

STAMP: UNIT PEMERINTAHAN
No. 102.839

**PENGARUH FAKTOR ABIOTIK TERHADAP
INFEKTIVITAS NEMATODA ENTOMOPATOGEN
ISOLAT LOKAL CEMORO LAWANG (*Steinernema spp*)
DAN NGADAS (*Heterorhabditis spp.*) PADA HAMA
TANAMAN TEBU URET *Anomala viridis* (F.)**

**KARYA ILMIAH TERTULIS
(SKRIPSI)**

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



Oleh :

ISMED KUSYANTO
FIE195234

Stamp: 21 AUG 2000
No. 102.839

9
632.9
KUS
p
e.1

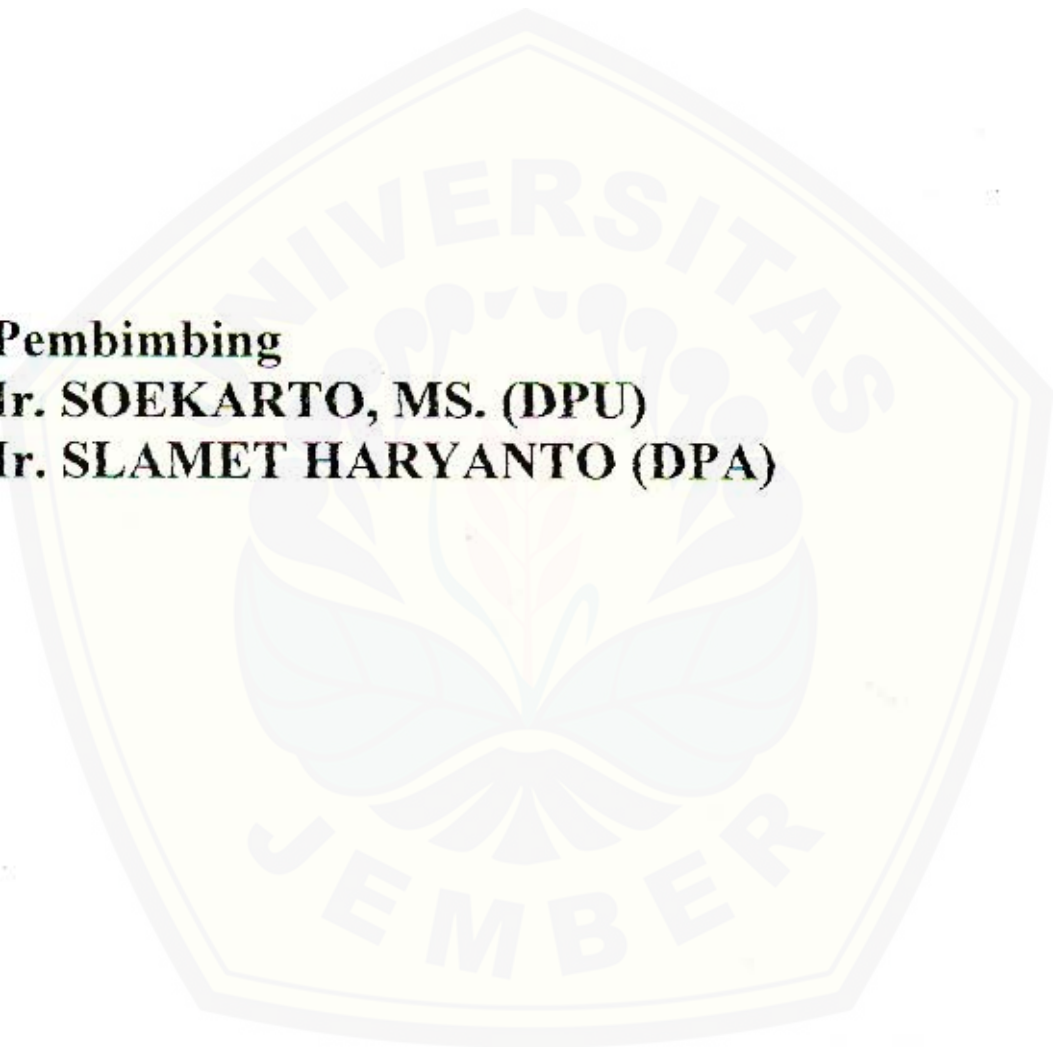
FAKULTAS PERTANIAN UNIVERSITAS JEMBER

JULI 2000

Pembimbing

Ir. SOEKARTO, MS. (DPU)

Ir. SLAMET HARYANTO (DPA)



HALAMAN PENGESAHAN

Diterima oleh :

FAKULTAS PERTANIAN UNIVERSITAS JEMBER

Sebagai : **Karya Ilmiah Tertulis (Skripsi)**

Dipertahankan :

Hari : Selasa

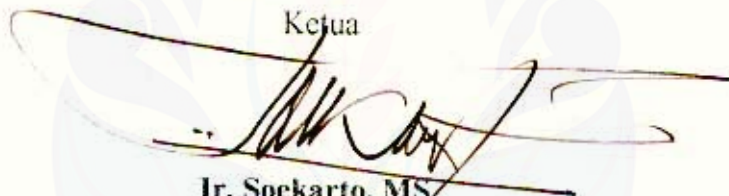
Tanggal : 25 Juli 2000

Jam : 08.15 WIB.

Tempat : Fakultas Pertanian Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua



Ir. Sockarto, MS

NIP. 131 125 972

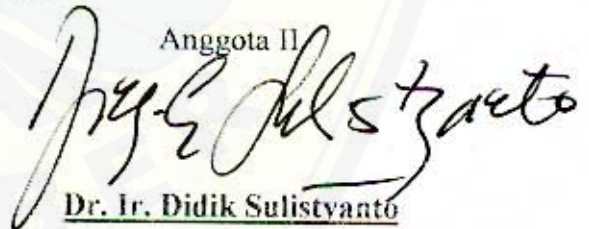
Anggota I



Ir. Slamet Harvanto

NIP. 131 593 407

Anggota II



Dr. Ir. Didik Sulistyanto

NIP. 131 792 232

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Pertanian



Ir. Hj. Siti Hartanti, MS.

NIP. 130 350 763

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT. atas segala rahmat dan hidayat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan karya ilmiah tertulis dengan judul "**Pengaruh Faktor Abiotik Terhadap Infektivitas Nematoda Entomopatogen Isolat Lokal Cemoro Lawang (*Steinernema spp.*) dan Ngadas (*Heterorhabditis spp.*) pada Hama Tanaman Tebu Uret *Anomala viridis* (F.).**"

Karya tulis ini disusun guna memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan program strata satu di jurusan Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Jember.

Penulis tidak lupa mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ir. Hj. Siti Hartanti, MS., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Jember.
2. Ir. Sutjipto, MS., selaku Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Jember.
3. Ir. Soekarto, MS. (Dosen Pembimbing Utama (DPU)) dan Ir. Slamet Haryanto (Dosen Pembimbing Anggota (DPA)) yang telah banyak memberikan bimbingan, bantuan dan saran kepada penulis dalam penyelesaian karya tulis ilmiah ini.
4. Kedua orang tua yang telah memberikan bantuan secara moral maupun material.
5. Pengkajian dan penelitian ilmu terapan ini merupakan bagian dari penelitian Hibah Bersaing Dikti Dr. Ir. Didik Sulistyanto yang telah memberikan bantuan dana sehingga terselesaikannya penelitian dan penulisan karya ilmiah tertulis.
6. PG. Semboro (Glenmore, Banyuwangi) dan PG. Ngadiredjo (Kediri) yang membantu dalam pencarian uret.
7. Seluruh staf Dosen dan Tehnisi di Jurusan Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian Universitas Jember, yang telah memberikan sumbangsih yang tidak ternilai harganya.

8. Seluruh rekan-rekan senasib dan seperjuangan di Jurusan Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Jember yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Akhirnya penulis berharap semoga karya ilmiah tertulis ini dapat bermanfaat bagi penulis sendiri dan pembaca pada umumnya, sebagai bahan informasi.

Jember, Juli 2000

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GRAFIK.....	vix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
INTISARI.....	xiii
RINGKASAN.....	xiv
 I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Permasalahan.....	1
1.2 Tujuan dan Manfaat.....	2
1.2.1 Tujuan.....	2
1.2.1 Manfaat.....	3
1.3 Hipotesis.....	3
 II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Morfologi dan Biologi <i>Anomala viridis</i> (F.).....	4
2.1.1 Telur.....	4
2.1.2 Uret.....	5
2.1.3 Pupa.....	6
2.1.4 Imago.....	6
2.2 Morfologi dan Biologi Nematoda Entomopatogen.....	7
2.2.1 Nematoda Entomopatogen Isolat Lokal Cemoro Lawang.....	8
2.2.2 Nematoda Entomopatogen Isolat Lokal Ngadas.....	8
2.2.3 Bakteri Simbion.....	10
2.3 Infektivitas Nematoda Entomopatogen Terhadap Serangga Hama.....	10

2.4 Pengaruh Faktor Abiotik Terhadap Infektivitas Nematoda	
Entomopatogen	11
2.4.1 Pengaruh Kadar Lengas	11
2.4.2 Pengaruh Suhu	12
2.4.3 Pengaruh Sinar Ultra Violet	12
III. BAHAN DAN METODE	
3.1 Tempat dan Waktu	13
3.2 Bahan dan Alat	13
3.3 Metode Penelitian	
3.3.1 Persiapan Penelitian	13
3.3.2 Pengujian Faktor Abiotik	
3.3.2.1 Pengaruh Kadar Lengas	14
3.3.2.2 Pengaruh Suhu	14
3.3.2.3 Pengaruh Sinar Ultra Violet	15
3.4 Parameter Pengamatan	15
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Gejala <i>A. viridis</i> Setelah Terinfeksi Nematoda Entomopatogen	16
4.2 Pengaruh Kadar Lengas Terhadap Infektivitas Nematoda	
Entomopatogen Isolat Lokal Cemoro Lawang (<i>Steinernema</i> spp.)	
dan Isolat Ngadas (<i>Heterorhabditis</i> spp.) pada <i>A. viridis</i>	17
4.3 Pengaruh Suhu Terhadap Infektivitas Nematoda Entomopatogen	
Isolat Lokal Cemoro Lawang (<i>Steinernema</i> spp.) dan Isolat	
Ngadas (<i>Heterorhabditis</i> spp.) pada <i>A. viridis</i>	19
4.4 Pengaruh Sinar Ultra Violet Terhadap Infektivitas Nematoda	
Entomopatogen Isolat Lokal Cemoro Lawang (<i>Steinernema</i> spp.)	
dan Isolat Ngadas (<i>Heterorhabditis</i> spp.) pada <i>A. viridis</i>	22

V. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	26
5.2 Saran.. ..	26
DAFTAR PUSTAKA	27
LAMPIRAN	31



DAFTAR TABEL

Tabel	Teks	Halaman
1.	Rata-Rata Mortalitas Uret <i>A. viridis</i> oleh Nematoda Entomopatogen Akibat Pengaruh Kadar Lemas pada Hari Ke-10.....	19
2.	Rata-Rata Mortalitas Uret <i>A. viridis</i> oleh Nematoda Entomopatogen Akibat Pengaruh Suhu pada Hari Ke-10.....	21
3.	Rata-Rata Mortalitas Uret <i>A. viridis</i> oleh Nematoda Entomopatogen Akibat Pengaruh Sinar Ultra Violet pada Hari Ke-10	24
4.	Pengaruh Faktor Abiotik Terhadap Infektivitas Nematoda Entomopatogen Isolat Ngadas (<i>Heterorhabditis</i> spp.) dan Cemoro Lawang (<i>Steinernema</i> spp.) pada <i>A. viridis</i> Setelah Hari Ke-10.....	25

DAFTAR GRAFIK

Grafik	Teks	Halaman
1.	Pengaruh Kadar Lemas Terhadap Infektivitas Nematoda Entomopatogen Isolat Cemoro Lawang (<i>Steinernema</i> spp.) pada Mortalitas Uret <i>A. viridis</i>	17
2.	Pengaruh Kadar Lemas Terhadap Infektivitas Nematoda Entomopatogen Isolat Ngadas (<i>Heterorhabditis</i> spp.) pada Mortalitas Uret <i>A. viridis</i>	18
3.	Pengaruh Suhu Terhadap Infektivitas Nematoda Entomopatogen Isolat Cemoro Lawang (<i>Steinernema</i> spp.) pada Mortalitas Uret <i>A. viridis</i>	20
4.	Pengaruh Suhu Terhadap Infektivitas Nematoda Entomopatogen Isolat Ngadas (<i>Heterorhabditis</i> spp.) pada Mortalitas Uret <i>A. viridis</i>	20
5.	Pengaruh Sinar Ultra Violet Terhadap Infektivitas Nematoda Entomopatogen Isolat Cemoro Lawang (<i>Steinernema</i> spp.) pada Mortalitas Uret <i>A. viridis</i>	23
6.	Pengaruh Sinar Ultra Violet Terhadap Infektivitas Nematoda Entomopatogen Isolat Ngadas (<i>Heterorhabditis</i> spp.) pada Mortalitas Uret <i>A. viridis</i>	23

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Teks	Halaman
1.	(a) Sketsa Anal uret <i>A. viridis</i> (Kalshoven, 1981), (b) Uret <i>A. viridis</i> dan (c) Imago <i>A. viridis</i>	6
2.	Siklus Hidup Nematoda Entomopatogen (Poinar, 1979); (Ehlers and Peters, 1995). (J1-J4 = stadia juvenil, J2D = stadia juvenil pra-infektif) ...	9
3.	Gejala <i>A. viridis</i> Setelah Terinfeksi Nematoda Entomopatogen, (a) Sehat, (b) Gejala Sakit oleh Isolat Ngadas (<i>Heterorhabditis</i> spp.) dan (c) Gejala Sakit oleh Isolat Cemoro Lawang (<i>Steinernema</i> spp.)	16

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Teks	Halaman
1.	Pengaruh Sinar Matahari (Pukul: 08.00 WIB) Terhadap Infektivitas Nematoda Entomopatogen pada Mortalitas Uret <i>A. viridis</i>	31
2.	Pengaruh Sinar Matahari (Pukul: 16.00 WIB) Terhadap Infektivitas Nematoda Entomopatogen pada Mortalitas Uret <i>A. viridis</i>	31
3.	Pengaruh Sinar Matahari (Pukul: 16.00 WIB) Terhadap Kematian Nematoda Entomopatogen (NEP).....	31
4.	Pengaruh Sinar Matahari (Pukul: 08.00 WIB) Terhadap Kematian Nematoda Entomopatogen (NEP).....	32
5.	Pengaruh Sinar Ultra Violet (UV) Terhadap Kematian Nematoda Entomopatogen (NEP).....	32
6.	Pengaruh Suhu Terhadap Prilaku Nematoda Entomopatogen.....	32
7.	Analisa RAL Pengaruh Kadar Lengas Terhadap Infektivitas Nematoda Entomopatogen Isolat Ngadas (<i>Heterorhabditis</i> spp.) pada <i>A. viridis</i> Hari Ke-10.....	33
8.	Analisa RAL Pengaruh Suhu Terhadap Infektivitas Nematoda Entomopatogen Isolat Ngadas (<i>Heterorhabditis</i> spp.) pada <i>A. viridis</i> Hari Ke-10.....	33
9.	Analisa RAL Pengaruh Ultra Violet Terhadap Infektivitas Nematoda Entomopatogen Isolat Ngadas (<i>Heterorhabditis</i> spp.) pada <i>A. viridis</i> Hari Ke-10.....	34
10.	Analisa RAL Pengaruh Kadar Lengas Terhadap Infektivitas Nematoda Entomopatogen Isolat Cemoro Lawang (<i>Steinernema</i> spp.) pada <i>A. viridis</i> Hari Ke-10.....	35

11. Analisa RAL Pengaruh Suhu Terhadap Infektivitas Nematoda Entomopatogen Isolat Cemoro Lawang (<i>Steinernema</i> spp.) pada <i>A. viridis</i> Hari Ke-10.....	35
12 Analisa RAL Pengaruh Ultra Violet Terhadap Infektivitas Nematoda Entomopatogen Isolat Cemoro Lawang (<i>Steinernema</i> spp.) pada <i>A. viridis</i> Hari Ke-10.....	36



INTISARI

Ismed Kusyanto, NIM. FIEI 95 234, Pengaruh Faktor Abiotik Terhadap Infektivitas Nematoda Entomopatogen Isolat Lokal Cemoro Lawang (*Steinernema* spp.) dan Ngadas (*Heterorhabditis* spp.) pada Hama Tanaman Tebu Uret *Anomala viridis* (F.). Dosen Pembimbing Utama (DPU) Ir. Soekarto, MS. dan Dosen Pembimbing Anggota (DPA) Ir. Slamet Haryanto.

Infektivitas nematoda entomopatogen isolat lokal Cemoro Lawang (*Steinernema* spp., (Bahari, 1999)) dan Ngadas (*Heterorhabditis* spp., (Bahari, 1999)) pada hama tanaman tebu uret *Anomala viridis* (F.) dipengaruhi oleh faktor abiotik seperti, kadar lengas, suhu dan lamanya penyinaran ultra violet. Hasil pengujian pada isolat Cemoro Lawang (*Steinernema* spp.) efektif diaplikasi pada suhu 25 °C dengan mortalitas uret 33.33 %, kadar lengas 25-35 % mortalitas uret 33.33-58.33 % dan mortalitas uret menurun setelah 5 dan 10 menit penyinaran sinar ultra violet dengan mortalitas uret 25 % dan 16.67 % jika dibandingkan dengan mortalitas uret tanpa penyinaran ultra violet yaitu 58.33 %. Pengujian pada isolat Ngadas (*Heterorhabditis* spp.) efektif diaplikasi pada suhu 25 °C dengan mortalitas 50 %, kadar lengas 25-35 % mortalitas uret 50-58.31 %, dan mortalitas uret menurun setelah 5 menit penyinaran sinar ultra violet 16.67 % jika dibandingkan dengan mortalitas uret tanpa penyinaran ultra violet yaitu 58.33 %. Hasil pengujian lanjutan menggunakan uji jarak Duncan dengan taraf 5 %.

Kata kunci : Faktor abiotik, *Heterorhabditis* spp., *Steinernema* spp. dan *A. viridis*.

Ismed Kusyanto, NIM. FIEI 95 234, Pengaruh Faktor Abiotik Terhadap Infektivitas Nematoda Entomopatogen Isolat Lokal Cemoro Lawang (*Steinernema* spp.) dan Ngadas (*Heterorhabditis* spp.) pada Hama Tanaman Tebu Uret *Anomala viridis* (F.). Dosen Pembimbing Utama (DPU) Ir. Soekarto, MS. dan Dosen Pembimbing Anggota (DPA) Ir. Slamet Haryanto.

RINGKASAN

Tebu merupakan sumber penghasil gula namun hasil panen dapat menurun akibat serangan hama dan penyakit tumbuhan. Kerugian yang disebabkan gangguan hama diperkirakan sebesar 15% hasil gula setiap tahun. Hama uret *Anomala viridis* (F.) merupakan salah satu hama penting tebu. Serangan hama uret *A. viridis* dapat menurunkan hasil panen sebesar 80-100% selama serangan yang bersifat epidemik dan menurunkan produksi gula 22,5 ton/ha di HGU daerah Jengkol PG. Pesantren Baru Kediri.

Salah satu agensia hayati dalam pengendalian hama uret *A. viridis* secara hayati adalah nematoda entomopatogen isolat lokal Ngadas (*Heterorhabditis* spp.) dan isolat Cemoro Lawang (*Steinernema* spp.). Infektivitas nematoda entomopatogen terhadap larva Scarabaeidae telah banyak diteliti. Namun keberhasilan nematoda entomopatogen dalam menginfeksi serangga hama dipengaruhi oleh faktor abiotik, sehingga perlu untuk mengetahui pengaruh faktor abiotik seperti kadar lengas tanah, suhu dan radiasi sinar ultra violet terhadap infektivitas nematoda entomopatogen isolat lokal Ngadas (*Heterorhabditis* spp.) dan isolat Cemoro Lawang (*Steinernema* spp.) pada uret *A. viridis*.

Pengambilan uret *A. viridis* dilakukan di daerah Kediri dan Banyuwangi pada perkebunan tebu. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Perlindungan Tanaman Program Studi Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Jember mulai bulan Mei 1999 sampai dengan Desember 1999. Metode yang dilakukan terdiri dari persiapan perbanyak nematoda entomopatogen isolat lokal Ngadas (*Heterorhabditis* spp.) dan Cemoro Lawang (*Steinernema* spp.) dan pengumpulan hama uret tebu *A. viridis* pada perkebunan tebu di lapang.

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri dari tiga pengujian faktor abiotik (pengujian pengaruh kadar lengas, suhu dan sinar ultra violet). Pengujian pengaruh abiotik dilakukan dengan cara menginokulasi juvenil infektif nematoda entomopatogen isolat lokal Ngadas (*Heterorhabditis* spp.) dan Cemoro Lawang (*Steinernema* spp.) terhadap hama tanaman tebu uet *A. viridis* dengan pengujian kadar lengas, suhu dan kontrol tanpa diaplikasi nematoda serta pengujian lama penyinaran sinar lampu ultra violet (300 nm) terhadap nematoda entomopatogen. Setiap pengujian terdiri dari lima perlakuan dan tiga ulangan. Parameter pengamatan yang diamati adalah mortalitas uret.

Hasil dan kesimpulan penelitian ini adalah nematoda entomopatogen isolat Ngadas (*Heterorhabditis* spp.) dan isolat Cemoro Lawang (*Steinernema* spp.) efektif diaplikasi pada suhu 25 °C dengan masing-masing mortalitas uret 50 % dan 33.33 %, kadar lengas 25-35 % masing-masing mortalitas uret 50-58.33 % dan 33.33-58.33 %. Pada nematoda entomopatogen isolat Ngadas (*Heterorhabditis* spp.) mortalitas uret menurun setelah 5 menit penyinaran sinar ultra violet dengan mortalitas uret 16.67 % jika dibandingkan mortalitas uret tanpa penyinaran ultra violet yaitu 58.33 % dan nematoda entomopatogen isolat Cemoro Lawang (*Steinernema* spp.) mortalitas uret menurun setelah 5 dan 10 menit penyinaran sinar ultra violet dengan mortalitas uret 25 % dan 16.67 % jika dibandingkan mortalitas uret tanpa penyinaran ultra violet yaitu 58.33 %.

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Permasalahan

Tebu merupakan sumber penghasil gula yang dapat memberikan keuntungan bagi pengusaha gula maupun petani, namun hasil panen dapat menurun akibat serangan hama dan penyakit tumbuhan (Harjono, 1985). Kerugian yang disebabkan gangguan hama diperkirakan sebesar 15% hasil gula setiap tahun. Hama uret *Anomala viridis* (F.) merupakan salah satu hama penting tebu (Sugianto, 1992).

Serangan hama uret, *Anomala* terjadi pada tanah-tanah ringan dan cepat meluas (Kalshoven, 1981). Hama ini menurunkan hasil panen sebesar 80-100% selama serangan yang bersifat epidemik (Sugianto, 1992). Menurut Harjono (1985) melaporkan bahwa akibat serangan *Anomala* di HGU daerah Jengkol PG. Pesantren Baru Kediri lebih kurang 16 % dan menurunkan produksi gula 22,5 ton per hektar.

Pengendalian hama uret *A. viridis* yang selama ini dilakukan adalah dengan menggunakan cara mekanis (penangkapan serangga dewasa, pengelolaan tanah), cara kimiawi yang menggunakan insektisida ditabur sesaat sebelum tanam (Kalshoven, 1981). Sedangkan pengendalian secara hayati terhadap larva Scarabaeidae telah banyak dilaporkan namun salah satu agensia hayati mikroorganisme adalah nematoda entomopatogen genus *Steinernema* dan *Heterorhabditis* (Martin, 1997).

Klein (1990) melaporkan konsentrasi 250 ij/ml *S. carpocapsae* (All) menyebabkan 48 % kematian *Cyclocephala borealis* dan 75 % disebabkan oleh *H. bacteriophora* (HP88). Menurut Poinar (1979) *S. anomali* dalam konsentrasi 200-400 ij/ml mampu membunuh *A. dubia* 24-60 % dan 35 % kematian *A. cuprea* oleh *S. kushidai*.

Ogura (1993) menguji infektivitas *S. kushidai* secara semi lapang pada tanaman kentang terhadap uret *A. cuprea* instar III dengan konsentrasi 10.000 ij/m², 100.000 ij/m² dan 180.000 ij/m² telah menyebabkan kematian 25,84 – 94 %. Sedangkan dalam skala laboratorium dengan konsentrasi 50 ij/0,1 ml setelah lima hari dapat menyebabkan 80 % kematian larva pada instar yang sama.

Keberhasilan nematoda entomopatogen menginfeksi serangga hama yang hidup di dalam tanah dipengaruhi oleh kemampuan nematoda untuk menyebar, mempertahankan diri dan menemukan inangnya di dalam tanah. Kemampuan tersebut juga dipengaruhi oleh faktor abiotik seperti tipe tanah, kadar lengas tanah, temperatur dan radiasi sinar ultra violet (Kaya and Gaugler, 1993)

Menurut Poinar (1979) kadar lengas 25 % pada tanah berpasir dapat membantu proses penetrasi nematoda entomopatogen ke dalam tubuh larva Scarabaeidae. Klein (1990) melaporkan kematian larva Japanese beetle (Scarabaeidae) dapat mencapai 50 % pada kadar lengas 25-40 %. Secara umum nematoda entomopatogen dapat meningkatkan aktivitasnya hingga 80 % pada suhu 21-30 °C dan menurun hingga 40% pada suhu 12-16 °C.

Menurut Gaugler *et. al.*, (1991) infektivitas *S. carpocapsae* menurun setelah 6 menit (mortalitas larva 31%) dan *H. bacteriophora* 4 menit (mortalitas larva 36%) setelah penyinaran dengan lampu ultra violet model EB.280c Spectronic Corp. Westbury (panjang gelombang 302 nm) terhadap *Galleria mellonella* (L.) dengan kontrol tanpa penyinaran mortalitas larva mencapai 100 %.

1.2 Tujuan dan Manfaat

1.2.1 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kadar lengas, suhu dan sinar ultra violet terhadap infektivitas nematoda entomopatogen isolat lokal Cemoro Lawang (*Steinernema* spp.) dan Ngadas (*Heterorhabditis* spp.) pada hama tanaman tebu uret *A. viridis*.

1.2.3 Manfaat

Penelitian ini di harapkan dapat memberikan informasi mengenai faktor abiotik (kadar lengas, suhu dan sinar ultra violet) yang berpengaruh terhadap infektivitas nematoda entomopatogen sebagai salah satu alternatif pengendalian hayati terhadap hama tanaman tebu uret *A. viridis*.

1.3 Hipotesis

Pengaruh kadar lengas, suhu dan sinar ultra violet yang ekstrim dapat menurunkan infektivitas nematoda entomopatogen isolat lokal Cemoro Lawang (*Steinernema* spp.) dan Ngadas (*Heterorhabditis* spp.) pada hama tanaman tebu uret *A. viridis*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Morfologi dan Biologi *Anomala viridis* (F.)

Serangga hama *A. viridis* merupakan hama yang merusak tanaman tebu terutama pada stadia uretnya. Sistematika serangga ini disebutkan oleh Kalshoven (1981), sebagai berikut:

Phylum	: Arthropoda
Kelas	: Insecta
Ordo	: Coleoptera
Sub Ordo	: Polyphaga
Super Famili	: Scarabaeoidea
Famili	: Scarabaeidae
Sub Famili	: Rutelinae
Genus	: Anomala
Spesies	: <i>Anomala viridis</i> (F.)

Uret *A. viridis* bersifat polifag dapat menyerang tebu, kopi, palawija seperti jagung dan ketela. Hama ini mengalami metamorfose sempurna (Holometabola) dengan pergantian beberapa bentuk, dimulai telur, larva (uret), pupa dan imago (Ritcher, 1958; Kalshoven, 1981).

2.1.1 Telur

Siklus hidup uret *A. viridis* berkisar antara 7-8 bulan. Serangga dewasa bertelur di tempat-tempat yang lembab dekat dengan permukaan tanah humus dan perakaran tanaman (Kalshoven, 1981). Menurut Ritcher (1958) umumnya *Anomala* meletakkan telur pada tanah-tanah yang mengandung bahan organik sebagai persediaan makanan larva jika menetas.

Telur *Anomala* mempunyai warna yang bervariasi, mulai dari putih sampai krem, biasanya tunggal dan terdapat didalam tanah dengan kedalaman tertentu sehingga terhindar dari gangguan lingkungan (Kalshoven, 1981). Jumlah telur rata-rata 23-41 butir dan diletakkan pada tanah sedalam 30-50 cm, dengan masa pertumbuhan telur satu sampai dua minggu (Ritcher, 1958).

2.1.2 Uret

Tipe larva *A. viridis* adalah scarabaeiform sehingga disebut uret, mempunyai 4 instar dan memiliki ukuran tubuh 17 – 27 mm (Kalshoven, 1981). Uret *A. viridis* (F.) badannya berwarna putih kecoklatan, tubuhnya membengkok. Sifat kanibal tidak terlihat bila uret dalam keadaan cukup makan, biasanya menyerang tanaman palawija dan tebu (Ritcher 1958 ; Kalshoven 1981).

Uret *A. viridis* instar I hanya memakan sisa-sisa tanaman yang ada di dalam tanah, sedangkan uret instar II mula-mula makan akar-akar tanaman hidup dan terbatas pada lingkungan lembab. Apabila lingkungan menjadi kering uret akan bergerak kebawah ketempat-tempat yang lebih lembab, kadang-kadang dapat di peroleh pada kedalaman 50 cm atau lebih. Uret instar III merupakan instar yang paling membahayakan, karena sangat aktif dalam menyerang akar tanaman inang. Hal ini dimaksudkan untuk mengimbangi pertumbuhan yang sangat cepat sebagai makanan cadangan dalam menyelesaikan fase hidup berikutnya (pupa) (Harjono, 1985).

Menurut Wiriartmodjo (1970) cara Bergeraknya uret dibedakan menjadi 3 golongan, yaitu:

1. Golongan satu, uret yang dapat bergerak maju dengan cepat memakai tungkai. Bergeraknya dengan bagian perut menghadap ke bawah, dalam golongan ini terdapat jenis yang berbahaya seperti *Anomala*.
2. Golongan dua, uret yang mempunyai sifat membengkok karena mempunyai lekukan pada pinggang oleh karena itu tidak dapat bergerak bebas seperti *Lepidiota stigma* (L.).

3. Golongan tiga, uret yang bergerak maju dengan punggungnya dan tungkai-tungkai berada di atas, uret ini termasuk jenis yang tidak berbahaya.



Gambar 1. (a) Sketsa Anal Uret *A. viridis* (Kalshoven, 1981), (b) Uret *A. viridis* dan (c) Imago *A. viridis*

2.1.3 Pupa

Menurut Harjono (1985) sebelum mengalami stadium pupa, uret *Anomala* mengalami masa istirahat. Pada saat ini uret *Anomala* dalam keadaan sudah tenang dan berada pada tanah-tanah yang agak dalam, di daerah Jengkol ditemukan bulan Juli-Agustus dan didapatkan pada tanah sedalam 75-100 cm. Kalshoven (1981) melaporkan masa istirahat ditandai dengan warna uret *A. viridis* yang menjadi kuning, diam, segmen menjadi terang dan meletakkan diri pada punggungnya dan masa istirahat tersebut berkisar 7-10 hari.

Pupa *Anomala* umumnya terletak di bawah permukaan tanah dalam ruangan yang berbentuk lonjong, mempunyai tipe eksarata dengan warna putih kecoklatan (Kalshoven, 1981). Menurut Soetanto (1972) stadium pupa *A. viridis* adalah 15-25 hari. Jika masa imago tiba, imago muda masih mengalami masa non aktif dan belum melakukan kegiatan-kegiatan terutama dalam usaha memperbanyak keturunan.

2.1.4 Imago

Ciri khas imago *A. viridis* adalah elitra halus berwarna hijau metalik sampai hijau kecoklatan memiliki ukuran tubuh 9-20 mm (Kalshoven, 1981). Ritcher (1958) melaporkan perubahan pupa *Anomala* menjadi imago ini terjadi di tempat hidup uret

di dalam tanah dan keluar setelah kondisi lingkungan sesuai dan kemampuan terbang imago ini adalah 30 - 100 m. Imago *Anomala* betina meletakkan telur di dalam tanah yang cukup lembab, lingkungan yang kering atau kelembaban yang berlebihan dapat mematikan telur-telur tersebut (Harjono, 1985).

2.2 Morfologi dan Biologi Nematoda Entomopatogen

Sebagian besar nematoda mempunyai siklus hidup sederhana dan pada dasarnya mempunyai stadia utama dari perkembangannya yaitu: telur, larva (juvenil) dan dewasa (Dropkin, 1992). Nematoda entomopatogen pada umumnya mengalami empat pergantian kulit sebelum mencapai dewasa dan pergantian kulit dapat saja terjadi di dalam telur maupun di dalam tubuh serangga inangnya (Kaya and Gaugler, 1993). Poinar (1979) melaporkan nematoda entomopatogen dapat di klasifikasikan sebagai berikut :

Phylum	: Nematoda
Kelas	: Secernentia
Ordo	: Rhabditida
Sub Ordo	: Rhabditina
Super Famili	: Rhabditoidae
Famili	: Steinernematidae; Heterorhabditidae
Genus	: <i>Steinernema</i> , <i>Heterorhabditis</i>
Spesies	: <i>Steinernema</i> spp., <i>Heterorhabditis</i> spp.

Menurut Poinar (1990) Juvenil I rematoda entomopatogen berada didalam telur dan menetas bila berganti kulit menjadi juvenil II. Stadia infeksi nematoda entomopatogen terhadap serangga inang adalah juvenil III. Tanada and Kaya (1993); Ehlers and Peters (1995) melaporkan kadang-kadang stadia juvenil III masih terbungkus dalam kulit juvenil II yang merupakan stadia yang resisten terhadap lingkungan dan sering disebut '*Dauer Juvenil*'.

2.2.1 Nematoda Entomopatogen Isolat Lokal Cemoro Lawang

Menurut Bahari (1999) nematoda entomopatogen juvenil infektif isolat lokal Cemoro Lawang merupakan nematoda *Steinernema* spp. Yang memiliki panjang tubuh 611 μm , lebar 27 μm , panjang esopagus 104 μm dan panjang ekor 43 μm .

Panjang tubuh juvenil I *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 merupakan fase dewasa (Poinar, 1990). Juvenil III merupakan fase infektif yang mempunyai panjang faring 89-190 μm , lebar tubuh 22-46 μm dan panjang ekor 44-92 μm (Poinar, 1979).

Proses penetrasi juvenil infektif *Steinernema* ke dalam tubuh inang melalui lubang-lubang alami seperti mulut, anus dan spirakel (Tanada and Kaya, 1993). Kaya and Gaugler (1993) melaporkan *Steinernema* dalam menyerang inang bersifat pasif diam menunggu inang sampai berada didekatnya.

2.2.2 Nematoda Entomopatogen Isolat Lokal Ngadas

Menurut Bahari (1999) nematoda entomopatogen juvenil infektif isolat lokal Ngadas merupakan nematoda *Heterorhabditis* spp. yang memiliki panjang tubuh 520 μm , lebar 19 μm , panjang esopagus 116 μm dan panjang ekor 99 μm .

Panjang tubuh *Heterorhabditis* 512 – 800 μm . Juvenil III yang merupakan juvenil infektif mempunyai panjang tubuh 685 – 768 μm , lebar tubuh 18-32 μm , panjang faring 100-160 μm dan panjang ekor 83-128 μm (Poinar, 1990).

Proses penetrasi juvenil infektif *Heterorhabditis* ke dalam tubuh inang selain melalui anus, mulut dan spirakel juga melalui kutikula secara langsung karena memiliki dua pasang gigi kecil sehingga memungkinkan merobek kutikula terluar. *Heterorhabditis* cenderung bergerak lebih aktif sebagai penyerang dibandingkan *Steinernema* (Bedding and Molyneux, 1982; Kaya and Gaugler, 1993).



Gambar 2. Siklus Hidup Nematoda Entomopatogen (Poinar, 1990); (Ehlers and Peters, 1995). (J1-J4 = stadia juvenil, J2D = stadia juvenil pra-infektif).

2.2.3 Bakteri Simbion

Bakteri *Xenorhabdus* spp. bersimbiosis dengan nematoda entomopatogen dari famili Steinernematidae dan *Photorhabdus* spp. dari famili Heterorhabditidae (Thomas and Poinar, 1979 dalam Boemare *et.al.*, 1993). Bakteri nematoda entomopatogen selalu membunuh inang dengan memproduksi toksin secara septicemia (Boemare *et. al.*, 1993). Toksin yang diproduksi oleh bakteri nematoda entomopatogen pada juvenil infeksi, merupakan hal yang penting pada proses patogenik nematoda (Simoes, 1996).

2.3 Infektivitas Nematoda Entomopatogen Terhadap Serangga Hama

Infektivitas nematoda entomopatogen terhadap larva Scarabaeidae telah banyak diteliti (Martin, 1997). Menurut Klein (1990) *S. anomali* dalam konsentrasi 200-400 ij/ml mampu membunuh *A. dubia* 24-60 % dan 35 % kematian *A. cuprea* oleh *S. kushidai*. Sosa and Beavers (1985) melaporkan konsentrasi *S. glaseri* dan *H. heliothidis* 250 ij/ml mampu menyebabkan mortalitas uret *Ligrus subtropicus* dengan mortalitas uret masing-masing 54 % dan 86 %. Ogura (1993) menguji infektivitas *S. kushidai* secara semi lapang pada tanaman kentang terhadap larva *A. cuprea* instar III dengan konsentrasi 10.000 ij/m², 100.000 ij/m² dan 180.000 ij/m² telah menyebabkan kematian 25,84 – 94 %.

Gejala serangan *Steinernema* spp. pada hama uret ditandai dengan perubahan warna larva menjadi coklat kehitaman dan gejala serangan *Heterorhabditis* spp. pada uret ditandai dengan perubahan warna larva menjadi coklat kemerahan (Poinar, 1979; Kard *et. al.*, 1988). Penetrasi nematoda entomopatogen ke tubuh inang melalui lubang alami seperti spirakel, mulut dan anus (Cui *et. al.*, 1993). Nematoda entomopatogen memenetrasi inang melalui lubang alami dengan proses mekanik kemudian nematoda entomopatogen mengeluarkan molekul spesifik pada serangga sasaran. Molekul tersebut adalah enzim protease yang secara optimum dihasilkan pada suhu 23-25 °C dan pH 8 (Kung *et. al.*, 1990; Simoes, 1996).

Infektivitas nematoda entomopatogen sebagai agensia pengendalian hayati bagi serangga hama yang hidup di dalam tanah dipengaruhi oleh kemampuan nematoda untuk menyebar, mempertahankan diri dan menemukan inangnya. Kemampuan nematoda tersebut dipengaruhi oleh faktor abiotik seperti: tipe tanah, kadar lengas tanah, suhu dan radiasi sinar ultra violet (Kaya and Gaugler, 1993).

2.4 Pengaruh Abiotik Terhadap Infektivitas Nematoda Entomopatogen

2.4.1 Pengaruh Kadar Lengas

Kadar lengas pada tanah merupakan faktor pembatas untuk ketahanan dan aktivitas nematoda entomopatogen (Kaya, 1990). Menurut Yeh and Alm (1992) kematian larva Japanese beetle (*Popilla japonica* Newman) dapat mencapai 50% pada kadar lengas 25-33%.

Kadar lengas 25-40 % pada tanah berpasir dapat membantu nematoda entomopatogen dalam proses penetrasi ke tubuh larva Scarabaeidae (Maelzer, 1960; Poinar, 1979; Klein, 1990). Kadar lengas optimum bagi nematoda entomopatogen mempermudah aktivitas nematoda untuk bergerak mencari inangnya. *S. carpocapsae* mempunyai kemampuan memenetrasi larva *P. japonica* jika didukung dengan kadar lengas optimum (Bedding and Molyneux, 1982; Wang *et. al.*, 1995).

Womersley (1990 dalam Yeh and Alm (1992)) melaporkan bahwa infektivitas *Steinernema* spp. dan *Heterorhabditis* spp. dipengaruhi oleh pori-pori tanah dan kapasitas air di tanah. Menurut Barbercheck (1992) penyebaran nematoda dalam tanah liat sangat terbatas karena tanah liat mempunyai sedikit pori-pori tanah sehingga menyebabkan terhambatnya pergerakan nematoda dalam tanah. Poinar (1979) melaporkan persentase juvenil infektif yang mampu bermigrasi dan menginfeksi larva Scarabaeidae semakin menurun dengan semakin meningkatnya persentase kandungan liat dan debu di dalam tanah.

2.4.2 Pengaruh Suhu

Suhu dalam tanah yang rendah maupun tinggi merupakan faktor pembatas bagi aktivitas nematoda entomopatogen (Klein 1990). Secara umum nematoda entomopatogen dapat meningkatkan aktivitasnya hingga 80 % pada suhu 21-30 °C dan menurun hingga 40% pada suhu 12-16 °C (Poinar, 1979).

Grewal *et. al.*, 1994 melaporkan bahwa beberapa jenis *Steinernema* membutuhkan suhu optimum untuk melakukan reproduksi. *S. glaseri* membutuhkan suhu (12 - 32 °C), *S. carpocapsae* (20 - 32 °C), *S. riobravisi* (20 - 35 °C), *Steinernema spp.* (20-32 °C) dan *Heterorhabditis spp.* (15-30 °C).

Menurut Maelzer (1960) suhu yang optimum membantu persistensi nematoda entomopatogen di dalam tanah, infektivitas terhadap serangga inang, perkembangan, pertumbuhan dan reproduksi. Poinar (1979); Boemare *et. al.*, (1993) melaporkan selain mendukung perkembangan dan pertumbuhan nematoda entomopatogen suhu juga mendukung kondisi perkembangan bakteri simbiosis dalam tubuh nematoda entomopatogen.

2.4.3 Pengaruh Sinar Ultra Violet

Sinar ultra violet merupakan faktor abiotik yang mempengaruhi persistensi nematoda entomopatogen juga mikroorganisme lainnya seperti : virus, protozoa, fungi dan bakteri (Poinar, 1979). Menurut Ishibashi and Kondo (1990) *Steinernema* dan *Heterorhabditis* sensitif terhadap radiasi sinar ultra violet. Radiasi ini akan menyebabkan kerusakan kutikula tubuh nematoda sehingga nematoda menjadi lisis.

Gaugler *et. al.*, (1991) menguji pengaruh sinar ultra violet dengan menggunakan lampu ultra violet model EB.280c Spectronic Corp. Westbury dengan panjang gelombang 302 nm terhadap infektivitas *S. carpocapsae* dan *H. bacteriophora* pada larva *G. mellonella*. Konsentrasi nematoda yang digunakan 500 ij/ml. Infektivitas *S. carpocapsae* menurun setelah 6 menit mortalitas larva 31% dan *H. bacteriophora* 4 menit mortalitas larva 36% lamanya penyinaran ultra violet dengan kontrol tanpa penyinaran mortalitas larva mencapai 100%.

III. BAHAN DAN METODE

3.1 Tempat dan Waktu

Pengambilan uret *A. viridis* dilakukan di daerah Kediri dan Banyuwangi pada perkebunan tebu. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Perlindungan Tanaman Program Studi Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Jember mulai bulan Mei 1999 sampai dengan Desember 1999.

3.2 Bahan dan Alat

Bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah juvenil infeksiif nematoda entomopatogen isolat lokal Ngadas (*Heterorhabditis* spp., (Bahari, 1999)) dan Cemoro Lawang (*Steinernema* spp., (Bahari, 1999)), uret tebu *A. viridis* instar III, larva *Tenebrio molitor* (L.), pasir steril, air steril, kertas saring, tanaman tebu, mikroskop binokuler, cawan penghitung, saringan 30 dan 15 μm , petridish, mikro pipet (100-1000 μm), laminar air flow (lampu ultra violet Model VF-100-B Clean Bench Sujing Group, panjang gelombang 300 nm, 220 V, 50 Hz, 400 W), inkubator, hand counter, hand sprayer, gelas plastik (volume 220 ml), gelas beaker dan kain kasa.

3.3 Metodologi Penelitian

3.3.1 Persiapan Penelitian

Persiapan dalam penelitian ini meliputi : (1) perbanyak nematoda entomopatogen isolat lokal Ngadas (*Heterorhabditis* spp.) dan Cemoro Lawang (*Steinernema* spp.) (2) pengumpulan hama uret tebu *A. viridis* pada perkebunan tebu di lapang.

Perbanyak nematoda entomopatogen dilakukan secara *in vivo* dalam tubuh larva *T. molitor*. Perbanyak ini dilakukan dengan cara menginokulasikan nematoda entomopatogen pada larva *T. molitor* yang di letakkan pada petridish yang telah

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Terbatas pada penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Infektivitas nematoda entomopatogen isolat Cemoro Lawang (*Steinernema spp.*) dan isolat Ngadas (*Heterorhabditis spp.*) terhadap *A. viridis* efektif diaplikasi pada kadar lengas 25-35 % dan suhu 25 °C.
2. Infektivitas nematoda entomopatogen isolat Cemoro Lawang (*Steinernema spp.*) terhadap *A. viridis* menurun setelah penyinaran ultra violet 5 – 10 menit dan isolat Ngadas (*Heterorhabditis spp.*) menurun setelah penyinaran ultra violet 5 menit.

5.2 Saran

Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan tentang aplikasi sebelum penyemprotan nematoda entomopatogen yang berhubungan dengan pengelolaan faktor abiotik di lapang yaitu:

1. Kadar lengas yang optimum bagi nematoda entomopatogen di lapang adalah tanah dalam keadaan kadar lengas berkapasitas lapang (tidak terlalu jenuh maupun kekeringan) seperti pengairan dengan irigasi atau saat musim penghujan.
2. Sebaiknya nematoda entomopatogen diaplikasi pada pagi atau sore hari agar terhindar dari suhu ekstrim dan radiasi ultra violet (sinar matahari).
3. Penyemprotan nematoda entomopatogen pada tanaman tebu sebaiknya dilakukan pada saat uret berada disekitar perakaran tanaman tebu (permukaan tanah) misalnya : di daerah Kediri bulan Januari - April.
4. Penyemprotan nematoda entomopatogen di lapang (pertanaman tebu) sebaiknya menggunakan alat semprot semi otomatis agar nematoda dapat digunakan secara efektif dan efisien.

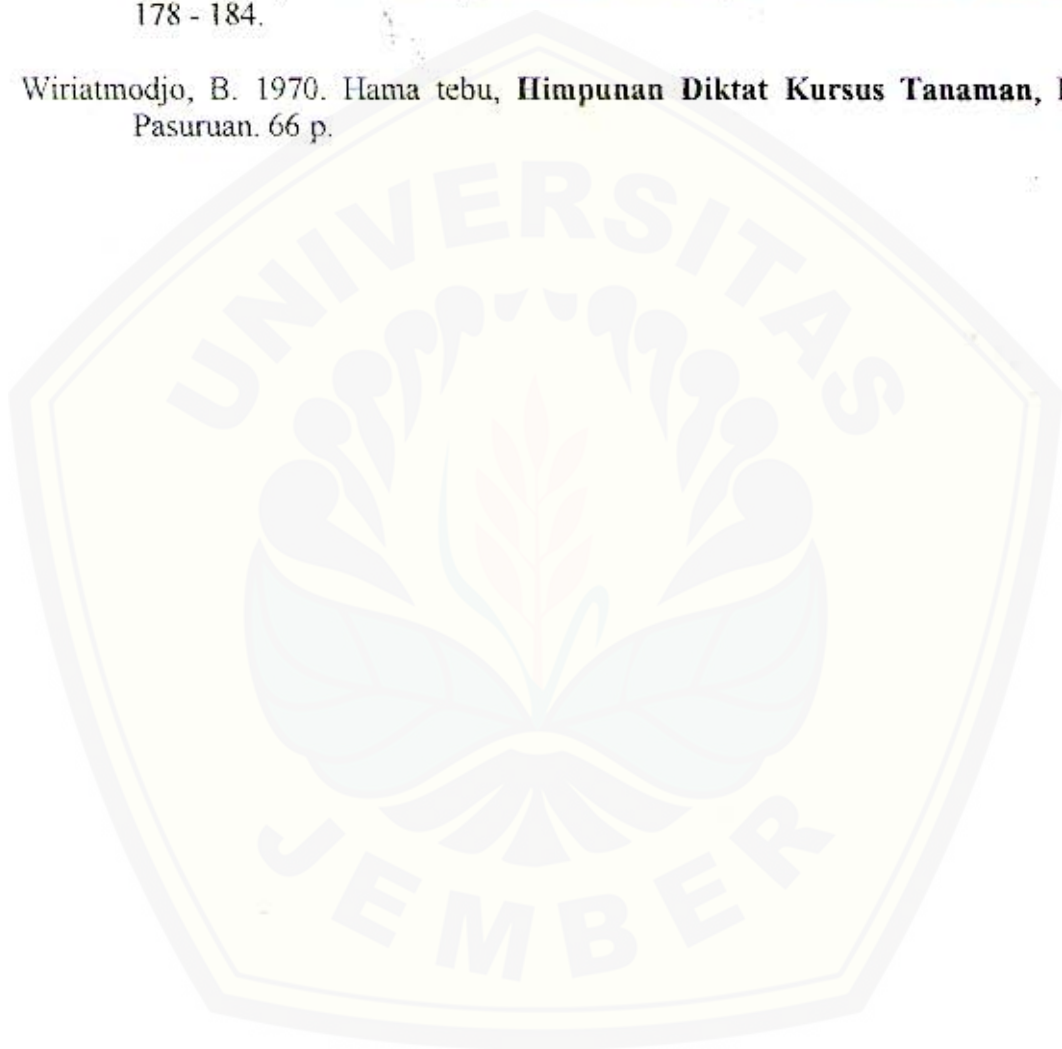
DAFTAR PUSTAKA

- Bahari, R. 1999. Inventarisasi, isolasi, dan identifikasi nematoda entomopatogen *Steinernema* spp. dan *Heterorhabditis* spp. pada tanaman hortikultura di Jawa Timur. **Makalah Seminar Hasil Penelitian**, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Jember. 11p.
- Barbercheck, M. E. 1992. Effect of soil physical factors on biological control agents of soil insect pests. **Dept. of Entomol.** North Carolina State University. 539-543 Pp.
- Bedding, R. A. and A. S. Molyneux. 1982. Penetration of insect cuticle by infective juveniles of *Heterorhabditis* spp. (Heterorhabditidae: Nematoda). **Nematologica** 28: 354 - 359.
- Boemare, N. E., Giglio, M. H. B., Thaler, J. O. and R. J. Akhurst. 1993. The phages and bacteriocins of *Xenorhabdus* spp. symbiont of the nematodes *Steinernema* spp. and *Heterorhabditis* spp. nematodes and the biological control of pest. **J. Invert. Pathol.** 137 - 145 Pp.
- Cui, L., Gaugler, R. and Y. Wang. 1993. Penetration of Steinernematid nematodes (Nematoda: Steinernematidae) into Japanese Beetle larva, *Popillia japonica* (Coleoptera : Scarabaeidae). **J. Invert. Pathol.** 62: 73 - 78.
- Dropkin, V. H. 1992. **Pengantar Nematologi Tumbuhan**, Edisi Ke-2. Diterjemahkan oleh Supratoyo. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 366 p.
- Ehlers, R. U. and A. Petters. 1995. Entomopathogenic nematodes in biological control : feasibility, perspectives and possible risk. 199 - 136 Pp. *In* Hokkanen, H. M. T. and I. M. Lynch. Eds. **Biological Control**. Cambridge University Press. Cambridge.
- Gaugler, R., Bednarek, A. and J. F. Campbell. 1991. Ultra violet inactivation of Heterorhabditid and Steinernematid nematodes. **J. Invert. Pathol.** 59: 155 - 160.
- Gaspersz, V. 1991. **Metode Perancangan Percobaan**. Armico. Bandung. 472 p.

- Glazer, I. 1992. Invasion rate as a measure of infectivity of Steinernematid and Heterorhabditid nematodes to insect. **J. Invert. Pathol.** 59: 90 - 94.
- Grewal, P. S., Selvan, S. and R. Gaugler. 1994. Thermal adaptation of entomopathogenic nematodes: niche breadth for infection, establishment, and reproduction. **J. Biol. Cont.** 4: 245 - 253.
- Harjono, E., 1985, **Pengendalian uret jenis *Lepidiota stigma* F. secara terpadu di HGU Jengkol Pesantren Baru, BP3G Pasuruan.** Hal. 24-28.
- Ishibashi, N. and E. Kondo. 1990. Behavior of infektive juveniles. 139-144 Pp. *In* Gaugler, R. and H. K. Kaya. Eds. **Entomopathogenic Nematodes in Biological Control.** CRC Press Inc. Boca Raton Florida.
- Kard, B. M. R., Hain, F. P. and W. M. Brooks. 1988. Field supression of three white grub species (Coleoptera: Scarabacidae) by the entomopathogenous nematodes *Steinernema feltiae* and *Heterorhabditis heliothidis*, **J. Econ. Entomol.** 81(4): 1033 - 1039.
- Kaya, H. K. and R. Gaugler. 1993. Entomopathogenic nemaoides. **Annu. Rev. Entomol.** 38: 181 - 206.
- Kalshoven, L. G. E. 1981. **Pest of Crop in Indonesia.** Revised by Van der Laan. PT. Ichtiar Baru. Van Hoeve. Jakarta. 701 p.
- Klein, M. G. 1990. Efficay against soil - inhabiting insect pests. 195-207 Pp. *In* Gaugler, R. and H. K. Kaya. Eds. **Entomopathogenic Nematodes in Biological Control.** CRC Press Inc. Boca Raton Florida.
- Kaya, H. K. 1990. Soil ecology. 93-115 Pp. *In* Gaugler, R. and H. K. Kaya. Eds. **Entomopathogenic Nematodes in Biological Control.** CRC Press Inc. Boca Raton Florida.
- Kung, S. P., Gaugler, R. and H. K. Kaya. 1990. Influence of soil pH and oxygen on persistence of *Steinernema* spp. **J. of Nematol.** 22 (4): 440-445.
- Koppenhofer, A. M., Kaya, H. K. and S. P. Taorminom. 1995. Infectivity of entomopathogenic nematodes (Rhabditida: Steinernematidae) at different soil depths and moistures. **J. Invert. Entomol.** 65: 193 - 199.

- Maelzer, D. A. 1960. The effect of temperature and moisture on the immature stages of *Aphodius tasmaniae* hope (Scarabaeidae) in the lower south- east of South Australia. **Agric. Res. Inst.** Universty of Adelaide. 173-201 Pp
- Martin, W. R. 1997. Using entomopathogenic nematodes to control insect during stand establishment. **Hort. Sci.** 32 (2): 196-200.
- Ogura, N. 1993. Control of scarabaeid grub with an entomogenous nematode. *Steinernema kushidai*. **Jarq.** 27: 49 - 54.
- Poinar, G. O. Jr. 1979. **Nematodes for Biological Control of Insect.** CRC Press Boca Raton. Florida. 277 p.
- Poinar, G. O. Jr. 1990. Biology and taxonomy of Steinernematidae and Heterorhabtidae. 23-58 Pp. In Gaugler, R. and H. K. Kaya. Eds. **Entomopathogenic Nematodes in Biological Control.** CRC Press Inc. Boca Raton. Florida.
- Ritcher, P. O. 1958. Biology of Scarabaeidae. **Dept. of Entomol.** Oregon State College. Corvallis. Oregon. 311 - 329 Pp.
- Schirocki, A. G. and N. G. M. Hague. 1997. The effect of selective culture of *Steinernema feltiae* low temperature on establishment, patogenicity, reproduction and size of infective juveniles. **Dept. of Agri.** 481 - 489 Pp.
- Simoes, N. 1996. Patogenicity of the complex *Steinernema carpocapsae* - *Xenorhabdus nematophilus*: Molekuler aspect related with virulence. **Bio. Sci. Technol** 6: 73 - 83.
- Soetanto, 1972, Pemberantasan uret di lahan Jengkol PG Ngadirejo, **Majalah Perusahaan Gula.** Edisi ke-8. BP3G. Pasuruan. 14-19 Pp.
- Sosa, O. and J. B. Beavers. 1985. Entomogenous nematodes as biological control organisms for *Ligrus subtropicus* (Coleoptera: Scarabaeidae) in sugarcane. **Environ. Entomol.** 14: 80-82.
- Sugianto, T. 1992. **Hama dan Penyakit Tebu serta Pengendaliannya.** PT Perkebunan XXIV-XXV (Persero) Pabrik Gula Jatiroto. 72 p.
- Tanada, T. and H. K. Kaya. 1993. **Insect Pathologi.** Academic Press. San Diego. 323 p.

- Yeh, T. and S. R. Alm. 1992. Effect of entomopathogenic nematode species, rate, soil moisture and bacteria on control of Japanese Beetle in the laboratory. **Econ. Entomol.** 85 (6): 2144 - 2147.
- Wang, Y. Campbell, J. F. and R. Gaugler. 1995. Infection of entomopathogenic nematodes *Steinernema glaseri* and *Heterorhabditis bacteriophora* against *Popillia japonica* (Coleoptera: Scarabacidae) larvae. **J. Invert. Pathol.** 66: 178 - 184.
- Wiriatmodjo, B. 1970. Hama tebu, **Himpunan Diktat Kursus Tanaman**, BP3G Pasuruan. 66 p.



Tabel Lampiran 1. Pengaruh Sinar Matahari (Pukul: 08.00 WIB) Terhadap Infektivitas Nematoda Entomopatogen pada Mortalitas Uret *A. viridis*

Lama Penyinaran Sinar Matahari (menit)	Mortalitas Uret (%)	
	Isolat Ngadas (<i>Heterorhabditis</i> spp.)	Isolat Cemoro Lawang (<i>Steinernema</i> spp.)
0	50	33,33
5	25	16,67
10	0	8,33
20	0	0
30	0	0

Keterangan: Perlakuan Terdiri dari 3 Ulangan (n=12) dan Pengamatan Dilakukan Setiap 24 Jam

Tabel Lampiran 2. Pengaruh Sinar Matahari (Pukul: 16.00 WIB) Terhadap Infektivitas Nematoda Entomopatogen pada Mortalitas Uret *A. viridis*

Lama Penyinaran Sinar Matahari (menit)	Mortalitas Uret (%)	
	Isolat Ngadas (<i>Heterorhabditis</i> spp.)	Isolat Cemoro Lawang (<i>Steinernema</i> spp.)
0	50	33,33
5	16,67	25
10	0	8,33
20	0	0
30	0	0

Keterangan: Perlakuan Terdiri dari 3 Ulangan (n=12) dan Pengamatan Dilakukan Setiap 24 Jam

Tabel Lampiran 3. Pengaruh Sinar Matahari (Pukul: 16.00 WIB) Terhadap Kematian Nematoda Entomopatogen (NEP)

Lama Penyinaran Sinar Matahari (menit)	Rata-Rata Kematian NEP (%)	
	Isolat Ngadas (<i>Heterorhabditis</i> spp.)	Isolat Cemoro Lawang (<i>Steinernema</i> spp.)
0	0	0
5	45	30
10	100	20
20	100	100
30	100	100

Keterangan: Perlakuan Terdiri dari 2 Ulangan (n=20) dan Pengamatan Dilakukan Setelah 24 Jam dengan Gejala pada NEP Tubuh Memudar dan Lisis

Tabel Lampiran 4. Pengaruh Sinar Matahari (Pukul: 08.00 WIB) Terhadap Kematian Nematoda Entomopatogen (NEP)

Lama Penyinaran Sinar Matahari (menit)	Rata-Rata Kematian NEP (%)	
	Isolat Ngadas (<i>Heterorhabditis</i> spp.)	Isolat Cemoro Lawang (<i>Steinernema</i> spp.)
0	0	0
5	60	50
10	100	35
20	100	100
30	100	100

Keterangan: Perlakuan Terdiri dari 2 Ulangan (n=20) dan Pengamatan Dilakukan Setelah 24 Jam dengan Gejala Pada NEP Tubuh Memudar dan Lisis

Tabel Lampiran 5. Pengaruh Sinar Ultra Violet (Laminar Air Flow) Terhadap Kematian Nematoda Entomopatogen (NEP)

Lama Penyinaran Sinar Matahari (menit)	Rata-Rata Kematian NEP (%)	
	Isolat Ngadas (<i>Heterorhabditis</i> spp.)	Isolat Cemoro Lawang (<i>Steinernema</i> spp.)
0	0	0
5	35	30
10	100	40
20	100	100
30	100	100

Keterangan: Perlakuan Terdiri dari 2 Ulangan (n=20) dan Pengamatan Dilakukan Setelah 24 Jam dengan Gejala Pada NEP Tubuh Memudar dan Lisis

Lampiran 6. : Pengaruh Suhu Terhadap Prilaku Nematoda Entomopatogen

Suhu (°C) (Selama 24 Jam)	Isolat Ngadas (<i>Heterorhabditis</i> spp.)	Isolat Cemoro Lawang (<i>Steinernema</i> spp.)
Suhu Kamar (29 °C)	Bergerak aktif, cepat dan berpencar	Bergerak aktif, lambat dan berpencar
5	Bergerak lambat, tubuh melekuk/melingkar dan berpencar	Mati, tubuh lurus seperti jarum
15	Bergerak lambat, tubuh melekuk/melingkar dan berpencar	Mati, sebagian masih hidup, tubuh lurus atau melengkung
25	Bergerak aktif agak cepat dan berpencar	Bergerak aktif agak lambat dan berpencar
35	Bergerak lambat, ada yang mati, tubuh melekuk atau melingkar	Mati, tubuh lurus seperti jarum

Lampiran 7. Analisa RAL Pengaruh Kadar Lengas Terhadap Infektivitas Nematoda Entomopatogen Isolat Ngadas (*Heterorhabditis* spp.) pada *A. viridis* Hari Ke-10

Kadar Lengas (%)	Mortalitas Uret (Skala Arcsin)			Total	Rata-Rata
	1	2	3		
5	1.43	1.43	1.43	4.29	1.43 a
15	1.43	1.43	1.43	4.29	1.43 a
25	88.56	30	30	148.56	49.52 b
35	45.00	30	88.56	163.56	54.52 b
Kontrol	1.43	1.43	1.43	4.29	1.43 a
Jumlah				324.99	108.33

Analisa Varian

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F. Hitung	F. Tabel	
Perlakuan	4	9251.2	2312.8	5.59 *	5 %	1 %
Galat	10	4136.8	413.68		3.48	5.99
Total	14	13388				

*) berbeda nyata

Lampiran 8. Analisa RAL Pengaruh Suhu Terhadap Infektivitas Nematoda Entomopatogen Isolat Ngadas (*Heterorhabditis* spp.) pada *A. viridis* Hari Ke-10

Suhu (°C)	Mortalitas Uret (Skala Arcsin)			Total	Rata-Rata
	1	2	3		
5	1.43	1.43	1.43	4.29	1.43 a
15	30	1.43	1.43	32.86	10.95 a
25	45	45	45	135	45.00 b
35	45	1.43	1.43	47.66	15.95 a
Kontrol	1.43	1.43	1.43	4.29	1.43 a
Jumlah				224.3	74.77

Analisa Varian

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F. Hitung	F. Tabel	
Perlakuan	4	3857	964.2	5.33 *	5 %	1 %
Galat	10	1810	181		3.48	5.99
Total	14	5666				

*) berbeda nyata

Lampiran 9. Analisa RAL Pengaruh Ultra Violet Terhadap Infektivitas Nematoda Entomopatogen Isolat Ngadas (*Heterorhabditis* spp.) pada *A. viridis* Hari Ke-10

Ultra Violet (menit)	Mortalitas Uret (Skala Arcsin)			Total	Rata-Rata
	1	2	3		
0	45	60	45	150	50 c
5	30	1.43	30	32.86	20.48 b
10	1.43	1.43	1.43	135	1.43 a
20	1.43	1.43	1.43	47.66	1.43 a
30	1.43	1.43	1.43	4.29	1.43 a
Jumlah				224.3	74.77

Analisa Varian

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F. Hitung	F. Tabel	
Perlakuan	4	5422	1356	19.53* *	5 %	1 %
Galat	10	694.2	69.42		3.48	5.99
Total	14	6116				

* *) berbeda sangat nyata

Lampiran 10. Analisa RAL Pengaruh Kadar Lengas Terhadap Infektivitas Nematoda Entomopatogen Isolat Cemoro Lawang (*Steinernema* spp.) pada *A. viridis* Hari Ke-10

Kadar Lengas (%)	Mortalitas Uret (Skala Arcsin)			Total	Rata-Rata
	1	2	3		
5	1.43	1.43	1.43	4.29	1.43 a
15	1.43	1.43	1.43	4.29	1.43 a
25	30	30	45	105	35 b
35	45	45	60	150	50 c
Kontrol	1.43	1.43	1.43	4.29	1.43 a
Jumlah				267.9	89.29

Analisa Varian

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F. Hitung	F. Tabel	
Perlakuan	4	6410	1602	53.41**	5 %	1 %
Galat	10	300	30		3.48	5.99
Total	14	6710				

***) berbeda sangat nyata

Lampiran 11 Analisa RAL Pengaruh Suhu Terhadap Infektivitas Nematoda Entomopatogen Isolat Cemoro Lawang (*Steinernema* spp.) pada *A. viridis* Hari Ke-10

Suhu (°C)	Mortalitas Uret (Skala Arcsin)			Total	Rata-Rata
	1	2	3		
5	1.43	1.43	1.43	4.29	1.43 a
15	1.43	1.43	1.43	4.29	1.43 a
25	45	30	30	105	35 b
35	1.43	1.43	1.43	4.29	1.43 a
Kontrol	1.43	1.43	1.43	4.29	1.43 a
Jumlah				122.2	40.72

Analisa Varian

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F. Hitung	F. Tabel	
					5 %	1 %
Perlakuan	4	2705	676.2	45.08**	5 %	1 %
Galat	10	150	15		3.48	5.99
Total	14	2855				

***) berbeda sangat nyata

Lampiran 12. Analisa RAL Pengaruh Ultra Violet Terhadap Infektivitas Nematoda Entomopatogen Isolat Cemoro Lawang (*Steinernema spp.*) pada *A. viridis* Hari Ke-10

Ultra Violet (menit)	Mortalitas Uret (Skala Arcsin)			Total	Rata-Rata
	1	2	3		
0	45	45	60	150	50 b
5	1.43	60	1.43	62.86	20.95 ab
10	30	30	1.43	61.43	20.48 ab
20	1.43	1.43	1.43	47.66	1.43 a
30	1.43	1.43	1.43	4.29	1.43 a
Jumlah				282.87	94.29

Analisa Varian

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F. Hitung	F. Tabel	
					5 %	1 %
Perlakuan	4	4752.9	1188.2	3.99 *	5 %	1 %
Galat	10	2981.1	298.11		3.48	5.99
Total	14	7734				

*) berbeda nyata