

REKAYASA ATRAKTAN *Cheilomenes sexmaculata* F. (COLEOPTERA: COCCINELLIDAE) BERBAHAN AKTIF MINYAK ASIRI

SISKA EFENDI



PROGRAM STUDI ENTOMOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025



PERNYATAAN MENGENAI DISERTASI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa disertasi dengan judul “Rekayasa Atraktan *Cheilomenes sexmaculata* F. (Coleoptera: Coccinellidae) Berbahan Aktif Minyak Asiri” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir disertasi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juli 2025

Siska Efendi
NIM A3601211003

RINGKASAN

SISKA EFENDI. Rekayasa Atraktan *Cheilomenes sexmaculata* F. (Coleoptera: Coccinellidae) Berbahan Aktif Minyak Asiri. Dibimbing oleh DADANG, I WAYAN WINASA dan ALI NURMANSYAH.

Pengembangan formulasi atraktan *Cheilomenes sexmaculata* merupakan terobosan baru dalam pengelolaan *Aphis gossypii* pada tanaman cabai di Indonesia. Pemanfaatan atraktan tersebut diharapkan dapat meningkatkan kinerja *C. sexmaculata* sebagai agens pengendali hayati. Minyak asiri dapat direkayasa sebagai atraktan karena mengandung berbagai senyawa yang dapat menarik musuh alami termasuk kumbang koksi. Penelitian ini bertujuan 1) mengidentifikasi jenis dan fungsi senyawa volatil (SV) yang diemisikan tanaman cabai akibat infestasi *A. gossypii*, *Spodoptera litura*, dan kerusakan mekanis pada fase bibit dan vegetatif, 2) mengidentifikasi SV yang diemisikan *C. sexmaculata* dan *A. gossypii* yang berasal dari tanaman cabai, 3) karakterisasi komposisi kimia dan mengetahui respons olfaktori *C. sexmaculata* terhadap minyak asiri gandapura (MaG), jeruk nipis (MaJN), serai wangi (MaSW), dan cengkih (MaC), 4) mempelajari efek samping penggunaan MaC, MaSW, dan MaG terhadap tanggap fungsional, biologi, dan statistik demografi *C. sexmaculata*, dan 5) mempelajari efektivitas atraktan MaG terhadap kelimpahan *C. sexmaculata* dan kumbang koksi lain, serta pengaruhnya terhadap kelimpahan dan kerusakan *A. gossypii* serta produksi cabai.

Penelitian ini terdiri atas lima tahap yakni tahap I, SV tanaman cabai yang diinduksi serangga herbivor tipe mulut berbeda dan kerusakan mekanis pada fase bibit dan vegetatif. Tahap II, SV yang diemisikan *C. sexmaculata* dan *A. gossypii* asal tanaman cabai. Tahap III, respons olfaktori *C. sexmaculata* terhadap beberapa minyak asiri sebagai kandidat atraktan nabati. Tahap IV, evaluasi efek samping beberapa minyak asiri (MA) kandidat atraktan *C. sexmaculata* terhadap pemangsaan, tanggap fungsional, biologi, dan statistik demografi. Tahap V, uji lapangan formulasi MaG sebagai atraktan *C. sexmaculata* dan kumbang koksi lain serta pengaruhnya terhadap kelimpahan *A. gossypii* pada tanaman cabai.

Tanaman cabai merespons infestasi serangga herbivor dan kerusakan mekanis dengan mengemisikan berbagai SV. Tanaman cabai terinfestasi *A. gossypii* dan *S. litura* mengemisikan berturut-turut yakni 24 dan 27 senyawa. Kerusakan mekanis direspons tanaman cabai dengan mengemisikan 25 senyawa. Bibit cabai merespons infestasi *A. gossypii* dengan mengemisikan 31 senyawa. Bibit cabai yang terinfestasi *A. gossypii* mengemisikan lima senyawa spesifik. Tanaman cabai fase vegetatif yang terinfestasi *A. gossypii* dan *S. litura* tidak mengemisikan senyawa spesifik. Tanaman cabai juga merespons infestasi serangga herbivor dan kerusakan mekanis dengan meningkatkan proporsi senyawa konstitutif. SV dengan proporsi tertinggi pada tanaman cabai terinfestasi *A. gossypii* yakni eukaliptol (12,92%), sedangkan yang terinfestasi *S. litura* yakni o-xilen (11,77%). SV dengan proporsi tertinggi pada tanaman cabai dengan kerusakan mekanis yakni cis-3-heksenil asetat (24,10%). Berdasarkan literatur teridentifikasi fungsi SV yang diemisikan tanaman cabai sebagai antiherbivor, *repellent*, antimikroba, atraktan parasitoid, dan predator.

Imago betina *C. sexmaculata* mengemisikan 47, senyawa sedangkan imago jantan lima senyawa. Beberapa senyawa yang teridentifikasi pada *C. sexmaculata*

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

merupakan komponen feromon. Senyawa yang berfungsi sebagai komponen feromon yakni metil isovalerat, limonen, undekan, dodekan, dan eikosan. Senyawa tersebut dilaporkan sebagai komponen penyusun feromon seks, agregasi, dan tanda bahaya. *A. gossypii* yang menjadi mangsa *C. sexmaculata* mengemisikan lima senyawa. Limonen dan α -pinene terkonfirmasi sebagai komponen feromon alarm *A. gossypii*.

MaG, MaSW, MaC, dan MaJN berpotensi direkayasa sebagai atraktan *C. sexmaculata*. Hasil uji respons olfaktori membuktikan potensi minyak asiri tersebut sebagai sumber bahan aktif atraktan. *C. sexmaculata* merespons secara signifikan MaG dan MaC konsentrasi 0,1% dan 1% pada dosis paparan yang berbeda. *C. sexmaculata* merespons MaSW sangat signifikan pada konsentrasi 0,1% dan tidak merespons pada konsentrasi 1%. *C. sexmaculata* merespons MaJN konsentrasi 1% akan tetapi tidak merespons pada konsentrasi 0,1%. Ketertarikan *C. sexmaculata* dengan beberapa MA tersebut berhubungan dengan senyawa konstituen yang diduga bersifat atraktan terhadap kumbang koksi dan musuh alami lain. Hasil analisis GC-MS menunjukkan bahwa MaC, MaSW, MaG, dan MaJN berturut-turut mengandung 30, 125, 9, dan 155 senyawa. Senyawa yang bersifat atraktan pada MaC, MaSW, MaG, dan MaJN berturut-turut yakni 5, 17, 2, dan 18 senyawa.

MaC, MaSW, dan MaG ditetapkan sebagai kandidat atraktan *C. sexmaculata*. MA tersebut diuji efek sampingnya terhadap pemangsaan, tanggap fungsional, biologi, dan statistik demografi *C. sexmaculata*. Pemangsaan *C. sexmaculata* tetap tinggi terhadap *A. gossypii* walaupun terpapar MaC, MaSW, dan MaG. Paparan MA tersebut tidak berpengaruh terhadap tanggap fungsional yang tergolong tipe II. Laju pencarian dan waktu penanganan mangsa *C. sexmaculata* tergolong cepat walaupun terpapar MaC, MaSW, dan MaG. Begitu juga paparan MA tersebut tidak berpengaruh terhadap perkembangan pradewasa dan dewasa, kinerja reproduksi, dan kelangsungan hidup. Paparan MaC, MaSW, dan MaG berpengaruh positif terhadap indikator statistik demografi *C. sexmaculata*. Laju reproduksi kotor (GRR), laju reproduksi bersih (R_0), dan laju pertumbuhan intrinsik (r) *C. sexmaculata* pada MaC, MaSW, MaG lebih tinggi dibandingkan pada perlakuan tanpa MA. Sebaliknya indikator waktu generasi (T) dan waktu populasi berlipat ganda (DT) lebih lama pada perlakuan tanpa MA dibandingkan MA.

Atraktan MaG efektif untuk meningkatkan kelimpahan dan menarik *C. sexmaculata* hadir lebih awal ke pertanaman cabai. Atraktan MaG juga meningkatkan kelimpahan kumbang koksi lain yakni *Micraspis lineata*, *Harmonia decussata*, *Coelophora maculata*, *Coelophora inaequalis*, *Scymnus* sp., *Curinus coeruleus*, *Coccinella transversalis*, dan *Cryptolaemus montrouzieri*. Atraktan MaG belum mampu menarik spesies kumbang koksi tersebut hadir lebih awal ke pertanaman cabai. Atraktan MaG tidak berpengaruh terhadap kelimpahan larva dan jumlah telur kumbang koksi. Konsentrasi atraktan MaG yang efektif yakni 1% dengan dosis 2 ml/dispenser. Kelimpahan *A. gossypii* tergolong rendah pada petak perlakuan atraktan MaG. Aplikasi atraktan MaG dapat meningkatkan produksi cabai. Secara keseluruhan hasil analisis SEM menunjukkan aplikasi atraktan MaG, kelimpahan *C. sexmaculata* berhubungan signifikan secara positif terhadap produksi cabai.

Kata kunci: *Aphis gossypii*, cabai, demografi, kumbang koksi, tanggap fungsional

SUMMARY

SISKA EFENDI. Engineering of *Cheilomenes sexmaculata* F. (Coleoptera: Coccinellidae) Attractant Containing Active Ingredients of Essential Oils. Supervised by DADANG, I WAYAN WINASA and ALI NURMANSYAH.

The development of an attractant formulation for *Cheilomenes sexmaculata* is a new breakthrough in the management of *Aphis gossypii* on chilli plants in Indonesia. Using these attractants is expected to improve the performance of *C. sexmaculata* as a biological control agent. Essential oils (EOs) can be engineered as attractants because they contain various compounds that attract natural enemies, including lady beetles. This study aimed to, 1) identify the types and functions of volatile compounds (VCs) emitted by chilli plants due to infestation by *A. gossypii*, *Spodoptera litura* and mechanical damage during the seedling and vegetative stages, 2) identifying VCs emitted by *C. sexmaculata* and *A. gossypii* originating from chilli plants, 3) characterising the chemical composition and determining the olfactory response of *C. sexmaculata* to EOs of gaultheria plant (GeO), lime (LeO), citronella grass (CGeO), and clove (CeO), 4) study the side effects of CeO, CGeO, and GeO use on the functional responses, biological, and demographic of *C. sexmaculata*, and 5) study the effectiveness of the GeO attractant on the abundance of *C. sexmaculata* and other lady beetles, as well as its effect on the abundance and damage of *A. gossypii* and chilli yields.

This research consists of five stages, namely 1) Stage I, VCs of chilli plants induced by different mouthparts of herbivorous insects and mechanical damage at seedling and vegetative phases. Stage II, VCs emitted by *C. sexmaculata* and its prey *A. gossypii* originating from chilli plants. Stage III, the olfactory response of *C. sexmaculata* to several EOs as candidate attractants. Stage IV, evaluation of the side effects of several candidate EOs of *C. sexmaculata* on functional responses, biological, and demographic. Stage V, field testing of GeO formulation as an attractant for *C. sexmaculata* and other lady beetles and its effect on the abundance of *A. gossypii* on chilli plants.

Chilli plants respond to herbivorous insect infestation and mechanical damage by emitting various VCs. Chilli plants infested with *A. gossypii* and *S. litura* emitted 24 and 77 compounds, respectively. Chilli plants responded to mechanical damage by emitting 25 compounds. Chilli seedlings responded to infestation of *A. gossypii* by emitting 31 compounds. Chilli seeds infested with *A. gossypii* emit five specific compounds. Chilli plants in the vegetative phase were infested with *A. gossypii* and *S. litura* and did not emit specific compounds. Chilli plants also respond to herbivorous insect infestation and mechanical damage by increasing the proportion of constitutive compounds. The VCs with the highest proportion in chilli plants infested with *A. gossypii* were eucalyptol (12.92%) and o-xylene (11.77%) in *S. litura*. VCs with the highest proportion in chilli plants with mechanical damage was cis-3-hexenyl acetate (24.10%). Based on literature studies, the functions of VCs emitted by chilli plants have been identified as antiherbivorous, repellent, antimicrobial, and attractant for parasitoids and predators.

Female adults of *C. sexmaculata* emitted 47 compounds, while male adults emitted five. Several compounds identified in *C. sexmaculata* were specific

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

pheromone components. The compounds that function as pheromones were methyl isovalerate, limonene, undecane, dodecane, and eicosane. The compound has been reported as a constituent of sex, aggregation, and alarm pheromones. *A. gossypii* emits four compounds. Limonene and α -pinene have been confirmed as alarm pheromone components of *A. gossypii*.

GeO, CGeO, CeO, and LeO have the potential to be engineered as attractants for *C. sexmaculata*. The results of the olfactory response test prove the potential of EO as an attractant source. *C. sexmaculata* responded significantly to GeO and CeO concentrations of 0.1% and 1% at different exposure doses. *C. sexmaculata* responded significantly to CGeO at a concentration of 0.1% and did not respond to a concentration of 1%. *C. sexmaculata* responded to 1% concentration of LeO but did not respond to 0.1% concentration. The attraction of *C. sexmaculata* to several EO is related to constituent compounds suspected to be attractants to lady beetles and other natural enemies. The results of GC-MS analysis showed that EoC, CGeO, GeO, and LeO contained 30, 125, 9, and 155 compounds, respectively. The compounds that act as attractants in CeO, CGeO, GeO, and LeO were 5, 17, 2, and 17 compounds, respectively.

CeO, CGeO, and GeO were identified as candidate attractants for *C. sexmaculata*. These EO were tested for their side effects on predation, functional response, biology, and demographic statistics of *C. sexmaculata*. The predation of *C. sexmaculata* remained high against *A. gossypii* even when exposed to CeO, CGeO, and GeO. The EO exposure also did not affect functional responses classified as type II. The search rate and handling time of *C. sexmaculata* prey were relatively fast, even when exposed to CeO, CGeO, and GeO. Similarly, EO exposure did not affect the pre-adult and adult development, reproductive performance, and survival of *C. sexmaculata*. However, there is a difference in the demographic statistics indicator *C. sexmaculata*. The gross reproduction rate (GRR), net reproduction rate (R_0), and intrinsic growth rate (r) of *C. sexmaculata* in CeO, CGeO, and GeO were higher than in the treatment without EO. In contrast, the generation time (T) and double time (DT) indicators were longer in the treatment without EO than in the treatment with EO. These findings indicate that CeO, CGeO, and GeO are safe to use as attractants for *C. sexmaculata*.

GeO attractant effectively increases the abundance and attracts *C. sexmaculata* to appear earlier in chilli crops. GeO attractant also increased the abundance of other lady beetles, namely *Micraspis lineata*, *Harmonia decussata*, *Coelophora 9 maculata*, *Coelophora inaequalis*, *Scymnus* sp., *Curinus coeruleus*, *Coccinella transversalis*, and *Cryptolaemus montrouzieri*. However, it has not yet been able to attract lady beetles to appear earlier in chilli crops. GeO attractant does not affect the abundance of larvae and the number of lady beetle eggs. The effective concentration of GeO attractant was 1% with a dosage of 2 ml/dispenser. The abundance of *A. gossypii* was classified as low in the GeO attractant plot. The application of GeO attractant can increase chilli production. Overall, the SEM analysis results indicate that the application of GeO attractant, the abundance of *C. sexmaculata* were significantly positively related to chilli production.

Keywords: *Aphis gossypii*, chilli, coccinellids, demographic, functional response



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2025
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

**REKAYASA ATRAKTAN *Cheilomenes sexmaculata* F.
(COLEOPTERA: COCCINELLIDAE) DARI BEBERAPA
MINYAK ASIRI**

SISKA EFENDI

Disertasi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Doktor pada
Program Studi Entomologi

**PROGRAM STUDI ENTOMOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Penguji Luar Komisi Pembimbing pada Ujian Tertutup Disertasi:

1. Dr. Ir. Sugeng Santoso M. Agr.
2. Dr. Ir. I Made Samudra M. Sc.

Promotor Luar Komisi Pembimbing pada Sidang Promosi Disertasi:

1. Dr. Ir. Sugeng Santoso M. Agr.
2. Dr. Ir. I Made Samudra M. Sc.



Judul Disertasi : Rekayasa Atraktan *Cheilomenes sexmaculata* F. (Coleoptera: Coccinellidae) Berbahan Aktif Minyak Asiri

Nama : Siska Efendi

NIM : A3601211003

@Hak cipta milik IPB University

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Prof. Dr. Ir. Dadang, M.Sc.

Pembimbing 2:
Dr. Ir. I Wayan Winasa, M.S.

Pembimbing 3:
Dr. Ir. Ali Nurmansyah, M.Si.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Prof. Dr. Ir. Dadang, M. Sc.
NIP 196402041990021002

Dekan Fakultas Pertanian:
Prof. Dr. Ir. Suryo Wiyono, M.Sc. Agr.
NIP 196902121992031003

PRAKATA

Puji syukur dipanjatkan ke hadirat Allah *Ta'ala* yang senantiasa melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga disertasi dengan judul Rekayasa Atraktan *Cheilomenes sexmaculata* F. (Coleoptera: Coccinellidae) Berbahan Aktif Minyak Asiri dapat diselesaikan. Disertasi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Doktor pada Program Studi Entomologi. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada seluruh pihak yang telah membantu penulis terutama kepada Prof. Dr. Ir. Dadang, M.Sc., Dr. Ir. I Wayan Winasa, M.S., dan Dr. Ir. Ali Nurmansyah, M. Si. selaku dosen pembimbing disertasi yang telah memberikan perhatian, bimbingan, dan dukungan selama penelitian dan penulisan disertasi ini. Saya juga mengucapkan terima kasih kepada Dr. Ir. I Made Samudra, M. Sc. untuk saran dan masukan pada pelaksanaan penelitian tahap V. Kepada Pusat Pembiayaan dan Asesmen Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi serta Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP) atas bantuan studi melalui Beasiswa Pendidikan Indonesia (BPI) tahun 2021. Saya juga mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Jenderal Riset dan Pengembangan Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi untuk biaya penelitian melalui skim Penelitian Disertasi Doktor (PDD) sesuai dengan kontrak pelaksanaan program penelitian tahun 2024 nomor: 027/E5/PG.02.00.PL/2024 tanggal 11 Juni 2024.

Penulis mengucapkan terima kasih penuh kasih sayang kepada istri tercinta Nurul Ziqra dan kepada ketiga buah hati Sultan Abdul Hakim, Khalif Saqif Tamam, dan Shanum Nufa Haniyah. Penulis menyampaikan rasa hormat dan ucapan terima kasih serta penghargaan yang sebesar-besarnya kepada kedua orang tua Ibunda Yuadi dan Ayahanda Sektiyer, serta saudara tercinta Husnil Efendi, Adrinal dan Asma Barra Mursida yang telah memberi doa dan dukungan serta sebagai motivator terbesar dalam kehidupan penulis. Ucapan terima kasih kepada Dekan Fakultas Pertanian Universitas Andalas. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Ketua dan Dosen Departemen Budi daya Tanaman Perkebunan Universitas Andalas. Rekan-rekan Laboratorium Fisiologi dan Toksikologi Serangga, rekan-rekan Entomologi 2021, 2022, 2023, dan 2024 yang banyak membantu penulis selama studi dan penelitian berlangsung. Masih banyak kekurangan dalam disertasi ini baik dari segi isi maupun penyajian, sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun, demi perbaikan disertasi tersebut. Semoga disertasi ini bermanfaat.

Bogor, Juli 2025

Siska Efendi

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Ruang Lingkup	6
1.6 Kebaruan	6
1.7 Hipotesis	6
II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Bioekologi <i>Cheilomenes sexmaculata</i>	7
2.2 Senyawa Volatil Tumbuhan dan Respons Kumbang Koksi	10
2.3 Semiokimia Kutu Daun dan Respons Kumbang Koksi	11
2.4 Pemanfaatan Senyawa Volatil Tumbuhan untuk Pengelolaan Hama dan Analisis Data	12
III SENYAWA VOLATIL TANAMAN CABAI YANG DIINDUKSI SERANGGA HERBIVOR TIPE MULUT BERBEDA DAN KERUSAKAN MEKANIS PADA FASE BIBIT DAN VEGETATIF	
3.1 Abstrak	14
3.2 Pendahuluan	14
3.3 Metode	16
3.4 Hasil dan Pembahasan	20
3.5 Simpulan	30
IV SENYAWA VOLATIL YANG DIEMISIKAN <i>Cheilomenes sexmaculata</i> DAN MANGSANYA <i>Aphis gossypii</i> ASAL TANAMAN CABAI	
4.1 Abstrak	31
4.2 Pendahuluan	31
4.3 Metode	33
4.4 Hasil dan Pembahasan	34
4.5 Simpulan	39
V RESPONS OLFAKTORI <i>Cheilomenes sexmaculata</i> TERHADAP BEBERAPA MINYAK ASIRI SEBAGAI KANDIDAT ATRAKTAN NABATI	
5.1 Abstrak	40
5.2 Pendahuluan	40
5.3 Metode	42
5.4 Hasil dan Pembahasan	43
5.5 Simpulan	64

VI	EVALUASI EFEK SAMPING BEBERAPA MINYAK ASIRI KANDIDAT ATRAKTAN <i>Cheilomenes sexmaculata</i> TERHADAP PEMANGSAAN, TANGGAP FUNGSIONAL, BIOLOGI, DAN STATISTIK DEMOGRAFI	
6.1	Abstrak	65
6.2	Pendahuluan	65
6.3	Metode	67
6.4	Hasil dan Pembahasan	69
6.5	Simpulan	82
VII	UJI LAPANGAN FORMULASI MINYAK ASIRI GANDAPURA SEBAGAI ATRAKTAN <i>Cheilomenes sexmaculata</i> DAN KUMBANG KOKSI LAIN SERTA PENGARUHNYA TERHADAP KELIMPAHAN <i>Aphis gossypii</i> PADA TANAMAN CABAI	
7.1	Abstrak	83
7.2	Pendahuluan	83
7.3	Metode	85
7.4	Hasil dan Pembahasan	87
7.5	Simpulan	108
VIII	PEMBAHASAN UMUM	109
IX	SIMPULAN DAN SARAN	123
9.1	Simpulan	123
9.2	Saran	123
	DAFTAR PUSTAKA	124
	LAMPIRAN	163
	RIWAYAT HIDUP	174



DAFTAR TABEL

3.1	Senyawa yang teridentifikasi dan luas puncak relatif (%) pada cabai terinfestasi <i>Aphis gossypii</i>	21
3.2	Senyawa yang teridentifikasi dan luas puncak relatif (%) pada tanaman cabai terserang <i>Spodoptera litura</i>	23
3.3	Senyawa yang teridentifikasi dan luas puncak relatif (%) pada bibit cabai terinfestasi <i>Aphis gossypii</i>	24
3.4	Senyawa yang teridentifikasi dan luas puncak relatif (%) pada cabai dengan luka mekanis	25
3.5	Senyawa yang teridentifikasi dan luas puncak relatif (%) pada cabai tanpa kerusakan	27
3.6	Fungsi beberapa senyawa volatil yang diemisikan tanaman cabai	29
4.1	Senyawa yang teridentifikasi dan luas puncak relatif (%) pada imago betina <i>Cheilomenes sexmaculata</i>	35
4.1	Senyawa yang teridentifikasi dan luas puncak relatif (%) pada imago betina <i>Cheilomenes sexmaculata</i> (lanjutan)	36
4.2	Senyawa yang teridentifikasi dan luas puncak relatif (%) pada imago jantan <i>Cheilomenes sexmaculata</i>	38
4.3	Fungsi senyawa yang teridentifikasi pada <i>Cheilomenes sexmaculata</i>	38
4.4	Senyawa yang teridentifikasi dan luas puncak relatif (%) pada <i>Aphis gossypii</i> asal tanaman cabai	39
5.1	Senyawa yang teridentifikasi dan luas puncak relatif (%) pada minyak asiri cengkih	44
5.2	Senyawa pada minyak asiri cengkih yang diduga bersifat atraktan terhadap kumbang koksi dan musuh alami lain	45
5.3	Senyawa yang teridentifikasi dan luas puncak relatif (%) pada minyak asiri serai wangi	47
5.4	Senyawa pada minyak asiri serai wangi yang diduga bersifat atraktan terhadap kumbang koksi dan musuh alami lain	51
5.5	Senyawa yang teridentifikasi dan luas puncak relatif (%) pada minyak asiri gandapura	53
5.6	Senyawa pada minyak asiri gandapura yang diduga bersifat atraktan terhadap kumbang koksi dan musuh alami lain	54
5.7	Senyawa yang teridentifikasi dan luas puncak relatif (%) pada minyak asiri jeruk	56
5.8	Senyawa pada minyak asiri jeruk yang diduga bersifat atraktan terhadap kumbang koksi dan musuh alami lain	61
5.8	Senyawa pada minyak asiri jeruk yang diduga bersifat atraktan terhadap kumbang koksi dan musuh alami lain (lanjutan)	62
6.1	Hasil analisis regresi logistik proporsi mangsa <i>Aphis gossypii</i> yang dimangsa <i>Cheilomenes sexmaculata</i> pada perlakuan beberapa minyak asiri	70
6.2	Laju pencarian (a) dan waktu penanganan mangsa (Th) <i>Cheilomenes sexmaculata</i> pada perlakuan dengan aroma beberapa minyak asiri	72



6.3	Masa perkembangan <i>Cheilomenes sexmaculata</i> pada beberapa minyak asiri (hari)	73
6.4	Statistik demografi <i>Cheilomenes sexmaculata</i> pada beberapa minyak asiri	81
7.1	Produksi cabai pada petak perlakuan atraktan minyak asiri gandapura (ukuran petak 6 m x 6 m)	104



DAFTAR GAMBAR

3.1	Pemerangkapan volatil cabai	19
3.2	Diagram vein senyawa volatil yang diemisikan tanaman cabai	20
3.3	Peningkatan proporsi senyawa volatil cabai	28
3.4	Profil kromatografi volatil yang diemisikan tanaman cabai	30
4.1	Profil kromatografi volatil yang diemisikan imago betina <i>Cheilomenes sexmaculata</i>	37
4.1	Respons olfaktori <i>Cheilomenes sexmaculata</i> terhadap minyak asiri cengkih	46
4.2	Profil kromatografi minyak asiri cengkih	46
4.3	Respons olfaktori <i>Cheilomenes sexmaculata</i> terhadap minyak asiri serai	52
4.4	Profil kromatografi minyak asiri serai wangi	53
5.5	Profil kromatografi minyak asiri gandapura	54
5.6	Respons olfaktori <i>Cheilomenes sexmaculata</i> terhadap minyak asiri gandapura	55
5.7	Profil kromatografi minyak asiri jeruk	60
5.8	Respons olfaktori <i>Cheilomenes sexmaculata</i> terhadap minyak asiri jeruk	62
5.9	Perbandingan respons olfaktometer <i>Cheilomenes sexmaculata</i> terhadap minyak asiri terbaik	63
6.1	Kurva tanggap fungsional <i>Cheilomenes sexmaculata</i> pada beberapa minyak asiri	71
6.2	Kurva peluang hidup (lx) dan fekunditas (mx) <i>Cheilomenes sexmaculata</i> tanpa terpapar minyak asiri	76
6.3	Kurva peluang hidup (lx) dan fekunditas (mx) <i>Cheilomenes sexmaculata</i> terpapar minyak asiri cengkih	77
6.4	Kurva peluang hidup (lx) dan fekunditas (mx) <i>Cheilomenes sexmaculata</i> terpapar minyak asiri gandapura	78
6.5	Kurva peluang hidup (lx) dan fekunditas (mx) <i>Cheilomenes sexmaculata</i> terpapar minyak asiri serai wangi	79
7.1	Lokasi penelitian	86
7.2	<i>Violin plot</i> yang menunjukkan kelimpahan <i>Cheilomenes sexmaculata</i> pada beberapa dosis atraktan MaG	88
7.3	Kelimpahan <i>Cheilomenes sexmaculata</i> pada pertanaman cabai umur 7-91 HST	88
7.4	Kumbang koksi lain pada pertanaman cabai	89
7.5	<i>Violin plot</i> yang menunjukkan kelimpahan <i>Harmonia decussata</i> pada beberapa dosis atraktan MaG	90
7.6	Kelimpahan <i>Harmonia decussata</i> pada pertanaman cabai umur 7-91 HST	90
7.7	<i>Violin plot</i> yang menunjukkan kelimpahan <i>Micraspis lineata</i> pada beberapa dosis atraktan MaG	91
7.8	Kelimpahan <i>Micraspis lineata</i> pada pertanaman cabai umur 7-91 HST	92

7.9	<i>Violin plot</i> yang menunjukkan kelimpahan <i>Coelophora maculata</i> pada beberapa dosis atraktan MaG	93
7.10	Kelimpahan <i>Coelophora maculata</i> pada pertanaman cabai 7-91 HST	93
7.11	<i>Violin plot</i> yang menunjukkan kelimpahan <i>Coelophora inaequalis</i> pada beberapa dosis atraktan MaG	94
7.12	Kelimpahan <i>Coelophora inaequalis</i> pada pertanaman cabai umur 7-91 HST	95
7.13	<i>Violin plot</i> yang menunjukkan kelimpahan <i>Scymnus</i> sp. pada beberapa dosis atraktan MaG	96
7.14	Kelimpahan <i>Scymnus</i> sp. pada pertanaman cabai umur 7- 91 HST	96
7.15	<i>Violin plot</i> yang menunjukkan kelimpahan <i>Curinus coeruleus</i> pada beberapa dosis atraktan MaG	97
7.16	Kelimpahan <i>Curinus coeruleus</i> pada pertanaman cabai 7-91 HST	98
7.17	<i>Violin plot</i> yang menunjukkan kelimpahan <i>Coccinella transversalis</i> pada beberapa dosis atraktan MaG	99
7.18	Kelimpahan <i>Coccinella transversalis</i> pada pertanaman cabai umur 7-91 HST	99
7.19	<i>Violin plot</i> yang menunjukkan kelimpahan <i>Cryptolaemus montrouzieri</i> pada beberapa dosis atraktan MaG	100
7.20	Kelimpahan <i>Cryptolaemus montrouzieri</i> pada pertanaman cabai umur 7-91 HST	101
7.21	<i>Violin plot</i> yang menunjukkan kelimpahan larva kumbang koksi pada beberapa dosis atraktan MaG	102
7.22	<i>Violin plot</i> yang menunjukkan jumlah telur kumbang koksi pada beberapa dosis atraktan MaG	103
7.23	Model 1 diagram jalur hubungan tidak langsung antara aplikasi atraktan dengan produksi cabai	105
7.24	Model 2 diagram jalur hubungan tidak langsung antara aplikasi atraktan, kumbang koksi, <i>Aphis gossypii</i> dengan produksi cabai	106
8.1	Fungsi senyawa volatil yang diemisikan tanaman cabai	111



DAFTAR LAMPIRAN

1	Kelimpahan <i>Cheilomenes sexmaculata</i> pada pertanaman cabai umur 21-91 HST	164
2	Kelimpahan <i>Cheilomenes sexmaculata</i> pada pertanaman cabai umur 42-56 HST	164
3	Kelimpahan <i>Cheilomenes sexmaculata</i> pada pertanaman cabai umur 63-77 HST	164
4	Kelimpahan <i>Cheilomenes sexmaculata</i> pada pertanaman cabai umur 84-91 HST	165
5	Kelimpahan <i>Harmonia decussata</i> pada pertanaman cabai umur 35-49 HST	165
6	Kelimpahan <i>Harmonia decussata</i> pada pertanaman cabai umur 56-77 HST	165
7	Kelimpahan <i>Micraspis lineata</i> pada pertanaman cabai umur 21-35 HST	166
8	Kelimpahan <i>Micraspis lineata</i> pada pertanaman cabai umur 42-56 HST	166
9	Kelimpahan <i>Micraspis lineata</i> pada pertanaman cabai umur 63-91 HST	166
10	Kelimpahan <i>Coelophora maculata</i> pada pertanaman cabai umur 42-56 HST	167
11	Kelimpahan <i>Coelophora maculata</i> pada pertanaman cabai umur 63-70 HST	167
12	Kelimpahan <i>Coelophora inaequalis</i> pada pertanaman cabai umur 49-70 HST	167
13	Kelimpahan <i>Coelophora inaequalis</i> pada pertanaman cabai umur 77-91 HST	168
14	Kelimpahan <i>Scymnus</i> sp. pada pertanaman cabai umur 42-63 HST	168
15	Kelimpahan <i>Scymnus</i> sp. pada pertanaman cabai umur 70-91 HST	168
16	Kelimpahan <i>Curinus coeruleus</i> pada pertanaman cabai umur 49-70 HST	169
17	Kelimpahan <i>Coccinella transversalis</i> pada pertanaman cabai umur 49-70 HST	169
18	Kelimpahan <i>Coccinella transversalis</i> pada pertanaman cabai umur 77-91 HST	169
19	Kelimpahan <i>Cryptolaemus montrouzieri</i> pada pertanaman cabai umur 56-77 HST	170
20	Kelimpahan larva kumbang koksi pada pertanaman cabai umur 42-56 HST	170
21	Kelimpahan larva kumbang koksi pada pertanaman cabai umur 63-77 HST	170
22	Jumlah telur kumbang koksi pada pertanaman cabai umur 35-49 HST	171
23	Jumlah telur kumbang koksi pada pertanaman cabai umur 56-70 HST	171
24	Jumlah telur kumbang koksi pada pertanaman cabai umur 77-91 HST	171

25	Kelimpahan <i>Aphis gossypii</i> pada pertanaman cabai umur 28-42 HST	172
26	Kelimpahan <i>Aphis gossypii</i> pada pertanaman cabai umur 49-63 HST	172
27	Kelimpahan <i>Aphis gossypii</i> pada pertanaman cabai umur 70-77 HST	172
28	Kelimpahan <i>Aphis gossypii</i> pada pertanaman cabai umur 84-91 HST	173
29	Jumlah <i>Aphis gossypii</i> yang dimangsa <i>Cheilomenes sexmaculata</i> pada beberapa kerapatan awal (individu)	173
30	Jumlah <i>Aphis gossypii</i> yang dimangsa <i>Cheilomenes sexmaculata</i> pada beberapa kerapatan awal (individu)	173
31	Jumlah <i>Aphis gossypii</i> yang dimangsa <i>Cheilomenes sexmaculata</i> pada beberapa kerapatan awal (individu)	173

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.