PATOGENITAS NEMATODA ENTOMOPATOGEN YANG BERASAL DARI LAHAN KOPI TERHADAP *Crocidolomia pavonana*

SKRIPSI

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

Disusun oleh:

HAWWA' CAHYA MAULIDA

NIM: H01217007

PROGRAM STUDI BIOLOGI
JURUSAN SAINS
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL
SURABAYA

2021

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Hawwa' Cahya Maulida

NIM : H01217007

Program Studi : Biologi

Angkatan : 2017

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul: "**PATOGENITAS NEMATODA ENTOMOPATOGEN YANG BERASAL DARI LAHAN KOPI TERHADAP *Crocidolomia pavonana*"** apabila suatu saat nanti saya telah terbukti melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 12 Juni 2021

Yang menyatakan,

Hawwa' Cahya Maulida
H01217007

HALAMAN PERSETUJUAN

SKRIPSI

PATOGENITAS NEMATODA ENTOMOPATOGEN YANG BERASAL DARI LAHAN KOPI TERHADAP *Crocidolomia pavonana*

Diajukan Oleh:

HAWWA' CAHYA MAULIDA
NIM: H01217007

Telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan

Di Surabaya, Senin 14 Juni 2021

Dosen Pembimbing Utama	**Dosen Pembimbing Pendamping**
Saiku Rokhim, M.KKK	Saiful Bahri, M.Si
NIP. 19861221201401001	NIP. 198804202018021002

HALAMAN PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI

Skripsi Hawwa' Cahya Maulida ini telah dipertahankan

didepan Tim Penguji Skripsi Di Surabaya, Selasa 22 Juni 2021

Mengesahkan,

Dewan penguji

Penguji I

Saiku Rokhim, M.KKK
NIP.19861221201401001

Penguji II

Saiful Bahri, M.Si
NIP.198804202018021002

Penguji III

Irul Hidayati, M.Kes
NIP.198102282014032001

Penguji IV

Estri Kusumawati, M.Kes
NIP.198708042014032003

Mengetahui,
Dekan Fakultas Sains Dan Teknologi
UIN Sunan Ampel Surabaya

Dr. Evi Fatimatur Rusdiyah, M.Ag
NIP.197312272005012003

KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN
Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300
E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Hawwa' Cahya Maulida
NIM : H01217007
Fakultas/Jurusan : SAINS DAN TEKNOLOGI/ BIOLOGI
E-mail address : hawwacahya@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :
■ Sekripsi ☐ Tesis ☐ Desertasi ☐ Lain-lain (.....)
yang berjudul :

PATOGENITAS NEMATODA ENTOMOPATOGEN YANG BERASAL DARI LAHAN KOPI TERHADAP *Crocidolomia pavonana*

Beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Ekslusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara ***fulltext*** untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 22 Juni 2021

Penulis

(Hawwa' Cahya Maulida)

ABSTRAK

PATOGENITAS NEMATODA ENTOMOPATOGEN YANG BERASAL DARI LAHAN KOPI TERHADAP *Crocidolomia pavonana*

Crocidolomia pavonana merupakan hama yang dapat menyebabkan kerusakan pada tanaman kubis hingga 50%. Para petani sering menggunakan pestisida sintetik dalam mengendalikan hama *C. pavonana*, sementara pestisida sintetik mempunyai dampak negatif bagi lingkungan dan makhluk hidup disekitarnya. Nematoda Entomopatogen merupakan agen pengendali hayati yang dinilai efektif untuk mengendalikan hama *C. pavonana*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui patogenitas nematoda entomopatogen yang berasal dari lahan kopi terhadap *Crocidolomia pavonana*. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Integrasi UIN Sunan Ampel Surabaya. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 7 kelompok perlakuan konsentrasi dan 7 kelompok waktu pengamatan. Nematoda entomopatogen diisolasi dari tanah kopi menggunakan umpan *tenebrio molitor*. Identifikasi NEP didasarkan pada perubahan warna kutikula *T. molitor*. Nematoda entomopatogen kemudian diperbanyak dengan metode *in vivo*. Uji patogenitas nematoda entomopatogen terhadap *C. pavonana* dilakukan dengan pemberian 7 perlakuan berbeda dengan 4 kali ulangan, selanjutnya Mortalitas larva *C. pavonana* diamati dari 12 sampai 120 jam setelah aplikasi. Hasil dari penelitian ini menunjukan bahwa warna kutikula *T. molitor* berwarna coklat caramel, hal tersebut menandakan nematoda entomopatogen hasil isolasi termasuk ke dalam Genus Steinernema. Hasil uji patogenitas menunjukan Nilai Lc50 sebesar 66 IJ/ml dan nilai Lc90 sebesar 449IJ/ml, sedangkan nilai Lt50 sebesar 102 JSA dan Lt90 sebesar 247 JSA. Hal tersebut membuktikan bahwa nematoda entomopatogen mempunyai kemampuan dalam menyebabkan Mortalitas pada larva *C. pavonana*

Kata kunci: Nematoda Entomopatogen, *Steinernema* spp., *Crocidolomia pavonana*, Patogenitas

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

ABSTRACT

PATHOGENICITY OF ENTOMOPATHOGENIC NEMATODE DERIVED FROM COFFEE LAND AGAINST *Crocidolomia pavonana*

Crocidolomia pavonana is a pest that can cause damage to cabbage plants up to 50%. In controlling pests *C. pavonana* farmers often use synthetic pesticides, while synthetic pesticides have a negative impact on the environment and living things around it. Entomopathogenic nematodes are biological control agents that are considered effective for controlling *C. pavonana* pests. This study aims to determine the pathogenicity of entomopatogen nematodes from coffee land to *Crocidolomia pavonana*. This research was conducted in UIN Sunan Ampel Surabaya Integration Laboratory. The study used a complete randomized design (RAL) with 7 concentration treatment groups and 7 observation time groups. Entomopathogenic nematodes are isolated from coffee land using *Tenebrio molitor* bait. Identification of EPN is based on discoloration of cuticle *T. molitor*. Entomopathogenic nematodes are then reproduced by in vivo method. The pathogenicity test of entomopathogenic nematode against *C. pavonana* was conducted by administering 7 different treatments with 4 repeats, followed by mortality of larvae *C. pavonana* observed from 12 to 120 hours after application. The results of this study showed that the color of cuticle T. molitor brown caramel color, indicates that the nematode entomopathogenic isolation results are included in the genus *Steinernema*. Pathogenic test results showed Lc50 value of 66IJ/ml and Lc90 value of 449IJ/ml, while Lt50 value of 102 JSA and Lt90 of 247 JSA. This proves that entomopathogenic nematodes have the ability to cause mortality in the larvae of C. pavonana

Keyword: Entomopathogenic Nematode, *Steinernema* spp., *Crocidolomia pavonana*, Pathogenicity

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR ISI

Halaman Judul i
Pernyataan Keaslian ii
Halaman Persetujuan iii
Halaman Pengesahan Tim Penguji Skripsi iv
Lembar Pernyataan Persetujuan Publikasi v
Motto vi
Halaman Persembahan vii
Abstrak viii
Abstract ix
Kata Pengantar x
Daftar Isi xii
Daftar Tabel xiv
Daftar Gambar xv
Daftar Lampiran xvi
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 6
1.3 Tujuan Penelitian 6
1.4 Manfaat Penelitian 7
1.5 Batasan Penelitian 7
1.6 Hipotesis Penelitian 8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 9
2.1 Tanaman Kopi 9
2.1.1 Klasifikasi *Coffea* sp. 10
2.1.2 Morfologi *Coffea* sp. 10
2.2 Karakteristik Lahan Kopi 12
2.3 *Crocidolomia pavonana* 13
2.3.1 Klasifikasi Dan Habitat *Crocidolomia pavonana* 13
2.3.2 Morfologi *Crocidolomia pavonana* 14
2.3.3 Siklus Hidup 15
2.4 Nematoda Entomopatogen 16
2.4.1 Heterorhabditis spp. 18

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

2.4.2 Steinernema spp.....20
2.4.3 Siklus Hidup.....21
2.4.4 Bakteri Simbion.....22
BAB III METODE PENELITIAN.....23
3.1 Jenis Dan Rancangan Penelitian.....23
3.2 Tempat Dan Waktu Penelitian.....24
3.3 Alat Dan Bahan Penelitian.....25
3.3.1 Alat.....25
3.3.2 Bahan.....25
3.4 Variabel Penelitian.....25
3.5 Prosedur Penelitian.....26
3.5.1 Sterilisasi.....26
3.5.2 Pengambilan Sampel Lahan Kopi.....26
3.5.3 Baiting Trap.....27
3.5.4 Identifikasi Nep (Nematoda Entomopatogen).....28
3.5.5 Perbanyakan Nematoda Secara *In Vivo*.....28
3.5.6. Patogenitas Terhadap *C. pavonana*.....29
3.5 Analisis Data.....30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....32
4.1 Hasil Isolasi Dan Identifikasi Nematoda Entomopatogen.....32
4.2 Kepadatan Nematoda Entomopatogen.....34
4.3 Pengaruh Nematoda Entomopatogen Terhadap Mortalitas Larva *C. pavonana*.....36
4.4 Mekanisme Mortalitas Larva *C. pavonana*.....40
4.5 Patogenitas Nematoda Entomopatogen.....44
BAB V PENUTUP.....48
5.1 Kesimpulan.....48
5.1 Saran.....48
Daftar Pustaka.....49
Lampiran.....55

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Rancangan Penelitian 24
Tabel 3.2 Jadwal Pelaksanaan Penelitian 24
Tabel 4.1 Rata-rata Mortalitas Larva *C. Pavonana* 36
Tabel 4.2 Hasil Uji *Kruskal-wallis* Konsentrasi Terhadap Mortalitas Larva *C. pavonana* 39
Tabel 4.4 Hasil Uji *Mann Whitney* Konsentrasi Terhadap Larva *C. pavonana* 39
Tabel 4.6 *Lethal Concentration* Dan *Lethal Time* Larva *C. pavonana* 44

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tanaman Kopi 11
Gambar 2.2 Lahan Tanaman Kopi 12
Gambar 2. 3 Imago *Crocidolomia pavonana* 14
Gambar 2.4 Siklus Hidup *Crocidolomia pavonana* 16
Gambar 2.5 Penampak *Heterorhabditis* spp. dibawah SEM 19
Gambar 2.5 Penampak *Steinernema* spp. dibawah SEM 20
Gambar 2.7 Siklus Hidup Nematoda Entomopatogen 22
Gambar 3.1 Gambaran Metode Diagonal 5 Titik 26
Gambar 4.1 Larva *T. molitor* Hasil *Baiting* 32
Gambar 4.2 Larva *T. molitor* Ketika Dibedah 34
Gambar 4.3 Perbanyakan NEP Secara *In vivo* 34
Gambar 4.4 Larva *C. pavonana* 40
Gambar 4.5 Tahapan NEP Steinernema spp. Masuk Kedalam Tubuh *C. pavonana* 41
Gambar 4.6 Larva *C. Pavonana* Perlakuan Sipermetrin 50 Ec 43

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Penelitian
Lampiran 2. Perhitungan Pengulangan Percobaan
Lampiran 3. Perhitungan Kepadatan Nematoda Entomopatogen
Lampiran 4. Data Mortalitas Harian Larva *C. pavonana*
Lampiran 5. Persentase Mortalitas Larva *C. pavonana*
Lampiran 6. Rata-Rata Mortalitas Larva *C. pavonana*
Lampiran 7. Hasil Uji *Kruskal-Wallis*
Lampiran 8. Hasil Uji Mann Whitney
Lampiran 9. Perhitungan Lethal *Concentration* dan *Lethal time*

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang memiliki kondisi tanah yang tergolong subur. Kondisi ini dikarenakan iklim tropis dan banyaknya pegunungan yang terdapat di Indonesia. Hampir semua wilayah di Indonesia dapat dimanfaatkan sebagai lahan pertanian dan perkebunan. Hasil dari pertanian telah banyak yang berhasil diekspor keluar Negeri, seperti kopi, kelapa sawit, lada, porang dan kubis (Sitomurang 2012). Hasil pertanian ini merupakan salah satu contoh rezeki yang diberikan Allah SWT untuk kehidupan hamba-Nya di dunia. Hal ini tertuang pada Firman Allah SWT dalam Al Quran Surah Al Baqarah ayat 22. Dalam buku Abdul-Rahman (2011) Ibn Kathir menafsirkan ayat tersebut bahwa Allah menciptakan bumi dengan hamparan sebagai tempat manusia untuk berjalan, beribadah dan mencari rezeki. Salah satu usaha manusia untuk mendapatkan rezeki dari Allah SWT adalah dengan bekerja

الَّذِيْ جَعَلَ لَكُمُ الْاَرْضَ فِرَاشًا وَّالسَّمَاۤءَ بِنَاۤءً ۖوَّاَنْزَلَ مِنَ السَّمَاۤءِ مَاۤءً فَاَخْرَجَ بِهٖ مِنَ الثَّمَرٰتِ رِزْقًا لَّكُمْ ۚ فَلَا

تَجْعَلُوْا لِلّٰهِ اَنْدَادًا وَّاَنْتُمْ تَعْلَمُوْنَ

Artinya : "*(Dialah) yang menjadikan bumi sebagai hamparan bagimu dan langit sebagai atap, dan Dialah yang menurunkan air (hujan) dari langit, lalu Dia hasilkan dengan (hujan) itu buah-buahan sebagai rezeki untukmu. Karena itu janganlah kamu mengadakan tandingan-tandingan bagi Allah, padahal kamu mengetahui.*"

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Secara umum, permasalahan yang dihadapi dalam bidang pertanian dan perkebunan adalah keberadaan hama. Hama merupakan sebutan untuk organisme yang menyerang dan merusak organ tanaman seperti daun, batang, akar, bunga dan buah. Perusakan organ tanaman oleh hama akan berakibat pada terganggunya pertumbuhan dan perkembangan tanaman, sehingga tanaman tidak bisa menghasilkan buah dengan baik. Hal ini tentu saja akan berdampak pada hasil panen yang didapatkan petani. Beberapa contoh hama yang sering ditemukan pada lahan pertanian adalah *Crocidolomia pavonana*, *Spodoptera litura* dan *Helicoverpa armigera* (Laba dan Trisawa, 2006).

Hama *C. pavonana* merupakan salah satu hama yang merugikan petani, terkhusus petani kubis karena larva dari ngengat *C. pavonana* akan memakan bagian titik tumbuh kubis yaitu krop. Hama *C. pavonana* dapat menimbulkan kerugian hasil panen sebesar 65%-100%, ini bisa terjadi karena apabila krop atau bagian titik tumbuh kubis hancur maka akan butuh waktu lama untuk kubis bisa tumbuh kembali. Seperti pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Badjo dkk, (2015) hama *C. pavonana* menimbulkan kerusakan pada tanaman kubis sebesar 48.83% selang 10 minggu setelah tanam. Mendukung penelitian yang dilakukan sebelumnya, Datau dkk, (2019) mendapatkan hasil penelitian pada kebun kubis Desa Rurukan Kota Tomohon bahwa hama *C. pavonana* menimbulkan kerusakan hingga 50.58% dengan waktu selang 6 minggu setelah tanam.

Pengontrolan hama *C. pavonana* yang sering dilakukan oleh petani adalah menggunakan pestisida sintetik. Penggunaan pestisida sintetik akan menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan, serta makhluk hidup di sekitar

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

lahan pertanian. Menurut Pimentel dkk, (1992) penggunaan pestisida di lapangan hanya 1% saja yang tepat mengenai sasaran yaitu organisme pengganggu tanaman, sedangkan 99% akan terbuang langsung ke lingkungan. Mukadar (2018) juga berpendapat bahwa, selain mencemari lingkungan dampak dari penggunaan pestisida sintetik adalah timbulnya resistensi pada hama yang akan membuat penggunaan dosis pestisida semakin meningkat. Dampak nyata lain yang juga disebabkan oleh penggunaan pestisida sintetik adalah berkurangnya unsur hara yang terkandung di dalam tanah akibat tercemar bahan kimia di pestisida sintetik. Tanah yang mengalami pencemaran akan berakibat pada kematian dan berkurangnya organisme di dalam tanah, terbunuhnya organisme yang bukan sasaran dan menjadikan hama mengalami resisten terhadap pestisida sintetik. (Singkoh dan Katili, 2019).

Dampak negatif pada penggunan pestisida sintetik ini bertetentangan dengan Firman Allah SWT yang melarang manusia untuk berbuat kerusakan, berikut Firman Allah SWT dalam Al Quran Surah Al Araf Ayat 56,

وَلَا تُفْسِدُوْا فِى الْاَرْضِ بَعْدَ اِصْلَاحِهَا وَادْعُوْهُ خَوْفًا وَّطَمَعًاۗ اِنَّ رَحْمَتَ اللّٰهِ قَرِيْبٌ مِّنَ الْمُحْسِنِيْنَ

Artinya: *"Dan janganlah kamu berbuat kerusakan di bumi setelah (diciptakan) dengan baik. Berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut dan penuh harap. Sesungguhnya rahmat Allah sangat dekat kepada orang yang berbuat kebaikan".*

Quraish Shihab menafsirkan ayat tersebut bahwa Allah SWT melarang hambanya untuk berbuat kerusakan di bumi. Kerusakan adalah salah satu bentuk pelampauan batas yang dilakukan oleh manusia. Allah SWT telah menciptakan alam raya sesuai kebutuhan manusia, sehingga manusia mampu menjalankan kehidupan sehari-hari dan beribadah dengan baik. Selain

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

melarang manusia berbuat kerusakan, Allah SWT juga memerintahkan manusia untuk memperbaiki kerusakan yang terjadi di muka bumi. Allah SWT mengutus para Nabi dan Rasul semata-mata untuk memperbaiki kehidupan dan meluruskan masyarakat untuk menuju ke jalan kebenaran (Tafsir Al Misbah, 2002: 199).

Inti pesan Surat Al Araf ayat 56 adalah manusia sebagai khalifah di bumi ini tidak boleh melakukan pengerusakan yang dapat menyebabkan tidak seimbangnya alam di muka bumi. Manusia juga diharuskan untuk menjaga kelestarian alam dan memperbaiki kondisi alam yang telah rusak. Salah satu upaya untuk mencegah kerusakan di bidang pertanian adalah penggunaan agen pengendali hayati. Agen pengendali hayati dapat diperoleh dari predator asli maupun organisme lain yang berpotensi menyebabkan mortalitas bagi organisme pengganggu tanaman (Agung dkk, 2014). Salah satu agen pengendali hayati yang dikembangkan adalah nematoda entomopatogen.

Dalam penelitian sebelumnya yang dilakukan Kristanti dkk, (2016) nematoda entomopatogen pada konsentrasi 261.02 IJ/ml dapat menimbulkan mortalitas *Spodoptera exigua* sebesar 50% dengan jangka waktu 74.24 jam setelah aplikasi. Mendukung penelitian tersebut Indrayani dkk, (2018) juga melakukan penelitian tentang pemanfaatan nematoda sebagai agen pengendali hayati. Dalam penelitian tersebut Indrayani dkk, (2018) mengaplikasikan nematoda entomopatogen bergenus *Heterorhabditis* sp. ke hama uret tebu atau *Lepidiota stigma*. Hasil yang diperoleh, nematoda *Heterorhabditis* sp. dapat menimbulkan mortalitas sebesar 70-90%, dengan kurun waktu mortalitas 72 jam setelah pengaplikasian.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Nematoda entomopatogen merupakan nematoda yang dapat membunuh hama, khusus pada saat hama tersebut mengalami fase instar. Nematoda entomopatogen berasal dari dua genus nematoda yaitu *Heterorhabditis* dan *Steinernema*. Kedua jenis nematoda tersebut bersimbiosis dengan bakteri. Nematoda *Heterorhabditis* spp. bersimbiosis dengan bakteri *Photorhabdus* spp. sedangkan *Steinernema* spp bersimbiosis dengan bakteri *Xenorhabdus* spp.. bakteri *Xenorhabdus* spp. dan *Photorhabdus* spp. inilah yang dapat menimbulkan mortalitas pada larva serangga. Keunggulan penggunaan agen pengendali hayati berupa nematoda entomopatogen adalah hampir seluruh tanah di dunia merupakan habitat nematoda, sehingga nematoda entomopatogen mudah diisolasi dari tanah manapun. Selain itu perilaku nematoda entomopatogen yang biasa mencari serangga dalam habitat tersembunyi seperti di dalam tanah. Serta memiliki jangkauan inang yang luas dan dapat membuat produk yang dihasilkan bebas dari residu pestisida kimia (Chaerani dan Nurbaeti, 2007).

Nematoda entomopatogen yang akan dikembangbiakan sebagai agen pengendali hayati, sebaiknya diambil dari tanah yang akan kaya nutrisi baik kandungan organik dan non organik. Adapun beberapa kriteria tanah habitat nematoda entomopatogen hidup, yaitu dalam tanah lempung berpasir, mempunyai temperature tanah 12.7-33.4 °C, terdapat vegetasi yang rimbun, mempunyai kandungan air dan kelembaban yang tinggi. Kriteria tersebut sama dengan kriteria syarat tumbuh tanaman kopi Indriyanti, (2014). Rahardjo (2012) menyatakan bahwa kopi mempunyai karakteristik lahan dengan kelembaban dan curah hujan cukup tinggi, serta terdapat vegetasi yang rimbun

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

sebagai naungan. Pada lahan tanaman kopi juga tidak diperlukan proses penggemburan tanah, melainkan hanya penyiangan tanaman gulma. Selain itu lahan kopi mudah dijumpai di Indonesia. Beberapa wilayah Jawa Timur yang bertani kopi adalah Malang, Pasuruan, Jombang, dan Probolinggo (Samudra dkk, 2013).

Berdasarkan latar belakang tersebut maka perlu dilakukan penelitian tentang Patogenitas Nematoda Entomopatogen Yang Bersasal Dari Lahan Kopi Terhadap *Crocidolomia. pavonana*

1.2 Rumusan Masalah

a. Apa genus nematoda entomopatogen yang telah diisolasi dari lahan kopi?
b. Bagaimanakah pengaruh pemberian nematoda entomopatogen yang berasal dari lahan kopi terhadap mortalitas larva *C. pavonana*?
c. Berapakah nilai patogenitas (Lc50) dan (Lc90) nematoda entomopatogen yang berasal dari lahan kopi terhadap *C. pavonana*?
d. Berapa lama waktu patogenitas (Lt50) dan (Lt90) nematoda entomopatogen yang berasal dari lahan kopi terhadap *C. pavonana*?

1.3 Tujuan Penelitian

a. Mengetahui genus nematoda entomopatogen yang telah diisolasi dari lahan kopi
b. Mengetahui pengaruh pemberian nematoda entomopatogen yang berasal dari lahan kopi terhadap mortalitas larva *C. pavonana*
c. Mengetahui nilai patogenitas (Lc50) dan (Lc90) nematoda entomopatogen yang berasal dari lahan kopi terhadap *C. pavonana*

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

d. Mengetahui lama waktu patogenitas (Lt50) dan (Lc90) nematoda entomopatogen yang berasal dari lahan kopi terhadap *C. pavonana*

1.4 Manfaat Penelitian

a. Bagi Peneliti

Diharapkan hasil yang diperoleh akan menambah pengetahuan dan wawasan di bidang pengendalian hayati.

b. Bagi Masyarakat

1) Diharapkan dari hasil penelitian yang diperoleh akan menambah informasi yang bermanfaat tentang agen pengendali hayati berupa nematoda entomopatogen.
2) Diharapkan dari hasil penelitian ini dapat menambah alternatif lain dalam mengatasi serangan hama yaitu dengan agen pengendali hayati yang ramah lingkungan.
3) Diharapkan dari hasil penelitian ini akan menjadi referensi dan pertimbangan untuk penelitian selanjutnya.

1.5 Batasan Penelitian

Batasan penelitian didalam penelitian ini adalah

a. Sampel tanah yang digunakan adalah tanah yang berasal dari lahan kopi dengan kedalaman 5-30 cm dari permukaan tanah
b. Larva *C. pavonana* yang didapatkan merupakan hasil perkembangan dari Balai Penelitian Pemanis dan Serat (Balitas) Malang. Larva *C. pavonana* yang digunakan adalah instar 3

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

c. Larva *C. pavonana* yang terserang nematoda entomopatogen ditandai dengan adanya perubahan warna pada kutikula, tubuh akan bertekstur lembek dan berbau khas.

d. Nematoda entomopatogen yang diperoleh merupakan nematoda berfamily Heterorhabditidae dan Steinernematidae

1.6 Hipotesis Penelitian

Hipotesis dalam penelitian ini adalah nematoda entomopatogen dapat mempengaruhi mortalitas larva *C. pavonana*

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Kopi

Kopi atau tanaman yang mempunyai Nama ilmiah *Coffea* sp. menjadi salah satu komoditi ekspor besar di Indonesia, hal ini dikarenakan kopi memiliki nilai jual dan prospek pasar yang tinggi. Bermula pada tahun 1696 biji kopi dibawa dan diperkenalkan oleh VOC di Kota Batavia. Kopi kemudian tersebar ke berbagai wilayah di Indonesia, sehingga kopi banyak ditanam dan dikembangbiakan (Rahmatyayoga dkk, 2017). Sebagian Provinsi di Indonesia merupakan penghasil kopi, namun yang paling banyak menghasilkan buah kopi terletak pada Pulau Sumatra yaitu Provinsi Aceh, Sumatera Utara, Sumatera Selatan dan Lampung. Pemanfaatan tanaman kopi memberikan pengaruh positif bagi kehidupan petani kopi. Hal tersebut juga membuktian kebenaran salah satu firman Allah SWT yang berbunyi,

وَاٰيَةٌ لَّهُمُ الْاَرْضُ الْمَيْتَةُۖ اَحْيَيْنٰهَا وَاَخْرَجْنَا مِنْهَا حَبًّا فَمِنْهُ يَأْكُلُوْنَ (٣٣) وَجَعَلْنَا فِيْهَا جَنّٰتٍ مِّنْ نَّخِيْلٍ وَّاَعْنَابٍ

وَّفَجَّرْنَا فِيْهَا مِنَ الْعُيُوْنِۙ(٣٤) لِيَأْكُلُوْا مِنْ ثَمَرِهٖ وَمَا عَمِلَتْهُ اَيْدِيْهِمْۗ اَفَلَا يَشْكُرُوْنَ(٣٥)

Artinya : *"Dan suatu tanda (kebesaran Allah) bagi mereka adalah bumi yang mati (tandus). Kami hidupkan bumi itu dan Kami keluarkan darinya biji-bijian, maka dari (biji-bijian) itu mereka makan (33). Dan Kami jadikan padanya di bumi itu kebun-kebun kurma dan anggur dan Kami pancarkan padanya beberapa mata air (34), agar mereka dapat makan dari buahnya, dan dari hasil usaha tangan mereka. Maka mengapa mereka tidak bersyukur? (35).* QS. Yasin Ayat 33-35

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Ahmad Musthafa Al-Maraghi menafsirkan ayat ke 33-35 Surat Yasin tersebut bahwa, diantara bukti kekuasaan Allah SWT adalah menyuburkan bumi yang dulunya tandus. Allah SWT menghidupkan tumbuhan dari biji-bijian, kemudian tumbuhan tersebut tumbuh hingga tersebut bermacam-macam bentuk dan jenisnya. Terdapat pula buah-buahan seperti anggur dan kurma. Allah SWT juga membuatkan sungai-sungai yang menjalar. Semua itu dibuat semata-mata agar manusia dapat memakan buah dan hasil kebun dari tangan mereka. Hal ini juga sebagai pengingat manusia akan nikmat yang telah diberikan oleh Allah SWT sehingga manusia diwajibkan untuk selalu bersyukur kepada Allah SWT

2.1.1 Klasifikasi *Coffea* sp.

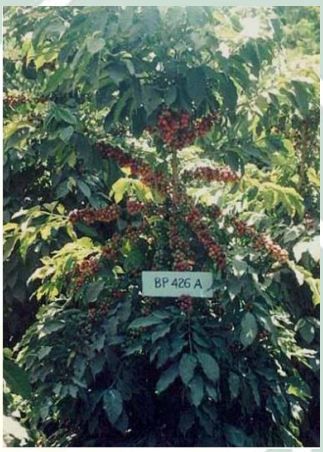
Kingdom	: Plantae
Subkingdom	: Tracheobionta
Superdivison	: Spermatophyta
Division	: Magnoliophyta
Class	: Magnoliopsida
Subclass	: Asteridae
Order	: Rubiales
Family	: Rubiaceae
Genus	: *Coffea*
Species	: *Coffea* sp. (Rahardjo, 2012)

2.1.2 Morfologi *Coffea* sp.

Pada Gambar 2.1 dapat dilihat bahwa tumbuhan Kopi mempunyai bentuk pohon yang perdu kecil. Berdasarkan arah tumbuh percabangan,

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

tumbuhan kopi dibagi menjadi ortotrop dan plagiotrop. Percabangan ortotrop adalah percabangan tumbuhan yang mengarah keatas atau vertikal, sedangkan plagiotrop adalah percabangan tumbuhan yang mengarah ke samping atau horizontal. Daun pada tumbuhan kopi berbentuk bulat dengan bagian ujung meruncing atau bulat. Warna daun tumbuhan kopi terlihat hijau mengkilap pada saat tua dan perunggu pada saat muda. (Rahardjo, 2012).



Gambar 2.1 Tanaman Kopi
(Sumber : Hulupi dan Martini, 2013)

Daun tumbuhan kopi tumbuh secara berpasangan sedangkan buah dan bunga akan terbentuk apabila tumbuhan kopi telah menginjak usia 3 tahun. Mahkota tumbuhan kopi berwarna putih, sementara buahnya tersusun atas epicarp (kulit buah), mesocarp (daging buah) dan endocarp (kulit tanduk). Buah kopi akan matang pada bulan ke 7-12 dari waktu buah kopi itu terbentuk. Kopi termasuk kedalam kelas dikotil, karena mempunyai 2 keping biji. Pada bagian datar biji kopi terdapat alur. Akar tanaman kopi berjenis tunggang dengan panjang berkisar 45-50 cm dan berada pada kedalaman diatas 30 cm (Rahardjo, 2012).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

2.2 Karakteristik Lahan Kopi

Tanaman kopi biasanya ditanam pada lahan yang terletak di lereng bukit atau pegunungan, dengan ketinggian berkisar 500-1700 mdpl. Kopi termasuk kedalam tumbuhan C3 atau tanaman yang kurang menyukai penyinaran matahari secara langsung, namun tanaman kopi memerlukan curah hujan 2000-3000 mm per tahun. Dari deskripsi tersebut dapat disimpulkan bahwa lahan kopi mempunyai tingkat kelembaban yang tinggi karena semakin tinggi suatu daerah dari permukaan laut maka semakin tinggi pula kelembabanya (Ichsan dkk, 2013).

Gambar 2.2 Lahan Tanaman Kopi
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2021)

Kriteria tanah yang dibutuhkan oleh tanaman kopi adalah tanah yang gembur, permeable, tinggi kandungan humus dan mempunyai lapisan tanah atas yang tebal. Selain itu tanaman kopi menyukai air tanah yang berada pada kedalaman yang tinggi, karena air tanah yang dangkal akan mengakibatkan kebusukan pada akar. Sekurang-kurangnya air tanah yang baik untuk pertumbuhan tanaman kopi berjarak 3 meter dari permukaan tanah. Tanaman kopi juga mempunyai kebutuhan akan oksigen yang tinggi. *pH* pada lahan kopi berkisar 5,5 – 6,5, meskipun masuk ke dalam kategori asam tetapi nilai *pH* inilah yang dapat menghasilkan panen kopi yang baik. Namun dengan catatan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

daun pada tanaman kopi mempunyai ion Ca^{++} yang cukup untuk pertumbuhan (AAK, 1988).

2.3 *Crocidolomia pavonana*

2.3.1 Klasifikasi dan Habitat *Crocidolomia pavonana*

Kingdom : Animalia

Phylum : Arthropoda

Class : Insect

Order : Lepidoptera

Family : Crambidae

Genus : *Crocidolomia*

Spesies : *Crocidolomia pavonana* (Myers dkk, 2020).

Crocidolomia pavonana merupakan hama krop tanaman kubis yang mempunyai pola distribusi pada wilayah yang beriklim sedang hingga tropis di seluruh dunia. Serangga ini juga dapat dijumpai pada Asia Selatan, Asia Tenggara, Australia, Afrika Selatan, Tanzania dan Kepulauan Pasifik. Pada pulau Jawa serangga hama *C. pavonana* dapat ditemukan pada lahan pertanian baik pada dataran tinggi maupun dataran rendah (Sastrosiswojo dan Setiawati, 1986). Gejala tanaman kubis yang terserang oleh hama *C. pavonana* instar awal adalah adanya lubang-lubang pada lapisan epidermis pada saat daun telah mengering. Sedangkan pada instar yang lebih tua adanya kerusakan pada krop kubis dan terlihat banyaknya feses pada lembaran daun kubis (Badjo dkk, 2015)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

2.3.2 Morfologi *Crocidolomia pavonana*

Telur *C. pavonana* mempunyai ukuran diameter 0,8-1 mm dengan bentuk bulat berwarna hijau dan akan berubah menjadi kuning kecoklatan apabila akan menetas (Rikardo, 2017). Larva *C. pavonana* yang baru saja menetas mempunyai kepala berwarna hitam dengan tubuh berwarna hijau muda dan corak bintik-bintik hitam. Setelah sedikit lebih tua larva *C. pavonana* akan mempunyai garis putih memanjang pada setiap sisi lateral tubuhnya. Diantara bagian garis lateral dan punggung larva *C. pavonana* terdapat bintik-bintik bulat berwarna hitam. Pada bagian ini juga terdapat rambut halus berwarna hitam. Pada fase pupa, kokon *C. pavonana* berwarna coklat kekuningan dan menjadi coklat gelap pada tahap akhir (Kannan 2015).

Gambar 2. 3 Imago *Crocidolomia pavonana*
(Sumber : Chen and Wang, 2013)

Imago *C. pavonana* memiliki thorax hitam dengan abdomen coklat kemerahan. Ovipositor pada ngengat *C. pavonana* betina melengkung dan berukuran lebih besar daripada ngengat *C. pavonana* jantan. Ukuran tubuh pada imago *C. pavonana* jantan lebih panjang daripada betina (Kannan 2015). Sayap ngengat *C. pavonana* mempunyai corak bintik-bintik putih dengan warna dasar sayap coklat keabu-abuan. Imago betina mempunyai

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

panjang tubuh 8-18mm dengan panjang sayap 18-25mm, sedangkan pada ngengat *C. pavonana* jantan mempunyai tubuh 11-14mm dan panjang sayap 20-25mm (Rikardo, 2017).

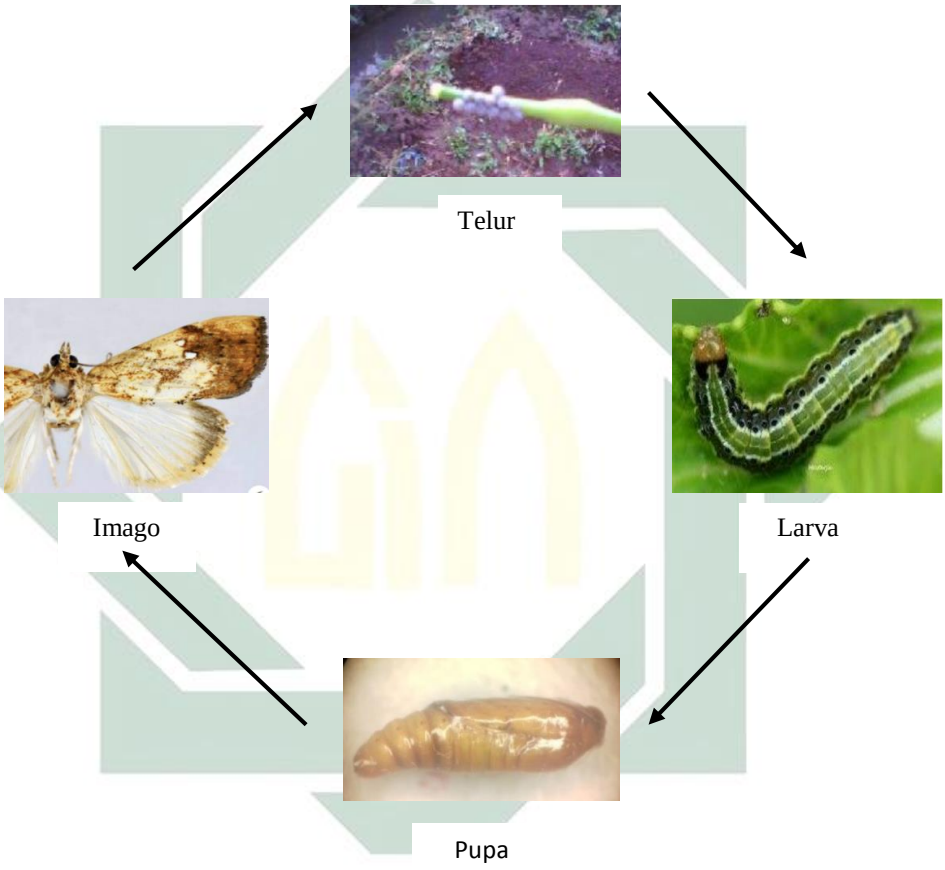
2.3.3 Siklus Hidup

Dalam daur hidupnya *C. pavonana* mengalami metamorfosis holometabola atau sempurna, yang terdiri dari fase telur-larva-pupa-imago. Telur *C. pavonana* diletakan rata melingkar dengan posisi tumpang tindih pada permukaan pangkal daun kubis oleh imagonya. Telur akan menetas setelah 3-6 hari dengan persentase penetasan 69-100% (Sastrosiswojo dan Setiawati, 1986). Stadia larva *C. pavonana* dibagi kedalam 5 instar. Instar pertama berlangsung berkisar 2-4 dengan ukuran kepala 0.27 mm, instar 2 berlangsung 1-3 hari dengan ukuran kepala 0,46 mm, instar 3 berlangsung 1-3 hari dan ukuran kepala 0,84 mm, instar 4 berlangsung selama 1-4 hari dengan ukuran 1,40 mm, dan 3-7 hari untuk instar 5 dengan ukuran kepala 1,69 mm (Kannan 2015). Pada fase akhir instar 5 larva *C. pavonana* akan keluar menuju tanah dekat pangkal tanaman, larva menggali tanah tersebut untuk mengalami fase pupa atau kepompong (Sastrosiswojo dan Setiawati, 1986).

Terlihat pada gambar 2.3 apabila larva *C. Pavonana* sudah memasuki fase pupa larva *C. Pavonana* akan membentuk kokon yang mempunyai warna coklat kekuningan dan a berubah warna menjadi coklat gelap apabila sudah tahap akhir. Pupa *C. pavonana* berukuran kurang lebih 3-10 mm dengan durasi fase pupa 9-13 hari bergantung pada suhu udara lingkungan sekitar. Apabila suhu lingkungan semakin hangat maka akan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

semakin cepat fase pupa pada *C. Pavonana*. *Crocidolomia pavonana* akan bermetamorfosis menjadi ngengat. Ngengat jantan pada umumnya mempunyai durasi fase pupa lebih panjang 1 hari daripada ngengat betina. Ngengat *C. pavonana* akan aktif pada saat malan hari (Sastrosiswojo dan Setiawati, 1986)



Gambar 2.4 Siklus Hidup *Crocidolomia pavonana*
(Sumber: Ambarwati, 2012; Julaily dan Setyawati, 2013; Rahmawati dkk, 2019; Chen dan Wang, 2013)

2.4 Nematoda Entomopatogen

Nematoda merupakan organisme berbentuk silindris sedang, mirip dengan cacing atau annelida. Adapun yang membedakan nematoda dan annelida adalah tidak adanya segmen pada tubuh nematoda (Afifah dkk, 2013).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Nematoda mempunyai ukuran tubuh 700-5000 mikron yang diselubungi oleh kutikula, sehingga apabila nematoda bergerak akan membentuk gerakan yang fleksibel (Nugrohorini, 2010). Nematoda entomopatogen merupakan salah satu bentuk pengembangan ilmu pengetahuan di bidang pertanian. Dengan memanfaatkan sifat alami nematoda yang memangsa serangga maka dijadikanlah nematoda menjadi agen pengendali hayati. Agen pengendali hayati merupakan makhluk hidup atau organisme yang dimanfaatkan untuk mengontrol pertumbuhan organisme pengganggu tanaman (Purnomo, 2010). Tidak semua nematoda bersifat patogen terhadap serangga, kebanyakan nematoda yang digunakan sebagai APH berasal dari family Steinernematidae dan Heterorhabditidae. Family Steinernematidae memiliki 18 spesies sedangkan family Heterorhabditidae mempunyai 18 spesies yang dapat dijadikan agen pengendali hayati (Nguyen dan Smart 1996).

Penggunaan NEP sebagai agen hayati dinilai lebih efektif daripada penggunaan pestisida sintetik, dikarenakan nematoda dapat berkembang biak dalam serangga inang sehingga menyebabkan efek berkelanjutan terhadap populasi hama. Selain itu keunggulan dari penggunaan nematoda entomopatogen sebagai APH adalah dapat menimbulkan mortalitas sejak 24-48 jam setelah pengaplikasian dan mempunyai jangkauan serangga inang yang luas (Kaya dan Gaugler, 1993). Nugrohorini, (2010) menyatakan bahwa NEP dapat menimbulkan mortalitas pada hama dari ordo Lepidoptera, Coleoptera dan Diptera. Mempunyai virulensi yang tinggi dan mudah untuk dikembangbiakan dengan skala besar. Nematoda tersebar di seluruh dunia dengan habitat tanah gembur yang kaya oksigen dan air.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Penggunaan Nematoda sebagai agen pengendali hayati dapat dikatakan sebagai salah satu bukti kebenaran Firman Allah SWT. Dalam Al Quran Surat Hud Ayat 6 Allah SWT berfirman,

وَمَا مِنْ دَآبَّةٍ فِى الْاَرْضِ اِلَّا عَلَى اللّٰهِ رِزْقُهَا وَيَعْلَمُ مُسْتَقَرَّهَا وَمُسْتَوْدَعَهَا ۗ كُلٌّ فِيْ كِتٰبٍ مُّبِيْنٍ

Artinya: *"Dan tidak satupun makhluk bergerak (bernyawa) di bumi melainkan semuanya dijamin Allah rezekinya. Dia mengetahui tempat kediamannya dan tempat penyimpanannya. Semua (tertulis) dalam Kitab yang nyata (Lauh Mahfuzh)."*

Pada buku Abdul-Rahman (2018) Ibnu Kathir menafsirkan Surat Hud ayat 6, bahwa Allah SWT bertanggung jawab atas ketentuan semua makhluk yang hidup di bumi. Baik dari segi ukuran, warna, tempat tinggal dan rezekinya. Tafsir Ibnu Kathir sejalan dengan karakteristik dari nematoda entomopatogen, meskipun mempunyai ukuran tubuh yang kecil dan tinggal didalam tanah Allah SWT sudah mengatur rezeki berupa makanan dari larva dan pupa yang ada pada sekitar tanah.

2.4.1 Heterorhabditis spp.

Heterorhabditis spp. jantan mempunyai panjang tubuh 663-1010 μm pada generasi pertama, sedangkan betina pada generasi pertama mempunyai panjang 1340-2240 μm dan 663-1010 pada generasi kedua (Hernandez dan Mracek, 1984). Pada *Heterorahbditis* spp. jantan, spikula berpasangan secara simertis dengan bentuk runcing sedangakan pada betina vulva terletak ditengah-tengah tubuh. *Heterorhabditis* spp. mempunyai ciri khas berupa tonjolan seperti tanduk di bagian kepalanya, mempunyai stoma yang pendek

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

dan lebar serta ekor pendek berbentuk konoid meruncing (Nguyen and Smart 1996).

Nematoda *Heterorhabditis* spp. mempunyai kelebihan daripada spesies *Steinernema* Spp., yaitu tingkah lakunya yang lebih aktif. *Heterorhabditis* spp. akan aktif mencari inang kemudian melakukan penetrasi kedalam tubuh larva serangga secara langsung melalui lubang-lubang alami seperti mulut, anus, spirakel dan kutikula (Dowds dan Peter, 2002). Kelebihan lain yang dimiliki *Heterorhabditis* spp. adalah kemampuan bertahan hidup yang cukup lama diluar tubuh inang, hal ini dikarenakan *Heterorhabditis* spp. mempunyai karbohidrat sebagai cadangan makanan (Sucipto, 2009). Berikut ini klasifikasi dari *Heterorhabditis* spp.

Kingdom : Animalia

Phylum : Nematelminthes

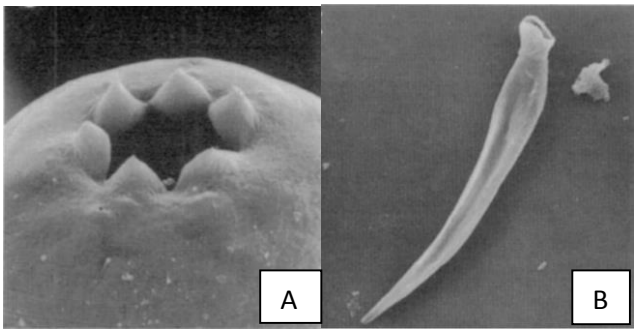
Class : Secerneteae

Ordo : Rhabditida

Family : Rhabdiidae

Genus : *Heterorhabditis*

Species : *Heterorhabditis* spp. (Poinar, 1990)

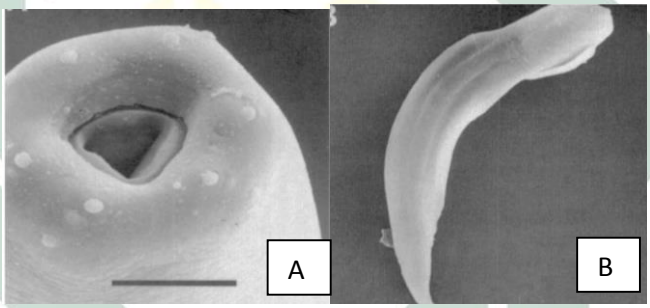


Gambar 2.5 Penampak *Heterorhabditis* spp. dibawah SEM
Keterangan A. Bagian kepala B. Bagian lateral
(Sumber : Nguyen dan Smart, 1996)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

2.4.2 Steinernema spp.

Steinernema spp. mempunyai stoma yang pendek dan lebar. Panjang tubuh pada *Steinernema* spp. jantan berkisar 1319-2271 μm pada generasi pertama dan 1031-1342 μm pada generasi kedua. Sedangkan pada *Steinernema* Spp. betina panjang tubuhnya mencapai 3531-5156 μm pada generasi pertama dan 1841-2530 μm pada generasi kedua (Nguyen dan Smart, 1990). Pada jantan spikula berbentuk simetris dan pada betina vulva berada pada tengah tubuh dengan tidak adanya tonjolan. Terdapat kantong bakteri berbentuk bulat pada bagian depan usus *Steinernema* Spp. (Grewal dkk., 2005).



Gambar 2.6 Penampak *Steinernema* spp. dibawah SEM
Keterangan A. Bagian kepala B. Bagian lateral
(Sumber: Nguyen and Smart, 1996)

Berbeda dengan nematoda *Heterorhabditis* spp., *Steinernema* spp. mempunyai sifat menunggu serangga inang mendekat sebelum melakukan penetrasi. Namun hal ini tidak mengurangi potensi *Steinernema* spp. sebagai agen pengendali hayati. Nematoda *Steinernema* spp. akan melakukan penetrasi melalui kutikula serangga inang kemudian menuju hemocoel dan mengeluarkan bakteri simbion *Xenorhabdus* spp. (Harahap dan Sulistiyanto, 2004) berikut ini klasifikasi dari *Steinernema* spp.,

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Kingdom : Animalia

Phylum : Nematelminthes

Class : Secernentea

Order : Rhabditida

Family : Steinernematidae

Genus : *Steinernema*

Species : *Steinernema* spp. (Poinar, 1990)

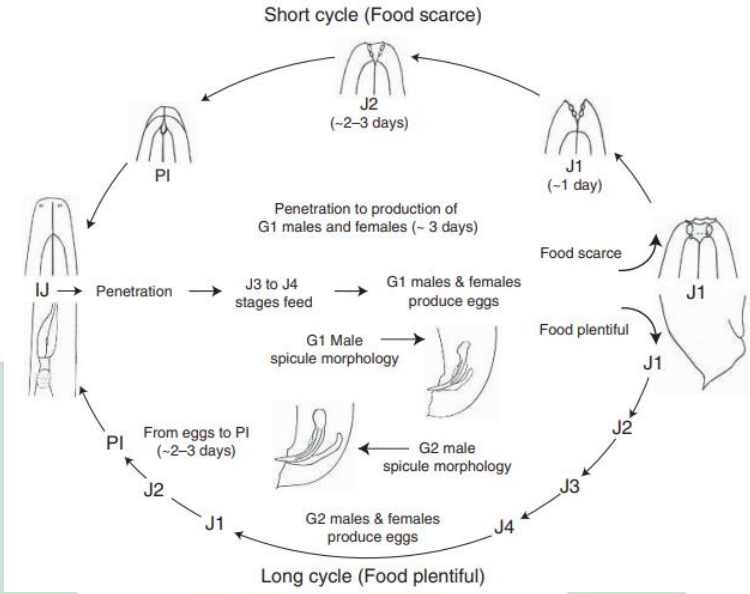
2.4.3 Siklus Hidup

Siklus hidup nematoda entomopatogen terdiri dari telur, juvenile 1, juvenile 2, juvenile 3, juvenile 4 dan dewasa. Juvenile tahap 1 ditandai dengan saluran genital yang belum berkembang dan stoma berbentuk corong. Juvenile 2 ditandai dengan stoma sempit dan terdapat pengembangan kutikula. Juvenile 3 ditandai dengan bentuk tubuhnya yang ramping dan terdapat bakteri di ususnya. Tahap ke 4 betina bentuk badannya berubah menjadi besar ekornya runcing sedangkan pada jantan memiliki ekor tumpul (Wouts, 1980).

Pada saat infektif juvenile 3 nematoda entomopatogen akan penetrasi ke serangga inang. Di Dalam hemocoel nematoda entomopatogen akan mengeluarkan bakteri simbion. Nematoda akan berkembang biak hingga 2-3 generasi di dalam tubuh serangga inang. Namun apabila nutrisi didalam tubuh serangga tersebut sedikit dan kepadatan populasi meningkat maka nematoda hanya berkembangbiak 2 generasi saja dan pada fase juvenile 2 nematoda mulai menyimpan bakteri simbion dalam ususnya. setelah itu nematoda akan keluar dari serangga inang mencari inang yang

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

baru (Adam dan Nguyen, 2002). Dibawah ini adalah gambar dari siklus hidup nematoda entomopatogen,



Gambar 2.7 Siklus Hidup Nematoda Entomopatogen
(Sumber: Adam dan Nguyen, 2002)

2.4.4 Bakteri Simbion

Setiap spesies nematoda entomopatogen mempunyai bakteri simbion tertentu, namun pada umumnya nematoda entomopatogen spesies *Steinernema* spp. bersimbiosis dengan bakteri *Xenorhabdus* spp. Bakteri *Xenorhabdus* spp termasuk kedalam Famili Enterobacter, berbentuk batang dengan ukuran 0.3-2 x 2-10 µm, gram negatif, fakultatif anaerob dan optimal pada suhu 28°C. Nematoda entomopatogen *Heterorhabditis* spp. bersimbiosis dengan bakteri *Photorhabdus* spp. bakteri simbion tersebut tergolong kedalam Famili Enterobacter, termasuk bakteri batang gram negatif fakultatif anaerob. Mempunyai ukuran 0.5-2 x 1-10 µm, optimal pada suhu 28°C (Forst dan Clarke, 2002).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis dan Rancangan Penelitian

Penelitian ini termasuk kedalam penelitian eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Adapun perlakuan atau pemberian konsentrasi yang dilakukan sebagai berikut,

1. P0 = 0 IJ/ml (Kontrol)
2. P1 = 50 IJ/ml
3. P2 = 100 IJ/ml
4. P3 = 200 IJ/ml
5. P4 = 400 IJ/ml
6. P5 = 800 IJ/ml
7. P6 = Sipermetrin 50 ec 0,5 ml (Pembanding)

Untuk menentukan pengulangan dihitung menggunakan rumus Federer berikut ini,

$$(t-1)\ (r-1) \geq 15$$

Keterangan: t = jumlah perlakuan
r = jumlah ulangan

Berdasarkan perhitungan menggunakan rumus diatas, maka didapatkan hasil pengulangan percobaan sebanyak 4 kali pada masing-masing perlakuan. Dengan begitu terdapat 28 unit percobaan yang bisa dijabarkan dalam tabel dibawah ini,

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 3.1 Rancangan Penelitian

Perlakuan	**Ulangan percobaan**			
	U1	**U2**	**U3**	**U4**
P0 (kontrol)	P0U1	P0U2	P0U3	P0U4
P1	P1U1	P1U2	P1U3	P1U4
P2	P2U1	P2U2	P2U3	P2U4
P3	P3U1	P3U2	P3U3	P3U4
P4	P4U1	P4U2	P4U3	P4U4
P5	P5U1	P5U2	P5U3	P5U4
P6 (Pembanding)	P6U1	P6U2	P6U3	P6U4

Keterangan: P0 = 0 IJ/ml (Kontrol)
P1 = 50 IJ/ml
P2 = 100 IJ/ml
P3 = 200 IJ/ml
P4 = 400 IJ/ml
P5 = 800 IJ/ml
P6 = Sipermetrin 50 ec 0.5 ml (Pembanding)
U1-4 = ulangan ke1-4

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini bertempat di Laboratorium Ekologi Terintegrasi UIN Sunan Ampel Surabaya dengan waktu pelaksanaan dari bulan Februari 2020 – Juni 2021 sebagaimana dijelaskan pada tabel 3.2. Sedangkan pengambilan sampel tanah dilakukan di perkebunan kopi Kelurahan Prigen Kecamatan Prigen Kabupaten Pasuruan

Tabel 3.2 Jadwal Pelaksanaan Penelitian

No	**Kegiatan**	**Bulan**																
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
1	Persiapan	■																
2	Pembuatan Proposal Skripsi		■	■	■	■												
3	Seminar Proposal					■												
4	Proses Penelitian										■	■	■					
5	Analisis Data												■					
6	Pembuatan Draft Skripsi												■	■	■	■	■	
7	Seminar Hasil Skripsi																	■

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

3.3.1 Alat

Peralatan yang dibutuhkan dalam penelitian ini antara lain : sekop, kantong plastik, *Styrofoam*, kertas hvs, gelas plastik, karet gelang, cawan petri berdiameter 9 dan 15cm, Erlenmeyer, kertas saring, plastik wrap, pipet tetes, *micropipet*, mikroskop stereo, kertas label, *hand counter*, *counting dish*, gelas kaca, kain penutup, pinset, tisu, silet, alat tulis dan peralatan gelas lainnya..

3.3.2 Bahan

Dalam memperoleh isolat nematoda dari tanah dibutuhkan bahan seperti larva *Tenebrio molitor* atau ulat hongkong dan aquades. Sedangkan dalam uji patogenitas dibutuhkan larva *Crocidolomia pavonana* dengan fase tumbuh instar 3, Aquades dan daun kubis.

3.4 Variabel Penelitian

Variabel Bebas : Pemberian perlakuan berupa konsentrasi *Infektif Juvenil* nematoda entomopatogen dan pestisida sipermetrin pada larva *Crocidolomia pavonana*

Variabel Terikat : Nilai *lethal concentration* dan *lethal time* larva *Crocidolomia pavonana*

Variabel Kontrol : Jumlah larva *Crocidolomia pavonana* yang diuji

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

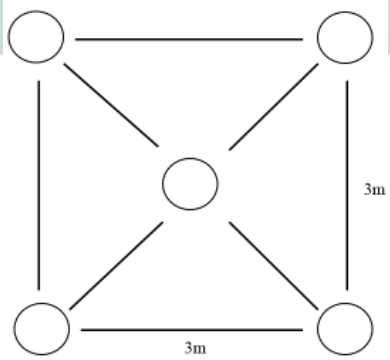
3.5 Prosedur Penelitian

3.5.1 Sterilisasi

Alat dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian disterilisasi menggunakan autoklaf dengan tekanan 2 atm bersuhu 121 °C selama 15-30 menit. Cawan petri dibungkus menggunakan kertas hingga cawan petri tertutup rapat. Sedangkan untuk memperoleh aquades steril, aquades terlebih dahulu dimasukan kedalam Erlenmeyer kemudian pada bagian mulut Erlenmeyer ditutup dengan kapas.

3.5.2 Pengambilan Sampel Lahan Kopi

Lahan kopi dibagi ke dalam 2 Blok, masing-masing blok ditetapkan 5 plot dengan posisi plot diletakkan secara diagonal 5 titik seperti pada gambar 3.1. Jarak antara plot satu dengan plot lain sekitar 3m. Sampel tanah diambil menggunakan sekop yang telah disterilkan menggunakan Alkohol 70 %. Apabila tanah dirasa terlalu kering maka bisa disemprot dengan air secukupnya.



Gambar 3.1 Gambaran Metode Diagonal 5 titik

Tanah yang diambil sebagai sampel merupakan tanah yang berada pada daerah perakaran tanaman kopi dengan kedalaman 5-30 cm dari permukaan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

tanah, atau dengan ketentuan apabila tanah tersebut digenggam tidak akan hancur. Tanah kemudian dimasukan ke dalam plastik dan diberi label. Tanah selanjutnya dimasukan ke dalam *Styrofoam*, yang kemudian dibawa ke laboratorium untuk dilakukan *Baiting trap*.

3.5.3 Baiting Trap

Baiting trap dilakukan dengan tujuan mengisolasi nematoda entomopatogen dari sampel tanah. Terdapat sedikit modifikasi dalam proses *Baiting trap*, yaitu penggunaan gelas plastik sebagai pengganti toples kaca. Sebelum dilakukan proses *Baiting trap* sampel tanah terlebih dahulu disemprot dengan akuades steril untuk menjaga kelembaban tanah di dalam gelas. Sampel tanah yang diperoleh dari masing-masing plot dimasukan ke dalam gelas plastik bervolume 500 ml hingga terisi seperempat bagian. Selanjutnya memasukan ulat *T. molitor* sebanyak 5 ekor yang telah dibungkus dengan kain kasa. Larva serangga yang digunakan sebagai umpan merupakan larva dengan fase instar 3. Ciri-ciri yang dimiliki larva *T. molitor* instar 3 diantaranya adalah tubuh berwana kuning dengan 13-15 segmen yang berwarna coklat kekuningan. Ukuran tubuh berkisar 35 mm dan lebar 3 mm (Manullang 2017).

Tenebrio. molitor kemudian ditimbun menggunakan sampel tanah hingga tertutup ¾ bagian dan diletakkan kembali pada lapisan kedua *T. molitor* sebanyak 5 ekor. Selanjutnya, *T. molitor* kembali ditimbun dengan sampel tanah hingga gelas plastik terisi penuh. Sehingga dalam 1 gelas plastik berisi 10 ekor ulat *T. molitor*, 5 ekor akan dibedah untuk mengetahui jumlah kepadatan nematoda. Sedangkan 5 ekor yang terinfeksi lainya

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

digunakan untuk *White trap*. Gelas plastik selanjutnya ditutup menggunakan kertas dan diikat dengan karet gelang. Proses *Baiting* dilakukan hingga *T. molitor* mati, yaitu sekitar 4-7 hari. Gelas plastik disimpan pada suhu ruang berkisar 22-25 °C.

3.5.4 Identifikasi NEP (Nematoda Entomopatogen)

Identifikasi NEP dilakukan dengan pengamatan secara visual pada bagian kutikula *T. molitor* maupun *C. pavonana.* Pengamatan dilakukan dibawah mikroskop stereo. Identifikasi dilakukan berdasarkan penelitian Nugrohorini (2010), apabila kutikula berwarna merah menandakan nematoda entomopatogen yang menyerang *T. molitor* merupakan jenis *Heterorhabditis* spp. dan jika berwarna coklat caramel dapat diartikan terserang oleh nematoda jenis *Steinernema* spp.

3.5.5 Perbanyakan Nematoda Secara *In Vivo*

a. *White trap*

White trap dilakukan dengan memasukan Ulat *T. molitor* hasil dari baiting ke dalam cawan petri berukuran 9 cm yang sudah berisi kertas saring. Kemudian aquades dituangkan kedalam cawan petri kecil hingga kertas saring basah, namun tidak sampai menggenang. Hal ini dilakukan agar NEP dapat bertahan hidup. Cawan petri selanjutnya dililit dengan plastik wrap. Setelah 3 hari cawan petri kecil dibuka kemudian diletakan ke dalam cawan petri besar berdiameter 15 cm yang berisi aquades steril. Aquades berfungsi sebagai media agar nematoda yang berada pada cawan petri kecil berpindah pada cawan petri besar. Cawan petri besar kemudian dililit dengan plastik wrap.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

b. Kerapatan Nematoda Entomopatogen

Apabila nematoda pada proses *white trap* sudah turun ke dalam aquades dan ulat *T. molitor* hanya tersisa kulit luar yang tipis maka dilakukan perhitungan kerapatan. Kerapatan dapat dihitung dengan cara mengambil sebanyak 1 ml hasil panen, kemudian meletakkannya di *counting dish* dan diamati dibawah mikroskop. Dihitung banyaknya nematoda di bawah mikroskop stereo menggunakan hand counter. Perhitungan dilakukan sebanyak 3 kali kemudian dirata-rata sehingga didapatkan kerapatan nematoda entomopatogen dalam 1ml.

3.5.6. Patogenitas Terhadap *C. pavonana*

Sebelum melakukan uji patogenitas dilakukan penyesuaian konsentrasi pada nematoda hasil perbanyakan, hal ini dikarenakan kerapatan nematoda entomopatogen yang didapat bisa jadi sangat padat ataupun senggang. Penyesuaian konsentrasi tersebut dapat dilakukan menggunakan rumus pengenceran dibawah ini,

$$M1.V1 = M2.V2$$

Keterangan: M1 = Konsentrasi awal larutan
V1 = Volume awal larutan
M2 = Konsentrasi akhir larutan
V2 = Volume akhir larutan

Uji patogenitas nematoda entomopatogen dilakukan dengan cara memasukan 10 ekor larva instar III *C. pavonana* ke dalam cawan petri kecil. Kemudian ditambahkan *infektif juvenil* nematoda entomopatogen sesuai dengan konsentrasi yakni P0/kontrol : 0 IJ/ml, P1 : 50 IJ/ml, P2 : 100 IJ/ml,

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

P3 : 200 IJ/ml, P4 : 400 IJ/ml, P5 : 800 IJ/ml dan P6 : Sipermetrin 50 ec 0,5ml (Pembanding). Ulat *C. pavonana* diberi makan berupa kubis serta diamati mortalitas yang terjadi dengan rentang waktu 12, 24, 48, 72, 92 dan 120 jam setelah aplikasi. Adapun persentase mortalitas dihitung menggunakan rumus dibawah ini,

$$Mortalitas = \frac{\sum larva\ yang\ mati}{\sum larva\ uji}$$

Apabila terjadi kematian pada perlakuan kontrol yang tidak lebih dari 20% maka dilakukan perhitungan menggunakan rumus Abbot (1987) berikut ini,

$$\mathrm{Pt} = \frac{Po - Pc}{100 - Pc}\ x\ 100\%$$

Keterangan:
Pt = Banyaknya serangga yang mati setelah dikoreksi
Po = Persentase banyaknya serangga yang mati pada perlakuan
Pc = Persentase banyaknya serangga yang mati pada control

3.5 Analisis Data

Data yang diperoleh dari penelitian berupa nilai mortalitas pada larva *C. pavonana* akibat pemberian konsentrasi *infektif juvenil* nematoda entomopatogen yang berasal dari lahan kopi. Dikarenakan data yang telah diperoleh **t**idak memenuhi syarat normalitas dan homogenitas**,** maka akan dilakukan uji non parametrik *Kruskal Wallis*. Uji *Kruskal Wallis* dilakukan untuk mengetahui persen mortalitas *C. pavonana* akibat perlakuan yang telah diberikan, data kemudian di uji dengan *Uji Mann Whitney* untuk mengetahui

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

perbedaan perlakuan satu dengan yang lainya. Guna mengetahui *Lethal Concentration* dan *Lethal Time* data yang diperoleh diuji menggunakan analisis probit

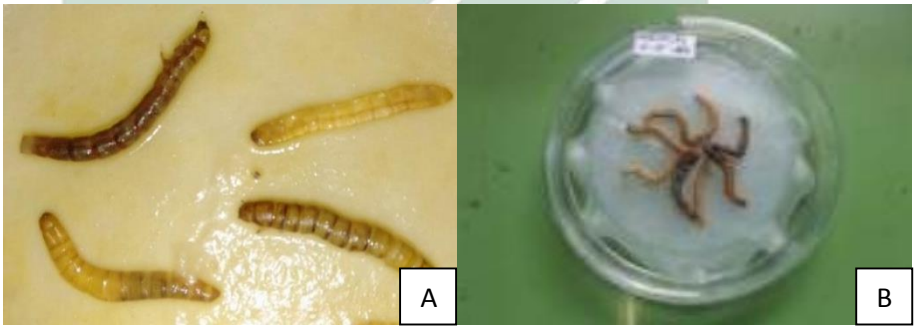
digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Isolasi dan Identifikasi Nematoda Entomopatogen

Pengambilan sampel tanah untuk mendapatkan nematoda entomopatogen dilakukan pada tanah perkebunan kopi di Kelurahan Prigen Kecamatan Prigen Kabupaten Pasuruan. Pengambilan sampel di tanah perkebenunan kopi Kelurahan Prigen berdasar pada karakteristik dari tempat tersebut yang memenuhi kriteria habitat NEP tinggal. Perkebunan kopi mempunyai karakteristik lahan tanah berpasir dengan vegetasi tanaman naungan yang rimbun, sedangkan Kabupaten Pasuruan mempunyai temperatur udara berkisar 26-31 °C (Rahardjo, 2012; Adi dan Putra 2019). Adapun habitat NEP menurut Indriyanti, (2014) adalah daerah dengan temperatur udara 12.7-33.4 °C dengan karakteristik tanah berpasir atau lempung berpasir, tanah tidak tertutup oleh rumput dan berada pada naungan tanaman.



Gambar 4.1 Larva *T. molitor* Hasil *Baiting*
Keterangan: A. Larva *T. molitor* Hasil *Baiting* B. Refrensi Larva *T. molitor* Hasil *Baiting*
(Dokumen pribadi, 2021; Afifah et.al 2012)

Berdasarkan hasil *Baiting trap,* larva *Tenebrio molittor* yang dikubur dengan tanah perkebunan kopi selama 7 hari menunjukan gejala terinfeksi nematoda entomopatogen. Terlihat pada gambar 4.1 diatas larva *T. molitor*

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

menunjukan warna kutikula berubah menjadi coklat karamel sampai dengan kehitaman. Gejala yang ditimbulkan ini sama seperti larva hasil *baiting* dalam penelitian Afifah dkk., (2013) Menurut Nugrohorini (2010) apabila kutikula larva serangga berubah menjadi kecoklatan atau kehitaman maka serangga tersebut terinfeksi oleh NEP dari Famili Steinernematidae, sedangkan apabila kutikula larva serangga berubah menjadi kemerahan maka serangga terinfeksi oleh NEP dari Famili Heterorhabditidae. Berdasarkan hasil Baiting menunjukkan bahwa, *T. molitor* terinfeksi oleh NEP dari Famili Steinernematidae.

Perubahan perbedaan warna dihasilkan oleh aktivitas dari masing-masing bakteri simbion. Forst dan Clarke (2002) melakukan beberapa uji pada bakteri *Photorhabdus* spp. dan Xenorhabdus spp. Hasilnya Bakteri *Photorhabdus* spp. yang bersimbion dengan *Heterorhabditis* spp. mempunyai aktivitas enzim katalase, menghasilkan senyawa antibiotik hidroksi stilben dan pigmen antrakuinon serta mempunyai kemampuan bioluminesensi yang menghasilkan warna merah. Pada bakteri Xenorhabdus spp. yang bersimbion dengan *Steinernema* spp. enzim katalase tidak terdeteksi, tidak menghasilkan senyawa pigmen dan tidak mempunyai kemampuan bioluminesensi. Akan tetapi dapat menghasilkan senyawa anti mikroba berupa xenocoumacins dan xenorhabdins. Bioluminesensi merupakan kemampuan memproduksi dan memancarkan cahaya yang dimiliki oleh beberapa organisme melalui reaksi kimia yang terjadi di dalam tubuhnya (Ningsih, 2021).

Gejala yang mendukung bahwa larva *T. molitor* hasil dari *Baiting* terinfeksi NEP terlihat pada gambar 4.2 yaitu, terjadi penurunan aktivitas tubuh

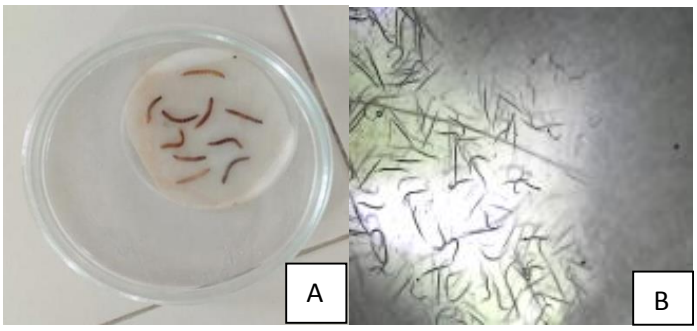
digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

dan metabolisme, tubuh menjadi lunak akan tetapi tidak hancur serta tidak berbau busuk. Gejala ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Mariyono, dkk, (2021) Larva serangga akan berhenti makan dan bergerak, warna kutikula berubah menjadi coklat dan lembek. Ketika dibedah jaringan dalam tubuh serangga sudah hancur, meski begitu larva serangga yang mati akibat nematoda entomopatogen tidak berbau busuk.

Gambar 4.2 Larva *T. molitor* ketika dibedah
(Dokumentasi Pribadi, 2021)

4.2 Kepadatan Nematoda Entomopatogen

Nematoda *Steinernema* spp. hasil *Baiting* kemudian dibiakan secara *in vivo* menggunakan metode *white trap* seperti gambar 4.3(A). Hasil dari pembiakan kemudian dihitung jumlah kepadatannya menggunakan *hand counter* dibawah mikroskop stereo. Hasil yang diperoleh dalam pembiakan ini bisa dilihat pada gambar 4.3 (B)



Gambar 4.3 Pembiakan NEP secara *In Vivo*
Keterangan: A.White trap NEP B. Hasil Pembiakan NEP
(Dokumen pribadi, 2021)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Diperoleh hasil pembiakan sebanyak 383 IJ/ml dalam 1 ml air. Jumlah tersebut sangat jauh berbeda dengan jumlah dari penelitian yang dilakukan oleh Suyuti (2012) dan Widiyaningrum dkk., (2016) yang mendapat hasil perbanyakan *in vivo* sebanyak 3402 IJ/ml dan 2157 IJ/ml. Perbedaan tersebut terjadi karena adanya banyak faktor yang berpengaruh dalam pembiakan nematoda entomopatogen. Faktor yang mempengaruhi pembiakan nematoda entomopatogen diantaranya adalah kertas saring pada bagian cawan petri kecil yang terlalu basah, sehingga menyebabkan lingkungan lembab dan mendukung nematoda tetap tinggal. Kemudian nutrisi yang terkandung pada larva *T. molitor* masih banyak sehingga nematoda masih memanfaatkan nutrisi tersebut dan dengan cara berkembang biak. Nematoda entomopatogen hasil baiting selanjutnya akan digunakan untuk uji patogenitas (Gaugler dan Han 2002).

Pada umumnya perbanyakan NEP dilakukan menggunakan cawan petri yang berdiameter 9 cm dan 14 cm, dengan kertas saring *whatman* no 9 yang berukuran mengikuti ukuran diameter cawan petri 9 cm. Air berperan penting dalam perbanyakan NEP, air digunakan sebagai wadah nematoda untuk berpindah (Chaerani dan Griffin 2017). Kebanyakan larva serangga yang digunakan dalam perbanyakan NEP adalah larva serangga dengan nama spesies *T. molitor* dan *Galleria mellonella*, hal ini dikarenakan kedua jenis spesies tersebut mudah dijumpai. Larva serangga dipilih pada fase instar 3 sampai instar 4 sebanyak 8-10 ekor, tergantung pada besar kecilnya ukuran larva. Pemilihan instar 3 sampai instar 4 mempunyai tujuan agar larva serangga yang digunakan tidak terkontaminasi serangga maupun organisme lain pada saat proses perbanyakan. Waktu yang dibutuhkan dalam perbanyakan NEP

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

secara *in vivo* adalah 4 minggu atau sampai nematoda turun dari cawan petri kecil ke air dalam cawan petri besar (Gaugler dan Han 2002).

4.3 Pengaruh Nematoda Entomopatogen Terhadap Mortalitas Larva *C. Pavonana*

Berdasarkan tabel 4.1 dibawah ini dapat diketahui bahwa rata-rata persentase mortalitas larva *C. pavonana* pada perlakuan P0 selama 120 jam setelah aplikasi tidak terjadi kematian. Hal ini dikarenakan perlakuan P0 merupakan perlakuan kontrol yaitu tidak diberikan infektif juvenil NEP, melainkan hanya diberikan aquades saja. Dalam waktu 120 JSA larva *C. pavonana* sudah memasuki stadia larva instar 4 akhir.

Tabel 4.1 Rata-rata Persentase Mortalitas Larva *C. Pavonana*

Perlakuan	**Rata-Rata Persentase Mortalitas Larva *C.Pavonana***					
	12 JSA	**24 JSA**	**48 JSA**	**72 JSA**	**96 JSA**	**120 JSA**
P0 (0 IJ/ml)	0	0	0	0	0	0
P1 (50 IJ/ml)	0	17.5	22.5	47.5	52.5	52.5
P2 (100 IJ/ml)	0	20	35	55	57.5	57.5
P3 (200 IJ/ml)	0	15	45	62.5	67.5	72.5
P4 (400 IJ/ml)	0	15	62.5	77.5	82.5	87.5
P5 (800 IJ/ml)	12.5	52.5	75	92.5	100	100
Sipermetrin 0.5 ml	0	7.5	100	100	100	100

Keterangan: JSA = Jam Setelah Aplikasi

Pada perlakuan P1 di waktu 12 JSA pertama tidak terjadi mortalitas dan baru terjadi mortalitas sebesar 17.5% pada 24 Jam Setelah Aplikasi. Mortalitas terus bertambah pada 48 JSA dan 72 JSA sebesar 22.5% dan 47.5%. Pada 96 JSA mortalitas kembali bertambah menjadi 52.5%, mortalitas ini tidak bertambah hingga 120 Jam Setelah Aplikasi. Perlakuan P2 pada 12 jam menunjukan tidak adanya mortalitas pada larva *C. pavonana.* Pada 24 JSA terjadi mortalitas sebesar 20% dan bertambah pada 48 JSA dan 72 JSA menjadi

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

35% dan 55%. Pada waktu 96 JSA dan 120 JSA mortalitas larva *C. pavonana* mencapai 57.5%.

Perlakuan P3 sama seperti perlakuan sebelumnya pada 12 JSA belum terjadi kematian pada larva *C. pavonana*. Pada 24 JSA perlakuan P3 menunjukan mortalitas sebesar 15% sedangkan pada 48 JSA dan 72 JSA bertambah menjadi 45% dan 62.5%. Mortalitas terus bertambah hingga pada 96 JSA sebesar 67.5% dan di jam 120 JSA mencapai 72.5%. Pada perlakuan P4 atau 400 IJ/ml larva *C. pavonana* di 12 JSA belum terjadi mortalitas. Larva *C. pavonana* mengalami mortalitas sebesar 15% pada 24 jam setelah aplikasi. Pada 48 JSA P4 mengalami penambahan mortalitas yang cukup besar yaitu 62.5%. Pada 72 jam setelah aplikasi mortalitas larva *C. pavonana* menunjukkan angka 77.5%, mortalitas ini terus bertambah menjadi 82.5% di 96 JSA dan 87.5% di 120 jam setelah aplikasi.

Berbeda dengan perlakuan yang lain P5 sudah menunjukkan mortalitas pada 12 jam setelah pengaplikasian nematoda entomopatogen, dengan nilai mortalitas sebesar 12.5%. Mortalitas ini terus bertambah menjadi 52.5% di 24 JSA dan 75% di 48 JSA. Pada 72 JSA mortalitas sudah menyentuh angka 92.5% dan mencapai 100% di 96 jam setelah pengaplikasian. Pada perlakuan Sipermetrin 0.5ml sebagai pembanding mortalitas lava *C. pavonana* baru terlihat di 24 JSA sebesar 7.5%. Mortalitas pada P6 ini mengalami peningkatan yang sangat signifikan pada 48 jam setelah aplikasi yaitu sebesar 100%.

Hasil pada Tabel 4.1 membuktikan bahwa pengaplikasian NEP pada hama kubis *C. pavonana* mempunyai hasil yang positif, yaitu dapat menimbulkan mortalitas meskipun dengan pemberian konsentrasi yang rendah.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Konsentrasi yang paling banyak menimbulkan mortalitas pada *C. pavonana* adalah P5 yaitu 800 IJ/ml sebanyak 100% dalam kurun waktu 96 jam setelah aplikasi. Tabel 4.1 juga menunjukan bahwa dalam kurun waktu 12-24 jam setelah pengaplikasian nematoda sudah berhasil masuk kedalam hemocoel larva *C. pavonana* dan bakteri simbion nematoda sudah menghasilkan toksin sehingga menimbulkan mortalitas. Hasil ini sejalan dengan penelitian Sunarto dan Irwan, (2019) bahwa dalam kurun waktu 24-48 jam nematoda entomopatogen *Steinernema* Spp. mampu menimbulkan mortalitas pada serangga inang.

Perlakuan P6 atau pembanding yang menggunakan pestisida Sipermetrin 50 ec juga sejalan dengan penelitian (Rahman dan Salamiah 2020) bahwa insektisida racun kontak dan racun perut ini dapat menimbulkan kematian 100% dengan kurun waktu yang relatif cepat. Pada penelitian ini yaitu 48 jam setelah aplikasi dan pada penelitian Rahman dan Salamiah (2020), yaitu 6 jam setelah aplikasi. Kedua hasil ini juga didukung penelitian yang dilakukan Wati, (2017) dimana Sipermetrin 50 ec dengan konsentrasi 0.5ml dapat memperkecil kerusakan yang ditimbulkan oleh hama *Helicoverpa armigera* pada tanaman tomat yaitu sebesar 24.8%. Menurut keputusan Menteri Pertanian tahun 2003 anjuran dosis penggunaan insektisida Sipermetrin 50 ec adalah 0.25-0.5 ml/l dengan penyemprotan bervolume tinggi.

Hasil rata-rata mortalitas larva *C. pavonana* yang telah diperoleh selanjutnya akan dianalisis dengan uji statistik menggunakan Software SPSS 25. Dikarenakan hasil uji normalitas yang didapat data tidak terdistribusi

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

normal dan hasil dari uji homogenitas data tidak homogen, maka selanjutnya data akan dianalisis secara non-parametrik menggunakan uji *Kruskal-wallis*. Berikut ini hasil dari uji *Kruskal-wallis*,

Tabel 4.2 Hasil Uji *Kruskal-wallis* Konsentrasi NEP Terhadap Mortalitas Larva *C. pavonana*

Perlakuan	**N**	**Rerata**	**P value**
P0 (0 IJ/ml)	24	26.00	0.00
P1 (50 IJ/ml)	24	73.31	
P2 (100 IJ/ml)	24	78.79	
P3 (200 IJ/ml)	24	85.17	
P4 (400 IJ/ml)	24	97.13	
P5 (800 IJ/ml)	24	118.29	
Sipermetrin 0.5 ml	24	112.81	

Berdasarkan tabel 4.2 hasil uji *Kruskal-wallis* berbagai perlakuan terhadap mortalitas larva *C. pavonana* mendapatkan hasil nilai *P* value 0.00. Hasil yang diperoleh tersebut kurang dari 0.05, maka dari itu dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan antara perlakuan kontrol, penambahan nematoda entomopatogen dan Sipermetrin 50 ec. Setelah dilakukan uji *Kruskal-wallis* kemudian untuk mengetahui letak perbedaan antar perlakuan maka data akan diuji post hoc, lebih tepatnya yaitu uji *Mann Whitney*. Hasil uji *Mann Whitney* dapat dilihat pada tabel dibawah ini,

Tabel 4.3 Hasil Uji *Mann Whitney* berbagai konsentrasi NEP Terhadap Larva *C. pavonana*

	P0	**P1**	**P2**	**P3**	**P4**	**P5**	**P6**
P0 (0 IJ/ml)							
P1 (50 IJ/ml)	0.000*						
P2 (100 IJ/ml)	0.000*	0.485					
P3 (200 IJ/ml)	0.000*	0.124	0.36				
P4 (400 IJ/ml)	0.000*	0.070	0.134	0.288			
P5 (800 IJ/ml)	0.000*	0.000*	0.001*	0.002*	0.112		
P6 (Sipermetrin 0.5ml)	0.000*	0.007	0.009*	0.007*	0.176	0.773	

Keterangan: (*) beda nyata dengan taraf kepercayaan 95% (p<0.5)

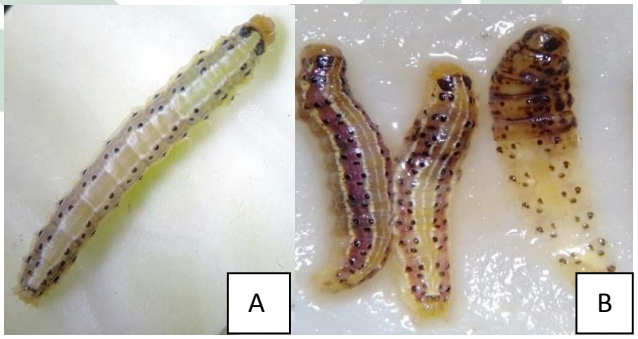
Uji *Mann Whitney* ber kesimpulan apabila nilai Sig 2 tailed < 0.05 maka terdapat pengaruh yang signifikan pada perlakuan, oleh karena itu berdasarkan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

tabel 4.3 Terdapat beberapa perlakuan yang mempunyai pengaruh nyata dalam penelitian ini. Perlakuan yang mempunyai pengaruh signifikan pada tabel 4.4 adalah P0:P1; P0:P2; P0:P3; P0:P4; P0:P5; P0:P6; P1:P5; P2:P5; P2:P6 P2:P5; P2:P6; P3:P5; P3:P6. Hasil tersebut menujukan bahwa NEP *Steinernema* Spp. mampu menimbulkan mortalitas pada larva *C. pavonana* sama seperti perlakuan pembanding atau P6 yang menggunakan pestisida sintetik Sipermetrin meskipun dalam konsentrasi yang rendah.

4.4 Mekanisme Mortalitas Larva *C. pavonana*

Pada gambar 4.4 B Larva *C. pavonana* yang terinfeksi NEP *Steinernema* Spp. Terlihat adanya perubahan warna kutikula menjadi kecoklatan, jaringan dalam tubuhnya hancur dan tersisa hanya kulit epidermisnya saja. Berbeda dengan larva *C. pavonana* yang diberi perlakuan control (gambar 4.4 A), larva tersebut terlihat sehat dengan warna epidermis kehijauan.

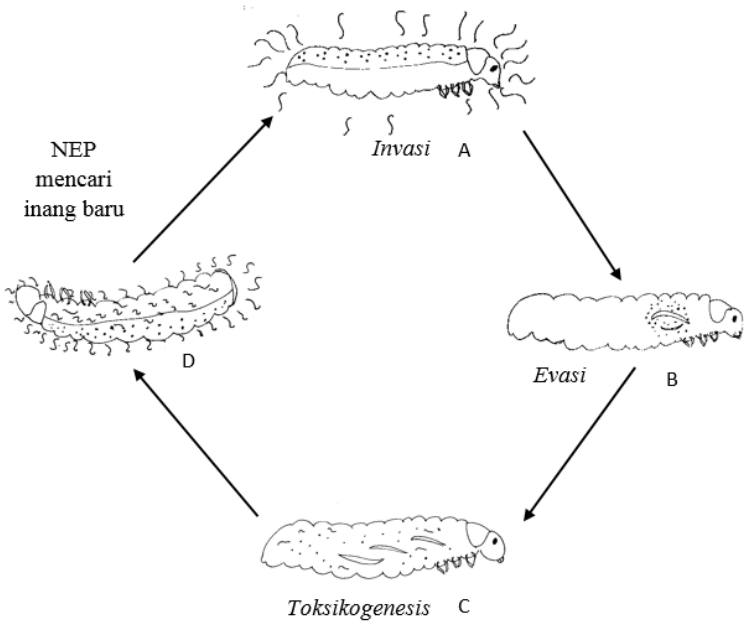


Gambar 4.4.Larva *C. pavonana*
Keterangan: A. larva *C Pavonana* perlakuan control B. larva *C Pavonana* perlakuan NEP
(Dokumen Pribadi, 2021)

Perubahan perilaku juga ditunjukan oleh larva yang *C. pavonana* yang terserang Nematoda entomopatogen. Apabila *C. pavonana* perlakuan control mempunyai nafsu makan yang tinggi maka *C. pavonana* yang diberi perlakuan NEP cenderung diam dan tidak nafsu makan. Perilaku yang sama terjadi pada

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

penelitian (Tukimin ddk, 2014), dimana larva *Spodoptera litura* terlihat pasif setelah pengaplikasian *Steinernema* spp. Gambar 4.5 Menjelaskan proses *Steinernema* Spp. masuk ke dalam tubuh larva *C. pavonana.* melalui 3 tahapan utama, yaitu *invasi, evasi* dan *toksikogenesis*. Gambar A merupakan proses *Invasi,* dimulai saat nematoda melakukan penetrasi kedalam tubuh inang melalui lubang-lubang alami seperti mulut, anus, kutikula dan spirakel. Pada gambar B terjadi tahapan *Evasi, evasi* merupakan tahap NEP *Steinernema* Spp. mengeluarkan bakteri simbion *Xenorhabdus* Spp. dari intestinum nya



Gambar 4.5 Tahapan NEP Steinernema spp. masuk kedalam tubuh *C. pavonana* (Ehlers, 2001)

Pada tahapan *toksikogenesis* (gambar C*)* bakteri *Xenorhabdus* Spp mulai menghasilkan entomotoksin (endotoksin dan eksotoksin) yang terdiri dari lipase, protease, lectinase, liposakarida. Produksi entomotoksin ini akan berakibat pada hancurnya jaringan-jaringan tubuh pada larva *C. pavonana*. Hancurnya jaringan pada *C. pavonana*. ini akan mengakibatkan kematian.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Dalam tubuh *C. pavonana*. *Steinernema* spp. juga akan bereproduksi 2-3 generasi, terlihat pada gambar *C. pavonana*. mati dengan banyak nematoda *Steinernema* spp. yang keluar untuk mencari inang yang baru (Dowds dan Peters, 2002).

Nematoda yang melakukan penetrasi ke tubuh inang akan menuju ke hemocoel (aliran darah) serangga. Namun dalam menginfeksi larva serangga inang, nematoda dihadapkan oleh perlawanan sistem imun dari serangga berupa senyawa antibakteri yang akan mengurung nematoda dengan membentuk nodul dan sebuah kapsul yang terbuat dari hemosit serangga. Nematoda dapat mengalahkan sistem imun serangga karena terdapat protein pada kulit nematoda yang bisa mengurangi jumlah hemosit serangga. Selain itu dalam melawan sistem imun serangga nematoda juga terbantu oleh bakteri simbion yang mengeluarkan toksin (Dowds dan Peter 2002).

Hubungan antara bakteri simbion dengan NEP bersifat mutualistik. Nematoda mendapatkan beberapa keuntungan seperti, bakteri yang dapat membunuh inang secara septicemia, membantu reproduksi nematoda dengan menyediakan lingkungan yang cocok serta menyediakan nutrisi. Nutrisi ini tidak lain adalah jaringan-jaringan inang yang hancur oleh racun bakteri simbion. Antibiotik bakteriosin juga dihasilkan oleh bakteri simbion, agar nematoda dapat bertahan dari senyawa kimia mikroorganisme sekunder lain yang ada didalam tubuh serangga. Sedangkan bagi bakteri, nematoda entomopatogen adalah vektor yang membantu bakteri mencapai inang tanpa dipengaruhi oleh faktor lingkungan yang kurang mendukung bagi bakteri (Forts dan Clarke 2002).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Pada gambar 4.6 terlihat larva *C. pavonana* yang mati akibat pestisida sipermetrin, sipermetrin bersifat racun perut dan racun kontak pada larva *C. pavonana*. Sipermetrin masuk kedalam tubuh larva *C. pavonana* melalui makanan yang dikonsumsi lalu menuju ke dalam sistem pencernaan, sipermetrin kemudian diserap oleh dinding pencernaan dan dialirkan menuju hemolimfe. Sipermetrin juga dapat langsung masuk kedalam tubuh melewati kutikula kemudian masuk kedalam aliran peredaran hemolimfa (Dirgayana dkk, 2017).

Gambar 4.6 Larva *C. Pavonana* Perlakuan Sipermetrin 50 Ec
(Dokumen Pribadi, 2021)

Insektisida yang mempunyai rumus kimia $C_{22}H_{19}C_{12}NO_3$ ini menyerang sistem saraf pada larva *C. pavonana* yang mengakibatkan terganggunya aliran Na^+ dalam darah sehingga saluran natrium akan selalu terbuka. Saluran natrium yang selalu terbuka ini akan menyebabkan konvulsi, paralisis dan eksitasi pada larva *C. pavonana* sehingga meskipun larva *C. pavonana* masih hidup namun tidak dapat melakukan aktivitas yang merusak tanaman. Kondisi kelumpuhan ini akan bertahan hingga akhirnya larva *C. pavonana* mati akibat terganggunya metabolisme (Wicaksono dan Wuryantini, 2016)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

4.5 Patogenitas Nematoda Entomopatogen

Patogenitas nematoda entomopatogen ditentukan oleh nilai *Lethal Concentration* serta *Lethal Time* 50% dan 90 %, yang dimaksudkan agar nematoda *Steinernema* Spp. hasil isolasi dari lahan kopi dapat efektif mengendalikan hama *C. pavonana*. Dapat dilihat dalam tabel 4.6 Merupakan nilai Lc dan Lt yang diperoleh dari perlakuan pemberian nematoda berbagai konsentrasi terhadap larva *C. pavonana*,

	Hasil	Nilai R square	Persamaan mortalitas larva
LC 50	66 IJ/ml	0.887	y = 0.00278x + 4.498
LC 90	449 IJ/ml		
LT 50	102 JSA	0.8402	y = 0.0739x + 0.2736
LT 90	247 JSA		

Tabel 4.4 *Lethal Concentration* Dan *Lethal Time* Larva *C. pavonana*

Hasil uji patogenitas NEP menggunakan analisis probit menunjukkan bahwa konsentrasi 66 IJ/ml mampu membunuh 50% populasi larva *C. pavonana*, sedangkan konsentrasi 449 IJ/ml menimbulkan mortalitas 90% dari populasi. Didapatkan juga waktu kematian 50% larva *C. pavonana* sebesar 102 JSA dan 90% sebesar 247 JSA. Pada penelitian (Kristanti dkk, 2016) sebelumnya didapatkan hasil Lc 50 sebanyak 261,02 IJ/ml dan Lt 50 sebesar 74,24 JSA. perbedaan hasil nilai Lc50 ini disebabkan oleh faktor yang mempengaruhi nematoda dalam menginfeksi inang (Paster dkk, 2018)

Faktor yang mempengaruhi nematoda saat menginfeksi inang diantaranya adalah suhu, P*h*, cahaya dan persaingan nematoda dalam memperebutkan makanan dan ruang tinggal. Menurut Indrayani dan Chaerani (2018) Suhu 25°C merupakan suhu optimal nematoda dalam mengendalikan hama. Suhu yang terlalu rendah akan menyebabkan nematoda inaktif karena

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

penurunan metabolisme tubuh, sedangkan suhu yang terlalu tinggi akan menyebabkan nematoda mati. P*h* yang tepat agar nematoda optimal mengendalikan organisme pengganggu tanaman adalah 7-8, P*h* yang terlalu asam atau basa akan menyebabkan viabilitas nematoda menurun (Satria dkk, 2018)Intensitas cahaya yang tinggi juga akan berpengaruh pada penurunan aktivitas nematoda, hal ini dikarenakan nematoda sensitif dengan sinar *uv* pada sinar matahari langsung (Indriyanti dkk, 2015)

Berdasarkan uji patogenitas yang dilakukan telah membuktikan bahwa nematoda entomopatogen efektif untuk dijadikan agen pengendali hayati yang ramah lingkungan. Penggunaan nematoda entomopatogen sebagai APH merupakan salah satu bentuk kebenaran firman Allah SWT dalam Al Quran yang berbunyi,

وَسَخَّرَ لَكُمْ مَّا فِى السَّمٰوٰتِ وَمَا فِى الْاَرْضِ جَمِيْعًا مِّنْهُ ۗاِنَّ فِيْ ذٰلِكَ لَاٰيٰتٍ لِّقَوْمٍ يَّتَفَكَّرُوْنَ

Artinya: "*Dan Dia menundukkan untukmu apa yang ada dilangit dan apa yang ada di bumi semuanya, (sebagai rahmat) daripada-Nya. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi kaum yang berfikir*". QS. Al Jasiyah Ayat 13

Ayat ke 13 surat Al Jasiyah tersebut ditafsirkan oleh Quraish Shihab (2005) bahwasanya umat manusia diberi kesempatan mengembangkan ilmu dan pengetahuan terhadap segala sesuatu yang diciptakan oleh Allah SWT untuk menopang kemaslahatan dan kenyamanan hidup manusia. Pengembangan ilmu pengetahuan juga didasarkan pada penggunaan akal serta pikiran manusia sehingga tercipta sebuah inovasi baru. Salah satu bentuk inovasi baru dari pengembangan ilmu pengetahuan yang dilakukan manusia

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

adalah penggunaan agen hayati berupa nematoda entomopatogen untuk mengendalikan hama pada tanaman kubis. Surat Al Jasiyah ini juga sebagai faktor mengapa manusia harus senantiasa tunduk dan bersyukur kepada Allah SWT.

Menurut Nuraeni (2019) dosis yang disarankan dalam penggunaan nematoda entomopatogen skala lapang adalah sebanyak 10^4-10^6 IJ/m^2. Hal ini dikarenakan nematoda adalah makhluk hidup yang berkembang biak sehingga mempunyai efek berkelanjutan. Penggunaan konsentrasi nematoda yang berlebihan juga tidak efisien, dikarenakan kepadatan nematoda yang tinggi menyebabkan terjadinya kompetisi antar individu dalam memperebutkan makanan dan ruang tinggal (Paster dkk, 2018).

Penggunaan dosis yang tidak berlebihan diharapkan dapat menjaga keseimbangan rantai makanan di alam. Selain itu apabila ada serangga atau hewan liar yang memakan tanaman yang kita tanam maka dianggap sedekah dapat kita ketahui banyak manfaat yang didapatkan dari sedekah, misalnya bisa menghapus dosa, dibukakan pintu rezeki, dapat terhindar dari marabahaya, memperpanjang umur dan sebagai naungan di hari akhir. Hal ini tertuang pada hadist Nabi Muhammad SAW yang berbunyi,

حَدَّثَنَا ابْنُ نُمَيْرٍ حَدَّثَنَا أَبِي حَدَّثَنَا عَبْدُ الْمَلِكِ عَنْ عَطَاءٍ عَنْ جَابِرٍ قَالَ

قَالَ رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ مَا مِنْ مُسْلِمٍ يَغْرِسُ غَرْسًا إِلَّا كَانَ مَا أُكِلَ مِنْهُ لَهُ صَدَقَةً وَمَا سُرِقَ مِنْهُ

لَهُ صَدَقَةٌ وَمَا أَكَلَ السَّبُعُ مِنْهُ فَهُوَ لَهُ صَدَقَةٌ وَمَا أَكَلَتْ الطَّيْرُ فَهُوَ لَهُ صَدَقَةٌ وَلَا يَرْزَؤُهُ أَحَدٌ إِلَّا كَانَ لَهُ صَدَقَةٌ

Artinya : "*Telah menceritakan kepada kami Ibnu Numair telah menceritakan kepada kami Ayahku telah menceritakan kepada kami Abdul Malik dari Atha dari Jabir dia berkata Rasulullah SAW bersabda tidaklah seorang muslim bercocok tanam kecuali setiap tanamanya yang dimakannya bernilai sedekah baginya, dan apa*

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

yang dicuri darinya menjadi sedekah baginya dan apa yang dimakan binatang liar menjadi sedekah baginya, dan apa yang yang dimakan burung menjadi sedekah baginya dan tidaklah seseorang mengambil darinya melainkan ia menjadi sedekah baginya." Hadits Riwayat Imam Muslim No 2900

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut,

1. Hasil isolasi nematoda entomopatogen pada lahan kopi, didapatkan nematoda entomopatogen bergenus *Steinernema*
2. Pemberian nematoda entomopatogen hasil isolasi dari lahan kopi mempunyai pengaruh positif terhadap larva *C. pavonana.* Nematoda Steinernema spp. bisa menimbulkan mortalitas pada larva *C. pavonana* dengan pemberian konsentrasi rendah maupun konsentrasi tinggi.
3. Hasil uji patogenitas nematoda entomopatogen terhadap *C. pavonana* diperoleh nilai Lc 50 sebesar 66 IJ/ml, sedangkan nilai Lc 90 sebesar 449 IJ/ml
4. Hasil uji lama patogenitas nematoda entomopatogen terhadap *C. pavonana* diperoleh nilai Lt 50 sebesar 102 JSA dan nilai Lt 90 sebesar 247 jam setelah aplikasi.

5.1 Saran

Dalam penelitian selanjutnya sebaiknya nematoda entomopatogen diujikan terhadap spesies hama lainya. Diperlukan pula penelitian lanjutan dengan skala lapang.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR PUSTAKA

Aak.1988. *Budidaya Tanaman Kopi*. Kanisius, Yogyakarta

Abbot, W.S. 1987. Metodh Of Computing The Efectiviness Of Insecticide. *Journal Of The American Mosquito Control Assosiation*, 3(2); 302-303

Abdul-Rahman, M.S. 2011. *Tafir Ibn Kathir Juz 1 (Part 1); Al-Fatihah 1 To Al-Baqarah 141*. Msa Pubication Limites. London

Abdul-Rahman, M.S. 2018. *Tafir Ibn Kathir Part 12 Of 20: Hud 006 To Yusuf 052* . Msa Publication Limited. London

Adam,B.J. Dan Nguyen, K.B. 2002. Biology, Taxonomy and Systematics Of Photorhabdus dan Xenorhabdus. In Gaugler R. *Entomopathogenic Nematology*. CABI Publishing, Wallingford

Afifah, L., Rahardjo B.T. dan Tarno, H. 2013. Eksplorasi Nematoda Entomopatogen Pada Lahan Tanaman Jagung, Kedelai, Dan Kubis Di Malang Serta Virulensinya Terhadap *Spodoptera Litura* Fabricius. *Jurnal Hpt*, 1(2): 1–9.

Agung, S.A.P. dan Ibrohim,H.T. 2014. Kajian Struktur Dan Komposisi Komunitas Serangga Predator Yang Berpotensi Sebagai Agen Pengendali Hayati Di Perkebunan Kopi Desa Bangelan Kecamatan Wonosari Kabupaten Malang, *Doctoral Dissertation*, Universitas Negeri Malang, Malang

Al-Maraghi, Ahmad Musthafa, Tafsir Al-Maraghi, Terj: Bahrun Abubakar, dkk, Karya Toha Putra

Ambarwati, N. 2012. Efektifitas Cuka Kayu Sebagai Pestisida Nabati Dalam Pengendalian Hama *Crocidolomia pavonana* dan Zat Perangsang Tumbuh Pada Sawi. Skripsi. Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Negeri Sebelas Maret, Surakarta.

Badjo, R., Rante, C.S., Meray, E.R., Assa, B.H.dan Dien, M.F. 2015 Serangan Hama Ulat Krop (*Crocidolomia pavonana* F.) Pada Tanaman Kubis (*Brassica oleracea* Var. Capita L.) Di Kelurahan Kakaskasen II, Kecamatan Tomohon Utara Kota Tomohon. *In Cocos*, 6(14)

Chaerani dan Griffin, C. T. 2017. "Perbanyakan Massal Nematoda Patogenik Serangga." *Prosiding Balai Besar Penelitian Tanaman Padi*: 869–82.

Chaerani dan Nurbaeti, B. 2007. Uji Efektivitas Nematoda Entomopatogen (Rhabditida: *Steinernema* Dan *Heterorhabditis*) Sebagai Musuh Alami Non-Endemik Penggerek Batang Padi Kuning (*Scirpophaga Incertulas*). *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika*, 7(2): 71–79.

Chen, N. Dan, And S X Wang. 2013. Review Of The Genus *Crocidolomia* Zeller , 1852 From China (Lepidoptera : Crambidae)." *Shilap Revta*, 41(163): 357–64.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Datau, R., Kaligis J.B. Dan Wanta, N.N. 2019. Serangan Hama *Crocidolomia pavonana* F. (Lepidoptera: Pyralidae) Pada Pertanaman Kubis Di Rurukan Paslaten Dan Kumelembuai Kota Tomohon. *In Cocos* 1(4)

Dirgayana, I W., Sumiartha, I.K. Dan Adnyana, I.M.M. 2017. "Efikasi Insektisida Berbahan Aktif (d Klorpirifos 540 g / l Dan Sipermetrin 60 g / l) Terhadap Perkembangan Populasi Dan Serangan Hama Penggulung Daun. *e-Jurnal Agroteknologi* 6(4): 374-388.

Dowds B. C. A. Dan Peter A. 2002. Virulance Mechanisms. In Gaugler R. *Entomopathogenic Nematology*. CABI Publishing, Wallingford.

Ehlers, R. U. 2001. "Mass Production of Entomopathogenic Nematodes for Plant Protection." *Applied Microbiology and Biotechnology* 56(5–6): 623–33.

Forst, S. Dan Clarke, D. 2002 Bacteria-Nematode Symbiosis. In Gaugler R. *Entomopathogenic Nematology*. CABI Publishing, Wallingford.

Gaugler, R. Dan Han RiChou. 2002. Production Technology. In Gaugler R. *Entomopathogenic Nematology*. CABI Publishing, Wallingford

Grewal, P.S., Ehlers, R.U. Dan Shapiro-Ilan, D.I. Eds 2005. *Nematodes As Biocontrol Agents*. CABI Publishing, New York.491 hlm

Harahap, M. dan Sulistyanto, D. 2017. Karakteristik dan Fisiologi Beberapa Isolat Bakteri Simbion Nematoda Entomopatogen Kompleks Serta Uji Virulensi Pada Larva *Plutella xylostella. Jurnal Entommology Indonesia*, 1(1): 41

Hernandes, E.M.A. Dan Mracek, Z. 1984. *Heterorhabditis heliothidis*, A Parasite of Insect Pests in Cuba. *Folia Parasitologica*, 31; 11-17

Hulupi, R. Martini, E. 2013. Pedoman Budidaya Dan Pemeliharaan Tanaman Kopi Di Kebun Campur, Bogor Indonesia: *World Agroforestry Centre (Icraf) Southeast Asia Regional Program*

Ichsan, C.N., Hereri, A.I. dan Budiarti, L. 2013. "Kajian Warna Buah dan Ukuran Benih Terhadap Viabilitas Benih Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.) Varietas Gayo 1." *J. Floratek*, 8(2): 110–17.

Indrayani, I.G.A.A., Subiyakto dan Chaerani. 2018. Patogenisitas Nematoda Entomopatogen Terhadap Hama Uret Tebu *Lepidiota Stigma* (Coleoptera : Scarabaeidae). *Buletin Plasma Nutfah*, 24(2): 83–88

Indriyanti, Dyah Rini, Peibasari, A.D.H dan Priyantini Widiyaningrum. 2014. "Kelimpahan Dan Pola Penyebaran Nematoda Entomopatogen Sebagai Agensia Pengendali Serangga Hama Pada Berbagai Lahan Di Semarang." *Jurnal lahan Suboptimal*, 3(1): 55–61

Indriyanti, Dyah Rini, Nurul Fitria Awalliyah, and Priyantini Widiyaningrum. 2015. "Perbanyakan Nematoda Entomopatogen (Nep) Pada Berbagai Media Buatan Entomopathogenic Nematodes (Enps) Rearing." *Sainteknol Jurnal Sains Dan Teknologi* 13: 9–16.

Julaily, Noorbetha. Mukarlina. dan, dan T.R. Setyawati. 2013. Pengendalian Hama

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Pada Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L .) Menggunakan Ekstrak Daun Pepaya (*Carica papaya* L.). *Protobiont*, 2(3): 171–75.

Kannan, M., Vijayaraghavan, C., Jayaprakash S.S. dan Uthamsamy, S. 2015. Studies on the Biology and Toxicity of Newer Insecticide Molecules on Cabbagehead Caterpillar, *Crocidolomia binotalis* (Zeller) (Lepidoptera : Pyralidae) in India. *AVRDC*, : 31–37.

Kaya, H.K. Dan Gaugler, R. 1993.Entomopathogenic Nematodes. *Annu. Rev. Entomol*., 38:181-206

Kristanti, A.Y., Himawan T. Dan Tarno, H. 2016. Uji Virulensi Steinenema sp. Terhadap *Spodoptera exigua* Hubner (Lepidoptera: Noctuidae) Di Laboratorium, *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan*, 4(3), 4(3); 109-114.

Laba, I.W. dan Trisawa I.M. 2006. Keefektifan *Beauveria Bassiana* Dan *Spicaria* Sp. Terhadap Kepik Renda Lada *Diconis hewetti* (Dist) (Hemiptera: Tingidae). *Bul. Litro,* 117(2): 99-106

Manullang, D.V.C. 2017. Kemampuan Berbagai Tingkatan Stadium Larva Kumbang *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera : Tenebrionidae) Dalam Mengkonsumsi Styrofoam (Polystyrene). *Skripsi*. Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung, Bandar Lampung

Mariyono., Sidhi, E. Y. Dan Hadiyanti, N. 2021. "Keefektifan Patogenesitas Steirmema Carpocapsae (All Strain) Terhadap Hama Plutella Xylostella L." *Jurnal Agrinika : Jurnal Agroteknologi dan Agribisnis* 5(1): 51

Mukadar L.A., Sulistiyani dan Joko T. 2018. Faktor Risiko Pajanan Pestisida Terhadap Kejadian Keracunan Pestisida Pada Petani Di Jawa Tengah (Studi Literatur Hasil-Hasil Penelitian Di Fkm Undip). *Jurnal Kesehatan Masyarakat (E-Journal)*, 6(6): 205–13

Myers, P., Espinosa, C.C.Parr, T. Jones, G.S.Hammond, dan T.A. Dewey.2020. The Animal Diversity Web (Online).Accessed At Https://Animaldiversity.Org

Nguyen, K.B. Dan Smart, G.C. 1990. Steinernema *scapterisci* n. (Rhabdita; Steinernematidae). *Journal of Nematology*, 22(2); 187-199.

Nguyen, K.B. Dan Smart, G.C. 1996. Identification Of Entomopathogenic Nematodes In The Steinernematidae And Heterorhabditidae (Nemata : Rhabditida). *Journal Of Nematology*, 28(3): 286–300

Ningsih, , D.U. 2021 Isolasi Dan Karakterisasi cDNA Gen Luciferase Pengkode Bioluminescence Pada Jamur *Neonothopanus*. *Disertas*i.Universitas Negeri Padang, Padang.

Nugrohorini. 2010. Eksplorasi Nematoda Entomopatogen Pada Beberapa Wilayah Di Jawa Timur. *Jurnal Pertanian Mapeta*, 12(2): 132–36.

Nuraeni, S. 2019. *Perlindungan Dan Pengamanan Hutan*. Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin, Makassar.

Paster, A., Hendarti, I. dan Ramadhan, H. 2018. "Uji Patogenisitas Nematoda

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Patogen Serangga (*Steinernema carpocapsae*) Dari Tanah Gambut Terhadap Rayap Tanah (*Coptotermes curvignathus*). *Perkebunan Dan Lahan Tropika* 8(2): 45–53

Pimentel, D., Acquay, H., Biltonen, M., Rice, P., Silva, M., Nelsom, J., Lipnr,V., Giordano, S., Horowits, A. dan D'amore, M. 1992. Asement Of Environmental And Economics Cost Of Pesticide Use. *BioScience*, 42(10); 750-760

Putra, S.A.W. 2019. "Fasad Penurun Suhu Ruang Dalam Dan Beban Pendinginan Pada Pusat Perbelanjaan Poncol Di Kota Pasuruan."*Disertasi*. Universitas Brawijara, Malang

Poinar, G.O 1990. *Biology and Taxonomy Of Steinernematidae And Heterorhabditidae. In Entomopathogenic Biological Control*. Crc Press, Boca Raton

Purnomo, H. 2010. *Pengantar Pengendalian Hayati*. Andi, Yogyakarta

Ricardo, K. 2017. Toksisitas Ekstrak Biji Pinang (*Areca catehu* L.) Terhadap Ulat Krop Kubis (*Crocidolomia pavonana* F.) Di Laboratorium. *Skripsi*. Fakultas Petanian, Universitas Lampung, Lampung.

Rahardjo, P. 2012. *Panduan Budidaya Dan Pengolahan Kopi Arabika Dan Robusta*. Penebar Swadaya, Jakarta.

Rahman, A. R. dan, and S Salamiah. 2020. "Mortalitas Ulat Grayak (Spodoptera Litura F.) Yang Diaplikasi Dengan Berbagai Pestisida Nabati." *Proteksi tanaman tropika* 3(03): 238–43

Rahmatyoga, F., Wangi, M.S. Dan Riyanto,B. 2017. Komunikasi Pemasaran Via Facebook Dan Instagram Dalam Meningkatkan Loyalitas Pelanggan Studi Kasus Si Anima Coffee & Chill Kartasura, Sukoharjo). *Transformasi*, 22(32): 76-167

Rahmawati, D., Djamilah, D. dan Simanihuruk, B.W. 2019. Effect Of Noni Fruit Extract (*Morinda citrifolia* L.) And Application Time To Control *Crocidolomia binotalis* Zell. On a Cabbage Plant. *Akta Agrosia*, 22(1); 13-21

Samudra, F.B., Izzati, M. dan Purnaweni, H. 2013. Kelimpahan Dan Keanekaragaman Arthropoda Tanah Di Lahan Sayuran Organik 'Urban Farming'. *Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 190–196.

Sastrosiswojo, S. dan, dan Setiawatik, W. 1986. Biology And Control Of Crocidolomia Binotalis In Indonesia. *Lembang Horticultural Research Institute*: 81–87.

Satria, Arif Bayu, Priyantini Widiyaningrum, dan Sri Ngabekti. 2018. "Viabilitas Dua Isolat Lokal Nematoda Entomopatogen Pada Berbagai Variasi PH." *Life Science* 7(1): 9–15.

Shihab, Q. 2001.*Tafsir Al Misbah Pesan, Kesan Dan Keserasian Al-Qur'an*. Lentera Hati, Tangerang Vol 4

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Shihab, Q. 2005.*Tafsir Al Misbah Pesan, Kesan Dan Keserasian Al-Qur'an*. Lentera Hati, Tangerang. Vol 13

Singkoh, M dan Katili, D.Y. 2019.Bahaya Pestisida Sintetik (Sosialisasi Dan Pelatihan Bagi Wanita Kaum Ibu Desa Kota Kecamatan Tombulu Kabupaten Minahasa), *Jpai; Jurnal Perempuan Dan Anak Indonesia*, 1(1): 5-12

Situmorang, B. 2012. Pengaruh Perkembangan Pertanian Padi Terhadap Perekonomian Masyarakat Desa Kayu Besar Kecamatan Bandar Khalifah Kabupaten Serdang Bedagai (1990-2012). *Skripsi* Jurusan Pendidikan Sejarah Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta

Sucipto. 2009. Isolat Lokal Madura Sebagai Pengendalian Hayati Hama Penting Tanaman Hortikultura Yang Ramah Pada Lingkungan. *Agrovigor* 2(1): 47–53. Sunarto, T. dan Irwan A. W. 2019. "Testing of Entomopathogenic Nematode Steinernema Spp. Concentration on Mortality of Lepidiota Stigma F. (Coleoptera: Scarabaeidae)." *CROPSAVER - Journal of Plant Protection* 2(2): 77–81.

Sunarto, T. dan Irwan A. W. 2019. "Testing of Entomopathogenic Nematode Steinernema Spp. Concentration on Mortality of Lepidiota Stigma F. (Coleoptera: Scarabaeidae)." *CROPSAVER - Journal of Plant Protection* 2(2): 77–81.

Suyuti, F.Z. 2012. "Patogenesitas Nematoda Patogen Serangga *Steinernema* spp. Pada Beberapa Media Perbanyakan Massal. *Skripsi*. Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Jember, Jember

Tukimin. Karmawati, E. dan Heri Prabowo1. 2014. "Sinergisme Antara Nematoda Patogen Serangga Steinernema Sp . Terhadap Mortalitas Dan Efek Lanjutan Larva Spodoptera Litura F . *Jurnal Littri* 20(2): 93–99.

Wati, A. N. R. 2017. Pengaruh Konsentrasi Insektisida Sipermetrin Terhadap Kerusakan Buah Tomat Akibat *Helicoverpa armigera* Dan Pertumbuhan Jamur *Beauveria bassiana*. *Skripsi*. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Malang."

Wicaksono, RC dan Wuryantini, S. 2016. "Pengaruh Insektisida Berbahan Aktif Klorpirifos Dan Sipermetrin Terhadap Kutu Loncat (Diaphorina Citri) Dan Kutu Daun (Toxoptera Sp.) Pada Tanaman Jeruk." *Prosiding Seminar Nasional II Tahun 2016, Kerjasama Prodi Pendidikan Biologi FKIP dengan Pusat Studi Lingkungan dan Kependudukan (PSLK) Universitas Muhammadiyah Malang*: 77–84.

Widiyaningrum, P., N. dan Subekti, and B. Priyono. 2016. "Uji Patogenitas Nematoda Entomopatogen Isolat Semarang Steinernema Sp Pada Rayap Tanah Macrotermes Sp." *Prosiding Semnas Hasil Penelitian.*: 178–82

Wouts, W.M.1980. Biology, Life Cycle And Redescrition Of *Neoaplecnata bibionis* Bovien, 1937 Nematoda :Steinernematidae. *Journal Of Nematology*, 12(1): 62-72

Yuantari, M.G.C. 2011. Dampak Pestisida Organoklorin Terhadap Kesehatan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Manusia Dan Lingkungan Serta Penanggulangannya. *Prosiding Seminar Nasional Peran Kesehatan Masyarakat Dalam Pencapaian Mdg's Di Indonesia*, 187–99.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id