



**APLIKASI NEMATODA PATOGEN SERANGGA PADA PENGGEREK
BUAH KOPI *Hypothenemus hampei* Ferr.
(Coleoptera; Scolityidae)**

SKRIPSI

Oleh:

**RISKY KISTANTO
121510501054**

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2019**



**APLIKASI NEMATODA PATOGEN SERANGGA PADA PENGGEREK
BUAH KOPI *Hypothenemus hampei* Ferr.
(Coleoptera; Scolityidae)**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Agroteknologi (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Pertanian

Oleh

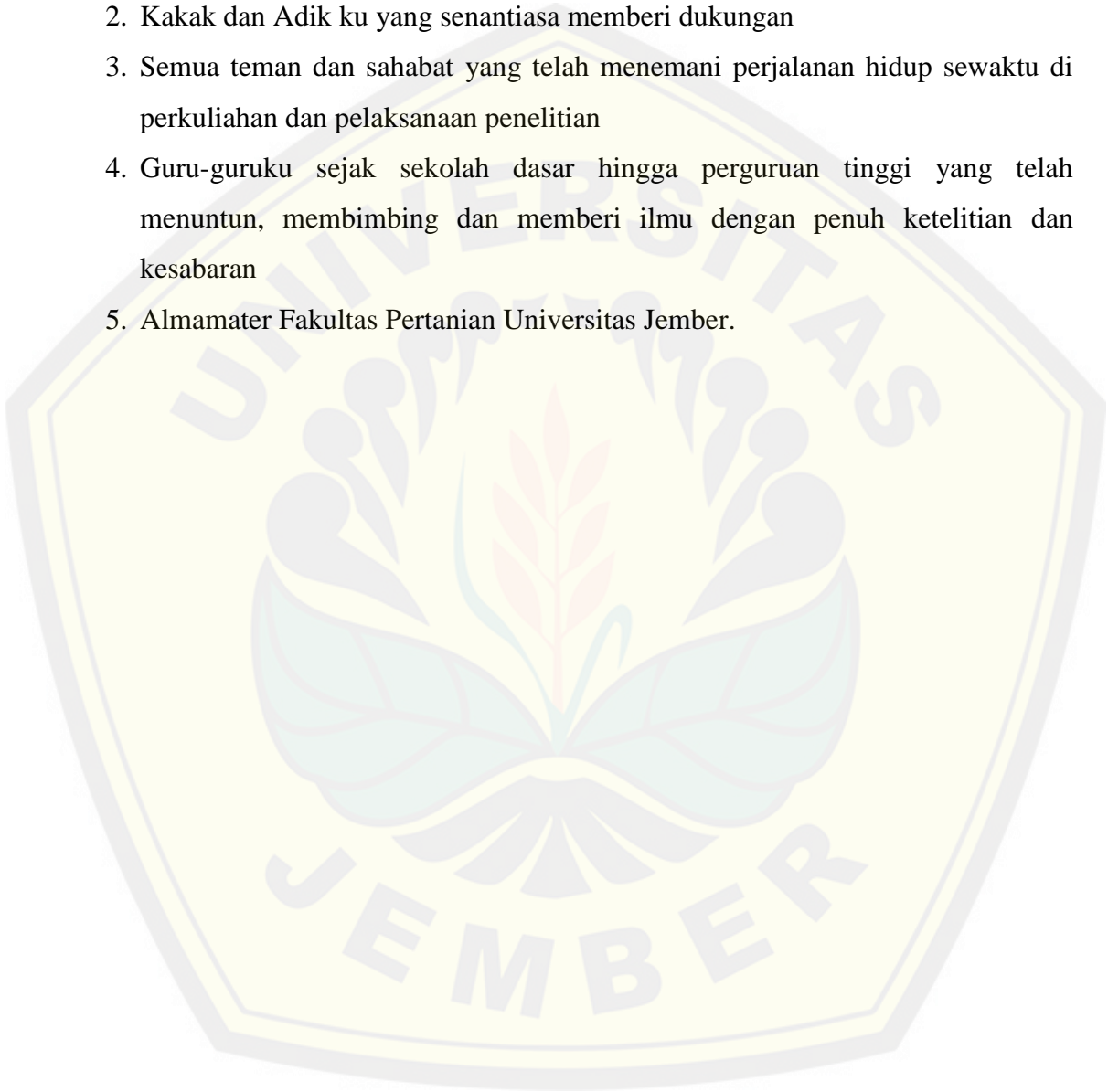
**Risky Kistanto
NIM 121510501054**

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2019**

PERSEMBAHAN

Dipersembahkan Karya Ilmiah ini untuk :

1. Kedua orang tua tercinta
2. Kakak dan Adik ku yang senantiasa memberi dukungan
3. Semua teman dan sahabat yang telah menemani perjalanan hidup sewaktu di perkuliahan dan pelaksanaan penelitian
4. Guru-guruku sejak sekolah dasar hingga perguruan tinggi yang telah menuntun, membimbing dan memberi ilmu dengan penuh ketelitian dan kesabaran
5. Almamater Fakultas Pertanian Universitas Jember.



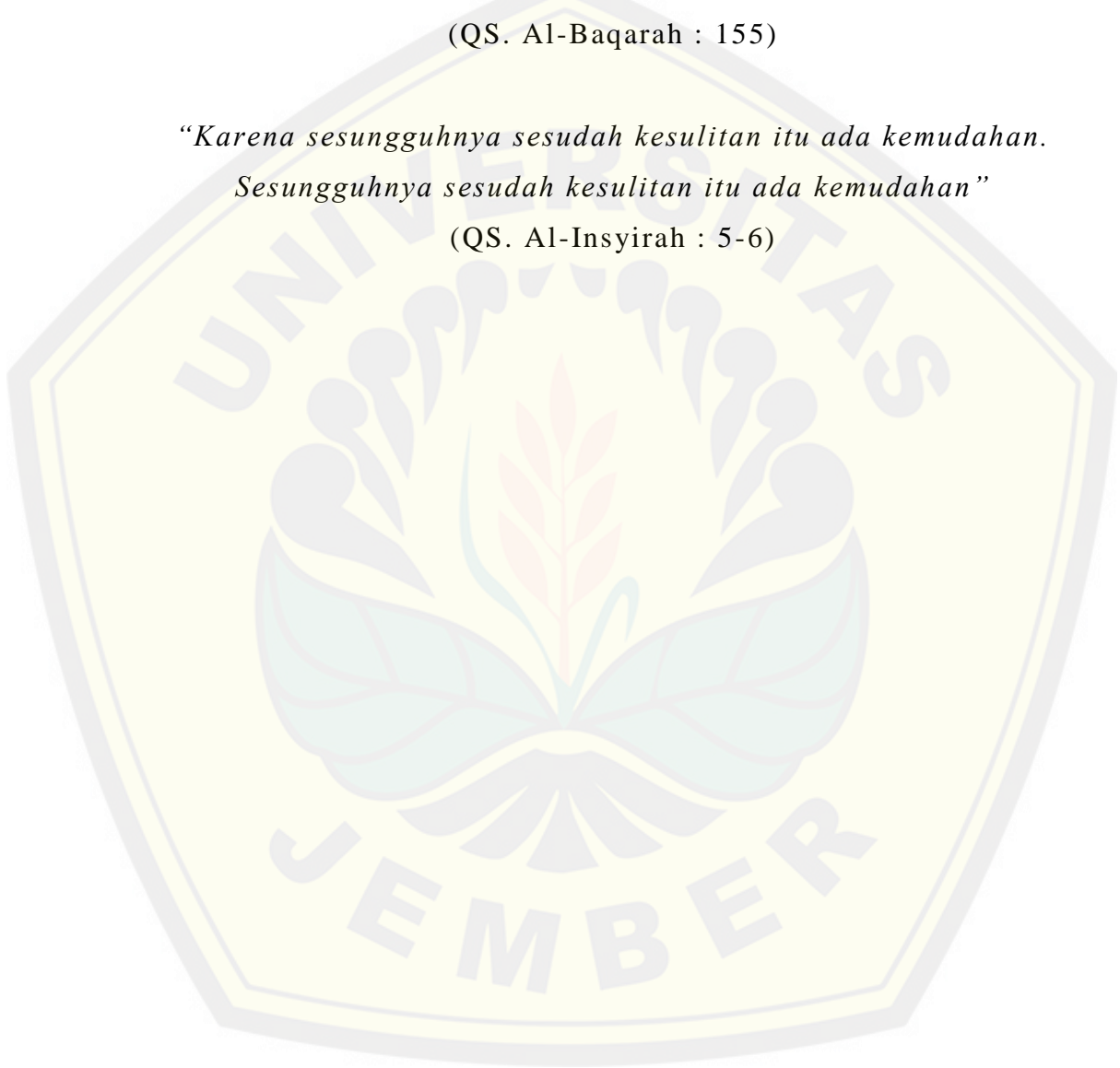
MOTTO

“Dan sungguh akan kami berikan ujian kepadamu, dengan sedikit ketakutan, kelaparan, kekurangan harta, jiwa dan buah-buahan. Dan berikanlah berita gembira kepada orang-orang yang sabar”

(QS. Al-Baqarah : 155)

“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan”

(QS. Al-Insyirah : 5-6)



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Risky Kistanto

NIM : 121510501054

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “**Aplikasi Nematoda Patogen Serangga Pada Penggerek Buah Kopi *Hypothenemus Hampei* Ferr. (Coleoptera; Scolityidae)**” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggungjawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapatkan sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 13 Juni 2019
yang menyatakan.

Risky Kistanto
NIM. 121510501054

SKRIPSI

**APLIKASI NEMATODA PATOGEN SERANGGA PADA PENGGEREK
BUAH KOPI *Hypothenemus hampei* Ferr.
(Coleoptera; Scolityidae)**



Oleh :

Risky Kistanto
NIM. 121510501054

Pembimbing :

Pembimbing Utama : Ir. Hari Purnomo, M.Si., Ph.D., DIC.
196606301990031002

Pembimbing Anggota : Nanang Tri Haryadi, SP., M.Sc.
198105152005011003

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “**Aplikasi Nematoda Patogen Serangga Pada Penggerek Buah Kopi *Hypothenemus Hampei* Ferr. (Coleoptera; Scolityidae)**” telah diuji dan disahkan pada:

Hari : Jum'at

Tanggal : 28 Juni 2019

Tempat : Ruang Sidang Lantai 2 Fakultas Pertanian Universitas Jember

Dosen Pembimbing Utama,

Ir. Hari Purnomo, M.Si., Ph.D., DIC.
NIP. 196606301990031002

Dosen Penguji I,

Prof. Dr. Ir. Suharto, M.Sc.
NIP. 196001221984031002

Dosen Pembimbing Anggota,

Nanang Tri Haryadi, SP., M.Sc.
NIP. 198105152005011003

Dosen Penguji II,

Ir. Wagiyana, MP.
NIP. 196108061988021001

Mengesahkan

Dekan,

Ir. Sigit Soeparjono, MS., Ph.D
NIP. 19600506 198702 1 001

RINGKASAN

Aplikasi Nematoda Patogen Serangga Pada Penggerek Buah Kopi *Hypothenemus Hampei* Ferr. (Coleoptera; Scolityidae); Risky Kistanto; 121510501054; 45 halaman; Program Studi Agroteknologi; Fakultas Pertanian; Universitas Jember

Hypothenemus hampei Ferr. hama utama merugikan pada tanaman kopi. Kerugian akibat serangan *H. hampei* yang menurunkan produksi buah kopi hingga 50 % dan penyusutan dari mutu hasil hingga 40 % pada serangan yang berat. Penyusutan hasil diakibatkan karena buah kopi yang terserang tidak akan berkembang dan gugur. Gejala serangan *H. hampei* berupa bekas lubang gerek dan biji yang lengket serta busuk karena terinfeksi oleh larva dari hama PBKo. Serangan hama PBKo dapat dikendalikan menggunakan agens hayati Nematoda Patogen Serangga. Nematoda akan menyerang stadia larva dan pupa hama PBKo. Penetrasi melalui lapisan kulit PBKo masuk dalam tubuh dan berkembangbiak dalam tubuh inang. Nematoda Patogen Serangga dapat diperbanyak secara in vivo menggunakan media ulat *Tenebrio militor* dan White Trap.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas Nematoda Patogen Serangga pada *H. hampei* dengan rearing buah kopi. Pengambilan sampel penelitian dilakukan di perkebunan Malangsari dengan metode Rearing. Selanjutnya sampel *H. hampei* akan dibiakan secara massal menggunakan buah kopi segar di Laboratorium Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Jember. Penelitian dilakukan dengan menguji mortalitas dan efisiensi invasi dengan perlakuan NPS 0, 100, 200, 400, 800, 1000 JI/ml yang masing-masing akan diulang sebanyak 3 kali. Data diperoleh kemudian dianalisis menggunakan uji lanjut Tukey dengan taraf 5%.

Hasil penelitian perlakuan konsentrasi Nematoda Patogen Serangga 1000 JI/ml menunjukkan tingkat kematian terbaik mencapai 100% pada larva dan pupa *H. hampei*. Sedangkan untuk uji invasi perlakuan 100 JI/ml menunjukkan populasi individu Nematoda Patogen Serangga terbanyak pada tubuh inang.

SUMMARY

Application of Insect Pathogen Nematodes in Coffee Borer *Hypothenemus Hampei* Ferr. (Coleoptera; Scolityidae); Risky Kistanto; 121510501054; 2019; 45 pages; Agrotechnology Study Program; Faculty of Agriculture; University of Jember.

Hypothenemus Hampei Ferr. Pest of disfavor on coffee plants losses from an *H. hampei* coffee berries that decreasing the production to 50 % and retraction of the quality of the results to 40 % heavy on the offensive . Depreciation results for coffee berries caused by will not develop and fall. Symptoms attack *H. hampei* in the form of a hoist former *H. hampei* and seeds that sticky and foul because infected by larvae of pest coffee berries. Coffee berries pest attacks can be controlled using biological agents pathogenic nematodes. Insects nemotades stadia will attack the larva and pupa of pest coffee berries. Penetration through layers of skin coffee berries into the body and breeding. Host in the body nematodes pathogenic insects can be propagated in vivo using *T. miltor* and White Trap.

The research aims to understand the effectiveness of nematodes pathogenic insects on *H. hampei* with rearing coffee berries. The Research sample collection from malangsari of plantations with the rearing methods. Next sampling methods *H. hampei* will be breeding use fresh coffee berries in the Laboratory, the faculty of Agriculture, University of Jember. Research will be testing death rate and efficiency of an invasion by nematodes treatment 0, 100, 200, 400, 800, 1000 JI/ml each of which will be repeated 3 times as many, then analyzed results collected using tukey methods.

The results treatment of the Insect Pathogen Nematodes 1000 JI/ml shows the death rate best 100 reached percent in the larva and pupa of *H. hampei*. While the invasion treatment 100 JI/ml show the population most nematodes individual pathogenic insects host on the body.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunianya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “**Aplikasi Nematoda Patogen Serangga Pada Penggerek Buah Kopi *Hypothenemus Hampei* Ferr. (Coleoptera; Scolityidae)**” dengan baik.

Penyelesaian Karya Ilmiah Tertulis (Skripsi) ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih atas semua dukungan dan bantuan kepada :

1. Ir. Sigit Soeparjono, MS., Ph.D selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Jember;
2. Ir. Hari Purnomo, M.Si., Ph.D, DIC., selaku Ketua Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Jember;
3. Ir. Syaifuddin Hasyim, MP. selaku Ketua Jurusan Hama Penyakit Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Jember;
4. Ir. Hari Purnomo, M.Si., Ph.D, DIC., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Nanang Tri Haryadi, SP., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Anggota dan Dosen Penguji Utama Prof. Dr. Ir. Suharto, M.Sc. dan Ir. Wagiyana, MP. selaku Dosen Penguji Anggota yang telah membimbing, meluangkan waktu, pikiran dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
5. Orang tua saya Ayahanda Pujiat dan Ibunda Siti Cholifah serta Kakak saya Sinta Puji Astuti yang selalu memberikan doa, kasih sayang, semangat, motivasi dan dukungan hingga terselesaikannya skripsi ini;
6. Kakak ipar saya Khoirul Wicaksono yang selalu memberikan doa, kasih sayang, motivasi dan dukungan dalam mengerjakan skripsi ini;
7. Alif, Galuh, Erna, Khoirotnun, Faida, dan Faris yang selalu membantu dan memberikan semangat dari awal penelitian sampai penelitian ini dapat terselesaikan;
8. Sahabat saya yaitu Putra, Ervina, Hadi, Puput, Totok, Anggriawan, Elsa, Hikmah, Sarah, Amelia yang telah banyak membantu dalam proses penelitian dan setiap permasalahan dengan sabar serta tanpa adanya pamrih;

9. Bpk. Harianto yang selalu memberi motivasi, dukungan, serta mendengarkan segala keluh kesah dalam mengerjakan skripsi ini dari awal sampai akhir;
10. PTPN XII Malangsari Banyuwangi yang telah memberikan dukungan dan bantuan dalam pengambilan sampel untuk menunjang penyusunan tugas akhir skripsi;
11. Keluarga Besar Hj. Sholikhin Malang, Rekan-rekan magang PT Kusuma Satria Agrobio Tani Perkasa (Devisi Agrowisata) Batu-Malang, Rekan-rekan KKN 149, dan seluruh rekan-rekan Astra-Astri yang telah memberikan semangat, dan dukungan, serta begitu banyaknya pengalaman yang telah dijalani;
12. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu namun telah memberikan bantuan dan dukungan dalam penyelesaian skripsi ini.

Semoga karya ilmiah tertulis ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca sekalian.

Jember, 13 Juni 2019

Penulis

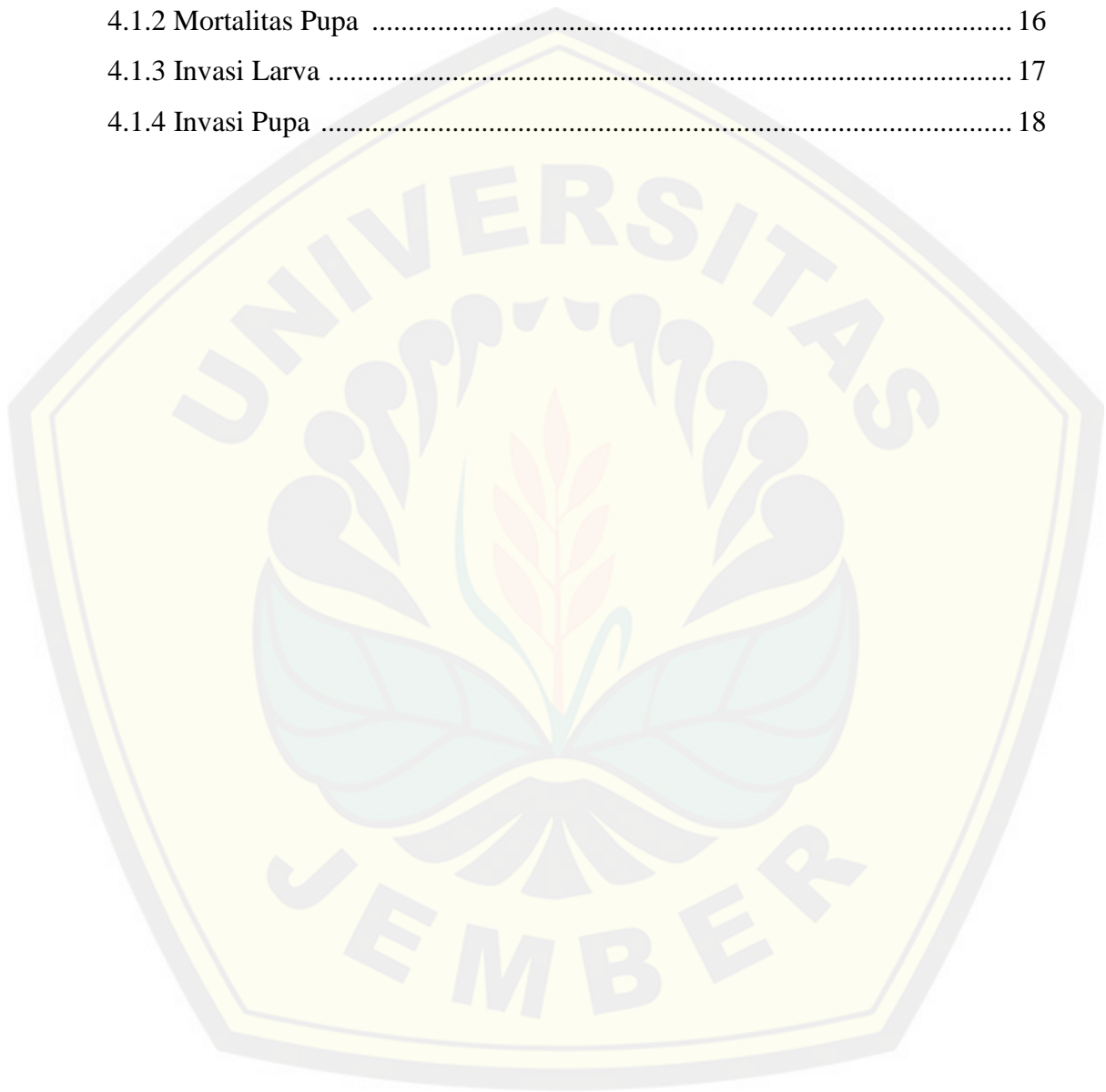
DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PEMBIMBING	v
HALAMAN PENGESAHAN.....	vi
RINGKASAN	vii
SUMMARY	viii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GRAFIK.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Pendahuluan	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Hama Penggerek Buah Kopi (<i>Hypothenemus hampei</i> Ferr.).....	4
2.2 Nematoda Patogen Serangga.....	6
2.3 Hipotesis.....	8
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	9
3.1 Waktu dan Tempat	9
3.2 Persiapan Penelitian	9
3.2.1 Koleksi <i>Hypothenemus hampei</i> Ferr.	9
3.2.2 Koleksi Nematoda Patogen Serangga	10
3.3 Pelaksanaan Penelitian.....	10

3.3.1 Rancangan Penelitian	10
3.3.2 Prosedur Penelitian.....	11
3.3.3 Variabel Pengamatan	13
3.3.4 Analisis Data	14
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	15
4.1 Hasil	15
4.1.1 Mortalitas larva	15
4.1.2 Mortalitas pupa.....	16
4.1.3 Invasi larva	17
4.1.4 Invasi pupa	18
4.2 Pembahasan.....	19
4.2.1 Hubungan Pengaruh Penetrasi Nematoda Patogen Serangga Pada Fase Hidup Larva dan Pupa Hama Penggerek Buah Kopi <i>Hypothenemus hampei</i> Ferr.	19
4.2.2 Hubungan Pengaruh Konsentrasi Nematoda Patogen Serangga Terhadap Tingkat Kematian (Mortalitas) Pada Larva dan Pupa Hama <i>Hypothenemus hampei</i> Ferr.	20
4.2.3 Hubungan Uji Invasi Terhadap Beberapa Perlakuan Konsentrasi Nematoda Patogen Serangga Yang Diaplikasikan Pada Larva Dan Pupa <i>Hypothenemus hampei</i> Ferr.	23
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	25
5.1 Kesimpulan	25
5.2 Saran.....	25
DAFTAR PUSTAKA	26
LAMPIRAN.....	29

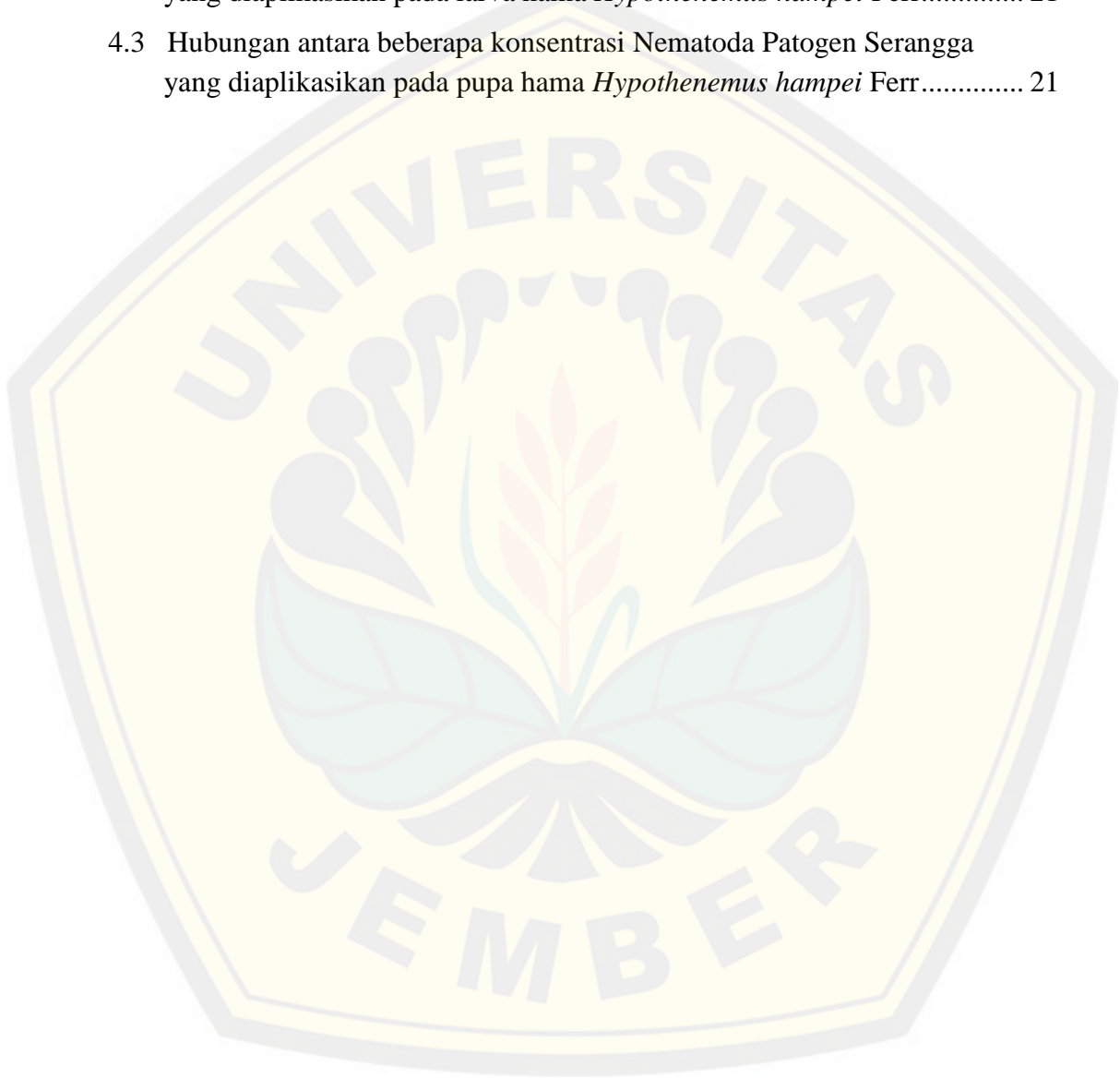
DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
4.1.1	Mortalitas Larva	15
4.1.2	Mortalitas Pupa	16
4.1.3	Invasi Larva	17
4.1.4	Invasi Pupa	18



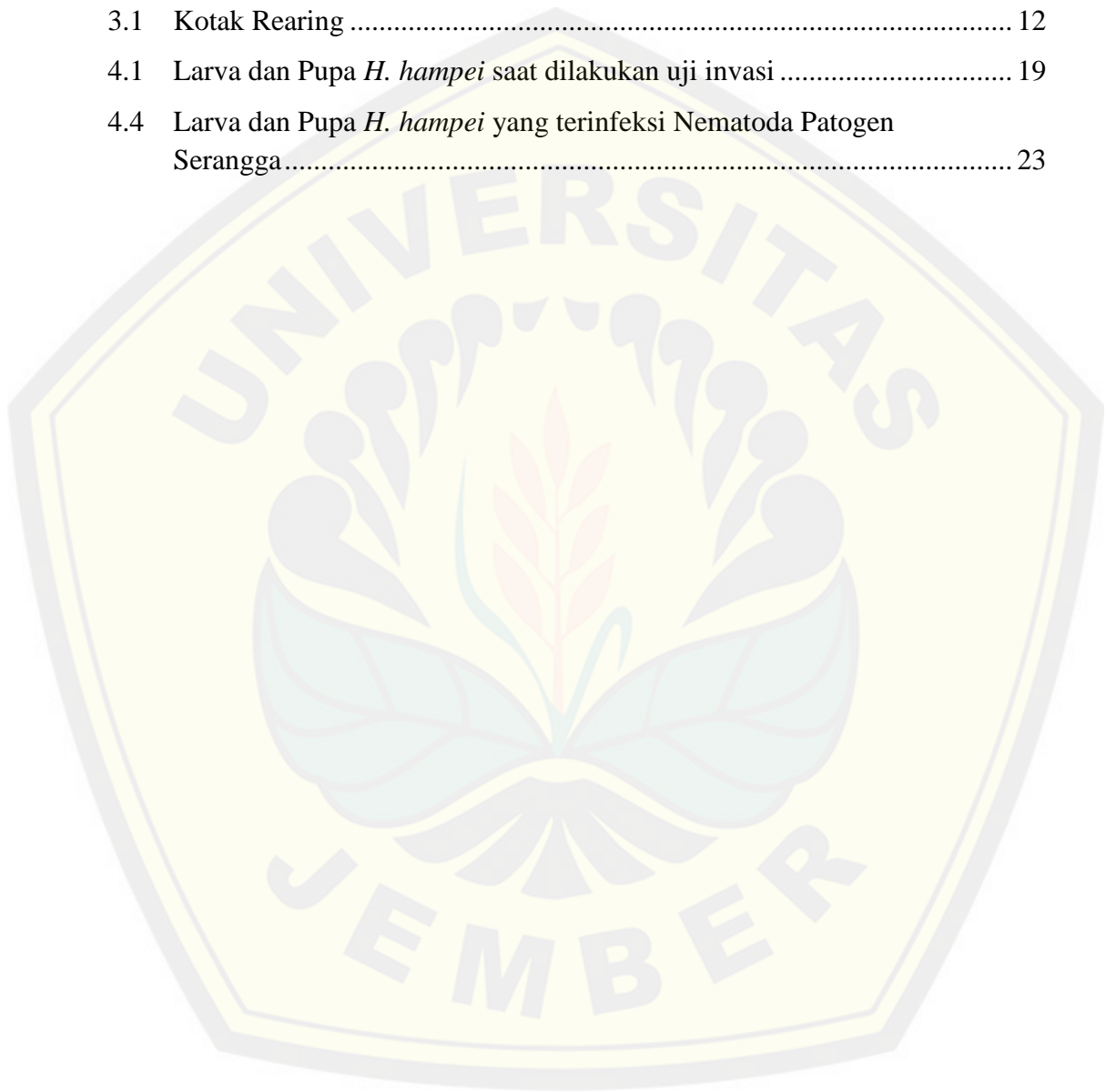
DAFTAR GRAFIK

Grafik	Judul	Halaman
4.2	Hubungan antara beberapa konsentrasi Nematoda Patogen Serangga yang diaplikasikan pada larva hama <i>Hypothenemus hampei</i> Ferr.....	21
4.3	Hubungan antara beberapa konsentrasi Nematoda Patogen Serangga yang diaplikasikan pada pupa hama <i>Hypothenemus hampei</i> Ferr.....	21



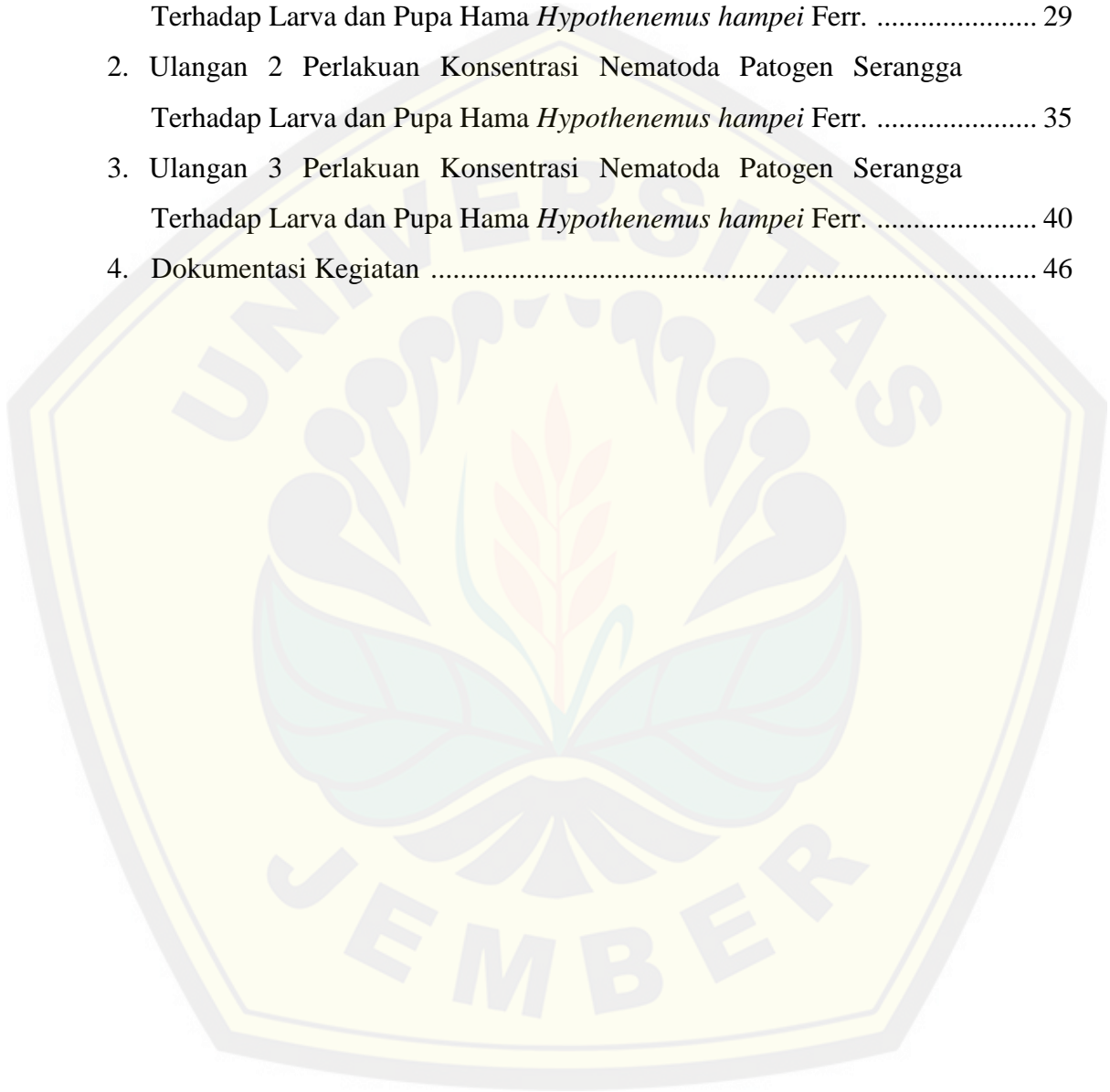
DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
2.1	Gejala serangan <i>H. hampei</i>	5
3.1	Kotak Rearing	12
4.1	Larva dan Pupa <i>H. hampei</i> saat dilakukan uji invasi	19
4.4	Larva dan Pupa <i>H. hampei</i> yang terinfeksi Nematoda Patogen Serangga.....	23



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul	Halaman
1.	Ulangan 1 Perlakuan Konsentrasi Nematoda Patogen Serangga Terhadap Larva dan Pupa Hama <i>Hypothenemus hampei</i> Ferr.	29
2.	Ulangan 2 Perlakuan Konsentrasi Nematoda Patogen Serangga Terhadap Larva dan Pupa Hama <i>Hypothenemus hampei</i> Ferr.	35
3.	Ulangan 3 Perlakuan Konsentrasi Nematoda Patogen Serangga Terhadap Larva dan Pupa Hama <i>Hypothenemus hampei</i> Ferr.	40
4.	Dokumentasi Kegiatan	46



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kopi bukan merupakan tanaman endemik dari Indonesia melainkan tanaman berasal dari benua Afrika yang dibawa oleh pedagang pada zaman dahulu yang mampir ke Indonesia. Secara umum tanaman kopi yang banyak dijumpai di Indonesia adalah jenis kopi Arabika (*Coffea arabica L.*) dan kopi Robusta (*Coffea robusta L.*). Kopi arabika merupakan tanaman kopi yang banyak tumbuh di dataran tinggi, sedangkan kopi robusta merupakan tanaman kopi yang dapat tumbuh di dataran rendah (Mukhtasar, 2009).

Perkembangan produksi kopi di Indonesia masih dibawah negara Brazil sebagai negara dengan pengekspor kopi terbesar didunia. Indonesia hanya mampu mengekspor kopi sebanyak 748 ribu ton pada tahun 2012 dengan perbandingan jenis kopi robusta sebanyak 601 ribu ton atau sekitar 80,4%, sedangkan jenis kopi arabika hanya mencapai 14,7 ribu ton atau sekitar 19,6% (Hartono, 2013). Harga dan produksi kopi di Indonesia yang tidak stabil tercatat Indonesia hanya mampu menghasilkan rata-rata penghasilan sebesar US\$1.047.692.429 dengan rata-rata pangsa pasar kopi Indonesia setiap tahunnya sebesar 6,44 % dihitung dari 2008 sampai tahun 2013 (Asmarantaka, 2014). Luasan lahan perkebunan kopi Indonesia berada pada urutan besar kedua, sedangkan untuk produksi dan ekspor ada di posisi empat, hal ini dapat dilihat dari jumlah produktivitas kopi Indonesia sebesar 792 kg biji kering per hektar per tahun. Indonesia masih di bawah Kolombia (1.220 kg/ha/tahun), Brazil (1.000 kg/ha/tahun) bahkan Vietnam (1.540 kg/ha/tahun) (Kusmiati, 2011).

Penyebab rendahnya produksi buah kopi juga disebabkan oleh faktor serangan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT). Hama penggerek buah kopi *Hypothenemus hampei* Ferr. (Coleoptera, Scolityidae) merupakan hama penting menyebabkan kerugian pada produksi buah kopi. Hama penting adalah hama yang sering menimbulkan kerusakan pada bahan simpan dan beradaptasi berkembang dalam lingkungan penyimpanan. Bukan hanya pada buah kopi yang sudah masak juga pada buah kopi yang masih muda maupun pada buah kopi yang sudah

dipanen. Kerugian akibat serangan *H. hampei* secara ekonomis ada 3 yaitu kegiatan makan dari hama PBKo menyebabkan penurunan hasil dan kualitas dari buah kopi, kerusakan fisik yang diakibatkan serangan PBKo pada buah kopi akan menyebabkan buah menjadi rentan infeksi OPT lain, dan apabila tidak tersedia buah matang disaat tidak musim kopi maka hama PBKo akan menyerang pada buah kopi yang masih muda mengakibatkan buah kopi tidak berkembang dan gugur (Damon, 2000). Pengendalian hayati menggunakan musuh alami dapat digunakan untuk pengendalian hama *H. hampei*. Nematoda Patogen Serangga (NPS) dapat digunakan sebagai *Biological Control* terhadap hama *H. hampei*. Menurut De Bach dalam Purnomo (2009) menyatakan bahwa pengendalian hayati (*Biological Control*) adalah aksi dari parasit, predator, atau patogen di dalam usaha untuk memelihara kepadatan populasi organisme lain pada tingkat terendah bila dibandingkan dengan bilamana organisme lain tersebut tidak ada.

Nematoda merupakan organisme berbentuk cacing berukuran 700 – 1200 mikrometer yang hidup di dalam tanah. Nematoda hidup secara *free living* di dalam tanah. Terdapat nematoda parasit tanaman misalnya nematoda *Pratylenchus coffeae* yang menyerang akar tanaman kopi dan Nematoda Patogen Serangga (NPS) dapat digunakan sebagai *Biological Control* terhadap hama tanaman yaitu nematoda golongan *Steinernatidae* dan *Heterorhabditidae* (Nugrohorini, 2010). Karena kemampuan dari Nematoda Patogen Serangga dalam menurunkan populasi dari hama penggerek buah kopi, maka akan dilakukan sebuah studi penelitian untuk mengetahui seberapa besar pengaruh efektivitas Nematoda Patogen Serangga terhadap hama penggerek buah kopi (PBKo). Pengambilan sampel penelitian akan dilakukan di Malang Sari.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana efektivitas Nematoda Patogen Serangga terhadap larva dan pupa hama *H. hampei* asal rearing buah kopi ?
2. Bagaimana pengaruh konsentrasi Nematoda Patogen Serangga yang digunakan terhadap penurunan hama *H. hampei* ?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui efektivitas Nematoda Patogen Serangga terhadap tingkat kematian hama *H. hampei* fase larva dan pupa asal rearing buah kopi.
2. Untuk mengetahui pengaruh konsentrasi Nematoda Patogen Serangga yang digunakan terhadap penurunan hama *H. hampei* fase larva dan pupa asal rearing buah kopi.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan gambaran kepada pembaca tentang efektivitas dari penggunaan Nematoda Patogen Serangga dalam mengendalikan hama penting kopi fase larva dan pupa *H. hampei* serta dapat dijadikan rujukan bagi penelitian selanjutnya khususnya untuk penggunaan Nematoda Patogen Serangga dalam mengendalikan populasi hama *H. hampei* di lapang.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

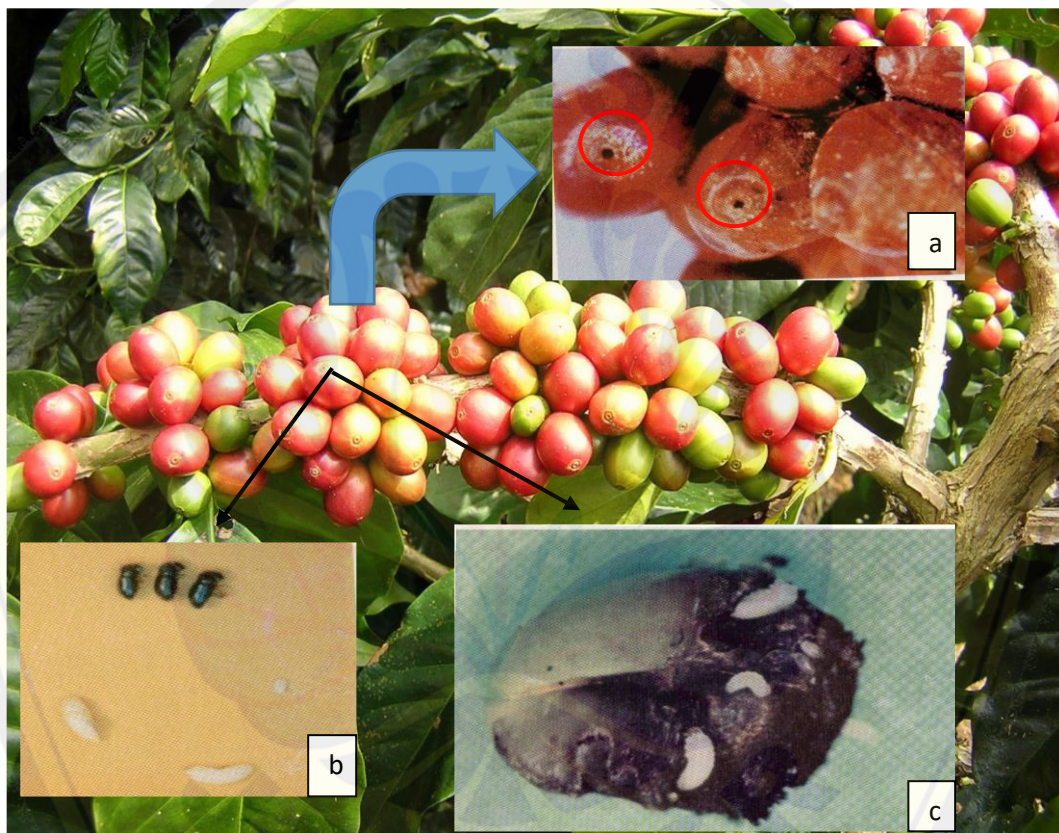
2.1 Hama Penggerek Buah Kopi (*Hypothenemus hampei* Ferr.)

Hypothenemus hampei Ferr. merupakan hama utama pada tanaman kopi dengan menunjukkan hasil penurunan produksi dan mutu hasil yang nyata. Secara umum ciri khas dari serangan *H. hampei* yaitu menyebabkan lubang pada buah kopi yang selanjutnya buah tersebut tidak dapat tumbuh dengan baik mengalami penghambatan perkembangan sehingga nantinya buah kopi yang telah terinfeksi oleh hama *H. hampei* akan gugur dan membusuk (Wibowo, 2013).

H. hampei. imago hama bubuk buah kopi penetrasi ke dalam buah kopi melalui diskus, kemudian ke endosperma. Serangan pada buah - buah muda hanya untuk keperluan makan bagi imago yang dapat menyebabkan buah gugur dan busuk. Serangan pada saat buah mulai mengeras selain menggerek buah dan memakan biji kopi, bubuk buah juga berkembangbiak di dalam biji. *H. hampei* akan menghabiskan sebagian besar hidupnya dalam buah kopi dari mulai fase telur menjadi larva memakan endosperm buah kopi dan berkembang menjadi pupa setelah itu berubah menjadi serangga dewasa keluar dari buah untuk memulai siklus hidupnya kembali pada generasi berikutnya (Vega, 2009).

Gejala serangan *H. hampei* biji menjadi berlubang, cacat dan busuk. Stadia imago jantan ukurannya lebih kecil yaitu sekitar 1,0 mm jika dibandingkan betina berukuran 1,5 mm – 2,5 mm dengan umur sekitar 67 hari dan jumlah telur yang dihasilkan 20 - 60 butir. Stadia telur 5 hari, stadia larva 10 - 26 hari, stadia prepupa 2 hari, stadia pupa 5 - 11 hari, stadia pra kawin 2 - 3 hari, stadia pra oviposisi 4 - 14 hari, sehingga dalam satu generasi 25 - 35 hari. Imago biasanya muncul dan terbang dari buah ke buah antara jam 16.00 - 18.00 untuk makan pada buah dan menempatkan telurnya, terutama pada buah yang telah masak. Kemampuan terbang imago sekitar 350 meter sedangkan kumbang jantan akan tetap tinggal dalam biji kopi menjaga telurnya bahkan kumbang jantan dapat bertahan dalam biji kopi selama 5 bulan lamanya baik dalam keadaan biji tersebut melekat pada ranting pohon kopi ataupun sudah gugur di tanah (Susilo, 2008).

H. hampei lebih aktif pada saat petang atau sore hari. Serangga betina akan aktif terbang dari dahan satu ke dahan yang lain pada tanaman kopi untuk mencari buah kopi yang dapat diserang. Bukan hanya menyerang buah kopi yang sudah matang namun *H. hampei* juga akan menyerang buah kopi yang masih muda. Gejala serangan hama *H. hampei* pada buah yang matang akan terdapat lubang bekas gerakan, pada buah yang muda menjadi busuk, dan pada serangan berat buah muda akan membusuk dan gugur (Matnawy, 1998).



Gambar 2.1 Gejala serangan *H. hampei* pada buah kopi (Susilo, 2008). (a) Buah kopi yang terkena serangan *H. hampei* dengan menunjukkan adanya lubang gerakan. (b) *H. hampei* stadia imago, larva, telur. (c) Biji buah kopi terserang larva *H. hampei*.

Serangan hama *H. hampei* (Coleoptera) menjadi hama utama pada pertanaman kopi pada saat harga kopi dunia membaik bertindak terbalik dengan serangan hama PBKo ini yang semakin meningkat sehingga para petani menggunakan teknik pengendalian dengan menyemprotkan pestisida pada tanaman kopi. Pada akhir tahun 2010 kopi yang diekspor dari provinsi Lampung

ditolak dari Jepang karena kadar pestisida yang ada pada produk dianggap telah melebihi ambang yang ditentukan dengan mengandung bahan aktif utama *Carbaaryl* akibatnya menimbulkan kerugian yang besar (Swibawa, 2011). Oleh karena pengendalian menggunakan insektisida sangat tidak dianjurkan sebagai teknik pengendalian, kemudian teknik pengendalian sendiri bergeser keteknik pengendalian yang lebih ramah lingkungan yaitu Pengendalian Hama Terpadu (PHT) yang mana untuk mengendalikan hama PBKo *H. hampei* yaitu dengan menggunakan musuh alami *Cephalonomia stephanoderis* Betr. (Vijayalakshmi, 2014).

2.2 Nematoda Patogen Serangga

Nematoda merupakan mikroorganisme yang banyak ditemukan di dalam tanah, ukuran dari nematoda beragam sesuai dengan jenis dan habitatnya, namun untuk ukuran secara rata-rata nematoda adalah 700 – 1200 mikrometer untuk nematoda yang berada di dalam tanah. Secara umum nematoda hidup secara *Free Living* di dalam tanah. Nematoda mampu menjadi parasit pada tanaman budidaya yaitu tanaman perkebunan maupun tanaman hortikultura. Namun nematoda juga terdapat bertindak sebagai patogen pada serangga hama pengganggu tanaman yaitu dari golongan *Steinernatidae* dan *Heterohabditidae* (Nugrohorini, 2010).

Nematoda Patogen Serangga (NPS) merupakan nematoda yang dapat digunakan sebagai agensi hayati pengendali hama pada tanaman. Spesifik inang NPS adalah serangga yang ada di dalam tanah, tetapi dapat juga digunakan untuk mengendalikan hama di atas tanah. Nematoda Patogen Serangga dalam membunuh serangga bersimbiosis dengan bakteri *Enterobacteriaceae* (*Xenorhabdus* spp. dan *Prothorhabdus* spp.) yang berada pada saluran pencernaan juvenil infeksi (JI) yang dapat menghasilkan zat toksik pada serangga. Nematoda yang telah melewati fase juvenil instar ke-3 apabila kekurangan makanan akan dapat langsung menjadi juvenil infeksi (JI) yang hidup di luar tubuh inang, tidak makan, *free living* mencari inang yang baru untuk dapat melangsungkan proses reproduksinya kembali (Chaerani, 2011).

Proses patogenik NPS pada serangga inang dilakukan pertama kali dengan cara melakukan penetrasi ke dalam tubuh inang. Selanjutnya NPS akan menuju pada saluran pencernaan serangga inang dan pada keadaan tersebut bakteri simbiosis yang ada pada saluran pencernaan nematoda mulai mengeluarkan zat toksik yang akan membunuh inang dalam waktu 24-48 jam. Bentuk simbiosis antara bakteri Enterobacteriaceae dengan nematoda adalah mutualisme. Nematoda tidak berkembang baik tanpa adanya bakteri simbiosis, sebaliknya bakteri tidak dapat hidup tanpa adanya nematoda. Nematoda dapat melindungi bakteri simbiosis dari adanya protein anti bakteri yang dikeluarkan dari tubuh inang, sedangkan bakteri simbiosis hidup di dalam tubuh nematoda maka bakteri akan terlindungi. Sedangkan bakteri akan menghasilkan zat yang dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme sekunder yang ada dalam tubuh inang sehingga menghasilkan keadaan yang baik untuk kebutuhan reproduksi nematoda. Siklus hidup nematoda sederhana yaitu telur, larva, dan juvenil infeksius, dalam satu periode reproduksi nematoda menghabiskan waktu 10-14 hari (Sucipto, 2009).

Perbanyakan NPS dapat dilakukan menggunakan dua cara yaitu secara in vivo dan in vitro. Perbanyakan secara in vivo adalah menggunakan ulat hongkong (*T. militor*) sebagai inang nematoda. Infeksi dilakukan dalam wadah plastik berlapis kertas saring kemudian dibasahi dengan koleksi nematoda sebanyak 5 ml diteteskan pada kertas saring hingga basah merata. Ulat hongkong disebar di atas kertas saring sebanyak 0,5 ons ditutup dan dilapisi dengan plastik klip atau lakban agar tidak terjadi kontaminasi dari lalat dan mikroba yang lain. Infeksi dilakukan selama 24-48 jam karena diasumsikan bahwa nematoda sudah melakukan penetrasi ke dalam tubuh ulat dan melakukan perkembangan. Selanjutnya ulat hongkong dipindahkan ke petridish untuk dilakukan White trap. White trap dilakukan dengan mengisolasi ulat hongkong pada cawan petri yang telah berisi kertas tissue lembab dimasukkan pada sebuah kotak plastik berukuran lebih besar dari diameter cawan petri, kotak plastik air setinggi setengah dari cawan petri dan diinkubasi selama 5-6 hari siap untuk dipanen (Purnomo, 2009).

Perbanyakan NPS secara in vitro adalah menggunakan media buatan sebagai media perkembangan nematoda. Media buatan yang dapat digunakan

sebagai media perkembangan nematoda umumnya media yang mengandung protein, lemak nabati, dan karbohidrat. Sebagai perbanyakan massal maka perbanyakan secara in vitro banyak digunakan, namun karena menggunakan media buatan (bedding) tentunya menggunakan peralatan yang lengkap secara laboratorium sehingga menjadi hambatan bagi petani dalam memproduksi nematoda massal secara mandiri (Chaerani, 2012). Semakin berkembangnya teknologi, kemampuan, serta ilmu pengetahuan untuk perkembangbiakan massal nematoda dapat menggunakan yang mudah di dapatkan dan tidak memerlukan peralatan yang mahal. Inovasi pada media perkembangbiakan nematoda secara massal dapat menggunakan bubuk kedelai sebagai bahan utama. Bahan yang diperlukan bubuk kedelai (2 gr), agar-agar (0,2 gr), dan aquadest (30 ml). cara pembuatan semua bahan dicampurkan menjadi satu dan dimasukkan botol kaca yang di dalam juga terdapat spon sebagai media pengganti tanah, ditutup menggunakan plastik dan disterilkan menggunakan air panas, selanjutnya media yang sudah disterilkan dan dingin akan diinokulasikan nematoda 1 ml berisi $1,2 \times 10^{-3}$ JI/ml. Kemudian simpan media pada ruangan gelap suhu kamar, karena sesungguhnya nematoda sangat rentan mati terhadap sinar matahari (UV) dan temperature tinggi (Indriyanti, 2015).

2.3. Hipotesis

H0: Aplikasi Nematoda Patogen Serangga tidak dapat menyebabkan kematian hama *H. hampei*. pada fase larva dan pupa.

H1: Aplikasi Nematoda Patogen Serangga dapat menyebabkan kematian hama *H. hampei*. pada fase larva dan pupa.

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini berjudul “Aplikasi Nematoda Patogen Serangga Pada Penggerek Buah Kopi *Hypothenemus hampei* Ferr. (Coleoptera; Scolityidae)” dilaksanakan pada 12 Maret 2019 sampai 22 Mei 2019 di laboratorium Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Jember.

3.2 Persiapan Penelitian

3.2.1 Koleksi *Hypothenemus hampei* Ferr.

Koleksi *H. hampei* dikumpulkan dari hasil rearing dengan mengambil sampel kopi yang terinfeksi perkebunan Malangsari, Kalibaru, Banyuwangi. Pengumpulan sampel dilakukan dengan pengambilan sampel buah kopi yang ada pada perkebunan Malangsari diharapkan pada buah kopi yang terinfeksi akan terdapat hama PBKo. Pemilihan tempat pengambilan sampel karena perkebunan Malangsari merupakan perkebunan yang mempunyai potensi untuk dapat menghasilkan produk kopi yang berkualitas tetapi masih ditemukan kendala pada banyaknya buah kopi yang terserang hama PBKo sehingga diharapkan dari perkebunan tersebut akan didapatkan hama PBKo yang digunakan dalam penelitian. *H. hampei* dari hasil rearing tersebut kemudian akan dijadikan sebagai koleksi disimpan dan dilakukan perbanyakkan di laboratorium. Hasil perbanyakkan tersebut digunakan dalam penelitian.

Rearing hama PBKo dilakukan dengan cara mengisolasi PBKo menggunakan alat penyedot kemudian PBKo diletakkan pada wadah lain terdapat buah kopi segar yang telah diberikan perlakuan. Kopi segar dipilih buah yang sudah matang berwarna merah yang tidak terdapat serangan hama PBKo, buah kemudian dicuci dengan detergen selama 15 menit lalu dibilas menggunakan air bersih dan tiriskan. Kemudian buah direndam pada larutan NaOCl (Kloride) 2% selama 10 menit. Buah yang telah melalui proses perendaman dibilas menggunakan air steril (Aquadest). Buah akan dicuci pada larutan Potasium Sorbate 2% dan dibilas kembali menggunakan air steril. Buah yang telah melalui

proses kemudian akan dikering anginkan selama 24 jam sebelum digunakan untuk media perkembangbiakan hama PBKo.

3.2.2 Koleksi Nematoda Patogen Serangga

Nematoda Patogen Serangga diperoleh dari koleksi yang berasal dari Laboratorium Agroteknologi Fakultas Pertanian, Universitas Jember. Nematoda yang digunakan adalah *Steinernatidae* diperbanyak menggunakan inang berupa ulat hongkong (*T. militor*). Infeksi dilakukan dalam wadah plastik beralaskan kertas saring kemudian dibasahi dengan koleksi nematoda sebanyak 5 ml diteteskan pada kertas saring hingga basah merata. Ulat hongkong disebar di atas kertas saring sebanyak 1 ons ditutup dan dilapisi dengan plastik klip atau lakban agar tidak terjadi kontaminasi dari lalat dan mikroba yang lain. Infeksi dilakukan selama 24-48 jam karena diasumsikan bahwa nematoda sudah melakukan penetrasi kedalam tubuh ulat dan melakukan perkembangan. Selanjutnya ulat hongkong dipindahkan ke petridish untuk dilakukan White trap. White trap dilakukan dengan mengisolasi ulat hongkong pada cawan petri yang telah berisi kertas tissue lembab dimasukkan pada sebuah kotak plastik berukuran lebih besar dari diameter cawan petri, kotak plastik air setinggi setengah dari cawan petri dan diinkubasi selama 5-6 hari siap untuk dipanen (Purnomo, 2009).

3.3 Pelaksanaan Penelitian

3.3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode survei yang dilakukan pada lahan kopi robusta. Luas areal pengambilan sampel di lahan pengamatan pada lokasi adalah ± 1 ha dan buah yang diambil sebagai sampel yaitu buah yang berlubang akibat serangan hama *H. hampei*. Areal untuk pengambilan sampel pertanaman kopi diambil secara sistematis dengan memilih tanaman kopi yang diidentifikasi terserang hama *H.hampei*. Pengambilan sampel buah kopi yang terserang hama PBKo diambil 30 per plastik dan diulang sebanyak 30 kali yang nantinya akan direaring untuk mengisolasi hama PBKo. Hasil rearing kemudian akan diberikan aplikasi Nematoda Patogen Serangga sesuai dengan perlakuan.

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan uji lanjut Tukey apabila diketahui data yang diperoleh dalam penelitian tidak berbeda nyata. Perlakuan yang digunakan adalah menyemprotkan larutan yang berisi NPS pada buah kopi yang telah terinfeksi oleh hama PBKo. Konsentrasi NPS digunakan dalam penelitian ini adalah 0, 100, 200, 400, 800, dan 1000 JI/ml dengan jumlah buah kopi (n) = 10 buah pada setiap perlakuan dan diulang sebanyak 3 kali ulangan. Sehingga buah kopi yang diperlukan dalam penelitian ini berjumlah 6 (perlakuan) x 10 (n) = 60 buah kopi yang terinfeksi hama PBKo dan diulang sebanyak 3 kali ulangan $60 (\sum n) \times 3$ (ulangan) = 180 buah kopi terinfeksi.

Penelitian dilakukan selama 7 hari dengan menggunakan dua variabel pengamatan mortalitas dan efisiensi invasi. Metode pengamatan yang digunakan dengan membuka buah kopi yang sudah terinfeksi PBKo dan diaplikasikan NPS sesuai hari pengamatan. Setiap hari buah kopi akan diambil satu dari masing-masing perlakuan untuk dibuka dan diamati larva dan pupa yang mati dan jumlah dari larva dan pupa keseluruhan yang ada di dalam biji buah kopi. Larva dan pupa PBKo selanjutnya diamati di bawah mikroskop cahaya stereo dan didokumentasikan. Sampel pengamatan diamati diulang sesuai banyaknya perlakuan, dengan masing-masing perlakuan satu buah kopi untuk dibongkar, total yaitu 6x dalam sehari sampai hari pengamatan ke-7. Melalui penelitian ini akan diketahui seberapa besar efisiensi penggunaan NPS pada tingkat kematian hama PBKo dan berapa konsentrasi yang paling baik pada jumlah mortalitas larva dan pupa PBKo paling tinggi. Data yang diperoleh ditampilkan dalam bentuk tabel dan gambar untuk mempermudah dalam melakukan analisis.

3.3.2 Prosedur Penelitian

Penelitian ini akan diawali dengan pengambilan sampel buah kopi yang terinfeksi oleh serangan hama PBKo. Lokasi pengambilan sampel adalah perkebunan Malangsari, luas lokasi pengambilan sampel ± 1 ha. Pengambilan sampel dilakukan secara acak atau random dengan mengidentifikasi buah kopi yang terinfeksi serangan hama PBKo, buah kopi yang teridentifikasi dimasukkan

kantong plastik sebanyak 30 buah kopi yang terinfeksi per plastik. Pengambilan sampel dilakukan dengan sebanyak 30 ulangan pada lokasi perkebunan. Sampel di bawa laboratorium selanjutnya dilakukan proses rearing yang mana setiap kantong plastik berisi 30 buah kopi yang terserang hama PBKo akan ditempatkan pada kotak rearing sehingga terdapat 30 kotak rearing.



Gambar 3.1 Kotak Rearing : (a) Kotak rearing yang digunakan untuk mengisolasi hama PBKo dari buah kopi yang terinfeksi di lapang. (b) Kotak rearing yang sudah berisi buah kopi dan ditutup kantong plastik hitam karena PBKo akan keluar dan menuju cahaya di ujung atas kotak rearing.

Hasil rearing dijadikan sebagai koleksi yaitu disimpan dan diperbanyak di laboratorium, hasil perbanyakan tersebut dijadikan sebagai penelitian. Sedangkan persiapan NPS adalah melakukan perbanyakan dilaboratorium menggunakan ulat hongkong (*T. militor*) sebagai inang. Infeksi dilakukan dalam wadah plastik beralaskan kertas saring kemudian dibasahi dengan koleksi nematoda sebanyak 5 ml ditetaskan pada kertas saring hingga basah merata. Ulat hongkong disebar di atas kertas saring sebanyak 1 ons ditutup dan dilapisi dengan plastik klip atau lakban agar tidak terjadi kontaminasi dari lalat dan mikroba yang lain.

Infeksi dilakukan selama 24-48 jam karena diasumsikan bahwa NPS sudah melakukan penetrasi kedalam tubuh ulat dan melakukan perkembangan. Selanjutnya ulat hongkong dipindahkan ke petridish untuk dilakukan White trap selama 5-6 hari. Penelitian menggunakan buah kopi terinfeksi oleh hama PBKo dengan masing-masing perlakuan menggunakan 10 buah kopi terinfeksi dengan diberikan perlakuan nematoda dengan cara disemprotkan pada buah kopi yang telah terinfeksi oleh hama PBKo menggunakan konsentrasi 0, 100, 200, 400, 800

dan 1000 JI/ml. Perhitungan Juvenil Infektif (JI) nematoda menggunakan rumus menurut Indriyanti (2015) :

$$\text{Populasi NPS JI/ml} = \frac{\text{Sampel Air Dalam Media (ml)}}{\text{Sub Contoh Volume Air (ml)}} \times \text{Jumlah NPS (JI)}$$

Penelitian dilakukan selama 7 hari diulang sebanyak 3 kali ulangan dengan melakukan pengamatan setiap hari untuk mortalitas dan efisiensi invasi pada hari ke-3 dan ke-7 setelah dilakukannya infeksi NPS. Variabel pengamatan ada 2 yaitu mortalitas dan efisiensi invasi penggunaan NPS. Data yang diperoleh kemudian ditampilkan dalam bentuk tabel dan gambar memudahkan dalam melakukan analisis dari penggunaan NPS terhadap hama PBKo.

3.3.3 Variabel Pengamatan

1. Mortalitas

Pengamatan uji mortalitas dilakukan setiap hari dimulai dari awal perlakuan atau infeksi NPS pada buah kopi terinfeksi PBKo. Pengamatan mortalitas dilakukan dengan cara membuka buah kopi untuk mengetahui hama PBKo yang mati di dalam buah kopi. Mortalitas dihitung dengan rumus yang dimodifikasi dari Sasmita dan Baehaki (1997); Purnomo dkk (2014).

$$\text{Mortalitas} = \frac{\text{Jumlah Hama PBKo Mati}}{\text{Jumlah Hama PBKo Keseluruhan}} \times 100\%$$

2. Efisiensi Invasi

Efisiensi invasi untuk mengetahui jumlah NPS yang berada pada tubuh inang. Menghitung efisiensi invasi dengan cara membongkar tubuh inang terinfeksi dan menghitung jumlah NPS yang ada pada tubuh inang. Pengamatan efisiensi invasi dilakukan pada hari ke-3 dan hari ke-7 setelah infeksi NPS. Persentase efisiensi invasi dihitung dengan rumus :

$$\text{Invasi} = \frac{\text{Jumlah NPS pada Inang}}{\text{Jumlah Konsentrasi NPS Digunakan}} \times 100\%$$

3.4 Analisis Data

Hasil data yang diperoleh penelitian yang dilakukan ditampilkan dalam bentuk tabel dan gambar untuk memudahkan dalam proses analisis. Hasil data dilakukan analisis data menggunakan ANOVA. Apabila hasil analisis yang diperoleh berbeda tidak nyata maka dilakukan analisis lanjutan menggunakan uji lanjut Tukey dengan taraf 5%.



BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Aplikasi Nematoda Patogen Serangga (NPS) dapat menimbulkan mortalitas pada fase larva sebesar 100% dan pupa 100% hama *H. hampei*.
2. Pada konsentrasi 1000 JI/ml memberikan hasil yang terbaik mencapai mortalitas 100% pada larva *H. hampei* pada hari ke-3 setelah infeksi.
3. Parameter uji invasi larva dan pupa hama *H. hampei* menunjukkan jumlah NPS terbanyak pada konsentrasi 100 JI/ml masing-masing 32,44% dan 6,33% pada hari ke-7 setelah infeksi.
4. Parameter uji invasi larva dan pupa hama *H. hampei* dengan jumlah NPS terendah pada konsentrasi 1000 JI/ml dan 800 JI/ml masing-masing 0,43% dan 0,14% pada hari ke-3 setelah infeksi.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan penelitian, maka penggunaan musuh alami NPS dapat digunakan sebagai pengendali hama PBKo. Pengendalian hayati dengan memanfaatkan musuh alami dapat meminimalkan kerusakan ekosistem akibat penggunaan pestisida secara berlebihan pada sistem budidaya tanaman kopi. Penelitian ini semoga mampu menumbuhkan kesadaran petani kopi tentang pengendalian hama PBKo guna menunjang produksi kopi di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

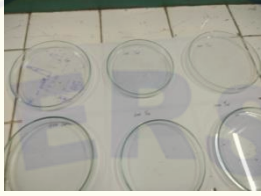
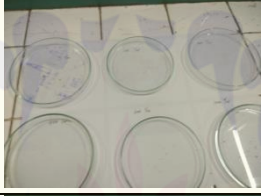



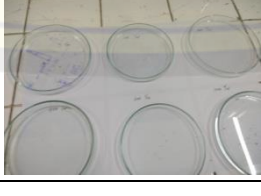
- Asmarantaka, R.W., Jahroh, S., Dan Nalurita, S. 2014. Analisis Daya Saing Dan Strategi Pengembangan Agribisnis Kopi Indonesia. *Agribisnis Indonesia*, 2(1) : 63-74.
- Capinera, L, John. 1995. *Vegetable And Pest*. California : Academic Press.
- Chaerani, M. Ace, Suhendar Dan J. Harjosudarmo. 2012. Perbanyakan Nematoda Patogenik Serangga (Rhabditida: *Steinernema* Dan *Heterorhabditis*) Pada Media In Vitro Cair Statik. *Agrobiogen*, 8(1):19-26.
- Chaerani. 2011. Pembiakan Nematoda Patogen Serangga (Rhabditida : *Heterorhabditis* Dan *Steinernema*) Pada Media Semi Padat. *J. Hpt Tropika*, 11(1) : 1-9.
- Damon, A. 2000. A Review Of The Biology And Control Of The Coffee Berry Borer, *Hypothenemus Hampei* (Coleoptera: Scolytidae). *Bulletin Of Entomological Research*, 90(1): 453-465.
- Gusti, Indriati, Dan Trisawa, I, M. 2011. Nematoda Patogen Serangga *Heterorhabditis* Spp. Untuk Pengendalian Hama Penggerek Batang Lada. *Bulletin Ristri*, 2(1) : 291-296.
- Hartono. 2013. Produksi Kopi Nusantara Ketiga Terbesar Di Dunia. [Http://Kemenperin/Produksi Kopi Nusantara Ketiga Terbesar Di Dunia.Html](http://Kemenperin/Produksi_Kopi_Nusantara_Ketiga_Terbesar_Di_Dunia.Html). Diakses Pada Tanggal 11 Maret 2016.
- Indriyanti, Dyah, Nurul, Fitria, A Dan P. Widiyaningrum. 2015. Perbanyakan Nematoda Entomopatogen (NEP) Pada Berbagai Media Buatan Entomopathogenic Nematodes (ENPS) Rearing On Various Artificial Culture Media. *Saintekno*, 13(1) : 1-8.
- Irulandi, S., Rajendran, C. R., Chinniah Dan Samuel, S.D. 2007. Influence Of Weather Factors On The Incidence Of Coffee Berry Borer, *Hypothenemus Hampei* (Ferrari) (Scolytidae: Coleoptera) In Pulney Hills, Tamil Nadu. *Madras Agric.J.*, 94 (7-12) : 218-231.
- Kalshoven, L. G. E. 1981. *Pest Of Crops In Indonesia, Revised & Translated By P. A. Van Der Laan*. Jakarta : Pt. Ichtiar Baru-Van Hoeve.
- Kamariah, B. Nasir dan J. Panggeso. 2013. Efektivitas Berbagai Konsentrasi Nematoda Entomopagen (*Steinernema sp.*) Terhadap Mortalitas Larva *Spodoptera exiqua* Hubner. *J. Agrotekbis*, 1(1): 17-22.


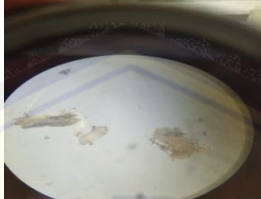

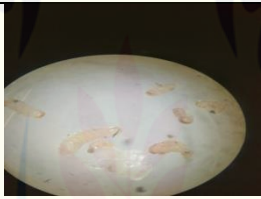
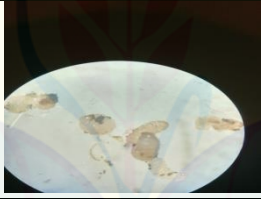



- Koppenhofer, A, M, dan Kaya, H, K. 1996. Effects Of Microbial And Other Anthagonistic Organism And Competition On Entomopathogenic Nematodes. *Biocontrol Sci. Technol*, 6(1): 333-345.
- Kusmiati, Ati dan Windiarti, Reni. 2011. Analisis Wilayah Komoditas Kopi di Indonesia. *J.Sep*, 5(2): 47-58.
- Matnawy, Hadi. 1998. *Perlindungan Tanaman*. Yogyakarta: Kanisius.
- Mukhtasar, Prasetyo, Dan Alnopri. 2009. Variabilitas Dan Heritabilitas Aktivitas Nitrat Reduktase Karakter Daun Kopi Arabika Datara Rendah, *Akta Agrosia*, 12(2): 167-172.
- Nugrohorini. 2010. Eksplorasi Nematoda Entomopatogen Pada Beberapa Wilayah Di Jawa Timur. *Pertanian Mapeta*, 12(2) : 72-144.
- Purnomo, Hari. 2009. *Pengantar Pengendali Hayati*. Yogyakarta : Andi Offset.
- Purnomo, Hari., Purwatiningsih., Dan Utami, Rini. 2014. Keanekaragaman Hayati Serangga Parasitoid Kutu Kebul (*Bemisia Tabaci* Genn) Dan Kutu Daun (*Aphid* Spp.) Pada Tanaman Kedelai. *Ilmu Dasar*, 15 (2) : 81-89.
- Sucipto. 2009. Nematoda Entomopatogen *Heterorhabditis* Isolat Lokal Sebagai Pengendali Hayati Hama Penting Tanaman Holtikultura Yang Ramah Pada Lingkungan. *Agrovigor*, 2(1) : 1-7.
- Susilo, W.A. 2008. Ketahanan Tanaman Kopi (*Coffea* Spp.) Terhadap Hama Penggerek Buah Kopi (*Hypothenemus Hampei* Ferr.). *Review Penelitian Kopi Dan Kakao*, 24(1) : 1-14.
- Swibawa, I Gede, Dan Sudarsono, Hanim. 2011. Serangan Hama Bubuk Buah Kopi (*Hypothenemus Hampei*, Coleoptera: Scolytidae) Pada Sistem Agroforestri Sederhana Vs. Sistem Agroforestri Kompleks Di Lampung. *Prosiding*, 1(4): 1-9.
- Teguh 2018, E, P. Oemry, S Dan Pinem, M, I. 2018. Uji Efektifitas Nematoda Entomopatogen *Steinernema* Sp. Pada Hama Penggerek Buah Kopi *Hypothenemus Hampei* Ferr. (Coleoptera: Scolytidae) Di Laboratorium. *Jurnal Agroteknologi*, 6(1): 54-60.
- Tobing, J.D., Bustillo, A.E ., Valelezo, L.F., Acuna, J. R. Dan Benavides. P. 2008. Alimentary Canal And Reproductive Tract Of *Hypothenemus Hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae, Scolytidae). *Neotropical Entomology*, 37 (2) : 143-151.








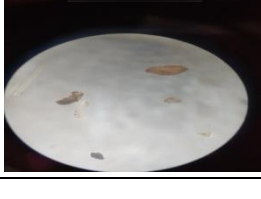
- Vega, Fernando, E. Infante, Francisco, Castillo, Alfredo, Dan Jaramillo, Juliana. 2009. The Coffee Berry Borer, *Hypothenemus Hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae): A Short Review, With Recent Findings And Future Research Directions. *Terrestrial Arthropod Reviews*, 2(1): 129-147.
- Vijayalakshmi, C.K, Simi, C, Tintumol, K, And Vinodkumar P.K. 2014. Life Cycle Of The Coffee Berry Borer Parasitoid, *Cephalonomia Stephanoderis* (Hymenoptera: Bethyridae) On Parchment And Cherry Coffee. *International Journal Of Scientific & Technology Research*, 3(2): 151-152.
- Wibowo, E Dan Ernawati, D. 2013. *Fluktuatif Serangan Hypothenemus Hampei Wilayah Kerja Balai Besar Perbenihan Dan Proteksi Tanaman Perkebunan (Bbpptp) Surabaya Pada Triwulan Ii 2013*. Surabaya : Balai Besar Perbenihan Dan Proteksi Tanaman Perkebunan (Bbpptp).
- Wiratno, Dan Rohimatun. 2012. Patogenisitas Nematoda *Heterorhabditis* Sp. Terhadap Kumbang Daun Kelapa *Brontispa Longissima* Gestro. *Jurnal Litri*, 18(4): 137-142.







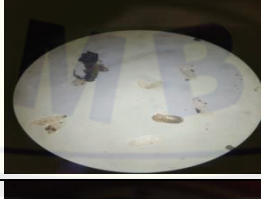
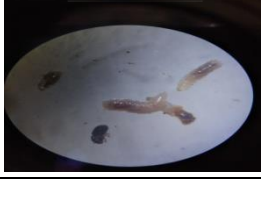
LAMPIRAN 1


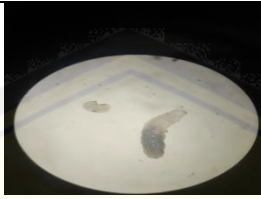


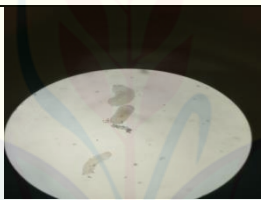



Ulangan 1 Perlakuan Konsentrasi Nematoda Patogen Serangga Terhadap Larva dan Pupa Hama *Hypothenemus hampei* Ferr.

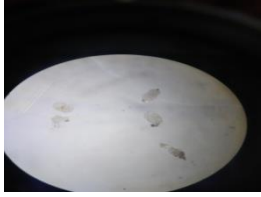



Tanggal	Konsentrasi Jl/ml	Dokumentasi	Mortalitas		Jumlah Inang	
			Larva	Pupa	Larva	Pupa
13/03/2019	0		0	0	5	1
	100		0	0	1	0
	200		0	0	1	0
	400		0	0	6	0
	800		0	0	10	0
	1000		0	1	7	1

14/03/2019	0		0	0	2	0
	100		1	0	4	0
	200		0	0	0	1
	400		4	0	7	1
	800		6	0	7	0
	1000		2	0	7	1
15/03/2019	0		0	0	7	0
	100		0	0	4	1

	200		3	0	6	0
	400		2	2	8	3
	800		2	1	5	1
	1000		5	1	5	1
16/03/2019	0		0	0	5	2
	100		0	2	3	2
	200		2	2	6	4
	400		3	2	3	2






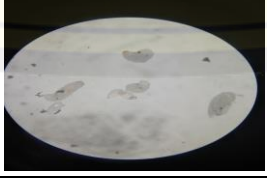
	800		7	2	12	2
	1000		2	1	4	1
17/03/2019	0		0	0	3	0
	100		4	1	7	1
	200		2	0	6	0
	400		0	0	3	0
	800		4	2	5	3
	1000		2	2	4	2

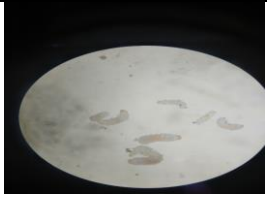




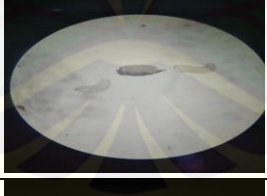

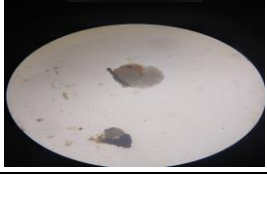
18/03/2019	0		0	0	5	0
	100		1	0	2	0
	200		3	0	7	0
	400		2	1	7	1
	800		3	0	3	0
	1000		3	7	5	7
19/03/2019	0		0	0	4	1
	100		3	1	5	2


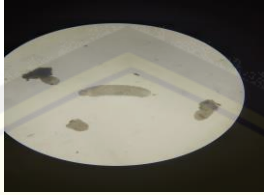

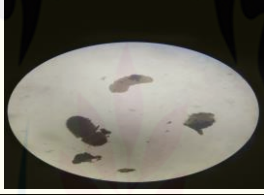

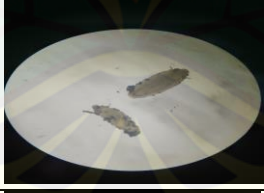

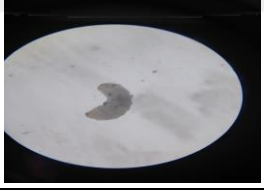
	200		1	0	4	1
	400		1	1	3	1
	800		1	1	1	1
	1000		1	0	3	0

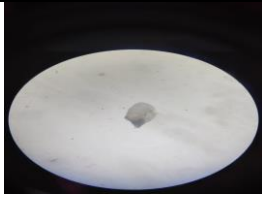





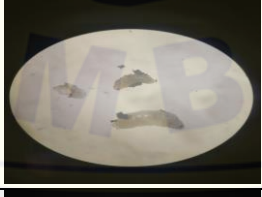

LAMPIRAN 2







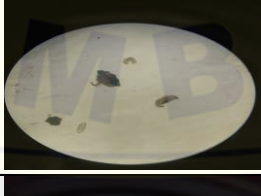
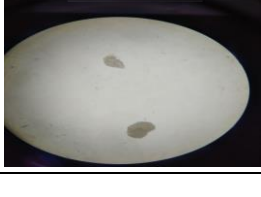
Ulangan 2 Perlakuan Konsentrasi Nematoda Patogen Serangga Terhadap Larva dan Pupa Hama *Hypothenemus hampei* Ferr.




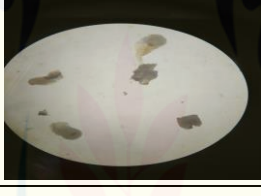
Tanggal	Konsentrasi Jl/ml	Dokumentasi	Mortalitas		Jumlah Inang	
			Larva	Pupa	Larva	Pupa
20/03/2019	0		0	0	6	1
	100		0	0	2	0
	200		0	0	5	1
	400		0	0	8	0
	800		0	0	1	0
	1000		0	0	3	1

21/03/2019	0		0	0	7	0
	100		1	0	9	2
	200		1	1	1	3
	400		2	0	4	0
	800		1	0	1	0
	1000		1	0	4	0
22/03/2019	0		0	0	5	1
	100		1	0	2	0

	200		0	0	1	0
	400		1	0	4	0
	800		1	0	2	0
	1000		1	1	1	2
23/03/2019	0		0	0	6	1
	100		0	0	0	2
	200		0	1	2	1
	400		1	0	1	0






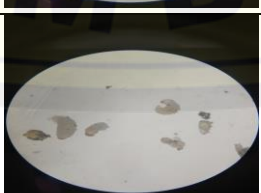
	800		1	0	1	0
	1000		3	1	4	3
24/03/2019	0		0	1	3	1
	100		0	0	1	2
	200		0	0	1	1
	400		0	1	1	1
	800		1	0	2	1
	1000		3	1	4	1

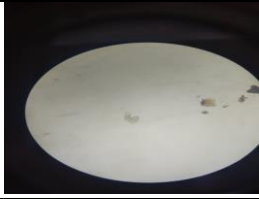
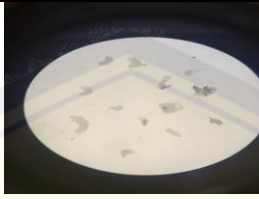

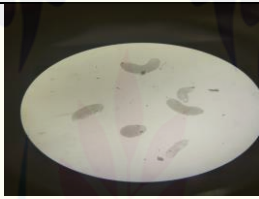
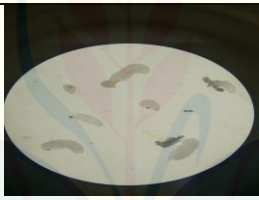



25/03/2019	0		0	0	5	0
	100		1	0	3	0
	200		0	0	0	2
	400		0	0	1	0
	800		0	0	1	3
	1000		1	1	2	1
26/03/2019	0		0	0	3	0
	100		1	0	1	1


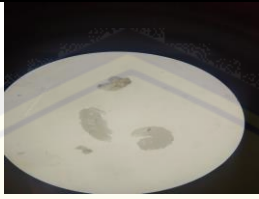

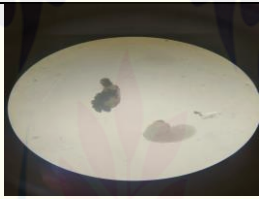
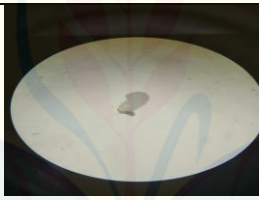

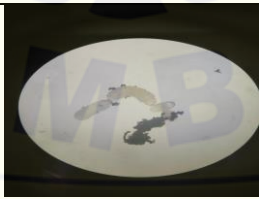

	200		1	1	4	1
	400		0	1	3	1
	800		2	0	2	1
	1000		3	0	4	0

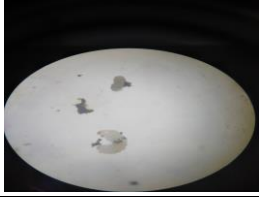







LAMPIRAN 3


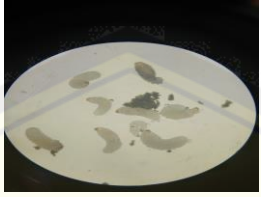




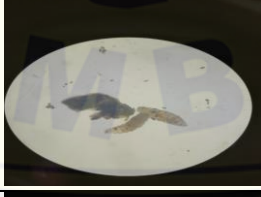

Ulangan 3 Perlakuan Konsentrasi Nematoda Patogen Serangga Terhadap Larva dan Pupa Hama *Hypothenemus hampei* Ferr.



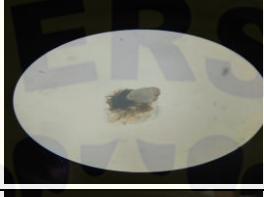

Tanggal	Konsentrasi Jl/ml	Dokumentasi	Mortalitas		Jumlah Inang	
			Larva	Pupa	Larva	Pupa
27/03/2019	0		0	0	2	1
	100		0	0	9	0
	200		0	0	7	0
	400		0	0	2	1
	800		0	0	2	1
	1000		1	0	4	1

28/03/2019	0		0	0	2	0
	100		1	0	10	2
	200		1	0	3	0
	400		2	0	5	1
	800		3	0	7	1
	1000		2	0	5	1
29/03/2019	0		0	0	2	2
	100		1	0	2	1

	200		1	0	5	0
	400		0	0	2	1
	800		1	0	1	0
	1000		2	0	2	0
30/03/2019	0		0	0	1	0
	100		0	0	2	0
	200		0	0	3	0
	400		1	0	2	0

	800		1	0	2	0
	1000		3	1	3	1
31/03/2019	0		0	0	5	2
	100		0	0	2	3
	200		1	0	6	1
	400		0	2	0	2
	800		0	1	0	4
	1000		5	1	8	1

01/04/2019	0		0	0	6	0
	100		2	0	9	0
	200		0	1	3	2
	400		1	0	3	2
	800		1	1	2	4
	1000		5	0	8	1
02/04/2019	0		0	0	2	1
	100		1	0	6	0

	200		0	1	1	1
	400		3	0	5	0
	800		1	0	1	0
	1000		2	0	2	0

LAMPIRAN 4

Dokumentasi Kegiatan



Ulat *T. mitor* sebagai inang
Perbanyakkan nematoda patogen
Serangga



Aplikasi nematoda patogen serangga
pada buah kopi yang terinfeksi *H.*
hampei



Ulat *T. mitor* yang sudah terinfeksi
nematoda patogen serangga



Proses pengamatan perlakuan dengan
memecah buah kopi



White Trap untuk memisahkan
nematoda dari tubuh inang



Buah kopi yang terinfeksi *H. hampei*