



Potensi minyak atsiri daun jeruk purut sebagai fumigan nabati terhadap *Araecerus fasciculatus* (De Geer) (Coleoptera: Anthribidae) pada biji kakao di tempat penyimpanan

Potency of kaffir lime leaves essential oil as botanical fumigant against *Araecerus fasciculatus* (De Geer) (Coleoptera: Anthribidae) in cocoa bean storages

Putri Dela Atikah¹*, Idham Sakti Harahap², Dewi Sartiami²

¹Program Studi Entomologi, Sekolah Pascasarjana, Fakultas Pertanian, IPB University

Jalan Kamper, Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680, Indonesia

²Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, IPB University

Jalan Kamper Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680, Indonesia

(diterima September 2021, disetujui Maret 2022)

ABSTRAK

Kakao (*Theobroma cacao*) merupakan salah satu komoditas penting di Indonesia. Kualitas biji kakao mengalami penurunan selama penyimpanan, salah satunya disebabkan oleh serangan *Araecerus fasciculatus* (De Geer). Serangan hama ini dapat diatasi dengan fumigan yang aman bagi lingkungan melalui penggunaan minyak atsiri. Penelitian bertujuan untuk menguji efek fumigan serta repelen minyak atsiri daun jeruk purut (MADJP) terhadap hama gudang *A. fasciculatus* dan menganalisis kandungan senyawa fraksi aktif MADJP menggunakan *gas chromatography mass spectrometry* (GCMS). Tahapan penelitian meliputi pemeliharaan dan pemeliharaan serangga, uji toksisitas dan repelensi, fraksinasi, dan analisis senyawa fraksi aktif minyak atsiri. Penelitian dirancang menggunakan RAL dengan 6 perlakuan dan 4 ulangan. MADJP fraksi *n*-heksana menyebabkan mortalitas paling tinggi terhadap imago setelah *A. fasciculatus* 72 jam fumigasi. Nilai LD₅₀ dan LD₉₅ MADJP fraksi *n*-heksana berturut-turut sebesar 0,30 dan 1,66 ml/l udara. Dosis 1 ml/l udara menyebabkan kematian imago *A. fasciculatus* tertinggi sebesar 73,75%. Dosis 1 ml/l udara pada uji residual menyebabkan mortalitas paling tinggi pada imago *A. fasciculatus* sebesar 73,75%. Pengujian dengan menggunakan olfaktometer, MADJP memiliki sifat repelen yang tinggi terhadap imago *A. fasciculatus* dengan nilai indeks repelensi mencapai 100% pada dosis 1 ml/l udara. Senyawa yang paling dominan pada fraksi *n*-heksana KLLEO adalah sitronelal. Dengan demikian, MADJP memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai fumigan nabati terhadap *A. fasciculatus*.

Kata kunci: fumigasi, mortalitas, olfaktometer, repelen, sitronelal

ABSTRACT

Cocoa (*Theobroma cacao*) is one of the important commodities in Indonesia. The quality of cocoa beans has decreased during storage, one of which is due to the attack of *Araecerus fasciculatus* (De Geer). This pest attack can be overcome by fumigation that is safe for the environment through the use of essential oil. The study aimed to examine the mortality and repellent effects of kaffir lime leaves essential oil (KLLEO) to *A. fasciculatus* and to analyze the compound content of active fraction KLLEO using GC-MS. Research stages included maintenance and insect rearing, toxicity and repellency tests, fractionation, and analysis of active fraction compounds of essential oils.

*Penulis korespondensi: Putri Dela Atikah. Program Studi Entomologi, Sekolah Pascasarjana, Fakultas Pertanian, IPB University, Jalan Kamper, Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680, Tel: 0251-8629364, Faks: 0251-8629362, Email: dela.atikah@gmail.com

The study was designed using CRD with 6 treatments and 4 replications. The n-hexane fraction of KLLEO caused the highest mortality of *A. fasciculatus* adults after 72 hours of fumigation. The LD₅₀ and LD₉₅ values of the n-hexane fraction of KLLEO were 0.30 and 1.66 ml/l air, respectively. The dose at 1 ml/l air caused the highest mortality of *A. fasciculatus* adult by 73.75%. Examined using an olfactometer, KLLEO has high repellency against adult *A. fasciculatus* with the value of the repellency index reaching 100% at 1 ml/l air. The most dominant compound in the n-hexane fraction of KLLEO was the citronellal. Therefore, the KLLEO has some potential to be expanded as a botanical fumigant towards *A. fasciculatus*.

Key words: citronellal, fumigation, mortality, olfactometer, repellent

PENDAHULUAN

Kakao (*Theobroma cacao* L.) merupakan salah satu komoditas penting dalam perdagangan internasional. Menurut FAO (2018) produksi kakao di Indonesia menempati urutan ketiga dunia setelah Ghana. Pantai Gading menempati urutan pertama sebagai negara penghasil terbesar kakao. Indonesia menjadi pemasok utama biji kakao ke kawasan Asia Timur. Ekspor kakao dari Indonesia dilakukan dalam bentuk biji kering, *cacao powder*, *pasta/liquor*, *cake*, dan *butter*. Pulau Sulawesi khususnya Provinsi Sulawesi Tengah merupakan sentra produksi kakao di Indonesia dengan luas pertanaman kakao sekitar 85% dari luas pertanaman kakao di Indonesia.

Produksi biji kakao pada tahun 2018 sebesar 257.258 ton, sedangkan pada tahun 2019 sebesar 217.090 ton, terjadi penurunan sebesar 40.169 ton atau 18% (BPS 2019). Penurunan produksi biji kakao terjadi karena adanya cemaran berupa serangga hama dan mutu biji yang rendah akibat kegiatan pascapanen yang kurang baik. Salah satu serangga hama gudang yang menjadi hama penting pada penyimpanan biji kakao adalah *Araecerus fasciculatus* (De Geer) (Coleoptera: Anthribidae). Hama *A. fasciculatus* juga dapat menyerang rempah-rempah, galek, jagung, kacang tanah, dan beberapa produk makanan.

Serangan hama gudang *A. fasciculatus* dapat diatasi dengan fumigasi. Fumigan yang umum digunakan adalah metil bromida (CH₃Br) dan fosfin (PH₃), namun menurut Kementan (2011) penggunaan metil bromida sebagai fumigan dibatasi hanya untuk keperluan karantina (*quarantine and pre-shipment*) karena tergolong sebagai bahan perusak ozon (BPO). Penggunaan fosfin yang tidak tepat juga dapat menimbulkan dampak negatif, seperti terjadinya resistensi hama pada biji-bijian yang disimpan di gudang.

Berdasarkan hal tersebut perlu dikembangkan alternatif pengendalian hama gudang yang ramah lingkungan dengan menggunakan minyak atsiri sebagai fumigan nabati.

Menurut Koul et al. (2018) minyak atsiri mengandung campuran berbagai senyawa yang tidak toksik terhadap mamalia dan aman bagi lingkungan. Salah satunya dengan menggunakan minyak atsiri daun jeruk purut (MADJP) *Citrus hystrix*. Mya et al. (2015) menyatakan bahwa kemampuan MADJP sebagai fumigan tinggi karena mengandung senyawa fumigan yang dapat menyebabkan kematian pada serangga. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian terkait keefektifan MADJP sebagai fumigan nabati untuk mengendalikan hama gudang *A. fasciculatus* dan mengetahui kandungan senyawa fraksi aktif MADJP. Kebaharuan dari penelitian yang dilakukan ini adalah mendapatkan data efikasi toksisitas daun jeruk purut terhadap *A. fasciculatus* pada biji kakao. Tujuan penelitian untuk menguji efek fumigan dan repelen MADJP dan menganalisis kandungan senyawa fraksi aktif MADJP. Dari penelitian ini diharapkan MADJP dapat digunakan sebagai bahan fumigan nabati untuk pengendalian hama gudang *A. fasciculatus*.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Fisiologi dan Toksikologi Serangga, Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, IPB University. Analisis kandungan senyawa kimia MADJP menggunakan *gas chromatography and mass spectrometry* (GCMS) dilakukan di Laboratorium Kesehatan Daerah Jakarta (LABKESDA), Jakarta. Penelitian berlangsung sejak Desember 2020 hingga Juni 2021.

Pemeliharaan dan perbanyakkan serangga uji

Serangga uji *A. fasciculatus* diperoleh dari Laboratorium Entomologi, SEAMEO BIOTROP. Sejumlah 100 imago *A. fasciculatus* diinfestasikan ke dalam stoples (tinggi 19 cm dan diameter 12,5 cm) yang telah berisi gaplek (500 g) sebagai pakan dan media pembiakan serangga, kemudian stoples ditutup dengan kain kasa. Setelah jumlah imago mencukupi untuk pengujian, imago dipindahkan ke wadah baru. Imago yang berumur 24 hari digunakan dalam pengujian.

Uji toksisitas minyak atsiri

Toksitas MADJP diuji dengan metode fumigasi menggunakan kertas saring sesuai dengan metode Sunaryo et al. (2017). Uji pendahuluan menggunakan dosis 0,03; 0,10; 0,20; 0,50, dan 1,00 ml/l udara. Sediaan MADJP untuk masing-masing dosis diambil sebanyak 0,5 ml menggunakan mikropipet dan diteteskan secara merata pada kertas saring berdiameter 8 cm yang sebelumnya telah direkatkan pada permukaan dalam tutup cawan petri. Penetasan dilakukan secara spiral dari arah luar ke dalam agar merata. Kertas saring dibiarkan selama 2 menit setelah ditetesi dalam keadaan tutup cawan petri sedikit terbuka untuk menguapkan pelarut aseton. Setelah kering, 20 imago *A. fasciculatus* diinfestasikan ke dalam cawan petri, kemudian cawan petri disekat menggunakan plastisin. Pengamatan mortalitas dilakukan setelah 72 jam fumigasi. Uji lanjutan dilakukan pada kisaran dosis yang mematikan serangga uji sebesar 10–95% yang ditentukan berdasarkan uji pendahuluan dengan menggunakan metode pengujian yang sama.

Fraksinasi minyak atsiri dan uji toksisitas fraksi minyak atsiri

Prosedur fraksinasi merujuk pada metode yang dilakukan oleh Parwata et al. (2009). Fraksi yang didapatkan dari proses fraksinasi, yaitu fraksi *n*-heksana, etil asetat, dan metanol, selanjutnya diuji toksisitasnya menggunakan dosis equivalen untuk mengetahui fraksi paling aktif. Dosis equivalen ditentukan menggunakan rumus:

$$\text{Dosis equivalen} = \left[\frac{\text{Volume fraksi}}{\text{Volume minyak atsiri total}} \right] \times \text{LD}_{95} \text{ atsiri kasar}$$

Fraksi minyak atsiri yang menyebabkan mortalitas paling tinggi dikategorikan sebagai

fraksi aktif, kemudian fraksi aktif tersebut diuji lanjut untuk mengetahui nilai LD_{50} dan LD_{95} terhadap imago *A. fasciculatus*.

Uji residual dan uji repelensi

Uji efek residual MADJP terhadap imago *A. fasciculatus* menggunakan kertas saring Whatman (Peta & Pathipati 2008). Penelitian dirancang menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 6 perlakuan dan 4 ulangan. Perlakuan terdiri atas 5 taraf dosis, yaitu 0,18; 0,25; 0,54; 0,75; dan 1 ml/l udara yang diperoleh dari nilai LD. Perlakuan kontrol menggunakan aseton 0,5 ml. Setiap perlakuan menggunakan 20 imago *A. fasciculatus*. Pengamatan jumlah imago yang mati pada uji residual dilakukan pada 72 jam setelah aplikasi (JSA).

Uji repelensi menggunakan Y-olfaktometer. Lengan sebelah kiri olfaktometer diletakkan bubuk biji kakao yang telah ditetesi dengan aseton 0,5 ml (kontrol), sedangkan lengan sebelah kanan olfaktometer diletakkan bubuk biji kakao yang telah ditetesi minyak atsiri sesuai perlakuan dosis 0,18; 0,25; 0,54; 0,75; dan 1 ml/l udara. Imago *A. fasciculatus* diletakkan satu per satu pada lengan olfaktometer bagian bawah dan ditutup menggunakan kondensor. Kemudian melalui lengan olfaktometer bagian bawah ini udara dialirkan. Setiap perlakuan menggunakan 10 imago *A. fasciculatus* dengan 4 ulangan. Perhitungan indeks repelensi (IR) menggunakan rumus (Pascual-Villalobos & Robledo 1998):

$$\text{IR} = \left[\frac{C - T}{C + T} \right] \times 100\%, \text{ dengan}$$

IR: indeks repelensi; C: jumlah kedatangan pada kontrol; dan T: jumlah kedatangan pada perlakuan.

Pengklasifikasian tingkat indeks repelensi atau penghambatan dilakukan menurut Su et al. (1982), yaitu Sangat kuat: $\text{IR} \geq 95\%$; Kuat: $75\% \leq \text{IR} < 95\%$; Agak kuat: $60\% \leq \text{IR} < 75\%$; Sedang: $40\% \leq \text{IR} < 60\%$; Agak lemah: $25\% \leq \text{IR} < 40\%$; Lemah: $5\% \leq \text{IR} < 25\%$; dan Tidak aktif: $\text{IR} < 5\%$.

Analisis senyawa fraksi aktif minyak atsiri

Fraksi aktif yang terpilih dari MADJP dianalisis menggunakan *gas chromatography and mass spectrometry* (GCMS) untuk mengetahui senyawa-senyawa yang terkandung pada fraksi tersebut. Volume sampel yang diinjeksi sebanyak 0,2 μl . Gas pembawa yang digunakan ialah helium

dengan laju alir 3 ml min⁻¹ dan tekanan 10,523 psi. Suhu injektor dan detektor adalah 250 °C. Suhu kolom diawali dengan 70 °C ditahan selama 2 menit kemudian diubah perlahan dengan laju kenaikan suhu sebesar 5 °C min⁻¹ hingga suhunya mencapai 250 °C dan ditahan selama 8 menit. Kromatogram yang diperoleh diberi nama sesuai dengan anjuran *Library Wiley* 9 dengan tingkat kemiripan di atas 90%. Senyawa yang komposisinya lebih besar dari 4% dikategorikan sebagai senyawa dominan.

Analisis data

Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan analisis ragam dan uji lanjut menggunakan uji Tukey pada $\alpha = 5\%$. Data mortalitas dianalisis dengan analisis probit menggunakan program POLO-Plus.

HASIL

Toksistas MADJP

Hasil uji lanjut toksistas MADJP menunjukkan bahwa dosis tertinggi 0,60 ml/l udara

Tabel 1. Mortalitas imago *Araecerus fasciculatus* setelah 72 jam fumigasi

Table 1. Mortality of *Araecerus fasciculatus* adult after 72 hours of fumigation

Dosis (ml/l udara) (Dose) (ml/l air)	Rerata mortalitas imago (Average mortality of adult) (%) \pm SD*
	72 JSA**
0,05	12,50 \pm 0,58
0,15	27,50 \pm 1,29
0,30	45,00 \pm 0,82
0,45	58,75 \pm 1,26
0,60	72,55 \pm 0,58

*: standard deviation; **: jam setelah aplikasi (hours after application).

Tabel 2. Rata-rata kematian imago *Araecerus fasciculatus* pada perlakuan fraksi *n*-heksana dan etil asetat minyak atsiri daun jeruk purut pada 72 jam setelah aplikasi

Table 2. Average of mortality of *Araecerus fasciculatus* adult treated with *n*-hexane and ethyl acetate fractions of kaffir lime leaf essential oil at 72 hours after application

Fraksi (Fraction)	Dosis equivalen (ml/l udara) (Equivalent dose) (ml/l air)	Mortalitas (Mortality) (%) \pm SD*
<i>n</i> -heksana (<i>n</i> -hexane)	1,4212	91,25 \pm 1,26
Etil asetat (Ethyl acetate)	0,4488	15,00 \pm 0,82
Kontrol (Control)	0	0

*: standard deviation.

dan dosis terendah 0,05 ml/l udara mengakibatkan mortalitas imago *A. fasciculatus* berturut-turut sebesar 72,55% dan 12,50% pada 72 JSA (Tabel 1). Nilai LD₅₀ dan LD₉₅ MADJP berturut-turut sebesar 0,35 ml/l udara dan 1,87 ml/l udara.

Toksistas fraksi MADJP

Fraksinasi MADJP dengan pelarut *n*-heksana, etil asetat, dan metanol menghasilkan fraksi *n*-heksana sebanyak 38 ml (76%) yang berwarna kuning pekat, fraksi etil asetat sebanyak 12 ml (24%), dan tidak didapatkan fraksi metanol. Perlakuan MADJP fraksi *n*-heksana berdasarkan dosis equivalen menyebabkan kematian imago sebesar 91,25%, sedangkan perlakuan MADJP fraksi etil asetat berdasarkan dosis equivalen hanya mampu mematikan 15% imago *A. fasciculatus* (Tabel 2). Fraksi *n*-heksana diuji lanjut menggunakan dosis hasil analisis probit dengan dosis tertinggi sebesar 1 ml/l udara dan menyebabkan kematian 83,75% pada 72 JSA (Tabel 3). Nilai LD₅₀ dan LD₉₅ fraksi *n*-heksana terhadap imago *A. fasciculatus* berturut-turut sebesar 0,30 ml/l udara dan 1,66 ml/l udara.

Pengaruh residu fraksi aktif dan pengaruh repelen MADJP

Dosis tertinggi yang digunakan untuk uji residu sebesar 1 ml/l udara menyebabkan kematian imago *A. fasciculatus* sebesar 73,75% pada 72 JSA (Tabel 4). Dosis rendah 0,18 ml/l udara menyebabkan kematian imago *A. fasciculatus* sebesar 33,75% (Tabel 4). Tingkat indeks repelensi sangat kuat pada dosis 1 ml/l udara. Perlakuan pada dosis 0,18 ml/l udara dan 0,25 ml/l udara menghasilkan tingkat indeks repelensi sedang, sedangkan pada dosis 0,54 ml/l udara dan dosis 0,75 ml/l udara memberikan tingkat indeks repelensi agak kuat (Gambar 1).

Tabel 3. Mortalitas imago *Araecerus fasciculatus* pada uji lanjut fraksi *n*-heksana minyak atsiri daun jeruk purut

Table 3. Mortality of *Araecerus fasciculatus* adult in advance test of *n*-hexane fraction kaffir lime leaf essential oil

Dosis (ml/l udara) (Dose) (ml/l air)	Rerata mortalitas imago (Average mortality of adult) (%) ± SD*
	72 JSA**
0,18	35,00 ± 2,16
0,25	43,75 ± 1,26
0,54	66,25 ± 1,71
0,75	76,25 ± 0,50
1,00	83,75 ± 1,26

*: standard deviation; **: jam setelah aplikasi (hours after application).

Tabel 4. Rerata mortalitas imago *Araecerus fasciculatus* pada uji residual minyak atsiri daun jeruk purut

Table 4. Average mortality of *Araecerus fasciculatus* adult in residual test of essential oil lime leaves

Dosis (ml/l udara) (Dose) (ml/l air)	Rerata mortalitas imago (Average mortality of adult) (%) ± SD*
	72 JSA**
0,18	33,75 ± 0,50
0,25	46,25 ± 0,50
0,54	63,75 ± 0,96
0,75	67,50 ± 1,00
1,00	73,75 ± 0,96

*: standard deviation; **: jam setelah aplikasi (hours after application)

Identifikasi senyawa dalam fraksi *n*-heksana MADJP

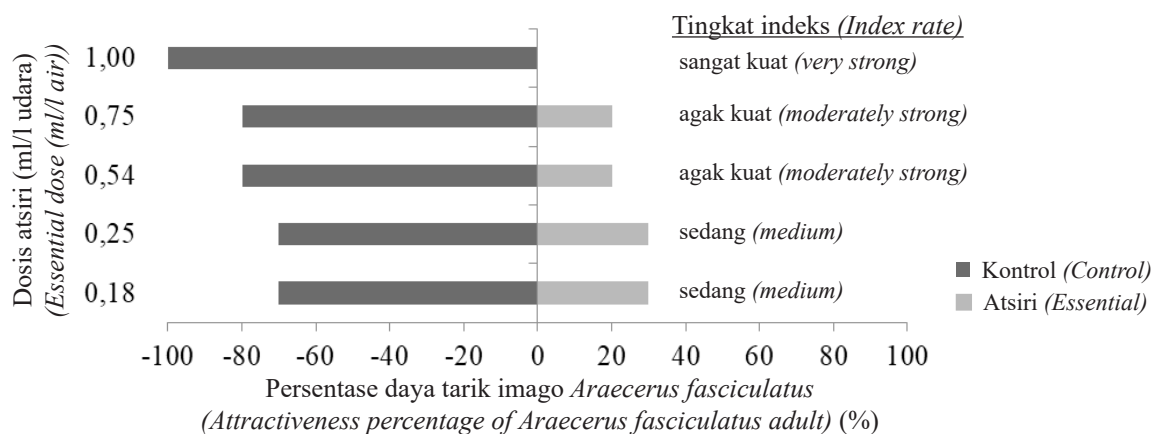
Analisis senyawa kimia fraksi *n*-heksana menunjukkan beberapa senyawa dengan jumlah kandungan yang berbeda-beda. Senyawa yang paling dominan adalah sitronelal (*citronellal*) sebesar 37,62% (Tabel 5).

PEMBAHASAN

Fumigasi menggunakan MADJP menunjukkan persentase mortalitas imago *A. fasciculatus* meningkat seiring dengan meningkatnya dosis minyak atsiri yang digunakan. Fase imago memiliki ketahanan yang rendah terhadap minyak atsiri karena laju metabolisme yang tinggi pada imago (Saad 2011).

Hasil fraksinasi menunjukkan bahwa MADJP didominasi oleh senyawa dari kelompok senyawa nonpolar. Menurut Maulida & Naufal (2010) *n*-heksana merupakan jenis pelarut nonpolar sehingga *n*-heksana dapat melarutkan senyawa-senyawa yang bersifat nonpolar, sedangkan metanol termasuk kelompok senyawa polar (Almagboul et al. 2013). Fraksi *n*-heksana dipilih sebagai fraksi aktif (Tabel 2) karena menyebabkan mortalitas yang lebih tinggi terhadap *A. fasciculatus* dibandingkan dengan fraksi etil asetat.

Fraksi *n*-heksana MADJP mempunyai pengaruh mortalitas terhadap *A. fasciculatus*. Dosis 1 ml/l udara menyebabkan kematian imago *A. fasciculatus* tinggi dibandingkan dengan dosis yang lain. Astuthi et al. (2012) menyatakan peningkatan mortalitas sebanding dengan



Gambar 1. Pengaruh repelen minyak atsiri daun jeruk purut terhadap imago *Araecerus fasciculatus*.
Figure 1. Effect of kaffir lime leaves essential oil repellent on *Araecerus fasciculatus* adult.

Tabel 5. Komposisi senyawa kimia minyak atsiri daun jeruk purut fraksi *n*-heksana menggunakan GCMS
Table 5. Chemical composition of kaffir lime leaves essential oil with *n*-hexane fraction using GCMS

Sampel (Sample)	RT*	Kemiripan (Similarity) (%)	Senyawa (Compound)	Kandungan (Contents) (%)
Minyak atsiri daun jeruk purut fraksi <i>n</i> -heksana (Essential oil lime leaves <i>n</i> -hexane fraction)	5,167	91	.beta-Phellandrene	1,98
	12,862	94	5-Heptenal, 2,6-dimethyl	1,2
	16,920	91	Ethyl2-(5-methyl-5- vinyltetrahydrofuran-2-yl) propan- 2-yl carbonate	2,77
	18,367	91	Ethyl2-(5-methyl-5- vinyltetrahydrofuran-2-yl) propan- 2-yl carbonate	2,69
	19,047	93	<i>Citronellal</i>	37,62
	22,804	97	Linalool	23,27
	23,079	96	dl-Isopulegol	1,87
	23,494	99	dl-Isopulegol	3,17
	28,714	97	2,6-Octadiene, 2,6 dimethyl	3,28
	33,477	50	2-Hexanone, 4-methyl	2,32
	33,663	40	4,5-Dimethyl-3-heptanol	3,16
	34,348	98	<i>Citronellol</i>	4,17
	48,171	83	1,3-Diacetin	1,45
	49,364	49	<i>Citronellal</i>	1,63
50,568	97	(R)-(+)-Citronellic acid	5,23	

*retention time

peningkatan dosis minyak atsiri yang digunakan karena semakin tinggi dosis yang diberikan maka semakin banyak minyak yang akan diserap oleh kertas saring sehingga mengakibatkan semakin banyak zat/senyawa aktif yang terdapat pada kertas saring. Zat/senyawa yang paling dominan pada MADJP adalah *citronellal* dengan proporsi relatif sebesar 61,73% pada minyak atsiri bagian daun dan 12,56% pada minyak atsiri bagian kulit buah (Nor 2019). Menurut Patricia et al. (2013) *citronellal* juga dapat bersifat racun kontak terhadap serangga. Zat aktif yang terserap pada kertas saring dapat menyebabkan kematian pada imago *A. fasciculatus*.

Hasil uji repelensi MADJP terhadap imago *A. fasciculatus* menunjukkan bahwa MADJP bersifat repelen (Gambar 1). Imago *A. fasciculatus* tidak mendatangi bubuk biji kakao yang diperlakukan MADJP. Hal ini diduga karena imago *A. fasciculatus* tidak menyukai aroma yang dikeluarkan dari MADJP. Hal ini juga sesuai dengan (Nandika et al. 2013) yang menyatakan

bahwa minyak atsiri menghasilkan wangi yang tidak disukai oleh serangga dan hama pengganggu tanaman. Menurut Ikawati et al. (2017) serangga akan menjauh ketika mereka tidak menyukai aroma tertentu. Menurut Ratsewo et al. (2016) senyawa yang paling dominan dalam MADJP adalah *citronellal*. Menurut Patricia et al. (2013) *citronellal* memiliki aktivitas aktif sebagai bahan insektisida yang dapat bekerja sebagai *antifeedant* dan *repellent*.

Berdasarkan hasil analisis MADJP fraksi *n*-heksana menggunakan GCMS diperoleh kandungan senyawa tertinggi adalah senyawa *citronellal* sebesar 37,62%. Hasil analisis senyawa kimia menggunakan GCMS, senyawa *citronellal* muncul dua kali dengan retensi waktu yang berbeda sangat jauh hal ini diduga karena kemungkinan ada senyawa lain yang mirip dengan *citronellal* pada retensi waktu 49,364 dengan kemiripan sebesar 49%. Menurut Santya & Hendri (2013) senyawa *citronellal* dalam MADJP termasuk senyawa yang bersifat repelen terhadap serangga.

KESIMPULAN

Minyak atsiri daun jeruk purut mempunyai efek fumigan dan repelen terhadap imago *A. fasciculatus*. Fraksi *n*-heksana merupakan fraksi yang paling aktif. Kandungan senyawa yang paling dominan pada fraksi aktif *n*-heksana adalah *citronellal*.

DAFTAR PUSTAKA

- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2019. *Statistik Kakao Indonesia*. 2019. Jakarta: BPS.
- [FAO] Food and Agriculture. 2018. *10 Negara Terbesar Dunia Penghasil Biji Kakao*. Jakarta: FAO.
- [Kementan] Kementerian Pertanian. 2011. *Tatacara Pelaksanaan Fumigasi dengan Fosfin*. Jakarta: Kementan.
- Almagboul, Okwori, Oladejo OW. 2013. Antimicrobial activity of certain Sudanese plant used in forcloric medicine: Screening for antibacterial activity. *Jurnal Fitoterapia* 56:103–109.
- Astuthi MMM, Sumiartha K, Susila IW, Wiryana GNAS, Sudarta IP. 2012. Efikasi minyak atsiri tanaman cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.), pala (*Myristica fragrans* houtt), dan jahe (*Zingiber officinale* rosc.) terhadap mortalitas ulat bulu gempinis dari famili Lymantriidae. *Jurnal Agriculture Science* 15:34–37.
- Ikawati S, Dhuha MS, Himawan T. 2017. Bioactivity of *Citrus hystrix* DC. leaf extract against cigarette beetle *Lasioderma serricornis* F. *Journal of Tropical Life Science* 7:189–196. DOI: <https://doi.org/10.11594/jtls.07.03.01>.
- Koul O, Walia S, Dhaliwal GS. 2018. Essential oils as green pesticides: Potential and constrains. *Journal of Biopesticides* 4:63–84.
- Maulida D, Naufal Z. 2010. *Ekstraksi Antioksidan (likopen) dari Buah Tomat dengan Menggunakan Solven Campuran, n-heksana, Aseton, dan Etanol*. Skripsi. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Mya MM, Aye YY, Omar AW, Saxena RK. 2015. Effect of *Citrus hystrix* DC. leaves ethanol extract on larvae of *Aedes aegypti*. *Journal of Biological Engineering. Research and Review* 2:1–6.
- Nandika D, Rismayadi Y, Diba F. 2013. *Rayap Biologi dan Pengendaliannya*. Surakarta: UMS Press.
- Nor OM. 2019. Volatile aroma compounds in *Citrus hystrix* oil. *Journal of Tropical Agriculture and Food Science* 27:225–229.
- Parwata IMO, Rita WS, Yoga R. 2009. Isolasi dan uji antiradikal bebas minyak atsiri pada daun sirih (*Piper betle* linn) secara spektroskopi ultraviolet-tampak. *Jurnal Kimia* 3:7–13.
- Pascual-Villalobos MJ, Robledo A. 1998. Screening for antiinsect activity in Mediterranean plants. *Industrial Crops and Products* 8:183–194. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0926-6690\(98\)00002-8](https://doi.org/10.1016/S0926-6690(98)00002-8).
- Patricia FP, Queiroz VT, Rondelli VM, Costa AV, Marcelino TP, Pratisoli D. 2013. Insecticidal activity of citronella grass essential oil on *Frankliniella schultzei* and *Myzus persicae* (Crench). *Ciência e Agrotecnologia* 37:138–144. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542013000200004>.
- Peta D, Pathipati UR. 2008. Biological potency of certain plant extracts in management of two lepidopteran pests of *Ricinus communis* L. *Journal of Biopesticides* 1:170–176.
- Ratsewo J, Tangkhawanit E, Meeso N, Kaewseejan N, Siriamornpun S. 2016. Changes in antioxidant properties and volatile compounds of kaffir lime leaf as affected by cooking processes. *International Food Research* 23:188–196.
- Saad MMAE, Ajlan AMA, Eid MAA, Khowh IAB. 2011. Repellent and fumigant effect of essential oil from clove buds *Syzygium aromaticum* L. against *Tribolium castaneum* H. (Coleoptera: Tenebrionidae). *Journal of Agricultural Science and Technology* 5:61–66.
- Santya E, Hendri J. 2013. Daya proteksi ekstrak kulit jeruk purut (*Citrus hystrix*) terhadap nyamuk demam berdarah. *Jurnal Aspirator* 5:61–66.
- Su HCF, Horvat R, Jilani G. 1982. Isolation purification and characterization of insect repellent from *Curcuma longa* L. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 30:290–292. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf00110a018>.
- Sunaryo S, Harahap IS, Dadang. 2017. Efek fumigan dan repelen fraksi minyak atsiri *Mentha piperita* terhadap *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae). *Buletin Penelitian Tanaman Rempah dan Obat* 28:181–190. DOI: <https://doi.org/10.21082/bullitro.v28n2.2017.181-190>.