

## EFEK FUMIGAN DAN REPELEN FRAKSI MINYAK ATSIRI *Mentha piperita* TERHADAP *Tribolium castaneum* (COLEOPTERA: TENEBRIONIDAE)

### *Fumigant and Repellent Effects of Essential Oil Fractions of Mentha piperita against Tribolium castaneum (Coleoptera: Tenebrionidae)*

**Sunaryo Syam, Idham Sakti Harahap, dan Dadang**

Departemen Proteksi Tanaman - Institut Pertanian Bogor  
Jalan Kamper, 16680 Bogor

#### INFO ARTIKEL

**Article history:**

Diterima : 22 Desember 2017

Direvisi : 8 Januari 2018

Disetujui : 15 Januari 2018

**Kata kunci:**

*Mentha piperita*; *Tribolium castaneum*; insektisida nabati; fumigan; repelen

**Key words:**

*Mentha piperita*; *Tribolium castaneum*; botanical insecticide; fumigant; repellent

#### ABSTRAK/ABSTRACT

*Tribolium castaneum* merupakan salah satu hama gudang penting di negara tropis. Fumigasi menggunakan fosfin adalah upaya pengendalian yang paling umum dilakukan. Namun, penggunaan fosfin secara terus-menerus dalam waktu lama telah mengakibatkan terjadinya resistensi. Tujuan penelitian ini untuk mempelajari efek fumigan dan repelen fraksi-fraksi minyak pepermin *Mentha piperita* terhadap *T. castaneum*, serta mengidentifikasi senyawa-senyawa yang terkandung di dalam fraksi aktifnya. Penelitian dilakukan di Laboratorium Entomologi Seameo Biotrop Bogor dan di Pusat Laboratorium Forensik Mabes Polri Jakarta sejak Januari hingga Oktober 2016. Minyak pepermin didestilasi dari daun *M. piperita*. Minyak pepermin difraksinasi dengan teknik partisi pelarut menggunakan pelarut *n*-heksana, etil asetat, dan metanol. Ketiga fraksi diuji sebagai fumigan dan repelen terhadap *T. castaneum*. Fraksi aktif dianalisis senyawa kimianya menggunakan GC-MS. Fraksi *n*-heksana pepermin (FHP) merupakan fraksi yang aktif terhadap mortalitas imago dan larva *T. castaneum*. Nilai LC<sub>95</sub> FHP untuk imago dan larva berturut-turut sebesar 1,92 % dan 9,43 %. Konsentrasi *sublethal* FHP juga menunjukkan aktivitas menghambat perkembangan larva. Persentase larva berhasil menjadi pupa berkisar 48,67-74,91 %, sedangkan yang berhasil menjadi imago berkisar 9,12-16,59 %. FHP memiliki aktifitas repelen terhadap imago *T. castaneum* mencapai 86,7 % pada 72 jam setelah perlakuan (JSP). Senyawa dominan pada FHP antara lain β-pinen, limonen, isopulegol, menton, isomenton, mentol, pulegon, dan trans-carane. FHP atau senyawa-senyawa yang dikandungnya berpotensi untuk dikembangkan sebagai insektisida nabati.

*Tribolium castaneum is one of the important stored-product pests in tropical countries. Fumigation with phosphine is the most commonly method to control T. castaneum. However, long-term application of phosphine will cause resistance. The aims of this research were to study the effects of fumigant and repellent of peppermint oil Mentha piperita fraction against T. castaneum, and to identify the compounds contained in the active fraction. This research was conducted in Entomology Laboratory Seameo Biotrop and Forensic Laboratory of Indonesian Police Headquarters Jakarta, from January to October 2016. Peppermint oil was extracted by distillation from the leaves of M. piperita. Peppermint oil was fractionated by counter-current distribution method using three solvents: n-hexane, ethyl acetate, and methanol. Then, the three fractions were tested as fumigant and repellent against T. castaneum. The active fraction of essential oils were identified by GC-MS. The n-hexane fraction of peppermint (HFP) was the active fraction caused mortality on larvae and adults of T. castaneum at 72 hours after fumigation. The LC<sub>95</sub> values for the adults and larvae was 1.9 % and 9.43 % , respectively. Sublethal concentration of HFP showed inhibitory activity on larvae*

\* Alamat Korespondensi : sunaryosyam@yahoo.co.id

---

*development. Percentage of pupae transformed from treated larvae was 48.67-74.91 % and percentage of adults emerged was 9.12-16.59 %. The repellent activity of HFP on adults of T. castaneum was 86.7 % at 72 hours after treatment. The dominant compounds of HFP was  $\beta$ -pinene, limonene, isopulegol, menthone, isomenthon, menthol, pulegone, and trans-carane. The HFP or its compounds was potential to be developed as botanical insecticides.*

---

## PENDAHULUAN

Keberadaan hama gudang dari golongan serangga merupakan salah satu faktor utama penyebab terjadinya kerusakan dan kehilangan hasil pertanian pada tahap pascapanen. Menurut Sjam (2014), besarnya kerugian pascapanen yang diakibatkan hama gudang dari golongan serangga mencapai 5-50 %.

*Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae) merupakan salah satu hama gudang penting di negara tropis termasuk di Indonesia yang menyebabkan kehilangan hasil baik secara kuantitatif maupun kualitatif. Larva dan imago hama ini merusak biji beras, jagung, kopi, kakao, dan produk olahan seperti tepung terigu. Bahan pangan yang terserang berat biasanya tercemar oleh benzokuinon yang merupakan ekskresi dari *T. castaneum* sehingga tidak layak untuk dikonsumsi (Sunjaya dan Widayanti 2012). Pengendalian *T. castaneum* yang umum dilakukan adalah dengan teknik fumigasi. Dua jenis fumigan yang umum digunakan dalam fumigasi yaitu metil bromida (CH<sub>3</sub>Br) dan fosfin (PH<sub>3</sub>). Berdasarkan kesepakatan Protokol Montreal pada tahun 1989, penggunaan metil bromida sebagai fumigan dibatasi hanya untuk keperluan karantina dan pra-pengapalan (*Quarantine and Pre-shipment*) karena tergolong sebagai bahan perusak ozon (BPO) (Kementan 2011). Saat ini, fosfin menjadi salah satu alternatif pengganti metil bromida yang digunakan secara luas di dunia termasuk di Indonesia.

Fosfin mempunyai kelebihan tidak menyebabkan kerusakan lapisan ozon dan tidak meninggalkan residu pada komoditas yang difumigasi sehingga komoditas pangan aman untuk dikonsumsi (Anonymous 1989). Namun, penggunaan fosfin yang kurang bijaksana telah menimbulkan dampak negatif yaitu terjadinya resistensi hama terhadap fosfin. Oleh karena itu,

perlu dikembangkan alternatif pengendalian yang efektif menekan populasi hama sasaran sehingga penggunaan fosfin dapat dikurangi.

Salah satu alternatif untuk mengurangi penggunaan fosfin dalam pengendalian *T. castaneum* ialah penggunaan minyak atsiri sebagai insektisida nabati. Minyak atsiri pada umumnya mengandung campuran berbagai senyawa yang tidak toksik terhadap mamalia serta lebih aman bagi lingkungan dibandingkan pestisida sintetik karena bersifat tidak persisten (Koul *et al.* 2008). Minyak atsiri dapat diperoleh melalui proses distilasi bagian dari tanaman aromatik tertentu yang secara tradisional telah lama digunakan untuk melindungi komoditas pangan yang disimpan dan mengusir serangga pemukiman (Isman 2000).

Beberapa contoh minyak atsiri yang telah diteliti sebagai insektisida nabati antara lain minyak atsiri dari lengkuas (*Alpinia galanga*), seraiwangi (*Cymbopogon nardus*), dan cengkeh (*Syzygium aromaticum*) yang efektif untuk mengendalikan hama penghisap bunga lada *Diconocoris hewetti* (Wiratno *et al.* 2011). Minyak atsiri dari ajwain (*Trachyspermum ammi*), adas manis (*Anethum graveolens*) dan jinten hitam (*Nigella sativa*) dapat mengurangi potensi oviposisi imago, meningkatkan periode perkembangan, menghambat perkembangan larva, serta mengakibatkan kelainan morfologi pada tahap perkembangan *T. castaneum* (Chaubey 2007).

Salah satu tumbuhan penghasil minyak atsiri yang potensial untuk dikembangkan sebagai sumber insektisida nabati adalah pepermin (*Mentha piperita*). Lashgari *et al.* (2014) melaporkan *M. piperita* memiliki efek fumigan yang menyebabkan kematian, serta memiliki aktifitas repelen terhadap imago *T. castaneum*. Senyawa mentol yang merupakan senyawa utama tanaman pepermin *M. piperita* memiliki efek repelen terhadap *Anopheles tessellatus* dan *Culex quinquefasciatus* (Samarasekera *et al.* 2008).

Beberapa perusahaan di Amerika Serikat telah memproduksi secara komersial pestisida nabati berbahan minyak pepermin seperti mentol untuk mengendalikan rayap (Hartati 2012).

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari efek fumigan dan repelen fraksi-fraksi minyak atsiri pepermin *M. piperita* terhadap *T. castaneum*, serta mengidentifikasi senyawa-senyawa yang terkandung di dalam fraksi aktifnya.

## BAHAN DAN METODE

### Tempat dan waktu

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Entomologi Seameo Biotrop, Bogor. Analisis GC-MS dilakukan di Pusat Laboratorium Forensik Mabel Polri Jakarta. Penelitian berlangsung sejak Januari sampai Oktober 2016.

### Minyak Atsiri Pepermin

Minyak atsiri pepermin merupakan hasil destilasi dari daun *M. piperita* yang diperoleh dari salah satu toko produk herbal di Yogyakarta.

### Pemeliharaan dan perbanyakan serangga uji

Serangga uji *T. castaneum* yang diperoleh dari Laboratorium Entomologi Seameo Biotrop diperbanyak dengan cara memasukkan sejumlah imago ke dalam stoples kaca (tinggi 19 cm, diameter 12,5 cm) yang telah berisi tepung terigu sebagai pakan dan media pembiakan serangga, kemudian stoples ditutup dengan kain kasa. Setiap 14 hari, semua imago dikeluarkan dari stoples dan dipindahkan ke stoples baru yang berisi pakan baru untuk perbanyakan lebih lanjut. Imago dan larva yang muncul dari proses pembiakan, sebagian dikumpulkan untuk digunakan dalam pengujian dan sebagian dipindahkan ke stoples lain untuk perbanyakan lebih lanjut. Imago yang berumur 10-14 hari dan larva berumur 15 hari digunakan untuk pengujian.

### Uji toksisitas

Toksisitas minyak pepermin terhadap imago dan larva *T. castaneum* diuji dengan metode

fumigasi menggunakan kertas saring. Minyak pepermin diuji pada lima taraf konsentrasi yang ditentukan melalui uji pendahuluan, yaitu 1,5; 2; 2,5; 3; dan 3,5 % ditambah kontrol untuk imago, sedangkan untuk larva yaitu 5; 6; 7; 8; dan 9 % ditambah kontrol. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak lima kali.

Setiap konsentrasi minyak atsiri hasil pengenceran dengan pelarut aseton, dipipet sebanyak 0,5 ml dan diteteskan secara merata pada kertas saring berdiameter 8 cm yang sebelumnya telah direkatkan pada permukaan dalam tutup cawan petri. Kertas saring kontrol ditetesi dengan 0,5 ml aseton. Penetesan larutan minyak atsiri dilakukan dengan merata secara spiral dari arah luar ke dalam. Setelah diberi perlakuan, kertas saring dibiarkan selama 2 menit untuk menguapkan pelarut aseton. Setelah kering, sebanyak 20 imago atau larva *T. castaneum* dimasukkan ke dalam cawan petri. Kemudian cawan petri ditutup rapat, celah di antara bagian tutup dan dasar cawan petri disekat dengan plastisin untuk mencegah terjadinya kebocoran uap minyak atsiri. Pengamatan kematian serangga dilakukan setelah 72 jam fumigasi (Arifin 2013). Data mortalitas dianalisis dengan analisis probit menggunakan program POLO-PC untuk mengetahui konsentrasi yang dapat mematikan 50 % serangga uji ( $LC_{50}$ ) dan 95 % serangga uji ( $LC_{95}$ ).

### Fraksinasi minyak atsiri

Prosedur fraksinasi merujuk pada metode yang dilakukan oleh Parwata *et al.* (2009). Sebanyak 50 ml minyak atsiri dimasukkan ke dalam corong pemisah, kemudian ditambahkan 75 ml *n*-heksana dan secara bertahap dipisahkan menggunakan 75 ml air-metanol (3:2), kemudian dikocok. Campuran larutan tersebut didiamkan beberapa saat hingga terbentuk dua lapisan terpisah. Lapisan tersebut selanjutnya dipisahkan dan dikumpulkan. Fraksi yang diperoleh dari proses ini adalah fraksi *n*-heksana dan fraksi metanol. Fraksi metanol kemudian dipisahkan kembali secara bertahap dengan menambahkan 75 ml etil asetat, kemudian dikocok. Campuran larutan tersebut akan membentuk dua lapisan

terpisah kembali, yaitu fraksi etil asetat dan fraksi metanol. Ketiga fraksi yang diperoleh selanjutnya diuapkan pelarutnya menggunakan *rotary evaporator* pada suhu 40-45 °C.

### Uji toksisitas fraksi

Fraksi yang didapatkan dari proses fraksinasi (*n*-heksana, etil asetat dan metanol) diuji toksisitasnya menggunakan konsentrasi ekuivalen masing-masing fraksi untuk mengetahui fraksi paling aktif. Metode pengujian dan pengamatan sama seperti yang diuraikan pada uji toksisitas sebelumnya. Masing-masing perlakuan dan kontrol diulang sebanyak 5 kali. Konsentrasi ekuivalen ditentukan menggunakan rumus Dadang (1999):

$$\text{Konsentrasi ekuivalen} = \frac{\text{Volume fraksi (ml)}}{\text{Volume total (ml)}} \times \text{LC}_{95} \text{ atsiri kasar}$$

Fraksi yang menyebabkan mortalitas paling tinggi dipilih sebagai fraksi aktif, kemudian fraksi aktif tersebut diuji lanjut untuk mengetahui nilai *Lethal Concentration* (LC<sub>50</sub> dan LC<sub>95</sub>) terhadap imago dan larva *T. castaneum*.

### Pengamatan perkembangan larva

Pengamatan dilakukan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi *sublethal* fraksi aktif minyak pepermin terhadap perkembangan larva *T. castaneum*. Larva yang bertahan hidup pada perlakuan uji lanjut toksisitas fraksi aktif dipindahkan ke wadah plastik yang berisi pakan baru dan dipelihara sampai menjadi pupa, dan pupa yang terbentuk tetap dipelihara sampai menjadi imago. Pengamatan dilakukan pada tiga taraf konsentrasi terendah dan kontrol. Jumlah larva yang berhasil menjadi pupa dan imago dicatat setiap hari. Ketidaknormalan morfologi pada fase larva, pupa, dan imago diamati dibawah mikroskop stereo Leica EZ4 HD. Data perkembangan larva dianalisis dengan sidik ragam, dan diuji lanjutan dengan uji *Duncan's Multiple Rrange Test* pada taraf nyata 5 % menggunakan program SAS 9.

### Uji repelensi

Metode yang digunakan merujuk pada metode pengujian yang digunakan oleh Ofori dan

Reichmuth (1997) dengan memodifikasi waktu pengamatan menjadi 24, 48, dan 72 jam setelah perlakuan. Kertas saring *Whatman* diameter 8 cm dipotong menjadi dua bagian dan direkatkan pada cawan petri diameter 9 cm. Satu bagian kertas saring digunakan sebagai perlakuan, yaitu dengan meneteskan 0,25 ml minyak atsiri dengan konsentrasi 2; 1; 0,5; 0,25; dan 0,125 %. Bagian kertas saring lainnya digunakan sebagai kontrol, yaitu dengan meneteskan pelarut aseton sebanyak 0,25 ml. Kertas saring yang telah diperlakukan kemudian dikeringanginkan selama 5 menit untuk menguapkan pelarut aseton.

Sebanyak 20 ekor imago *T. castaneum* berumur 10-14 hari diletakkan pada bagian tengah cawan petri. Pengamatan dilakukan pada 24, 48, dan 72 jam setelah perlakuan dengan cara menghitung jumlah imago yang terdapat pada bagian kontrol dan pada bagian perlakuan. Setiap perlakuan diulang sebanyak 5 kali. Persentase repelensi dihitung dengan rumus Sjam *et al.* (2010):

$$R = \frac{K - P}{K} \times 100 \%$$

R = repelensi/*repellency* (%); K = jumlah serangga yang terdapat pada bagian kontrol/*number of insects present on control*; P = jumlah serangga yang terdapat pada bagian perlakuan/*number of insects present on treated*.

### Analisis senyawa fraksi aktif

Fraksi aktif minyak pepermin dari *M. piperita* dianalisis kandungan senyawanya menggunakan GC-MS Agilent 5975C/7890A dengan jenis kolom HP-5MS (panjang 30 m, diameter 250 µm, ketebalan 0,25 µm). Kromatogram yang diperoleh diberi nama sesuai dengan anjuran *Library Wiley 9*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Toksistas minyak pepermin

Hasil pengujian menunjukkan persentase mortalitas serangga uji meningkat seiring dengan

meningkatkan konsentrasi minyak pepermin. Fase larva *T. castaneum* lebih toleran terhadap perlakuan dibandingkan fase imagonya. Berdasarkan nilai  $LC_{50}$  dan  $LC_{95}$ , fase larva hampir 3 kali lebih tahan dibandingkan fase imago (Tabel 1).

Kemampuan minyak atsiri sebagai fumigan dikarenakan tingginya kandungan senyawa monoterpen dalam minyak yang mengakibatkan tingginya volatilitas dari minyak atsiri (Kim *et al.* 2003). Toksisitas dari minyak pepermin diduga karena adanya aktivitas senyawa utama dalam minyak pepermin seperti mentol dan menton. Menurut Lee *et al.* (2001) kedua senyawa tersebut memiliki cara kerja yang sama, yaitu menghambat kerja enzim *asetilkolinesterase* (*AchE*). Serangga uji yang tidak mengalami kematian terlihat dalam kondisi *knockdown* yang dicirikan dengan imago seperti mengalami kematian namun memberi respon yang lemah ketika disentuh, sedangkan pada larva yang belum mati adalah gerakan yang lebih lambat.

#### Toksisitas fraksi minyak pepermin terhadap *T. castaneum*

Dari proses fraksinasi yang dilakukan, fraksi terbanyak yang diperoleh adalah fraksi etil asetat (Tabel 2), dan terdapat *loss process* sebesar 9,93 ml (19,86 %). Houghton dan Raman (1998)

Tabel 1. Parameter regresi probit hubungan konsentrasi minyak pepermin *M. piperita* dengan mortalitas *T. castaneum*.

Table 1. Parameters of probit regression correlation of *M. piperita* peppermint oil and *T. castaneum* mortality.

Fase	Nilai b ± SE	LC <sub>50</sub>	LC <sub>95</sub>
		(SK 95%)	(SK 95%)
(%)			
Imago	7,32 ± 0,58	2,35 (2,22 – 2,48)	3,92 (3,56 – 4,51)
Larva	9,44 ± 0,78	6,84 (6,56 – 7,12)	10,21 (9,45 – 11,45)

Keterangan/Note :

- b = kemiringan regresi probit/slope of probit regression.
- SE = standard error.
- LC = konsentrasi letal/lethal concentration.
- SK = selang kepercayaan/confidence interval.

Tabel 2 Volume fraksi *n*-heksana, etil asetat, dan metanol hasil fraksinasi minyak pepermin *M. piperita*.

Table 2. Volume of *n*-hexane, ethyl acetat, and methanol fraction as results of fractination of *M. piperita* peppermint oil.

Volume fraksi (ml)		
<i>n</i> -heksana	etil asetat	metanol
19,73 (39,46 %)	20,34 (40,68 %)	0 (0 %)

Keterangan/Note:

Angka dalam kurung menunjukkan volume masing-masing fraksi dalam persen/Numbers in the parentheses were the volume fractions in percent.

menyatakan, dalam metode fraksinasi partisi pelarut, senyawa-senyawa tanaman akan terpisah membentuk lapisan sesuai dengan kelarutannya. Senyawa *non*-polar akan larut dalam pelarut *non*-polar sebaliknya senyawa polar akan larut dalam pelarut polar.

Perlakuan minyak pepermin fraksi *n*-heksana dengan konsentrasi ekuivalen menyebabkan mortalitas paling tinggi terhadap larva maupun imago *T. castaneum* (Tabel 3). Berdasarkan data tersebut, fraksi *n*-heksana dipilih sebagai fraksi aktif untuk diuji lebih lanjut. Keefektifan fraksi *n*-heksana diduga karena tingginya kadar senyawa yang bersifat toksik dan volatil pada fraksi tersebut sehingga uap senyawa langsung terhisap melalui saluran pernafasan serangga. Menurut Phillips (2009), tekanan uap dari senyawa minyak atsiri dapat mempengaruhi kemampuan senyawa untuk menguap dan menjadi tersedia untuk trakea selama proses respirasi serangga berlangsung. Senyawa minyak atsiri dengan tekanan uap yang tinggi dapat menguap dengan mudah dan umumnya lebih beracun daripada senyawa dengan tekanan uap yang rendah.

Hasil uji lanjut fraksi *n*-heksana minyak pepermin *M. piperita* (Tabel 4) menunjukkan pola yang berbeda dengan hasil uji lanjut minyak atsiri kasarnya (Tabel 1). Selain memiliki rentang konsentrasi uji yang sempit, nilai  $LC_{50}$  dan  $LC_{95}$  pepermin fraksi *n*-heksana terhadap larva dan imago *T. castaneum* juga lebih rendah. Hal ini mungkin disebabkan karena pada minyak atsiri

Tabel 3. Mortalitas *T. castaneum* pada konsentrasi ekuivalen fraksi *n*-heksana dan etil asetat dari minyak pepermin *M. piperita* setelah 72 jam fumigasi.

Table 3. The mortality of *T. castaneum* at equivalent concentration of *n*-hexane and ethyl acetat fraction of *M. piperita* peppermint oil after 72 hours fumigation.

Fraksi	Konsentrasi ekuivalen (%)		Mortalitas (%) ± SD	
	imago	larva	imago	larva
	<i>n</i> -heksana	1,93	5,02	100 ± 0,0
etil asetat	1,99	5,18	1 ± 0,2	15 ± 1,2
Kontrol	0	0	0 ± 0,0	0 ± 0,0

Keterangan/Note : SD = standar deviasi/standard deviation.

kasar, senyawa kimia *non*-toksik masih bercampur dan mempengaruhi kerja dari senyawa toksik sehingga memperbesar konsentrasi dari minyak atsiri kasar. Setelah dilakukan fraksinasi, konsentrasi minyak atsiri menjadi lebih rendah.

Untuk memisahkan senyawa menjadi lebih halus dapat dilakukan fraksinasi lanjutan seperti yang dilakukan oleh Torres *et al.* (2012) yang memfraksinasi minyak atsiri *Cymbopogon winterianus* menggunakan kromatografi kolom sehingga didapatkan beberapa fraksi. Fraksinasi berlanjut yang dipandu dengan uji hayati dapat menghasilkan fraksi yang murni sehingga dapat dilakukan isolasi dan identifikasi senyawa aktif untuk mengetahui jenis senyawa, cara kerja senyawa, dan memodifikasi senyawa aktif menjadi lebih baik dalam aktivitas biologinya (Dadang 2015).

### Pengaruh fraksi aktif minyak pepermin terhadap perkembangan *T. castaneum*

Beberapa larva yang bertahan hidup setelah 72 jam fumigasi mengalami kematian pada hari-hari berikutnya sehingga gagal menjadi pupa, dan beberapa larva yang berhasil menjadi pupa sebagian besar gagal menjadi imago (Tabel 5). Hasil ini mengindikasikan bahwa efek fumigan dari senyawa yang terkandung di dalam fraksi *n*-heksana pepermin *M. piperita* selain mengakibat-

Tabel 4. Parameter regresi probit hubungan antara konsentrasi fraksi *n*-heksana minyak pepermin *M. piperita* dengan mortalitas *T. castaneum*.

Table 4. Parameters of probit regression correlation between concentration of *n*-hexane fraction of *M. piperita* peppermint oil and *T. castaneum* mortality.

Fase	Nilai b ± SE	LC <sub>50</sub>	LC <sub>95</sub>
		(SK 95 %)	(SK 95 %)
Imago	11,47 ± 0,87	1,38 (1,34 – 1,42)	1,92 (1,83 – 2,04)
Larva	3,76 ± 0,38	3,45 (2,94 – 3,96)	9,43 (7,12 – 16,56)

Keterangan/Note :

b = kemiringan regresi probit/slope of probit regression.

SE = standard error.

LC = konsentrasi letal/lethal concentration.

SK = selang kepercayaan/confidence interval.

kan kematian, juga dapat menghambat perkembangan *T. castaneum* pada konsentrasi *sublethal*. Hal tersebut diperkuat dengan adanya gejala abnormal yang tampak pada perlakuan tetapi tidak terjadi pada kontrol (Gambar 1).

Gejala pada larva yang gagal menjadi pupa yaitu perubahan warna larva menjadi coklat kehitaman, mengerut, dan mengering pada akhir pengamatan (Gambar 1a). Pupa yang gagal menjadi imago mengalami bentuk yang tidak sempurna, yaitu kondisi pupa berwarna coklat kehitaman dan mengerut (Gambar 1b). Meskipun beberapa larva berhasil berkembang sampai fase imago, namun terjadi abnormalitas morfologi dimana sebagian besar imago tersebut memiliki tungkai dan kedua sayap yang tidak berkembang dengan sempurna (Gambar 1c).

Mekanisme penghambatan pertumbuhan dan perkembangan serangga dapat terjadi dengan beberapa cara. Pada serangga yang tidak tahan terhadap senyawa aktif, dapat tetap bertahan dengan memaksimalkan pemanfaatan sumber energi di dalam tubuhnya sebelum akhirnya mati. Sebagai konsekuensi dari keadaan ini, larva akan mengalami hambatan pertumbuhan dan perkem-

Tabel 5. Aktivitas penghambatan fraksi *n*-heksana minyak peppermint *M. piperita* terhadap *T. castaneum*.

Table 5. Inhibitory activities of *n*-hexane fraction of *M. piperita* peppermint oil against *T. castaneum*.

Konsentrasi (%)	Kemunculan pupa (%)	Kemunculan imago (%)
Kontrol	100 a	94,00 a
2	74,91 b	16,59 b
3	65,14 bc	9,23 b
4	48,67 c	9,12 b

Keterangan/Note:

Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menyatakan tidak berbeda nyata menurut DMRT 5 %/Numbers followed by same letter in the same column were not significantly different by 5% DMRT.



Gambar 1. Gejala abnormal pada *T. castaneum* setelah perlakuan dengan fraksi aktif minyak peppermint *M. piperita*; (a) larva gagal menjadi pupa, (b) pupa gagal menjadi imago, (c) imago abnormal.

Figure 1. Abnormal symptoms of *T. castaneum* after exposure to active fraction of *M. piperita* peppermint oil; (a) larva failed to emerge as pupa, (b) pupa failed to emerge as adult, (c) adult abnormality.

bangan (Matsumura 1985). Hasil penelitian ini mendukung penelitian Bosly (2013) yang mengatakan, minyak atsiri peppermint *M. piperita* mampu menekan pembentukan pupa dan kemunculan imago *Musca domestica* serta menyebabkan kelainan morfologi pada fase larva dan pupa.

### Repelensi minyak atsiri

Nilai repelensi minyak atsiri mengalami penurunan seiring bertambahnya waktu pengamatan. Selain itu, peningkatan konsentrasi minyak atsiri meningkatkan dan memperpanjang efek repelen (Gambar 2). Hal ini disebabkan pada konsentrasi minyak atsiri yang tinggi, maka kandungan senyawa aktifnya juga lebih tinggi.

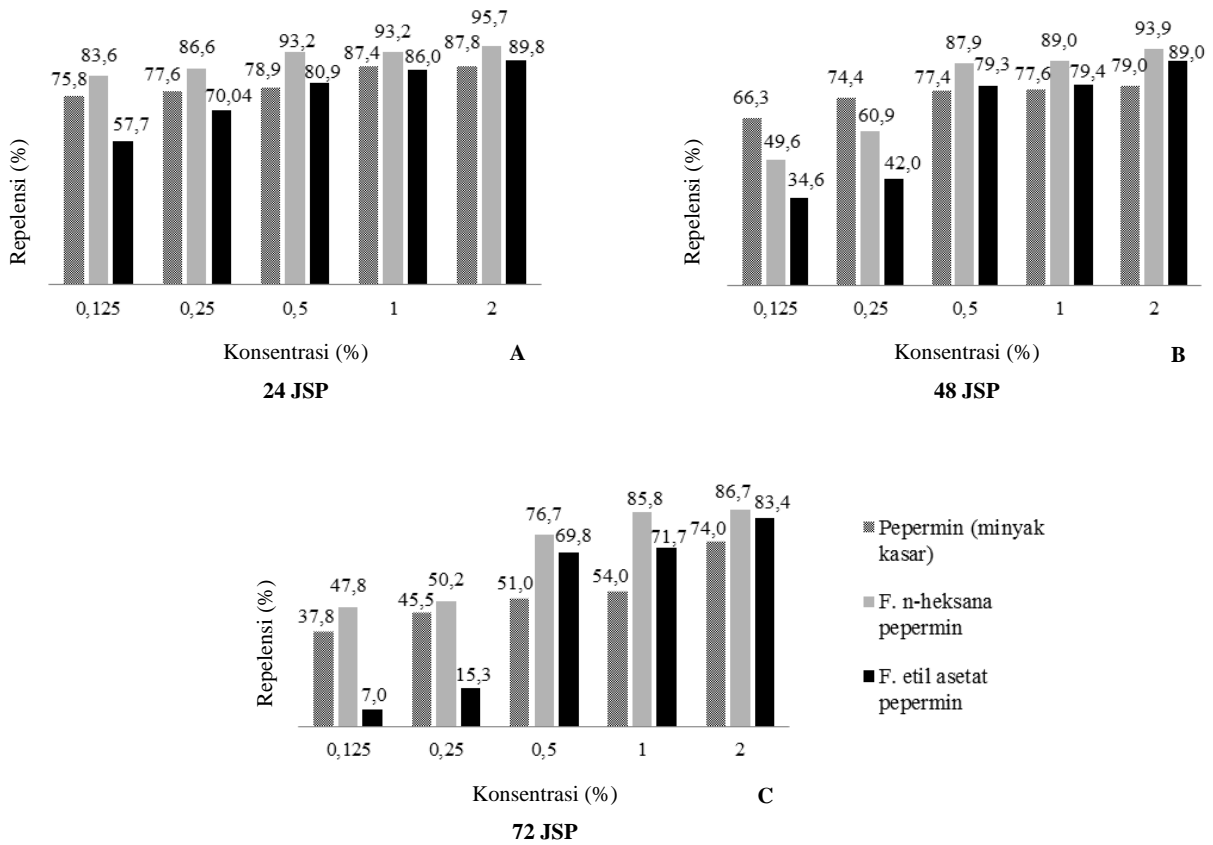
Fraksi *n*-heksana peppermint menunjukkan persentase repelensi yang tinggi terhadap imago *T. castaneum* hingga 72 jam setelah perlakuan (Gambar 2). Hasil ini mengindikasikan bahwa selain sebagai fumigan, fraksi aktif tersebut dapat berfungsi sebagai repelen. Kegiatan fumigasi dilakukan untuk mematikan serangga atau menghindari kerusakan lebih lanjut pada komoditas yang telah terserang hama gudang, sedangkan penggunaan repelen merupakan metode pencegahan atau menunda serangan dari *T. castaneum*.

### Senyawa dominan dalam fraksi aktif

Puncak kromatogram fraksi *n*-heksana peppermint memperlihatkan adanya delapan senyawa dominan yang merupakan senyawa monoterpen. Senyawa-senyawa tersebut diduga sebagai  $\beta$ -pinen, limonen, isopulegol, menton, isomenton, mentol, pulegon, dan *trans*-carane (Gambar 3).

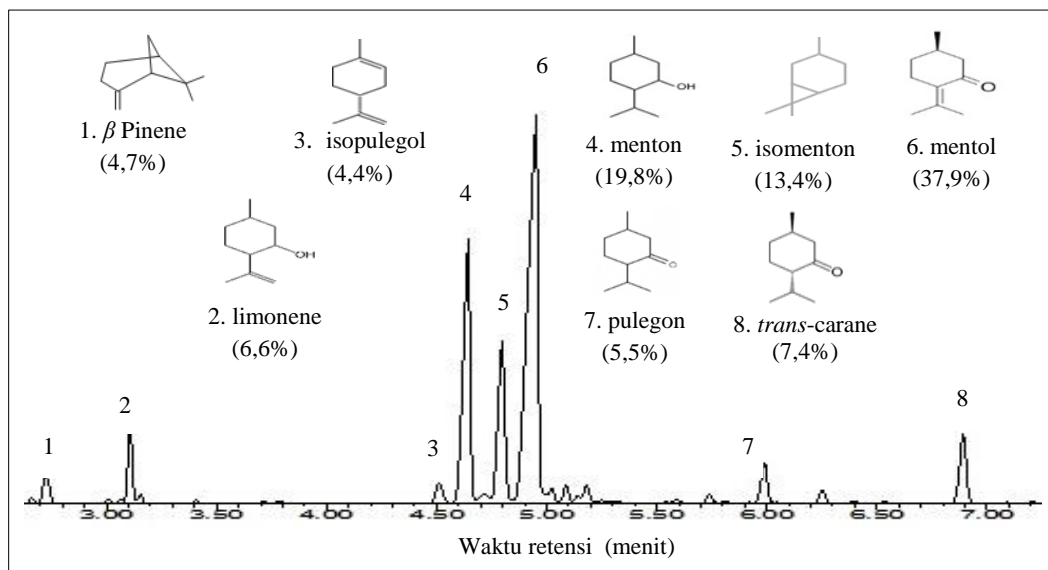
Menurut Watanabe *et al.* (1993), senyawa-senyawa monoterpen memiliki potensi sebagai insektisida karena memiliki daya racun dan aktivitas repelen yang tinggi terhadap serangga. Lee *et al.* (2003) melaporkan bahwa senyawa limonen, menton, isopulegol, mentol dan pulegon memiliki aktivitas fumigan terhadap *M. domestica* dan *T. castaneum*. Selain bertindak sebagai fumigan, senyawa isopulegol,  $\beta$ -pinen, menton, dan pulegon juga memiliki aktivitas repelen yang kuat terhadap *Blattella germanica* (Phillips 2009).

Dengan demikian, fraksi *n*-heksana dari minyak peppermint *M. piperita* atau senyawa-senyawa yang terdapat di dalamnya memiliki potensi untuk digunakan sebagai bahan alternatif dalam pengendalian hama gudang *T. castaneum*, sehingga penggunaan pestisida sintetik dapat dikurangi. Penelitian lebih lanjut untuk pengembangan formulasi diperlukan untuk meningkatkan keefektifan sebagai fumigan dan repelen, sehingga dapat dihasilkan produk berupa pestisida nabati minyak atsiri. Kajian lebih luas terkait keamanan terhadap manusia, lingkungan, maupun terhadap produk yang akan dilindungi juga penting untuk dilakukan.



Gambar 2. Repelensi minyak kasar, fraksi *n*-heksana, dan fraksi etil asetat minyak pepermin *M. piperita* terhadap imago *T. castaneum* pada; (a) 24, (b) 48, (c) 72 jam setelah perlakuan (JSP).

Figure 2. Repellency of the crude oils, *n*-hexane fraction, and ethyl acetate fraction of *M. piperita* peppermint oil against adults of *T. castaneum* at; (a) 24, (b) 48, (c) 72 hour after treatment (HAT).



Gambar 3. Kromatogram gas dan senyawa bangun fraksi *n*-heksana dari minyak pepermin *M. piperita*.

Figure 3. Gas chromatogram and chemical structure of *n*-hexane fraction of *M. piperita* peppermint oil.



## KESIMPULAN

Fraksi *n*-heksana pepermin (FHP) dari minyak atsiri tanaman *M. piperita* merupakan fraksi yang aktif terhadap mortalitas larva dan imago *T. castaneum*. FHP juga menghambat perkembangan dan bersifat repelen terhadap *T. castaneum*. Senyawa kimia yang terdapat pada FHP terdiri atas  $\beta$ -pinen, limonen, isopulegol, menton, isomenton, mentol, pulegon, dan *trans*-carane.

## UCAPANAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Ir. Sri Widayanti, M.Si dan Trijanti Widinni Asnan, S.P, M.Si (Seameo Biotrop) yang telah banyak membantu penulis selama penelitian berlangsung.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous (1989) Principles and General Practice. In: *Suggested Recommendations for the Fumigation of Grain in the ASEAN Region*. Kuala Lumpur and Canberra, Malaysia and Australia, ASEAN Food Handling Bureau (AFHB) and Australian Centre for International Agricultural Research (ACIAR), pp. 1-99.
- Arifin, M.C. (2013) *Toksitas Kontak dan Efek Fumigan Minyak Atsiri Cinnamomum spp. (Lauraceae) terhadap Tribolium castaneum (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae)*. Institut Pertanian Bogor. 20 hlm.
- Bosly, A.H. (2013) Evaluation of Insecticidal Activities of *Mentha piperita* and *Lavandula angustifolia* Essential Oils. *J. Entomol. Nematol.* 5 (4), 50-54.
- Chaubey, M.K. (2007) Insecticidal Activity of *Trachyspermum ammi* (Umbelliferae), *Anethum graveolens* (Umbelliferae) and *Nigella sativa* (Ranunculaceae) Essential Oils Against Stored-Product Beetle *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae). *Afr. J. Agric. Res.* 2 (11), 596-600.
- Dadang (1999) *Insect Regulatory Activity and Active Substances of Indonesian Plants Particularly to the Diamondback Moth*. Tokyo University of Agriculture. 179 p.
- Dadang (2015) *Pengembangan Pestisida Nabati Untuk Mendukung Pertanian Ramah Lingkungan dan Berkelanjutan*. Bogor, IPB Press.
- Hartati, S.Y. (2012) Prospek Pengembangan Minyak Atsiri sebagai Pestisida Nabati. *Jurnal Perspektif.* 11 (1), 45-58.
- Houghton, P.J. & Raman, A. (1998) *Laboratory Handbook for the Fractionation of Natural Extracts*. London, Chapman & Hall.
- Isman, M.B. (2000) Plant Essential Oils for Pest and Disease Management. *Crop Prot.* 19 (8), 603-608.
- Kementan (2011) *Tatacara Pelaksanaan Fumigasi dengan Fosfin*. Jakarta, Pusat Karantina Tumbuhan dan Keamanan Hayati Nabati, Badan Karantina Pertanian, Kementerian Pertanian.
- Kim, S. Il, Roh, J.Y., Kim, D.H., Lee, H.S. & Ahn, Y.J. (2003) Insecticidal Activities of Aromatic Plant Extracts and Essential Oils Against *Sitophilus oryzae* and *Callosobruchus chinensis*. *J Stored Prod Res.* 39, 293-303.
- Koul, O., Walia, S. & Dhaliwal, G.S. (2008) Essential Oils as Green Pesticides: Potential and Constraint. *Biopestic. Int.* 4 (1), 63-84.
- Lashgari, A., Mashayekhi, S., Javadzadeh, M. & Marzban, R. (2014) Effect of *Mentha piperita* and *Cuminum cyminum* Essential Oil on *Tribolium castaneum* and *Sitophilus oryzae*. *Arch Phytopathology Plant Protect.* 47 (3), 324-329. doi:10.1080/03235408.2013.809230.
- Lee, S., Peterson, C.J. & Coats, J.R. (2003) Fumigation Toxicity of Monoterpenoids to Several Stored Product Insects. *J Stored Prod Res.* 39 (1), 77-85.
- Lee, S.E., Lee, B.H., Choi, W.S., Park, B.S., Kim, J.G. & Campbell, B.C. (2001) Fumigant Toxicity of Volatile Natural Products from Korean Spices and Medicinal Plants towards the Rice Weevil, *Sitophilus oryzae* (L). *Pest Manag Sci.* 57 (6), 548-553. doi:10.1002/ps.322.
- Matsumura, F. (1985) *Toxicology of Insecticides*. New York, Plenum Press. 598 p.

- Ofori, D.O. & Reichmuth, C. (1997) Bioactivity of Eugenol, A Major Component of Essential Oil of *Ocimum suave* (Wild.) Against Four Species of Stored-product Coleoptera. *Int J Pest Manag.* 43 (1), 89-94.
- Parwata, I.M.O.A., Rita, W.S. & Yoga, R. (2009) Isolasi dan Uji Antiradikal Bebas Minyak Atsiri pada Daun Sirih (*Piper betle* Linn) secara Spektroskopi Ultra Violet-Tampak. *Jurnal Kimia.* 3 (1), 7-13.
- Phillips, A.K. (2009) *Toxicity and Repellency of Essential Oil to the German Cockroach (Dictyoptera: Blattellidae).* Auburn University. 131 p.
- Samarasekera, R., Weerasinghe, I.S. & Hemalal, K.D.P. (2008) Insecticidal Activity of Menthol Derivatives Against Mosquitoes. *Pest Manag Sci.* 64, 290-295. doi:10.1002/ps.
- Sjam, S. (2014) *Hama Pascapanen dan Strategi Pengendaliannya.* Bogor, IPB Press. 120 hlm.
- Sjam, S., Melina & Thamrin, S. (2010) Pengujian Ekstrak Tumbuhan *Vitex trifolia* L., *Acorus colomus* L., dan *Andropogon nardus* L. terhadap Hama Pasca Panen *Araecerus fasciculatus* De Geer (Coleoptera: Anthribidae) pada Biji Kakao. *J. Entomol. Indon.* 7 (1), 1-8.
- Sunjaya & Widayanti, S. (2012) Pengenalan Serangga Hama Gudang. In: Prijono, D. et al. (eds.) *Pengelolaan Hama Gudang Terpadu.* 3rd edition. Bogor, Seameo Biotrop, KLH, UNIDO, pp. 39-51.
- Torres, F.C., Lucas, A.M., Lucia, V., Ribeiro, S., Martins, R., Poser, G. Von, Guala, M.S., Elder, H.V. & Cassel, E. (2012) Influence of Essential Oil Fractionation by Vacuum Distillation on Acaricidal Activity Against the Cattle Tick. *Braz. Arch. Biol. Technol.* 55 (4), 613-621.
- Watanabe, K., Shono, Y., Kakimizu, A., Okada, A., Matsuo, N., Satoh, A. & Nishimura, H. (1993) New Mosquito Repellent from *Eucalyptus camaldulensis*. *J Agric Food Chem.* 41 (11), 2164-2166. doi:10.1021/jf00035a065.
- Wiratno, Siswanto, Luluk & Suriati, S. (2011) Efektivitas Beberapa Jenis Tanaman Obat dan Aromatik sebagai Insektisida Nabati untuk Mengendalikan *Diconocoris hewetti* Dist (Hemiptera; Tingidae). *Bul. Littro.* 22 (2), 198-204.