



**DAYA ANTIFEEDANT SENYAWA -ASARONE DAN BUBUK
RIMPANG DRINGO (*Acorus calamus* L.) TERHADAP
Hypothenemus hampei (Ferr.)**

SKRIPSI

Oleh

**Lailatul Fitri Fauziah
NIM 121810401009**

JURUSAN BIOLOGI

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS JEMBER

2016



**DAYA ANTIFEEDANT SENYAWA -ASARONE DAN BUBUK
DRINGO (*Acorus calamus* L.) TERHADAP
Hypothenemus hampei (Ferr.)**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Biologi (S1) Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam dan mencapai gelar Sarjana Sains

Oleh

**Lailatul Fitri Fauziah
NIM 121810401009**

JURUSAN BIOLOGI

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS JEMBER

2016

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Allah SWT yang dengan petunjuk, rahmat, hidayah, tuntunan serta limpahan kasih-Nya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dan Nabi Muhammad SWT sebagai panutan hidup;
2. Ayahku H. Sanusi dan Mamaku Hj.Ulviatuz Zahroh tercinta yang senantiasa menjadi penyemangat dan inspirasi. Terima kasih yang tiada tara untuk segala pengorbanan, cinta kasih, dan doa yang tulus tanpa putus yang selalu mengiringi langkah dalam menjalani hidup;
3. Adikku tersayang Siti Nur Bahiroh yang selalu memberikan doa dan menjadi penyemangat untuk menyelesaikan studi ini;
4. Bapak Ibu Guru TK Al-Azhar, SDN 2 Mojosari, SDN 1 Asembagus, SMPN 1 Asembagus dan SMAN 1 Asembagus di Kabupaten Situbondo serta Dosen-dosen, dan staff Jurusan Biologi Fakultas Matematika Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember atas kesabarannya memberikan ilmu dan membimbing kepada penulis.
5. Almamater Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember

MOTO

Sesungguhnya bersama kesukaran itu ada keringanan.
(terjemahan Surat *Al-Insyirah* ayat 6-8) *)

Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antara kamu dan orang
yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat.
(terjemahan Surat *Al-Mujadalah* ayat 11) *)

Tidak ada kesuksesan yang bisa dicapai seperti membalikkan tangan. Tidak ada
keberhasilan tanpa kerja keras, keuletan, kegigihan, dan kedipsilinan.
(Chairul Tanjung hakaman 347) **)

*) Departemen Agama Republik Indonesia. 2010. *Al Qur'an dan Terjemah*. Bandung: Hilal

***) Diredja, T. G. 2012. *Chairul Tanjung Si Anak Singkong*. Jakarta: Kompas.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

nama : Lailatul Fitri Fauziah

NIM : 121810401009

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “*Daya Antifeedant Senyawa -asarone dan Bubuk Drigo (Acorus calamus L.) Terhadap Hypothenemus hampei (Ferr.)*” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi. Penelitian ini dibiayai program Hibah Bersaing atas nama Purwatiningsih, Ph.D.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia menadapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 28 Desember 2016

Yang menyatakan,

Lailatul Fitri Fauziah
NIM 121810401009

SKRIPSI

**DAYA ANTIFEEDANT SENYAWA -ASARONE DAN BUBUK
DRINGO (*Acorus calamus* L.) TERHADAP
Hypothenemus hampei (Ferr.)**

Oleh

Lailatul Fitri Fauziah
NIM 121810401009

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Purwatiningsih Ph.D

Dosen Pembimbing Anggota : Dra. Susantin Fajariyah M.Si

PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul “*Daya Antifeedant Senyawa -asarone Dan Bubuk Drigo (Acorus calamus L.) Terhadap Hypothenemus hampei (Ferr.)*” telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal :

tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember

Tim Penguji :

Ketua,

Anggota I,

Purwatiningsih, Ph.D
NIP 197505052000032001

Dra. Susantin Fajariyah, M.Si
NIP 196411051989022001

Anggota II,

Anggota III,

Dr. Hidayat Teguh Wiyono, M.Pd
NIP 195805281988021002

Dra. Dwi Setyati, M.Sc
NIP 196404171991032001

Mengesahkan
Dekan,

Drs. Sujito Ph.D
NIP 196102041987111001

RINGKASAN

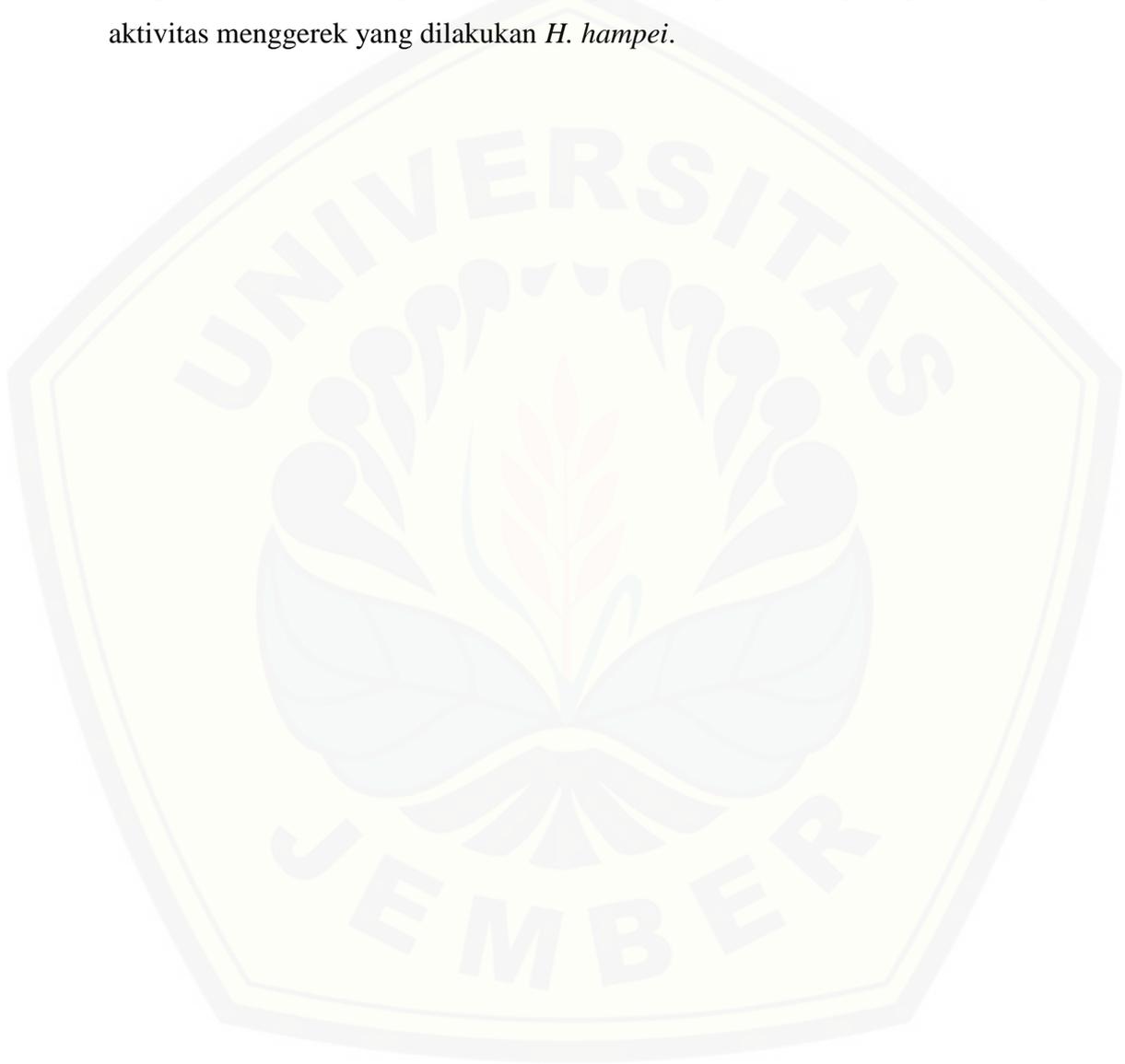
Daya Antifeedant Senyawa α -asarone dan Bubuk Rimpang Dringo (*Acorus calamus* L.) Terhadap *Hypothenemus hampei* Ferr.; Lailatul Fitri Fauziah, 121810401009; 2016; 30 halaman; Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Rimpang dringo mengandung senyawa aktif asarone sebesar 83%, 5% kalamenol, 4% kalamina, 1% kalameon, 1% metil eugenol dan 0.3% eugenol. Asarone (*2,4,5-trimethoxypropenyl-benzenes*) merupakan komponen terbesar yang terkandung dalam rimpang dringo. Asarone memiliki 2 isomer yaitu: α -asarone bersifat toksik dan β -asarone bersifat *antifeedant*. Senyawa *antifeedant* merupakan suatu zat yang apabila diberikan akan menghambat aktivitas makan serangga uji. Potensi senyawa aktif α -asarone dan bubuk rimpang *A. calamus* yang bersifat *antifeedant* sangat baik diaplikasikan sebagai pengendali serangga yang merugikan manusia, salah satunya adalah *Hypothenemus hampei* (Ferr).

H. hampei merupakan serangga penggerek buah kopi yang menyebabkan penurunan jumlah produksi dan mutu kopi. Hal ini disebabkan karena aktivitas *H. hampei* yang menggerek buah kopi. *H. hampei* dapat menyerang buah kopi tua ataupun yang masih muda. Buah kopi muda di gerek *H. hampei* untuk kebutuhan nutrisi. Sementara buah kopi tua dipilih *H. hampei* untuk peletakan telur. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui daya *antifeedant* senyawa α -asarone dan bubuk rimpang dringo (*Acorus calamus* L.) terhadap *Hypothenemus hampei*.

Penelitian ini dilakukan pada bulan Juli sampai Oktober 2016. Tempat penelitian di Laboratorium Zoologi Jurusan Biologi Fakultas MIPA Universitas Jember. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratorium. Uji α -asarone dilakukan tanpa ulangan dengan 1 konsentrasi, sementara itu untuk bubuk *A. calamus* menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 5 perlakuan dengan tingkatan konsentrasi yang berbeda, yaitu 0 gram; 0.01 gram; 0.05 gram; 1 gram dan 2 gram, dengan ulangan sebanyak 4 kali untuk setiap konsentrasi.

Hasil menunjukkan bahwa pemberian senyawa -asarone mampu menurunkan aktivitas *H. hampei* sebanyak 50%. Aplikasi bubuk rimpang dringo (*A. calamus*) menyebabkan penurunan aktivitas makan *H. hampei* pada konsentrasi 0.01 gram/50 gra biji kopi dan 0.05 gram/50 gram biji kopi, sementara itu pada konsentrasi 1 gram/50 biji kopi dan 2 gram/50 biji kopi tidak terjadi aktivitas menggerek yang dilakukan *H. hampei*.



PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah Swt. atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Efek Antifeedant - Asarone terhadap *Hypothenemus hampei* (Ferr.)”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Penulis menyadari bahwa terselesaikannya skripsi ini berkat campur tangan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih yang tiada terhingga kepada:

1. Dr. rer. nat Kartika Senjarini, selaku ketua Jurusan Biologi;
2. Purwatiningsih, Ph. D. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Dra. Susantin Fajariyah, M.Si, selaku Dosen Pembimbing Anggota serta Dosen Pembimbing Akademik yang telah meluangkan waktu, pikiran, tenaga serta perhatiannya untuk memberikan ilmu, bimbingan, arahan, dan motivasi demi terselesaikannya penulisan skripsi ini;
3. Dr. Hidayat Teguh Wiyono, M.Pd dan Dra. Dwi Setyowati, M.Si selaku Dosen Penguji yang telah berkenan untuk menguji skripsi ini dan memberikan masukan serta saran untuk perkembangan diri penulis dan skripsi ini;
4. Seluruh dosen Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember yang telah mengajarkan ilmu pengetahuan yang berguna selama penulis menjadi mahasiswa; staff dan karyawan atas segala bantuan yang diberikan selama penulis menjadi mahasiswa jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas;
5. Ibu Ir. Efie Fadrijah Eka Dewi, MST selaku teknisi Laboratorium Zoologi dan Ibu Ulfatul Inayah selaku teknisi Laboratorium Botani dan Ekologi yang telah bersedia dengan sabar memberikan banyak bantuan selama menempuh penelitian ini;

6. Orang tua tercinta H. Sanusi dan Hj. Ulviatus Zahro serta adik tersayang Siti Nur Bahiroh yang senantiasa memberikan semangat, doa, dan cinta kasih selama ini;
7. Bapak Fredi dan Ibu Purwati selaku pemilik perkebunan kopi yang telah membantu penulis demi kelancaran skripsi ini;
8. Sahabat-sahabatku (Anel, Uly, Ariny,) yang telah mendengarkan segala curahan hati serta keluh kesah penulis selama ini;
9. Teman-teman “Entomology Research Team”, Ummi, Bayu, Azizah, Prilla, Selvi, Raodah, Desi, Mazaya, Firna, Robby, Aida dan Ayut untuk semangat dan kebersamaan dalam keadaan senang maupun susah; Mas Mirza, Mas Ibad, Mbak Army, dan Mbak Lusy atas bimbingan yang diberikan selama ini;
10. Keluarga Besar Biozva’12 atas kekeluargaan, persaudaraan, dan pengalaman yang telah diberikan kepada penulis;
11. Teman-teman kost Batu Raden 12 (Cherry Group) atas persaudaraan dan pengalaman berharganya; Bapak dan Ibu kost atas dukungan, perhatian, dan kekeluargaan yang diberikan kepada penulis;
12. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu

Hanya doa yang dapat penulis panjatkan semoga kebaikan dan dukungan yang diberikan kepada penulis mendapatkan balasan dari Allah SWT. Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, 28 Desember 2016

Penulis

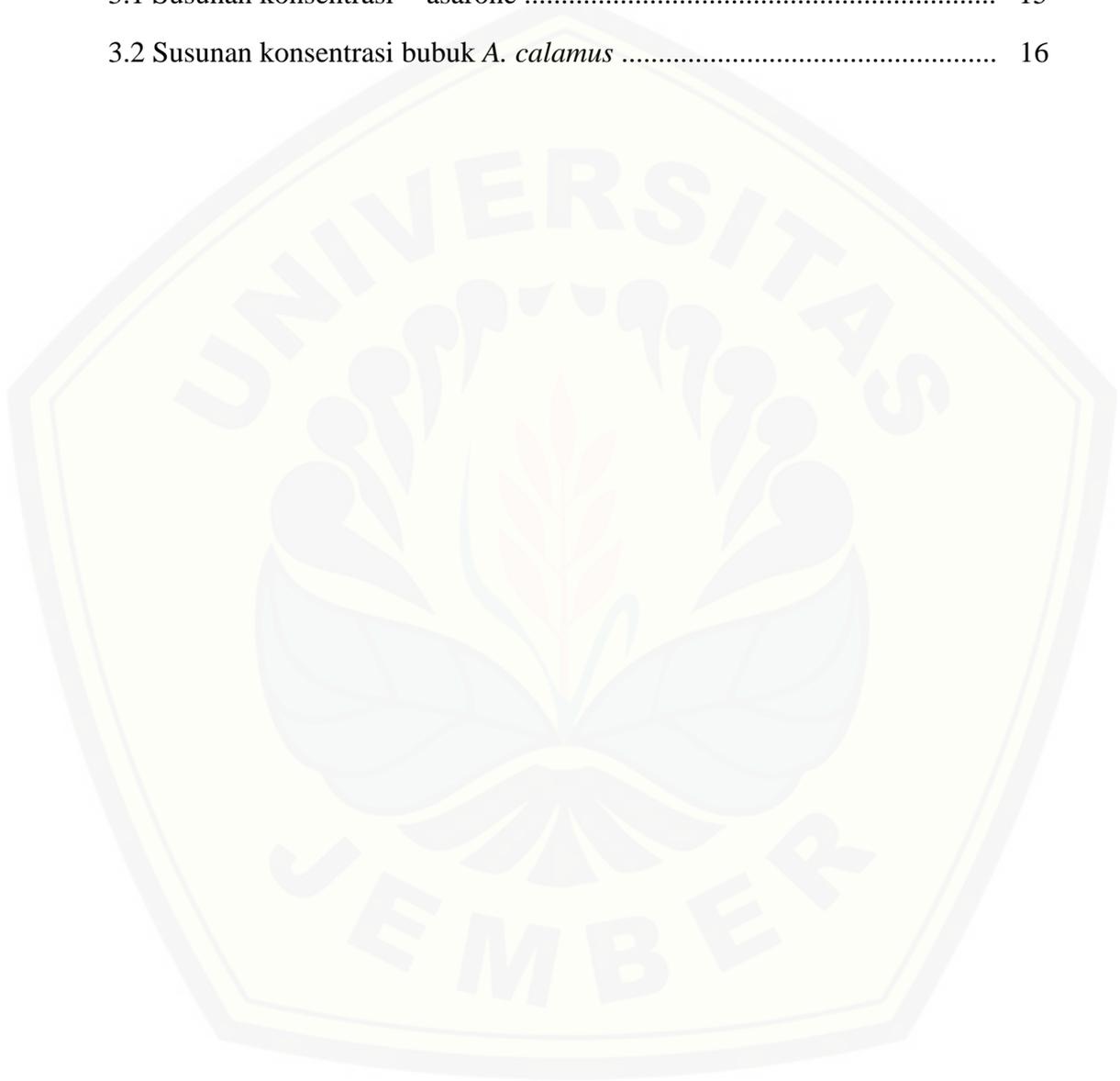
DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBINGAN	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.1 Mafaat	2
1.2 Batasan Masalah	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Antifeedant	4
2.1.1 Metode Pengujian Antifeedant	5
2.2 Tumbuhan Dringo (<i>Acorus calamus</i> L.)	5
2.1.1 Morfologi dan Manfaat Tumbuhan Dringo (<i>A. calamus</i> L.)	5
2.1.2 Senyawa Bioaktif Rimpang Dringo	6
2.2 Sistematika dan Biologi <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferr.) ..	8
2.2.1 Taksonomi <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferr.)	8

2.2.2	Morfologi <i>Hypothenemus hampei</i>	8
2.2.3	Aktivitas <i>Hypothenemus hampei</i> pada buah kopi	9
2.2.4	Siklus Hidup <i>Hypothenemus hampei</i>	11
BAB 3.	METODE PENELITIAN	13
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian	13
3.2	Alat dan Bahan	13
3.2.1	Alat	13
3.2.2	Bahan	13
3.3	Rancangan Penelitian	13
3.4	Prosedur Penelitian	14
3.4.1	Pembiakan <i>Hypothenemus hampei</i>	14
3.4.2	Metode Pengujian	14
a.	Pengujian <i>Antifeedant</i> Menggunakan -asarone ...	14
1)	Pembuatan Konsentrasi Larutan -asarone	14
2)	Langkah Kerja	15
b.	Pengujian <i>Antifeedant</i> Menggunakan <i>A. calamus</i> ..	16
1)	Susunan Konsentrasi bubuk <i>A. calamus</i>	16
2)	Langkah Kerja	16
3.5	Analisis Data	17
BAB 4.	HASIL DAN PEMBAHASAN	18
4.1	Daya <i>Antifeedant</i> senyawa -asarone terhadap <i>H. hampei</i>	18
4.2	Daya <i>Antifeedant</i> bubuk Rimpang Dringo (<i>A. calamus</i> L.) Terhadap <i>H. hampei</i>	20
BAB 5.	KESIMPULAN DAN SARAN	24
1.4	Kesimpulan	24
1.5	Saran	24
DAFTAR PUSTAKA	25
LAMPIRAN	29

DAFTAR TABEL

	Halaman
3.1 Susunan konsentrasi -asarone	15
3.2 Susunan konsentrasi bubuk <i>A. calamus</i>	16

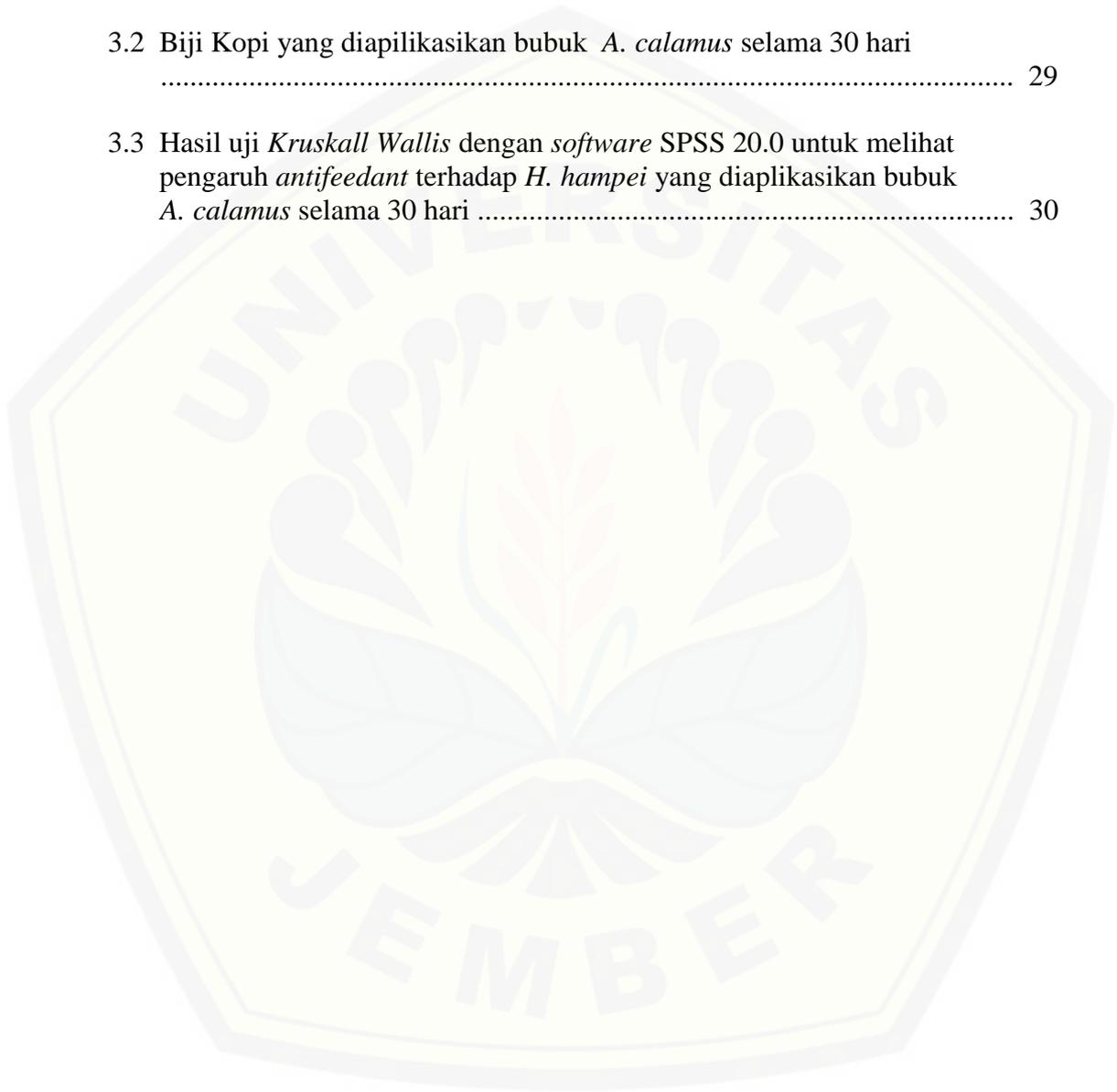


DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Rimpang tumbuhan dringo	6
2.2 Struktur senyawa -asarone dan -asarone	7
2.3 Morfologi <i>H. hampei</i>	9
2.4 Perbandingan Imago Jantan dan Imago Betina <i>H.hamei</i>	9
2.5 Aktivitas h. hampei pada buah kopi	10
2.6 Siklus hidup <i>H. hampei</i>	11
3.1 Susunan pengujian <i>antifedant</i> menggunakan senyawa -asarone	16
3.2 Susunan pengujian <i>antifedant</i> menggunakan bubuk <i>A. calamus</i>	17
4.1 Grafik berat bubuk kopi hasil gerakan <i>H. hampei</i> setelah aplikasi senyawa -asarone selama 30 hari	18
4.2 Grafik mortalitas <i>H. hampei</i> akibat aplikasi -asarone selama 30 hari	19
4.3 Grafik berat serbuk kopi hasil gerakan <i>H. hampei</i> setelah aplikasi bubuk <i>A. calamus</i> selama 30 hari	20
4.4 Grafik mortalitas <i>H. hampei</i> akibat aplikasi bubuk <i>A.calamus</i> selama 30 hari	23

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
3.1 Bubuk -asarone.....	29
3.2 Biji Kopi yang diaplikasikan bubuk <i>A. calamus</i> selama 30 hari	29
3.3 Hasil uji <i>Kruskall Wallis</i> dengan <i>software</i> SPSS 20.0 untuk melihat pengaruh <i>antifeedant</i> terhadap <i>H. hampei</i> yang diaplikasikan bubuk <i>A. calamus</i> selama 30 hari	30



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tumbuhan memproduksi berbagai jenis metabolit sekunder seperti flavonoid, terpenoid, alkaloid, saponin yang dapat berperan sebagai *atraktan*, *repeelant* maupun *antifeedant* (Rumape, 2013). Metabolit sekunder dapat digunakan sebagai alternatif pengendali serangga hama. Salah satunya dengan mengubah perilaku serangga seperti *antifeedant* (penghambat makan). Salah satu tumbuhan yang mengandung senyawa *antifeedant* adalah dringo (*Acaros calamus* L.).

Rimpang dringo mengandung senyawa aktif asarone sebesar 83%, 5% kalamenol, 4% kalamine, 1% kalameon, 1% metil eugenol dan 0.3% eugenol (Hasnah *et al.*, 2012). Asarone (2,4,5-trimethoxypropenyl-benzenes) merupakan komponen terbesar yang terkandung dalam rimpang dringo. Asarone memiliki 2 isomer yaitu: *-asarone* dan *-asarone*. *-asarone* dapat menghambat pertumbuhan serangga dan menyebabkan kematian *Plutella xylostella* pada konsentrasi 500 ppm, sedangkan *-asarone* bersifat sebagai *antifeedant* pada konsentrasi 1000 ppm (Balahkumbahan, 2010).

Senyawa *antifeedant* merupakan suatu zat yang apabila diberikan akan menghambat aktivitas makan serangga uji. Senyawa ini akan mengubah perilaku serangga dengan cara menolak makan melalui aksi langsung pada organ perasa yang terdapat di mulut. Senyawa ini menyebabkan nafsu makan menurun dan menghentikan aktivitas makan serangga uji secara sementara atau permanen pada dosis tertentu (Miles *et al.*, 1985). Hal ini tentunya akan mempengaruhi mortalitas dari serangga uji. Potensi senyawa aktif *-asarone* dan bubuk rimpang *A. calamus* yang bersifat *antifeedant* sangat baik diaplikasikan sebagai pengendali serangga yang merugikan manusia, salah satunya adalah *Hypothenemus hampei* (Ferr).

H. hampei merupakan serangga penggerek buah kopi yang menyebabkan penurunan jumlah produksi dan mutu kopi. Hal ini disebabkan karena aktivitas *H. hampei* yang menggerek buah kopi. *H. hampei* masuk ke dalam buah kopi dan

membuat lubang disekitar ujung buah kopi (PPKKI, 2006). *H. hampei* dapat menyerang buah kopi tua ataupun yang masih muda. Buah kopi muda di gerek *H. hampei* untuk kebutuhan nutrisi (Tobing *et al.*, 2006). Sementara buah kopi tua dipilih *H. hampei* untuk peletakan telur (Kalshoven, 1981).

Penelitian tentang rimpang *Acorus calamus* sebagai bahan insektisida dalam bentuk ekstrak kasar dan bubuk telah banyak dilakukan, salah satunya Schmidt (1994), menyatakan bahwa penambahan bubuk rimpang *A. calamus* 2% memberikan efek *antifeedant* 83% pada *Prostephanus truncatus*. Berdasarkan penelitian tersebut, maka akan dilakukan penelitian lebih lanjut menggunakan senyawa *-asarone* dan bubuk rimpang *A. calamus* untuk mengetahui daya *antifeedant* terhadap *H. hampei*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan permasalahan yaitu

1. Apakah senyawa *-asarone* memberikan efek *antifeedant* terhadap *Hypothenemus hampei* ?
2. Apakah bubuk rimpang dringo (*Acorus calamus* L.) memberikan efek *antifeedant* terhadap *Hypothenemus hampei* ?

1.2 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui

1. Daya *antifeedant* senyawa *-asarone* terhadap *Hypothenemus hampei*.
2. Daya *antifeedant* bubuk rimpang *Acorus calamus* terhadap *Hypothenemus hampei*.

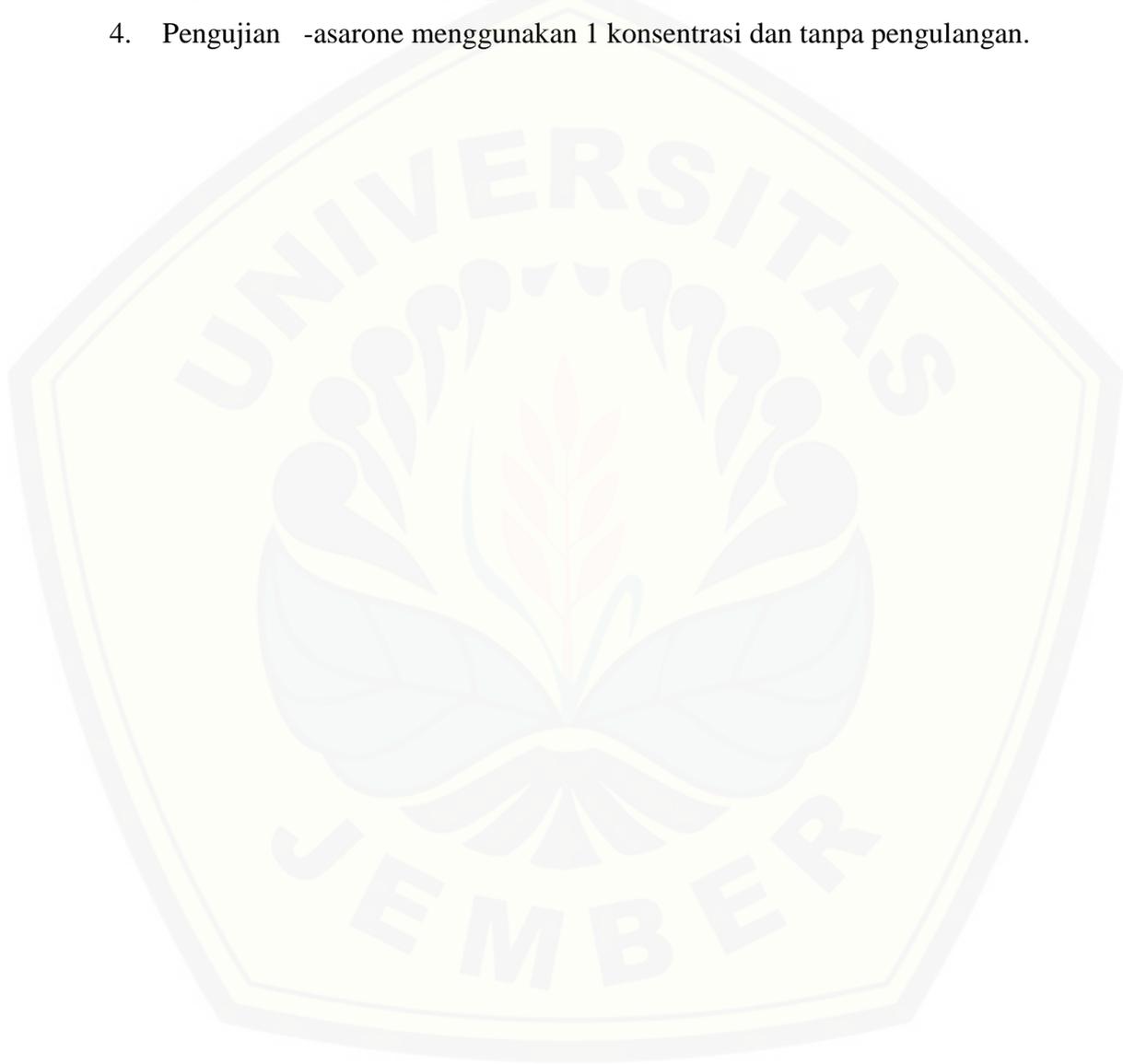
1.4 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan informasi tentang potensi senyawa *-asarone* bubuk *Acorus calamus* sebagai bahan pengendali serangga hama yaitu *Hypothenemus hampei*.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah

1. *Hypothenemus hampei* yang digunakan merupakan fase imago.
2. *Hypothenemus hampei* yang digunakan adalah betina.
3. *Hypothenemus hampei* yang digunakan adalah F1.
4. Pengujian -asarone menggunakan 1 konsentrasi dan tanpa pengulangan.



BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Antifeedant*

Salah satu alternatif yang telah dikembangkan sebagai perlindungan tumbuhan yaitu menggunakan senyawa yang bersifat *antifeedant* yang terkandung dalam tumbuhan. Senyawa *antifeedant* merupakan senyawa yang menyebabkan nafsu makan serangga uji menurun. Senyawa tersebut jika diujikan akan menghentikan aktivitas makan secara sementara dan permanen (Miles *et al.*, 1985). Senyawa *antifeedant* dibutuhkan oleh tumbuhan sebagai perlindungan dari serangan hama, terutama serangga. Keberadaan senyawa bioaktif *antifeedant* dalam tanaman dapat digunakan sebagai pengendali hama alami. Hal ini dikarenakan mekanisme kerjanya dinilai lebih aman terhadap lingkungan, manusia dan hewan (Haji *et al.*, 2012). Menurut Mayanti *et al.*, (2006), senyawa *antifeedant* merupakan suatu zat yang apabila diujikan terhadap serangga akan menurunkan aktivitas makan. Senyawa ini mengubah perilaku serangga dengan cara mencegah makan melalui aksi langsung pada organ perasa serangga. Senyawa ini tidak membunuh serangga pada konsentrasi yang rendah tetapi hanya menghambat makan.

Serangga mempunyai kemampuan untuk mendeteksi senyawa kimia di lingkungan sekitarnya (kemoreseptor). Senyawa kimia tersebut, apabila dalam konsentrasi rendah, akan terdeteksi dalam bentuk gas oleh reseptor olfaktori, akan tetapi jika senyawa kimia tersebut dalam konsentrasi yang tinggi akan terdeteksi dalam bentuk padat atau cair yang akan diterima oleh reseptor gustatori. Reseptor gustatori umumnya di deskripsikan sebagai rambut tebal berbentuk pasak atau paku, terdapat beberapa dendrit dari neuron sensorik bersentuhan dengan lingkungan melalui bagian terluar kulit serangga. Reseptor gustatori umumnya terdapat pada alat mulut serangga, akan tetapi juga terdapat di antena, tarsus, alat genitalia (terutama pada bagian dekat ujung ovipositor). Reseptor tersebut akan mengirimkan sinyal ke otak yaitu di bagian tritocereberum. Tritocereberum merupakan bagian otak yang mencakup labrum dan usus depan, yang kemudian

akan direspon oleh otak dalam bentuk perilaku seperti menemukan makan, menghindari bahaya, dan sebagainya (Purnomo dan Haryadi, 2007).

Menurut Djojosemarto (2000), senyawa kimia (*antifeedant*) memasuki tubuh serangga melalui berbagai cara yaitu: 1) melalui kulit. Senyawa kimia masuk melalui kulit (kutikula) ke dalam tubuh serangga dan diedarkan ke seluruh tubuh serangga, 2) melalui mulut dan saluran makan. Senyawa kimia masuk ke dalam tubuh serangga melalui mulut, apabila senyawa kimia tersebut termakan dan masuk ke dalam organ pencernaan akan diserap oleh dinding saluran pencernaan. Selanjutnya diedarkan dalam cairan tubuh serangga menuju tempat sasaran yang mematikan, misalnya ke susunan saraf serangga, 3) melalui sistem pernafasan. Senyawa kimia yang masuk melalui sistem pernafasan berbentuk gas, serangga akan mati jika menghirup senyawa kimia tersebut.

2.1.1 Metode Pengujian *Antifeedant*

Menurut Priyono (1998), metode pengujian *antifeedant* pada serangga dibagi menjadi dua, yaitu metode pakan pilihan (*Choice*) dan metode pakan tanpa pilihan (*No Choice*). Pada Metode pakan pilihan terdapat lebih dari 1 jenis pakan, yaitu pakan yang diberi perlakuan dan pakan kontrol (tidak diberikan perlakuan). Pakan kontrol dan pakan yang sudah diberi perlakuan dengan konsentrasi tertentu diletakkan dalam satu tempat pada sisi yang berbeda, dengan metode ini, serangga uji bisa memilih untuk memakan pakan kontrol atau pakan yang sudah diberi perlakuan. Metode pakan tanpa pilih terdiri dari 1 jenis pakan saja, yaitu pakan yang diberi perlakuan atau pakan kontrol. Serangga uji harus memakan pakan yang ada baik itu pakan kontrol maupun perlakuan. Pada metode tanpa pilihan, pakan kontrol dan pakan perlakuan diletakkan dalam tempat yang berbeda, sehingga serangga uji tidak bisa memilih jenis makannya.

2.2 Tumbuhan Dringo (*Acorus calamus L.*)

2.2.1 Morfologi dan Manfaat Tumbuhan Dringo (*Acorus calamus*)

Dringo merupakan tumbuhan herba tahunan dengan tinggi ± 75 cm. Batangnya pendek membentuk rimpang. Daunnya merupakan daun tunggal

dengan bentuk lanset, ujung runcing, tepi daun rata, panjang daun \pm 60 cm, lebar \pm 5 cm, memiliki pertulangan sejajar. Tumbuhan ini memiliki rimpang yang berbau wangi dan berbentuk silinder dengan diameter antara 19 sampai 25 mm. Kulit rimpangnya berwarna coklat muda dan berwarna putih di dalamnya. Dringo memiliki bunga berbentuk bonggol dan berwarna kuning (Sihite, 2009).

Dringo termasuk dalam tumbuhan rempah-rempah yang sudah banyak diketahui oleh masyarakat Indonesia. Tanaman ini mengandung bahan kimia aktif pada bagian rimpangnya. Rimpang dringo (Gambar 2.1) banyak digunakan dalam bidang kesehatan antara lain sebagai obat diare, anti jamur dan antioksidan (Effendi dan Widjarnako, 2014). Tumbuhan dringo memiliki kandungan minyak atsiri yang dimanfaatkan dalam bidang pertanian sebagai insektisida nabati (Hasnah, *et al.*, 2010).

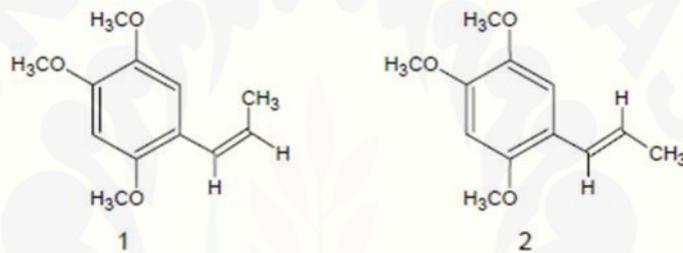


Gambar 2.1 Rimpang tumbuhan dringo (Astuti, 2015)

2.2.2 Senyawa Bioaktif Rimpang Drigo

Tumbuhan dringo mengandung banyak sekali senyawa kimia pada bagian rimpangnya yang dikenal sebagai minyak atsiri. Komposisi minyak atsiri rimpang dringo terdiri dari asarone 83%, 5% kalamenol, 4% kalamine, 1% kalameon, 1% metil eugenol dan 0.3% eugenol. Minyak atsiri dari rimpang dringo berperan sebagai racun perut, racun kontak, *antifeedant*, *repellent* dan pencegahan oviposisi (Hasnah *et al.*, 2012). Asarone merupakan penyusun utama dari minyak atsiri rimpang dringo.

Asarone (2,4,5-trimethoxypropenyl-benzenes) merupakan senyawa kimia yang dapat digunakan sebagai bahan insektisida. Menurut Raja *et al.*, (2009) senyawa asarone termasuk *phenilpropanoid* yang bersifat *antifeedant*. Asarone memiliki 2 isomer yaitu: *-asarone* dan *-asarone* (Gambar 2.2), *-asarone* menghasilkan efek *antifeedant* terhadap *Plutella xylostella* pada konsentrasi 1000 ppm, sedangkan *-asarone* pada konsentrasi konsentrasi 500 ppm akan menghambat pertumbuhan dan menyebabkan kematian *Plutella xylostella* (Balahkumbahan, 2010). Penelitian yang dilakukan Schmidt (1994) menyatakan bahwa, pemberian *-asarone* 45 mg pada biji jagung mampu mengganggu aktivitas makan *Prostephanus truncatus* sebesar 73%.



Gambar 2.2 Struktur senyawa *-asarone* (1); *-asarone* (2) (Park *et al.*, 2003)

Penelitian tentang rimpang dringo dalam bentuk ekstrak kasar dan bubuk telah banyak dilakukan. Schmidt (1994), menyatakan bahwa penambahan bubuk rimpang *A. calamus* 2% memberikan efek *antifeedant* 83% pada *Prostephanus truncatus*. Penelitian yang dilakukan Astuti, (2015) menyatakan bahwa ekstrak kasar rimpang dringo 0,5 % memberikan efek *antifeedant* pada *H. hampei*. Menurut Poplawski *et al.*, (2003) menyatakan bahwa *-asarone* komersial memberikan efek *antifeedant* pada hama gudang *Sitophilus granarius* dan *Tribolium confusum* dengan nilai koefisien *antifeedant* 107.7-189.7.

2.3 Sistematika dan Biologi *Hypothenemus hampei* (Ferr.)

2.3.1 Taksonomi *Hypothenemus hampei* (Ferr.)

Klasifikasi dari *H. hampei* (Ferrari) adalah sebagai berikut

Kingdom	: Animalia
Filum	: Arthropoda
Kelas	: Insekta
Ordo	: Coleoptera
Family	: Scolytidae
Genus	: <i>Hypothenemus</i>
Spesies	: <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferr.) (Kalshoven, 1981).

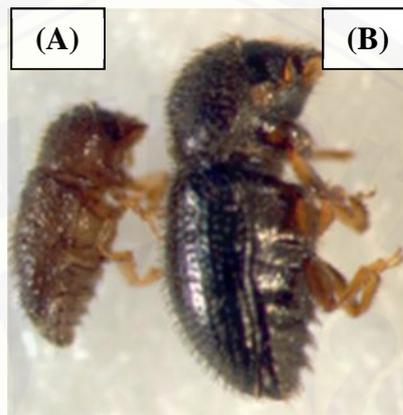
2.3.2 Morfologi *Hypothenemus hampei*

H. hampei tergolong famili scolytidae ordo coleoptera yang berasal dari Afrika Tengah dan pertama kali ditemukan oleh Ferrari pada tahun 1967 (Kocu, 2011). *H. hampei* merupakan hama utama pada tanaman kopi. Hama ini merugikan karena menyebabkan berkurangnya produksi maupun mutu kopi (Manurung, 2010). *H. hampei* merupakan kumbang yang berukuran kecil dengan warna tubuh hitam kecoklatan dan tungkainya berwarna lebih muda, tubuh bulat dengan kepala berbentuk segitiga yang ditutupi oleh rambut-rambut halus (Gambar 2.3).

Ukuran tubuh kumbang betina dewasa lebih besar dibandingkan kumbang jantan yaitu dengan panjang tubuh 1.7 mm dan lebarnya 0.7 mm (Gambar 2.4). Kumbang betina mampu terbang, sedangkan kumbang jantan tidak mampu terbang, karena sayapnya tereduksi. Tubuh kumbang ini bulat pendek dengan pronotum sepertiga panjang tubuh yang menutupi kepala. Panjang antena 0.4 mm dengan kepala yang tidak terlihat dari atas karena tertutup oleh pronotum (Iruldani *et al.*, 2007).



Gambar 2.3 Morfologi *H. hampei* (Vega *et al.*, 2015)



(a) Imago Jantan; (b) Imago Betina

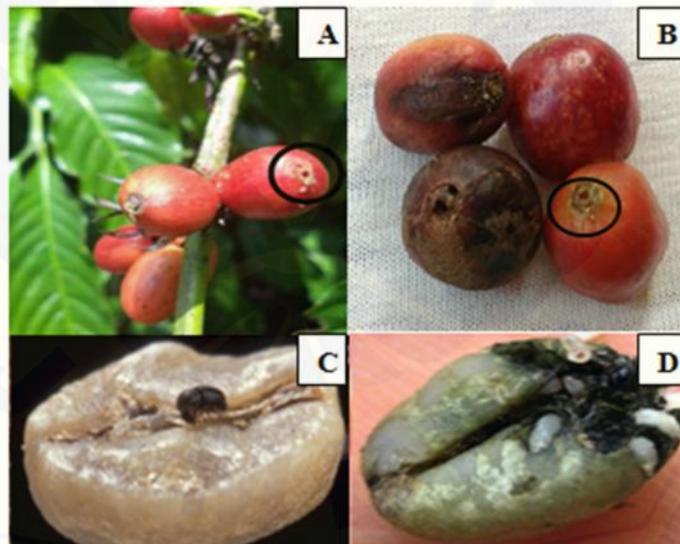
Gambar 2.4 Perbandingan Imago Jantan dan Imago Betina *H. hampei* (Vega *et al.*, 2015)

2.3.3 Aktivitas *Hypothenemus hampei* pada buah kopi

Manurung, (2010) menyatakan bahwa, *H. hampei* menyerang buah kopi yang tua maupun buah kopi muda. Kumbang betina yang akan bertelur menggerak buah kopi tua dengan membuat lubang gerakan berdiameter kurang lebih 1 mm dari permukaan kulit luar dan bagian ujung buah kopi (Baker *et al.*, 1992), kemudian kumbang betina bertelur pada lubang yang dibuatnya. Buah kopi yang tergerak oleh kumbang betina, menyebabkan biji kopi yang ada didalamnya cacat yang ditandai dengan lubang-lubang pada biji kopi sehingga menurunkan mutu kopi (PPKI, 2006). Biji kopi yang berlubang berdampak negatif terhadap susunan senyawa kimia dalam buah kopi tersebut, terutama kafein. Biji berlubang merupakan salah satu penyebab utama kerusakan senyawa kimia buah kopi, sedangkan cita rasa kopi dipengaruhi oleh kombinasi komponen-komponen senyawa kimia yang terkandung dalam biji (Manurung *et al.*, 2006).

Apabila telur yang diletakkan dalam buah kopi tergerak tersebut menetas,

larva akan memakan biji kopi. Hal ini menyebabkan buah tidak berkembang, warnanya berubah menjadi kuning kemerahan dan akhirnya gugur. Setelah bertelur kumbang betina akan meninggalkan lubang gerekan yang dibuatnya dan mulai menggerek kopi yang lain. Kumbang betina ini dapat menggerek buah kopi mulai dari buah yang masih muda sampai matang dengan membutuhkan waktu antara 4 hingga 8 jam. Kumbang betina mampu menggerek 5-6 buah kopi dan melakukan oviposis kembali. Hal ini dikarenakan struktur tubuh serangga betina yang memiliki sayap sehingga mampu terbang dari buah kopi satu ke buah kopi lainnya dan memiliki spermatecha yang dapat menyimpan sperma hingga ovum dibuahi oleh sperma tersebut. Aktivitas *H. hampei* terjadi pada pagi hingga sore hari. Menurut Wiryadiputra (2007), kumbang betina akan terbang mencari buah kopi baru pada sore hari yaitu sekitar pukul 16.00 sampai 18.00. *H. hampei* diketahui makan dan berkembangbiak hanya di dalam buah kopi saja (Iruldani *et al.*, 2007)

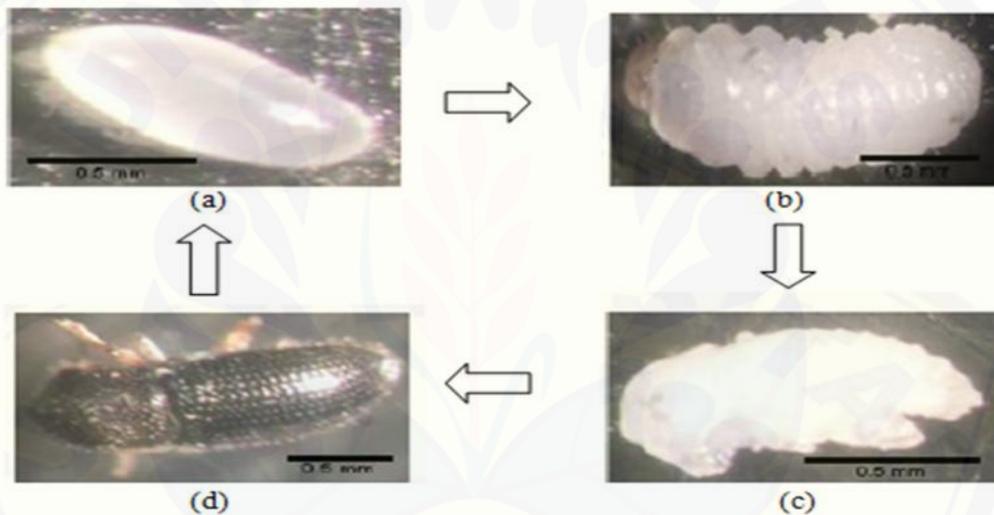


(a) Buah kopi yang terserang *H. Hampei*; (b) lubang gerekan *H. Hampei*; (c) *H. hampei* di atas biji kopi; (d) Kerusakan biji kopi akibat aktivitas makan *H. Hampei*.

Gambar 2.5. Aktivitas *H. hampei* pada buah kopi (Astuti, 2015; Vega *et al.*, 2015)

2.3.4 Siklus Hidup *Hypothenemus hampei*

H. hampei berkembang dengan tahapan telur, larva, pupa dan imago (Gambar 2.6). Kumbang betina mampu bertelur rata-rata sebanyak 56 telur dan periode oviposisinya hingga 40 hari (Vega *et al.*, 2015). Menurut Baker *et al.*, (1992), kumbang betina menghasilkan telur rata-rata sebanyak 74 telur dan mampu menghasilkan 2-3 butir telur per hari, namun beberapa kumbang mampu bertelur hingga 119 telur. Telur yang diletakkan dalam biji kopi akan menetas setelah 5-6 hari menjadi larva. Larva yang baru menetas berada dalam buah kopi yang digerek oleh induk dan memperoleh makanan dari buah kopi yang tergerek tersebut (Manurung, 2010).



(a) Telur; (b) Larva; (c) Pupa; dan (d) Imago

Gambar 2.6 Siklus hidup *H. hampei* (Astusti, 2015)

Larva berwarna putih, bertubuh gemuk, dan tidak bertungkai. Larva berwarna putih dengan panjang kurang lebih 1,5 mm dan bagian mulut berwarna coklat. Lama stadium larva sekitar 10-20 hari (Kocu, 2011). Larva menjadi pupa di dalam biji kopi (Manurung, 2010). Pupa berwarna putih dengan panjang kurang lebih 1 mm. Lama stadium pupa sekitar 4-6 hari (Kocu, 2011). Pupa selanjutnya akan berkembang menjadi imago. Menurut Kocu (2011), tubuh imago berwarna coklat kehitaman dan memiliki tungkai yang berwarna lebih muda dibandingkan tubuhnya. Imago betina memiliki ukuran yang lebih besar dari pada imago jantan.

Panjang imago betina kurang lebih 1.7 mm dan lebarnya 0.7 mm, sedangkan panjang imago jantan kurang lebih 1.2 mm dan lebarnya 0.6-0.7 mm.

Siklus hidup *H. hampei* dari telur sampai dewasa \pm 24-49 hari, tergantung kondisi alam, terutama suhu (Wiryadiputra, 2012). *H. hampei* diperkirakan dapat bertahan hidup selama kurang lebih satu tahun pada biji kopi dalam kontainer tertutup (Kalshoven, 1981). Saat tanaman kopi tidak berbuah, kumbang ini mampu bertahan hidup dengan menggerak kayu yang tidak keras, meskipun tidak dapat berkembangbiak (Balfas, 2010). Kumbang ini dapat ditemukan lebih dari 100 ekor, pada buah kopi tua dan kering yang tertinggal saat panen (DPP, 2002).

Menurut Khalsoven (1981) perbandingan jumlah serangga jantan dan betina yaitu 1:20, namun seekor pejantan mampu mengawini 12 ekor kumbang betina dengan masing-masing betina mampu menghasilkan telur hingga 70 butir. Saat akhir panen kopi, populasi serangga mulai turun karena terbatasnya makanan, populasi serangga hampir semuanya betina, karena serangga betina memiliki umur yang lebih panjang dibandingkan serangga jantan. Pada kondisi demikian perbandingan serangga betina dan jantan dapat mencapai 500:1 (Wiryadiputra, 2007). Kumbang betina rata-rata umurnya mencapai 156 hari, sedangkan kumbang jantan lebih pendek yaitu 78-103 hari.

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Zoologi Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember. Penelitian ini dilakukan pada bulan Juli sampai Oktober 2016.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat yang digunakan meliputi *cup* plastik ($\text{Ø}=6.5$ cm $t=7.3$ cm), toples plastik ($\text{Ø}=13$ cm $t= 11.5$ cm), pisau potong (*cutter*), *beaker glass*, gelas ukur, kamera, cawan petri, timbangan digital dan pengaduk.

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain senyawa *-asarone* yang diperoleh dari *Sigma Aldrich Pty. Ltd Germany* (Lampiran 3.1), bubuk rimpang dringo (*A. calamus*), aseton, buah kopi robusta yang terdiri dari buah berwarna merah yang tidak terserang *H. hampei* dan buah kopi terserang *H. hampei*, biji kopi tanduk, kertas manila putih, kertas label, tisu, kain penutup, karet gelang, kuas gambar dan kertas saring.

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratorik. Uji *-asarone* dilakukan tanpa ulangan dengan 1 konsentrasi, sementara itu untuk bubuk *A. calamus* menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 5 perlakuan dengan tingkatan konsentrasi yang berbeda, yaitu 0 gram; 0.01 gram; 0.05 gram; 1 gram dan 2 gram, dengan ulangan sebanyak 4 kali untuk setiap konsentrasi.

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Pembiakan *Hypothenemus hampei*

H. hampei diperoleh dari buah kopi yang tumbuh di perkebunan kopi robusta, desa Sidomulyo, kabupaten Jember dengan ciri-ciri terdapat lubang di bagian ujung buah kopi dengan diameter lubang gerakan ± 1 mm. Buah kopi yang terserang *H. hampei* dicuci dan dikeringkan selama 24 jam. Buah kopi yang tergerek dikumpulkan di dalam toples plastik dan ditutup dengan kain (Sulistiyowati, 1999).

H. hampei yang diperoleh dari kebun (F0) selanjutnya diberi pakan biji kopi tanduk (buah kopi merah yang tidak tergerek dan telah dibuang kulit buahnya). Persiapan pakan dengan menyiapkan buah kopi merah yang tidak tergerek kemudian dicuci dengan air bersih dan direndam selama 24 jam, kemudian dikupas menjadi biji tanduk. Biji tanduk yang diperoleh dibersihkan dengan bubuk gergaji untuk menghilangkan lendir, kemudian dicuci dengan air bersih. Biji kopi kemudian dikering anginkan di atas kertas manila putih selama 24 jam pada suhu ruang dan biji siap digunakan untuk pakan *H. hampei*. Toples plastik yang telah terinfestasi *H. hampei* dibersihkan setiap 3 hari sekali, setelah 30 hari siap dipanen untuk dipisahkan antara telur, larva, pupa dan imago (Sulistiyowati, 1999).

3.4.2 Metode Pengujian

Uji *antifeedant* dilakukan untuk melihat aktivitas makan serangga uji (*H. hampei*) yang diaplikasikan senyawa *-asarone* dan bubuk *A. calamus* dengan tingkatan konsentrasi yang berbeda-beda yaitu : 0 gram, 0,01 gram; 0,05 gram, 1 gram dan 2 gram.

a. Pengujian *Antifeedant* menggunakan *-asarone*

1) Pembuatan konsentrasi larutan *-asarone*

Menurut Endang (2004), pembuatan persen konsentrasi tertentu menggunakan rumus

$$\text{Persen massa- volume (\% b/v)} = \frac{\text{massa zat terlarut (gram)}}{\text{Volume pelarut (ml)}} \times 100$$

Susunan konsentrasi *-asarone* yang akan digunakan dapat dilihat pada Tabel. 3.1

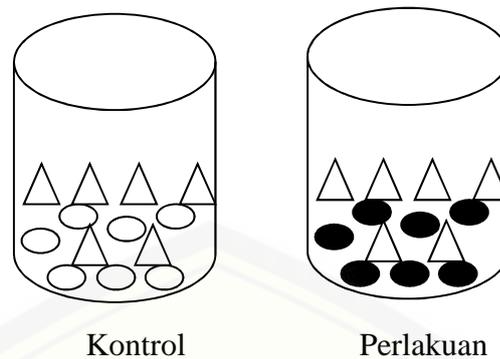
Tabel 3.1 Susunan konsentrasi *-asarone*

Konsentrasi	gram <i>-asarone</i> / ml aseton / gram biji kopi
K (0%)	50 g biji kopi
P (0,09%)	0.045 gram + 50 ml aseton + 50 g biji kopi

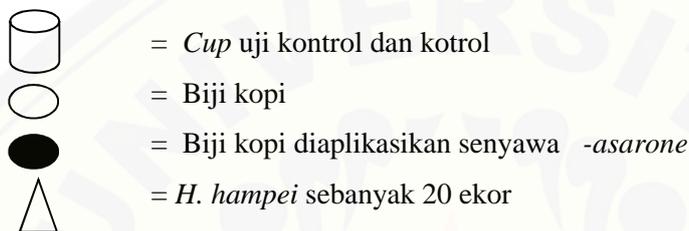
2) Langkah kerja

Pengujian *antifeedant* menggunakan senyawa *-asarone* terdiri dari 1 kontrol dan 1 perlakuan dengan komposisi seperti Tabel 3.1. Langkah pertama dengan cara menimbang biji kopi tanduk yaitu buah kopi merah yang dibuang kulitnya dan digunakan sebagai pakan sebanyak 50 gram untuk *cup* perlakuan dan kontrol. Biji kopi tanduk yang telah ditimbang, kemudian dimasukkan ke dalam *beaker glass* yang telah ditambahkan senyawa *-asarone* sebanyak 0.045 gram dan dilarutkan dalam 50 ml aseton, kemudian dibiarkan beberapa menit sehingga lapisan atas biji kopi tanduk mengering. Biji kopi tanduk yang telah mengering dipindahkan dalam cawan petri dan dibiarkan semalaman (24 jam) pada suhu ruang. Setelah 24 jam, biji kopi tanduk dipindahkan ke *cup* uji yang telah ditambahkan kertas saring pada bagian bawah, hal ini bertujuan untuk menjaga kelembapan dalam *cup*. *H. hampei* sebanyak 20 ekor dimasukkan ke dalam *cup* uji, sedangkan *cup* kontrol di 20 ekor *H. hampei* dan biji kopi tanduk sebanyak 50 gram yang tidak ditambahkan senyawa *-asarone* dan aseton.

Cup uji dan kontrol kemudian ditutup dengan kain penutup dan diikat dengan karet gelang. Kedua *cup* tersebut dibiarkan pada suhu ruang selama 30 hari. Pengamatan dilakukan pada hari ke-30 setelah pegujian. Parameter yang diamati adalah berat serbuk kopi hasil gerakan *H. hampei* selama 30 hari. Pengamatan berat bubuk kopi hasil gerakan *H. hampei* bertujuan untuk mengetahui tingkat aktivitas makan serangga uji (Schmidt *et al.*, 1994). Susunan pengujian *antifeedant* menggunakan senyawa *-asarone* dapat dilihat pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Susunan pengujian *antifeedant* menggunakan senyawa *-asarone*



b. Pengujian *Antifeedant* menggunakan bubuk rimpang *A. calamus*

1) Susunan konsentrasi bubuk rimpang *A. calamus*

Pengujian *antifeedant* menggunakan rimpang *A. calamus* dalam bentuk bubuk dapat dilihat pada Tabel 3.2.

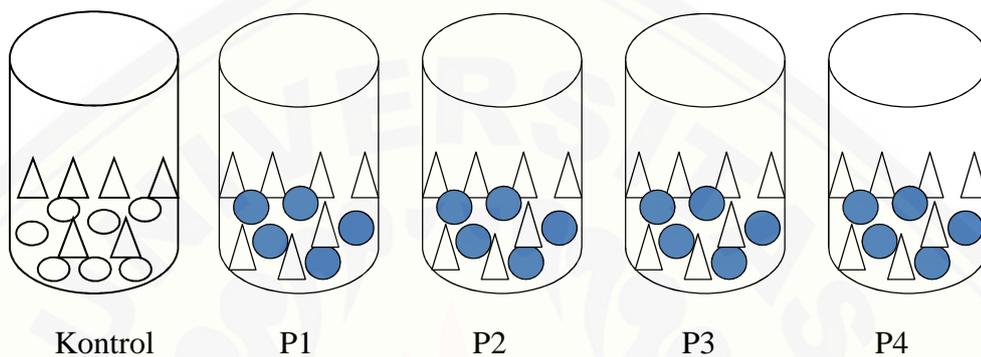
Tabel 3.2 Susunan konsentrasi bubuk *A. calamus*

Konsentrasi	gram bubuk <i>A. calamus</i> / gram biji kopi
K (0 g)	50 g biji kopi
P1 (0.01 g)	0.01 g <i>A. calamus</i> + 50 g biji kopi
P2 (0.05 g)	0.05 g <i>A. calamus</i> + 50 g biji kopi
P3 (1 g)	1 g <i>A. calamus</i> + 50 g biji kopi
P4 (2 g)	2 g <i>A. calamus</i> + 50 g biji kopi

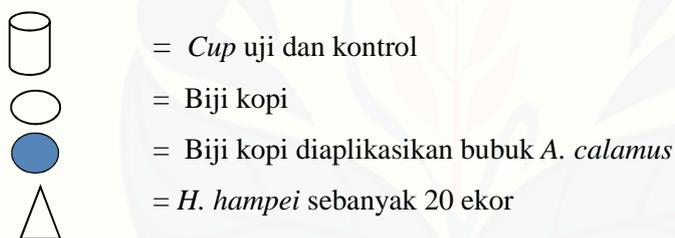
2) Langkah Kerja

Langkah kerja yang digunakan untuk pengujian *antifeedant* menggunakan bubuk *A. calamus* hampir sama dengan pengujian *antifeedant* menggunakan *-asarone*. Pengujian *antifeedant* menggunakan bubuk rimpang *A. calamus* terbagi menjadi 5 konsentrasi yaitu: 0 gram; 0.01 gram; 0.05 gram; 1 gram dan 2 gram. Bubuk *A. calamus* tersebut ditambahkan pada 50 g biji kopi tanduk, sedangkan

biji kopi yang digunakan untuk kontrol (0 gram) tidak ditambahkan bubuk *A. calamus*. Pengujian *antifeedant* menggunakan bubuk *A. calamus* dilakukan dengan 4 kali pengulangan untuk setiap konsentrasi dan kontrol. Pengamatan dilakukan pada hari ke-30 setelah pengujian. Parameter yang diamati adalah berat serbuk kopi hasil gerakan *H. hampei* selama 30 hari. Susunan pengujian *antifeedant* menggunakan *A. calamus* dapat dilihat pada Gambar 3.2



Gambar 3.2 Susunan pengujian *antifeedant* menggunakan bubuk *A. calamus*



3.5 Analisis Data

Data yang diperoleh adalah berat biji kopi yang telah menjadi serbuk setelah 30 hari. Data tersebut selanjutnya dianalisis menggunakan uji *Kruskal Wallis* ($\alpha = 5\%$) untuk mengetahui daya *antifeedant* bubuk *A. calamus* terhadap *H. hampei*. Analisis statistik menggunakan *software* SPSS Windows Version 20.0, sedangkan untuk data pengujian *antifeedant* menggunakan senyawa *-asarone* dilakukan secara deskriptif yaitu membandingkan dengan kontrol.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Aplikasi senyawa *-asarone* dan bubuk *A. calamus* memberikan efek *antifeedant* terhadap *H. hampei*, namun konsentrasi 1 gram/50 gam biji kopi dan 2 gram/50 gram biji kopi akibat aplikasi bubuk *A. calamus* tidak ditemukan aktivitas menggere, selain bersifat *antifeedant*, aplikasi bubuk *A. calamus* pada konsentrasi 0.05 gram/50 gram biji kopi memberikan efek mortalitas yang sama dengan aplikasi senyawa *-asarone*.

5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjut untuk mengetahui daya *antifeedant* bubuk *A. calamus* dengan menggunakan konsentrasi yang lebih rendah, serta jumlah *H. hampei* yang digunakan dirasa kurang efektif untuk menguji efek *antifeedant* dengan konsentrasi yang cukup tinggi, sehingga perlu penambahan populasi *H. hampei* yang akan digunakan sebagai serangga uji.

DAFTAR PUSTAKA

- Ambarningrum, T. B., A. Arthandi., H. Pratiknyo dan S. Priyanto. 2008. Ekstrak Kulit Jengkol (*Pithecellobium lobatum*): Pengaruhnya Sebagai Anti Makan dan Terhadap Efisiensi Pemnfaatan Makan Larva Instar V *Heliothis armigera*. *J. Sains MIPA*. 1 (3): 165-170.
- Astuti, L. D. 2015. Efek *Antifeedant* Ekstrak Rimpang Dringo (*Acorus calamus* L.) Terhadap *Hypothenemus hampei* (Ferrari). *Skripsi*. Jember: Universitas Jember.
- Balakhumbahan, R., K. Rajamani, dan K. Kumanan. 2010. *Acorus calamus*: An overview. *Journal of Medicinal Plants Research*. 4 (25): 2740-2745.
- Bomford, M. K. dan M. B. Isman. 1996. Desensitization Of Fifth Instar Spodoptera litura To Azadirachtin dan Neem. *Journal Entomologia Experimentalis et Applicata*. 81: 307-313.
- Balfas, S. 2010. Pemanfaatan Model CLIMEX untuk Analisis Potensi Serangan Hama Penggerek Buah Kopi. *Skripsi*. Bogor: Departemen Geofisika dan Meteorologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor.
- Baker, P. S., J.F. Barrera dan A. Rivas. 1992. Life-history Studies Of The Coffe Berry Borer (*Hypothenemus hampei*, Scolytidae) On Coffe Tress In Southern Mexico. *Journal of Applied Ecology*. 29 (3): 656-662.
- Chapman, R. F., E. A. Bernays dan J. G. Stoffolana. 1987. *Perspectives in Chemoreception dan Behavior*. New York: Springer-Verlag.
- Chapman, R. F dan G. D. Boer. 1995. *Regulatory Mechanisms In Insect Feeding*. New York: Chapman & Hall.
- Djojosumarto, P. 2000. *Pestisida dan Aplikasinya*. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Direktorat Perlindungan Perkebunan [DPP]. 2004. *Musuh Alami, Hama dan Penyakit Tanaman Kopi Proyek Pengendalian Hama terpadu Perkebunan Rakyat*. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Produksi Perkebunan Departemen Pertanian.
- Effendi, V. P. dan S. B. Widjanarlo. 2014. Distilasi dan Karakterisasi Minyak Atsiri Rimpang Jeringau (*Acorus calamus*) dengan Kajian Lama Waktu Distilasi dan Rasio Bahan : Pelarut. *J. Pangan & Agro*. 2 (2): 1-8.

- Endang, W. L. 2004. *Kapita Selekta Kimia I*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Hasnah, Husni dan A. Fardhisa. 2012. Pengaruh Ekstrak Rimpang Jeringau (*Acorus calamus* L.) Terhadap Mortalitas Ulat Grayak *Spodoptera litura* F. *J. Floratek*. 7: 115-124.
- Haji, A. G., Z. A. Mas'ud dan G. Pari. 2012. Identifikasi Senyawa Bioaktif *Antifeedant* Dari asap Cair hasil Pirolisis Sampah Organik Perkotaan. *Jurnal Bumi Lestari*. 12 (1): 1-8.
- Iruldani, S., R. Rajendran., C. Chinniah dan S. D. Samuel. 2007. Influence Of Weather Factors On The Incidence Of Coffee Berry Borer, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Scolytidae: Coleoptera) in Pulney hills, Tamil Nadu. *Journal Madras agricultural*. 94 (7-12): 218-231.
- Kalshoven, L. G. E. 1981. *Pest of Crops in Indonesia*. Terjemahan P. A. Van Der Laan. Jakarta: PT Ichtiar Baru-Van Hoeve
- Kocu, A. 2011. "Pengelolaan Hama Terpadu Oleh Petani Kopi Organik di Kabupaten Jayawijaya". *Tesis*. Bogor: Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Manurung, N. 2010. Ekologi Penggerek Buah Kopi (*Hypothenemus hampei*) Pada Tanaman Kopi Arabika (*Coffea arabica*) Di Kabupaten Pakpak Bharat. *Tesis*. Medan: Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara.
- Mayanti, T., W. Hermawan dan D. Harneti. 2006. Senyawa *Antifeedant* Dari Biji Kokossan (*Lansium Domesticum* Corr Var. Kokossan), Hubungan Struktur Kimia Dengan Aktivitas *Antifeedant* (Tahap II). *Laporan Penelitian*. Bandung: Universitas Padjadjaran.
- Miles, D.H, Hankinson, B. L., dan Rdanle, S. A. 1985. *Bioregulatory For Pest Control*. Washington DC: American Chemical Society.
- Mitchell, B. K dan J. F Sutcliffe. 1984. Sensory inhibition As a Mechanism Of Feeding Deterrence: effects Of Three alkaloids On Leaf Beetle Feeding.. *Physiological Entomology*, 9 (1984): 57-64.
- Park, C., S.I. Kim dan Y.J. Ahn. 2003. Insecticidal Activity Of Asarones Identified In *Acorus gramineus* Rhizome Against Three Coleoptera Stored Product Insects. *Journal of Stored Research*, 39 (2003): 333-342.

- Poplawski, J., B. Lozowicka., A.T. Dubis., B. Lachowska., Z. Winiiecki dan J. Nawrot. 2000. Feeding-Deterrent Activity Of -Asarone Isomers Against Some Stored Coleoptera. *Journal Pets Management Science*, 56, 560-564.
- Prijono, D. 1998. *Penuntun Pengujian Insektisida*. Bogor: Fakultas Pertanian IPB.
- Purnomo, H dan N.T. Haryadi. 2007. *Entomologi*. Jember: Center for Society Studies.
- Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia [PPKKI]. 2006. *Pedoman Teknis Budi Daya Tanaman Kopi*. Jember: Indonesia Coffe dan Cacao Research Institute.
- Raja, A. E., M. Vijayalakshmi dan G. Devalaroa. 2009. *Acorus calamus* linn: Chemistry dan Biology. *J. Pharm dan Tech Research*, 2(2): 1-6.
- Rumape, O. 2013. Isolasi dan Identifikasi Senyawa *Antifeedant* Dari Daun jarak Kepyar (*Ricinus communis* L) Terhadap Kumbang *Epilachna varivestis* Mulsant. Gorontalo: Universitas Negeri Gorontalo.
- Shahabuddin dan F. Pasura. 2009. Pengujian Efek Penghambat Ekstrak daun Widuri terhadap Pertumbuhan Larva *Spodoptera exigua* Hubn. (Lepidoptera: Nocudae) dengan Menggunakan Indeks Pertumbuhan Reatif. *Jurnal Agrolan*. 16 (2): 148-154.
- Sihite, D. T. 2009. Karakteristik Minyak Atsiri Jeringau (*Acorus calamus*). *Skripsi*. Medan: Departemen Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara.
- Schmidt, G. D dan M. Strelake. 1994. Effect Of Calamus (L.) (Araceae) Oil Dan Its Main Compound -asarone On *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bodtrichidae). *J. Stored Res*. 30 (3): 227-235.
- Sulistyowati, E. 1999. *Metode Pembiakan predator Kutu Hijau (Orchus janthinus Muls) dan Parasitoid Hama Penggerek Buah Kopi (PBKO) (Chephalonomia strephanoderis) di laboratorium*. Jember: Pusat Penelitian Kopi dan Kakao.
- United states Department of Agriculture [USDA]. 2002. Dalam Manurung, N. Ekologi Penggerek Buah Kopi (*Hypothenemus hampei*) Pada Tanaman Kopi rabika (*Coffea arabica*) di Kabupaten Pakpak Bharat. *Tesis*. Medan: Universitas Sumatera Utara
- Vega, F. E dan Hofstetter, R. W. 2015. *Bark Beetles Biology dan Ecology of Native dan Invasive Species*. New York: Elsevier Inc.

Wiryadiputra, S. 2012. Keefektifitan Insektisida Cyantraniliprole terhadap Hama penggerek Buah Kopi (*Hypothenemus hampei*) pada Kopi Arabika. *Pelita perkebunan*. Vol. 28 (2): 100-110.



LAMPIRAN

3.1 Senyawa *-asarone* yang diperoleh dari *Sigma aldrich Pty Ltd. Germany*



3.2 Biji Kopi yang diaplikasikan serbuk *A. calamus* selama 30 hari



A



B



C



D



E

Keterangan : A = konsentrasi 0 gram
B = konsentrasi 0,01 gram
C = konsentrasi 0,05 gram
D = konsentrasi 1 gram
E = konsentrasi 2 gram

3.3 Hasil uji *Kruskall Wallis* dengan *software* SPSS 20.0 untuk melihat pengaruh *antifeedant* terhadap *H. hampei* yang diaplikasikan bubuk *A. calamus* selama 30 hari

Kruskall Wallis Test

Ranks			
	Perlakuan	N	Mean Rank
berat_serbuk_kopi	Kontrol	1	3,00
	perlakuan_1	1	2,00
	perlakuan_2	1	1,00
	Total	3	

Test Statistics^{a,b}

	berat_serbuk_kopi
Chi-square	2,000
Df	2
Asymo. Sig.	,368

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variabel: perlakuan