

Potensi Biopestisida Asap Cair Asal Tempurung Kelapa Terhadap Serangga *Araecerus fasciculatus* (De Geer)

Liquid Smoke Biopesticide Potential from Coconut Shell against the Warehouse Pest Araecerus fasciculatus (De Geer)

¹Araz Meilin, ^{*1}Nasamsir, dan ²Junius Febri Handana

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Batanghari,

²Alumni Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Batanghari

Jl. Slamet Ryadi No. 1, Broni-Jambi (+62741)60103

^{*1}e-mail korespondensi: nasamsirsamsir@yahoo.co.id

Abstract. The primary objective of this study was to evaluate the potential of coconut shell liquid smoke as a biopesticide for controlling *Araecerus fasciculatus* on liberika coffee beans during storage. The research was conducted at the basic laboratory of Batanghari University's Faculty of Agriculture in Jambi, spanning from August to November 2021. The study employed a completely randomized design (CRD) with two toxicity testing methods: the residue method and the contact method. In the contact method, various concentrations were used, including 1%, 1.5%, 2%, and 2.5%, a control group treated with aquades, and a group treated with 2 ml L-1 of chlorpyrifos insecticide. On the other hand, the residue method involved concentrations of 1%, 1.5%, 2%, 2.5%, and 3%, a control group treated with aquades, and a group treated with 2 ml L-1 of chlorpyrifos insecticide as a reference. Each treatment was applied to 10 *A. fasciculatus* pests, and there were four replications. The parameters observed in the study included mortality rates at various time points (1, 2, 4, 8, 24, 48, and 72 hours after application), insect mortality rates, and the extent of seed damage based on SNI 01-2097-2008 standards. Data analysis involved using analysis of variance, and if the treatments showed significant differences, the Duncan New Multiple Range Test (DNMRT) was applied at a 5% significance level. The study's findings demonstrated that the biopesticide derived from coconut shell liquid smoke had a significant impact on the mortality of *A. fasciculatus* in both the contact and residue methods. The contact method resulted in a faster mortality rate, with insects dying within 8 hours after application (at a rate of 1.4 insects per hour). Furthermore, the coconut shell liquid smoke biopesticide effectively reduced seed damage, achieving a damage value of 3.5 (grade I) according to SNI 01-2097-2008 standards.

Keywords: coconut shell; liquid smoke; *Araecerus fasciculatus*; liberika coffee

Abstrak. Tujuan penelitian adalah untuk mengevaluasi kemungkinan penggunaan asap cair dari tempurung kelapa sebagai biopestisida untuk mengendalikan serangga *Araecerus fasciculatus* pada biji kopi Liberika yang disimpan. Studi ini dilakukan di Laboratorium Dasar Universitas Batanghari, Jambi, dari bulan Agustus sampai November 2021. Rancangan Acak Lengkap (RAL) digunakan pada 2 metode pengujian toksisitas: metode residu dan metode kontak. Metode kontak melibatkan aplikasi berbagai konsentrasi asap cair (1%, 1,5%, 2%, 2,5%), kontrol hanya diberi aquades, dan insektisida klorpirifos sebanyak 2 ml L-1. Metode residu juga menggunakan berbagai konsentrasi asap cair (1%, 1,5%, 2%, 2,5%, 3%), kontrol (aquades), dan insektisida klorpirifos yang sama. Setiap perlakuan melibatkan 10 serangga *A. fasciculatus* yang diulang empat kali. Variabel yang diamati mencakup tingkat kematian pada berbagai interval waktu (1, 2, 4, 8, 24, 48, 72 jam sesudah aplikasi), kecepatan kematian serangga, dan tingkat kerusakan biji, yang dievaluasi sesuai dengan standar SNI 01-2097-2008. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis varians (ANOVA), dan jika terdapat perbedaan yang signifikan antara perlakuan, dilanjutkan dengan uji Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT) pada tingkat signifikansi 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa biopestisida berbahan asap cair dari tempurung kelapa memiliki dampak yang signifikan terhadap mortalitas serangga *A. fasciculatus* pada metode kontak dan residu. Metode kontak menghasilkan tingkat mortalitas serangga yang lebih cepat, terutama dalam waktu 8 jam setelah aplikasi (dengan tingkat kematian mencapai 1,4 serangga per jam). Selain itu, aplikasi biopestisida asap cair tempurung kelapa menunjukkan pengurangan kerusakan pada biji kopi Liberika yang diinfestasi *A. fasciculatus*, dengan nilai kerusakan mencapai 3,5 (grade I) sesuai dengan standar SNI 01-2097-2008.

Kata kunci : kopi liberika, asap cair, *A. fasciculatus*, hama gudang

PENDAHULUAN

Kopi Liberika (*Coffea liberica*) adalah varietas kopi yang berasal dari Liberia, di pantai barat Afrika. Meskipun produksi kopi Liberika dianggap lebih rendah secara ekonomis dibandingkan dengan jenis Arabika dan Robusta, kopi ini memiliki beberapa keunggulan, seperti ketahanan terhadap penyakit, kemampuan beradaptasi dengan baik pada kondisi lahan basah, serta kemampuan menghasilkan buah sepanjang tahun. Tanaman ini dikenal dengan ciri-ciri tajuk lebar, dan kuat serta daun tebal (Hulupi, 2014).

Biji kopi di dalam gudang memiliki potensi untuk diserang oleh berbagai jenis hama. Kelompok hama yang

sering menyerang produk dalam gudang penyimpanan disebut sebagai hama gudang (Rimbing, 2015). Hama gudang dapat diklasifikasikan berdasarkan peran mereka, termasuk sebagai hama primer, sekunder, predator, parasit, dan mikofag (Dirjenbun, 2019). Keberadaan hama primer yang tidak dikendalikan dengan baik, seringkali dapat terjadi serangan yang sangat merusak di dalam gudang penyimpanan. Hal ini dapat mengakibatkan kerugian ekonomi yang signifikan. Hama sekunder, di sisi lain, biasanya tidak menimbulkan kerugian ekonomi yang besar dalam kondisi normal, tetapi dapat menjadi masalah jika tidak ditangani atau dikelola dengan benar selama proses penyimpanan (Guspratama, 2014).

Hama gudang dapat dengan mudah beradaptasi pada kondisi penyimpanan dengan kelembaban rendah, kering, dan suhu yang relatif tinggi. Menurut penelitian dari Litbang (2017), serangan hama gudang biasanya dimulai setelah tiga bulan penyimpanan produk atau satu bulan setelah biji kopi disimpan. Apabila serangan hama gudang terjadi, hal ini dapat mengakibatkan penurunan kualitas dan harga biji kopi.

Araecerus fasciculatus (Coleoptera: Anthribidae) adalah salah satu serangga dan merupakan hama utama yang menyerang biji kopi dalam gudang penyimpanan. Aktivitas pernafasan hama ini dapat meningkatkan kadar air dalam biji kopi, menciptakan kondisi yang memungkinkan pertumbuhan jamur yang merusak biji kopi. Hama ini diketahui dapat menyebabkan kerusakan pada biji kopi pascapanen sebesar 26,7% (Dirjenbun, 2019).

Penggunaan pestisida adalah metode yang efektif dalam mengendalikan hama, tetapi perlu diingat bahwa penggunaan berlebihan pestisida dapat menimbulkan dampak negatif pada lingkungan. Risiko bagi kesehatan petani dan masyarakat di sekitar area pertanian dapat juga terdampak jika penggunaan pestisida secara berlebihan (Wismaningsih dan Oktaviasari, 2016).

Balitbangtan (2016) telah melaporkan bahwa penggunaan insektisida bukanlah satu-satunya cara yang efektif untuk mengatasi hama. Biopestisida merupakan alternatif alami yang bisa digunakan, yang merupakan pestisida nabati yang memiliki bahan aktif alami yang dapat bertindak sebagai anti hama. Biopestisida memiliki berbagai peran, seperti sebagai penolak, atraktan, antifertilitas, insektisida, dan bentuk lainnya. Aplikasi biopestisida tidak menyebabkan dampak negatif pada lingkungan dan lebih ramah lingkungan daripada pestisida yang terbuat dari senyawa kimia berbahaya.

Pestisida nabati atau biopestisida adalah pestisida yang dibuat dari bahan umbum. Dengan dasar bahan organik ini, penggunaan biopestisida dapat mengurangi pencemaran lingkungan dan lebih ekonomis karena tidak menggunakan bahan kimia sintetis. Salah satu sumber bahan baku biopestisida adalah tempurung kelapa, yang memiliki tingkat lignin yang tinggi dan selulosa yang rendah (Balitbangtan, 2016).

Asap cair tempurung kelapa dihasilkan melalui proses pembakaran dalam tabung tertutup, kemudian menjalani tahap pendinginan dan pencairan sehingga partikel-padat berubah menjadi bentuk asap cair. Komposisi kimia asap cair ini mencakup berbagai senyawa seperti fenol, aldehida, keton, asam organik, alkohol, dan ester. Senyawa-senyawa fenolik, asam, dan alkohol dalam asap ini berperan sebagai antioksidan dan antimikroba (Balitbangtan, 2016). Diketahui ada 7 komponen utama asap tempurung kelapa grade 3, yaitu metil oksalat, asam propanoat, asam asetat, 1-hidroksi-2-propanon, 2,3-butanedion, karbon 2-furan, aldehida, dan fenol (Ishak *et al.*, 2019). Kandungan fenol dan asam asetat merupakan senyawa-senyawa dalam asap cair tempurung kelapa, mencapai masing-masing 19,23% dan 128,13% (Juandri *et al.*, 2017).

Aplikasi asap cair tempurung kelapa dengan konsentrasi 2,5% menunjukkan tingkat kematian tertinggi pada *H. hampei* sebesar 48,87% dengan tingkat serangan awal sebesar 20%, yang mengalami penurunan hingga 70%. Hal ini menunjukkan bahwa bahan ini memiliki potensi sebagai biopestisida dalam pengendalian *H. Hampei* (Indriati dan Samsudin, 2018). Wagiman *et al.*, (2014) menginformasikan bahwa wereng coklat (*Nilaparvata lugens*) dapat mengalami kematian sampai 53% setelah aplikasi asap cair tempurung kelapa dengan konsentrasi 12,5% dan tanpa mengakibatkan efek fitotoksik pada tanaman. Asap cair tempurung kelapa dapat membunuh rayap *Odontotermes* sp. sebesar 81,71% dan *Ferrisia virgata* sebesar 95,12% (Wititsiri, 2011) serta *Captotermes* (Mamdagi *et al.*, 2023).. Asap dari pembakaran tempurung kelapa juga efektif dalam membunuh larva dan imago serta merusak telur *Rhyzopertha dominica* (Aryawan *et al.*, 2013). Konsentrasi asap cair tempurung kelapa 8% diinformasikan juga efektif mengendalikan serangan walang sangit (Cantika *et al.*, 2023).

Penelitian ini dilakukan untuk menguji potensi asap cair tempurung kelapa sebagai biopestisida dalam mengendalikan hama yang merusak biji kopi liberika *A. fasciculatus* pada saat penyimpanan, dengan tujuan untuk mengurangi penurunan kualitas biji kopi liberika akibat serangan hama tersebut.

METODE PENELITIAN

Penelitian telah dilakukan dalam waktu 4 bulan (Agustus-November 2021) di Laboratorium Dasar Universitas Batanghari Jambi. Dalam penelitian ini, berbagai bahan dan peralatan telah digunakan, termasuk gelas ukur, batang pengaduk toples, tabung reaksi, sprayer, gunting, timbangan analitik, karet, pipet, mikroskop, alat tulis, alat pengukur kadar air biji, dan kamera. Bahan-bahan ini termasuk serangga dewasa *A. fasciculatus* (De Geer), aquades, insektisida yang mengandung klorpirifos, biji kopi Liberika yang berasal dari Betara, Tanjung Jabung Barat, dan asap cair

tempurung kelapa yang berasal dari pabrik asap cair Margono di Kelurahan Pancowati, Kecamatan Terbanggi Besar, Lampung Tengah.

Desain eksperimen Rancangan Acak Lengkap (RAL) digunakan untuk melakukan penelitian ini. Metode pengujian toksisitas yang digunakan adalah metode kontak dan metode residu, sesuai dengan pedoman yang diberikan oleh Indriati dan Samsudin (2018). Pada metode residu, hama tidak menginfeksi biji kopi yang digunakan. Dalam metode kontak, perlakuan yang diuji mencakup lima konsentrasi, yaitu p_0 = kontrol, p_1 = 1%, p_2 = 1,5%, p_3 = 2%, p_4 = 2,5%, dan p_5 = penggunaan insektisida kimia yang mengandung klorpirifos sebagai pembanding dalam 2 mililiter L-1.

Pada metode kontak, data dikumpulkan setelah aplikasi dengan interval waktu pengamatan 1, 2, 4, 8, 24, 48, dan 72 jam untuk mengamati tingkat kematian pada setiap perlakuan. Dalam metode residu, data juga dikumpulkan setelah aplikasi dengan interval waktu pengamatan yang sama, yaitu 1, 2, 4, 8, 24, 48, dan 72 jam. Penelitian dihentikan jika jumlah kematian pada kelompok kontrol melebihi 50%. Pengamatan ini bertujuan untuk mengetahui apakah serangga dapat bertelur di dalam biji kopi. Ini juga memberikan data tambahan tentang kemungkinan munculnya serangga baru pada biji kopi.

Tingkat kematian, pengklasifikasian kualitas biji kopi berdasarkan sistem penilaian cacat sesuai dengan standar SNI 01-2907-2008 (30 hari setelah serangga dikeluarkan), dan persentase kematian yang dihitung dengan formula Sinaga (2009) adalah beberapa variabel yang diamati dalam penelitian ini.

Analisis sidik ragam digunakan untuk menganalisis data yang diperoleh dari hasil pengamatan dengan tingkat signifikansi 5%. Hasil uji F menunjukkan perbedaan yang signifikan antara perlakuan, maka uji *Duncan New Multiple Range Test* (DNMRT) akan digunakan untuk menganalisis lebih lanjut dengan tingkat signifikansi 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Metode Kontak

Hasil dari penelitian penggunaan asap cair yang berasal dari tempurung kelapa sebagai biopestisida menunjukkan bahwa aplikasinya memiliki dampak yang signifikan terhadap tingkat kematian serangga *A. fasciculatus*. Hasil uji statistik menggunakan Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT) pada tingkat signifikansi 5% (Tabel 1) mengungkapkan bahwa aplikasi insektisida dengan bahan aktif klorpirifos sebanyak 2 ml L⁻¹ (p_5) tidak memiliki perbedaan yang signifikan dalam efeknya jika dibandingkan dengan penggunaan asap cair 2,5% (p_4) dan 2% (p_3). Namun demikian, aplikasi asap cair 2% (p_3) tidak memiliki perbedaan yang signifikan dalam efeknya jika dibandingkan dengan aplikasi asap cair 1,5% (p_2), penggunaan asap cair 1% (p_1), dan kontrol (p_0).

Tabel 1. Tingkat mortalitas serangga *A. fasciculatus* pada beberapa perlakuan dengan metode kontak

Perlakuan (konsentrasi)	Mortalitas 72 jam (%)
Insektisida (klorfiripos 2 ml L ⁻¹)	100,0a
Asap cair 2,5%	72,5 a
Asap cair 2%	72,5 a
Asap cair 1,5%	32,5 b
Asap cair 1%	20,0 b
Kontrol	17,5 b

Keterangan : Angka-angka dengan huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata pada uji DNMRT α 5%.

Dalam hal kecepatan kematian serangga *A. fasciculatus*, semua serangga uji mati pada pengamatan 8 jam setelah penggunaan insektisida yang mengandung klorpirifos sebagai bahan aktif. Oleh karena itu, perhitungan tentang kecepatan kematian serangga *A. fasciculatus* dihentikan pada saat itu. Dalam penelitian ini, kelompok kontrol tidak mengalami kematian serangga; aplikasi asap cair 1% (p_1), 1,5% (p_2), 2% (p_3), 2,5% (p_4) dan aplikasi insektisida yang mengandung klorpirifos 2 mililiter L-1 (p_5), berturut-turut menghasilkan kematian serangga sebesar 0,9; 1,1; 1,4; 1,2; dan 2,67 ekor per jam (Tabel 2).

Tabel 2. Kecepatan kematian serangga *A. fasciculatus* pada beberapa perlakuan dengan metode kontak

Perlakuan (konsentrasi)	Jumlah kematian (ekor jam ⁻¹)				Kecepatan Kematian
	1	2	4	5	
Kontrol	0	0	0	0	0
Asap cair 1%	0	0	1	4	0,9
Asap cair 1,5%	0	0	1	5	1,1
Asap cair 2%	0	0	2	6	1,4
Asap cair 2,5%	0	2	1	5	1,2
Insektisida (klorfiripos 2 ml L ⁻¹)	25	3	4	8	2,67

Metode Residu

Aplikasi asap cair tempurung kelapa yang berpotensi sebagai biopestisida berdampak signifikan pada tingkat kematian serangga *A. fasciculatus*. Hasil uji DNMRT pada pengamatan kematian dalam uji residu menunjukkan bahwa asap cair tempurung kelapa efektif dalam mematikan hama *A. fasciculatus* pada biji kopi Liberika yang disimpan (lihat Tabel 3).

Tabel 3 menggambarkan bahwa aplikasi insektisida berbahan aktif klorpirifos 2 ml L⁻¹ (a6) tidak berbeda secara signifikan dengan aplikasi asap cair 3% (a5), namun berbeda dengan asap cair 2,5% (a4), 2% (a3), 1,5% (a2), 1% (a1), dan kontrol (a0). Aplikasi klorpirifos sebagai insektisida (a6) dapat mematikan seluruh serangga uji (100%). Sementara itu, aplikasi asap cair 3% (a5), 2,5% (a4), 2% (a3), 1,5% (a2), 1% (a1) dan (kontrol) (a0), berturut-turut menunjukkan tingkat kematian rata-rata sekitar 82,5%, 57,5%, 47,5%, 42,5%, 35%, dan 27,5%.

Tabel 3. Tingkat mortalitas serangga *A. fasciculatus* pada beberapa perlakuan dengan metode residu

Perlakuan (konsentrasi)	Mortalitas 72 jam (%)
Insektisida (klorpirifos 2 ml L ⁻¹)	100,0 a
Asap cair 3%	85,0 a
Asap cair 2,5%	57,5 b
Asap cair 2%	47,5 bc
Asap cair 1,5%	42,5 bc
Asap cair 1%	35,0 c
kontrol	27,5 c

Keterangan : Angka-angka dengan huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata pada uji DNMRT α 5%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa serangga *A. fasciculatus* telah mati semua sampai waktu pengamatan 72 jam setelah aplikasi insektisida berbahan aktif klorpirifos, sehingga pengamatan diakhiri (Tabel 4). Aplikasi insektisida berbahan aktif klorpirifos (a6) menunjukkan kecepatan kematian tertinggi yaitu 39,6 ekor per jam dalam 72 jam setelah aplikasi, selanjutnya aplikasi asap cair 3% (a5), 2,5% (a4), 2% (a3), 1,5% (a2), 1% (a1) dan kontrol (a0) berturut-turut dengan jumlah rerata kematian sebesar 18,5 ekor per jam, 14,6 ekor per jam, 11,6 ekor per jam, 10,3 ekor per jam, 8 ekor per jam, dan 3 ekor per jam.

Tabel 4. Kecepatan kematian serangga *A. fasciculatus* pada metode residu

Perlakuan (konsentrasi)	Jumlah kematian (ekor jam ⁻¹)							Kecepatan Kematian
	1	2	4	8	24	48	72	
Kontrol	0	0	0	0	0	1	1	3
Asap cair 1%	0	0	0	1	0	3	2	8
Asap cair 1,5%	0	0	1	0	4	2	3	10,3
Asap cair 2%	0	0	0	1	1	3	4	11,6
Asap cair 2,5%	0	0	0	1	3	3	5	14,6
Asap cair 3%	0	0	1	2	6	5	5	18,5
Insektisida (klorpirifos 2 ml L ⁻¹)	0	0	2	2	13	2	4	39,6

Klasifikasi Mutu Berdasarkan Sistem Cacat

Tingkat serangan oleh serangga *A. fasciculatus* pada biji kopi Liberika dievaluasi setelah aplikasi selama 60 hari untuk memonitor tingkat serangan oleh serangga *A. fasciculatus*. Biji kopi dianggap mengalami kerusakan jika tidak memenuhi standar mutu umum biji kopi. Standar mutu umum biji kopi yang digunakan mengacu pada SNI 01-2907-2008, yang mencakup persyaratan bahwa biji kopi tidak boleh memiliki serangga hidup, tidak boleh berbau busuk, memiliki kadar air maksimal 12,5%, dan memiliki kadar kotoran yang kurang dari 5% dari total massa biji kopi. Hasil pengamatan mengenai kondisi biji kopi dan jumlah cacat biji kopi selama periode penyimpanan tertentu tersedia dalam Tabel 5.

Tabel 5. Hasil pengamatan biji kopi liberika dan nilai cacat setelah aplikasi dan penyimpanan selama 60 hari

Perlakuan	Biji Berlubang Satu	Biji Bertutul	Serangga Hidup	Nilai Cacat	Grade
Kontrol	47	122	Ada	16,1	II
Asap cair 1%	29	59	Ada	8,8	I
Asap cair 1,5%	18	49	Ada	6,7	I
Asap cair 2%	15	42	Ada	5,7	I
Asap cair 2,5%	5	38	Ada	4,3	I
Asap cair 3%	3	30	Tidak Ada	3,5	I
Insektisida (klorpirifos 2 ml L ⁻¹)	0	12	Tidak Ada	1,2	I

Tingkat kerusakan biji tertinggi sebesar 16,1 terjadi pada kontrol (a0) dengan kualitas biji mencapai grade II. Pada aplikasi asap cair dengan konsentrasi 1% (a1), terdapat tingkat kerusakan biji sebesar 8,8 dengan kualitas biji mencapai grade I. Aplikasi asap cair pada konsentrasi 1,5% (a2), 2% (a3), 2,5% (a4), dan 3% (a5), secara berurutan memiliki tingkat kerusakan biji sebesar 6,7; 5,7; 4,3; dan 3,5 dengan kualitas biji mencapai grade I. Sedangkan aplikasi dengan insektisida berbahan aktif klorpirifos 2 ml L-1 (a6) memiliki tingkat kerusakan biji sebesar 1,2 dengan kualitas biji juga grade I.

Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian yang terdapat dalam Tabel 3, kesimpulan yang dapat diambil adalah bahwa perlakuan dengan konsentrasi asap cair 2% (p3) merupakan yang paling efektif. Penelitian Qomariah (2013) mencatat bahwa senyawa seperti asam asetat dan karbonil dalam asap cair memiliki potensi sebagai pestisida.

Penelitian ini menunjukkan bahwa kematian hama *A. fasciculatus* disebabkan oleh perubahan perilaku hama tersebut, seperti penurunan aktivitas dan kurangnya pergerakan, yang disebabkan oleh bahan aktif dalam biopestisida asap cair. Asam asetat dan fenol adalah bahan utama yang tergantung dalam asap cair dari tempurung kelapa. Asap cair ini merupakan insektisida organik yang dihasilkan melalui proses pirolisis, yaitu pembakaran tempurung kelapa pada suhu tinggi, diikuti oleh proses destilasi untuk menghasilkan produk akhir yang mengandung fenol, hidrokarbon, dan hidrokarbon aromatik polisiklik (PAHs) dalam kadar yang sangat rendah. PAHs adalah jenis senyawa yang stabil di lingkungan dan dikenal sebagai salah satu polutan utama. Menurut Badan Perlindungan Lingkungan Amerika Serikat (USEPA), senyawa PAHs ini bersifat beracun, dapat menyebabkan mutasi genetik, dan memiliki potensi karsinogenik. PAHs terdiri dari berbagai rantai aromatik siklik dan bersifat hidrofobik. Selain berpotensi berbahaya bagi manusia, PAHs juga memiliki efek ekotoksikologi yang signifikan pada berbagai jenis organisme, termasuk mikroba, tanaman darat, organisme air, amfibi, reptil, dan hewan darat.

Perbedaan dalam waktu kematian hama dalam penelitian ini disebabkan oleh variasi dalam konsentrasi asap cair dari tempurung kelapa yang digunakan dalam setiap perlakuan. Ini sejalan dengan pandangan yang diungkapkan oleh Natawigena (2000), yang menyatakan bahwa peningkatan konsentrasi yang digunakan saat aplikasi, akan sejalan dengan proses kematian serangga yang cenderung semakin cepat.

Hasil dari penggunaan asap cair tempurung kelapa sebagai perlakuan menunjukkan efektivitas yang sangat baik dalam mengendalikan hama *A. fasciculatus* dan mengurangi kerusakan pada biji kopi yang disimpan, baik melalui metode kontak maupun metode residu. Dalam kedua metode tersebut, tingkat serangan hama *A. fasciculatus* pada biji kopi Liberika yang disimpan cenderung menurun seiring dengan peningkatan konsentrasi asap cair yang digunakan. Ini dapat dijelaskan oleh kemampuan fungsional asap cair tempurung kelapa, seperti keberadaan komponen seperti alkohol, fenol, dan asam organik.

Penelitian yang dilakukan oleh Suanto et al. (2018) menemukan bahwa asap cair tempurung kelapa sebagai biopestisida memiliki efek negatif terhadap serangga. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa menggunakan asap cair tempurung kelapa pada konsentrasi 3% sangat efektif dalam mengontrol populasi serangga *A. fasciculatus* dan mengurangi kerusakan pada biji kopi yang disimpan. Ini disebabkan oleh kemampuan asap cair tempurung kelapa untuk meresap dan melapisi biji kopi dengan zat aktif seperti fenol dan asam asetat, yang melindunginya dari serangan hama.

Biopestisida asap cair tempurung kelapa dapat merusak perkembangan pradewasa serangga (telur, larva, dan pupa), menghambat reproduksi serangga betina, membuat serangga menolak makan, mengganggu komunikasi serangga, dan mengganggu kemampuan makan serangga tersebut. Semua ini berkontribusi pada efektivitas biopestisida asap cair tempurung kelapa dalam mengendalikan populasi hama *A. fasciculatus* dan mengurangi kerusakan pada biji kopi yang disimpan (Sunto et al., 2018).

KESIMPULAN

Biopestisida asap cair tempurung kelapa konsentrasi 2% dengan metode kontak menunjukkan persentase mortalitas tertinggi yang mencapai 7,25% dan tingkat kecepatan kematian tertinggi sebesar 1,4 ekor hama per jam. Di sisi lain, ketika digunakan metode residu pada konsentrasi 3%, biopestisida ini menunjukkan persentase mortalitas tertinggi sebesar 8,25% dan tingkat kecepatan kematian tertinggi sebesar 18,5 ekor hama per jam. Selain itu, kerusakan biji kopi yang paling rendah juga ditunjukkan oleh perlakuan ini, yang dinilai sesuai dengan standar SNI 01-2907-2008, dan menerima skor 3,5 (grade I).

Pernyataan Konflik Kepentingan

Para penulis telah menyatakan bahwa tidak ada kemungkinan konflik kepentingan yang terkait dengan penelitian, penulisan, dan/atau publikasi artikel ini. (*The authors have declared no potential conflicts of interest concerning the study, authorship, and/or publication of this article*)

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. *Jurn. HPT*. 1(1). 6-15.
- Balitbangtan, 2016. Asap Cair Tempurung Kelapa Bisa Untuk Biopestisida. Info Teknologi. <http://www.litbang.pertanian.go.id/info-teknologi/2512/>. Diakses Juli 2021
- Cantika, G., Rahmadhini, N., Widayati, W. 2023. Respon Potensi Pestisida Berbahan Asap Cair Tempurung Kelapa Untuk Pengendalian Walang Sangit (*Leptocercus oratorius*). *Agrisintech*, 4 (1): 19-23.
- Dirjenbun. 2019. Hama Gudang *Araecerus fasciculatus* Mengancam Komoditi Pascapanen Kakao. Kementerian Pertanian.
- Guspratama, S. 2014. Inventarisasi Hama Pascapanen pada Biji Kakao (*Theobroma cacao* L) di Sulawesi Selatan dan Pengendalian *Araecerus fasciculatus* (De Geer) Menggunakan Kantong 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
- Ishak I, Wenny J.A.M, Sity W.R. 2019 Pemanfaatan Asap Cair Tempurung Kelapa Sebagai Pestisida Organik Terhadap Mortalitas Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.) Jambura. *Jurn. of Chem*. 1 (1).
- Juandri, A.L.R dan Yulius, P.S., Sinar P.A.A 2017. Potensi Asap Cair Tempurung Kelapa Terhadap Keamanan Pangan. *eUREKA*. 1(1).
- Litbang, 2017. Serangga Perusak Biji Pala. Puslibangbun. di dalam <http://www.perkebunan.litbang.pertanian.go.id>. Diakses pada 17 Juli 2021
- Mandagi, PT., AG Pinaria, JF Watung, FJ Paat, JB Kaligis, SE Pakasi. 2023. Control Of Subterranean Termite Pests *Coptotermes* sp. (Blattodea: Rhinotermitidae) Using Coconut Shell Liquid Smoke. *Jurnal Agroteknologi Terapan* 4 (2): 370-380..
- Qomariah, S. 2013. Pengaruh Pemberian Asap Cair dari Limbah Tempurung Kelapa sebagai Pencegah Hama pada Tanaman Cabai Besar (*Capsicum annum* L.). *Manajemen Pertanian, Politeknik Pertanian Negeri Samarinda*
- Rimbing, S.C. 2015. Keanekaragaman Jenis Serangga Hama Pasca Panen pada Beberapa Makanan Ternak di Kabupaten Bolaang Mongondow. *Jurnal Zootehnik*. 35(1). 164-177.
- Sinaga, R. 2009. Uji Efektivitas Pestisida Nabati terhadap Hama *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae) pada Tanaman Tembakau (*Nicotiana tabacum* L.). [Skripsi]. FP Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Wagiman, F.X, Arik, A., dan Witjaksono. 2014. Activity of coconut-shell liquid smoke as an insecticide on the rice brown planthopper (*Nilaparvata lugens*). *ARNP Journal of Agricultural and Biological Science*, 9(9), 293– 296.
- Wismaningsih, E. R., dan Oktaviasari, D. I. 2016. Pesticide Identification and Personal Protective Equipment (PPE) Use of Spraying Farmer in Ngantru Tulungagung District, *Jurn. Wiyata*. 3(1). 100–105.
- Wititsiri, S. 2011. Production of Wood vinegars from coconut shells and additional materials for control of termite workers, *Odontotermes* sp. and striped mealybugs, *Ferrisia virgata*. *Songklanakarin J. Sci. Technol.* 33(3). 349–354