



PENGARUH FRAKSI HEKSAN EKSTRAK RIMPANG DRINGO (*Acorus calamus*) PADA SERANGAN HAMA PENGGEREK BUAH KOPI (*Hypothenemus hampei*) DI PERKEBUNAN KOPI RAKYAT DESA SIDOMULYO KECAMATAN SILO KABUPATEN JEMBER

SKRIPSI

Oleh:
Bayu Laksa Setiawan Eka Putra
NIM 121810401034

JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2016



PENGARUH FRAKSI HEKSAN EKSTRAK RIMPANG DRINGO (*Acorus calamus*) PADA SERANGAN HAMA PENGGEREK BUAH KOPI (*Hypothenemus hampei*) DI PERKEBUNAN KOPI RAKYAT DESA SIDOMULYO KECAMATAN SILO KABUPATEN JEMBER

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:
Bayu Laksa Setiawan Eka Putra
NIM 121810401034

JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2016

PERSEMBAHAN

Puji syukur peneliti panjatkan ke hadirat Allah SWT yang selalu memberikan kemudahan, petunjuk, dan ridho-Nya, serta salam sejahtera untuk Nabi Muhammad SAW yang telah menjadi teladan bagi umatnya. Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Ayahanda Imawan dan Ibunda Sulistiana yang tercinta, terima kasih atas kesetiaan doa yang selalu mengiringi perjalanan hidup putra kalian. Didikan, nasehat, dan motivasi akan selalu diingat demi tercapainya cita-cita masa depan;
2. Adikku tercinta Tirta Cakra Buana dan Dipta Ascarya Agung, terima kasih atas doa dan dorongan semangat yang senantiasa menemani perjalanan hidup saudara kalian;
3. Almamater Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember dan dosen yang saya banggakan, serta guru-guru tercinta SDN Pongangan 2, SMPN 1 Gresik, SMAN 1 Manyar, terima kasih telah mengantarkan saya menuju masa depan yang lebih baik atas dedikasi, nasehat, dan ilmunya.

MOTO

Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, dan pergantian malam dan siang terdapat tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi orang yang berakal.
(terjemahan Surat Ali 'Imran ayat 190)

Apakah penciptaan kamu yang lebih hebat ataukah langit yang telah dibangun-Nya ?
(terjemahan Surat An-Nazi'at ayat 27)

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 Surat Al-Insyirah ayat 6 – 8)

*) Departemen Agama Republik Indonesia. 2012. *AS-SALAM: Al Qur'an dan Terjemahannya*. Bandung: Al-Mizan Publishing House

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Bayu Laksa Setiawan Eka Putra

NIM : 121810401011

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Pengaruh Fraksi Heksan Ekstrak Rimpang Dringo (*Acorus calamus*) pada Serangan Hama Penggerek Buah Kopi (*Hypothenemus hampei*) di Perkebunan Kopi Rakyat Desa Sidomulyo Kecamatan Silo Kabupaten Jember” 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 2015 dari RISTEK-DIKTI atas nama Purwatiningsih, S.Si, 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, Oktober 2016

Yang menyatakan,

Bayu Laksa Setiawan Eka Putra

NIM 121810401011

SKRIPSI

PENGARUH FRAKSI HEKSAN EKSTRAK RIMPANG DRINGO (*Acorus calamus*) PADA SERANGAN HAMA PENGGERAK BUAH KOPI (*Hypothenemus hampei*) DI PERKEBUNAN KOPI RAKYAT DESA SIDOMULYO KECAMATAN SILO KABUPATEN JEMBER

Oleh

Bayu Laksa Setiawan Eka Putra
NIM 121810401011

Pembimbing

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

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

PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul “Pengaruh Fraksi Heksan Ekstrak Rimpang Dringo (*Acorus calamus*) pada Serangan Hama Penggerek Buah Kopi (*Hypothenemus hampei*) di Perkebunan Kopi Rakyat Desa Sidomulyo Kecamatan Silo Kabupaten Jember” 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,

Dra. Hari Sulistiyowati, M.Sc, Ph.D
NIP 196501081990032002

Drs. Rudju Winarsa, M.Kes
NIP 196008161989021001

Mengesahkan
Dekan,

Drs. Sujito, Ph.D.
NIP 196102041987111001

RINGKASAN

Pengaruh Fraksi Heksan Ekstrak Rimpang Dringo (*Acorus calamus*) pada Serangan Hama Penggerek Buah Kopi (*Hypothenemus hampei*) di Perkebunan Kopi Rakyat Desa Sidomulyo Kecamatan Silo Kabupaten Jember; Bayu Laksa Setiawan Eka Putra, 121810401011; 2016: 32 Halaman; Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Dringo (*Acorus calamus*) merupakan tanaman herba yang mengandung senyawa aktif berupa (*E*)-*Methylisoeugenol*, β -*Asarone*, α -*Asarone*, dan *Methyleugenol*. Fraksi heksan ekstrak rimpang *A. calamus* diketahui mengandung β -*Asarone* dan α -*Asarone*. Kajian pengaruh fraksi heksan ekstrak rimpang *A. calamus* perlu dilakukan terhadap hama penggerek buah kopi (*Hypothenemus hampei*) yang menimbulkan kerusakan pada biji kopi. Penelitian tentang keefektifan fraksi heksan ekstrak rimpang *A. calamus* telah dilakukan dalam skala laboratorium dan skala semi-lapangan, namun untuk mengetahui pengaruh fraksi heksan perlu dilakukan dalam skala lapangan. Tempat yang digunakan untuk penelitian adalah perkebunan kopi rakyat di desa Sidomulyo. Tujuan Penelitian untuk mengetahui pengaruh fraksi heksan ekstrak *A. calamus* terhadap serangan *H. hampei* pada perkebunan kopi rakyat Sidomulyo. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan informasi tentang pengaruh fraksi heksan ekstrak rimpang *A. calamus* terhadap serangan *H. hampei* di Perkebunan Rakyat Desa Sidomulyo.

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Botani dan Zoologi Jurusan Biologi, Laboratorium Kimia Dasar Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember, dan Perkebunan Kopi Rakyat Desa Sidomulyo, Kecamatan Silo, Kabupaten Jember. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September 2015 – Juni 2016. Penelitian eksperimental ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan faktor tunggal. Respon yang diamati adalah jumlah buah yang tergerek oleh *H. hampei* sebelum dan setelah aplikasi fraksi heksan ekstrak rimpang *A. calamus* dalam interval waktu yang berbeda. Pengujian dilakukan pada lahan kopi robusta seluas 1 hektar dengan ketinggian 548,6 m dpl.

Lahan kopi robusta tersebut memiliki 800 pohon kopi yang masih belum diaplikasikan insektisida oleh petani. 800 pohon kopi kemudian dipilih 60 pohon yang memiliki buah kopi berwarna hijau. Pohon kopi dalam penelitian tersebut dipilih 4 ranting yang mengarah pada 4 arah mata angin untuk diberi label. Fungsi label adalah untuk memberikan tanda batas buah kopi yang diamati dan diberikan perlakuan. 60 pohon kopi dibagi menjadi 2 kelompok yaitu 30 pohon kelompok kontrol dan 30 pohon kelompok heksan. Kelompok kontrol merupakan kelompok buah kopi yang disemprot dengan air menggunakan *knapsack sprayer*, sementara itu buah kopi dalam kelompok heksan disemprot sebanyak 1 kali dengan fraksi heksan ekstrak rimpang *A. calamus* 1,2%. Analisis data yang digunakan untuk menentukan pengaruh fraksi heksan ekstrak rimpang *A. calamus* adalah Uji Friedman ($\alpha = 5\%$).

Hasil pengamatan menunjukkan buah kopi yang tergerak oleh *H. hampei* pada kelompok kontrol berkisar dari 117 – 191 buah. Jumlah buah kopi yang terserang meningkat pada hari ke 7 setelah penyemprotan dan menurun pada hari ke 14 hingga 28 setelah penyemprotan. Persentase buah kopi yang tergerak pada kelompok kontrol tidak melebihi 3%. Hasil pengamatan buah kopi di kelompok fraksi heksan menunjukkan sebanyak 53 – 111 buah kopi tergerak oleh *H. hampei*. Persentase buah kopi yang tergerak tidak melebihi 2%. Hasil analisis Uji Friedman ($\alpha = 5\%$) menunjukkan nilai rata-rata tiap kelompok waktu pengamatan berbeda, sehingga pemberian fraksi heksan memberikan pengaruh dalam persentase serangan *H. hampei* terhadap buah kopi di kelompok heksan.

Kesimpulan dalam penelitian ini adalah berdasarkan Analisis Uji Friedman ($\alpha = 5\%$) pada persentase buah tergerak oleh *H. hampei* menunjukkan bahwa pemberian fraksi heksan ekstrak rimpang *A. calamus* mempengaruhi serangan *H. hampei* terhadap buah kopi selama hari ke 7 hingga hari ke 28 setelah aplikasi.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Fraksi Heksan Ekstrak Rimpang Dringo (*Acorus calamus*) pada Serangan Hama Penggerek Buah Kopi (*Hypothenemus hampei*) di Perkebunan Kopi Rakyat Desa Sidomulyo Kecamatan Silo Kabupaten Jember”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

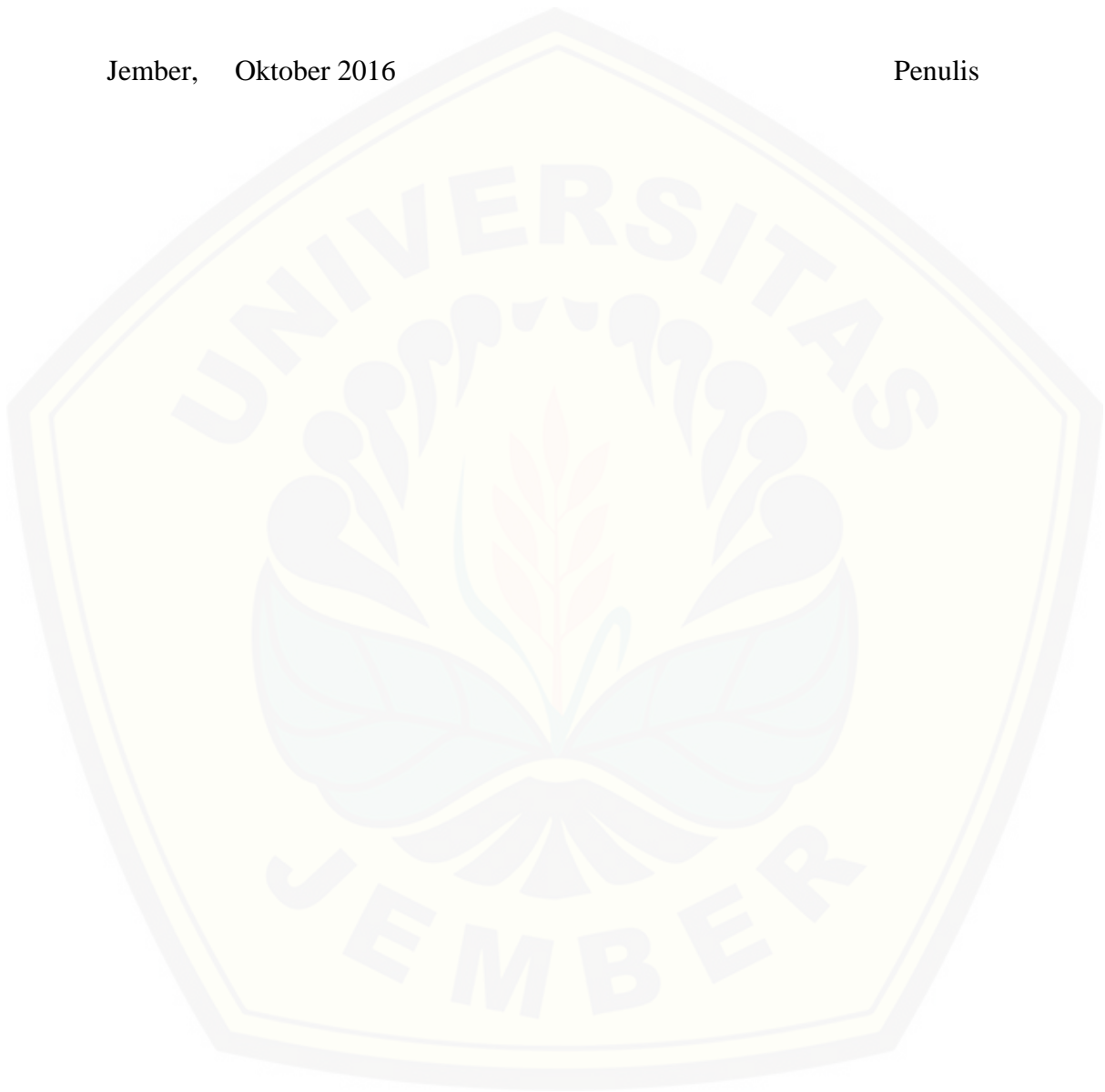
Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dr. rer. Nat. Kartika Senjarini, selaku Ketua Jurusan Biologi;
2. Purwatiningsih, S.Si., M.Si., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Dra. Susantin Fajariyah, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah memberi bimbingan, arahan, dan motivasi dalam kesempurnaan skripsi;
3. Dra. Hari Sulistiyowati, M.Sc, Ph.D., dan Drs. Rudju Winarsa, M.Kes., selaku Dosen Penguji yang telah memberi banyak masukan dalam perbaikan skripsi ini;
4. Dra. Susantin Fajariyah, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa;
5. Bapak Fredi dan Bapak Heri selaku pemilik kebun kopi rakyat di Desa Sidomulyo Kecamatan Silo Kabupaten Jember;
6. Seluruh dosen, staf, karyawan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember yang telah memberi dukungan selama pengerjaan skripsi ini;
7. Teman-teman di Tim Riset Entomologi (E.R.T), seluruh mahasiswa Biologi Universitas Jember khususnya angkatan 2012 (Biozva 2012) yang selalu memberikan dorongan serta semangat dalam penyelesaian skripsi.
8. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, Oktober 2016

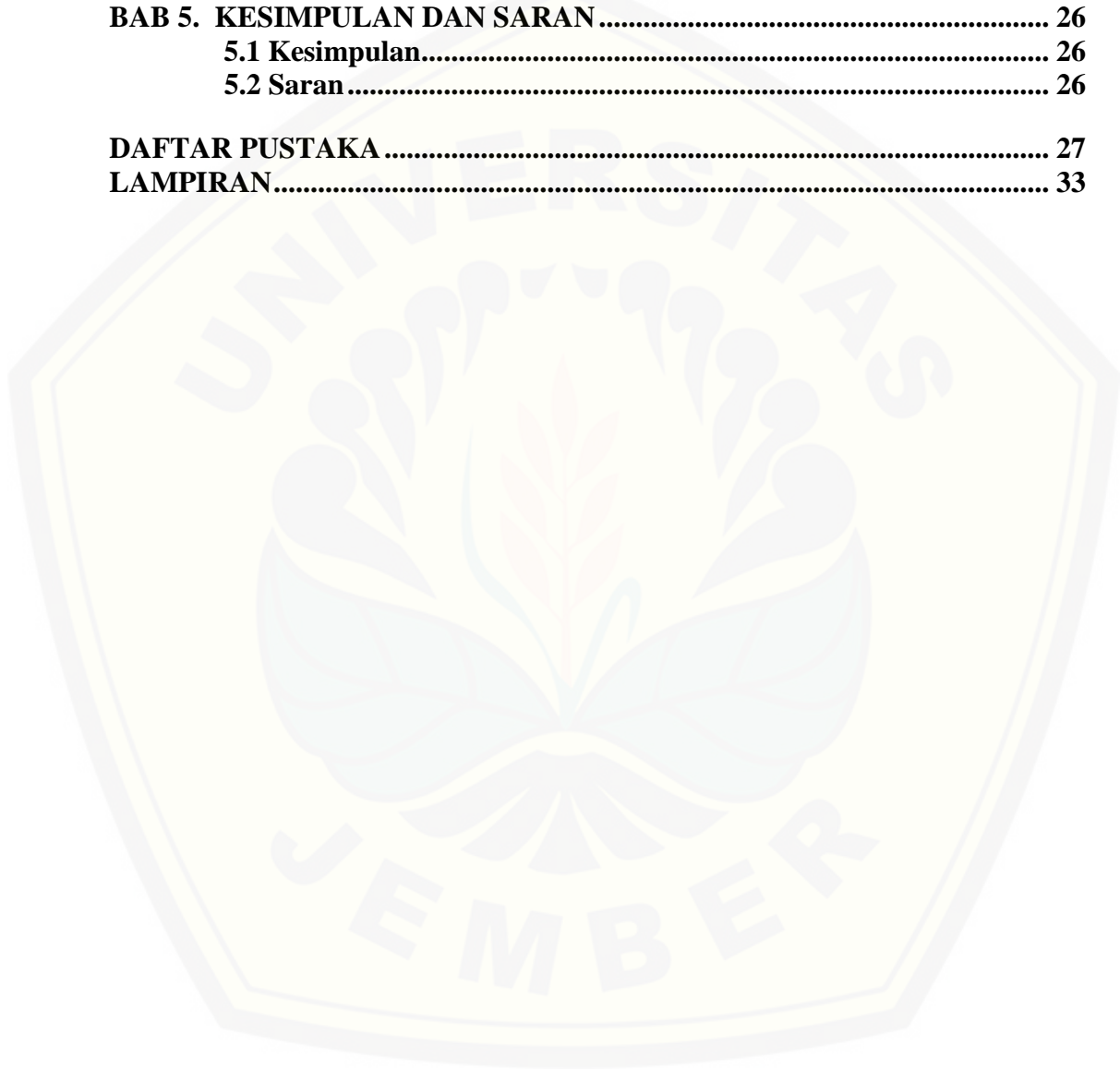
Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN.....	v
HALAMAN PENGESAHAN.....	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Tanaman Dringo (<i>Acorus calamus</i> L.).....	4
2.1.1 Klasifikasi Tanaman Dringo (<i>A. calamus</i>)	4
2.1.2 Senyawa aktif bersifat insektisida pada <i>A. calamus</i>	5
2.2 Fraksi Heksan Ekstrak Rimpang <i>A. calamus</i>	6
2.2.1 Pengertian Ekstraksi dan Partisi	6
2.2.2 Ekstraksi Senyawa Aktif pada rimpang <i>A. calamus</i> dengan Metode Maserasi	7
2.2.3 Partisi Senyawa Aktif <i>A. calamus</i> dengan Heksan.....	7
2.3 <i>Hypothenemus hampei</i>	8
2.3.1 Klasifikasi <i>Hypothenemus hampei</i>	8
2.3.2 Siklus Hidup <i>Hypothenemus hampei</i>	9
2.3.3 Aktivitas <i>Hypothenemus hampei</i> pada buah kopi.....	10
2.4 Perkebunan Kopi Rakyat Desa Sidomulyo	12
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	13
3.1 Tempat dan Waktu.....	13
3.2 Alat dan Bahan	13
3.3 Rancangan Penelitian.....	13
3.4 Persiapan Penelitian	14
3.4.1 Pengambilan dan Persiapan Pembuatan Fraksi Heksan Ekstrak Rimpang <i>A. calamus</i>	14
3.4.2 Pembuatan Konsentrasi 1,2% Fraksi Heksan Ekstrak rimpang <i>A. calamus</i>	15

3.5 Pelaksanaan Penelitian.....	16
3.6 Analisis data	18
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	19
4.1 Pengaruh Penyemprotan Air terhadap Serangan <i>H. hampei</i> di Kelompok Kontrol	19
4.2 Pengaruh Aplikasi Fraksi Heksan Ekstrak Rimpang <i>A. calamus</i> terhadap Buah Kopi di Kelompok Heksan	22
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	26
5.1 Kesimpulan.....	26
5.2 Saran	26
DAFTAR PUSTAKA	27
LAMPIRAN.....	33



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Tanaman Dringo (<i>A. calamus</i>)	4
Gambar 2.2 Rimpang <i>A. calamus</i>	5
Gambar 2.3 Siklus hidup <i>H. hampei</i>	10
Gambar 2.4 Imago <i>H. hampei</i> betina menggerak buah kopi yang hijau.....	11
Gambar 3.1 Proses Partisi	15
Gambar 3.2 Pemilihan 4 ranting dan letak label pada buah kopi	17
Gambar 3.3 Denah kebun penelitian kopi rakyat desa Sidomulyo	18
Gambar 4.1 Jumlah buah kopi kelompok kontrol yang terserang oleh <i>H. hampei</i>	19
Gambar 4.2 Persentase serangan <i>H. hampei</i> pada buah kopi kelompok kontrol ..	20
Gambar 4.3 Jumlah buah kopi kelompok heksan yang terserang <i>H. hampei</i>	22
Gambar 4.4 Persentase serangan <i>H. hampei</i> pada buah kopi kelompok heksan...	23

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 3.1 Kondisi area kelompok kontrol dan area kelompok fraksi heksan sebelum aplikasi	33
Lampiran 4. 1 Hasil pengamatan serangan <i>H. hampei</i> pada kelompok kontrol ...	34
Lampiran 4. 2 Data pendukung pengukuran abiotik rata-rata kelembaban, suhu, dan intensitas cahaya matahari pada kelompok kontrol dalam 1 hari	40
Lampiran 4. 3 Data pendukung pengukuran abiotik rata-rata kelembaban, suhu, dan Intensitas cahaya matahari pada kelompok kontrol dalam 1 minggu.....	41
Lampiran 4. 4 Data pengamatan presipitasi dalam 1 hari.....	42
Lampiran 4. 5 Data pengamatan presipitasi dalam 1 minggu.....	44
Lampiran 4. 6 Hasil pengamatan serangan <i>H. hampei</i> pada kelompok fraksi heksan	45
Lampiran 4. 7 Analisis Uji Friedman menggunakan Software SPSS versi 15 terhadap data pengamatan serangan <i>H. hampei</i> di kelompok fraksi heksan	52
Lampiran 4. 8 Data pendukung pengukuran abiotik rata-rata kelembaban,suhu, dan Intensitas cahaya matahari pada kelompok fraksi heksan dalam 1 hari.....	53
Lampiran 4. 9 Data pendukung pengukuran abiotik rata-rata kelembaban, suhu, dan Intensitas cahaya matahari pada kelompok fraksi heksan dalam 1 minggu.....	54
Lampiran 5. 1 Hasil Plagiarism Checker X versi 5.1.4.....	55

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kopi (*Coffea* sp.) merupakan salah satu komoditas ekspor Indonesia. Tahun 2013, Indonesia mengekspor kopi ke berbagai negara sebanyak 534.023 ton yang memiliki nilai ekspor dengan harga US\$ 1.174.029 (Kementerian Pertanian, 2014). Data tahun 2012, menunjukkan bahwa Indonesia memiliki lahan perkebunan kopi seluas 1.235.289 hektar dan jumlah produksi kopi adalah 691.163 ton. Lahan perkebunan kopi Indonesia meningkat menjadi 1.241.712 hektar pada tahun 2013, namun total produksi kopi hanya mencapai 675.881 ton (Kementerian Pertanian, 2014). Penurunan produksi kopi pada tahun 2012 hingga 2013 adalah sebesar 15.282 ton. Menurut Prastowo *et al.* (2010) penurunan produksi kopi dapat disebabkan adanya Organisme Pengganggu Tanaman (OPT), yaitu *Hypothenemus hampei*.

H. hampei merupakan jenis kumbang yang menjadi hama penggerek buah kopi. Kumbang betina dewasa *H. hampei* menggerek dan meletakkan telur di dalam buah kopi. Setelah telur menetas, larva *H. hampei* memakan endosperma biji kopi. Rusaknya endosperma pada biji kopi dapat menurunkan kualitas biji (Vega *et al.*, 2009). Salah satu cara pengendalian hama penggerek buah kopi yang diterapkan untuk mengurangi populasi *H. hampei* adalah menggunakan insektisida kimia sintetik (Prastowo *et al.*, 2010).

Insektisida kimia sintetik yang pernah diaplikasikan untuk membunuh *H. hampei* memiliki bahan aktif lindane dan endosulfan (Brun *et al.*, 1989). Insektisida endosulfan dan lindane dalam penggunaannya menimbulkan resistensi pada *H. hampei* (Gingerich *et al.*, 1996). Dampak resistensi yang besar dari penggunaan insektisida sintetik, membuat para ahli kembali pada pemanfaatan Insektisida nabati. Insektisida nabati memiliki sifat non persisten di alam. Pemanfaatan insektisida nabati diharapkan dapat mengendalikan OPT pada kopi. Salah satu

tanaman yang berpotensi menjadi bahan insektisida nabati adalah Dringo (*Acaros calamus* L.).

A. calamus merupakan tanaman herba yang mengandung senyawa aktif berupa (*E*)-*Methylisoeugenol*, β -*Asarone*, α -*Asarone*, dan *Methyleugenol* (Liu *et al.*, 2013). Penelitian yang telah dilakukan oleh Schimdt *et al.* (1991) mengemukakan bahwa minyak serta uap dari rimpang *A. calamus* memiliki efek racun dan efek steril dalam melawan serangga pengganggu seperti kutu beras (*Sitophilus oryzae*). Hasil penelitian dari Purwatiningsih dan Mumpuni (2015) nilai LC₅₀ 24 jam fraksi heksan ekstrak rimpang *A. calamus* terhadap *H. hampei* adalah 2,96%. Selanjutnya, penelitian skala semi lapangan menunjukkan nilai LC₉₀ 1 minggu dari fraksi heksan ekstrak rimpang *A. calamus* pada *H. hampei* adalah 1,14%.

Penelitian tentang keefektifan fraksi heksan ekstrak rimpang *A. calamus* telah dilakukan dalam skala laboratorium dan semi-lapangan, namun untuk mengetahui pengaruh fraksi heksan ekstrak rimpang *A. calamus* perlu dilakukan penelitian dalam skala lapangan. Konsentrasi fraksi heksan ekstrak rimpang *A. calamus* yang digunakan dalam penelitian lapangan adalah 1,2%. Tempat yang digunakan dalam penelitian lapangan adalah perkebunan kopi rakyat Sidomulyo, hal ini disebabkan perkebunan kopi rakyat di desa Sidomulyo merupakan salah satu pusat produksi kopi robusta di kabupaten Jember (Novita *et al.*, 2012).

1.2 Rumusan masalah

Apakah fraksi heksan ekstrak rimpang *A. calamus* memiliki pengaruh terhadap serangan *H. hampei* di Perkebunan kopi rakyat Sidomulyo.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh fraksi heksan ekstrak *A. calamus* terhadap serangan *H. hampei* pada perkebunan kopi rakyat Sidomulyo.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini bagi peneliti adalah untuk memberikan informasi pengaruh fraksi heksan ekstrak rimpang *A. calamus* terhadap serangan hama penggerek buah kopi di Perkebunan Rakyat Desa Sidomulyo. Manfaat penelitian ini bagi Universitas Jember yaitu memberikan informasi tentang fraksi heksan ekstrak rimpang *A. calamus* sebagai salah satu insektisida nabati untuk mempengaruhi serangan *H. hampei* di perkebunan kopi. Manfaat penelitian ini bagi masyarakat Desa Sidomulyo yaitu memberikan informasi tentang potensi *A. calamus* untuk menjadi bahan insektisida nabati.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah aplikasi fraksi heksan ekstrak *A. calamus* diberikan pada buah kopi yang masih hijau

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Dringo (*Acorus calamus* L.)

2.1.1 Klasifikasi Tanaman Dringo (*A. calamus*)



Gambar 2.1 Tanaman Dringo (*A. calamus*)

Klasifikasi ilmiah tanaman dringo menurut Backer dan Brink (1965), adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Liliopsida
Ordo	: Acorales
Famili	: Acoraceae
Genus	: <i>Acorus</i>
Spesies	: <i>Acorus calamus</i> L.

A. calamus dapat ditemukan di rawa-rawa (Manhas *et al.*, 2009). “Tanaman ini memiliki daun dengan tipe daun tunggal, berbentuk lanset, ujung daun runcing, permukaan tepi daun rata, sistem pertulangan daun adalah sejajar, dan daun berwarna hijau. Tipe Bunga *A. calamus* adalah bunga majemuk berbentuk bongkol.

Bunga tumbuh pada bagian ketiak daun” (Backer dan Brink, 1965). *A. calamus* memiliki rimpang (*rhizome*) yang berbentuk silinder (Gambar 2.2). “Panjang diameter rimpang mencapai 0,75 inchi atau 1,5 cm. Rimpang berwarna putih, hijau muda, hingga merah muda” (Raja *et al.*, 2009).



Gambar 2.2 Rimpang *A. calamus*

2.1.2 Senyawa aktif bersifat insektisida pada *A. calamus*

Berdasarkan hasil penelitian dengan *skrining* fitokimia yang dilakukan oleh Prayitno *et al.* (2015) ekstrak metanol rimpang dari tanaman *A. calamus* memiliki senyawa minyak atsiri, alkaloid, saponin, tanin, dan triterpenoid. Minyak dari *A. calamus* mengandung senyawa (*E*)-*Methylisoeugenol*, β -*Asarone*, α -*Asarone*, dan *Methyleugenol* (Liu *et al.*, 2013). Penelitian lain yang dilakukan oleh Raja *et al.* (2009) menemukan senyawa *asarone* pada bagian rimpang dan senyawa *Asaryaldehyde* ditemukan di daun *A. calamus*. Rimpang kering dari *A. calamus* menurut Singh *et al.* (2011) mengandung senyawa folatil, yaitu: β -*asarone*, *cholin*, *flavones*, *acoradin*, *galangin*, *acolumone*, dan *isocolamone*.

Menurut Yao *et al.* (2008) menyatakan ekstrak rimpang *A. calamus* dengan fraksi etanol selain memiliki senyawa α -*asarone* dan β -*asarone*, juga memiliki *Z-asarone* yang berperan sebagai racun kontak dan *repellant* dalam mengusir *Sitophilus zeamais*. Penelitian yang dilakukan oleh Purwatiningsih dan Mumpuni

(2015) menyatakan Fraksi heksan rimpang *A. calamus* memiliki senyawa α -asarone dan β -asarone.

2.2 Fraksi Heksan Ekstrak Rimpang *A. calamus*

2.2.1 Pengertian Ekstraksi dan Partisi

Ekstraksi merupakan suatu proses pemisahan zat terlarut melalui dua buah pelarut yang dapat melarutkan zat tersebut namun kedua pelarut ini tidak saling melarutkan (*immiscible*) (Wonorahardjo, 2013). Ekstraksi dari materi atau bahan alam bertujuan untuk mengambil senyawa kimia yang terdapat dalam bahan alam. Prinsip dasar dari metode ekstraksi adalah proses perpindahan massa komponen zat ke dalam pelarut akibat adanya ikatan kimia antara zat terlarut dan pelarut (Sudjadi, 1986). Jenis metode ekstraksi dibagi menjadi beberapa teknik, diantaranya: Maserasi, perlokasi, sokletasi, destilasi uap, dan refluks (Wonorahardjo, 2013).

Metode ekstraksi yang digunakan untuk mengambil senyawa aktif pada *A. calamus* adalah Maserasi. Maserasi merupakan proses pengekstrakan simplisia dengan beberapa kali pengadukan pada suhu ruang. Prinsip teknik maserasi adalah keseimbangan pada pencapaian konsentrasi antara pelarut dan zat terlarut (Handa *et al.*, 2008). Simplisia merupakan bahan obat alam yang berada dalam bentuk aslinya. Simplisia pada *A. calamus* tergolong simplisia nabati, karena bahan obat alam berasal dari bagian tumbuhan (Kementerian Kesehatan RI, 2014).

Partisi adalah proses pemisahan senyawa dalam 2 jenis zat pelarut yang berbeda dan tidak saling bercampur. “Prinsip pemisahan zat terlarut dengan partisi adalah perbedaan kelarutan dengan syarat kedua jenis pelarut tidak akan saling bercampur, sehingga senyawa aktif dalam bahan terikat atau terlarut dalam pelarut sesuai tingkat kepolarannya” (Jannah, 2015). Partisi bertujuan untuk memisahkan dan mengikat senyawa aktif yang masih tercampur ke dalam pelarut dengan tingkat kepolaran berbeda (Rohman, 2007).

2.2.2 Ekstraksi Senyawa Aktif pada rimpang *A. calamus* dengan Metode Maserasi

Prinsip maserasi dapat dilakukan dengan merendam simplisia yang berasal dari rimpang *A. calamus* dalam cairan pengekstraksi selama waktu tertentu. Cairan pengekstraksi yang digunakan dalam maserasi ini berupa larutan organik, yaitu Etanol 96%. Rendaman simplisia disimpan pada tempat yang tidak terkena sinar matahari untuk mencegah reaksi yang mengganggu proses maserasi. Pada tahap perendaman terjadi pemecahan dinding sel akibat perbedaan konsentrasi larutan dan tekanan dinding sel, sehingga senyawa metabolit sekunder yang ada di sitoplasma akan terlarut dalam pelarut organik (Handa *et al.*, 2008). Zat yang tidak terlarut dalam pelarut organik akan membentuk suatu padatan yang disebut endapan. Larutan dan endapan yang diperoleh selama tahap perendaman disaring menggunakan kertas saring. Hasil penyaringan menggunakan kertas saring disebut sebagai filtrat, zat yang tertinggal dalam kertas saring disebut ampas (residu). Filtrat kemudian dipekatkan menggunakan *rotary evaporator* untuk menguapkan pelarut organik atau cairan pegekstraksi.

2.2.3 Partisi Senyawa Aktif *A. calamus* dengan Heksan

Filtrat Ekstrak *A. calamus* yang telah dipekatkan, kemudian dilakukan proses pemisahan yang disebut tahapan Partisi. Tahapan partisi membuat filtrat *A. calamus* terpisah sesuai dengan perbedaan pelarut organik. Filtrat yang terpisah dan berikatan dengan pelarut organik disebut dengan fraksi. Pemisahan filtrat dilakukan berulang kali hingga warna pelarut pada fraksi berwarna bening. “Pemisahan dilakukan menggunakan corong pisah sehingga diperoleh dua bagian yang sesuai dengan tingkat kepolarannya dengan perbandingan konsentrasi seimbang dan tetap. Filtrat yang berbeda kemudian dipekatkan sehingga diperoleh fraksi dengan kepolaran berbeda” (Gu, 2000).

Pelarut yang digunakan untuk memisahkan filtrat *A. calamus* pada tahapan partisi adalah heksan. “Heksan merupakan pelarut non polar dan termasuk senyawa hidrokarbon alkana dengan rumus kimia C_6H_{14} . Pelarut heksan dikenal sebagai

hexyl hydride atau *caproyl hydride*. Titik didih pelarut ini adalah 68,7 °C dan kelarutannya dalam air sebesar 9,5 mg/L pada 25°C” (Pubchem, 2015). Filtrat *A. calamus* yang telah berhasil dipisahkan melalui tahapan partisi menggunakan pelarut heksan dan telah dipekatkan disebut fraksi heksan. Berdasarkan penelitian dilakukan oleh Jannah (2015), pelarut heksan lebih efektif mengikat senyawa aktif pada ekstrak rimpang *A. calamus* dibandingkan dengan pelarut metanol. Penelitian dalam skala semi lapangan yang dilakukan Purwatiningsih dan Mumpuni (2015), menunjukkan bahwa nilai LC₉₀ 1 minggu fraksi heksan terhadap *H. hampei* adalah 1,14%.

2.3 *Hypothenemus hampei*

2.3.1 Klasifikasi *Hypothenemus hampei*

Klasifikasi ilmiah serangga penggerek buah kopi adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia
Filum	: Arthropoda
Kelas	: Insekta
Ordo	: Coleoptera
Famili	: Scolytidae
Genus	: <i>Hypothenemus</i>
Spesies	: <i>Hypothenemus hampei</i> Ferr. (Stephen dan Wood, 2007)

H. hampei merupakan serangga penggerek buah kopi (PBKo) yang termasuk dalam famili Scolytidae dan ordo Coleoptera. Badan *H. hampei* berwarna hitam kecoklatan, serta berbentuk bulat pendek dengan ukuran pronotum sepertiga panjang badan menutupi kepala (Kalshoven, 1981). Ukuran badan serangga betina pada *H. hampei* lebih panjang dibandingkan serangga jantan, hal ini ditunjukkan dengan ukuran serangga jantan yang mencapai 1,6 mm, sedangkan untuk serangga betina memiliki ukuran tubuh hingga 2,5 mm (Kalshoven, 1981).

H. hampei merupakan serangga yang secara umum siklus hidupnya bergantung pada buah kopi, sehingga serangga ini mudah ditemukan pada tanaman kopi. Menurut Venkatesha *et al.* (dalam Srinivasan, 1998) Kumbang *H. hampei*

menyukai biji kopi yang endospermanya sudah mengeras. Hal ini dapat dikaitkan dengan aktivitas peletakan telur, sebab kumbang *H. hampei* memanfaatkan buah kopi muda yang endospermanya masih lunak sebagai pakannya (Sreedharan *et al.*, 2001).

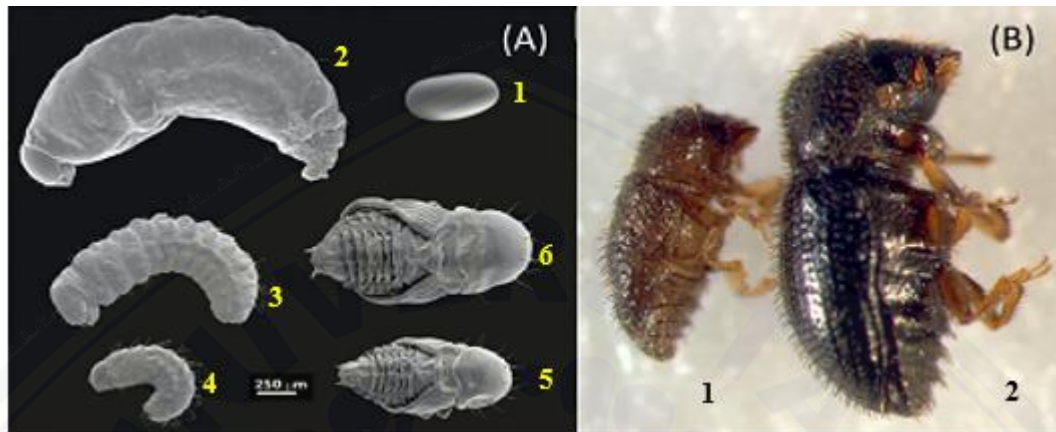
2.3.2 Siklus Hidup *Hypothenemus hampei*

H. hampei betina yang telah berkopulasi akan membuat lubang gerakan dari permukaan kulit luar kopi (mesokarp) di dekat ujung buah (Baker *et al.*, 1992). *H. hampei* betina meletakkan telurnya di dalam buah kopi yang matang apabila kondisi suhu dan kelembaban lingkungan dalam keadaan optimal (Vijayalakshmi *et al.*, 2013). Hal ini didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Jaramillo *et al.* (2009) menyatakan bahwa peletakan telur oleh *H. hampei* betina terjadi pada suhu 20 °C hingga 30 °C, sedangkan pada suhu 15 °C dan 35 °C tidak ditemukan aktivitas peletakan telur pada imago betina *H. hampei*.

Perkembangan *H. hampei* pada stadium telur hingga imago dipengaruhi oleh suhu dan kelembaban lingkungan. Suhu 20 °C – 33 °C merupakan suhu optimal bagi perkembangan *H. hampei* pada stadium telur dan larva instar pertama. Tahapan larva instar kedua, prepupa, pupa, dan dewasa berkembang pada suhu 20 °C – 30 °C. Kondisi lingkungan dengan suhu 15 °C dan 35 °C membuat perkembangan *H. hampei* menjadi terhambat dan menyebabkan kematian di dalam buah kopi (Jaramillo *et al.*, 2009). Kelembaban 85% pada laboratorium mampu meningkatkan perkembangan *H. hampei* dalam buah kopi (Ruiz-cardenaz dan Baker, 2010). Kelembaban relatif 84% hingga 93,5% juga meningkatkan ketahanan hidup imago *H. hampei* betina, selain itu jumlah stadium sebelum imago meningkat menjadi lima kali lipat pada kelembaban relatif 93,5% (Baker *et al.*, 1994).

Serangga betina dari *H. hampei* mampu meletakkan 31 – 119 telur dalam sebuah biji kopi (Damon., 2000). Telur dari *H. hampei* menetas dalam 4 – 9 hari. Selanjutnya stadia larva berlangsung pada 10 – 26 hari. Periode prepupa dari *H. hampei* adalah 2 hari, sedangkan stadia pupa 4 hari. Total siklus hidup dari *H. hampei* adalah 25 – 35 hari dihitung dari telur hingga masa kumbang dewasa (Le

Pelley, dalam Vijayalakshmi *et al.*, 2013). Menurut Barrera (dalam Damon, 2000) *H. hampei* jantan dapat hidup selama 20 hingga 87 hari dan rata-rata *H. hampei* betina dapat hidup selama 157 hari.



Gambar 2.3 Siklus hidup *H. hampei*. A.1) telur (A.2) prepupa (A.3) larva instar kedua (A.4) larva instar pertama (A.5) pupa jantan (A.6) pupa betina. (B.1) imago jantan (B.2) imago betina (Sumber: Vega *et al.*, 2009)

H. hampei jantan dewasa yang muncul dari stadium pupa memiliki waktu lebih singkat daripada *H. hampei* betina. Menurut Vijayalakshmi *et al.* (2013) *H. hampei* jantan memiliki sayap yang kecil, sehingga membuat mereka tidak dapat terbang dan tinggal di dalam biji kopi (Gambar 2.3 B). Selama di dalam biji kopi, *H. hampei* jantan melakukan kopulasi terhadap *H. hampei* betina dewasa yang telah selesai dari stadium pupa (Vijayalakshmi *et al.*, 2013). Setiap jantan dewasa dari *H. hampei* mampu melakukan kopulasi dengan 2 ekor betina dewasa dalam sehari dan 30 ekor betina dewasa dalam siklus hidupnya (Waterhouse, 1998). Apabila jantan dewasa tidak muncul dalam 1 keturunan, *H. hampei* betina mencari jantan pada buah kopi lain yang telah tergerek (Damon, 2000).

2.3.3 Aktivitas *Hypothenemus hampei* pada buah kopi

Aktivitas menggerek dari *H. hampei* (Gambar 2.4) menyebabkan menurunnya produksi buah kopi dan kualitas biji kopi yang dihasilkan oleh perkebunan kopi. Kualitas biji kopi menjadi turun disebabkan oleh aktivitas

menggerek dari stadium larva hingga imago pada *H. hampei* (Suwarso, 1997). Aktivitas menggerek *H. hampei* pada buah kopi dengan struktur endosperma yang keras dapat menyebabkan pengaruh negatif terhadap kandungan kafein dan gula perecdusi (Manurung, 2009). Sementara itu, kopi muda yang tergerek oleh *H. hampei* akan busuk dan gugur, hal ini disebabkan lubang yang terdapat dalam buah menjadi tempat berkembang biaknya mikroorganisme (Susilo, 2008). Buah kopi muda yang terserang oleh *H. hampei* akan gugur lebih cepat dan mempengaruhi jumlah produksi buah kopi.



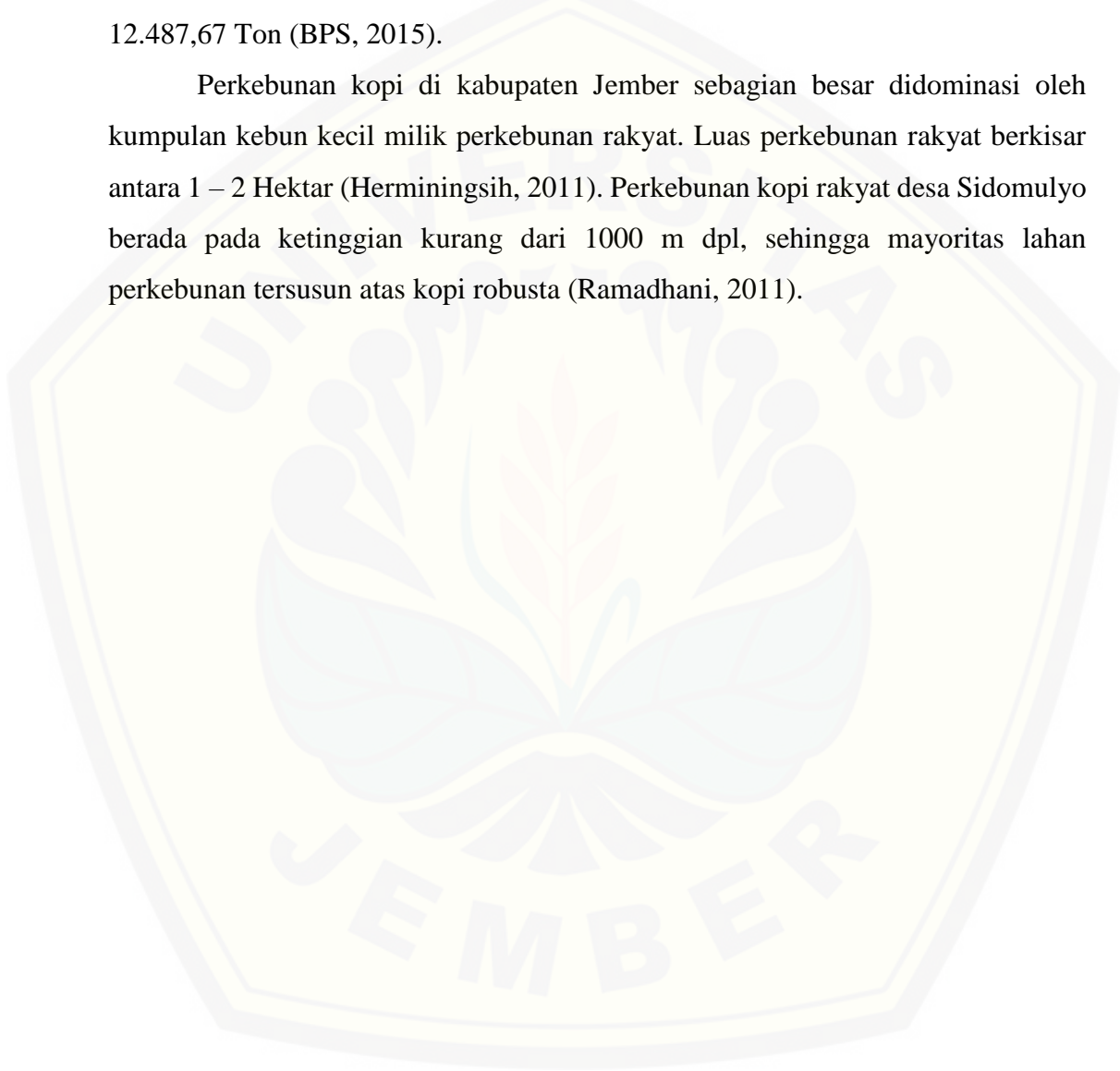
Gambar 2.4 Imago *H. hampei* betina menggerek buah kopi yang hijau

Imago *H. hampei* betina dapat menggerek ujung buah kopi yang muda dan tua dengan lubang gerekkan sebesar 1 mm (Manurung, 2009). Menurut Baker dan Barrera (1993), serangan dari serangga *H. hampei* pada buah kopi dibagi menjadi 3 kategori, yaitu : *Pre-brood*, *brood*, dan *post-brood*. Kategori *pre-brood* umumnya dijumpai pada buah yang masih muda, selain itu hanya akan dijumpai seekor serangga betina. Kategori *brood* ditemukan pada buah yang masak, terdapat minimal satu individu dengan stadium sebelum imago (telur hingga pupa). Kategori *post brood* dicirikan dengan biji kopi yang memiliki jaringan endosperma yang sedikit, selain itu terdapat individu imago.

2.4 Perkebunan Kopi Rakyat Desa Sidomulyo

Kabupaten Jember merupakan salah satu tempat produsen kopi di Jawa Timur (Herminingsih, 2011). Tahun 2014, luas total perkebunan kopi rakyat di kabupaten Jember adalah 5.596,29 Ha dengan total produksi sebesar 24.915,33 ton. Produksi kopi paling besar di kabupaten jember berasal dari kecamatan Silo yaitu 12.487,67 Ton (BPS, 2015).

Perkebunan kopi di kabupaten Jember sebagian besar didominasi oleh kumpulan kebun kecil milik perkebunan rakyat. Luas perkebunan rakyat berkisar antara 1 – 2 Hektar (Herminingsih, 2011). Perkebunan kopi rakyat desa Sidomulyo berada pada ketinggian kurang dari 1000 m dpl, sehingga mayoritas lahan perkebunan tersusun atas kopi robusta (Ramadhani, 2011).



BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan dari bulan September 2015 – Juni 2016 di Laboratorium Botani dan Zoologi Jurusan Biologi, Laboratorium Kimia Dasar Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember, dan Perkebunan Kopi Rakyat Desa Sidomulyo, Kecamatan Silo, Kabupaten Jember.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain timbangan, pisau, *cutter* atau silet, BUCHI R-114 *rotary evaporator*, gelas ukur Pyrex[®] 10 ml, gelas ukur Pyrex[®] 50 ml, gelas beker Pyrex[®] 1000 ml, tabung erlenmeyer Pyrex[®] 500 ml, tabung erlenmeyer Schott Duran[®] 500 ml, botol stok Schott Duran[®] 1000 ml, botol stok Schott Duran[®] 500 ml, corong pisah, spatula, mesin penggiling, dan *knapsack sprayer* SABARA[®] ukuran 5 liter, Luxmeter HIOKI, THM VA8010 (*Temperature-Humidity meter*), GPS etrex 10 dan kamera handphone.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kertas saring, etanol 96%, heksan, MgSO₄, rimpang *A. calamus*, Tween 80, alumunium foil, sarung tangan, dan air.

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini termasuk penelitian eksperimental yang menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan faktor tunggal. Fraksi heksan ekstrak rimpang *A. calamus* diuji dalam mempengaruhi serangan *H. hampei* pada buah kopi. Respon yang diamati adalah jumlah buah yang tergerak oleh *H. hampei* sebelum dan setelah aplikasi fraksi heksan ekstrak rimpang *A. calamus* dalam interval waktu yang berbeda.

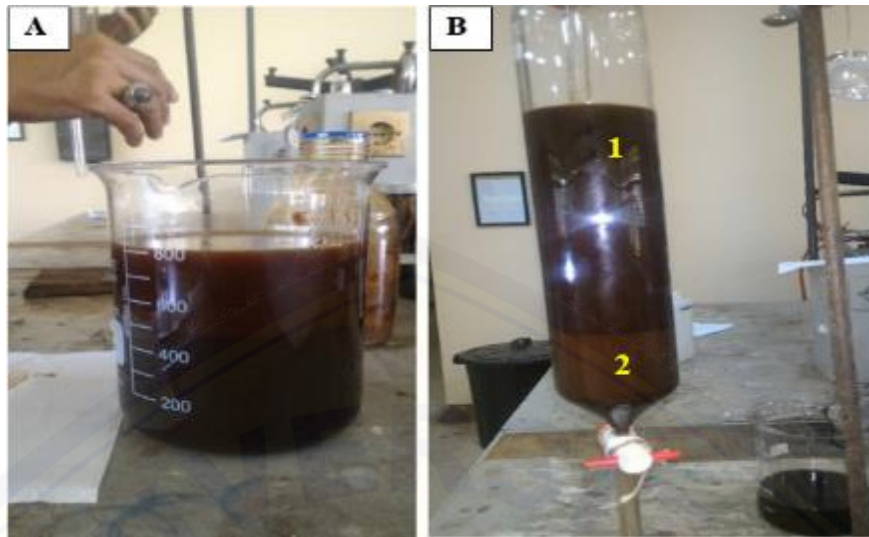
3.4 Persiapan Penelitian

3.4.1 Pengambilan dan Persiapan Pembuatan Fraksi Heksan Ekstrak Rimpang *A. calamus*

Tanaman *A. calamus* untuk penelitian diperoleh dari daerah Gebang, Kecamatan Patrang, Kabupaten Jember yang diambil pada bulan September 2015. Bagian yang digunakan adalah rimpang tanaman *A. calamus* yang telah dicuci bersih, diiris tipis dan dikeringanginkan pada udara terbuka tanpa terkena sinar matahari langsung selama 3 – 5 hari (Kuntorini *et al.*, 2011). Irisan rimpang *A. calamus* yang telah kering kemudian digiling dengan mesin penggiling sampai berbentuk serbuk.

Serbuk *A. calamus* yang telah halus ditimbang sebanyak 100 gram, kemudian direndam dengan 400 mL etanol 96%. Etanol 96% ditambah dengan MgSO₄ kemudian dibiarkan tertutup selama 24 jam, hal tersebut dilakukan sebelum digunakan dalam perendaman *A. calamus*. Penambahan MgSO₄ berfungsi untuk mengikat air dalam larutan etanol 96%. “Perendaman *A. calamus* dalam etanol 96% dilakukan selama 24 jam dan diulang 2 kali. Setelah 24 jam, rendaman disaring dengan kertas saring. Filtrat *A. calamus* diambil dan dipekatkan menggunakan rotary evaporator pada suhu 50 – 55⁰C dengan tekanan 250 – 300 mmHg hingga terbentuk filtrat ekstrak *A. calamus* berwarna coklat” (Jannah, 2015).

Filtrat ekstrak rimpang *A. calamus* yang telah dipekatkan kemudian disimpan dalam botol stok. Sebanyak 500 ml filtrat ekstrak rimpang *A. calamus* dari botol stok lalu ditambah dengan 1500 ml heksan. Penambahan larutan heksan 1500 ml ke dalam filtrat ekstrak rimpang *A. calamus* dilakukan secara bertahap dan diaduk hingga terbentuk 2 fase larutan (Gambar 3.1 A). 2 fase larutan kemudian dimasukkan ke dalam corong pemisah untuk diambil heksan yang mengikat senyawa aktif *A. calamus*. Fase larutan bagian atas merupakan heksan yang mengikat senyawa aktif *A. calamus* dan bagian dasar corong pemisah merupakan endapan *A. calamus* (Gambar 3.1 B). Endapan *A. calamus* yang berhasil dipisahkan dari larutan heksan disimpan dalam gelas beker dan larutan heksan hasil partisi dimasukkan dalam botol stok.



Gambar 3.1 Proses Partisi (A) 2 fase larutan terbentuk dari pelarut heksan dan filtrat ekstrak rimpang *A. calamus* setelah diaduk (B) Kedua larutan dimasukkan ke dalam corong pemisah (1. Fraksi heksan yang mengikat senyawa aktif *A. calamus* 2. Residu)

Sebanyak 2 liter larutan heksan hasil partisi dipekatkan sebanyak 2 kali menggunakan *Rotary evaporator*. Larutan *A. calamus* yang telah dipekatkan dan dipisahkan dari larutan heksan disebut sebagai fraksi heksan ekstrak rimpang *A. calamus*. Proses pemekatan tersebut menghasilkan 315 ml fraksi heksan ekstrak rimpang *A. calamus*. Fraksi heksan kemudian dimasukkan ke dalam botol stok dan larutan heksan yang telah terpisah selama proses pemekatan disimpan dalam botol penyimpanan.

Fraksi heksan ekstrak rimpang *A. calamus* kemudian dilarutkan dalam air sebelum dimasukkan di *knapsack sprayer*. Fraksi heksan memiliki tingkat kelarutan yang rendah di dalam air, hal ini disebabkan fraksi heksan bersifat non polar terhadap molekul air. Sehingga terdapat penambahan larutan *Tween 80* pada fraksi heksan, yang bertujuan untuk memudahkan kelarutan fraksi heksan di dalam air.

3.4.2 Pembuatan Konsentrasi 1,2% Fraksi Heksan Ekstrak rimpang *A. calamus*

Pembuatan konsentrasi 1,2% pada fraksi heksan dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$V_1.C_1 = V_2.C_2$$

keterangan :

V_1 : volume yang dicari

V_2 : volume yang diinginkan

C_1 : konsentrasi ekstrak awal

C_2 : konsentrasi yang diinginkan (Priyono, 1988)

Fraksi heksan ekstrak rimpang *A. calamus* 1,2% sebanyak 5000 ml dibuat dengan melarutkan 60 ml fraksi heksan dan 60 ml larutan Tween 80 dalam 4880 ml air. Fungsi larutan Tween 80 sebagai emulgator untuk memudahkan fraksi heksan ekstrak rimpang *A. calamus* larut dalam air (Anyaele dan Amusan, 2001). Fraksi heksan ekstrak rimpang *A. calamus* yang telah larut dalam air, kemudian dimasukkan ke *knapsack sprayer* 5 liter.

3.5 Pelaksanaan Penelitian

Pengujian dilakukan pada lahan kopi robusta seluas 1 hektar dengan ketinggian 548,6 m dpl. Lahan kopi robusta tersebut memiliki 800 pohon kopi yang masih belum diaplikasikan insektisida oleh petani. 800 pohon kopi kemudian dipilih 60 pohon yang memiliki buah kopi berwarna hijau. Pohon kopi dalam penelitian tersebut dipilih 4 ranting yang mengarah pada 4 arah mata angin untuk diberi label. Fungsi label adalah untuk memberikan tanda batas buah kopi yang diamati dan diberikan perlakuan. Adapun letak label kelompok buah kopi dapat diilustrasikan seperti pada gambar 3.2.

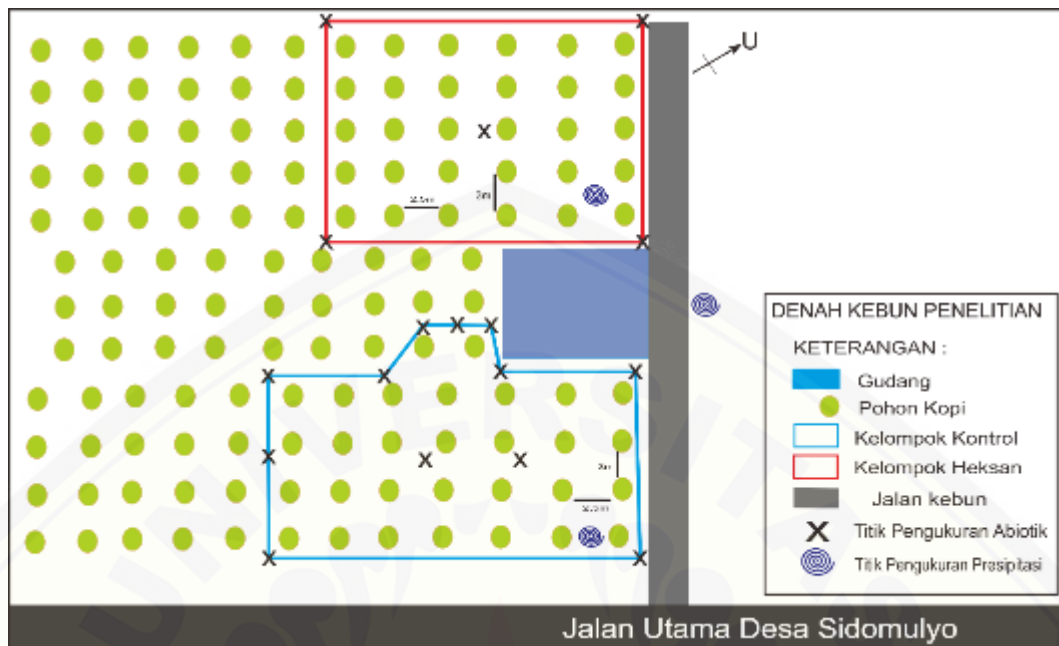


Gambar 3.2 Pemilihan 4 ranting dan letak label pada buah kopi

60 pohon kopi dibagi menjadi 2 kelompok yaitu 30 pohon kelompok kontrol dan 30 pohon kelompok heksan. Kelompok kontrol merupakan kelompok buah kopi yang disemprot dengan air menggunakan *knapsack sprayer*, sementara itu buah kopi dalam kelompok heksan diaplikasikan sebanyak 1 kali dengan fraksi heksan ekstrak rimpang *A. calamus* 1,2%. Adapun denah rancangan penelitian di lahan perkebunan kopi rakyat Sidomulyo digambarkan pada gambar 3.3, sedangkan kondisi awal kelompok kontrol dan fraksi heksan ditunjukkan pada lampiran 3.1. Penyemprotan kelompok kontrol dan heksan dilakukan dalam waktu yang berbeda. Penyemprotan air dalam kelompok kontrol dilakukan pada 7 April 2016, sementara itu kelompok heksan disemprot (diaplikasikan) dengan fraksi heksan pada 4 Mei 2016.

Satu hari sebelum dilakukan aplikasi dihitung jumlah buah kopi yang terserang oleh *H. hampei* pada tiap ranting dan jumlah total buah kopi dalam label pengamatan. Selanjutnya, dilakukan pengamatan yang sama selama 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari setelah aplikasi. Data pengamatan yang telah terkumpul kemudian ditentukan persentase buah yang terserang. Rumus persentase buah kopi yang terserang oleh *H.hampei* dalam 1 pohon, menurut Syahnen (2015) adalah sebagai berikut:

$$\text{Persentase Buah Terserang} = \frac{\text{Jumlah Buah Terserang pada ranting}}{\text{Jumlah Buah total pada ranting}} \times 100\%$$



Gambar 3.3 Denah kebun penelitian kopi rakyat desa Sidomulyo

Pengukuran abiotik terhadap suhu, kelembaban, intensitas cahaya, dan presipitasi juga dilakukan untuk mendapatkan data pendukung. Pengukuran ini dilakukan pada jam 9.00 hingga 11.00 dalam setiap hari selama 1 bulan. Pengukuran suhu dan kelembaban diukur menggunakan THM VA8010, sedangkan intensitas cahaya menggunakan luxmeter. Pengukuran presipitasi dilakukan dengan cara mengukur volume air hujan yang tertampung pada botol presipitasi. Air presipitasi yang terkumpul pada botol, kemudian diukur dengan gelas ukur Pyrex[®] 10 ml dan 50 ml. Titik pengukuran lingkungan abiotik berupa kelembaban, suhu, intensitas cahaya, dan presipitasi dapat ditunjukkan pada gambar 3.3.

3.6 Analisis data

Analisis data yang digunakan untuk menentukan pengaruh fraksi heksan ekstrak rimpang *A. calamus* adalah Uji Friedman ($\alpha = 5\%$). Uji Friedman termasuk uji non-parametrik yang digunakan untuk mengetahui perbedaan rata-rata sampel identik dalam 3 kondisi waktu berbeda atau lebih (Pallant, 2005).

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Analisis Uji Friedman ($\alpha = 5\%$) menunjukkan bahwa pemberian fraksi heksan ekstrak rimpang *A. calamus* mempengaruhi serangan *H. hampei* terhadap buah kopi selama hari ke 7 hingga hari ke 28 setelah aplikasi.

5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang uji efektivitas terhadap fraksi heksan ekstrak rimpang *A. calamus* dengan insektisida lain. Penelitian skala lapangan menunjukkan fraksi heksan ekstrak rimpang *A. calamus* memiliki kelemahan, yaitu mudah tercuci ketika diterapkan pada curah hujan yang tinggi. Berdasarkan hal tersebut maka perlu ditambahkan senyawa perekat, agar senyawa aktif tidak banyak tercuci oleh air hujan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anyaele, O. O. and Amusan, A. A. S. 2001. Toxicity of Hexalonic Extract of *Dennetia tripetala* (G. Baxer) on Larvae of *Aedes aegypti* (L.). *African journal of Bimedical Research*. 6: 49-53
- Badan Pusat Statistik kabupaten Jember, 2015. *Jember dalam angka Tahun 2015*. Jember: Badan Pusat Statistik kabupaten Jember.
- Backer, C.A., dan Brink R.C.B.V.D. 1965. *Flora of Java (Spermatophytes only)* Vol. 3. Leyden: The Rijksherbarium.
- Baker, P.S., Rivas, A., Balbunea, R., Ley, C., dan Barrera, J.F. 1994. Abiotic mortality factors of the coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*). *Entomologia experimentalis et applicata*. 71: 201 – 209
- Baker, P.S., Barrera, J.F. dan Rivas, A. 1992. Life-history Studies of The Coffee Berry Borer (*Hypothenemus hampei*, Scolytidae) on coffee trees in Southern Mexico. *Journal of Applied Ecology*. 29: 656 – 662
- Baker, P.S., Ley, C., Balbuena, R., dan Barerra, J.F. 1992. Factor affecting the emergence of *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae) from Coffee Berries. *Bulletin of entomological research*. 82(2): 145 – 150.
- Barrera, J.F. 1994. “Dynamique des populations du scolyte des fruits du cafeier, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae), et lutte biologique avec le parasitoide *Cephalonomia stephanideris* (Hymenoptera: Bethyridae), au Chiapas, Mexique”. Dalam Damon, A. (Ed.). A review of the biology and control of the coffee berry borer *Hypothenemus hampei* (Coleoptera, Scolytidae). *Bulletin of Entomological Research*. 90: 435 – 465.
- Benadives, P., Gongora, C., dan Bustillo, A. 2012. IPM Program to Control Coffee Berry Borer *Hypothenemus hampei*, with Emphasis on Highly Pathogenic Mixed Strains of *Beauveria bassiana*, to Overcome Insecticide Resistance in Colombia. *Artikel dalam Insecticides - Advances in Integrated Pest Management*. 511 – 514.
- Brun, L.O., Marcillaud, C., Gaudichon, V., dan Suckling, D.M. 1989. Endosulfan resistance in Coffee Berry Borer, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae) in New Caledonia. *Journal of Economic Entomology*. 82: 1311 – 1316
- Chen, Y. dan Seybold, S.J. 2016. Crepuscular Flight Activity of an Invasive Insect Governed by Interacting Abiotic Factors. *PLOS ONE Journal*. 9(8):

e105945.http://www.fs.fed.us/psw/publications/seibold/psw_2014_seibold_003_chen.pdf (Diakses pada 29 Juni 2016)

Damon, A. 2000. A review of the biology and control of the coffee berry borer *Hypothenemus hampei* (Coleoptera, Scolytidae). *Bulletin of Entomological Research*. 90: 435 – 465

Gingerich, D.P., Borsa, P., Suckling, D.M., dan Brun, L.O. 1996. Inbreeding in the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* (coleoptera: Scolytidae) estimated from endosulfan resistance phenotype frequencies. *Bulletin of Entomological Research*. 86: 667 – 674.

Gu, T. 2000. Liquid-liquid Partitioning Methods for Bioseparations. *Handbook of Bioseparations: Separation Science and Technology*. 2: 341 – 344.

Handa, S.S., Khanuja, S.P.S., Longo, G., Rakesh, D.D. 2008 *Extraction Technologies for Medicinal and Aromatic Plants*. Trieste: ICS UNIDO

Herminingsih, H. 2011. Penguatan Peran Lembaga Kelompok Tani dalam pengembangan Usaha Tani Kopi Rakyat (Studi Kasus Kelompok tani di Desa Sidomulyo Kecamatan Silo Kabupaten Jember). *J-SEP*. 5: 46 – 47.

Jannah, Arminatul, 2015. Uji Toksisitas Fraksi Polar dan Non Polar Ekstrak Rimpang Dringo (*Acorus calamus* L.) terhadap *Hypothenemus hampei* (Ferr.). *Skripsi*. Jember : Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember

Jaramillo, J., Olaye, A.C., Kamonjo, C., Jaramillo, A., Vega, F.E., Poehling, H.M., Borgemeister, E. 2009. Thermal Tolerance of The Coffe berry Borer *Hypothenemus hampei*. Predictions of climate Change impact on a Tropical Insect pest. *Climate Change & Coffe Journal*. 4(8): 1 – 8.

Jaramillo, J., Borgemeister, C., dan Baker, P. 2016. Coffee Berry Borer *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae): Searching for sustainable control strategies. *Article in bulletin of Entomological Research*. <https://www.researchgate.net/publication/7014376> (Diakses pada 13 Agustus 2016)

Kalshoven, L. G. E. 1981. *Pest of Crops In Indonesia*. Jakarta: PT. Ichtiar Baru-Van Hoeve

Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2014. *FARMAKOPE INDONESIA EDISI 5*. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI

Kementerian Pertanian, 2014. *Statistik Perkebunan Indonesia : Kopi (2013 – 2015)*. Jakarta : Direktorat Jenderal Perkebunan

- Kuntorini, E. M., Astuti, M. D. N., dan Milina. 2011. Struktur Anatomi dan kerapatan sel ekskresi Ekstrak Etanol dari Rimpang Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb) Asal Kecamatan Pengaron Kabupaten Banjar Kalimantan Selatan. *Bioscientiae*. 8: 28 – 37
- Kardinan, A., dan Suriati, S. 2012. Efektivitas pestisida Nabati Terhadap Serangan Hama Pada Teh (*Camellia sinensis* L.). *Buletin Penelitian Tanaman Tropika*. 23 (2): 148 – 151
- Le pelley, R. H. 1968. “Pests of Coffee”. Dalam Vijayalakshmi, C. K., Tintumol, K., dan Saibu, U. (Eds.). Coffe Berry Borer, *Hypothenemus hampei* (Ferrari): A Review. *International Journal of Innovative Research and Development*. 2 (13): 359
- Liu, X.C., Zhou, L.G., Liu, Z.L., dan Du, S.S. 2013. Identification of Insecticidal Constituents of the Essentials Oil of *Acorus alamus* Rhizomes against *Liposcelis bostrychophila* Badonnel. *Artikel ilmiah Molekul*. 18 : 5684 – 5691
- Maimunah, 2012. Kompleksitas Hama Utama Tanaman Kopi Robusta (*Coffea canephora*) pada Dua Jenis Naungan. *Skripsi*. Jember: Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Jember
- Manhas, R.K., Gautam, M.K., Kumari, D. 2009. Plant Diversity of a Fresh Water Swamp of Doon Valley, India. *Journal of American Science*. 5(1): 1 – 7
- Manurung, V.U. 2009. Penggunaan Brocap Trap untuk Pengendalian Penggerek Buah Kopi *Hypothenemus hampei* Ferr. (Coleoptera: Scolytidae) pada Tanaman Kopi. *Skripsi*. Medan: Departemen Ilmu hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas pertanian Universitas Sumatera utara.
- Mendesil, E., Jembere, B., dan Seyoum, E. 2004. Population Dynamics and Distribution of The Coffee Berry Borer, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae) on *Coffea arabica* L. in Southwestern Ethiopia. *SINET: Ethiopia Journal of Science*. 27(2): 127 – 134.
- Mendoza, M.E. 1996. “Evaluacion del dano ocasionado por la Broca del Café *Hypothenemus hampei* Ferarri 1867 (Coleoptera: Scolytidae), en los primeros estados de desarrollo del fruto, en dos zonas cafeteras del departamento del Valle del Cauca”. Dalam Benadives, P., Gongora, C., dan Bustillo, A. (Eds.). IPM Program to Control Coffee Berry Borer *Hypothenemus hampei*, with Emphasis on Highly Pathogenic Mixed Strains of *Beauveria bassiana*, to Overcome Insecticide Resistance in Colombia. *Artikel dalam Insecticides - Advances in Integrated Pest Management*. 511 – 514.

- Novita, E., Suryaningrat, I. B., Adriyani, I., dan Widyotomo, S. 2012. Analisis Keberlanjutan Kawasan Usaha Perkebunan Kopi (KUPK) Rakyat di Desa Sidomulyo Kabupaten Jember. *Agritech*. 32 (2): 127.
- Pallant, J. 2005. *SPSS SURVIVAL MANUAL: A step by step guide to data analysis using SPSS for Windows (Version 12)*. Sydney: Allen & Unwin
- Prastowo, B., Karmawati, E., Rubijo, Siswanto, Indrawanto, C., dan Munarso, S.J. 2010. *Budidaya dan Pasca Panen KOPI*. Jakarta: Eksa Media dan Pusat Penelitian dan perkembangan perkebunan
- Prayitno, Y. H., Khotimah, S., dan Bangsawan, P. I. 2015. Uji Aktivitas Antifungal Ekstrak Metanol Mentah Rimpang Jeringau Merah (*Acorus calamus* Linn.) terhadap Pertumbuhan *Malassezia furfur* secara in vitro. *Jurnal Pendidikan Dokter Kalbar*. Vol 3 No 1. <http://jurnal.untan.ac.id/index.php/jfk/article/view/10994/10474> [30 September 2015]
- Prijono, D. 1988. *Pengujian Insektisida: Penuntun Praktikum*. Bogor : Fakultas Pertanian IPB
- Pubchem Open Chemistry Database, 2015. Hexane. <http://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/hexane> [1 Desember 2015]
- Purwatiningsih dan Mumpuni, Sri, 2015. Efektivitas dan Produksi Massal Biopestisida Nabati Ekstrak Rimpang Dringo (*Acorus calamus* L.) Sebagai Pengendali Hama Penggerek Buah Kopi (*Hypothenemus hampei* (Ferrari)) (Coleoptera: Scolytidae). *Laporan penelitian ilmiah hibah bersaing DIKTI*. Jember: Universitas Jember.
- Raja, A. E., Vijayalakshmi, M., and Devalarao, G. 2009. *Acorus calamus* linn. : Chemistry and Biology. *Research Journal of Pharmacy and Technology*. 2 (2): 256 – 261
- Ramadhani, A. 2011. Studi Status Nitrogen Tanah Perkebunan Kopi Rakyat dengan Berbeda tanaman penangung di Desa Sidomulyo Kecamatan Silo Kabupaten Jember. *Skripsi*. Jember: jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Jember.
- Rohman, A. 2007. *Kimia Farmasi Analisis*. Jakarta: Pustaka Pelajar
- Ruiz-cardenaz, R., dan Baker, P. 2010. Life table of *Hypothenemus hampei* (Ferrari) in relation to coffee berry phenology under Colombian field conditions. *Journal of the Science and Agriculture*. 67 (6): 658 – 668

- Schimdt, G. H., Risha E. M. dan Nahal, A. K. M. E. 1991. "Reduction of Progeny of Some Stored-Product Coleoptera by Vapours of *Acorus calamus* oil". *Journal of Stored Product Research*. 43 (1-2): 55.
- Singh, Rupali, Sharma, dan Malviya. 2011. Pharmacological Properties and Ayurvedic Value of Indian Buch (*Acorus calamus*) : A Short Review. *Advances in Biological Reseach*. 5(3): 146
- Sodiq, M. 2000. Pengaruh Pestisida terhadap kehidupan organisme tanah. *Mapela*. 2(5): 20 – 22.
- Sreedharan, K., Kumar, P.K.V, dan Prakasan, C. 2001. *Coffee Berry Borer in India*. Karnataka: Central Coffee Research Institute
- Stephen, L., dan Wood, E. G. 2007. *Bark and Ambrosia Beetles of South America (Coleoptera, Scolytidae)*. Utah: Monte L. Bean Life Science Museum Brigham Young University
- Sudjadi, 1986. *Metode Pemisahan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Susilo, A. W. 2006. Ketahanan Tanaman Kopi (*Coffea* spp.) terhadap Hama Penggerek Buah Kopi (*Hypothenemus hampei* Ferr.). *Review Penelitian Kopi dan Kakao*. 24 (1): 1 – 14
- Suwarso, D. 1997. Perilaku dan Siklus hidup hama bubuk buah kopi (*Hypothenemus hampei*) (Coleoptera ; Scolitidae). *Laporan Penelitian*. Hal: 13. Jember : Lembaga Penelitian Universitas Jember.
- Syahnen, Asmar, Y., dan Siahaan, I. R. T. U. 2015. Rintisan Metode Pengamatan Hama Penggerek Buah Kopi (*Hypothenemus hampei* Ferr.) di Kabupaten Dairi Propinsi Sumatera Utara. *Artikel Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan Medan*. <http://ditjenbun.pertanian.go.id/bbpptpmedan/berita-278-rintisan-metode-pengamatan-hama-penggerek-buah-kopi.html> [16 Oktober 2015]
- Tan, K.H., dan Nishida, R. 2012. Methy eugenol: its Occurrence, distribution, and role in nature, especially in relation to insect behaviour and pollination. *Journal of insect Science*. 12 (56): 1 – 18
- Vega, F. E., Infante, F., Castillo, A., dan Jaramillo, J. 2009. The Coffee Berry Borer, *Hypothenemus hampei* Ferr. (Coleoptera: Curculionidae): a short review, with recent findings and future research directions. *Terrestrial Arthropod Reviews*. 2: 129 – 147
- Venkatesha, M. G., Seetharama, H.G., dan Sreedharan, K. 1998. "Coffee Pests and their Management". Dalam Srinivasan, C.S. (Eds.). *A compendium on Pests*

and Diseases of Coffee and Their Management in India. Kamataka : Coffee Research Institute.

Vijayalakshmi, C. K., Tintumol, K., dan Saibu, U. 2013. Coffe Berry Borer, *Hypothenemus hampei* (Ferrari): A Review. *International Journal of Innovative Research and Development*. 2 (13): 358

Waterhouse, D.F. 1998. *Biological Control of Insect Pest: Southeast Asian Prospects*. Melbourne: Brown Prior Anderson

Wiryadiputra, S. 2006. Penggunaan Perangkap Dalam Pengendalian Hama penggerak Buah kopi (PBKo, *Hypothenemus hampei*). *Pelita perkebunan*. 22 (2): 101 – 118.

Wonorahardjo, S. 2013. *Metode-metode Pemisahan Kimia: sebuah pengantar*. Jakarta: Akademia Pratama

Yao, Y. J., Cai W.L., Yang, C.J., Xue, D., dan Huang, Y.Z. 2008. Isolation and Characterization of Insectisidal Activity of (Z)-Asarone from *Acorus calamus* L. *Insect Science*. 15: 229 – 23

LAMPIRAN

Lampiran 3.1 Kondisi area kelompok kontrol dan area kelompok fraksi heksan sebelum aplikasi



Gambar E.1 (A) Kelompok Kontrol (B) Kelompok Fraksi Heksan

Lampiran 4. 1 Hasil pengamatan serangan *H. hampei* pada kelompok kontrol

POHON	RANTING	BUAH TERSERANG					BUAH TOTAL				
		6/4 [H-1]	14/4 [H+7]	21/4 [H+14]	28/4 [H+21]	5/5 [H+28]	6/4 [H-1]	14/4 [H+7]	21/4 [H+14]	28/4 [H+21]	5/5 [H+28]
1	1	2	1	0	1	1	70	70	72	69	76
	2	1	2	1	1	0	121	129	117	117	108
	3	9	6	9	9	1	54	53	54	54	47
	4	3	1	2	2	0	64	62	64	64	63
2	1	0	0	0	0	0	152	152	156	160	168
	2	2	0	1	0	0	88	80	80	79	85
	3	5	3	3	3	6	88	87	80	85	79
	4	4	3	1	1	0	77	72	77	77	78
3	1	0	1	1	0	1	116	115	117	115	116
	2	0	0	0	2	0	45	46	44	48	26
	3	2	3	0	0	9	99	100	90	45	97
	4	0	0	0	0	0	82	98	111	101	99
4	1	10	10	4	4	1	59	59	57	57	39
	2	10	4	6	10	10	73	71	70	70	70
	3	1	1	1	1	1	44	40	40	40	39
	4	6	3	2	2	0	64	63	64	65	63
5	1	0	0	0	0	0	79	76	77	77	78
	2	0	0	0	0	0	85	84	88	85	81
	3	6	16	16	0	0	82	83	78	67	65
	4	0	0	0	0	0	76	78	77	77	70

POHON	RANTING	BUAH TERSERANG					BUAH TOTAL				
		6/4 [H-1]	14/4 [H+7]	6/4 [H-1]	14/4 [H+7]	6/4 [H-1]	14/4 [H+7]	6/4 [H-1]	14/4 [H+7]	6/4 [H-1]	14/4 [H+7]
6	1	0	0	0	0	0	44	44	44	44	44
	2	0	0	0	0	0	69	67	66	67	63
	3	0	0	0	0	0	66	64	62	62	57
	4	0	0	0	0	0	74	73	74	74	47
7	1	0	1	0	2	2	46	44	44	44	45
	2	1	0	0	0	0	85	78	77	77	43
	3	0	0	0	0	0	52	43	44	43	41
	4	0	0	0	0	0	90	93	94	92	83
8	1	0	0	0	1	1	50	40	46	46	46
	2	0	0	2	0	0	38	34	55	38	38
	3	2	3	3	3	3	61	56	56	56	55
	4	1	1	1	0	0	75	96	94	93	60
9	1	0	0	0	0	0	73	83	73	73	67
	2	2	2	2	2	0	68	66	66	66	66
	3	3	2	2	4	0	47	47	46	47	36
	4	6	4	5	0	0	55	58	53	49	46
10	1	0	0	0	0	0	121	119	113	114	107
	2	1	4	3	0	3	83	77	80	82	79
	3	0	0	1	1	0	51	49	48	48	46
	4	0	0	0	0	0	100	79	89	88	81

POHON	RANTING	BUAH TERSERANG					BUAH TOTAL				
		6/4 [H-1]	14/4 [H+7]	6/4 [H-1]	14/4 [H+7]	6/4 [H-1]	14/4 [H+7]	6/4 [H-1]	14/4 [H+7]	6/4 [H-1]	14/4 [H+7]
11	1	0	0	0	0	0	82	82	77	80	75
	2	1	4	3	1	3	67	66	64	61	66
	3	0	0	1	0	0	46	40	44	42	42
	4	0	0	0	0	0	79	79	76	79	75
12	1	1	0	0	0	0	81	61	62	62	59
	2	3	2	0	4	3	80	75	77	77	71
	3	5	0	0	0	0	117	119	115	119	116
	4	2	1	0	0	0	86	87	85	86	72
13	1	1	0	0	0	1	44	45	33	45	30
	2	2	0	0	0	0	37	29	31	29	32
	3	0	0	0	0	0	33	27	27	26	26
	4	0	0	0	0	0	28	28	37	34	34
14	1	3	0	1	2	1	69	67	67	66	91
	2	0	0	0	0	0	35	34	34	34	33
	3	0	0	0	0	0	71	72	75	71	71
	4	0	0	0	0	0	43	43	43	43	53
15	1	0	1	2	1	0	45	45	45	45	39
	2	0	0	0	0	0	60	60	60	61	60
	3	2	1	0	0	0	133	137	128	119	125
	4	1	1	0	1	1	35	36	32	35	35

POHON	RANTING	BUAH TERSERANG					BUAH TOTAL				
		6/4 [H-1]	14/4 [H+7]	6/4 [H-1]	14/4 [H+7]	6/4 [H-1]	14/4 [H+7]	6/4 [H-1]	14/4 [H+7]	6/4 [H-1]	14/4 [H+7]
16	1	2	0	0	0	0	39	39	36	36	33
	2	2	0	0	2	0	33	32	32	32	30
	3	4	4	4	3	4	79	80	80	79	77
	4	1	0	0	0	0	30	29	29	29	29
17	1	0	3	0	1	0	57	36	57	57	57
	2	5	0	0	0	0	38	17	17	17	16
	3	0	0	0	0	0	35	34	34	34	38
	4	0	0	5	1	2	33	33	39	33	39
18	1	0	0	0	0	1	39	42	42	41	47
	2	0	5	3	4	0	107	117	105	105	105
	3	0	9	0	1	0	87	93	84	84	70
	4	0	2	0	0	0	91	102	105	104	92
19	1	7	8	5	6	2	37	35	37	35	32
	2	0	2	0	0	1	67	60	77	67	66
	3	5	11	6	5	2	57	61	61	60	54
	4	8	14	7	8	13	41	40	42	42	37
20	1	0	0	0	0	0	62	58	55	56	58
	2	0	0	0	0	0	45	39	39	48	39
	3	0	0	0	0	0	20	18	19	17	19
	4	0	0	0	0	0	44	44	43	39	41

POHON	RANTING	BUAH TERSERANG					BUAH TOTAL				
		6/4 [H-1]	14/4 [H+7]	6/4 [H-1]	14/4 [H+7]	6/4 [H-1]	14/4 [H+7]	6/4 [H-1]	14/4 [H+7]	6/4 [H-1]	14/4 [H+7]
21	1	0	0	0	0	0	78	71	71	71	68
	2	1	1	0	0	0	41	40	35	38	38
	3	1	0	0	0	0	69	67	68	15	47
	4	0	0	0	0	0	54	48	49	49	65
22	1	2	2	1	3	3	90	75	90	97	74
	2	0	0	0	0	0	18	17	17	17	17
	3	0	0	0	0	0	58	53	42	52	51
	4	0	0	0	0	0	131	89	91	115	97
23	1	0	0	0	0	0	42	38	36	35	34
	2	1	0	0	0	0	95	85	85	86	47
	3	7	2	0	0	0	35	34	34	34	35
	4	0	0	0	0	0	45	46	50	48	43
24	1	1	2	1	0	1	49	46	57	48	46
	2	0	0	0	0	1	25	24	24	23	23
	3	0	0	0	0	0	44	43	42	43	42
	4	1	0	0	0	0	58	53	52	54	51
25	1	2	0	2	0	1	84	74	74	73	79
	2	0	0	0	0	0	44	44	43	44	44
	3	0	0	0	0	0	38	35	35	36	35
	4	0	0	0	0	0	41	57	43	43	39

POHON	RANTING	BUAH TERSERANG					BUAH TOTAL				
		6/4 [H-1]	14/4 [H+7]	6/4 [H-1]	14/4 [H+7]	6/4 [H-1]	14/4 [H+7]	6/4 [H-1]	14/4 [H+7]	6/4 [H-1]	14/4 [H+7]
26	1	9	12	14	10	6	83	91	89	95	86
	2	1	1	1	0	0	72	73	69	74	74
	3	2	32	36	35	31	73	67	68	70	60
	4	0	0	0	0	0	76	81	73	76	76
27	1	0	0	0	0	0	81	56	57	60	39
	2	3	0	0	0	0	24	38	27	37	35
	3	5	0	0	0	0	57	46	58	58	37
	4	0	0	0	0	0	26	26	27	28	26
28	1	0	0	0	0	0	84	77	84	85	82
	2	0	0	0	0	0	95	92	99	93	99
	3	0	0	0	0	0	30	32	30	31	39
	4	0	0	0	0	0	69	69	74	75	75
29	1	0	0	0	0	0	45	48	48	46	48
	2	0	0	0	0	0	78	75	82	74	82
	3	1	0	0	0	0	44	44	44	42	44
	4	1	0	0	0	0	48	46	49	47	48
30	1	1	0	0	0	0	43	90	94	110	48
	2	0	0	0	0	0	56	56	56	57	55
	3	2	0	1	1	1	47	49	54	48	49
	4	0	0	0	0	0	80	80	79	79	62
TOTAL		173	191	159	138	117	7628	7444	7481	7390	7020

Lampiran 4. 2 Data pendukung pengukuran abiotik rata-rata kelembaban, suhu, dan intensitas cahaya matahari pada kelompok kontrol dalam 1 hari

WAKTU	RATA-RATA		
	Kelembaban	Suhu	Intensitas
4/6/2016	68.4	29.4	1820.8
4/13/2016	75.3	28.4	3000.0
4/14/2016*	0.0	0.0	0.0
4/15/2016	73.8	28.5	1900.0
4/16/2016	74.2	28.8	2169.7
4/17/2016	57.1	32.4	2445.8
4/18/2016	51.0	33.2	2420.8
4/19/2016	51.2	31.9	2097.2
4/20/2016	50.2	31.4	2479.2
4/21/2016	53.3	29.1	2961.1
4/22/2016	81.8	27.2	1656.9
4/23/2016	49.5	31.0	2433.3
4/24/2016	56.9	29.5	2094.4
4/25/2016	57.0	30.3	2230.6
4/26/2016	56.4	32.4	1975.0
4/27/2016	50.9	32.3	2441.7
4/28/2016	61.1	27.7	2050.0
4/29/2016	49.0	33.2	1868.9
4/30/2016	62.0	29.0	2051.7
5/1/2016	61.2	30.6	1933.3
5/2/2016	77.5	29.3	1377.8
5/3/2016	51.2	32.5	2527.8

WAKTU	RATA-RATA		
	Kelembaban	Suhu	Intensitas
5/4/2016	58.9	31.4	2177.8

* pengukuran abiotik terhadap suhu, kelembaban, dan cahaya matahari tidak dilakukan.

Lampiran 4. 3 Data pendukung pengukuran abiotik rata-rata kelembaban, suhu, dan Intensitas cahaya matahari pada kelompok kontrol dalam 1 minggu

WAKTU	RATA-RATA		
	Kelembaban	Suhu	Intensitas
6 April - 13 April 2016	**	**	**
14 April - 20 April 2016	51.1	26.6	1930.4
21 April - 27 April 2016	58.0	30.2	2256.2
28 April - 4 Mei 2016	60.1	30.5	1998.2

**Rata-rata pengukuran 1 minggu tidak dapat dihitung, karena tanggal 7 April 2016 hingga 12 April 2016 tidak dilakukan pengamatan abiotik terhadap kelembaban, suhu, dan intensitas cahaya.

Lampiran 4. 4 Data pengamatan presipitasi dalam 1 hari

TANGGAL	VOLUM AIR (ULANGAN) [ml]			RATA RATA [ml]
	I	II	III	
4/12/2016	36.0	61.6	58.4	52.0
4/14/2016	72.2	96.1	100.0	89.4
4/15/2016	0.0	1.0	0.0	0.3
4/16/2016	24.0	24.2	28.4	25.5
4/17/2016	117.2	118.0	138.8	124.7
4/18/2016	1.0	1.0	1.0	1.0
4/19/2016	0.0	0.0	0.0	0.0
4/20/2016	0.0	0.0	0.0	0.0
4/21/2016	4.2	7.0	0.0	3.7
4/22/2016	0.0	0.0	0.0	0.0
4/23/2016	4.4	1.4	1.6	2.5
4/24/2016	0.0	0.0	0.0	0.0
4/25/2016	0.0	0.0	0.0	0.0
4/26/2016	0.0	0.0	0.0	0.0
4/27/2016	75.6	137.2	95.8	102.9
4/28/2016	0.0	0.0	0.0	0.0
4/29/2016	0.0	0.0	0.0	0.0
4/30/2016	38.8	14.4	13.2	22.1
5/1/2016	0.0	0.0	0.0	0.0

TANGGAL	VOLUM AIR (ULANGAN) [ml]			RATA RATA [ml]
	I	II	III	
5/2/2016	70.4	149.8	87.4	102.5
5/3/2016	2.4	4.8	1.8	3.0
5/4/2016	0.0	0.0	0.0	0.0
5/5/2016	16.0	16.0	16.0	16.0
5/6/2016	166.8	150.6	148.6	155.3
5/7/2016	0.0	0.0	0.0	0.0
5/8/2016	66.8	60.8	74.8	67.5
5/9/2016	140.8	118.0	137.2	132.0
5/10/2016	1.0	1.0	1.0	1.0
5/11/2016	0.0	4.8	4.6	3.1
5/12/2016	8.6	13.6	14.8	12.3
5/13/2016	1.0	1.0	1.0	1.0
5/14/2016	3.2	2.8	4.6	3.5
5/15/2016	46.8	50.0	60.0	52.3
5/16/2016	140.4	146.6	152.4	146.5
5/17/2016	1.0	1.0	1.4	1.1
5/18/2016	0.0	0.0	0.0	0.0
5/19/2016	0.0	0.0	0.0	0.0
5/20/2016	0.0	0.0	0.0	0.0
5/21/2016	20.0	0.0	0.0	6.7
5/22/2016	0.0	0.0	0.0	0.0
5/23/2016	0.0	0.0	0.0	0.0

TANGGAL	VOLUM AIR (ULANGAN) [ml]			RATA RATA [ml]
	I	II	III	
5/24/2016	0.0	0.0	0.0	0.0
5/25/2016	0.0	0.0	0.0	0.0
5/26/2016	0.0	0.0	0.0	0.0
5/27/2016	0.0	0.0	0.0	0.0
5/28/2016	178.2	164.6	180.2	174.3
5/29/2016	10.0	170.0	180.0	120.0
5/30/2016	0.0	0.0	0.0	0.0
5/31/2016	147.0	114,4	153.4	100.1

Lampiran 4. 5 Data pengamatan presipitasi dalam 1 minggu

TANGGAL	RATA-RATA (mL)
12 April - 19 April 2016	41.9
20 April - 26 April 2016	0.9
27 April - 3 Mei 2016	32.9
4 Mei - 10 Mei 2016	53.1
11 Mei - 17 Mei 2016	31.4
18 Mei - 24 Mei 2016	1.0
25 Mei - 31 Mei 2016	56.4

Lampiran 4. 6 Hasil pengamatan serangan *H. hampei* pada kelompok fraksi heksan

POHON	RANTING	BUAH TERSERANG					BUAH TOTAL				
		3/5 [H-1]	11/5 [H+7]	18/5 [H+14]	25/5 [H+21]	1/6 [H+28]	3/5 [H-1]	11/5 [H+7]	18/5 [H+14]	25/5 [H+21]	1/6 [H+28]
1	1	0	0	1	0	0	43	43	44	42	40
	2	0	0	0	0	0	57	60	58	57	56
	3	0	0	0	0	0	45	45	46	44	44
	4	0	1	1	0	3	107	89	86	90	109
2	1	0	0	0	0	0	64	74	78	66	74
	2	0	0	0	0	0	28	24	32	26	50
	3	0	0	0	0	0	53	53	53	55	53
	4	0	0	0	0	0	51	53	49	48	51
3	1	0	0	0	0	0	31	31	29	30	30
	2	0	2	3	2	1	35	35	35	33	29
	3	0	0	0	1	1	46	48	50	49	51
	4	1	2	2	3	0	51	53	49	48	51
4	1	3	3	4	4	6	35	35	32	33	33
	2	0	0	4	2	3	38	39	38	35	34
	3	2	6	4	4	5	53	55	51	55	54
	4	2	2	3	3	1	60	60	61	61	59

5	1	0	0	0	0	0	48	64	64	54	68
	2	0	4	0	3	3	29	34	32	33	34
	3	0	0	1	1	0	58	73	88	67	78
	4	0	0	0	0	0	60	65	63	64	76
6	1	0	0	0	0	0	47	43	52	43	48
	2	0	0	0	0	0	153	110	120	95	123
	3	0	0	0	0	0	65	77	81	64	68
	4	0	0	0	0	0	89	78	87	72	96
7	1	0	0	0	0	0	43	47	45	44	48
	2	0	0	3	2	1	94	97	118	90	120
	3	0	0	0	0	0	53	54	57	59	61
	4	0	1	1	0	1	120	147	157	120	140
8	1	0	2	0	0	2	83	82	72	69	74
	2	0	0	0	0	0	54	49	32	31	31
	3	0	0	0	0	0	41	36	37	35	35
	4	0	0	0	0	0	54	66	57	46	60

POHON	RANTING	BUAH TERSERANG					BUAH TOTAL				
		3/5 [H-1]	11/5 [H+7]	3/5 [H-1]	11/5 [H+7]	3/5 [H-1]	11/5 [H+7]	3/5 [H-1]	11/5 [H+7]	3/5 [H-1]	11/5 [H+7]
9	1	0	0	0	0	0	82	83	71	63	72
	2	0	0	0	0	0	50	49	46	43	54
	3	0	0	1	0	0	67	70	76	59	61
	4	0	0	0	0	0	51	84	101	83	109
10*	1	0	0	0	0	0	0	28	30	35	36
	2	0	0	2	3	1	0	68	60	81	63
	3	0	0	0	0	0	0	25	26	26	26
	4	0	7	6	8	8	0	55	55	66	64
11	1	0	0	0	0	0	43	42	42	42	41
	2	0	0	0	0	0	78	74	67	99	70
	3	0	0	0	0	0	81	60	120	87	75
	4	0	0	0	0	2	65	71	71	79	73
12	1	1	0	0	0	0	46	48	49	50	85
	2	0	0	0	0	0	65	77	75	75	87
	3	0	0	0	0	0	81	60	120	87	102
	4	0	0	0	0	0	45	56	61	55	66

*hari sebelum penyemprotan jumlah buah terserang dan total buah tidak diamati

POHON	RANTING	BUAH TERSERANG					BUAH TOTAL				
		3/5 [H-1]	11/5 [H+7]	18/5 [H+14]	25/5 [H+21]	1/6 [H+28]	3/5 [H-1]	11/5 [H+7]	18/5 [H+14]	25/5 [H+21]	1/6 [H+28]
13	1	3	5	6	5	6	39	41	41	45	46
	2	0	0	0	0	0	36	46	50	55	39
	3	5	7	11	7	8	30	31	31	33	29
	4	0	0	0	0	0	52	56	73	67	62
14	1	0	0	0	0	0	31	33	30	31	32
	2	0	0	0	0	0	30	30	27	29	34
	3	1	0	0	0	0	75	78	83	74	106
	4	0	0	0	0	0	53	55	58	51	61
15*	1	0	0	0	0	1	0	30	32	32	32
	2	0	0	0	0	0	0	49	45	59	55
	3	0	0	0	0	0	0	32	43	43	43
	4	0	0	0	2	0	0	40	33	38	35
16	1	1	0	4	1	2	67	90	88	68	80
	2	0	0	0	0	0	23	23	25	21	26
	3	0	0	0	0	0	34	37	39	33	36
	4	1	0	1	0	1	51	66	63	53	61
17	1	1	1	0	1	5	69	87	87	72	87
	2	6	5	13	6	6	53	54	61	52	64
	3	6	7	8	4	6	71	78	92	83	108
	4	2	0	4	3	6	59	72	84	60	72

*hari sebelum penyemprotan jumlah buah terserang dan total buah tidak diamati

POHON	RANTING	BUAH TERSERANG					BUAH TOTAL				
		3/5 [H-1]	11/5 [H+7]	3/5 [H-1]	11/5 [H+7]	3/5 [H-1]	11/5 [H+7]	3/5 [H-1]	11/5 [H+7]	3/5 [H-1]	11/5 [H+7]
18*	1	0	0	0	0	0	0	45	39	40	43
	2	0	0	0	0	0	0	51	44	58	53
	3	0	2	4	3	0	0	39	47	48	52
	4	0	3	3	1	2	0	23	23	27	23
19*	1	0	0	0	0	0	0	26	25	31	31
	2	0	0	0	0	0	0	29	28	30	28
	3	0	0	0	0	0	0	50	57	55	53
	4	0	0	0	0	0	0	30	29	30	33
20	1	0	0	0	0	0	50	30	31	29	29
	2	0	0	0	0	0	45	54	39	53	63
	3	0	0	0	0	0	40	50	43	51	52
	4	0	0	0	0	1	33	32	34	35	33
21	1	0	0	0	0	0	44	51	53	65	56
	2	0	0	0	0	0	58	51	58	68	59
	3	1	0	0	0	0	33	36	38	48	43
	4	0	0	0	0	0	29	30	31	29	27
22	1	1	0	0	0	0	45	45	45	46	48
	2	0	0	0	0	2	42	40	42	43	41
	3	0	0	0	0	0	54	57	57	58	57
	4	0	0	0	0	0	37	33	32	32	31

*hari sebelum penyemprotan jumlah buah terserang dan total buah tidak diamati

POHON	RANTING	BUAH TERSERANG					BUAH TOTAL				
		3/5 [H-1]	11/5 [H+7]	3/5 [H-1]	11/5 [H+7]	3/5 [H-1]	11/5 [H+7]	3/5 [H-1]	11/5 [H+7]	3/5 [H-1]	11/5 [H+7]
23	1	0	0	1	1	1	53	54	51	58	57
	2	0	0	0	0	0	29	26	28	27	28
	3	0	0	0	0	0	16	17	17	16	16
	4	0	0	3	1	2	28	26	28	29	29
24	1	0	0	0	1	0	28	27	28	28	28
	2	0	0	0	0	0	48	40	46	45	46
	3	0	0	0	2	0	27	26	30	28	26
	4	0	0	0	0	0	23	22	23	23	22
25	1	0	0	0	0	0	37	37	38	43	39
	2	1	0	1	1	0	25	23	25	28	25
	3	0	0	0	0	0	39	37	36	36	36
	4	0	0	0	0	0	67	73	68	80	79
26	1	0	0	1	1	1	36	35	37	37	37
	2	0	0	0	0	0	19	18	18	20	20
	3	0	0	0	0	0	46	46	46	43	46
	4	0	0	0	0	0	39	37	38	39	35
27	1	0	0	0	0	0	50	49	51	48	58
	2	0	0	0	0	0	40	39	38	43	44
	3	0	0	0	0	0	68	74	63	66	74
	4	0	0	0	0	0	36	37	34	33	39

POHON	RANTING	BUAH TERSERANG					BUAH TOTAL				
		3/5 [H-1]	11/5 [H+7]	3/5 [H-1]	11/5 [H+7]	3/5 [H-1]	11/5 [H+7]	3/5 [H-1]	11/5 [H+7]	3/5 [H-1]	11/5 [H+7]
28	1	0	4	2	2	1	75	68	75	78	77
	2	5	8	3	1	3	89	89	71	88	83
	3	10	4	5	2	11	81	86	77	79	91
	4	0	0	0	1	2	66	78	71	78	76
29	1	0	0	0	0	0	22	22	22	21	21
	2	0	0	3	1	5	52	31	51	50	44
	3	0	0	0	0	0	38	34	20	21	19
	4	0	0	1	0	1	39	41	41	42	41
30	1	0	0	0	0	0	21	20	21	21	21
	2	0	0	0	0	0	19	17	19	19	19
	3	0	0	0	0	0	32	31	32	32	32
	4	0	0	0	0	0	27	27	29	27	28
TOTAL BUAH		53	76	110	83	111	5240	5986	6175	5989	6361

Lampiran 4. 7 Analisis Uji Friedman menggunakan Software SPSS versi 15 terhadap data pengamatan serangan *H. hampei* di kelompok fraksi heksan

Descriptive Statistics

	N	Percentiles		
		25th	50th (Median)	75th
rusak_7	30	.00000	.00000	.02525
rusak_14	30	.00000	.00300	.03200
rusak_21	30	.00000	.00450	.02525
rusak_28	30	.00000	.00700	.02200

Friedman Test

Ranks

	Mean Rank
rusak_7	2.02
rusak_14	2.83
rusak_21	2.42
rusak_28	2.73

Test Statistics^a

N	30
Chi-Square	11.422
df	3
Asymp. Sig.	.010

a. Friedman Test

Lampiran 4. 8 Data pendukung pengukuran abiotik rata-rata kelembaban, suhu, dan Intensitas cahaya matahari pada kelompok fraksi heksan dalam 1 hari

WAKTU	RATA-RATA		
	KELEMBABAN	SUHU	INTENSITAS
5/8/2016	62.1	32.4	2155.6
5/9/2016	51.9	35.7	2922.2
5/10/2016	53.3	34.2	2766.7
5/11/2016	75.1	28.8	2353.9
5/12/2016	53.3	32.6	2763.9
5/13/2016	67.8	29.9	2341.7
5/14/2016	69.9	30.4	1925.0
5/15/2016	88.2	29.4	2677.8
5/16/2016	69.3	29.7	1908.3
5/17/2016	50.1	34.0	2766.7
5/18/2016	47.4	33.9	3000.0
5/19/2016	53.8	33.1	2716.7
5/20/2016	58.2	31.7	3000.0
5/21/2016	69.7	27.9	2905.6
5/22/2016	64.0	30.5	3000.0
5/23/2016	57.7	31.9	3000.0
5/24/2016	42.3	33.9	3000.0
5/25/2016	58.0	29.9	3000.0
5/26/2016	58.9	31.2	3000.0
5/27/2016	57.5	31.4	3000.0

WAKTU	RATA-RATA		
	KELEMBABAN	SUHU	INTENSITAS
5/28/2016	65.4	29.6	3000.0
5/29/2016	65.9	29.8	3000.0
5/30/2016	61.1	30.6	3000.0
5/31/2016	66.4	31.4	3000.0

Lampiran 4. 9 Data pendukung pengukuran abiotik rata-rata kelembaban, suhu, dan Intensitas cahaya matahari pada kelompok fraksi heksan dalam 1 minggu

WAKTU	RATA-RATA		
	KELEMBABAN	SUHU	INTENSITAS
4 Mei - 10 Mei 2016	**	**	**
11 Mei - 17 Mei 2016	68	31	2391
18 Mei - 24 Mei 2016	56	32	2946
25 Mei - 31 Mei 2016	62	31	3000

**Rata-rata pengukuran 1 minggu tidak dapat dihitung, karena tanggal 4 Mei 2016 hingga 7 Mei 2016 tidak dilakukan pengamatan abiotik terhadap kelembaban, suhu, dan intensitas cahaya.

Lampiran 5. 1 Hasil *Plagiarism Checker X* versi 5.1.4

