



**PENGEMBANGAN FORMULASI NANOEMULSI
INSEKTISIDA NABATI CAMPURAN EKSTRAK *Piper
retrofractum* Vahl. DAN *Curcuma xanthorrhiza* Roxb. UNTUK
PENGENDALIAN *Helopeltis antonii* Sign. (HEMIPTERA:
MIRIDAE) PADA TANAMAN KAKAO**

ROHIMATUN



**PROGRAM STUDI ENTOMOLOGI
SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2021**



@Hak cipta milik IPB University

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.



PERNYATAAN MENGENAI DISERTASI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa disertasi dengan judul “Pengembangan Formulasi Nanoemulsi Insektisida Nabati Campuran Ekstrak *Piper retrofractum* Vahl. dan *Curcuma xanthorrhiza* Roxb. untuk Pengendalian *Helopeltis antonii* Sign. (Hemiptera: Miridae) pada Tanaman Kakao” adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi 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, Agustus 2021

Rohimatun
NIM A361160031

- 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.



RINGKASAN

ROHIMATUN. Pengembangan Formulasi Nanoemulsi Insektisida Nabati Campuran Ekstrak *Piper retrofractum* Vahl. dan *Curcuma xanthorrhiza* Roxb. untuk Pengendalian *Helopeltis antonii* Sign. (Hemiptera: Miridae) pada Tanaman Kakao. Dibimbing oleh DADANG, I WAYAN WINASA, dan SRI YULIANI.

Serangan *Helopeltis antonii* Sign. (Hemiptera: Miridae) menjadi kendala pengembangan kakao karena produksi buah dapat turun hingga 60%. Salah satu alternatif pengendaliannya menggunakan insektisida nabati, misalnya ekstrak tanaman dari famili Piperaceae, Asteraceae, dan Zingiberaceae. Beberapa senyawa aktif insektisida nabati bersifat tidak larut air, bahkan ada yang hanya larut dalam minyak dan tidak larut dalam air maupun minyak sehingga diperlukan senyawa kimia lain maupun perlakuan tertentu agar dapat larut. Disamping itu, pengembangan insektisida nabati terkendala adanya penurunan aktivitas biologis karena adanya reaksi oksidatif maupun polimerisasi. Salah satu cara untuk mengatasi kelemahan tersebut adalah dengan melakukan formulasi insektisida nabati dengan nanoteknologi. Nanoemulsifikasi sederhana dapat dilakukan dengan homogenisasi energi rendah mekanisme difusi spontan. Pengembangan formulasi insektisida nabati juga perlu disertai dengan informasi fitotoksisitas, persistensi, dan keamanannya terhadap organisme nontarget, sebagai syarat yang harus dipenuhi untuk pendaftaran insektisida sebelum dipasarkan. Penelitian ini bertujuan (1) mengevaluasi toksisitas dan aktivitas penghambatan makan ekstrak etil asetat buah *Piper retrofractum* (EaPr) dan *Piper aduncum* (EaPa) (Piperaceae); ekstrak etanol bunga *Tagetes erecta* (EtTe) dan ekstrak metanol *Tithonia diversifolia* (MeTd) (Asteraceae); serta ekstrak etanol rimpang *Curcuma xanthorrhiza* (EtCx) dan *Alpinia galanga* (EtAg) terhadap nimfa instar ketiga dan imago *H. antonii*, serta aktivitas penghambatan peneluran terhadap imago; (2) mendapatkan perbandingan campuran ekstrak yang kompatibel antara ekstrak EaPr dengan EtCx (hasil terbaik penelitian sebelumnya) dan mengevaluasi toksisitasnya terhadap nimfa instar ketiga *H. antonii*; (3) mendapatkan formulasi dan karakter fisikokimia nanoemulsi campuran ekstrak EaPr dan EtCx serta mengevaluasi toksisitasnya terhadap nimfa instar ketiga *H. antonii*; (4) mengevaluasi fitotoksisitas formulasi tunggal dan campuran nano dan nonnano ekstrak EaPr dan EtCx terhadap bibit kakao, persistensinya terhadap nimfa instar ketiga *H. antonii*, dan keamanan hayati terhadap serangga predator *Sycanus annulicornis*, serta keefektifan di tingkat semilapangan.

Penelitian meliputi empat kegiatan. Kegiatan pertama (1) adalah bioaktivitas insektisida nabati dari ekstrak tanaman Piperaceae, Asteraceae, dan Zingiberaceae terpilih terhadap *H. antonii*. Bahan tanaman yang digunakan adalah buah *P. retrofractum* dan *P. aduncum* (Piperaceae); bunga *T. erecta* dan *T. diversifolia* (Asteraceae); dan rimpang *C. xanthorrhiza* dan *A. galanga* (Zingiberaceae). Pengujian aktivitas hayati, meliputi uji toksisitas, penghambatan makan dan peneluran. Uji toksisitas menggunakan residu pada pakan dan semprot serangga. Uji penghambatan makan dan peneluran menggunakan metode residu pada pakan. Formulasi yang menunjukkan *lethal concentration* (LC) terendah dan mampu menghambat makan dan peneluran dipilih untuk diformulasi campuran. Kegiatan kedua (2) adalah kompatibilitas campuran ekstrak EaPr dan EtCx untuk

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.

pengendalian *H. antonii*. Ekstrak EaPr dan EtCx merupakan ekstrak terbaik kegiatan I. Perbandingan ekstrak EaPr dan EtCx pada uji kompatibilitas, yaitu 4:1, 2:1, 1:1, 1:2, dan 1:4 (w/w). Pengujian menggunakan metode semprot serangga. Sifat interaksi campuran ditentukan dari nilai Indeks Kombinasi. Kegiatan ketiga (3) adalah karakteristik dan toksisitas formulasi nanoemulsi campuran ekstrak EaPr dan EtCx terhadap *H. antonii*. Perbandingan campuran ekstrak terbaik pada kegiatan kedua, yaitu EaPr:EtCx = 2:1 dan 1:2 (w/w), diformulasi nanoemulsi dengan teknik emulsifikasi energi rendah mekanisme spontan. Pengujian toksisitas nanoemulsi dilakukan dengan metode semprot serangga. Kegiatan keempat (4) adalah keamanan hayati dan keefektifan formulasi nanoemulsi campuran EaPr dan EtCx terhadap *H. antonii*. Formulasi yang diujikan, meliputi ekstrak tunggal EaPr dan EtCx; campuran nano dan nonnano EaPr dan EtCx (1:2 dan 2:1; w/w); serta pembanding (lamba sihalotrin dan kontrol). Pengujian fitotoksitas dilakukan pada bibit kakao, keamanan hayati terhadap serangga predator *Sycanus annulicornis*, dan persistensi terhadap nimfa instar ketiga *H. antonii*. Pengujian keefektifan dilakukan di tingkat semilapangan.

Hasil penelitian menunjukkan ekstrak EaPr paling potensial mengendalikan *H. antonii*. LC₅₀ dan LC₉₅ ekstrak EaPr masing-masing 0,07% dan 0,26% terhadap nimfa instar ketiga *H. antonii* pada 72 jam setelah perlakuan (JSP), sedangkan terhadap imago masing-masing sebesar 0,06% dan 0,26%. Ekstrak EaPr pada konsentrasi setara LC₂₅ (0,04%) menghambat makan nimfa instar ketiga dan imago *H. antonii*, masing-masing sebesar 80% dan 90%. Aktivitas penghambatan peneluran tertinggi juga ditunjukkan oleh ekstrak EaPr lebih dari 80% pada konsentrasi setara LC₂₅. Hasil pengujian kompatibilitas menunjukkan ekstrak EaPr menunjukkan sinergis kuat dan bersifat kompatibel dengan EtCx pada perbandingan 2:1 dan 1:2 (w/w). Campuran ekstrak EaPr dan EtCx = 1:2 dan 2:1 (w/w) dapat diformulasikan dalam bentuk nanoemulsi menggunakan metode energi rendah melalui emulsifikasi spontan. Formulasi nano dengan komposisi: campuran ekstrak EaPr:EtCx = 2:1 (w/w), Tween 80 4,25%, dan bahan tambahan lain (gliserol, *optical brightener*, anti-UV, antibusa, dan perekat alkilaril poliglikol eter masing-masing 1%, dan akuades 89,75%), menghasilkan karakter formulasi nanoemulsi terbaik, ditunjukkan dengan ukuran diameter droplet 66,15 nm, zeta potensial -31,30 mV, tegangan permukaan 36,37 dyne cm⁻¹, viskositas 16,10 cP, dan stabil sampai hari ketujuh. Formulasi nano ini juga menunjukkan toksisitas tertinggi, dengan LC₉₅ 0,049% pada 72 JSP. Semua formulasi yang diujikan tidak menyebabkan fitotoksik, aman terhadap *S. annulicornis*, dan memiliki persistensi yang singkat. Formulasi nano campuran EaPr dan EtCx = 2:1 (w/w) menunjukkan keefektifan mengendalikan *H. antonii* lebih baik daripada formulasi lainnya. Formulasi nano EaPr:EtCx = 2:1 (w/w) dengan penambahan Tween 80 4,25% konsentrasi setara $2 \times LC_{95}$ (0,18%) menunjukkan keefektifan tertinggi (90,00%) mengendalikan *H. antonii* dan mampu menurunkan intensitas kerusakan hingga 70% di tingkat semilapangan. Hasil penelitian tersebut menunjukkan formulasi nanoemulsi campuran ekstrak EaPr dan EtCx potensial dikembangkan untuk mengendalikan *H. antonii*.

Kata kunci: keamanan hayati, nanoemulsi, nanoteknologi, persistensi, sinergistik



SUMMARY

ROHIMATUN. The Development of Nanoemulsion Formulation of Botanical Insecticides Containing *Piper retrofractum* Vahl. and *Curcuma xanthorrhiza* Roxb. Extract Mixtures for *Helopeltis antonii* Sign. Control (Hemiptera: Miridae) on the Cocoa Plant. Supervised by DADANG, I WAYAN WINASA, and SRI YULIANI.

Helopeltis antonii Sign. (Hemiptera: Miridae) is an important insect pest on cocoa plants because this pest can decrease cocoa production by up to 60%. One alternative to control *H. antonii* is by using botanical insecticides, for example plant extracts from Piperaceae, Asteraceae, and Zingiberaceae plants. Some of the active compounds of botanical insecticides are insoluble in water. Some active compounds are even insoluble in oil or even insoluble both in water and oil, so different chemicals and specific treatments are needed to dissolve them. In addition, the development of botanical insecticides formulation is constrained by a decrease in biological activity due to oxidative reactions or polymerization. One way to overcome this weakness is by formulating plant-based insecticides with nanotechnology. Nano emulsification of botanical pesticides can be achieved by spontaneous diffusion using low-energy homogenization. The method is simple and relatively low cost. The botanical insecticide formulations also need to be evaluated for other parameters, such as phytotoxic effect, persistence, and safety against non-target organisms. All informations is needed for insecticide registration before being commercialized. This study aimed (1) evaluating the toxicity and feeding inhibition activities of ethyl acetate extracts of fruits of *Piper retrofractum* (EaPr) and *Piper aduncum* (EaPa) (Piperaceae); ethanol extract of flowers of *Tagetes erecta* (EtTe) and methanol extract of flower of *Tithonia diversifolia* (MeTd) (Asteraceae); and ethanol extracts of rhizomes of *Curcuma xanthorrhiza* (EtCx), and *Alpinia galanga* (EtAg) (Zingiberaceae) against third instar nymphs and adults of *H. antonii*, and also oviposition deterrent activity against adults of *H. antonii*; (2) getting a comparison of compatible extract mixtures between EaPr and EtCx extracts (the best results of previous research) against third instar nymphs of *H. antonii*; (3) obtaining the formulation and physicochemical characters of nanoemulsion mixture of extracts of EaPr and EtCx and testing its toxicity against third instar nymphs of *H. antonii*; (4) evaluating the phytotoxic effect of single formulation and formulations of nano and non-nano of EaPr and EtCx extract mixture to cocoa seedlings, their persistence against the third instar nymph of *H. antonii*, and biosafety against natural enemies, namely the predatory insect *Sycanus annulicornis*.

The study consisted of four activities. The first activity (bioactivity of botanical insecticide against *H. antonii*) used fruits of *P. retrofractum* and *P. aduncum* (Piperaceae); flowers of *T. erecta* and *T. diversivolia* (Asteraceae); and rhizomes of *C. xanthorrhiza* and *A. galanga* (Zingiberaceae). The biological activity tests included toxicity using feeding residues and spray methods and feeding inhibition and oviposition deterrent activities used residue method on feed. Two plant extracts that showed the lowest lethal concentration (LC) value, as well as high feeding inhibition and oviposition deterrent activities, were mixed in a nanoformulation then tested against *H. antonii*. In the second activity (the

IPB University

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.

compatibility of a mixture of EaPr and EtCx), both EaPr and EtCx plant extracts were mixed in different ratios, i.e., 4:1, 2:1, 1:1, 1:2, and 1:4 (w/w) and tested their activities on EaPr and EtCx using spray method. The effectivity of the mixture interaction was represented in the Combination Index. The third activity (the characteristics and toxicity of EaPr and EtCx mixture in nanoemulsion formulation) evaluated nanoemulsion of the best ratio of the EaPr: EtCx, i.e., 2:1 and 1:2 (w/w). The nanoemulsion was prepared using a spontaneous low-energy emulsification technique. The nanoemulsion toxicity test was carried out by the contact method against *H. antonii*. The fourth activity (the biosafety and effectiveness of mixture nanoemulsion formulation of EaPr and EtCx against *H. antonii*) evaluated four treatments, i.e., (a) single extracts of EaPr and EtCx, (b) nano and non-nano mixtures of EaPr and EtCx (1:2 and 2:1; w/w), (c) a standard synthetic insecticide of lambda-cyhalothrin, and (d) untreated control. The biosafety of the formulas was also evaluated, including the phytotoxic effect on cocoa seedlings, effectivity against *Sycanus annulicornis*, and persistency against third instar nymph of *H. antonii*, as well as their effectiveness in a semi-field scale.

The results showed that EaPr extract had the most potential to control *H. antonii*. The LC₅₀ and LC₉₅ of the EaPr extract were 0.07% and 0.26%, respectively, against the third instar nymph of *H. antonii* at 72 hours after treatment (HAT), while the adult was 0.06% and 0.26%, respectively. EaPr extract at the equivalent concentration of LC₂₅ (0.04%) inhibited the feeding activity of third instar nymphs and adult *H. antonii*, by 80% and 90%, respectively. The highest oviposition deterrent activity was also shown by the EaPr extract of more than 80% at the equivalent concentration of LC₂₅. The test results showed that the EaPr extract was compatible and strong synergism with EtCx at a ratio of 2:1 and 1:2 (w/w). Therefore, both extracts were mixed at ratios of 1:2 and 2:1 (w/w) then formulated in the form of nanoemulsions using a low energy method through spontaneous emulsification. Nanoformulation with a mixture composition of extract EaPr:EtCx = 2:1 (w/w), Tween 80 4.25%, and other additives, namely glycerol, optical brightener, anti-UV, antifoam, and alkylaryl polyglycol ether adhesive, respectively 1%, and 89.75% aquadest, produced the best nanoemulsion formulation characters, indicated by droplet diameter 66.15 nm, zeta potential -31.30 mV, surface tension 36.37 dyne cm⁻¹, viscosity 16,10 cP, and more stable. This nanoformulation also showed the highest toxicity, with an LC₉₅ of 0.049% at 72 HAT. All formulations did not cause phytotoxic effect, were safe against *S. annulicornis*, and had a short persistence. Nano-formulation of EaPr:EtCx = 2:1 (w/w) showed better effectiveness against the *H. antonii* nymphs than single extract and EaPr:EtCx = 1:2 (w/w) nano and non-nano formulation. The nanoformulation EaPr:EtCx = 2:1 (w/w) with the addition of Tween 80 4.25% concentration equivalent to 2 × LC₂₉₅ (0.22%) has shown its highest effectiveness (90.00%) in controlling *H. antonii* and can reduce the damage intensity by up to 70%.

Keywords: biosafety, nanoemulsion, nanotechnology, persistence, synergy



© Hak Cipta milik IPB, tahun 2021
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.



**PENGEMBANGAN FORMULASI NANOEMULSI
INSEKTISIDA NABATI CAMPURAN EKSTRAK *Piper
retrofractum* Vahl. DAN *Curcuma xanthorrhiza* Roxb. UNTUK
PENGENDALIAN *Helopeltis antonii* Sign. (HEMIPTERA:
MIRIDAE) PADA TANAMAN KAKAO**

ROHIMATUN

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

**PROGRAM STUDI ENTOMOLOGI
SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2021**

- 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 University

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. Prof. Dr. Ir. Deciyanto Soetopo, M.S.
2. Dr. Endang Sri Ratna

Penguji Luar Komisi Pembimbing pada Sidang Promosi Terbuka Disertasi:

1. Dr. Endang Sri Ratna
2. Dr. Ir. Evi Savitri Iriani, M.Si.

Judul Disertasi : Pengembangan Formulasi Nanoemulsi Insektisida Nabati Campuran Ekstrak *Piper retrofractum* Vahl. dan *Curcuma xanthorrhiza* Roxb. untuk Pengendalian *Helopeltis antonii* Sign. (Hemiptera: Miridae) pada Tanaman Kakao

Nama : Rohimatun
NIM : A361160031

Disetujui oleh

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



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



Pembimbing 3:
Dr. Ir. Sri Yuliani, M.T.



Diketahui oleh

Ketua Program Studi: Entomologi:
Dr. Ir. Pudjianto, M.Si.
NIP 195808251985031002



Dekan Sekolah Pascasarjana:
Prof. Dr. Ir. Anas Miftah Fauzi, M.Eng.
NIP 196004191985031002



Tanggal Ujian: 30 Juli 2021

Tanggal Lulus:

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.

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanaahu wa ta'ala*, atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Maret 2018 sampai bulan Desember 2020 ini ialah formulasi insektisida nabati dari tanaman Piperaceae, Asteraceae, dan Zingiberaceae terpilih dengan nanoteknologi untuk mengendalikan *Helopeltis antonii*, dengan judul “Formulasi Nanoemulsi Insektisida Nabati Campuran Ekstrak *Piper retrofractum* Vahl. dan *Curcuma xanthorrhiza* Roxb. untuk Pengendalian *Helopeltis antonii* Sign. (Hemiptera: Miridae) pada Tanaman Kakao”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Prof. Dr. Ir. Dadang, M.Sc., Dr. Ir. I Wayan Winasa, M.Si., dan Dr. Ir. Sri Yuliani, M.T., yang telah membimbing dan banyak memberi saran. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Rektor, Dekan Sekolah Pascasarjana, Dekan Fakultas Pertanian, Ketua Departemen Proteksi Tanaman, dan Ketua Program Studi Entomologi, moderator seminar, dan penguji luar komisi pembimbing. Di samping itu, penghargaan penulis sampaikan kepada Kementerian Pertanian melalui Badan Litbang Pertanian, yang telah memberikan beasiswa dan dana penelitian; Dr. Ir. Agus Wahyudi, M.S. (Kepala Balitro 2011-2016), Prof. Dr. Ir. I Wayan Laba, M.Sc. (Balitro), dan Prof. Dr. Ir. Sholahuddin, M.S. (Universitas Sebelas Maret), atas ijin dan rekomendasi S3; Dr. Ir. Evi Savitri Iriani, M.Si. (Kepala Balitro) dan Dr. Ir. Rr. S. Retno Djiwanti, M.Sc. (Ketua Kelti Proteksi Tanaman Balitro), yang telah memberikan ijin penelitian, beserta seluruh staf Balitro yang telah membantu penelitian; Bapak Rahmat (KP. Cibodas, Puslit Bioteknologi dan Bioproses), atas ijin koleksi *H. antonii*; Ir. Gusti Indriyati, M.Si., yang telah menyediakan buah *P. retrofractum*; Mahindra DNA, S.P., M.Si. dan W. Russianzi, S.P., yang telah membantu penelitian; Ir. ER Pribadi, M.Sc., atas saran pada proposal pengajuan dana penelitian; dan Prof. Dr. Ir. Supriadi, M.Sc., atas masukan pada draft publikasi. Terima kasih kepada rekan-rekan Ento-Fito 2016 (Lindung TP, Rawati P, Wakhid, Tazkiya S, Latifah, dan Zainal), HST 2017 (S Heriza dan Neni M), Forum Petugas Belajar Balitbangtan, Komunitas Emak-emak Belajar (Miftakhurohmah, W Amaria, Y Susanti, Cici, Caca, Niken), Laboratorium Fisiologi dan Toksikologi Serangga, Bionomi dan Taksonomi Serangga, dan Ekologi Serangga; Ibu Ana Supriatin beserta seluruh staf Komdik PTN untuk pelayanan akademis; dan semua pihak yang tidak dapat disebut satu per satu yang telah memberikan bantuan. Ungkapan terima kasih disampaikan kepada Ayahanda Marimin, B.A. (alm.), Ibunda Tutik Setiartatik, mertua Bapak Dedih Supriadi dan Mama Nuning Sumiati, suami tercinta Feri Kustiawan, S.P., serta kedua buah hati: Faiz Annadif Kustiawan dan Fatin Nadifa Kustiawan, beserta seluruh keluarga besar atas dukungan, doa, dan kasih sayangnya.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Agustus 2021

Rohimatun

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Hipotesis	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Kebaruan Penelitian	5
1.7 Ruang Lingkup Penelitian	5
II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 <i>Helopeltis antonii</i> Signoret (Hemiptera: Miridae)	8
2.2 Pemanfaatan Metabolit Sekunder sebagai Insektisida Nabati	11
2.3 Potensi Beberapa Jenis Tanaman Famili Piperaceae, Asteraceae, dan Zingiberaceae sebagai Insektisida Nabati	12
2.4 Formulasi Insektisida Nabati	20
2.5 Musuh Alami <i>Helopeltis antonii</i>	21
III BIOAKTIVITAS INSEKTISIDA NABATI DARI EKSTRAK TANAMAN PIPERACEAE, ASTERACEAE, DAN ZINGIBERACEAE TERPILIH TERHADAP <i>Helopeltis antonii</i> Sign. (HEMIPTERA: MIRIDAE)	23
3.1 Abstrak	23
3.2 Abstract	23
3.3 Pendahuluan	24
3.4 Metode Penelitian	25
3.5 Hasil dan Pembahasan	29
3.6 Simpulan	35
IV KOMPATIBILITAS EKSTRAK <i>Piper retrofractum</i> Vahl. DAN <i>Curcuma xanthorrhiza</i> Roxb. UNTUK PENGENDALIAN <i>Helopeltis antonii</i> Sign. (Hemiptera: Miridae)	36
4.1 Abstrak	36
4.2 Abstract	36
4.3 Pendahuluan	37
4.4 Metode Penelitian	38
4.5 Hasil dan Pembahasan	41
4.6 Simpulan	50

V	KARAKTERISTIK DAN TOKSISITAS FORMULASI NANOEMULSI CAMPURAN EKSTRAK <i>Piper retrofractum</i> Vahl. dan <i>Curcuma xanthorrhiza</i> Roxb. TERHADAP <i>Helopeltis antonii</i> Sign. (Hemiptera: Miridae)	51
	5.1 Abstrak	51
	5.2 Abstract	51
	5.3 Pendahuluan	52
	5.4 Metode Penelitian	53
	5.5 Hasil dan Pembahasan	57
	5.6 Simpulan	69
VI	FITOTOKSISITAS FORMULASI NANOEMULSI CAMPURAN EKSTRAK <i>Piper retrofractum</i> Vahl. dan <i>Curcuma xanthorrhiza</i> Roxb. TERHADAP BIBIT KAKAO SERTA PERSISTENSI DAN KEAMANAN HAYATI TERHADAP MUSUH ALAMI <i>Helopeltis antonii</i> Sign. (Hemiptera: Miridae)	71
	6.1 Abstrak	71
	6.2 Abstract	71
	6.3 Pendahuluan	72
	6.4 Metode Penelitian	73
	6.5 Hasil dan Pembahasan	77
	6.6 Simpulan	86
	VII PEMBAHASAN UMUM	87
	VIII SIMPULAN DAN SARAN	97
	8.1 Simpulan	97
	8.2. Saran	98
	DAFTAR PUSTAKA	99
	LAMPIRAN	120
	RIWAYAT HIDUP	152

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.

DAFTAR TABEL

3.1	Kategori penghambatan makan <i>H. antonii</i>	29
3.2	Toksisitas enam ekstrak tanaman terhadap nimfa instar ketiga dan imago <i>H. antonii</i> pada 72 JSP dengan metode kontak	30
3.3	Penghambatan makan nimfa instar ketiga dan imago <i>H. antonii</i> dengan perlakuan ekstrak tanaman Piperaceae, Asteraceae, dan Zingiberaceae	32
4.1	Toksisitas ekstrak <i>P. retrofractum</i> dan <i>C. xanthorrhiza</i> terhadap nimfa instar ketiga <i>H. antonii</i> pada 72 JSP dengan metode kontak	40
4.2	Konsentrasi (%) (w/v) yang digunakan untuk pengujian toksisitas campuran ekstrak <i>P. retrofractum</i> dan <i>C. xanthorrhiza</i>	40
4.3	Toksisitas campuran ekstrak etil asetat <i>P. retrofractum</i> (EaPr) dan ekstrak etanol <i>C. xanthorrhiza</i> (EtCx) terhadap mortalitas nimfa instar ketiga <i>H. antonii</i>	43
4.4	Kandungan senyawa kimia ekstrak etil asetat <i>P. retrofractum</i> (EaPr) berdasarkan analisis GC-MS	45
4.5	Kandungan senyawa kimia ekstrak etanol <i>C. xanthorrhiza</i> (EtCx) berdasarkan analisis GC-MS	46
4.6	Sifat interaksi campuran ekstrak etil asetat <i>P. retrofractum</i> (EaPr) dan ekstrak etanol <i>C. xanthorrhiza</i> (EtCx) terhadap mortalitas nimfa instar ketiga <i>H. antonii</i>	48
5.1	Komposisi formulasi nanoemulsi campuran ekstrak EaPr dan EtCx	55
5.2	pH fomulasi nanoemulsi ekstrak campuran EaPr:EtCx dalam akuades dan air sadah	58
5.3	Karakterisasi formulasi nanoemulsi campuran EaPr dan EtCx	62
5.4	Stabilitas lima formulasi nanoemulsi campuran ekstrak EaPr dan EtCx	66
5.5	Penduga parameter regresi probit hubungan antara konsentrasi terhadap mortalitas nimfa instar ketiga <i>H. antonii</i> pada pengamatan 72 jam setelah perlakuan	68
6.1	Komposisi (%) formulasi yang diuji	74
6.2	Perlakuan pada pengujian fitotoksisitas, keamanan hayati, persistensi, dan pengujian keefektifan semilapangan	75
6.3	Kategori kerusakan bibit kakao akibat serangan <i>H. antonii</i>	76
6.4	Intensitas kerusakan bibit kakao	85
7.1	Komposisi dan karakteristik formulasi nanomulsi campuran ekstrak EaPr dan EtCx	91
7.2	Stabilitas formulasi nano dan nonnano dengan pelarut akuades dan air sadah	94
7.3	Nilai LC formulasi campuran ekstrak EaPr dan EtCx terhadap nimfa instar ketiga <i>H. antonii</i>	94

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.



DAFTAR GAMBAR

1.1	Road map pengembangan formulasi insektisida nabati berbahan Piperaceae, Asteraceae, dan Zingiberaceae	7
2.1	Telur <i>H. antonii</i> (A); nimfa (B); imago (C); pronotum (D); dan jarum skutellum (E)	9
2.2	Gejala serangan <i>H. antonii</i> pada tanaman kakao: pucuk tanaman (A), bunga dan buah muda (B-C), dan bercak nekrosis serangan <i>H. antonii</i> pada buah kakao	10
2.3	Buah cabai jawa (<i>Piper retrofractum</i> Vahl.) (Piperaceae)	13
2.4	<i>Piper aduncum</i> L. (Piperaceae)	15
2.5	<i>Tagetes erecta</i> L. (Asteraceae)	16
2.6	Kipahit (<i>Titonia diversifolia</i> (Hemsley) A. Gray. (Asteraceae))	17
2.7	Rimpang <i>Curcuma xanthorrhiza</i> Roxb. (Zingiberaceae)	18
2.8	Rimpang <i>Alpinia galanga</i> Wild. Linn. (Zingiberaceae)	20
3.1	Penghambatan peneluran imago <i>H. antonii</i>	34
4.1	Perkembangan tingkat mortalitas nimfa instar ketiga <i>H. antonii</i> dengan perlakuan campuran ekstrak <i>P. retrofractum</i> (EaPr) dan <i>C. xanthorrhiza</i> (EtCx) pada berbagai perbandingan (w/w)	42
5.1	Tegangan permukaan lima formulasi nanoemulsi campuran ekstrak EaPr dan EtCx	59
5.2	Viskositas lima formulasi nanoemulsi campuran EaPr dan EtCx	60
5.3	Distribusi partikel kelima formulasi nanoemulsi campuran EaPr dan EtCx	62
5.4	Morfologi lima partikel nanoemulsi formulasi campuran ekstrak EaPr dan EtCx	63
5.5	Bentuk fisik lima formulasi campuran ekstrak EaPr dan EtCx dalam akuades dan air sadah	64
6.1	Fenologi daun bibit kakao yang diberi perlakuan formulasi nano, nonnano, EtCx, EaPr, akuades, kontrol – tanpa bahan aktif, dan lambda sihalotrin	78
6.2	Toksisitas formulasi terhadap <i>S. annulicornis</i>	79
6.3	Mortalitas nimfa <i>H. antonii</i> (%) sampai dengan lima hari pada pengujian persistensi dengan pemajanan formulasi selama nol hari	81
6.4	Mortalitas nimfa <i>H. antonii</i> (%) sampai dengan lima hari pada pengujian persistensi dengan pemajanan formulasi selama satu hari	81
6.5	Mortalitas nimfa <i>H. antonii</i> (%) sampai dengan lima hari pada pengujian persistensi dengan pemajanan formulasi selama tiga hari	82
6.6	Mortalitas nimfa <i>H. antonii</i> (%) sampai dengan lima hari pada pengujian persistensi dengan pemajanan formulasi selama lima hari	82
6.7	Keefektifan formulasi terhadap nimfa <i>H. antonii</i>	84
7.1	Tegangan permukaan, viskositas, dan ukuran partikel lima formulasi nano campuran ekstrak EaPr dan EtCx	92

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.

DAFTAR LAMPIRAN

1	Penduga parameter regresi probit pada pengujian beberapa ekstrak tanaman terhadap nimfa instar ketiga <i>H. antonii</i> pada 24, 48, dan 72 JSP	120
2	Penduga parameter regresi probit pada pengujian beberapa ekstrak tanaman terhadap imago <i>H. antonii</i> pada 24, 48, dan 72 JSP	120
3	Rerata penghambatan peneluran imago <i>H. antonii</i> akibat perlakuan ekstrak tanaman Piperaceae, Asteraceae, dan Zingiberaceae terpilih	121
4	Anova persentase penghambatan peneluran imago <i>H. antonii</i>	121
5	Rerata penghambatan makan nimfa <i>H. antonii</i> akibat perlakuan ekstrak tanaman Piperaceae, Asteraceae, dan Zingiberaceae terpilih	122
6	Anova persentase penghambatan makan nimfa <i>H. antonii</i>	122
7	Rerata penghambatan makan imago <i>H. antonii</i> akibat perlakuan ekstrak tanaman Piperaceae, Asteraceae, dan Zingiberaceae terpilih	123
8	Anova persentase penghambatan makan imago <i>H. antonii</i>	123
9	Konsentrasi campuran ekstrak EaPr dan EtCx perbandingan 4:1 (w/w)	124
10	Konsentrasi campuran ekstrak EaPr dan EtCx perbandingan 2:1 (w/w)	124
11	Konsentrasi campuran ekstrak EaPr dan EtCx perbandingan 1:1 (w/w)	124
12	Konsentrasi campuran ekstrak EaPr dan EtCx pada perbandingan 1:2 (w/w)	125
13	Konsentrasi campuran ekstrak EaPr dan EtCx pada perbandingan 1:4 (w/w)	125
14	Perkembangan mortalitas (%) nimfa instar ketiga <i>H. antonii</i> pada uji kompatibilitas campuran EaPr dan EtCx pada perbandingan 4:1 (w/w)	125
15	Indeks kombinasi (IK) campuran ekstrak EaPr dan EtCx (w/w)	126
16	Kromatogram kandungan ekstrak EaPr	127
17	Kandungan senyawa kimia ekstrak EaPr berdasarkan analisis GC-MS	127
18	Kromatogram kandungan ekstrak EtCx	128
19	Kandungan senyawa kimia ekstrak EtCx berdasarkan analisis GC-MS	129
20	Jumlah dan persentase mortalitas kumulatif instar ketiga <i>H. antonii</i> yang mati pada perlakuan formulasi nonnano PC _{12.3,00} *	130
21	Anova pengaruh konsentrasi formulasi nonnano PC _{12.3,00} terhadap mortalitas nimfa instar ketiga <i>H. antonii</i> pada 24 JSP	130
22	Anova pengaruh konsentrasi formulasi nonnano PC _{12.3,00} terhadap mortalitas nimfa instar ketiga <i>H. antonii</i> pada 48 JSP	130
23	Anova pengaruh konsentrasi formulasi nonnano PC _{12.3,00} terhadap	

	mortalitas nimfa instar ketiga <i>H. antonii</i> pada 72 JSP	131
24	Jumlah dan persentase mortalitas kumulatif instar ketiga <i>H. antonii</i> yang mati pada perlakuan formulasi nano PC _{12.3,00}	131
25	Anova pengaruh konsentrasi formulasi nano PC _{12.3,00} terhadap mortalitas nimfa instar ketiga <i>H. antonii</i> pada 24 JSP	131
26	Anova pengaruh konsentrasi formulasi nano PC _{12.3,00} terhadap mortalitas nimfa instar ketiga <i>H. antonii</i> pada 48 JSP	131
27	Anova pengaruh konsentrasi formulasi nano PC _{12.3,00} terhadap mortalitas nimfa instar ketiga <i>H. antonii</i> pada 72 JSP	132
28	Jumlah dan persentase mortalitas kumulatif instar ketiga <i>H. antonii</i> yang mati pada perlakuan formulasi nonnano PC _{12.3,50} *	132
29	Anova pengaruh konsentrasi formulasi nonnano PC _{12.3,50} terhadap mortalitas nimfa instar ketiga <i>H. antonii</i> pada 24 JSP	132
30	Anova pengaruh konsentrasi formulasi nonnano PC _{12.3,50} terhadap mortalitas nimfa instar ketiga <i>H. antonii</i> pada 48 JSP	132
31	Anova pengaruh konsentrasi formulasi nonnano PC _{12.3,50} terhadap mortalitas nimfa instar ketiga <i>H. antonii</i> pada 72 JSP	133
32	Jumlah dan persentase mortalitas kumulatif instar ketiga <i>H. antonii</i> yang mati pada perlakuan formulasi nano PC _{12.3,50} *	133
33	Anova pengaruh konsentrasi formulasi nano PC _{12.3,50} terhadap mortalitas nimfa instar ketiga <i>H. antonii</i> pada 24 JSP	133
34	Anova pengaruh konsentrasi formulasi nano PC _{12.3,50} terhadap mortalitas nimfa instar ketiga <i>H. antonii</i> pada 48 JSP	133
35	Anova pengaruh konsentrasi formulasi nano PC _{12.3,50} terhadap mortalitas nimfa instar ketiga <i>H. antonii</i> pada 72 JSP	134
36	Jumlah dan persentase mortalitas kumulatif instar ketiga <i>H. antonii</i> yang mati pada perlakuan formulasi nonnano PC _{21.3,75} *	134
37	Anova pengaruh konsentrasi formulasi nonnano PC _{21.3,75} terhadap mortalitas nimfa instar ketiga <i>H. antonii</i> pada 24 JSP	134
38	Anova pengaruh konsentrasi formulasi nonnano PC _{21.3,75} terhadap mortalitas nimfa instar ketiga <i>H. antonii</i> pada 48 JSP	134
39	Anova pengaruh konsentrasi formulasi nonnano PC _{21.3,75} terhadap mortalitas nimfa instar ketiga <i>H. antonii</i> pada 72 JSP	134
40	Jumlah dan persentase mortalitas kumulatif instar ketiga <i>H. antonii</i> yang mati pada perlakuan formulasi nano PC _{21.3,75} *	135
41	Anova pengaruh konsentrasi formulasi nano PC _{21.3,75} terhadap mortalitas nimfa instar ketiga <i>H. antonii</i> pada 24 JSP	135
42	Anova pengaruh konsentrasi formulasi nano PC _{21.3,75} terhadap mortalitas nimfa instar ketiga <i>H. antonii</i> pada 48 JSP	135
43	Anova pengaruh konsentrasi formulasi nano PC _{21.3,75} terhadap mortalitas nimfa instar ketiga <i>H. antonii</i> pada 72 JSP	135
44	Jumlah dan persentase mortalitas kumulatif instar ketiga <i>H. antonii</i> yang mati pada perlakuan formulasi nonnano PC _{21.4,00} *	136

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.

45	Anova pengaruh konsentrasi formulasi nonnano PC _{21.4,00} terhadap mortalitas nimfa instar ketiga <i>H. antonii</i> pada 24 JSP	136
46	Anova pengaruh konsentrasi formulasi nonnano PC _{21.4,00} terhadap mortalitas nimfa instar ketiga <i>H. antonii</i> pada 48 JSP	136
47	Anova pengaruh konsentrasi formulasi nonnano PC _{21.4,00} terhadap mortalitas nimfa instar ketiga <i>H. antonii</i> pada 72 JSP	136
48	Jumlah dan persentase mortalitas kumulatif instar ketiga <i>H. antonii</i> yang mati pada perlakuan formulasi nano PC _{21.4,00} *	137
49	Anova pengaruh konsentrasi formulasi nonnano PC _{21.4,00} terhadap mortalitas nimfa instar ketiga <i>H. antonii</i> pada 24 JSP	137
50	Anova pengaruh konsentrasi formulasi nonnano PC _{21.4,00} terhadap mortalitas nimfa instar ketiga <i>H. antonii</i> pada 48 JSP	137
51	Anova pengaruh konsentrasi formulasi nonnano PC _{21.4,00} terhadap mortalitas nimfa instar ketiga <i>H. antonii</i> pada 72 JSP	137
52	Jumlah dan persentase mortalitas kumulatif instar ketiga <i>H. antonii</i> yang mati pada perlakuan formulasi nonnano PC _{21.4,25} *	138
53	Anova pengaruh konsentrasi formulasi nonnano PC _{21.4,25} terhadap mortalitas nimfa instar ketiga <i>H. antonii</i> pada 24 JSP	138
54	Anova pengaruh konsentrasi formulasi nano PC _{21.4,25} terhadap mortalitas nimfa instar ketiga <i>H. antonii</i> pada 48 JSP	138
55	Anova pengaruh konsentrasi formulasi nano PC _{21.4,25} terhadap mortalitas nimfa instar ketiga <i>H. antonii</i> pada 72 JSP	138
56	Jumlah dan persentase mortalitas kumulatif instar ketiga <i>H. antonii</i> yang mati pada perlakuan formulasi nano PC _{21.4,25} *	139
57	Anova pengaruh konsentrasi formulasi nano PC _{21.4,25} terhadap mortalitas nimfa instar ketiga <i>H. antonii</i> pada 24 JSP	139
58	Anova pengaruh konsentrasi formulasi nano PC _{21.4,25} terhadap mortalitas nimfa instar ketiga <i>H. antonii</i> pada 48 JSP	139
59	Anova pengaruh konsentrasi formulasi nano PC _{21.4,25} terhadap mortalitas nimfa instar ketiga <i>H. antonii</i> pada 72 JSP	139
60	Anova perkembangan mortalitas <i>S. annulicornis</i>	140
61	Rerata perkembangan mortalitas <i>S. annulicornis</i> (%)	141
62	Anova mortalitas nimfa instar ketiga <i>H. antonii</i> dengan perlakuan pemaparan formulasi nol hari	142
63	Perkembangan rerata mortalitas nimfa instar ketiga <i>H. antonii</i> (ekor) dengan pemaparan formulasi selama nol hari	143
64	Anova mortalitas nimfa instar ketiga <i>H. antonii</i> dengan perlakuan pemaparan formulasi selama satu hari	144
65	Perkembangan rerata mortalitas nimfa instar ketiga <i>H. antonii</i> dengan pemaparan formulasi selama satu hari	145
66	Anova mortalitas nimfa instar ketiga <i>H. antonii</i> dengan perlakuan pemaparan formulasi selama tiga hari	146
67	Perkembangan rerata mortalitas nimfa instar ketiga <i>H. antonii</i>	



	dengan pemaparan formulasi selama tiga hari	147
68	Anova mortalitas nimfa instar ketiga <i>H. antonii</i> dengan perlakuan pemaparan formulasi selama lima hari	148
69	Perkembangan rerata mortalitas nimfa instar ketiga <i>H. antonii</i> dengan pemaparan formulasi selama lima hari	149
70	Anova keefektifan formulasi terhadap <i>H. antonii</i>	150
71	Keefektifan formulasi terhadap <i>H. antonii</i>	151

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.