

PENGENDALIAN HAYATI LALAT BIBIT JAGUNG *Atherigona exiguus* Stein
DENGAN NEMATODA ENTOMOPATOGEN *Heterorhabditis indicus*
(ISOLAT NGADAS) DAN *Steinernema* sp. (ISOLAT CEMORO LAWANG)

**KARYA ILMIAH TERTULIS
(SKRIPSI)**



Diijinkan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat Untuk
Menyelesaikan Pendidikan Program Strata Satu
Program Studi Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan
Fakultas Pertanian Universitas Jember

Oleh

FITRI ARI WIHASTUTI
NIM. FIEI95226

Asal : Jember
Pembelian
Terima
No. 1000
Klass
632.651
WIH
p
7 JUL 2001
60 236 228

PEMBIMBING :

Dr. Ir. Suharto, M. Sc. (DPU)

Ir. Soekarto, MS. (DPA)

Di terima oleh :

FAKULTAS PERTANIAN UNIVERSITAS JEMBER

Sebagai Karya Ilmiah Tertulis

Dipertahankan pada

Hari : Rabu

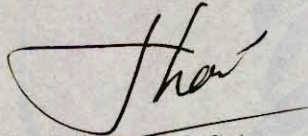
Tanggal : 02 Mei 2001

Jam : 09.00 WIB

Tempat : Fakultas Pertanian
Universitas Jember

Tim Penguji

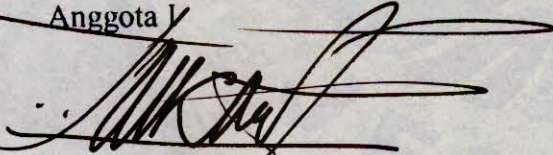
Ketua



(Dr. Ir. Suharto, M. Sc)

NIP. 131 415 809

Anggota I



(Ir. Soekarto, MS)

NIP. 131 125 972

Anggota II



(Dr. Sc. Agr. Didik Sulistyanto)

NIP. 131 792 232

Mengetahui

Dekan Fakultas Pertanian



(Arje Mudjiharjati, MS)

NIP.130 609 808

Karya ini kupersembahkan untuk :

- ❧ Bapak Suyono & Ibu Suratmi tercinta, yang telah memberikan segala do'a dan kasih sayangnya yang tulus dan tak pernah padam kepadaku*
- ❧ Adik - adikku, Ande, Yuly, Ratno dan Catur*

Motto :

“ Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.. Maka apabila kamu telah selesai dengan satu urusan, kerjakanlah urusan yang lain, hanya kepada Tuhanmulah hendaknya kamu berharap”

(QS. Alam Nasrah : 6 – 8)

“ Ilmu mulai bermanfaat bila disertai amal dan manusia yang paling bodoh adalah manusia yang tidak berusaha menambah ilmunya dan manusia yang paling pandai adalah manusia yang mengandalkan ilmunya, dan yang paling utama adalah manusia yang bertaqwa”

(Sofyan Attsauri)

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PEMBIMBING.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iv
MOTTO.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
INTISARI.....	xii
RINGKASAN.....	xiii
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Permasalahan.....	1
1.2 Tujuan dan Manfaat.....	2
1.2.1 Tujuan.....	2
1.2.2 Manfaat.....	3
1.3 Hipotesis.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Arti Penting Tanaman Jagung (<i>Zea Mays</i> Linn).....	4
2.2 Morfologi dan Biologi Lalat Bibit Jagung (<i>A. exigua</i> Stein) ..	4
2.2.1 Telur.....	5
2.2.2 Larva.....	5
2.2.3. Pupa.....	6
2.2.4 Lalat Dewasa.....	6
2.3 Gejala Kerusakan.....	6
2.4 Pengendalian.....	6
2.5 Morfologi dan Biologi Nematoda Entomopatogen.....	7

2.6 Penggunaan Nematoda Entomopatogen sebagai Pengendali Hayati	11
III. BAHAN DAN METODE	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	12
3.2 Bahan dan Alat	12
3.3 Metode Penelitian.....	12
3.3.1 Persiapan Penelitian	12
3.3.2 Pengujian Laboratorium	15
3.3.3 Pengujian Lapang	15
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Pengujian Laboratorium	17
4.2 Pengujian Lapang	20
V. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan.....	24
5.2 Saran.....	24
DAFTAR PUSTAKA.....	25
LAMPIRAN	29

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kehadirat Allah SWT. atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat, menyelesaikan karya ilmiah tertulis dengan judul “**Pengendalian Hayati Lalat bibit Jagung *Atherigona exigua* Stein dengan Nematoda Entomopatogen *Heterorhabditis indicus* (Isolat Ngadas) dan *Steinernema* sp. (Isolat Cemoro lawang).**”

Penulis mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan dalam penyelesaian karya ilmiah tertulis ini :

1. Ir. Arie Mudjiharjati, MS., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Jember.
2. Ir. Sutjipto, MS., selaku Ketua Program Studi Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Jember.
3. Dr. Ir. Suharto, M. Sc., selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah banyak memberikan bimbingan dan saran kepada penulis.
4. Ir. Soekarto, MS., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah banyak memberikan bimbingan dan saran kepada penulis.
5. Dr. Sc. Agr. Didik Sulistyanto, sebagai sekretaris ujian yang telah banyak memberikan bimbingan dan saran kepada penulis.
6. Seluruh staf Dosen yang telah memberikan motivasi dan saran kepada penulis.
7. Bapak, Ibu serta adik-adikku atas segala do'a dan motivasinya.
8. Seluruh teman – teman di Program Studi Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Jember yangn tidak bisa saya sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penulisan ini masih banyak kekurangannya sehingga penulis mengharapkan kritis serta saran untuk menyempurnakan penulisan berikutnya.

Akhirnya penulis berharap semoga karya ilmiah tertulis ini berguna bagi kita semua.

Jember, Mei 2001

Penulis

DAFTAR TABEL

Tabel	Teks	Halaman
1.	Sidik ragam pengaruh konsentrasi nematoda entomopatogen <i>Steinernema</i> sp. dan <i>H. indicus</i> terhadap mortalitas larva <i>Atherigona exigua</i>	17
2.	Sidik ragam pengaruh jam pengamatan setelah inokulasi nematoda entomopatogen <i>Steinernema</i> sp. dan <i>H. indicus</i> terhadap mortalitas larva <i>Atherigona exigua</i>	19
3.	Jumlah tanaman jagung yang terserang dan yang sembuh setelah aplikasi nematoda entomopatogen <i>Steinernema</i> sp. dan <i>H. indicus</i>	21
4.	Sidik ragam pengaruh konsentrasi nematoda entomopatogen <i>Steinernema</i> sp. dan <i>H. indicus</i> terhadap tanaman sembuh setelah terserang larva <i>Atherigona exigua</i>	22

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Teks	Halaman
1.	Proses Infeksi Nematoda Entomopatogen dalam Tubuh Serangga	9
2.	Siklus Hidup Nematoda Entomopatogen	10
3.	Pembiakan Nematoda dengan Menggunakan Media Agar	14
4.	Pembiakan Nematoda dengan Menggunakan Larva <i>T. molitor</i>	14
5. a.	Larva <i>A. exigua</i> Sehat	18
5. b.	Larva <i>A. exigua</i> terinfeksi nematoda entomopatogen <i>H. indicus</i>).....	18
5. c.	Larva <i>A. exigua</i> Terinfeksi Nematoda Entomopatogen <i>Steinernema</i> sp.....	18

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Teks	Halaman
1.	Denah lokasi aplikasi lapang	29
2.	Pengaruh konsentrasi nematoda entomopatogen <i>Steinernema</i> sp. terhadap mortalitas larva <i>A. exigua</i>	30
3.	Pengaruh konsentrasi nematoda entomopatogen <i>Steinernema</i> sp. terhadap mortalitas larva <i>A. exigua</i>	31
4.	Pengaruh konsentrasi nematoda entomopatogen <i>H. indicus</i> terhadap mortalitas larva <i>A. exigua</i>	32
5.	Pengaruh konsentrasi nematoda entomopatogen <i>H. indicus</i> terhadap mortalitas larva <i>A. exigua</i>	33
6.	Pengaruh konsentrasi nematoda entomopatogen <i>Steinernema</i> sp. dan <i>Heterorhabditis</i> spp. (isolat Ngadas) Terhadap Tanaman Sembuh Setelah Terserang Larva <i>A. exigua</i>	34
7.	Pengaruh Konsentrasi Nematoda Entomopatogen <i>Steinernema</i> sp. dan <i>H. indicus</i> terhadap tanaman sembuh setelah terserang larva <i>A. exigua</i>	35

INTISARI

Fitri Ari Wihastuti, Nim. FIEI95226. Pengendalian Hayati Lalat Bibit Jagung *Atherigona exigua* Stein dengan Nematoda Entomopatogen *Heterorhabditis indicus* dan *Steinernema* sp. Dosen Pembimbing Utama (DPU) Dr. Ir. Suharto, M. Sc. dan Dosen Pembimbing Anggota (DPA) Ir. Soekarto, MS.

Nematoda entomopatogen isolat lokal dapat dimanfaatkan sebagai pengendali hayati larva lalat bibit jagung *Atherigona exigua*. Mortalitas larva *A. exigua* pada pengujian laboratorium dihitung menggunakan rancangan acak lengkap faktorial, dilanjutkan dengan uji Duncan taraf 5%. Persentase jumlah tanaman sembuh di lapang dihitung menggunakan rancangan acak terbagi. Pada pengujian laboratorium pada konsentrasi 400 ij/ml nematoda entomopatogen *Steinernema* sp. mampu mengakibatkan mortalitas larva sebesar 56,67 % dan *H. indicus* mampu mengakibatkan mortalitas larva sebesar 43,33 % pada konsentrasi yang sama. Pada pengujian lapang, tanaman jagung yang diaplikasi nematoda entomopatogen *Steinernema* sp. dapat sembuh hingga 52,38% sedangkan tanaman jagung yang disemprot nematoda entomopatogen *H. indicus* dapat sembuh hingga 41,07%.

Kata kunci : *A. exigua*, nematoda entomopatogen *H. indicus*, *Steinernema* sp.

RINGKASAN

Fitri Ari Wihastuti, Nim. FIEI95226. Pengendalian Hayati Lalat Bibit Jagung *Atherigona exigua* Stein dengan Nematoda Entomopatogen *Heterorhabditis indicus* dan *Steinernema* sp. Dosen Pembimbing Utama (DPU) Dr. Ir. Suharto, M. Sc. dan Dosen Pembimbing Anggota (DPA) Ir. Soekarto, MS.

Tanaman jagung merupakan tanaman pangan penting, di Indonesia peranan jagung menduduki urutan kedua setelah padi. Jagung mengandung karbohidrat yang nilainya hampir sama dengan kandungan karbohidrat pada padi sehingga masyarakat tertentu menggunakan jagung sebagai makanan pokok.

Produksi jagung yang dicapai oleh petani masih tergolong rendah sehingga pemerintah terus mengupayakan peningkatan produksi jagung untuk memenuhi kebutuhan masyarakat. Serangan hama jagung merupakan salah satu penyebab utama rendahnya produksi jagung, terutama *Atherigona exigua* Stein atau yang lebih dikenal dengan sebutan lalat bibit jagung. Serangan hama tersebut dapat mencapai 50% pada musim hujan.

Penggunaan nematoda entomopatogen *Steinernema* sp. dan *H. indicus* merupakan alternatif pengendali hayati yang dapat mengendalikan serangan lalat bibit jagung *A. exigua*. Penelitian tentang efektivitas nematoda entomopatogen terhadap serangga hama sering dilakukan tetapi untuk pengujian di lapang masih belum banyak dilakukan di Indonesia.

Penelitian ini dilakukan di laboratorium dan di lapang mulai bulan Oktober 1999 sampai dengan Juli 2000. Untuk pengujian laboratorium dilakukan di Laboratorium Perlindungan Tanaman Program Studi Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Jember, sedangkan pengujian di lapang dilakukan di daerah Mangli, Jember.

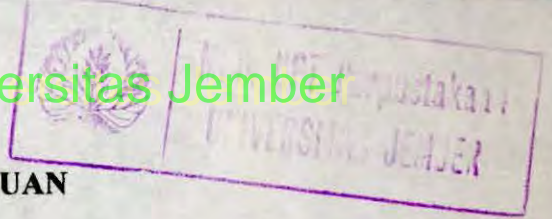
Pengujian di laboratorium dilakukan dengan cara menginokulasi larva *A. exigua* dengan nematoda entomopatogen dalam petridish yang telah dilapisi kertas filter lembab, masing – masing petridish diisi 10 ekor larva *A. exigua* .

dengan konsentrasi nematoda 100 ij/ml, 200 ij/ml, 300 ij/ml, dan 400 ij/ml. Masing – masing perlakuan diulang tiga kali. Pengamatan dilakukan selama 24 jam, 48, jam, 72 jam, dan 96 jam setelah inokulasi . Mortalitas larva dihitung dengan rumus Abbot (1925) kemudian persentase mortalitas larva dihitung menggunakan rancangan acak lengkap faktorial dan dilanjutkan dengan uji Duncan pada taraf 5%.

Pengujian lapang pada lahan seluas 36 m² dibagi dalam 30 petak untuk empat perlakuan konsentrasi dengan tiga kali ulangan pada masing – masing konsentrasi, serta kontrol yaitu 0; 1 x 10⁴ ij/m²; 2 x 10⁴ ij/m²; 3 x 10⁴ ij/m² dan 4 x 10⁴ ij/m² disemprotkan pada petak – petak yang telah diberi tanda secara acak sesuai perlakuan, masing-masing perlakuan diulang tiga kali. Pengamatan dilakukan dengan menghitung jumlah tanaman yang sembuh hingga tanaman berumur 27 hari. Hasilnya dihitung menggunakan rancangan petak terbagi.

Hasil pengujian di laboratorium menunjukkan bahwa nematoda entomopatogen *Steinernema* sp. mampu menimbulkan mortalitas larva sebesar 56,67% pada konsentrasi 4 x 10⁴ ij/m², sedangkan nematoda entomopatogen *H. indicus* mampu menimbulkan mortalitas larva sebesar 43,33 % pada konsentrasi yang sama. Pada pengujian lapang, tanaman jagung yang diaplikasi nematoda entomopatogen *Steinernema* sp. dapat sembuh hingga 52,38% sedangkan tanaman jagung yang disemprot nematoda entomopatogen *H. indicus* sembuh hingga 41,07%.

**Program Studi Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian
Universitas Jember.**



I. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang Permasalahan

Jagung (*Zea mays* L) adalah bahan pangan bijian yang sangat penting bagi manusia dan ternak dan memiliki banyak kegunaan sebagai pangan dan non pangan. Jagung memiliki adaptasi pertumbuhan yang luas sehingga memungkinkannya ditanam secara ekstensif di dunia. Dalam hal produksi, jagung hanya bisa diungguli oleh gandum dan padi (Rubatzky dan Yamaguchi, 1998).

Sejak diijinkannya ekspor jagung pada tahun 1965, volume ekspor terus meningkat. Peningkatan kebutuhan jagung dalam negeri menyebabkan pemerintah mengurangi ekspor jagung ke luar negeri, bahkan pemerintah memutuskan untuk mengimport jagung dari luar negeri sejak tahun 1973 hingga sekarang sebagai usaha memenuhi kebutuhan masyarakat. Dari uraian di atas tampak bahwa permintaan jagung akan terus meningkat terutama untuk pakan ternak dan bahan baku industri. Dilain pihak produktivitas yang dicapai petani masih cukup rendah, sehingga pengembangan usaha tani tanaman jagung merupakan tantangan yang mendesak (Baco dan Tandiabang, 1988).

Usaha peningkatan produksi jagung telah diusahakan pemerintah melalui program intensifikasi, eksentifikasi, dan diversifikasi (Bedjo dan Indiaty, 1995). Pengendalian terhadap hama tanaman jagung merupakan salah satu upaya dalam meningkatkan produksi jagung. Salah satu hama penting tanaman jagung adalah *Atherigona exigua* Stein atau yang lebih dikenal dengan lalat bibit jagung. Menurut Baco dan Tandiabang (1988) kerusakan akibat serangan *A. exigua* dapat mencapai 50% terutama pada kelembapan yang tinggi, sedangkan kehilangan hasil akibat serangan hama tersebut menurut Bedjo dan Indiaty (1995) rata-rata mencapai 30% per tahun. Mengingat besarnya kehilangan hasil jagung oleh *A. exigua* ini maka tindakan pengendalian sangat perlu dilakukan.

Pengendalian yang sering dilakukan petani terhadap hama pada umumnya menggunakan insektisida karena cara ini dirasakan lebih cepat hasilnya. Menurut Pracaya (1993) kebiasaan yang dilakukan petani jika serangan semakin meningkat cenderung menggunakan insektisida dengan dosis, frekuensi aplikasi

yang tinggi dan tidak terjadwal dengan pencampuran beberapa insektisida yang tidak diketahui kompatibilitasnya. Penggunaan insektisida yang tidak bijaksana dapat mengakibatkan resistensi, resurgensi, letusan hama kedua, terbunuhnya jasad bukan sasaran serta residu insektisida yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan (Untung, 1996). Untung (1984) juga menyebutkan insektisida merupakan senyawa kimia yang penggunaannya kadang-kadang dapat mempengaruhi/merubah fisiologi tanaman. Untuk menghindari dampak negatif tersebut maka perlu dicari alternatif pengendalian yang efektif, efisien dan berwawasan lingkungan, diantaranya adalah pengendalian hayati (Untung dan Mangundihardjo, 1993 dalam Oka, 1995).

Penggunaan nematoda entomopatogen merupakan salah satu pemanfaatan agen hayati yang tidak berdampak negatif bagi lingkungan, manusia dan hewan. Nematoda entomopatogen sangat berpotensi untuk mengendalikan hama tertentu (Chaerani, et. al. 1995). Selain itu menurut Kaya dan Haugler (1993) nematoda entomopatogen mempunyai beberapa kelebihan, yaitu bersifat virulen terhadap inangnya, membunuh inangnya dengan cepat (rata-rata 24 – 48 jam) kisaran inang luas dan mudah dibiakkan secara in vivo dan in vitro. Secara umum nematoda entomopatogen mudah ditemukan pada tanah yang memenuhi syarat hidup nematoda yaitu tanah yang memiliki cukup aerasi dan kelembapan. Di Indonesia juga terdapat nematoda entomopatogen oleh karena itu perlu diadakan pengujian terhadap kemampuan nematoda entomopatogen tersebut dalam mematikan (mengendalikan) serangga hama.

1.2 Tujuan dan Manfaat

1.2.1 Tujuan

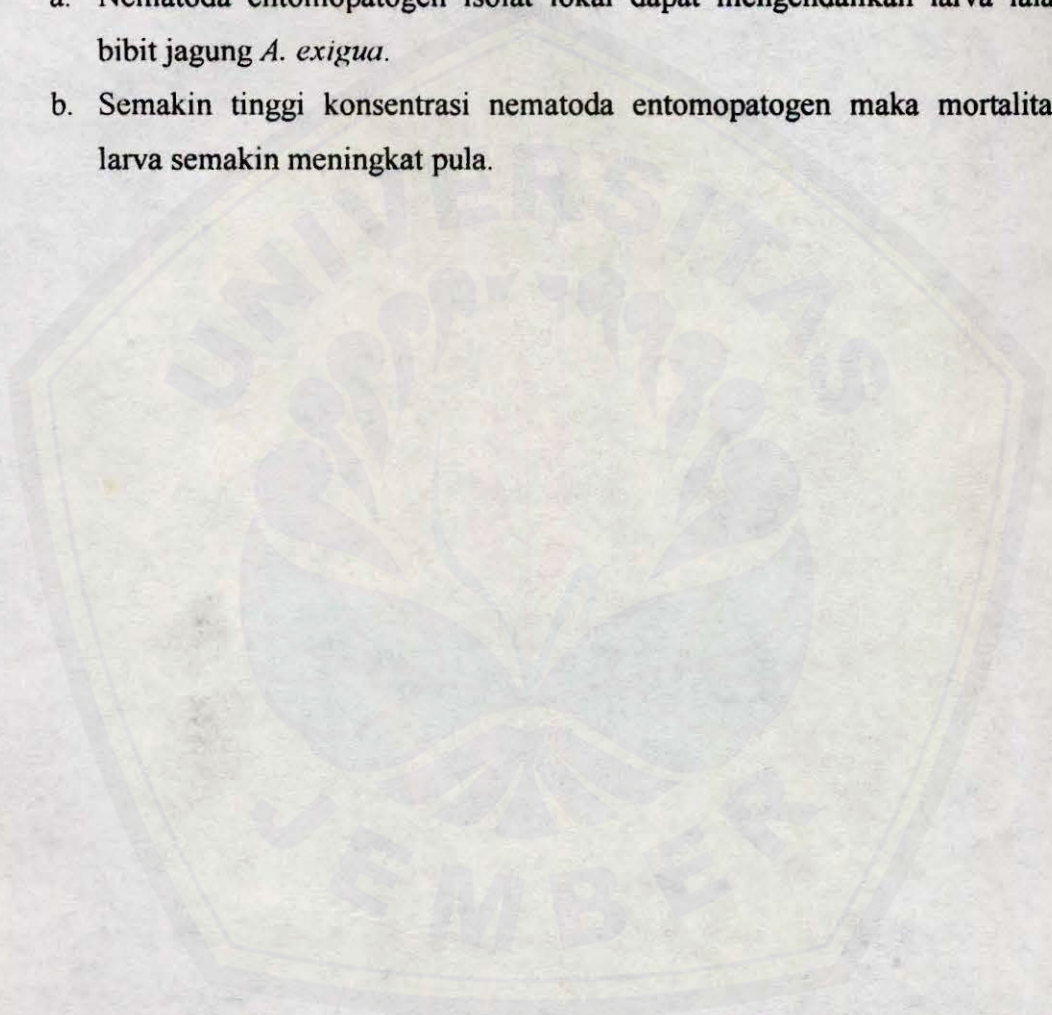
Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan nematoda entomopatogen isolat lokal dalam mengendalikan larva lalat bibit jagung *A. exigua* baik di laboratorium maupun di lapang.

1.2.2 Manfaat

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi serta dapat diterapkan sebagai salah satu alternatif pengendalian hayati terhadap larva lalat bibit jagung *A. exigua*

1.3 Hipotesis

- a. Nematoda entomopatogen isolat lokal dapat mengendalikan larva lalat bibit jagung *A. exigua*.
- b. Semakin tinggi konsentrasi nematoda entomopatogen maka mortalitas larva semakin meningkat pula.



II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Arti Penting Tanaman Jagung (*Zea mays* Linn)

Tanaman jagung (*Zea mays* L) mempunyai taksonomi sebagai berikut :

Ordo	: Poales
Famili	: Poaceae
Genus	: Zea
Species	: <i>Zea mays</i> Linn

Tanaman jagung (*Zea mays* L) merupakan tanaman serelia sumber karbohidrat utama setelah padi. Di Indonesia sebagian besar jagung digunakan sebagai bahan pangan, bahan baku industri makanan dan pakan ternak (Bedjo dan Indiati, 1995). Kebutuhan untuk konsumsi meningkat sekitar 3,22% dan untuk industri serta benih lainnya naik 7,73% per tahun (Anonim, 1994). Sedangkan produksi jagung di daerah Jawa Timur sendiri pada akhir tahun 1998 hanya mencapai 3. 915. 865 ton (Anonim, 2001).

Berdasarkan urutan bahan makanan di dunia, jagung menduduki urutan ketiga setelah gandum dan padi. Bahkan di daerah tertentu jagung merupakan makanan pokok (Sudarnadi, 1995). Sebagai sumber karbohidrat tepung jagung dapat digunakan sebagai bahan pencampur dalam pembuatan roti karena jagung memiliki komposisi kimia yang tidak begitu berbeda dengan terigu (Sudarmo dan Oetomo, 1977). Koswara (1977 dalam Nurmala 1998) menyebutkan bahwa kandungan karbohidrat jagung lebih banyak dibanding tanaman serealia lainnya. Hal ini disebabkan jagung termasuk tanaman yang sangat efisien dalam penggunaan energi dan tergolong dalam tanaman C_4 *dikarbocyclic acid pathway* yang menyimpan energi fotosintat dalam biji.

2.2 Morfologi dan Biologi Lalat Bibit Jagung (*Atherigona exigua* Stein)

Ordo	: Diptera
Famili	: Antomyiidae
Genus	: <i>Atherigona</i>
Species	: <i>Atherigona exigua</i> Stein

Genus *Atherigona* dijumpai di Indonesia, Malaysia, Filipina, Srilanka, Pakistan, Kepulauan Pasifik dan Australia (Baco dan Tandiabang, 1988). Selain *A. exigua* juga terdapat *A. oryzae* yang juga menyerang jagung dan padi gogo (Kalshoven, 1981). Inang lain dari *A. exigua* adalah rumput-rumputan seperti *Cynodon dactylon*, *Panicum repens*, dan *Paspalum* sp. Di Indonesia hama ini terdapat di Pulau Jawa, Sulawesi dan Nusa Tenggara Timur (Bedjo dan Indiati, 1995).

2.2.1 Telur

Lalat dewasa betina meletakkan telur sebanyak 18 buah pada salah satu permukaan daun termuda satu minggu setelah perkawinan (Kalshoven 1981). Panjang telur 1,55 mm dan diameter 0,33 mm berbentuk oval memanjang berwarna coklat muda dan diletakkan secara terpisah satu per satu sesaat setelah tanaman baru tumbuh hingga tanaman berumur sekitar dua minggu (Baco dan Tandiabang 1988). Meskipun banyak telur yang diletakkan pada permukaan daun tapi hanya satu telur yang tumbuh pada satu tanaman (Kalshoven, 1981). Kemudian telur menetas setelah dua sampai tiga hari pada malam hari (Bedjo dan Indiati, 1995)

2.2.2 Larva

Larva muda berwarna putih krem bening dan berubah menjadi kuning gelap pada instar berikutnya. Pada bagian kepala tumpul kemudian meruncing pada bagian ujung belakangnya (Bedjo dan Indiati, 1995). Larva yang baru berumur 48 jam sangat mobil dan pada malam hari bergerak ke pangkal batang masuk ke dalam titik tumbuh antara pelepah daun dan batang. Kemudian tanaman mulai rusak karena belatung makan jaringan tanaman. Perkembangan larva membutuhkan kelembapan yang tinggi oleh karena itu hama ini tidak menyerang pada musim kemarau (Kalshoven, 1981). Larva dapat mencapai ukuran 8,5 mm pada stadia akhir. Lama stadia larva sekitar 17 hari (Baco dan Tandiabang, 1988).

2.2.3 Pupa

Pupa berwarna coklat gelap berbentuk tong dengan bagian ujungnya tumpul dan bagian lainnya meruncing. Pupa umumnya terbentuk dalam tanah dekat dengan tanaman atau dalam jaringan tanaman yang telah kering. Stadium pupa berkisar antara 5 - 11 hari (Bedjo dan Indiaty, 1995).

2.2.4 Lalat Dewasa

Aktivitas lalat bibit jagung ini hanya berlangsung pada musim hujan selama satu sampai dua bulan. Lalat dewasa berukuran 3-3,5 mm berwarna abu-abu kehitaman pada bagian dada, dan pada bagian perut berwarna kekuningan (Bedjo dan Indiaty, 1995). Lalat ini aktif pada sore hari antara jam 16.00 hingga 19.00 (Kalshoven, 1981). Secara keseluruhan perkembangan dari telur hingga dewasa berlangsung selama 26 hari (Baco dan Tandiang, 1988).

2.3 Gejala Kerusakan

Menurut Kalshoven (1981) gejala akibat serangan *A. Exigua* ini mirip gejala sundep pada padi. Bagian daun termuda kelihatan layu, berwarna kekuningan dan jika bagian yang layu dicabut akan mudah lepas dan tampak membusuk. Hal ini akibat terputusnya sebagian jalan translokasi bahan makanan dalam batang yang menyebabkan terganggunya pertumbuhan tanaman. Pada serangan yang hebat tanaman akan segera mati, sedangkan tanaman dapat sembuh daun-daunnya akan kelihatan keriting (Bedjo dan Indiaty, 1995) dan terdapat bercak memanjang (Rukmana, 1998).

2.4 Pengendalian

Pengendalian yang biasa dilakukan oleh petani pada umumnya adalah :

a. Kultur teknis/pola tanam

Aktivitas lalat bibit ini hanya pada musim hujan (kelembapan tinggi) sehingga dengan mengubah waktu tanam serangan lalat bibit dapat dihindari. Selain itu pergiliran tanaman dan tanaman serempak dapat menekan serangan hama tersebut.

b. Sanitasi

Tanaman yang terserang harus segera dicabut dan dimusnahkan agar tidak menyerang tanaman yang sehat.

c. Pemakaian insektisida

Pengendalian dengan insektisida dapat dilakukan dengan menggunakan Marshal 25 ST dan Decis 2,5 EC (Anonim, 1992)

2.5 Morfologi dan Biologi Nematoda Entomopatogen

Panjang tubuh juvenil I dari *Steinernema* 438 – 500 μm dan juvenil II lebih dari 500 μm , sedangkan juvenil III mempunyai panjang tubuh 736 – 950 μm dan lebih dari 1200 – 1500 μm yang merupakan fase dewasa (Poinar, 1990). Nematoda entomopatogen *Heterorhabditis* spp (isolat Ngadas) mempunyai panjang rata-rata 520 μm , lebar rata – rata 19 μm , sedangkan nematoda *Steinernema* spp (isolat Cemoro lawang) mempunyai panjang rata - rata 611 μm dan lebar rata-rata 27 μm (Bahari, 1999).

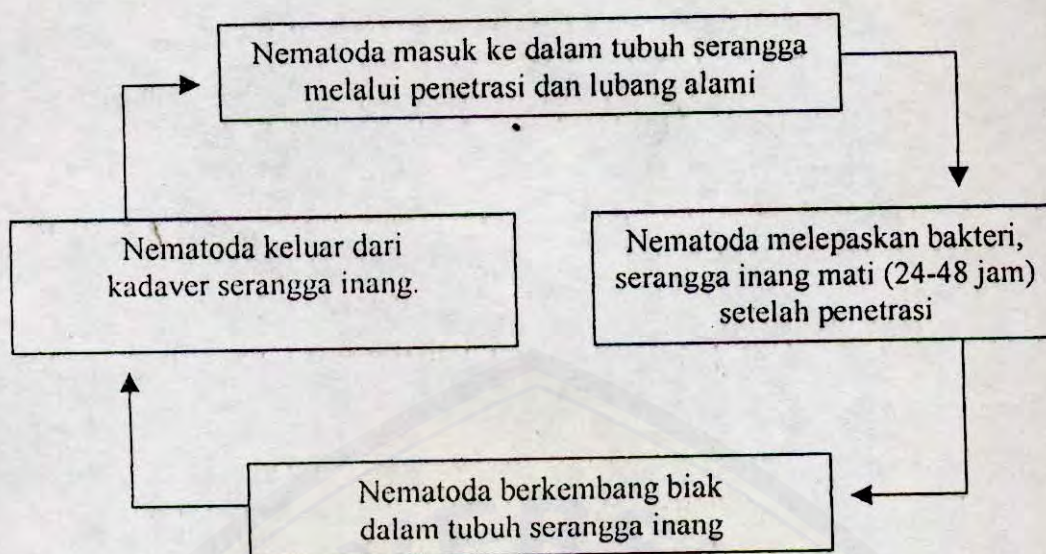
Sebagian besar nematoda mempunyai siklus hidup pendek, yaitu telur, empat stadia larva (juvenil) dan dewasa. Juvenil biasanya mengalami pergantian kulit satu kali di dalam telur yang kemudian muncul juvenil stadia dua. Pergantian kulit ini juga dapat terjadi di lingkungan bebas atau di dalam inang serangga. Kadang-kadang juvenil III masih terbungkus dalam juvenil II yang merupakan stadia resisten terhadap lingkungan dan sering disebut sebagai daur juvenil (Kaya, 1993). Juvenil infektif (JI) merupakan stadia yang untk sementara berhenti berkembang lebih lanjut karena kepadatan populasi atau kondisi lingkungan yang tidak memadai. JI menimbun makanan di dalam tubuhnya sehingga mampu hidup bebas di lingkungan luar tubuh inangnya dan tahan terhadap kondisi lingkungan tertentu. JI menyimpan bakteri simbion ke dalam intestinnya (Chaerani, 1996).

Terdapat interaksi mutualistik antara nematoda entomopatogen dengan bakteri *Xenorhabdus* spp dan *Photorhabdus* sp . Nematoda entomopatogen yang melepaskan bakteri ke dalam tubuh inang dapat memperoleh beberapa keuntungan, yaitu : membunuh inang dengan cepat (24 - 48 jam), membuat lingkungan yang cocok bagi perkembangannya . dengan memproduksi antibiotik

yang dapat menghambat adanya mikroorganisme sekunder dan menyediakan nutrisi, sedangkan bagi bakteri simbiosis sendiri memerlukan nematoda entomopatogen untuk melindungi diri dari lingkungan eksternal dan adanya protein yang dikeluarkan oleh serangga inang yang merugikan bagi bakteri (Simoes dan Rosa, 1996).

Juvenil infeksius masuk ke dalam inang melalui lubang alami serangga (mulut, anus atau spirakel) luka atau penetrasi langsung melalui integumen (Kaya, 1993). Saluran pencernaan nematoda yang semula tertutup mulai aktif bekerja dan melepaskan sel – sel bakteri ke dalam haemolimfa serangga. Sel – sel bakteri berbiak dan menghasilkan toksin sehingga dapat mematikan serangga dalam 24 – 48 jam. Selain itu bakteri juga menghasilkan enzim yang dapat merombak jaringan tubuh serangga menjadi nutrisi bagi nematoda dan antibiotik yang dihasilkan dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme sekunder yang kompetitif terhadap nematoda. Jaringan tubuh serangga tersebut dimanfaatkan nematoda untuk berkembang biak sekaligus menelan kembali sel – sel bakteri (Chaerani, 1996). Setelah nutrisi habis, Juvenil infeksius keluar dari kadaver inang dan mencari inang yang baru (Kaya, 1993). Proses infeksi dalam tubuh serangga dapat dilihat pada gambar 1.

Steinernema spp dan *Heterorhabditis* spp mempunyai siklus hidup yang pendek (Gambar 2). Perbedaannya hanya terletak pada cara bereproduksi. Pada generasi pertama sampai berikutnya dari *Steinernema* spp juvenil infeksius berkembang menjadi dewasa jantan dan betina sehingga untuk reproduksi memerlukan satu jantan dan satu betina, sedangkan generasi pertama dari *Heterorhabditis* spp juvenil infeksius berkembang menjadi dewasa betina hermaprodit dan perkembangan berikutnya menghasilkan dewasa jantan dan betina, sehingga untuk bereproduksi hanya memerlukan satu inang (Kaya, 1990).

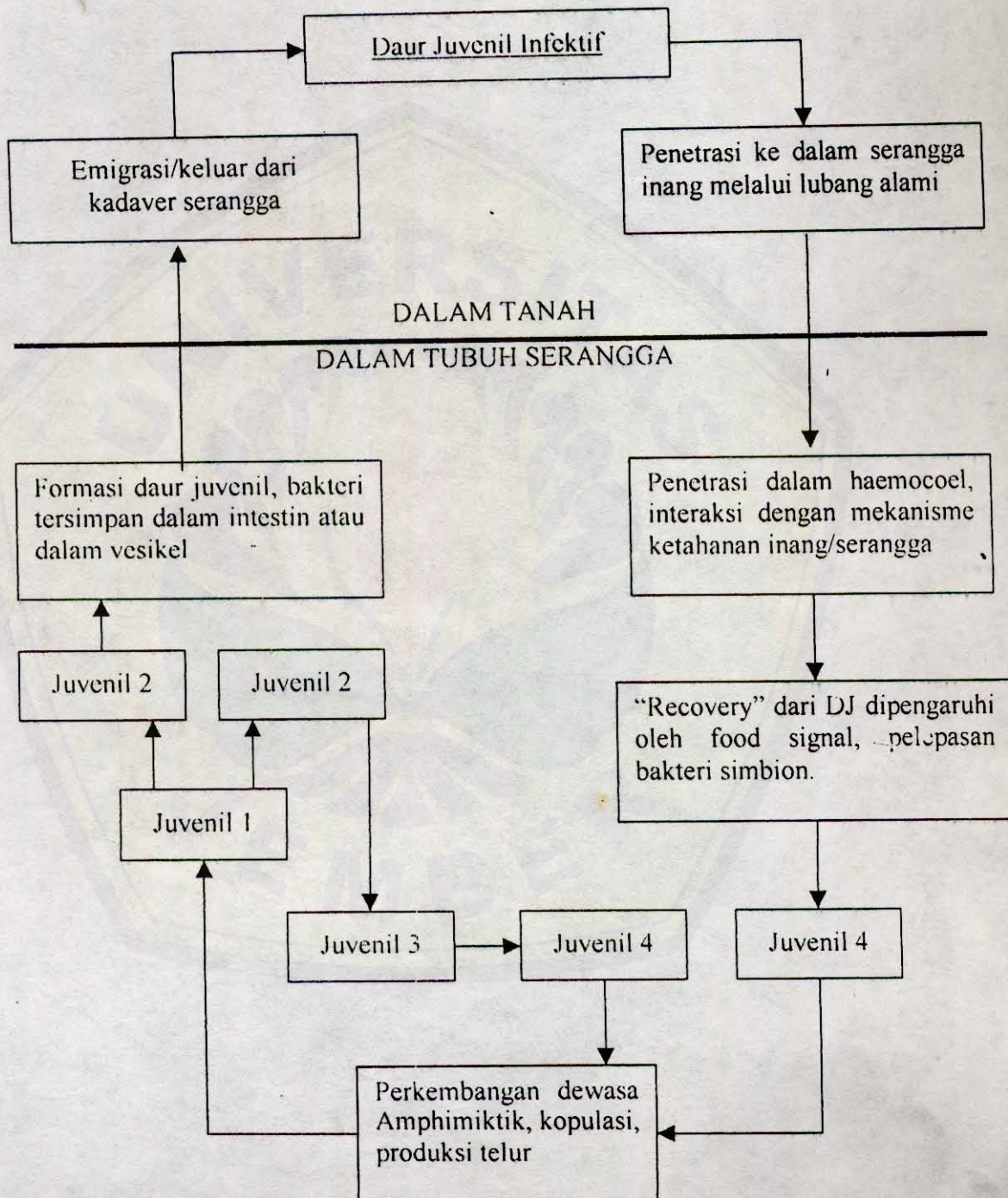


Gambar 1. Proses Infeksi Nematoda dan Perkembangbiakannya dalam Tubuh Serangga Inang.

Keberhasilan nematoda entomopatogen sebagai agen hayati bagi serangga yang hidup dalam tanah sangat bergantung pada kemampuan nematoda untuk menyebar, mempertahankan diri dan menemukan inang dalam tanah. Kemampuan tersebut sangat bergantung sekali pada tipe tanah, kelembapan, suhu dan akar tanaman (Kaya dan Gaugler, 1993). Kelembapan merupakan faktor yang sangat efektif dalam membatasi pergerakan nematoda. Pada kelembapan relatif 20% dan 90% nematoda mati setelah 2,5 jam pada suhu 30 °C (Kaya, 1985).

Menurut Poinar (1990) suhu optimum untuk pertumbuhan *S. carpocapsae* adalah 23 -24 °C. Hambatan pertumbuhan akan terjadi pada suhu di bawah 10 °C dan di atas 33 °C. Kaya (1985) melaporkan bahwa daur juvenil *Steinernema* tidak dapat tetap hidup untuk beberapa tahun dalam air pada suhu 4°C sampai 10°C. PH dan tekanan osmotik juga mempengaruhi aktivitas nematoda. PH yang sesuai bagi aktivitas dan perkembangan nematoda berkisar pada PH 4-8 (Kaya dan Gaugler, 1993).

Penyebaran nematoda sangat luas, yaitu antar benua, negara, pulau atau lapang dan keberadaannya telah banyak dilaporkan, khususnya *Heterorhabditis bacteriophora* dan *S. carpocapsae* (Poinar, 1990). *S. feltiae* diisolasi dari benua Eropa dan Asia dan juga Australia sedangkan *S. scapterisci* ditemukan di Uruguay, Amerika Selatan dan *S. glaseri* dari North Carolina, Amerika Serikat (Akhurst dan Bedding, 1975).



Gambar 2. Siklus Hidup Nematoda Entomopatogen (Ehlers, 1996).

2.6 Penggunaan Nematoda Entomopatogen Sebagai Pengendali Hayati

Menurut Sulistyanto dan Ehlers (1966) beberapa species nematoda entomopatogen telah banyak dipasarkan di Amerika Serikat, Australia, Eropa, China dan Asia antara lain : *Steinernema carpocapsae*, *S. feltiae*, *Heterorhabditis bacteriophora*, *H. megidis*, dan *H. indica*. Pemakaian *H. bacteriophora* di Jerman dapat mengendalikan larva Scarabaeidae hama rumput lapangan golf sebesar 59% dengan konsentrasi 0,5 juta ij/m² (Sulistyanto dan Ehlers, 1996). Menurut Peter *et. al.* (1996) dari nematoda entomopatogen yang diujikan yaitu : *H. bacteriophora*, *S. feltiae*, *S. riobravus* dan *S. carpocapsae*, ternyata *S. feltiae* yang lebih efektif dalam mengendalikan larva *Delia radicum*, ulat pada tanaman kubis, dengan konsentrasi di lapang adalah 2,5 - 5 miliar ij/ha.

Di dataran tinggi Bromo, aplikasi *S. carpocapsae* dengan konsentrasi 2×10^5 dapat menyebabkan mortalitas larva *Plutella xylostella* 3,67% dan *Crociodolomia binotalis* 22,33% (Wahyudi, 2000). Pengendalian yang efektif membutuhkan minimal 2,5 miliar ij/ha sedangkan untuk serangga hama daun membutuhkan 20-40 miliar ij/ha (Chaerani dan Kosim, 2000). Percobaan penyemrotan nematoda entomopatogen dengan konsentrasi 5000 – 20.000 ij/ml terhadap penggerek batang padi pada tanaman maupun tunggul padi di Sukamandi dan Indramayu pada tahun 1994 dan 1995 menghasilkan hingga 67% kematian larva (Chaerani, 1996).

Pengujian *Steinernema kushidae* secara semi lapang pada tanaman kentang terhadap uret *Anomala cupreae* pada instar III dengan konsentrasi 10.000 ij/m², 100.000 ij/m² dan 180.000 ij/m² dapat menyebabkan mortalitas 25-94 %. Sedangkan dalam skala laboratorium dengan konsentrasi 50 ij/ml setelah 5 hari dapat menyebabkan 80% mortalitas larva pada instar yang sama (Ogura 1993 dalam Kusyanto, 2000).

III. BAHAN DAN METODE

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Pengendalian Hayati Program Studi Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Jember dan di lapang (Mangli, Jember) pada bulan Oktober 1999 sampai dengan bulan Juli 2000.

3.2 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah larva *Atherigona exigua*, nematoda entomopatogen *Heterorhabditis* spp (isolat Ngadas) dan nematoda entomopatogen *Steinernema* spp (isolat Cemoro lawang), bakteri simbion, larva *Tenebrio molitor*, natrium agar, bacto agar (difco), minyak goreng, aquadest, ginjal sapi, formalin 0,01% dan benih jagung.

Alat yang digunakan adalah lampu spirtus (bunsen), petridish, gelas arloji (gelas cekung), alumunium foil, parafilm, kapas, kertas filter, saringan 30 μm dan 15 μm , magnetic stirer, pipet ependorf, gelas beaker, erlenmeyer, spon yang telah dipotong kecil-kecil, alat semprot, autoklaf, laminar air flow, mikroskop binokuler dan inkubator.

3.3. Metode Penelitian

Metode penelitian ada dua yaitu uji laboratorium dan uji lapang yang masing – masing terdiri dari empat konsentrasi, yaitu 100 ij/ml, 200 ij/ml, 300 ij/ml dan 400 ij/ml dengan tiga ulangan untuk masing – masing perlakuan.

3.3.1 Persiapan Penelitian

a. Perbanyak Nematoda Entomopatogen

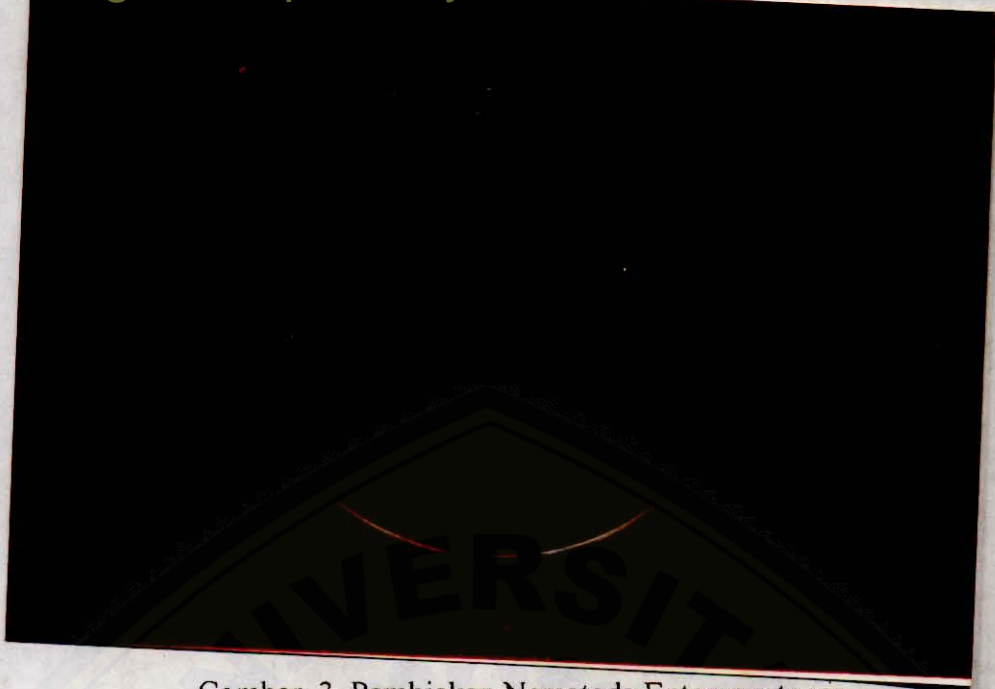
Perbanyak (pembiasaan massal) nematoda entomopatogen dilakukan melalui dua metode yaitu metode *in vitro* dan *in vivo*. Metode *in vitro* menggunakan media nutrient ginjal. Media tersebut terdiri atas nutrient agar, bacto agar, minyak goreng, aquadest, ginjal sapi, bakteri simbion, dan formalin 0,01%. Nutrien agar, bacto agar, minyak goreng, dan aquadest di masukkan dalam

beaker glass beserta magnetic stirrer kemudian dimasukkan dalam stirrer sambil dipanaskan sampai homogen, setelah itu menuang media tersebut ke dalam erlenmeyer kemudian menutupnya dengan kapas steril dan menutupnya lagi dengan aluminium foil. Setelah itu mengautoklaf media tersebut beserta ginjal sapi hingga tekanan mencapai 15° atm (1 jam).

Kemudian menuangkan media tersebut ke dalam petridish yang telah disterilkan dalam laminar air flow, dan setelah media memadat menginokulasikannya dengan bakteri simbiosis yang telah diencerkan 10^{-1} . Setelah itu menginkubasikan media tersebut dalam inkubator selama 24 jam. Mensterilkan permukaan nematoda entomopatogen dengan formalin 0,01% selama 10 – 15 menit. Kemudian menghisap nematoda entomopatogen tersebut dengan pipet ependorf dan memasukkannya ke dalam gelas arloji yang berisi aquadest steril, diulang sebanyak dua kali.

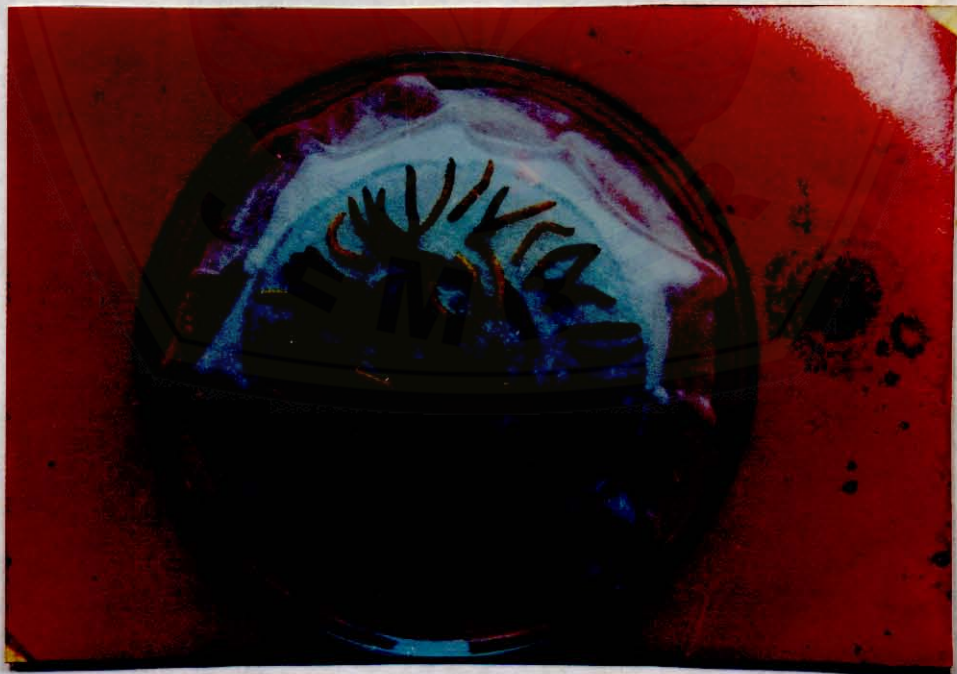
Selanjutnya memotong ginjal sapi menjadi kecil – kecil (dadu), mensterilkan ginjal sapi (dadu) dan memasukkannya ke dalam petridish yang telah berisi media dan bakteri simbiosis yang telah tumbuh. Kemudian memasukkan nematoda steril ke dalam petridish tersebut dengan menggunakan pipet ependorf, menutupnya petridish dengan parafilm, dan menginkubasikannya dalam inkubator pada suhu 27°C selama 4 – 5 hari (Gambar 3).

Pemanenan dilakukan dengan cara membuka parafilm pada petridish dan menambahkan air pada permukaan media, kemudian nematoda disaring dengan saringan $30\ \mu\text{m}$ kemudian saringan $15\ \mu\text{m}$. Selanjutnya menyimpan nematoda dalam erlenmeyer yang telah berisi spon lembab steril. Kemudian menutup erlenmeyer dengan kapas dan aluminium foil dan menyimpannya dalam inkubator.



Gambar. 3 Pembiakan Nematoda Entomopatogen dengan Menggunakan Media Agar.

Perbanyakan secara *in vivo* dilakukan dengan menginokulasikan juvenil infeksiif nematoda tersebut pada larva *Tenebrio molitor* dalam petridish yang telah dilapisi kertas filter lembab. *T. molitor* yang telah mati di white trap dan diinkubasikan selama 7 hari (Gambar 4).



Gambar. 4. Pembiakan Nematoda Entomopatogen dengan Menggunakan Larva *T. molitor*.

Selanjutnya nematoda dapat dipanen dengan menggunakan saringan 30 μm dan 15 μm untuk memisahkan yang mati dan juvenil infeksi. Viabilitas nematoda dapat dilihat dengan mikroskop binokuler.

b. Persiapan Larva *Atherigona exigua*

Larva *A. exigua* diperoleh dari lapang yaitu dari tanaman jagung yang berumur 2 sampai 4 minggu. Kemudian larva dikeluarkan dari dalam batang tanaman jagung dan dipisahkan menurut instarnya. Dalam penelitian ini menggunakan larva *A. exigua* instar dua.

3.3.2 Pengujian Laboratorium

Larva *A. exigua* dimasukkan ke dalam petridish yang telah dilapisi kertas filter lembab, masing – masing petridish diisi 10 ekor larva *A. exigua*. Kemudian menginokulasikan nematoda terhadap larva menggunakan pipet ependorf dengan konsentrasi 100 ij/ml, 200 ij/ml, 300 ij/ml, dan 400 ij/ml. Masing – masing perlakuan diulang tiga kali. Pengamatan dilakukan selama 24 jam, 48, jam, 72 jam, dan 96 jam setelah inokulasi. Mortalitas larva dihitung dengan rumus Abbot (1925) kemudian persentase mortalitas larva dihitung menggunakan rancangan acak lengkap faktorial dan dilanjutkan dengan uji Duncan pada taraf 5%.

2.4.3. Pengujian Lapang

Lahan seluas 36 m^2 dibagi dalam 30 petak yang terdiri atas empat perlakuan konsentrasi dengan tiga kali ulangan pada masing – masing konsentrasi, serta kontrol. Petak – petak tersebut digemburkan kemudian ditanami benih jagung dengan jarak tanam 20 x 50 cm. Benih jagung disiram setiap hari untuk merangsang pertumbuhannya. Pada umur satu minggu dimana pada umur tersebut tanaman jagung rentan terhadap serangan lalat bibit jagung, dilakukan aplikasi nematoda dengan menggunakan alat semprot berkapasitas 10 liter yang telah dikalibrasi sebelum pemakaian. Kemudian nematoda dengan konsentrasi 1×10^4 ij/ m^2 ; 2×10^4 ij/ m^2 ; 3×10^4 ij/ m^2 dan 4×10^4 ij/ m^2 disemprotkan pada petak – petak yang telah diberi tanda secara acak sesuai perlakuan, masing-masing perlakuan diulang tiga kali. Aplikasi dilakukan pada

sore hari dan selanjutnya tanaman dibiarkan selama 27 hari. Pengamatan dilakukan dengan menghitung jumlah tanaman jagung yang sehat/sembuh setelah semula menunjukkan gejala terserang lalat bibit jagung. Jumlah tanaman sehat dipresentase kemudian dihitung dengan rancangan petak terbagi.



V. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan di laboratorium dan di lapang maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Nematoda entomopatogen *Steinernema* spp. (isolat Cemoro lawang) dapat menyebabkan mortalitas larva *Atherigona exigua* sebesar 56,67% pada konsentrasi 400 ij/ml sedangkan *Heterorhabditis* spp. (isolat Ngadas) dapat menyebabkan mortalitas larva *A. exigua* sebesar 43,33% pada konsentrasi yang sama pada pengujian laboratorium. Pada pengujian lapang, tanaman yang diaplikasi dengan nematoda entomopatogen *Steinernema* spp. (isolat Cemoro lawang) dapat sembuh hingga 52,38% pada konsentrasi aplikasi 4×10^4 ij/m² sedangkan *Heterorhabditis* spp. (isolat Ngadas) dapat sembuh hingga 41,07% pada konsentrasi aplikasi 4×10^4 ij/m².
2. Semakin tinggi konsentrasi aplikasi nematoda entomopatogen pada larva *A. exigua* maka semakin tinggi tingkat mortalitas larva *A. exigua* dan semakin banyak jumlah tanaman terserang yang sembuh oleh nematoda entomopatogen

4.2. Saran

Agar aplikasi atau penyemprotan di lapang dapat efektif ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, antara lain :

1. Aplikasi harus dilakukan sore hari agar kelembapan tetap terjaga dan perlu adanya penambahan bahan pelindung nematoda terhadap radiasi sinar ultra violet sehingga nematoda entomopatogen tidak cepat mati.
2. Aplikasi dilaksanakan pada tanaman yang berumur satu sampai dua minggu karena diatas umur tersebut larva mendekati instar tua dan resisten terhadap nematoda entomopatogen.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbot, W.S., 1925. Method of comping the effectiveness of an insecticides. **J. Econ. Entomol.**
- Anonim, 1992. **Hama Penyakit Sayur dan Palawija, Gejala, Jenis dan Pengendaliannya.** Penebar Swadaya. Jakarta. 207 p.
- Anonim, 1994. Budidaya jagung. **Balitan.** Sukarami. 25 p.
- Anonim, 2001. Upaya peningkatan produksi palagung. **Prosiding BPTP Karangploso 4 : 1-4.**
- Akhurst, R. J. dan Beding, R. A. 1975. A simple technigue for the detection of insect parasitic nematodes in soil. **Nematol.** 21 : 233-246.
- Baco, J., dan J. Tandiabang, 1988. Hama utama jagung Dalam **Jagung.** Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor. 678 p.
- Bahari, K., 1999. Inventarisasi nematoda entomopatogen isolat lokal. **Makalah Seminar Hasil Penelitian.** Fakultas Pertanian Universitas Jember. 11 p.
- Bedjo dan S. W. Indiati. 1995. Hama-hama penting pada tanaman jagung dan pengendaliannya. **dalam** Pengenalan hama dan penyakit tanaman jagung. Balitan. Malang 13 : 1-4.
- Chaerani, M. M. Finegan., M. J. Downer dan C. T. Griffin, 1995. Pembiakan massal nematoda *Steinernema* dan *Heterohabdus* Isolat Indonesia secara in vitro untuk pengendalian hama penggerek padi secara hayati. Poster Ilmiah pada Pekan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi 1995. **Puspiptek Serpong.** 28-29 November. 11p.
- Chaerani, 1996. Nematoda Entomopatogen Serangga. **Materi Kuliah.** Balai Penelitian Bioteknologi Tanaman Pangan. Bogor. 6 p.
- Chaerani dan M. Kosim., 2000. Prospek nematoda entomopatogen serangga sebagai biopestisida. **Berita Puslitbangtan.** 17: 1-2.
- Cui, L., Gaugler, R. and Y. Wang. 1993. Penetration of *Steinernematid* nematodes (Nematoda : *Steinernematidae*)in to Japanese Beetle larva, *Popilia japonica* (Coleoptera : *Scarabaeidae*). **J. Invert. Pathol.** 62 : 73 – 78

- Diani, A., 1999. Pengaruh faktor lingkungan fisik terhadap virulensi nematoda entomopatogen *S. carpocapsae* yang diaplikasikan pada larva *Plutella xylostella* (L). **Karya Ilmiah Tertulis**. Fakultas Pertanian. Universitas Jember. 25 p.
- Ehler, R. U., 1996. Current and future of use nematodes in biocontrol : practise and commercial aspects in regard to regulatory policies. **Bio. Sci. technol.** 6 : 303-316.
- Glazer, I., 1992. Invasion rate as a measure of infectivity of Steinernematidae and Heterorhabditidae nematodes to insect. **J. Invert. Pathol.** 59 : 90-94.
- Hatab, A., M. S. Selven and R. Gaugler., 1988. role of proteases in penetration of insect gut by entomopathogenic nematodes *S. glaseri* (Nematoda : Steinernematida). **J. Invert. Pathol.** 66 : 125-130.
- Henri, U. S; B. R. Piienrigh; J. Kroymann; K. Weniger; J. Fritsche; A. Bauke and T. Mitchell. 200. Induced plant defense response against chewing insect, ethylene signaling reducing resistance of Arabidopsis against egyptian cotton worm but not diamondback moth. **Plant Physiol.** 124 : 1007-1017
- Kalshoven, 1981. **Pest of Crop in Indonesia**. Ichtiar Baru. Van Hoeve. Jakarta. 701 p.
- Kaya, H. K, and R. Gaugler, 1993. Entomopathogenic nematodes. **Ann. Rev. Entomol.** 38 :181-206
- Kaya, H. K., 1985. Entomopathogenic nematodes for insect control in IPM system. Editid by Hoy, M. A and D. C. Herzag. **In Biological Control in IPM System**. Academic Press. INC. Florida. 840 p.
- Kaya, H. K., 1993. Infectivity of entomopatogenic nematodes (Rhabditida : Steinernematidae) at different soil depends and mostuires. **J. Invert. Entomol.** 65 : 193- 199.
- Kaya, H. K., and .A. M. Koppenhofer, 1996. Effects Microbial and other antagonism and competition on entomopathogenic nematodes. **Bio. Sci and Technol.** 6 ; 357-371.
- Kusyanto, I., 2000. Pengaruh faktor abiotik terhadap infektifitas nematoda entomopatogen isolat Ngadas (*Heterorhabditis* spp) dan Cemoro lawang (*Steinernema* spp) pada hama tanaman tebu uret (*Anomala viridis* (F). **Karya Ilmiah Tertulis**. Fakultas Pertanian. Universitas Jember. 37 p.

- Manglitz , G. R and Danielson, S. D. 1995. A re-appraisal of Painteris mechanism of plant resistance to insect with recent illustration, in **Agricult. Zoo. Rev** 6 : 259-276
- Nurmala. S. W. 1998. **Serealia Sumber Karbohidrat Utama**. Rineka Cipta. Jakarta. 93 p.
- Oka, I. N., 1995 **Pengendalian Hama Terpadu dan Implementasinya di Indonesia**. Gadjah Mada Universiy Press. Yogyakarta. 255 p.
- Peter, S. C; C. Ferguson; A. M. Shelton; W. T. Wilsey; M. P. Hoffmann and C. Petzo. 1996. Entomopathogenic nematodes (Nematoda : Heterorhabditida and Steinernematidia) for control of Cabbage maggot (Diptera : ntomyyda)on Cabbage. **J. Econ. Entomol.** 89 : 1109-1115
- Poinar, G. O. Jr. 1979. **Nematodes for Biological Control of Insect**. CRC Press. Boca Raton. Fl.277 p.
- Poinar, G. O. Jr.1990. **Biology and Taksonomy of Steinernematidae and Heterorhabditidae**. CRC Press. Boca Raton. FL. 335 p.
- Pracaya. 1993. **Hama dan Penyakit Tanaman**. Penebar Swadaya. Jakarta. 417 p.
- Putnam, A. R and Tang , C. S. 1986. Allelopathy : State of the Science . **Sci. of Allelopathy**. New York . pp : 1-19
- Rukmana, R. 1997. **Budidaya jagung** . Kanisisus. Yogyakarta. 112 p.
- Rubatzky, V. E dan M. Yamaguchi. 1998. **Sayuran Dunia; Prinsip, Produksi dan Gizi**. ITB. Bandung. 83 p.
- Salisbury, F dan C. W. Ross. 1995. **Fisiologi Tumbuhan 2**. ITB. Bandung. 173 p.
- Simoos, N., N. Boemare and R. U. Ehlers. 1998. **Pathogenecity of Entomopathogenic Nematodes Versus Insect Defence Mechanism : Impact on Selection of Virulent Strains**. European Commisio Directorate General Scie., R&D. 124 p.
- Simoos, N. dan Rosa, J. S. 1996. Phatogenecity and Host specificity on Entomopathogenic Nematodes. **Bio. Sci. Technol.** 6 : 403-412
- Sudarnadi , H. 1995. **Tumbuhan Monokotil**. Penebar Swadaya. Jakarta. 85 p.
- Sudarmo. P dan A. D S. Oetomo. 1977. **Ilmu Gizi (Masalah Gizi Indonesia dan Perbaikannya)**. Dian Rakyat. Jakarta. 43 p.

- Sulistyanto , D. dan Ehler, R. U. 1996. Efficacy of the entomopathogenic nematodes *Heterorhabditis megidis* and *H. bacteriophora* for control of grubs (*Phyllopertha horticola* and *A. contaminans*) in golf turf. **Bio. Sci. Technol.** 6: 247-250
- Sulistyanto, D., 1998. Bioinsektisida baru nematoda entomopatogen dalam konsep pertanian yang berwawasan lingkungan. **Makalah Seminar Tenaga Pengajar.** Fakultas Pertanian. Universitas Jember . November 1988. 8 p.
- Sulistyanto , D. dan Ehler, R. U. 1998. Host invasion and Genetic selection for enhanced penetration activity in Simoes, Boemare and Ehler (Eds). **Proceeding** of the COST 812 Workshop on Pathogenecity of entomopathogenic nematodes versus insect defence mecanisme; Impact on selection of virulent strains. pp. 61-73.
- Untung, K., 1984. **Pengantar Analisis Ekonomi Pengendalian Hama Terpadu.** Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 35 p.
- Untung, K., 1996. **Pengantar Pengendalian Hama Terpadu.** Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 272 p.
- Wahyudi, B. Y. 2000. Uji efektifitas dan persistensi *Steinernema carpocapsae* Weiser untuk mengendalikan *Plutella xylostella* dan *Crocidolomia binotalis* Zeller pada pertanaman kubis dataran tinggi Bromo. **Karya Ilmiah Tertulis.** Fakultas Pertanian. Universitas Jember. 42p.

Lampiran 1. Denah Lokasi Aplikasi Lapang

K ₁	K ₂	K ₃	K ₁	K ₂	K ₃
HD ₁	HC ₂	HB ₃	SD ₁	SA ₂	SB ₃
HC ₁	HB ₂	HA ₃	SA ₁	SB ₂	SC ₃
HB ₁	HA ₂	HD ₃	SB ₁	SC ₂	SD ₃
HA ₁	HD ₂	HC ₃	SC ₁	SD ₂	SA ₃

Keterangan :

- HA : *Heterorhabditis* spp Konsentrasi 1×10^4
- HB : *Heterorhabditis* spp Konsentrasi 2×10^4
- HC : *Heterorhabditis* spp Konsentrasi 3×10^4
- HD : *Heterorhabditis* spp Konsentrasi 4×10^4
- SA : *Steinernema* spp Konsentrasi 1×10^4
- SB : *Steinernema* spp Konsentrasi 2×10^4
- SC : *Steinernema* spp Konsentrasi 3×10^4
- SD : *Steinernema* spp Konsentrasi 4×10^4

Lampiran 2. Pengaruh Konsentrasi Nematoda Entomopatogen *Steinernema* spp. (Isolat Cemoro lawang) Terhadap Mortalitas Larva *A. exigua*.

Konsentrasi (ij/ml)	Jam	Jumlah	Rata-rata
Kontrol	24	0	0
	48	0	0
	72	0	0
	96	0	0
100	24	0	0
	48	10	3,33
	72	40	13,33
	96	70	23,33
200	24	0	0
	48	30	10
	72	60	20
	96	100	33,33
300	24	0	0
	48	50	16,67
	72	80	26,67
	96	130	43,33
400	24	0	0
	48	70	23,33
	72	120	40
	96	170	56,67
Jumlah		930	
Rata-rata			15,5

Keterangan : Perlakuan terdiri dari 3 ulangan (n=10)

Lampiran 3. Pengaruh Konsentrasi Nematoda Entomopatogen *Steinernema* spp. (Isolat Cemoro lawang) Terhadap Mortalitas Larva *A. exigua*.

Konsentrasi (ij/ml)	Jam	Skala Arcsin			Rata-rata
		I	II	III	
Kontrol	24	0,52	0,52	0,52	0,52
	48	0,52	0,52	0,52	0,52
	72	0,52	0,52	0,52	0,52
	96	0,52	0,52	0,52	0,52
100	24	0,52	0,52	0,52	0,52
	48	0,52	18,43	0,52	6,49
	72	18,43	26,56	33,21	21,14
	96	26,56	26,56	33,21	28,78
200	24	0,52	0,523	0,52	0,52
	48	18,43	18,43	18,43	18,43
	72	26,56	26,56	26,56	26,56
	96	33,21	39,23	33,21	35,21
300	24	0,523	0,523	0,52	0,52
	48	26,56	26,56	18,43	23,85
	72	33,21	33,21	26,56	30,99
	96	45	39,23	39,23	41,15
400	24	0,523	0,52	0,52	0,52
	48	26,56	26,56	33,21	28,78
	72	39,23	39,23	39,23	39,23
	96	45	50,76	50,76	48,84
Jumlah		343,4	375,55	342,06	
Rata-rata		17,17	18,77	17,10	17,68

ANOVA

Sumber Keragaman	dB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-hitung	F-tabel	
					5%	1%
Perlakuan	19	15983,40	841,23	73,32 **	1,85	2,40
Konsentrasi	4	5882,46	1470,61	128,187 **	2,61	3,83
Jam	3	7644,60	2548,20	222,11 **	2,84	4,31
Interaksi	12	2456,32	204,69	17,84 **	2,0	2,66
Galat	40	458,88	11,47			
Total	59	16442,29				

Keterangan : ** Berbeda sangat nyata
cv = 19,15%

Fk	= 18763,80	dbt = 59	ktp = 841,23
Jkt	= 16442,29	dbp = 19	kt(k) = 1470,61
Jkp	= 15983,40	db(k) = 4	kt(j) = 2548,20
Jk(k)	= 5882,46	db(j) = 3	kt(kj) = 204,69
Jk(j)	= 76644,60	db(kj) = 12	kp(g) = 11,47
Jk(kj)	= 2456,32	dbg = 40	
Jkg	= 458,89		
F-hit P	= 73,38		
F-hit(k)	= 128,19		
F-hit (j)	= 22,12		

Uji jarak Duncan

Perlakuan	K5	K1	K2	K3	K4
Rata-rata	0,523037	14,23551	20,1852	24,13201	29,34514
p		2	3	4	5
SSR 5%		2,86	3,01	3,1	3,17
DMRT 5%		2,796402	2,943066	3,031065	3,099508
Beda rata-rata					
K5		13,71247	19,66217	23,60897	28,8221
K1			5,949697	9,896498	15,10963
K2				3,946802	9,159933
K3					5,213131
K5	-----				
K1		-----			
K2			-----		
K3				-----	
Notasi	e	d	c	b	a

Huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan taraf 5%.

Lampiran 4. Pengaruh Konsentrasi Nematoda Entomopatogen *Heterorhabditis* spp. (Isolat Ngadas) Terhadap Mortalitas larva *A. exigua*.

Konsentrasi (ij/ml)	Jam	Jumlah	Rata - rata
0 (Kontrol)	24	0	0
	48	10	0
	72	50	0
	96	100	0
100	24	0	0
	48	40	3,33
	72	80	16,67
	96	110	33,33
200	24	0	0
	48	40	13,33
	72	90	26,67
	96	120	36,67
300	24	0	0
	48	50	13,33
	72	100	30
	96	130	40
400	24	0	0
	48	0	16,67
	72	0	33,33
	96	0	43,33
Jumlah		920	306,66
Rata-rata			15,33

Keterangan : Perlakuan terdiri dari 3 ulangan (n = 10)

Lampiran 5. Pengaruh Konsentrasi Nematoda Entomopatogen *Heterorhabditis* spp. (Isolat Ngadas) Terhadap Mortalitas larva *A. exigua*.

Konsentrasi (ij/ml)	Jam	Jumlah	Rata – rata
0 (Kontrol)	24	1,57	0,52
	48	1,57	0,52
	72	1,57	0,52
	96	1,57	0,52
100	24	1,57	0,52
	48	19,48	0,52
	72	71,57	32,86
	96	105,66	35,22
200	24	1,57	0,52
	48	63,43	21,14
	72	92,99	30,10
	96	111,67	37,22
300	24	1,57	0,52
	48	63,43	21,14
	72	99,63	33,21
	96	117,69	39,23
400	24	1,57	0,52
	48	71,57	23,86
	72	105,66	35,22
	96	123,46	41,15
Jumlah Rata-rata		1058,79	361,37 18,07

Keterangan : Perlakuan terdiri dari 3 ulangan, (n = 10)

ANOVA

Sumber Keragaman	dB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-hitung	F-tabel	
					5%	1%
Perlakuan	19	15034,33	791,28	61,549**	1,85	2,40
Konsentrasi	4	4910,61	1227,65	95,48**	2,61	3,83
Jam	3	7837,87	2612,62	203,20**	2,84	4,31
Interaksi	12	2285,84	190,48	14,81**	2,00	2,66
Galat	40	514,27	12,85			
Total	59	15548,61				

Keterangan : ** Berbeda sangat nyata
cv 20,31%

Fk = 1.863,99	db = 59	ktp = 791,28	F-hit = 61,54
Jkt = 15.548,61	dbp = 19	kt(k) = 1.227,65	F-hit(k) = 95,49
Jkp = 15.034,34	db(k) = 4	kt(j) = 2.612,63	F-hit(j) = 203,21
Jk(k) = 4.910,61	db(j) = 3	kt(kj) = 190,49	F-hit(kj) = 14,82
Jk(j) = 7.837,88	db(kj) = 12	ktg = 12,86	
Jk(kj) = 2.285,84	dbg = 40		
Jkg = 514,28			

Uji jarak Duncan

Ferlakuan	K5	K1	K2	K3	K4
Rata-rata	0,523037	16,52238	22,47207	23,52761	25,66825
p		2	3	4	5
SSR 5%		2,86	3,01	3,1	3,17
DMRT 5%		2,960359	3,115622	3,208781	3,281237
Beda rata-rata					
K5		15,99934	21,94904	23,00458	25,14522
K1			5,949697	7,005236	9,145875
K2				1,055539	3,196178
K3					2,140639
K5	-----				
K1		-----			
K2			-----	-----	-----
K3				-----	-----
Notasi	d	c	bc	ab	a

Huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan taraf 5%.

Tabel Lampiran 6. Pengaruh Konsentrasi Nematoda Entomopatogen *Steinernema* spp. (Isolat Cemoro Lawang) dan *Heterorhabditis* spp. (Isolat Ngadas) Terhadap Tanaman Sembuh Setelah Terserang Larva *A. exigua*.

Perlakuan	Konsentrasi Ij/m ²	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
		1	2	3		
<i>Heterorhabditis</i> spp. (Isolat Ngadas)	1 x 10 ⁴	28,57	14,28	0	42,85	14,28
	2 x 10 ⁴	20	33,33	28,57	81,9	27,3
	3 x 10 ⁴	37,5	40	33,33	110,83	36,94
	4 x 10 ⁴	42,85	42,85	37,5	123,2	41,07
Sub total		128,92	130,46	99,4	358,78	
<i>Steinernema</i> spp. (Isolat C.lawang)	1 x 10 ⁴	40	14,28	28,57	82,85	27,61
	2 x 10 ⁴	37,5	40	50	127,5	42,5
	3 x 10 ⁴	60	37,5	135	135	45
	4 x 10 ⁴	57,14	50	50	157,14	52,38
Sub total		194,64	141,07	166,07	502,49	
Jumlah		323,56	272,24	265,47	861,27	
Rata-rata		50,28	44,74	40,54		35,89

Tabel Lampiran 7. Pengaruh Konsentrasi Nematoda Entomopatogen *Steinernema* spp. (Isolat Cemoro Lawang) dan *Heterorhabditis* spp. (Isolat Ngadas) Terhadap Tanaman Sembuh Setelah Terserang Larva *A. exigua*.

Perlakuan (Jenis Nematoda)	Konsentrasi Ij/m ²	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
		1	2	3		
<i>Heterorhabditis</i> spp. (Isolat Ngadas)	1 x 10 ⁴	32,31	22,20	0,43	54,94	18,31
	2 x 10 ⁴	26,57	35,27	32,31	94,14	31,38
	3 x 10 ⁴	37,76	39,23	35,27	112,26	37,42
	4 x 10	40,89	40,89	37,76	119,54	39,85
Sub total		137,53	137,59	105,76	380,874	
<i>Steinernema</i> spp. (Isolat C.lawang)	1x 10 ⁴	39,23	22,20	32,31	93,75	31,25
	2 x 10 ⁴	37,76	39,23	45,00	121,99	40,66
	3 x 10 ⁴	50,77	37,76	37,76	126,29	42,10
	4 x 10 ⁴	49,11	45,00	45,00	139,10	46,37
Sub total		176,87	144,20	160,07	481,134	
Jumlah		314,39	281,78	265,83	862,007	
Rata-rata		50,21	46,57	41,29		35,92



ANOVA

Sumber Keragaman	dB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-hitung		F-tabel	
						5%	1%
Main Plot:							
Kelompok	2	153,16	76,58	0,51	ns	19,00	99,00
Nematoda	1	418,84	41,84	2,81	ns	18,51	98,49
Galat (a)	2	148,78	74,39				
Sub Plot :							
Konsentrasi	3	1142,86	380,95	0,65	ns	3,49	5,95
Interaksi	3	58,07	19,36	0,03	ns	3,49	5,95
Galat (b)	12	582,71	48,56				
Total	23	2504,42					

Keterangan : ns = berbeda tidak nyata

Fk = 30.960,7	dbT = 23	ktK = 76,58	F-hit Kel. = 0,51
Jkt = 2.504,42	dbK = 2	ktN = 418,84	F-hit N = 2,82
Jk(PU) = 720,78	dbN = 1	ktg(a) = 74,39	F-hit K = 0,66
Jk(K) = 153,16	dbg(a) = 2	ktK = 380,95	F-hit NK = 0,03
Jk(N) = 418,84	dbNK = 3	ktNK = 19,36	
Jk(NK) = 58,05	dbg(b) = 12	ktg(b) = 48,56	
Jkg(b) = 582,7			