



**PENGHAMBATAN MAKAN DAN PERTUMBUHAN  
POPULASI *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera:  
Scolytidae) PADA BUAH KOPI SETELAH PEMBERIAN  
SENYAWA  $\beta$ -ASARON DAN ORGANEEM<sup>®</sup>**

**SKRIPSI**

Oleh  
**Prilla Puspita Dewi**  
**NIM 121810401031**

**JURUSAN BIOLOGI  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2017**



**PENGHAMBATAN MAKAN DAN PERTUMBUHAN  
POPULASI *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera:  
Scolytidae) PADA BUAH KOPI SETELAH PEMBERIAN  
SENYAWA  $\beta$ -ASARON DAN ORGANEEM<sup>®</sup>**

**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

**Prilla Puspita Dewi**

**NIM 121810401031**

**JURUSAN BIOLOGI  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2017**

## PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Kedua orang tua tercinta Ayahanda Gatot Kateno dan Ibu Sugiani yang telah mendoakan, memberi semangat, motivasi serta dukungan secara moril dan materiil.
2. Kepada adikku tersayang Wildan Purnama Adi yang selalu mendoakan, menghibur dan membantu disaat senang dan susah.
3. Kepada Bapak dan Ibu Guru TK Taman Indria, SDN 1 Kebondalem, SMPN 1 Siliragung, SMAN 1 Bangorejo di Kabupaten Banyuwangi dan Dosen-dosen serta staff Jurusan Biologi Fakultas Mipa Universitas Jember yang telah memberikan ilmu dan bimbingannya.
4. Almamater Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

**MOTTO**

“Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari suatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain), dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap.  
( Terjemahan Q.S. Al-Insyirah ayat 6-8 )

---

Departemen Agama Republik Indonesia. 2005. *Al-Qur'an dan Terjemahannya*. Bandung: CV Penerbit Jumanatul Ali-Art (J-ART)

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Prilla Puspita Dewi

NIM : 121810401031

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Penghambatan Makan dan Pertumbuhan Populasi *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae) Pada Buah Kopi Setelah Pemberian Senyawa  $\beta$ -Asaron dan Organeem<sup>®</sup>” 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 dengan judul Efektivitas dan produksi massal biopestisida nabati minyak esensial rimpang dringo (*Acorus calamus* L.) sebagai pengendali hama penggerek kopi (Pbko) (*Hypothenemus hampei* (Ferrari)) (Coleoptera: Scolytidae) atas nama Purwatiningsih, M.Si, Ph.D.

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

Jember, April 2017

Yang menyatakan,

Prilla Puspita Dewi

NIM 121810401031

**SKRIPSI**

**PENGHAMBATAN MAKAN DAN PERTUMBUHAN  
POPULASI *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera:  
Scolytidae) PADA BUAH KOPI SETELAH PEMBERIAN  
SENYAWA  $\beta$ -ASARON DAN ORGANEEM<sup>®</sup>**

Oleh

Prilla Puspita Dewi

121810401031

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Purwatiningsih, S.Si, M.Si, Ph.D.

Dosen Pembimbing Anggota : Dra. Susantin Fajariyah, M.Si

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “Penghambatan Makan dan Pertumbuhan Populasi *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae) Pada Buah Kopi Setelah Pemberian Senyawa  $\beta$ -Asaron dan Organeem<sup>®</sup>“ telah diuji dan disahkan pada:

Hari, tanggal :

Tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas  
Jember

**Tim Penguji:**

Ketua ,

Anggota I

Purwatiningsih, S. Si. M.Si. Ph.D.  
NIP 197505052000032001

Dra. Susantin Fajariyah, M.Si  
NIP 196411051989022001

Anggota II

Anggota III

Dr. Hidayat Teguh Wiyono, M.Pd  
NIP 195805281988021001

Drs. Rudju Winarsa, M.Kes.  
NIP 196008161989021001

Mengesahkan

Dekan,

Drs. Sujito, Ph.D.

NIP 196102041987111001

## RINGKASAN

**Penghambatan Makan dan Pertumbuhan Populasi *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae) Pada Buah Kopi Setelah Pemberian Senyawa  $\beta$ -Asaron dan Organeem<sup>®</sup>**; Prilla Puspita Dewi, 121810401031; 2017: 30 halaman; Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

$\beta$ -asaron merupakan senyawa aktif yang didapatkan antara lain dari hasil ekstraksi rimpang dringo. Saat ini sudah ada senyawa  $\beta$ -asaron yang diproduksi secara komersial seperti senyawa  $\beta$ -asaron yang diproduksi oleh *Sigma Aldrich Pty. Ltd. Germany*. Senyawa  $\beta$ -asaron dapat digunakan sebagai insektisida karena dapat bersifat sebagai racun kontak, racun perut (*anti-feedant*), *repellent* dan pencegahan oviposisi pada serangga. Selain itu terdapat insektisida botani yang sudah diproduksi secara komersial yaitu organeem<sup>®</sup>. Organeem<sup>®</sup> memiliki bahan aktif azadirachtin. Azadirachtin dapat berfungsi sebagai penghambat makan, bersifat toksik dan berfungsi sebagai *ecdysion blocker* pada serangga. Penelitian ini mengkaji efek penghambat makan dan pertumbuhan populasi dari senyawa  $\beta$ -asaron komersial dan organeem<sup>®</sup> terhadap *Hypothenemus hampei*.

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Zoologi Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember dari bulan Juni hingga September 2016. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode celup dengan cara mencelupkan biji kopi tanduk sebanyak 50 gram ke dalam senyawa  $\beta$ -Asaron atau Organeem<sup>®</sup>. Konsentrasi senyawa  $\beta$ -asaron yang digunakan adalah 0,09% dan konsentrasi organeem<sup>®</sup> yang digunakan antara lain 0,005%, 0,05%, 0,5% dan 5%. Serangga uji yang digunakan adalah *Hypothenemus hampei* stadia imago betina. Parameter yang diamati yaitu kemampuan makan *H. hampei* dan penambahan populasi *H. hampei* setelah aplikasi selama 30 hari.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa aktivitas *H. hampei* tidak dipengaruhi oleh aplikasi  $\beta$ -asaron pada konsentrasi 0,09%. Hal ini ditunjukkan dari berat serbuk kopi antara kontrol dan perlakuan tidak berbeda nyata ( $p= 0,067$ )  $> 0,05$ . Namun  $\beta$ -asaron mempengaruhi pertumbuhan populasi *H. hampei*. Pertumbuhan populasi *H. hampei* yang diaplikasikan  $\beta$ -asaron lebih rendah dibandingkan kontrol. Pada perlakuan organeem<sup>®</sup> hasil menunjukkan bahwa aktivitas *H. hampei* tidak berpengaruh pada konsentrasi 0,005%, 0,05%, 0,5% dan 5%. Hal ini ditunjukkan dari berat serbuk kopi antara kontrol dan perlakuan tidak berbeda nyata ( $p= 0,066$ )  $> 0,05$ . Namun organeem<sup>®</sup> mempengaruhi pertumbuhan populasi *H. hampei*. Pertumbuhan populasi *H. hampei* yang diaplikasikan organeem<sup>®</sup> lebih rendah dibandingkan kontrol, semakin tinggi konsentrasi organeem<sup>®</sup> semakin rendah pula pertumbuhan populasi *H. hampei*.

## PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT karena atas rahmat, dan hidayah Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Makanan dan Pertumbuhan Populasi *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae) Pada Buah Kopi Setelah Pemberian Senyawa  $\beta$ -Asaron dan Organeem<sup>®</sup>”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Purwatiningsih, M.Si, Ph.D selaku Dosen Pembimbing Utama, Dra. Susantin Fajariyah, M.Si selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan skripsi ini; Dr. Hidayat Teguh Wiyono, M.Pd dan Drs. Rudju Winarsa, M.Kes. selaku Dosen penguji yang telah memberikan masukan dan saran untuk memperbaiki skripsi ini;
2. Dr. rer. nat. Kartika Senjarini M.Si. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa;
3. Seluruh dosen Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember yang telah memberikan ilmu pengetahuan dan bimbingan 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 Jember;
4. Ir.Efie Fadrijah Eka Dewi, MST selaku teknisi Laboratorium Zoologi yang telah memberikan banyak bantuan selama penelitian ini;
5. Kedua orang tua tercinta Bapak Gatot Kateno dan Ibu Sugian, serta adik tersayang Wildan Purnama Adi yang senantiasa memberi doa, kasih sayang, dukungan dan motivasi selama ini;

6. Teman-teman “Entomology Research Team”, selvi, Raoda, Lailatul, Ummi, Azizah, Bayu, Mas Ibad, Mbak Army untuk semangat, kebersamaan serta bimbingannya selama ini;
7. Teman-temanku Rahayu, Hasniah dan Azizatul yang telah memberikan semangat serta membantu dalam keadaan apapun;
8. Keluarga besar Biozva 2012 atas kebersamaan, persaudaraan, dan pengalaman yang telah diberikan selama ini;
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Terimakasih atas kebaikannya semoga 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, Desember 2016

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	iii
HALAMAN MOTTO .....	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
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	<b>2</b>
<b>1.3 Tujuan Penelitian</b> .....	<b>2</b>
<b>1.4 Manfaat Penelitian</b> .....	<b>2</b>
<b>1.5 Batasan Masalah</b> .....	<b>2</b>
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>3</b>
<b>2.1 Asaron</b> .....	<b>3</b>
<b>2.2 Insektisida Botani Berbahan Aktif Azadirachtin (Organeem®)</b> .....	<b>4</b>
<b>2.3 Metode Uji Toksisitas</b> .....	<b>6</b>
<b>2.4 Biologi <i>Hypothenemus hampei</i></b> .....	<b>7</b>
2.4.1 Taksonomi <i>Hypothenemus hampei</i> .....	7
2.4.2 Siklus Hidup <i>Hypothenemus hampei</i> .....	7
2.4.3 Aktifitas <i>Hypothenemus hampei</i> .....	10
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN</b> .....	<b>12</b>

<b>3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....</b>	<b>12</b>
<b>3.2 Alat dan Bahan .....</b>	<b>12</b>
3.2.1 Alat.....	12
3.2.2 Bahan .....	12
<b>3.3 Rancangan Penelitian .....</b>	<b>12</b>
<b>3.4 Persiapan Penelitian .....</b>	<b>12</b>
3.4.1 Koleksi <i>Hypothenemus hampei</i> .....	12
3.4.2 Pembiakan <i>Hypothenemus hampei</i> .....	13
3.4.3 Penyediaan Pakan <i>Hypothenemus hampei</i> .....	13
<b>3.5 Pelaksanaan Penelitian .....</b>	<b>14</b>
3.5.1 Prosedur Penelitian Menggunakan Senyawa $\beta$ -Asaron	14
3.5.2 Prosedur Penelitian Menggunakan Organeem <sup>®</sup> .....	15
<b>3.6 Analisis Data .....</b>	<b>16</b>
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>17</b>
<b>4.1 Pengaruh Senyawa <math>\beta</math>-Asaron Terhadap Aktivitas Menggerek</b>	
<i>Hypothenemus hampei</i> .....	17
<b>4.2 Pengaruh Organeem<sup>®</sup> Terhadap Aktivitas Menggerek</b>	
<i>Hypothenemus hampei</i> .....	19
<b>BAB 5. PENUTUP .....</b>	<b>22</b>
<b>5.1 Kesimpulan .....</b>	<b>22</b>
<b>5.2 Saran .....</b>	<b>22</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>23</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>27</b>

**DAFTAR TABEL**

	Halaman
3.1 Susunan Konsentrasi Senyawa $\beta$ -Asaron Terhadap <i>Hypothenemus hampei</i> .....	14
3.2 Susunan Konsentrasi Organeem <sup>®</sup> Terhadap <i>Hypothenemus hampei</i> .....	15
4.1 Rata-rata Berat Serbuk Kopi Hasil Gerakan <i>Hypothenemus hampei</i> Setelah Perlakuan Dengan Senyawa $\beta$ -Asaron Komersial Selama 30 Hari ..	17
4.2 Rata-rata Berat Serbuk Kopi Hasil Gerakan <i>Hypothenemus hampei</i> Setelah Perlakuan Dengan Organeem <sup>®</sup> Selama 30 Hari .....	19

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Struktur Kimia Senyawa $\alpha$ -Asaron dan $\beta$ -Asaron .....	3
2.2 Struktur Kimia Azadirachtin .....	5
2.3 Siklus Hidup <i>Hypothenemus hampei</i> .....	8
2.4 Morfologi <i>Hypothenemus hampei</i> .....	9
2.5 Aktivitas <i>Hypothenemus hampei</i> Pada Biji Kopi Tanduk Pada Penyimpanan dan Buah Kopi di Kebun .....	11
4.1 Grafik Rata-rata Jumlah Penambahan <i>Hypothenemus hampei</i> Setelah Aplikasi Senyawa $\beta$ -Asaron Selama 30 Hari .....	18
4.1 Grafik Rata-rata Jumlah Penambahan <i>Hypothenemus hampei</i> Setelah Aplikasi Organeem <sup>®</sup> Selama 30 Hari.....	21

**DAFTAR LAMPIRAN**

	Halaman
A. Buah Kopi Yang Dikering Anginkan Di Atas Kertas Manila Selama	
24 Jam .....	27
25 Buah Kopi Yang Dapat Digunakan Sebagai Pakan .....	27
26 Perhitungan Pembuatan Konsentrasi Senyawa $\beta$ -Asaron .....	28
27 Perhitungan Pembuatan Beberapa Konsentrasi Organeem <sup>®</sup> .....	28
28 Hasil Analisis Oneway (Anova) dengan Software SPSS 16 Pada Perlakuan Organeem <sup>®</sup> .....	29
29 Hasil Analisis Uji T-Test dengan Software SPSS 16 Pada Perlakuan Senyawa $\beta$ -Asaron .....	30

## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

$\beta$ -asaron merupakan senyawa aktif yang didapatkan antara lain dari hasil ekstraksi rimpang dringo. Menurut Purwatiningsih & Winata (2014), kandungan senyawa  $\beta$ -asaron lebih dominan pada rimpang dringo yang berasal dari Indonesia jika dibandingkan dengan senyawa yang lainnya. Namun saat ini sudah ada senyawa  $\beta$ -asaron yang diproduksi secara komersial seperti senyawa  $\beta$ -asaron yang diproduksi oleh *Sigma Aldrich Pty. Ltd Germany*. Senyawa  $\beta$ -asaron dapat digunakan sebagai insektisida karena dapat bersifat sebagai racun kontak, racun perut (*anti-feedant*), *repellent* dan pencegahan oviposisi pada serangga. Schmidt & Streloke (1994), melaporkan bahwa senyawa  $\beta$ -asaron komersial pada konsentrasi 45 mg/50 g biji jagung mampu menghambat aktivitas makan sebesar 22% pada *Prosthepanus truncatus*. Menurut Hasnah (2012), senyawa  $\beta$ -asaron yang terkandung pada minyak atsiri rimpang dringo menyebabkan peningkatan mortalitas larva *Spodoptera litura*. Selain itu Koul (1987), juga menyatakan bahwa senyawa  $\beta$ -asaron dapat menyebabkan terganggunya hormon reproduksi pada *Spodoptera litura*.

Salah satu insektisida botani lainnya yang sudah diproduksi secara komersial yaitu *organeem*<sup>®</sup>, yang memiliki bahan aktif azadirachtin yang diperoleh dari ekstrak biji mimba (*Azadirachta indica* A. Juss) (BPATP, 2007). Menurut Sumitro (2015), *organeem*<sup>®</sup> pada konsentrasi 0,2% dapat menyebabkan kematian sebesar 56 % pada *Crosidolomia pavonana*. *Organeem*<sup>®</sup> memiliki bahan aktif azadirachtin. Senyawa azadirachtin telah dilaporkan menghambat makan pada larva nyamuk *Culex* sp. dan dapat menyebabkan kematian 90% pada konsentrasi 0,1927% (Rahmawati *et al.*, 2013). Azadirachtin dari ekstrak daun mimba bersifat toksik karena dapat menyebabkan kematian sebesar 50% pada walang sangit dengan menggunakan metode LD<sub>50</sub> (Sumaryono, 2013). Selain itu azadirachtin berfungsi sebagai *ecdysion blocker* sehingga menyebabkan terganggunya proses metamorfosis pada serangga (Dzakiya, 2010). Pada penelitian ini ingin dikaji efek dari senyawa  $\beta$ -asaron komersial dan *organeem*<sup>®</sup> terhadap serangga *Hypothenemus hampei* (Ferr.). *H. hampei* yang merupakan

hama penggerek buah kopi (Vijayalakshmi *et al.*, 2013). Aktivitas gerakan *H. hampei* pada buah kopi menyebabkan keguguran buah sebelum masak dan menyebabkan biji berlubang sehingga terjadi penurunan berat dan kualitas biji kopi (PPKKI, 2006).

### 1.1 Rumusan Permasalahan

Latar belakang di atas dapat dirumuskan permasalahan, yaitu

1. Apakah senyawa -asarone memiliki efek penghambat makan dan pertumbuhan populasi *Hypothenemus hampei* ?
2. Apakah organeem<sup>®</sup> memiliki efek penghambat makan dan pertumbuhan populasi *Hypothenemus hampei* ?

### 1.2 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui

1. Efek penghambat makan dan pertumbuhan populasi *Hypothenemus hampei* terhadap -asaron.
2. Efek penghambat makan dan pertumbuhan populasi *Hypothenemus hampei* terhadap Organeem<sup>®</sup>.

### 1.4 Manfaat

Memberikan informasi tentang aktivitas -asarone dan Organeem<sup>®</sup> terhadap *Hypothenemus hampei*.

### 1.5 Batasan Masalah

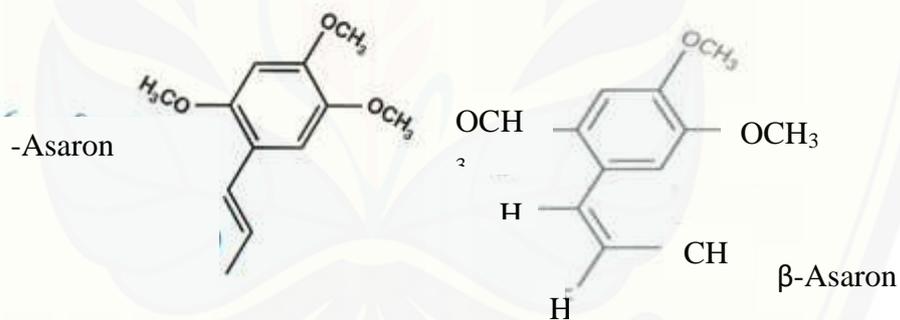
Batasan masalah dalam penelitian ini adalah

1. *Hypothenemus hampei* yang digunakan merupakan fase imago betina
2. *Hypothenemus hampei* yang digunakan adalah F1.
3. Pengujian -asarone menggunakan 1 konsentrasi dan 4 kali pengulangan.
4. Penelitian dilakukan dalam skala Laboratorium.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Asaron

Senyawa  $\beta$ -asaron merupakan bahan aktif yang didapatkan antara lain dari ekstraksi rimpang dringo. Rimpang dringo mengandung senyawa kimia yang dapat digunakan sebagai insektisida. Senyawa kimia yang terkandung dalam minyak atsiri rimpang dringo adalah asaron ( $\alpha$ -asaron dan  $\beta$ -asaron), kolamenol, kolamen, kolameone, methyl eugenol, dan eugenol (Admadi, 2009). Kandungan senyawa yang paling dominan dari rimpang dringo yang berasal dari Indonesia adalah  $\beta$ -asaron (Purwatiningsih & Winata, 2014). Menurut Kindscher (1992),  $\alpha$ -asaron disebut juga trans- $\alpha$ -asaron, karena tersusun dari (2,4,5-trimetoksi, 1-propenilbenzen) dan  $\beta$ -asaron terdiri atas (cis-2,4,5-trimetoksi, 1-propenilbenzen). Struktur kimia senyawa asaron (Gambar 2.1) dapat dilihat dibawah ini.



Gambar 2.1 Struktur kimia senyawa  $\alpha$ -Asaron dan  $\beta$ -Asaron  
(Sumber : Erstell & Anderung, 2000)

Senyawa  $\alpha$ -asaron sangat toksik, jika dicampurkan dengan senyawa *heptadecene-8-carbonic acid* dapat digunakan sebagai insektisida. Senyawa  $\beta$ -asaron merupakan golongan terpen. Pada tumbuhan senyawa terpen berfungsi sebagai fitoaleksin, yaitu suatu senyawa anti-mikrobal yang akan terbentuk setelah terinfeksi oleh mikroorganisme patogen atau senyawa kimia tertentu (Setiana, 2011).

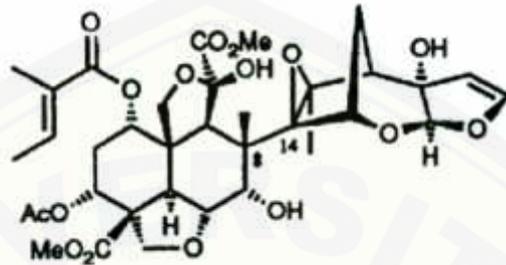
Menurut Hasnah (2012), kandungan minyak atsiri rimpang dringo yang paling dominan - asaron yang berperan dalam meningkatkan mortalitas larva *Spodoptera litura*. Senyawa - asaron berperan sebagai racun kontak, racun perut *anti-feedant*, *repellent* dan pencegahan oviposisi. Schmidt & Streloke (1994), melakukan percobaan dengan menggunakan serangga uji *Prosthepanus truncatus* yang diaplikasikan dengan - asaron komersial 45 mg/50 g biji jagung. Setelah 42 hari serbuk jagung yang dihasilkan dari gerakan *P. truncatus* pada kontrol sebesar 100 % sedangkan pada perlakuan hanya 22 %. Hal tersebut menunjukkan bahwa - asaron menyebabkan penundaan aktivitas makan pada *P. truncatus*.

Senyawa - asaron berperan sebagai racun kontak yang masuk melalui integumen serangga dan merusak sistem syaraf pusat. Selain itu senyawa -asaron juga berperan sebagai racun perut yang masuk melalui mulut, merusak dinding usus dan masuk kedalam saluran pencernaan sehingga serangga kehilangan nafsu makan dan menyebabkan kematian pada serangga (Hasnah, 2012). Menurut Koul (1987), senyawa - asaron dapat masuk melalui kulit (integumen) sehingga dapat merusak sistem syaraf pada bagian korpora allata dan menyebabkan terganggunya hormon reproduksi pada serangga. Korpora allata berperan sebagai tempat produksi hormon juvenil. Hormon juvenil berfungsi sebagai penghambat stadia dewasa pada fase pradewasa dan pematangan kelamin pada saat dewasa (Purnomo & Nanang 2007).

## 2.2 Insektisida Botani Berbahan Aktif Azadirachtin (Organeem®)

Organeem® merupakan pestisida nabati yang diperoleh dari hasil ekstrak biji mimba (*Azadirachta indica* A. Juss). Organeem® memiliki kandungan azadirachtin 0,8-1,4 %. Organeem® efektif dalam membunuh serangga yang resisten terhadap insektisida kimia, selain itu organeem® dapat merusak perkembangan telur, larva dan pupa, menghambat proses moulting, menghambat reproduksi serangga betina dan bersifat *repellent*. Organeem® dapat digunakan untuk membasmi serangga yang berperan sebagai hama pada tanaman kedelai, sayuran, tembakau, jeruk dan kapas (BPATP, 2007).

Bahan aktif yang terdapat pada organeem<sup>®</sup> adalah azadirachtin. Azadirachtin memiliki rumus molekul kimia  $C_{35}H_{44}O_{16}$  yang termasuk dalam kelompok triterpenoid. Struktur kimia azadirachtin dapat dilihat pada gambar 2.2 di bawah ini.



Gambar 2.2 Struktur kimia azadirachtin (Sumber : Mordue & Nisbet, 2000)

Azadirachtin menyebabkan penurunan nafsu makan atau penolakan makan (*antifeedant*) terhadap serangga dengan cara menghasilkan stimulan deterrent spesifik berupa reseptor kimia yang berada pada bagian mulut. Hal tersebut menyebabkan terganggunya persepsi rangsangan makan (*phagostimulan*) sehingga terjadi penolakan makan pada serangga (Samsudin, 2008).

Selain itu azadirachtin berfungsi sebagai *ecdysion blocker* yaitu hormon yang berfungsi sebagai penghambat pertumbuhan serangga (Dzakiya, 2010). Sehingga proses pergantian kulit akan terganggu, hal tersebut juga menyebabkan terganggunya proses perubahan telur menjadi larva, larva menjadi kepompong, kepompong menjadi imago. Terganggunya proses metamorfosis dapat menyebabkan kematian pada serangga (Kardinan, 2006; Samsudin, 2008).

Insektisida botani organeem<sup>®</sup> pada konsentrasi 0,2% menyebabkan kematian pada *C. pavonana* sebesar 56 % dan pada konsentrasi 0,4% kematiannya sebesar 90 % (Sumitro, 2015). Selain itu menurut Sumaryono (2013), azadirachtin pada ekstrak mimba konsentrasi 19,95% mampu membunuh walang sangit sebesar 50% dengan menggunakan metode LD<sub>50</sub>.

### 2.3 Metode Uji Toksisitas

Metode pengujian senyawa aktif terhadap serangga uji dapat dilakukan dengan menggunakan metode racun perut dan racun kontak. Pada penelitian ini akan digunakan metode uji toksisitas racun perut.

#### a. Racun Perut

Toksisitas insektisida racun perut terhadap serangga disebabkan oleh banyaknya insektisida yang termakan, penetrasi insektisida melalui dinding saluran pencernaan, metabolisme insektisida dan toksisitas interistik setelah penetrasi. Pengujian senyawa aktif dengan metode racun perut dapat dilakukan dengan cara menyemprotkan senyawa aktif tersebut pada daun yang telah dipotong-potong dengan ukuran seragam atau mencelupkan potongan-potongan daun tersebut kedalam senyawa aktif. Daun yang telah dicelupkan diberikan kepada serangga uji yang telah dipuasakan. Jumlah racun yang termakan dapat diperkirakan dari luas daun yang termakan. Pada serangga yang memakan biji-bijian, pengujian dapat dilakukan dengan cara mencampurkan biji-bijian tersebut dengan senyawa aktif. Serangga yang makanannya berupa cairan seperti lalat dapat mencampurkan senyawa aktif dengan umpan cairan misalnya larutan gula. Senyawa aktif yang termakan dapat diperkirakan dari berat atau volume cairan yang terhisap (Priyono, 1988).

#### b. Racun Kontak

Senyawa aktif yang diaplikasikan menggunakan metode racun kontak akan masuk melalui kulit (integumen) serangga sehingga menyebabkan sistem syaraf serangga terganggu (Hasnah *et al.*, 2012). Metode racun kontak dengan menggunakan aplikasi topikal yaitu mencampurkan senyawa aktif dengan pelarut yang mudah menguap seperti aseton lalu meneteskannya pada bagian tertentu pada tubuh serangga. Serangga yang hidup dalam media cair dapat diaplikasikan dengan metode celup. Metode celup dilakukan dengan cara mencelupkan serangga uji selama beberapa detik pada senyawa aktif. Metode residu menggunakan kertas saring dapat digunakan untuk serangga gudang.

Metode ini dilakukan dengan cara meneteskan senyawa aktif pada kertas saring secara merata lalu meletakkan serangga uji di atasnya selama beberapa jam.

## 2.4 Biologi *Hypothenemus hampei* (Ferr.)

### 2.4.1 Taksonomi *Hypothenemus hampei*

Menurut Khalsoven (1981), *Hypothenemus hampei* diklasifikasikan sebagai berikut:

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

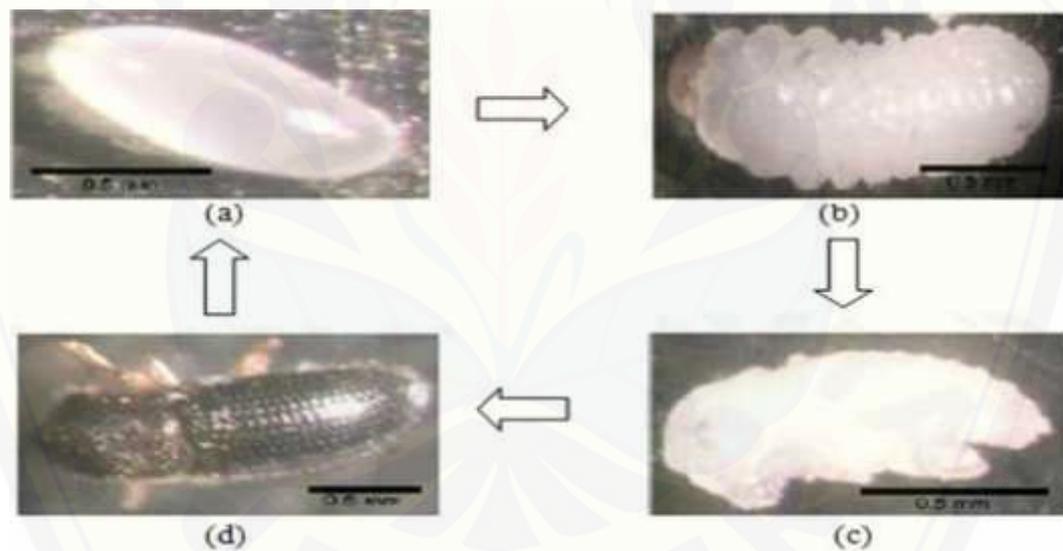
### 2.4.2 Siklus Hidup *Hypothenemus hampei*

*H. hampei* merupakan hama penggerek buah kopi yang disebut PBKo (Penggerek Buah Kopi) yang tergolong dalam ordo Coleoptera (Bangsa Kumbang). *H. hampei* merupakan kumbang yang berukuran kecil dan berwarna hitam kecoklatan dengan tungkai yang memiliki warna lebih muda daripada warna tubuhnya. Badannya berbentuk bulat, pendek serta memiliki pronotum sepertiga panjang badan yang menutupi kepala (Vijayalakshmi *et al.*, 2013).

*H. hampei* bermetamorfosis sempurna atau disebut juga Holometabola yaitu tahap perkembangannya dimulai dari telur, larva, pupa dan imago atau serangga dewasa. *H. hampei* dewasa kawin di dalam biji kopi setelah itu *H. hampei* betina akan keluar dari biji kopi yang ditematinya dan mencari biji kopi yang baru untuk bertelur. *H. hampei* betina akan menggerek buah kopi dengan diameter 1 mm dan biasanya penggerekkan dilakukan di ujung buah kopi untuk meletakkan telur-telurnya. *H. hampei* betina bertelur setelah 2 hari berada pada buah kopi

yang baru digerek. *H. hampei* betina dapat bertelur hingga 30-50 butir dan akan menetas 5 sampai 9 hari dan setelah menetas larva akan menggerek biji kopi.

Usia *H. hampei* pada stadium larva berkisar antara 10 sampai 21 hari, larva yang baru menetas akan tetap berada di dalam biji kopi dan mendapatkan makanan di biji kopi yang ditempatinya. Larva yang baru menetas akan menggerek keping biji (endosperma) kopi yang telah mengeras dan terus berkembang pada liang gerakan hingga dewasa. Larva akan berkembang menjadi pupa di dalam liang gerakan biji kopi dan masa prapupa 2 hari. Stadium pupa berkisar antara 4 sampai 8 hari, setelah menjadi imago maka *H. hampei* akan keluar dari biji kopi tersebut (PCW,2002). Siklus hidup *H. hampei* dapat dilihat pada gambar 2.3 di bawah ini.

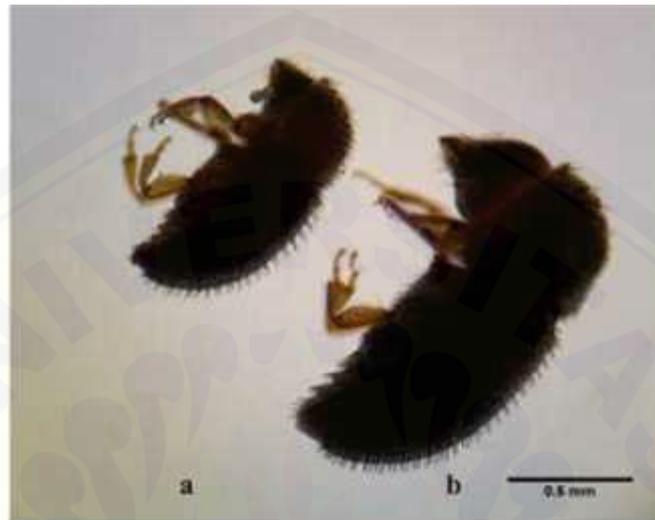


(a) Telur, (b) Larva, (c) Pupa, dan (d) Imago

Gambar 2.3 Siklus hidup *Hypothenemus hampei* (Astutik, 2015)

Setelah tahap pupa akan berkembang menjadi *H. hampei* dewasa (imago) jantan dan betina. Imago jantan tetap tinggal di dalam liang gerakan karena tidak dapat terbang dan imago betina akan terbang meninggalkan liang gerakan untuk mencari buah yang lain. Ukuran imago jantan lebih kecil daripada imago betina. Kepalanya berbentuk segitiga dan ditutupi oleh rambut – rambut halus. Ukuran

tubuh *H. hampei* betina lebih besar daripada jantan, panjang tubuh betina 1,5 mm dan panjang tubuh jantan 1,0 mm panjang antena 0,4 mm. *H. hampei* jantan tidak dapat terbang hanya betina saja yang dapat terbang. Morfologi *H. hampei* dapat dilihat pada gambar 2.4.



(a) Imago Jantan; (b) Imago Betina

Gambar 2.4 Morfologi *Hypothenemus hampei* (Jannah, 2015)

Serangga jantan dan betina pada tahapan imago atau dewasa memiliki perbandingan 1:10. Pada masa akhir panen kopi populasi *H. hampei* mulai menurun karena terbatasnya ketersediaan pangan. Hampir seluruh populasi adalah betina karena umur *H. hampei* betina lebih panjang daripada jantan. Pada masa tersebut perbandingan jantan dan betina dapat mencapai 1:500. *H. hampei* jantan tidak dapat terbang sehingga akan tinggal di lubang gerakan di dalam biji kopi. Umur *H. hampei* jantan berkisar 103 hari sedangkan umur betina dapat mencapai 282 hari dengan rata-rata 156 hari (Manurung, 2010). *H. hampei* betina dapat terbang dengan ketinggian hingga 1.8 meter. Imago betina terbang pada sore hari antara pukul 16.00 sampai 18.00.

### 2.4.3 Aktifitas *Hypothenemus hampei*

*H. hampei* menyukai tanaman yang rimbun dengan naungan gelap, hal tersebut dapat dikaitkan dengan asal hama PBKo yaitu Afrika. *H. hampei* di Afrika menyerang tanaman kopi liar yang berada di hutan tropis yang lembab. *H. hampei* di Brazil juga menyerang tanaman kopi dengan naungan berat dan berkabut sehingga kelembaban udara tinggi (Wiryadiputra, 2007). Serangan pertama *H. hampei* akan memilih tanaman yang bernaungan gelap dan disekitar pinggiran kebun jika dibiarkan maka serangan *H. hampei* akan meluas ke seluruh kebun. Buah kopi yang tersisa saat panen yang sudah tua dan warnanya sudah menghitam dapat ditemukan sekitar 100 ekor *H. hampei* di dalamnya (DPP, 2004).

Umumnya *H. hampei* menyerang biji kopi yang endospermnya telah mengeras. *H. hampei* masuk kedalam biji kopi dengan cara membuat lubang disekitar diskus (Gambar 2.6). Pada biji kopi dapat ditempati oleh 75 ekor *H. hampei* dan diperkirakan dapat bertahan hidup kurang lebih 1 tahun pada biji kopi dalam kontainer tertutup (Kalshoven, 1981). Biji kopi yang tergerak *H. hampei* akan mengalami perubahan warna, tidak berkembang dan akhirnya gugur. Biji kopi yang cacat karena lubang gerakan akan berpengaruh pada susunan senyawa kimianya, terutama pada kafein dan gula pereduksi. Biji berlubang merupakan salah satu penyebab utama kerusakan mutu kimia sedangkan cita rasa kopi dipengaruhi oleh komponen-komponen senyawa kimia yang terdapat di dalam biji kopi (Tobing *et al.*, 2006)



(a) biji kopi tanduk yang tergerak oleh *Hypothenemus hampei*; (b) buah kopi yang terserang *Hypothenemus hampei*

Gambar 2.5 Aktivitas *Hypothenemus hampei* pada biji kopi tanduk pada penyimpanan dan buah kopi di kebun

## 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. Waktu penelitian yaitu sejak bulan Juni - September 2016.

### 3.2 Alat dan Bahan

#### 3.2.1 Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah kontainer plastik ukuran ( $\varnothing=9$  cm,  $t=7$  cm) sebagai tempat rearing, mikroskop stereo, spatula, gelas ukur, erlenmeyer, petri dish dan mikropipet.

#### 3.2.1 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *H. hampei* dewasa dari pekebunan kopi di Sidomulyo Kecamatan Silo Kabupaten Jember, biji kopi kulit tanduk jenis robusta, kertas saring, tisu, kertas manila putih, aquades, tween80 dan senyawa - asaron komersial yang diperoleh dari *Sigma Aldrich Pty. Ltd Germany*, organeem<sup>®</sup>, kain, karet gelang, pisau potong/catter, alas papan, kuas.

### 3.3 Rancangan Penelitian

Rancangan yang digunakan pada penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan menggunakan faktor tunggal berupa konsentrasi. Perlakuan senyawa -asaron menggunakan 1 konsentrasi dan 4 kali pengulangan. Perlakuan organeem<sup>®</sup> menggunakan 4 konsentrasi dan 5 kali pengulangan.

### 3.4 Persiapan Penelitian

#### 3.4.1 Koleksi *Hypothenemus hampei*

*Hypothenemus hampei* diambil dari buah kopi yang tergerek berasal dari perkebunan kopi Desa Sidomulyo Kabupaten Jember Jawa Timur. Buah kopi diambil secara acak pada kebun kopi. Setelah itu biji kopi dibawa ke

Laboratorium Zoologi, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember untuk dikembangkan.

#### 3.4.2 Pembiakan *Hypothenemus hampei*

Buah kopi yang didapatkan dari kebun di cuci bersih dengan air mengalir, kemudian di kering anginkan selama 24 jam di atas kertas manila (Lampiran A). Setelah 24 jam diamati antara buah yang tergerak dan yang tidak tergerak lalu dipisahkan. Buah yang tergerak dimasukkan kedalam kontainer plastik dan ditutup menggunakan kain dan diikat dengan karet gelang dibiarkan selama 30 hari. Setelah 30 hari buah kopi dibelah dengan menggunakan *cutter* diatas alas papan dan diambil *H. hampei* dengan menggunakan kuas lalu diletakkan pada kontainer plastik sedang yang sudah berisi pakan kemudian ditutup menggunakan kain dan diikat dengan karet gelang.

Serbuk dari gerakan biji kopi dibersihkan 3 hari sekali (Sulistiyowati, 1999). Setelah investasi selama 30 hari maka biji kopi dibelah dan *H. hampei* dewasa atau imago dipindahkan pada media pakan yang baru dan siap digunakan untuk uji penelitian.

#### 3.4.3 Penyediaan Pakan *Hypothenemus hampei*

Pakan didapatkan dari buah kopi yang sudah berwarna merah, tidak berlubang dan tidak disemprot menggunakan insektisida (Lampiran B). Buah kopi yang sudah didapatkan direndam dengan air selama 24 jam, kemudian kulit luarnya dikupas sehingga tinggal biji kopi dengan kulit tanduknya. Setelah dikupas biji kopi dibersihkan menggunakan serbuk kayu untuk menghilangkan lendirnya dan dicuci bersih dengan air mengalir. Setelah selesai dicuci biji kopi dikering anginkan diatas kertas manila selama 24 jam dan dimasukkan ke dalam kontainer plastik ( $\emptyset=9$  cm,  $t=7$  cm) dan siap digunakan untuk pakan *H. hampei*.

### 3.5 Pelaksanaan Penelitian

#### 3.5.1 Prosedur Penelitian Menggunakan Senyawa -asaron

Konsentrasi senyawa - asaron yang digunakan adalah 45 mg/50 gram biji kopi sesuai dengan literatur pada penelitian Schmidt & Streloke (1994). Pada penelitian ini perlakuan hanya menggunakan 1 konsentrasi dan kontrol. Susunan konsentrasi senyawa -asaron dapat dilihat pada (Tabel 3.1) dan perhitungan konsentrasi dapat dilihat pada (Lampiran C). Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode celup dengan cara mencelupkan biji kopi tanduk sebanyak 50 gram kedalam senyawa - asaron, setelah itu dikering anginkan selama 24 jam. Biji kopi yang sudah kering ditimbang kembali masing-masing 10 g dan kemudian dimasukkan kedalam kontainer plastik ( $\varnothing=5$  cm, t=8,5 cm) yang sudah diberi alas kertas saring. Serangga uji sebanyak 10 ekor dimasukkan pada tiap-tiap kontainer, kemudian ditutup menggunakan penutup kontainer. Pada penelitian ini dilakukan pengulangan 4 kali. Pengamatan dilakukan setelah 30 hari, setelah 30 hari serbuk hasil dari gerakan *H. hampei* ditimbang. Serbuk kopi adalah indikator *H. hampei* melakukan aktivitas makan dan reproduksi. Selain itu pada saat pengamatan setelah perlakuan selama 30 hari dihitung jumlah *H. hampei* yang mati dan penambahan *H. hampei* untuk mengetahui jumlah populasinya.

Tabel 3.1 Susunan Konsentrasi Senyawa - asaron Terhadap *Hypothenemus hampei*

Perlakuan	Formulasi
Kontrol (0%)	10 gram biji kopi tanduk + 10 ekor <i>H. hampei</i>
- asaron (0,09%)	50 gram biji kopi tanduk dicelupkan pada (45 mg senyawa - asaron + 45 mg tween80 + 49 ml akuades) + 50 ekor <i>H. hampei</i>

### 3.5.2 Prosedur Penelitian Menggunakan Organeem<sup>®</sup>

Konsentrasi yang digunakan merujuk pada label anjuran organeem<sup>®</sup> komersial. Susunan konsentrasi organeem<sup>®</sup> dapat dilihat pada (Tabel 3.2) dan perhitungan konsentrasi dapat dilihat pada (Lampiran D). Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan racun perut dengan cara mencelupkan biji kopi tanduk sebanyak 50 gram kedalam formulasi organeem<sup>®</sup>, setelah itu dikering anginkan selama 24 jam. Biji kopi yang sudah kering dimasukkan kedalam kontainer plastik ( $\varnothing=9$  cm,  $t=7$  cm) yang sudah diberi alas kertas saring. serangga uji sebanyak 50 ekor dimasukkan kedalam tiap-tiap kontainer kemudian ditutup menggunakan kain dan diikat dengan karet gelang. Pada penelitian ini dilakukan pengulangan sebanyak 5 kali. Pengamatan dilakukan setelah 30 hari, setelah 30 hari serbuk hasil dari gerekan *H. hampei* ditimbang. Serbuk kopi adalah indikator *H. hampei* melakukan aktivitas makan dan reproduksi. Selain itu pada saat pengamatan setelah perlakuan selama 30 hari dihitung jumlah *H. hampei* yang mati dan penambahan *H. hampei* untuk mengetahui pertambahan populasinya.

Tabel 3.2 Susunan Konsentrasi Organeem<sup>®</sup> Terhadap *Hypothenemus hampei*

Perlakuan	Formulasi
Kontrol (0%)	50 gram biji kopi tanduk + 50 ekor <i>H. hampei</i>
Organeem <sup>®</sup> (0,005%)	50 gram biji kopi tanduk dicelupkan pada (0,0025 ml organeem <sup>®</sup> + 0,0025 mg tween80 + 49,995 ml akuades) + 50 ekor <i>H. hampei</i>
Organeem <sup>®</sup> (0,05%)	50 gram biji kopi tanduk dicelupkan pada (0,025 ml organeem <sup>®</sup> + 0,025 mg tween80 + 49,95 ml akuades) + 50 ekor <i>H. hampei</i>
Organeem <sup>®</sup> (0,5%)	50 gram biji kopi tanduk dicelupkan pada (0,25 ml organeem <sup>®</sup> + 0,25 mg tween80 + 49,5 ml akuades) + 50 ekor <i>H. hampei</i>
Organeem <sup>®</sup> (5%)	50 gram biji kopi tanduk dicelupkan pada (2,5 ml organeem <sup>®</sup> + 2,5 mg tween80 + 45 ml akuades) + 50 ekor <i>H. hampei</i>

### 3.6 Analisis Data

Data hasil pengamatan pada perlakuan senyawa -asaron dianalisis menggunakan uji T-test. Data perlakuan organeem<sup>®</sup> dianalisis dengan uji beda mean one way (Anova) =5%. Jika berpengaruh dilanjutkan dengan uji Duncan 5% (Dahlan, 2013).



## BAB 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Senyawa -asaron pada konsentrasi 0,09% dan organeem<sup>®</sup> pada konsentrasi 0,005% sampai 5% tidak memiliki efek penghambat makan terhadap *H. hampei*, tetapi senyawa -asaron dan organeem<sup>®</sup> menyebabkan penurunan pertumbuhan populasi *H. hampei*.

### 5.2 Saran

Untuk melihat keefektifannya perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan cara melakukan pengamatan morfologi dari serangga *H. hampei* yang sudah diuji menggunakan senyawa -asaron dan organeem<sup>®</sup>. Sehingga dapat dilihat pengaruh terhadap perkembangan tubuh, reproduksi dan generasinya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Admadi, B. 2009. Mempelajari Bagian Tanaman dan Konsentrasi Ekstrak Kunci Pepet (*Kaempferia rotunda* L.) yang Mempunyai Sifat Repelan Nyamuk *Aedes aegypti*. *Jurnal Agrotekno*. Vol. 15 (2): 43-48
- AgriDyne Technologies, Inc. March. 1994. *Greenhouse Grower. Floritech Report: Tough on Pests, Easy on Crops--and The Environment*. Salt Lake City, UT: AgriDyne Technologies, Inc.
- Aradilla, A.S. 2009. Uji Efektivitas Larvasida Ekstrak Ethanol Daun Mimba (*Azadirachta indica*) Terhadap Larva *Aedes aegypti*. *Skripsi*. Semarang: Fakultas Kedokteran
- Astutik, L. D. 2015. *Efek Antifeedant Ekstrak Rimpang Dringo (Acorus calamus L.) Terhadap Hypothenemus hampei Ferrari. Skripsi*. Jember: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
- Balai Pengelola Alih Teknologi Pertanian (BPATP). 2007. *Pestisida Organik Organeem*. [bptp.litbang.pertanian.go.id/indindex.php/teknologi-p\[5-April-2017\]](http://bptp.litbang.pertanian.go.id/indindex.php/teknologi-p[5-April-2017])
- Chapman, R.F., E.A. Bernays dan A. Rivas. 1995. *Regulatory Mecanisms In Insect Feeding*. New York: Chapman & Hall
- Dahlan, M.S. 2013. *Statistik untuk Kedokteran dan Kesehatan: Deskriptif, Bivariant dan Multivariant, Dilengkapi dengan Aplikasi dengan Menggunakan SPSS*. Jakarta: Salemba Medika
- Direktorat Perlindungan Perkebunan Direktorat Jenderal Bina Produksi Perkebunan Departemen Pertanian[DPP]. 2004. *Musuh Alami, Hama dan Penyakit Tanaman Kopi*. Jakarta: Proyek Pengendalian Hama Terpadu Perkebunan Rakyat
- Dzakiya, N., Hikmah, A., Risfandi, Kuswanto, A. 2010. Pemanfaatan Daun Mimba (*Azadirachta indica* Juss.) Sebagai Pestisida Alami yang Aman Bagi Mahluk Hidup dan Ramah Lingkungan. *Program Kreativitas Mahasiswa*. Malang: Universitas Negri Malang
- Erstell & Anderung, L. 2000. *Chemishe Und Physikalsche Kennzahlen Der Reinsubstanz*. [http://www.chemikalienlexikon.de/aroinfo/asaronb. htm](http://www.chemikalienlexikon.de/aroinfo/asaronb.htm)[21 April 2015]

- Gullan, P.J. & P.S. Cranston. 2010. *The Insects: An Outline of Entomology*. West Sussex-UK: John Wiley & Sons Publisher
- Hasnah, H. dan Fardhisa, A. 2012. Pengaruh Ekstrak Rimpang Jeringau (*Acorus calamus* L.) Terhadap Mortalitas Ulat Grayak *Spodoptera litura* F. *Journal Floratek*. Vol. 7: 115-124
- Jannah, A. 2015. Uji Toksisitas Fraksi Polar dan Non Polar Ekstrak Rimpang Dringo (*Acorus calamus* L.) Terhadap *Hypothenemus hampei* (Ferr.). *Skripsi*. Jember: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
- Kardinan, A. 2006. Mimba (*Azadiraccta indica*) Bisa Merubah Perilaku Hama. *Jurnal Sinar Tani*. Vol.29
- Khalsoven, L.G.E. 1981. *Pests Of Crops In Indonesia, Revised and Translated by P.A. Van Der Laan*. Jakarta: PT. Ichtar Baru-Van Hoeve
- Kindscher, K. 1992. *Medicinal Wild Plants of the Prairie: An Ethnobotanical Guide*. Lawrence: University Press of Kansas
- Koul, O. 1987. *Antifeedant and Growth Inhibitory Effect of Calamus Oil and Neem Oil on Spodoptera litura Under Laboratory Condition*. *Phytoparasitics*. Vol. 15 (3) 169-180
- 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 Sumatra Utara
- Mordue (Luntz), A.J., M.S.J. Simmonds, S.V. Ley, W.M. Blaney, W. Mordue, M. Nasiruddindan A.J. Nisbet. 1998. Actions of Azadirachtin, a Plant Allelochemical, Against Insects. *Pestic. Sci.* 54: 277-284
- Mordue (Luntz), A.J., M.S.J. Simmonds, S.V. Ley, W.M. Blaney, W. Mordue, M. Nasiruddin dan A.J. Nisbet. 2000. Action of Azadirachtin, A Plant Allelochemical, Against Insect. *Pestic. Sci.* 54: 277-284
- Muller, P.J., Masner, P., Kalin, M. and Bowers, W.S. 1979. In Vitro Inactivation of Corpora Allata of the Bug *Oncopeltus fasciatus* by Precocene II. *Experientia*. Vol. 35: 704-705
- National Research Council. 1992. *Neem: A Tree for Solving Global Problems*. Washington, DC :National Academy Press
- Pest Cab Web[PCW]. 2002. Pest Of The Month: Coffee Berry Borer (*Hypothenemus hampei*). <http://pest.cabweb.org/index.htm> [10 April 2010]

- Purnomo, H dan Nanang T. H. 2007. *Entomologi*. Surabaya: PT. CSS Surabaya.
- Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia[PPKI]. 2006. *Pedoman Teknis Budidaya Tanaman Kopi*. Jember: Indonesia Coffee and Cacao Research Institute Jember
- Prijono, D. 1988. *Pengujian Insektisida : Penuntun Praktikum*. Bogor: Fakultas Pertanian ITB
- Purwatiningsih dan Winata. 2014. *Efektifitas dan Produksi Massal Biopestisida Nabati. Ekstrak Rimpang Dringu Sebagai Pengendali Hama Penggerek Buah Kopi (Hypotenemus hampei (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae)*. Laporan Penelitian Hibah Bersaing Dikti
- Rahmawati, E., Hidayat, M.T., dan Budijastuti, W. 2013. Pemanfaatan Biji Mimba (*Azadirachta indica*) Sebagai Larvasida Nyamuk *Culex sp.* *Jurnal LenteraBio*. Vol. 2(3): 207-210
- Samsudin. 2008. *Azadirachtin Metabolit Sekunder dari Tanaman Mimba Sebagai Bahan Insektisida Botani*. Lembaga Pertanian Sehat
- Samsudin. 2011. *Biosintesa Dan Cara Kerja Azadirachtin Sebagai Bahan Aktif Insektisida Nabati*. Sukabumi: Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri (BALITRI)
- Sayuthi, M. 2003. Uji Berbagai Konsentrasi Ekstrak Kasar Biji Nimbi (*Azadirachta indica* A. Juss) Terhadap Mortalitas Hama Ulat Grayak (*S. litura* F). *Tesis*. Bandung: Program Pascasarjana. Universitas Padjadjaran.
- Schmidt, G. H. and Strelake, M. 1994. Effect Of *Acorus calamus* (L.)(Araceae) Oil And Its Main Compound - Asarone On *Prostephanus truncatus* (Horn)(Coleoptera: Bostrichidae). *Journal Stored. Prod. Res.* Vol. 30. No. 3 pp, 227-235
- Schmutterer, H. 1990. Properties and Potential of Natural Pesticides from Neem Tree, *Azadirachta indica*. *Ann. Rev. Entomol.* 35 : 271 - 295.
- Setiana, A. 2011. Pembentukan Senyawa Alkanoid dan Terpenoid. *Skripsi*. Sukabumi: Universitas Muhammadiyah
- Sinaga, K. M., Bakti, D. dan Pinem, M. I. 2015. Uji Ketinggian dan Tipe Perangkap Untuk Mengendalikan Penggerek Buah Kopi (*Hypotenemus hampei* Ferr.)(Coleoptera : Scolytidae) di Desa Pearung Kabupaten Humbang Hasundutan. *Jurnal Online Agroekoteknologi*. Vol. 3. No. 3 : 829-836

- Suhada, I. 1999. *Efektifitas Ekstrak Biji Mindi Kecil (Media Azedaraih) terhadap Mortalitas dan Perkembangan Larva Culex di Laboratorium*. Yogyakarta: F. Biologi UGM.
- Sumitro, B. 2015. Studi Komparasi Toksisitas Ekstrak Rimpang Dringo (*Acorus calamus* L.) dan Insektisida Berbahan Aktif Azadirachtin terhadap Mortalitas *Crocidolomia pavonana* F. *Skripsi*. Jember: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
- Sulistiyowati, E. 1999. *Metode Pembiakan Predator Kutu Hijau (Orchus janthinus Muls) dan Parasitoid Hama Penggerek Buah Kopi (PBKo) (Chephalonomia steptranoderis) di Laboratorium*. Jember: Pusat Penelitian Kopi dan Kakao
- Sumaryono, Latifah, dan Sedyawati, S.M.R. 2013. Identifikasi dan Uji Toksisitas Azadirachtin dari Daun Mimba sebagai Bioinsektisida Walang Sangit. *Indo. J. Chem. Sci.* Vol. 2(1): 2252-6951
- Tobing, M.C., Bakti, D., Marheni dan Harahap, M. 2006. Perbanyak *Beuveria basianna* Pada Beberapa Media dan Patogenisitasnya Terhadap Imago *Hypothenemus hampei* Ferr. (Coleoptera: Scolytidae). <http://www.sulsel.litbang.deptan.go.id> [15 Januari 2010]
- Vijayalakshmi, C.K., Tintumol, K., and Saibu, U. 2013. Coffee Berry Borer, *Hypothenemus hampei* (Ferrari): A Review. *International Journal Of Innovative Research and Development*. Vol. 2: 358-361
- Wiryadi Putra, S. 2007. *Pengelolaan Hama Terpadu Pada Hama Penggerek Buah Kopi Hypothenemus hampei (Ferr.) Penggunaan Perangkap Brocap Trap*. Jawa Timur: Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia Jember
- Yenede, S.R., U.N. Harle, D.T. Rajgure, T.A. Tuse, N.S. Vyawahare. 2008. Pharmacological Profile of *Acorus calamus*. *Pharmacolognosy Reiewis*. Vol. 2: 22-26

**LAMPIRAN**

- A. Buah kopi yang dikering anginkan diatas kertas manila selama 24 jam.



- B. Buah kopi yang dapat digunakan sebagai pakan



## C. Perhitungan Pembuatan Konsentrasi Senyawa -Asaron

Konsentrasi = (45 mg senyawa -asaron + 45 mg tween80 + 49,91 ml akuades)

$$45 \text{ mg senyawa , -asaron} = 0,045 \text{ g}$$

$$45 \text{ mg tween80} = 0,045 \text{ g}$$

$$49,91 \text{ ml akuades} = 49,91 \text{ g}$$

$$\text{Rumus \%} = \frac{\text{Massa terlarut}}{\text{Massa pelarut}} \times 100\%$$

$$\frac{0,045}{49,91} \times 100\% = 0,09 \%$$

Keterangan : Masa jenis air = 1

Status tween80 sebagai pengemulsi sehingga tidak dimasukkan dalam perhitungan konsentrasi.

## D. Perhitungan Pembuatan Beberapa Konsentrasi Organeem®

$$\begin{aligned} 1. \text{ Konsentrasi } 0,005\% &= V_1 \times C_1 = V_2 \times C_2 \\ &= V_1 \times 100 = 0,005 \times 50 \\ V_1 &= 0,0025 \text{ ml} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2. \text{ Konsentrasi } 0,05\% &= V_1 \times C_1 = V_2 \times C_2 \\ &= V_1 \times 100 = 0,05 \times 50 \\ V_1 &= 0,025 \text{ ml} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3. \text{ Konsentrasi } 0,5\% &= V_1 \times C_1 = V_2 \times C_2 \\ &= V_1 \times 100 = 0,5 \times 50 \\ V_1 &= 0,25 \text{ ml} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 4. \text{ Konsentrasi } 5\% &= V_1 \times C_1 = V_2 \times C_2 \\ &= V_1 \times 100 = 5 \times 50 \\ V_1 &= 2,5 \text{ ml} \end{aligned}$$

Lampiran E. Hasil analisis Oneway (Anova) dengan *software* SPSS 20 pada perlakuan orgeneem<sup>®</sup>

Tests of Normality							
	Perlakuan	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Statistic	Df	Sig.	Statistic	Df	Sig.
	po	,271	6	,193	,857	6	,180
	p1	,256	6	,200 <sup>*</sup>	,882	6	,279
berat_serbuk	p2	,198	6	,200 <sup>*</sup>	,897	6	,355
	p3	,270	6	,195	,840	6	,131
	p4	,348	6	,022	,800	6	,059

\*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

## Oneway

### Test of Homogeneity of Variances

berat\_serbuk

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
,467	4	25	,759

### ANOVA

berat\_serbuk

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,031	4	,008	,600	,666
Within Groups	,327	25	,013		
Total	,358	29			

Lampiran F. Hasil analisis uji T-test (Anova) dengan *software* SPSS 20 pada perlakuan senyawa - asaron

### T-Test

Group Statistics					
JenisPerlakuan		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
BeratSerbukKopi	Kontrol	5	.032840	.0260398	.0116454
	Perlakuan	5	.008040	.0023933	.0010703

Independent Samples Test										
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	T	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
BeratSerbukKopi	Equal variances assumed	4.765	.061	2.121	8	.067	.0248000	.0116945	-.0021675	.0517675
	Equal variances not assumed			2.121	4.068	.100	.0248000	.0116945	-.0074574	.0570574