatan kematian tertinggi sebesar (18,5 ekor/jam).

Pada metode kontak maupun metode residu dibandingkan dengan insektisida berbahan klorfiripos 2ml/L terdapat selisih nilai mortalitas, kecepatan kematian dan nilai kerusakan biji.

5.2. Saran

Penelitian ini dilakukan dalam skala laboratorium, sehingga perlu dilakukan kajian lebih lanjut dalam penggunaan asap cair tempurung kelapa dalam pengendalian serangga *A. fasciculatus* saat diaplikasikan di gudang penyimpanan.

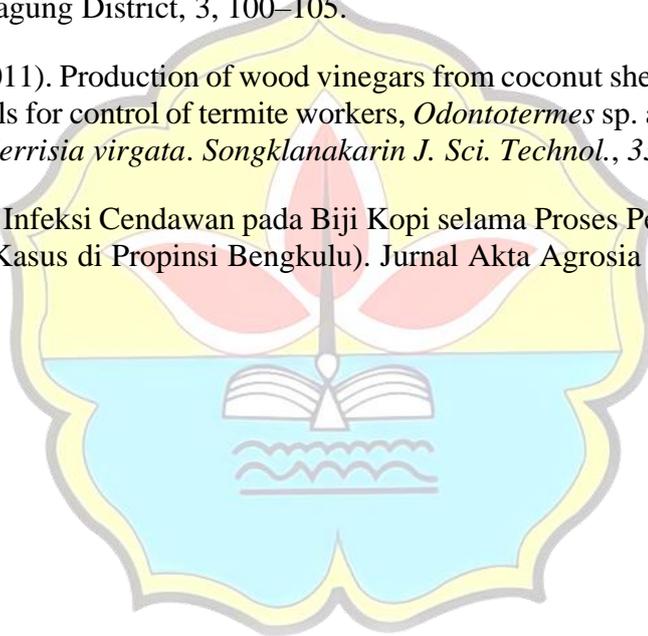
DAFTAR PUSTAKA

- Aryawan, A. A. K., Bambang, T.R., dan Astuti, L. P. 2013. Potensi asap pembakaran tempurung kelapa dalam pengendalian hama *Rhyzopertha dominica* F. (Coleoptera: Bostrichidae) pada gabah dalam simpanan. *Jurnal HPT*, 1(1), 6–15.
- Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP). 2014. Mengenal Kopi Liberika Tungkal Komposit (Libtukom). Jambi.
- Dalimartha, I. 2004.. Pengawasan Pupuk dan Pestisida. balai pengawas pupuk Jakarta.
- Dinas Perkebunan Provinsi Jambi. 2016. Kopi Liberika (*Coffea liberica*). Jambi.
- Dinas Perkebunan Tanjung Jabung Barat. 2013. Statistik Perkebunan Kabupaten Tanjung Jabung Barat. Jambi.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. 2019. Hama Gudang *Araecerus fasciculatus* Mengancam Komoditi Pascapanen Kakao. Kementerian Pertanian.
- Direktorat Jendral Perkebunan. 2013. Pelepasan Varietas Perkebunan Tahap II Tahun 2013. Jakarta Selatan.
- Direktorat Jendral Perkebunan. 2013. Statistik Perkebunan Indonesia 2012-2014. Kopi. Ditjenbun. Jakarta. 81 hlm.
- Direktorat Jendral Perkebunan. 2012. Perbaikan Mutu Kopi Indonesia. Ditjenbun. Departemen pertanian.
- Djafaruddin, 2000. Dasar – dasar pengendalian Hama dan Penyakit. Bumi aksara. Jakarta.
- Dobie P, Haimes CP., Hodges RJ., Prevett PF., and Rees DP. 1991. Insects and Aracchnids of Tropical Stored Products: Their Biology and Identification. United Kingdom : Nasional Resources Institut (NRI).
- Grimwood, B. E. 1975. Coconut Palm Product Tropical. London. Product Institute.
- Guillen, M.D., M.J. Manzanos and M.L.Ibargoitia. 2001. *Carbohydrate and nitrogenated coumpound in liquid smoke flavorings*. J. Agric Food Chem 49:2395-3403.
- Guspratama, S. 2014. Inventarisasi Hama Pascapanen pada Biji Kakao (*Theobroma Cacao* L.) Di Sulawesi Selatan dan Pengendalian *Araecerus Fasciculatus* (De Geer) Menggunakan Kantung Hermetik. Departemen Proteksi Tanaman, Fak. Pertanian, IPB. Bogor.
- Hulupi, R. 2014. Libtukom: varietas kopi liberika anjuran untuk lahan gambut. Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao. 26: 1-6.

- Indriati, G dan Samsudin. 2018. Potensi Asap cair Sebagai Insektisida Nabati Pengendalian Penggerek Buah Kopi (*Hypothenemus hampei*). Jurnal Tanaman industri dan Penyegar. Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar Jalan Raya Pakuwon Km 2 Parungkuda, Sukabumi 43357 Indonesia
- Irfan M. 2016. Uji Pestisida Nabati Terhadap Hama dan Penyakit Tanaman. Jurnal Agroteknologi. 6 (2) : 39-45.
- Ishak Isa, Wenny J.A Musa ,Sity Wirid Rahman. 2019 Pemanfaatan Asap Cair Tempurung Kelapa Sebagai Pestisida Organik Terhadap Mortalitas Ulat Grayak (*Spodoptera litura F.*)Jamb.J.Chem.,2019, 01 (1), 15-20.
- John L. Capinera. 2008. Encyclopedia of Entomology Second Edition. Amerika Serikat: Springer.
- Karseno, P. Darmadji dan K. Rahayu. 2002. Daya Hambat Asap Cair Kayu Karet Terhadap Bakteri Pengkontaminan Lateks dan Ribbed Smoke Sheet. Agritech 21(1):10-15.
- Lee, C. 2002. Green coffee storage : A factor that ought not to be overlooked from tea & coffee trade. Journal Feb. 1999. Sweet Maria's.com.
- Luditama, C. 2006. Isolasi dan Pemurnian Asap Cair Berbahan Dasar dan Sabut Kelapa secara Pirolisis dan Destilasi. IPB Press. Bogor.
- Natawigana. 2000. Pestisida dan penggunaannya. Bandung. Triganda Karya.
- Owen, T. (2002). Green Coffee Freshness: How old is too old? Sweet Maria's Coffee, Inc.
- Pari, G. 2007. Produksi asap cair dan sifat fungsionalnya. Yogyakarta: Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gajah Mada.
- Prastowo, B., E. Karmawati, Rubiyo, Siswanto, C., Indrawanto, dan S. J. Munarso. 2010. Budidaya dan Pascapanen Kopi. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. Bogor. 62 hlm.
- Puslitkoka, 2014. Pengolahan Biji Kopi Sekunder. Pusat Penelitian kopi dan kakao, Jember.
- Qomariah, S. 2013. Pengaruh Pemberian Asap Cair dari Limbah Tempurung Kelapasebagai Pencegah Hama pada Tanaman Cabai Besar (*Capsicum annum L.*). Manajemen Pertanian, Politeknik Pertanian Negeri Samarinda
- Rahayu DS, Sulistyowati E. 2014. Organisme pengganggu tanaman kopi Liberika di Kalimantan Tengah. Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia 26(2):11-14.

- Rees D. 2004. *Insect of Storage Products*. Collingwood: CSIRO Publishing. Respons. Hal 616.
- Reh. C. T., A. Gerber, J. Prodoliet and G. Vuataz. 2006. Water Content Determination in Green Coffee-Method Comparison to Study Specificity and Accuracy. *Journal of Food Chemistry*. 96 : 432-430.
- Ridwansyah. 2003. *USU Digital Library 1 Pengolahan Kopi*. Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Rimbing, S.C. 2015. Keanekaragaman Jenis Serangga Hama Pasca Panen pada Beberapa Makanan Ternak di Kabupaten Bolaang Mongondow. *Jurnal Zootek*. 35(1). 164-177.
- Robinson WH. 2005. *Handbook of Urban Insects and Arachnids*. New York (US) : Cambridge Univ Pr.
- Saenong. 2013. Pestisida nabati untuk pengendalian hama kumbang bubuk *Sitophilus zeamais* Pada Tanaman Jagung. Balai Penelitian Tanaman Serealia. Hal.182-183.
- Sastrosiswojo, S. (2002). *Kajian Sosial Ekonomi dan Budaya Penggunaan Biopestisida di Indonesia*. Yogyakarta.
- Sianipar, H. 2017. Keragaman Genetik Populasi Kopi Liberika (*Coffea Liberica W. Bull Ex. Hiern*) Di Kecamatan Betaraberdasarkan Karakter Buah Dan Biji., 7-8.
- Sinaga, R. 2009. Uji Efektivitas Pestisida Nabati terhadap Hama *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae) pada Tanaman Tembakau (*Nicotiana tabaccum L.*). FP Universitas Sumatera Utara. Medan. [Skripsi].
- Soenandar, M. Aeni, M. N. Dan R. 2010. *Petunjuk Praktis Membuat Pestisida Organik*. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Soldera, S., N. Sebastianut to and R. Bortolomeazzi. 2008. Composition of phenolic compounds and antioxidant activity of commercial aqueous smoke flavorings. *J Agric Food Chem* 56: 2727–2734.
- Suanto E, Sudirman, dan Muthahas. 2018. Efektivitas ekstrak daun sirih dalam menekan penetasan telur dan infeksi *mooidogyne spp.* *Jurnal Agroteknologi*. Vol.11, pp.1-6
- Sudarmo, S. 2005. *Pestisida Nabati Pembuatan dan Pemanfaatannya*. Yogyakarta ; Kanisius.
- Sunjaya dan Widayanti S. 2009. *Pengenalan Serangga Hama Gudang*. Bogor : Seameo Biotrop.

- Syarief, R. dan H. Halid. 1993. Teknologi Penyimpanan Pangan, Jakarta : Penerbit Arcan.Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada.
- Tranggono, Suhardi, Setiadji, B., Darmadji, P., Supranto., dan Sudarmanto., 1996, Identifikasi Asap Cair dari Berbagai Jenis Kayu dan Tempurung Kelapa, J. Ilmu dan Teknologi Pangan, vol. 1, No.2: 15-24.
- Wagiman, F. X., Ardiansyah, A., & Witjaksono. 2014. Activity of coconut-shell liquid smoke as an insecticide on the rice brown planthopper (*Nilaparvata lugens*). ARPN Journal of Agricultural and Biological Science, 9(9), 293–296.
- Winarno, F.G. 2001. Hama dan Gudang dan Teknik Pemberantasnya. M-Biro Proses. Bogor.
- Wismaningsih, E. R., & Oktaviasari, D. I. 2016. Pesticide Identification and Personal Protective Equipment (Ppe) Use of Spraying Farmer in Ngantru Tulungagung District, 3, 100–105.
- Wititsiri, S. (2011). Production of wood vinegars from coconut shells and additional materials for control of termite workers, *Odontotermes* sp. and striped mealy bugs, *Ferrisia virgata*. *Songklanakarin J. Sci. Technol.*, 33(3),349–3
- Yani, A. 2008. Infeksi Cendawan pada Biji Kopi selama Proses Pengolahan Primer (Studi Kasus di Propinsi Bengkulu). *Jurnal Akta Agrosia* Vol.11 No.1 hlm 87-95



LAMPIRAN

Lampiran 1. Bahan dan Alat yang digunakan dalam penelitian



Gambar 2.
Insektisida berbahan aktif klorforipos



Gambar 3.
Aquades dan asap cair



Gambar 4.
Labu ukur



Gambar 5.
Timbangan analitik



Gambar 6.
Box penyimpanan



Gambar 7.
Tabung reaksi



Gambar 8.
Pipet ukur



Gambar 9.
handsprayer



Gambar 10.
Alat ukur kadar air biji



Gambar 11.
Pengaplikasian Larutan Asap Cair



Gambar 12.
Wadah uji



Gambar 13.
Nampan



Gambar 14.
Kopi liberika



Gambar 15.
Visual serangga

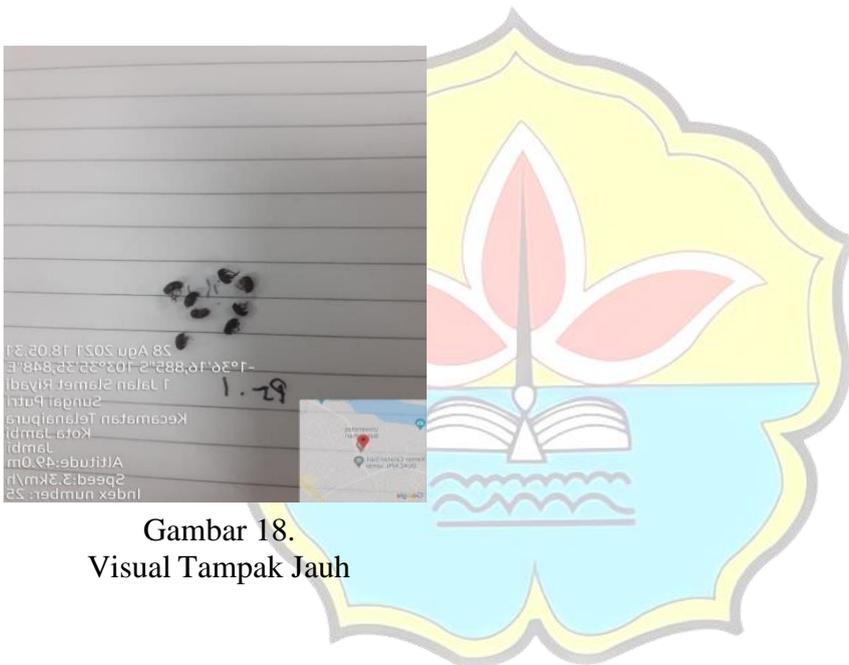
Lampiran 2. Visual serangga *A. fasciculatus*



Gambar 16.
Visual kematian metode kontak



Gambar 17.
Visual kematian metode residu



Gambar 18.
Visual Tampak Jauh

Lampiran 3. Data pengamatan suhu

NO	TGL	RH	SUHU IN	SUHU OUT	NO	TGL	RH	SUHU IN	SUHU OUT
1	5/9/2021	70%	28.5 C	29.4 C	36	10/10/2021	69%	28.7 C	29.7 C
2	6/9/2021	74%	29.3 C	30.0 C	37	11/10/2021	71%	28.4 C	28.9 C
3	7/9/2021	69%	29.1 C	29.5 C	38	12/10/2021	76%	27.8 C	28.1 C
4	9/9/2021	69%	28.9 C	29.2 C	39	13/10/2021	77%	27.5 C	27.9 C
5	10/9/2021	69%	28.3 C	29.7 C	40	14/10/2021	79%	28.2 C	28.6 C
6	12/9/2021	61%	29.4 C	29.9 C	41	15/10/2021	81%	27.5 C	27.9 C
7	13/9/2021	66%	30.1 C	31.0 C	42	16/10/2021	78%	28.4 C	29.2 C
8	14/9/2021	64%	28.7 C	29.2 C	43	17/10/2021	74%	28.3 C	28.5 C
9	16/9/2021	75%	28.4 C	29.2 C	44	18/10/2021	73%	29.1 C	29.8 C
10	18/9/2021	74%	27.4 C	28.2 C	45	19/10/2021	69%	28.8 C	29.2 C
11	19/9/2021	77%	27.3 C	27.8 C	46	20/10/2021	73%	28.3 C	28.9 C
12	20/9/2021	75%	26.5 C	26.6 C	47	21/10/2021	74%	28.1 C	28.2 C
13	21/9/2021	74%	27.2 C	27.8 C	48	22/10/2021	70%	30.4 C	31.9 C
14	24/9/2021	73%	27.7 C	28.2 C	49	23/10/2021	68%	29.8 C	30.6 C
15	25/9/2021	79%	27.1 C	27.3 C	50	24/10/2021	72%	29.4 C	30.1 C
16	27/9/2021	72%	28.5 C	29.1 C	51	25/10/2021	70%	29.8 C	30.4 C
17	28/9/2021	67%	28.5 C	29.1 C	52	26/10/2021	68%	29.8 C	30.6 C
18	30/9/2021	71%	28.4 C	28.8 C	53	27/10/2021	71%	28.5 C	29.2 C
19	31/9/2021	74%	27.2 C	27.3 C	54	28/10/2021	67%	30.5 C	31.4 C
20	3/9/2021	78%	28.0 C	28.5 C	55	29/10/2021	69%	30.1 C	30.4 C
21	4/9/2021	75%	28.2 C	28.6 C	56	30/10/2021	72%	28.2 C	28.7 C
22	6/9/2021	80%	28.3 C	28.8 C	57	31/10/2021	76%	29.0 C	29.5 C
23	7/9/2021	71%	28.2 C	28.8 C	58	1/11/2021	75%	29.2 C	30.1 C
24	9/9/2021	71%	28.1 C	28.8 C	59	2/11/2021	76%	28.8 C	29.5 C
25	10/9/2021	69%	29.8 C	30.9 C	60	3/11/2021	74%	28.1 C	28.2 C
26	11/9/2021	65%	29.2 C	29.8 C	61	4/11/2021	71%	30.5 C	29.2 C
27	1/10/2021	74%	27.1 C	27.5 C	62	5/11/2021	67%	30.1 C	31.4 C
28	2/10/2021	75%	28.8 C	29.4 C	63	6/11/2021	69%	28.2 C	30.4 C
29	3/10/2021	66%	29.2 C	29.8 C	64	7/11/2021	72%	29.0 C	28.7 C
30	4/10/2021	64%	28.7 C	28.9 C	65	8/11/2021	76%	29.2 C	29.5 C
31	5/10/2021	72%	28.6 C	28.9 C	66	9/11/2021	75%	28.8 C	30.1 C
32	6/10/2021	70%	29.4 C	30.5 C	67	10/11/2021	76%	28.1 C	29.5 C
33	7/10/2021	62%	29.5 C	30.1 C	68	11/11/2021	74%	28.1 C	28.2 C
34	8/10/2021	59%	29.9 C	30.6 C	69	12/11/2021	71%	30.5 C	29.2 C
35	9/10/2021	66%	27.8 C	27.6 C	70	13/11/2021	67%	30.1 C	31.4 C
					Rerata		71%	28,6 ^o C	29,3 ^o C

Lampiran 4. Perhitungan rerata mortalitas serangga metode kontak

Rumus / Perlakuan	p0	p1	p2	p3	p4	p5
$M = \frac{a}{a+b} \times 100\%$	$\frac{7}{40} \times 100\%$	$\frac{8}{40} \times 100\%$	$\frac{13}{40} \times 100\%$	$\frac{29}{40} \times 100\%$	$\frac{29}{40} \times 100\%$	$\frac{40}{40} \times 100\%$
Hasil (%)	1,7	2	32,5	72,5	72,5	100

Keterangan :

p0 = kontrol

M = persentase mortalitas serangga

p1 = konsentrasi asap cair 1%

a = hama yang mati

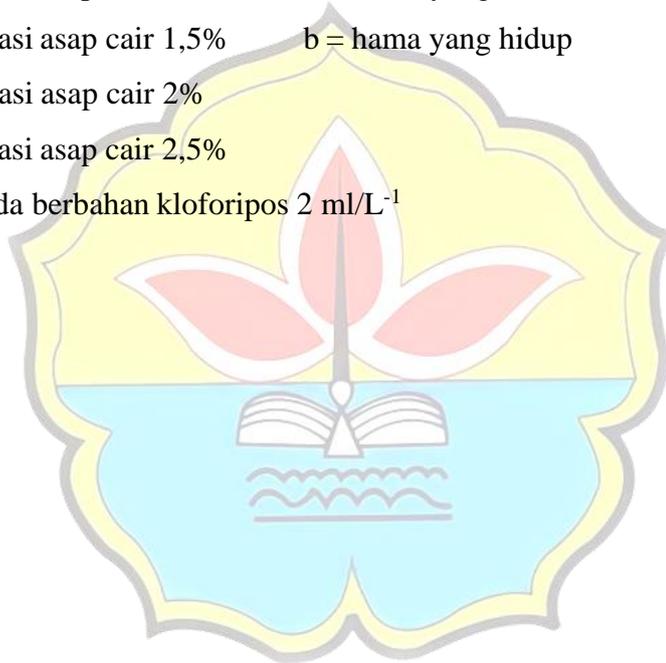
p2 = konsentrasi asap cair 1,5%

b = hama yang hidup

p3 = konsentrasi asap cair 2%

p4 = konsentrasi asap cair 2,5%

p5 = insektisida berbahan kloforipos 2 ml/L⁻¹



Lampiran 5. Perhitungan Kecepatan Kematian kontak

Kode Perlakuan	$V = \frac{T_1N_1+T_2N_2+T_3N_3+\dots+T_nN_n}{n} = \text{ekor/jam}$	Hasil (ekor/jam)
p0	$\frac{(1 \times 0) + (2 \times 0) + (4 \times 0) + (8 \times 0)}{40}$	0
p1	$\frac{(1 \times 0) + (2 \times 0) + (4 \times 1) + (8 \times 4)}{40}$	0,9
p2	$\frac{(1 \times 0) + (2 \times 0) + (4 \times 1) + (8 \times 5)}{40}$	1,1
p3	$\frac{(1 \times 0) + (2 \times 0) + (4 \times 2) + (8 \times 6)}{40}$	1,4
p4	$\frac{(1 \times 0) + (2 \times 2) + (4 \times 1) + (8 \times 5)}{40}$	1,2
p5	$\frac{(1 \times 25) + (2 \times 3) + (4 \times 4) + (8 \times 8)}{40}$	2,67

Keterangan :

p0 = kontrol

p1 = konsentrasi asap cair 1%

p2 = konsentrasi asap cair 1,5%

p3 = konsentrasi asap cair 2%

p4 = konsentrasi asap cair 2,5%

p5 = insektisida berbahan kloforipos 2 ml/L⁻¹

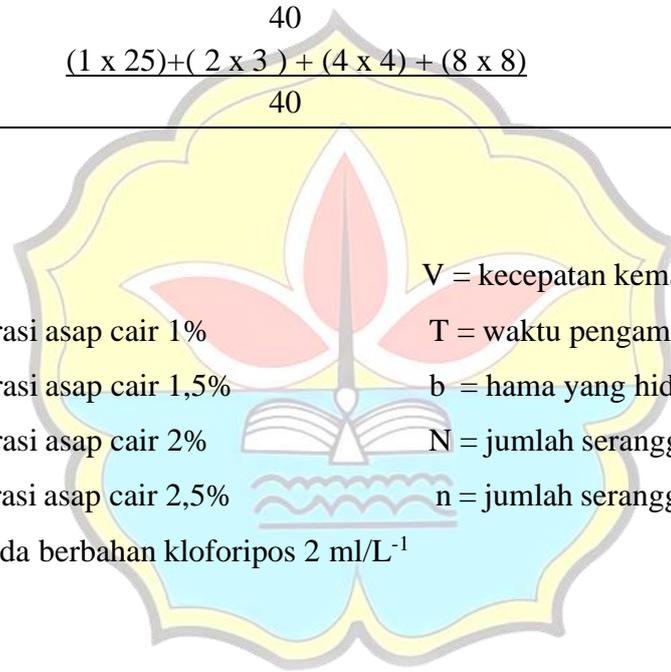
V = kecepatan kematian

T = waktu pengamatan ke

b = hama yang hidup

N = jumlah serangga yang mati

n = jumlah serangga yang diujikan



Lampiran 6. Perhitungan Mortalitas Metode Residu

Rumus / Perlakuan	a0	a1	a2	a3	a4	a5	a6
$M = \frac{a}{a+b} \times 100\%$	$\frac{11}{40} \times 100\%$	$\frac{15}{40} \times 100\%$	$\frac{17}{40} \times 100\%$	$\frac{19}{40} \times 100\%$	$\frac{23}{40} \times 100\%$	$\frac{35}{40} \times 100\%$	$\frac{40}{40} \times 100\%$
Hasil (%)	27,5	37	42,5	47,5	57,5	87,5	100

Keterangan :

a0 = kontrol

M = persentase mortalitas serangga

a1 = konsentrasi asap cair 1%

a = hama yang mati

a2 = konsentrasi asap cair 1,5%

b = hama yang hidup

a3 = konsentrasi asap cair 2%

a4 = konsentrasi asap cair 2,5%

a5 = konsentrasi asap cair 3%

a6 = insektisida berbahan kloforipos 2 ml/L⁻¹

Lampiran 7. Perhitungan nilai cacat berdasarkan SNI 01-2907-2008

Cacat biji / Perlakuan	a0	a1	a2	a3	a4	a5	a6
Biji berlubang satu (1/10)	122	59	49	42	38	30	12
Biji bertutul (1/10)	47	29	18	15	5	5	0
Nilai cacat	16,9	8,8	6,7	5,7	4,3	3,5	1,2

Keterangan :

a0 = kontrol a4 = konsentrasi asap cair 2,5%

a1 = konsentrasi asap cair 1%

a5 = konsentrasi asap cair 3%

a2 = konsentrasi asap cair 1,5%

a6 = insektisida berbahan kloforipos 2 ml/L⁻¹

a3 = konsentrasi asap cair 2%

Lampiran 8. Perhitungan Kecepatan Kematian Residu

Kode Perlakuan	$V = \frac{T1N1+T2N2+T3N3+.....TnNn = \text{ekor/jam}}{n}$	Hasil (ekor/jam)
a0	$\frac{(1 \times 0) + (2 \times 0) + (4 \times 0) + (8 \times 0) + (24 \times 0) + (48 \times 1) + (72 \times 1)}{40}$	3
a1	$\frac{(1 \times 0) + (2 \times 0) + (4 \times 0) + (8 \times 1) + (24 \times 1) + (48 \times 3) + (72 \times 2)}{40}$	8
a2	$\frac{(1 \times 0) + (2 \times 0) + (4 \times 1) + (8 \times 0) + (24 \times 4) + (48 \times 2) + (72 \times 3)}{40}$	10,3
a3	$\frac{(1 \times 0) + (2 \times 0) + (4 \times 0) + (8 \times 1) + (24 \times 1) + (48 \times 3) + (72 \times 4)}{40}$	11,6
a4	$\frac{(1 \times 0) + (2 \times 0) + (4 \times 0) + (8 \times 1) + (24 \times 3) + (48 \times 3) + (72 \times 5)}{40}$	14,6
a5	$\frac{(1 \times 0) + (2 \times 0) + (4 \times 1) + (8 \times 2) + (24 \times 5) + (48 \times 5) + (72 \times 5)}{40}$	18,5
a6	$\frac{(1 \times 0) + (2 \times 0) + (4 \times 2) + (8 \times 2) + (24 \times 13) + (48 \times 20) + (72 \times 4)}{40}$	39,6

Keterangan :

a0 = kontrol

a1 = konsentrasi asap cair 1%

a2 = konsentrasi asap cair 1,5%

a3 = konsentrasi asap cair 2%

a4 = konsentrasi asap cair 2,5%

a5 = konsentrasi asap cair 3%

a6 = insektisida berbahan kloforipos 2 ml/L⁻¹

Lampiran 9. Rata-rata Mortalitas Serangga pada Metode Kontak

Descriptives

mortalitas								
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
P0	4	17.50	12.583	6.292	-2.52	37.52	0	30
P1	4	20.00	27.080	13.540	-23.09	63.09	0	60
P2	4	32.50	18.930	9.465	2.38	62.62	20	60
P3	4	72.50	12.583	6.292	52.48	92.52	60	90
P4	4	72.50	32.016	16.008	21.56	123.44	40	100
P5	4	100.00	.000	.000	100.00	100.00	100	100
Total	24	52.50	36.266	7.403	37.19	67.81	0	100

ANOVA

mortalitas					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	22950.000	5	4590.000	11.318	.000
Within Groups	7300.000	18	405.556		
Total	30250.000	23			

Mortalitas

Duncan^a

perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05		Notasi
		1	2	
P0	4	17.50		a
P1	4	20.00		a
P2	4	32.50		a
P3	4		72.50	b
P4	4		72.50	b
P5	4		100.00	b
Sig.		.332	.083	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

Lampiran 10. Rata-rata Mortalitas Serangga Pada Metode residu

Descriptives

mortalitas

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
A0	4	27.50	12.583	6.292	7.48	47.52	10	40
A1	4	35.00	12.910	6.455	14.46	55.54	20	50
A2	4	42.50	15.000	7.500	18.63	66.37	20	50
A3	4	47.50	18.930	9.465	17.38	77.62	20	60
A4	4	57.50	12.583	6.292	37.48	77.52	40	70
A5	4	85.00	10.000	5.000	69.09	100.91	70	90
A6	4	100.00	.000	.000	100.00	100.00	100	100
Total	28	56.43	27.651	5.225	45.71	67.15	10	100

ANOVA

mortalitas

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	17142.857	6	2857.143	17.143	.000
Within Groups	3500.000	21	166.667		
Total	20642.857	27			

Mortalitas

Duncan^a

perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05			Notasi
		1	2	3	
A0	4	27.50			a
A1	4	35.00			a
A2	4	42.50	42.50		ab
A3	4	47.50	47.50		ab
A4	4		57.50		b
A5	4			85.00	c
A6	4			100.00	c
Sig.		.056	.134	.115	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

