

PATOGENESITAS NEMATODA ENTOMOPATOGEN ISOLAT LOKAL,
Heterorhabditis indicus (ISOLAT NGADAS) TERHADAP
HAMA TEBU *Anomala viridis* F. DAN *Lepidiota stigma* F.
(COLEOPTERA : SCARABAEIDAE)

KARYA ILMIAH TERTULIS
(SKRIPSI)



MILIK PERPUSTAKAAN
UNIVERSITAS JEMBER

Diajukan guna memenuhi salah satu syarat untuk
menyelesaikan Pendidikan Program Strata Satu
Program Studi Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan
Fakultas Pertanian Universitas Jember

Oleh :

DYAH ESTININGTYAS
F1E195256

Asal	: Jember	Klasifikasi 633.6 EST P U C.1
Terima Tgl:	17 JUN 2000	
No. Induk	PTI 2000 - 10-260	

FAKULTAS PERTANIAN UNIVERSITAS JEMBER
2000

Dosen Pembimbing:

DPU : Dr. Ir. Didik Sulistyanto

DPA : Ir. Wagiyana, MP.

MOTTO

Dan (ingatlah) ketika Musa berkata kepada muridnya: "Aku tidak akan berhenti (berjalan) sebelum sampai ke pertemuan dua buah lautan, atau aku akan berjalan sampai bertahun-tahun."

(QS. Al Kahfi: 60).

Katakanlah: "Kalau sekiranya lautan menjadi tinta untuk (menulis) kalimat-kalimat Tuhanku, sungguh habislah lautan itu sebelum habis (ditulis) kalimat-kalimat Tuhanku, meskipun Kami datangkan tambahan sebanyak itu (pula)".

(QS. Al Kahfi: 109).

Diterima Oleh :

Fakultas pertanian Universitas Jember

Sebagai

Karya Ilmiah Tertulis (Skripsi)

Dipertahankan pada :

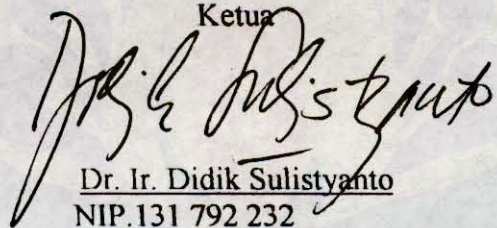
Hari : Rabu

Tanggal : 12 April 2000

Tempat : Fakultas Pertanian

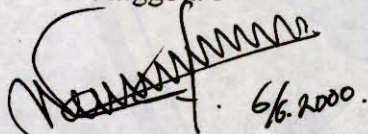
Tim Penguji

Ketua



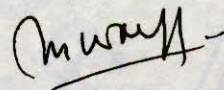
Dr. Ir. Didik Sulistyanto
NIP.131 792 232

Anggota I



Ir. Wagiyana, MP.
NIP. 131 759 840

Anggota II



Ir. Maria M. Wolff, MP.
NIP. 130 533 771

Mengesahkan,

Dekan



Ir. Hj. Sini Hartanti, MS.
NIP. 130 350 763

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT dengan terselesaikannya Karya Ilmiah Tertulis (KIT) ini, yang berjudul "Patogenesitas Nematoda Entomopatogen Isolat Lokal, *Heterorhabditis indicus* (Isolat Ngadas) terhadap Hama Tebu *Anomala viridis* F. dan *Lepidiota stigma* F (Coleoptera: Scarabaeidae)".

Karya Ilmiah Tertulis ini disusun guna menyelesaikan program pendidikan strata satu (S1) Program Studi Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian, Universitas Jember.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Didik Sulistyanto sebagai Dosen Pembimbing Utama (DPU) dan Ir. Wagiyana, MP. sebagai Dosen Pembimbing Anggota (DPA), yang telah memberikan nasehat dan bimbingan selama penelitian sampai dengan penyusunan KIT ini.
2. Dekan Fakultas Pertanian Universitas Jember, Ketua Program Studi Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan beserta Dosen di Program Studi Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan yang telah memberikan masukan bagi penulis.
3. Administratur PG. Ngadirejo, Kediri dan PG. Semboro, Jember dan para Teknisi di lapangan serta teman-teman yang telah membantu selama penelitian sampai penulisan KIT ini.

Akhirnya penulis berharap semoga KIT ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Jember, Mei 2000

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
INTISARI.....	xi
ABSTRACT.....	xii
RINGKASAN.....	xiii
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan dan Kegunaan.....	2
1.3 Hipotesis.....	2
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 Hama Tanaman Tebu.....	3
2.2 Biologi dan Ekologi Uret <i>Anomala viridis</i> F. dan <i>Lepidiota stigma</i> F.....	3
2.3 Daerah Sebaran dan Habitat Uret.....	6
2.4 Gejala Serangan Uret.....	7
2.5 Teknik pengendalian Uret yang telah Dilakukan.....	7
2.6 Pengendalian Uret Menggunakan Nematoda Entomopatogen.....	10
III. BAHAN DAN METODE PENELITIAN.....	14
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	14
3.2 Bahan dan Alat Penelitian.....	14
3.3 Metode Penelitian.....	14

3.4	Pelaksanaan Penelitian.....	15
3.5	Parameter Pengamatan.....	18
3.6	Analisis Data.....	18
IV. HASIL PENELITIAN.....		19
4.1	Evaluasi Nematoda Entomopatogen Isolat Lokal.....	19
4.2	Uji Patogenesitas Nematoda Entomopatogen <i>H. indicus</i> (Isolat Ngadas).....	20
4.3	Efisiensi Invasi Nematoda Entomopatogen <i>H. indicus</i> (Isolat Ngadas).....	22
V. PEMBAHASAN.....		23
5.1	Pengaruh Konsentrasi terhadap Mortalitas Uret.....	23
5.2	Pengaruh Perilaku Uret terhadap Penetrasi Nematoda.....	24
5.3	Toksin Nematoda Entomopatogen.....	24
5.4	Aplikasi Nematoda Entomopatogen.....	25
VI. KESIMPULAN DAN SARAN.....		27
6.1	Kesimpulan.....	27
6.2	Saran.....	27
DAFTAR PUSTAKA.....		28
LAMPIRAN.....		31

DAFTAR TABEL

No.	Uraian	Halaman
1.	Mortalitas Uret <i>L. stigma</i> (L2) pada Evaluasi (Uji <i>Screening</i>) Nematoda Entomopatogen Isolat Lokal Hari Kesepuluh dengan 1000 IJ/ml	19
2.	Mortalitas Uret <i>A. viridis</i> dan <i>L. stigma</i> dengan berbagai Konsentrasi Pengujian pada Pengamatan Hari Kelima	20
3.	Jumlah Nematoda Entomopatogen yang Masuk ke dalam Tubuh Uret sampai dengan Hari Kelima Pengujian	22

DAFTAR GAMBAR

No.	Uraian	Halaman
1.	Siklus Hidup Uret <i>A. viridis</i> berdasarkan Hasil Pengamatan di Lapang..	4
2.	Siklus Hidup Uret <i>L. stigma</i> berdasarkan Hasil Pengamatan di Lapang	4
3.	Perbedaan Uret <i>A. viridis</i> dan <i>L. stigma</i> berdasarkan Bentuk Celah Anal (1) <i>A. viridis</i> dan (2) <i>L. stigma</i>	5
4.	Uret dan Imago <i>A. viridis</i> (a) dan <i>L. stigma</i> (b)	6
5.	Siklus Hidup Nematoda Entomopatogen <i>Steinernema carpocapsae</i> (Ehlers dan Peters, 1995)	12
6.	Perbanyakkan Nematoda Entomopatogen Isolat Lokal secara <i>in vivo</i> (White trap) (a) dan <i>in vitro</i> (b).	15
7.	Hubungan Antara Konsentrasi Nematoda Entomopatogen <i>H. indicus</i> (Isolat Ngadas) dengan Rata-rata Mortalitas pada Uret <i>A. viridis</i> dan <i>L. stigma</i> pada Pengamatan Hari Kelima.....	21
8.	Grafik Linier Nilai LC50 <i>H. indicus</i> terhadap <i>A. viridis</i> dan <i>L. stigma</i> (A) <i>A. viridis</i> L1 (B) <i>A. viridis</i> L2 (C) <i>L. stigma</i> L1 (D) <i>L. stigma</i> L2	21
9.	Gejala <i>L. stigma</i> Terinfeksi Nematoda Entomopatogen <i>H. indicus</i> (Isolat Ngadas) (a) Sehat (b) Terinfeksi <i>H. indicus</i> (c) Mati tidak Terinfeksi <i>H. indicus</i>	25

DAFTAR LAMPIRAN

No.	Uraian	Halaman
1.	Persentase Kematian Uret	32
2.	a. Rata-rata Persentase Kematian Uret <i>A. viridis</i> L1	33
	b. Rata-rata Persentase Kematian Uret <i>A. viridis</i> L2.....	33
	c. Rata-rata Persentase Kematian Uret <i>L. stigma</i> L1.....	33
	d. Rata-rata Persentase Kematian Uret <i>L. stigma</i> L2	33
3.	Rata-rata Jumlah NEP yang Masuk ke dalam Tubuh Uret	34
4.	Rata-rata Panjang Tubuh Uret.....	35
5.	Probit Analisis Patogenesitas NEP <i>H. indicus</i> terhadap <i>A. viridis</i> (L1) pada Hari ke-5	36
6.	Probit Analisis Patogenesitas NEP <i>H. indicus</i> terhadap <i>A. viridis</i> (L2) pada Hari ke-5	37
7.	Probit Analisis Patogenesitas NEP <i>H. indicus</i> terhadap <i>L. stigma</i> (L1) pada Hari ke-5	38
8.	Probit Analisis Patogenesitas NEP <i>H. indicus</i> terhadap <i>L. stigma</i> (L2) pada Hari ke-5	39
9.	Anova Rancangan Acak Lengkap Patogenesitas NEP <i>H. indicus</i> terhadap Uret <i>A. viridis</i> (L1).....	40
10.	Anova Rancangan Acak Lengkap Patogenesitas NEP <i>H. indicus</i> terhadap Uret <i>A. viridis</i> (L2).....	41
11.	Anova Rancangan Acak Lengkap patogenesitas NEP <i>H. indicus</i> terhadap Uret <i>L. stigma</i> (L1).....	42
12.	Anova Rancangan Acak Lengkap Patogenesitas NEP <i>H. indicus</i> terhadap Uret <i>L. stigma</i> (L2).....	43

Patogenesitas Nematoda Entomopatogen Isolat Lokal, *Heterorhabditis indicus* (Isolat Ngadas) terhadap Hama Tebu *Anomala viridis* F. dan *Lepidiota stigma* F. (Coleoptera: Scarabaeidae)

Oleh: Dyah Estiningtyas
Program Studi Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian
Universitas Jember

INTISARI

Hama penting pada pertanaman tebu diantaranya adalah *Anomala viridis* dan *Lepidiota stigma* (Coleoptera: Scarabaeidae). Pengendalian hayati dengan nematoda entomopatogen diharapkan dapat mengurangi biaya dan aman bagi lingkungan. Penelitian dilakukan dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan enam perlakuan konsentrasi nematoda *H. indicus* (275, 550, 1100, 2200, 4400 IJ/ml dan kontrol) dan tiga ulangan. Data yang diperoleh dianalisis dengan analisis varian dan probit (Finney, 1971), untuk membedakan rerata antar perlakuan dilanjutkan dengan uji kisaran jarak berganda Duncan (DMRT) 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mortalitas uret tertinggi mencapai 86.67% pada *A. viridis* L1 dan 66.67% pada *L. stigma* L1. Nilai LC_{50} pada *A. viridis* mencapai 21 IJ/ml sedangkan pada *L. stigma* mencapai 1859 IJ/ml, uret *A. viridis* L1 lebih rentan dari pada *A. viridis* L2 demikian pula dengan *L. stigma*. Jumlah nematoda yang masuk ke dalam tubuh uret *A. viridis* L1 adalah 5 IJ/uret, *A. viridis* L2 adalah 3 IJ/uret, sedangkan pada *L. stigma* mencapai 7 IJ/uret dan 4 IJ/uret. Pada instar yang sama mortalitas terjadi fluktuasi, mortalitas uret tidak selalu meningkat dengan peningkatan konsentrasi. Diduga karena adanya perbedaan ketahanan serangga, perilaku serangga, viabilitas nematoda entomopatogen yang diujikan, jumlah jufenil infeksi yang dapat melakukan penetrasi dan membawa bakteri simbiosis, serta faktor lain yang mempengaruhinya.

Kata Kunci: uret (*A. viridis* dan *L. stigma*), nematoda entomopatogen *H. indicus* (isolat Ngadas), mortalitas uret.

**Pathogenicity of Entomopathogenic Nematodes Local Isolates,
Heterorhabditis indicus (Isolate of Ngadas) on Control of White Grub
(Pest of Sugarcane) *Anomala viridis* F. and *Lepidiota stigma* F.
(Coleoptera: Scarabaeidae)**

By:

Dyah Estiningtyas

Departement of Plant Protection, Faculty of Agriculture Jember University,
Jember

ABSTRACT

Anomala viridis and *Lepidiota stigma* (Coleoptera: Scarabaeidae) are important pests of a range of sugarcane areas. A biological control programme using entomopathogenic nematodes is being developed that hoped decreasing cost and safe for environment. This research was investigated by using Complete Randomized Design (CRD) with *H. indicus* nematode concentration in six treatments and three replication. Each grub was placed individually in a plastic containers (15 mililiters) and exposed to 0, 275, 550, 1100, 2200 and 4400 IJ/ml of *Heterorhabditis indicus* isolates that were collected from Ngadas. Data were analyzed using analysis of variance and probit analysis (Finney, 1971), means were compared at 5% level of significance with Duncan Multiple Range Test (DMRT). The results indicate that mortality of *A. viridis* recording at 86.67% and 66.67% for *L. stigma*. The LC_{50} values as measure of the susceptibility of white grubs (*A. viridis* and *L. stigma*), the lowest LC_{50} values were obtained with the smallest insects indicating that this stage is the most susceptible to nematode infection. The LC_{50} values of *A. viridis* recording at 21 IJ/ml and 1,859 IJ/ml for *L. stigma*, indicating that *A. viridis* and *L. stigma* L1 most susceptible than *A. viridis* or *L. stigma* L2. The numbers of infective juveniles to *A. viridis* L1 is 5 IJ/grub, *A. viridis* L2 is 3 IJ/grub, *L. stigma* L1 is 7 IJ/grub, and *L. stigma* L2 is 4 IJ/grub. Mortality of each stage of white grubs being fluctuation, determined by different of defense mechanisms of insect, insect behaviours, viability of entomopathogenic nematodes, the invasion rate of the infective juveniles into the host haemocoel and the proportion of juveniles carrying the symbiont, and the other factors.

Key Words: white grubs (*A. viridis* and *L. stigma*), entomopathogenic nematodes *H. indicus* (isolates from Ngadas), mortality.

Dyah Estiningtyas, FIE195256, Program Studi Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Jember, "Patogenesitas Nematoda Entomopatogen Isolat Lokal, *Heterorhabditis indicus* (Isolat Ngadas) terhadap Hama Tebu *Anomala viridis* F. dan *Lepidiota stigma* F. (Coleoptera: Scarabaeidae)," dibimbing oleh Dr. Ir. Didik Sulistyanto dan Ir. Wagiyana, MP.

RINGKASAN

Uret merupakan hama penting pada pertanaman tebu dengan daerah sebaran yang sangat luas, hampir di semua lahan pertanaman tebu dapat dijumpai uret *A. viridis* (Coleoptera: Scarabaeidae: Rutelidae) dan *L. stigma* (Coleoptera: Scarabaeidae: Melolonthidae). Siklus hidupnya berlangsung dalam setahun, dengan gejala serangan pada tanaman tebu adalah pucuk tebu layu, menguning, kering kemudian mati dan roboh. Teknik pengendalian yang dilakukan antara lain pengendalian mekanik, penggunaan tanaman perangkap, pembongkaran tanaman terserang, varietas toleran, secara biologis serta kimiawi. Alternatif pengendalian secara biologis menggunakan nematoda entomopatogen *Heterorhabditis* spp. dan *Steinernema* spp., telah dilakukan terhadap famili Scarabaeidae yang lain seperti pada *Phyllophaga anxia*, *P. fusca*, *Polyphilla comes*, *Phyllopertha horticola* serta pada *Japanese beetle* dan *European chafer*. Nematoda entomopatogen bersimbiosis dengan bakteri *Photorhabdus* spp. dan *Xenorhabdus* spp. yang bersifat patogenik terhadap inang, apabila telah masuk ke dalam haemocoel serangga. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui patogenesitas nematoda entomopatogen isolat lokal, *Heterorhabditis indicus* (isolat Ngadas) terhadap hama tanaman tebu *A. viridis* dan *L. stigma* di laboratorium.

Penelitian dilakukan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan enam perlakuan dan tiga ulangan. Persiapan perlakuan dengan menempatkan uret secara individu dalam wadah plastik (± 15 ml), kemudian ditambahkan pasir dan air steril ke dalam wadah tersebut hingga kelembaban mencapai $\pm 15-20\%$. Perlakuan dengan nematoda entomopatogen yaitu (0, 275, 550, 1100, 2200, dan 4400 IJ/ml) diteteskan pada permukaan pasir dalam wadah

yang telah berisi uret tersebut. Pengamatan dilakukan terhadap mortalitas uret pada tiap hari selama 10 hari dengan mengamati uret yang mati pada perlakuan dengan nematoda entomopatogen dan pada kontrol, setelah itu mortalitas dikoreksi dengan rumus Abbot (1925). Analisis data dilakukan dengan analisis varian dan probit (Finney, 1971), untuk membedakan rerata antar perlakuan diuji dengan DMRT pada taraf 5%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nematoda entomopatogen *H. indicus* dapat menyebabkan mortalitas pada uret *A. viridis* mencapai 86.67% dan 66.67% pada *L. stigma*. Sedangkan nilai LC_{50} *H. indicus* terhadap *A. viridis* mencapai 21 IJ/ml dan *L. stigma* mencapai 1,859 IJ/ml. Jumlah nematoda yang masuk ke dalam tubuh uret *A. viridis* mencapai 5 IJ/uret pada L1 dan 3 IJ/uret pada L2, sedangkan pada *L. stigma* mencapai 7 IJ/uret untuk L1 dan 4 IJ/uret untuk L2. Hubungan antara konsentrasi dengan mortalitas uret menunjukkan berfluktuasi hal itu disebabkan oleh adanya patogenesis strain nematoda entomopatogen yang berbeda pada masing-masing serangga, ketahanan serangga yang berbeda pada setiap spesiesnya (perilaku agresif), adanya perbedaan stadia perkembangan serangga (berhubungan dengan susunan kutikula dan *mode of entry*), jumlah bakteri tiap jufenil infektif yang membawa bakteri simbion, viabilitas nematoda yang digunakan, serta proporsi jufenil infektif yang dapat melakukan penetrasi ke dalam tubuh uret.

Berdasarkan nilai LC_{50} dan mortalitas uret yang terinfeksi oleh nematoda entomopatogen *H. indicus* (isolat Ngadas), dapat disimpulkan bahwa uret *A. viridis* instar satu lebih rentan dari pada instar dua demikian juga yang terjadi pada *L. stigma*.

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peningkatan produksi gula menghadapi berbagai kendala salah satunya oleh jasad pengganggu, yang berupa hama dan penyakit. Dua jenis hama penting pada tanaman tebu adalah *Anomala viridis* (Coleoptera: Scarabaeidae: Rutelidae) dan *Lepidiota stigma* (Coleoptera: Scarabaeidae: Melolonthidae). Keduanya sangat merusak pada stadia larva yang biasa disebut sebagai uret. Uret tersebut selain menyebabkan kerusakan pada tanaman tebu, juga menyerang tanaman jagung, agave, singkong, salak, kakao, kopi, karet, talas, kaerut, gadung, pisang muda, kelapa muda, kacang, kedelai, labu, ganyong dan tembakau dengan cara memakan bagian perakaran tanaman (Kalshoven, 1981; Sosromarsono, 1998; Wood dan Lass, 1985).

Gejala tanaman yang terserang uret menunjukkan seperti kekeringan yaitu layu, daun berwarna kuning sampai kecoklatan. Uret merusak tanaman dengan memakan bagian akarnya, sehingga akar tidak dapat berfungsi dengan baik dan akhirnya tanaman tebu akan kering, roboh dan mati, tingkat kerusakan tanaman tebu dapat mencapai 75-85 persen (Sugianto, 1992).

Pengendalian uret telah dilakukan dengan berbagai cara, yaitu pergiliran tanaman tebu-padi-palawija (Sugianto, 1992), secara mekanis dengan melakukan penangkapan terhadap kumbangnya, pengambilan telur ataupun uret secara langsung pada saat pembukaan tanah dan pembumbunan dapat mengurangi populasi di lapang lebih kurang lima persen (Suhartawan, 1995), serta dengan cara kimiawi menggunakan insektisida berformulasi granuler yang ditaburkan sebelum tanam. Pengendalian dengan cara tersebut di atas kurang efektif karena membutuhkan banyak tenaga, waktu dan biaya, selain itu penggunaan bahan kimia untuk pengendalian dapat menyebabkan erosi saat musim hujan dan bahaya keracunan, sehingga perlu adanya alternatif pengendalian dengan memperhatikan kelestarian dan kesehatan lingkungan, salah satunya adalah pemanfaatan nematoda entomopatogen genus *Steinernema* ataupun *Heterorhabditis*.

Kedua genus nematoda entomopatogen tersebut telah banyak diuji efektivitasnya terhadap berbagai jenis serangga hama terutama yang habitatnya dalam tanah. Menurut Kard *et al.* (1988), tiga spesies uret *Phyllophaga anxia* (LeConte), *P. fusca* (Froelich), dan *Polyphylla comes* Casey, pada uji laboratorium menggunakan *S. feltiae* dan *H. heliothidis* menyebabkan mortalitas uret mencapai 60-80 persen setelah 2-4 hari pengujian, di Eropa dan Amerika Serikat, hama *Otiorhynchus sulcatus* dapat dikendalikan dengan *Heterorhabditis* spp. dan *S. feltiae*, sedangkan untuk nematoda entomopatogen isolat lokal Indonesia masih sedang dalam penelitian.

1.2 Tujuan dan Kegunaan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui patogenesis nematoda entomopatogen isolat lokal (*Heterorhabditis* spp. atau *Steinernema* spp.) terhadap hama tebu *A. viridis* dan *L. stigma* di laboratorium.

Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi dasar bagi pengujian nematoda entomopatogen isolat lokal (*Heterorhabditis* spp. atau *Steinernema* spp.) selanjutnya dapat digunakan petani sebagai agens hayati yang murah dan aman lingkungan.

1.3 Hipotesis

1. Nematoda entomopatogen dapat menyebabkan mortalitas uret *A. viridis* dan *L. stigma*.
2. Nilai LC_{50} bagi instar muda (kecil) lebih kecil dari pada uret yang instar tua (besar).

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Hama Tanaman Tebu

Hama yang umum terdapat pada pertanaman tebu, yaitu hama penggerek pucuk (*Triporyza nivella* F.), penggerek batang (*Chilo auricilus* Dudg. dan *Chilo sacchariphagus* Boj.), penggerek batang abu-abu (*Euccama schystaceana* Sn.), kutu bulu putih (*Ceratovacuma lanigera* Zehnt) dan hama uret (*Lepidiota stigma* F. dan lainnya) (Sugianto, 1992).

Hama uret yang terdiri dari *A. viridis* dan *L. stigma* mempunyai daerah sebaran yang sangat luas, hampir di semua lahan pertanaman tebu khususnya pada daerah-daerah yang mempunyai struktur tanah ringan atau berpasir, tingkat serangan di daerah tersebut dapat mencapai 75-85 persen (Samoedi, 1993; Sugianto, 1992).

2.2 Biologi dan Ekologi Uret *Anomala viridis* F. dan *Lepidiota stigma* F.

2.2.1 Biologi Uret

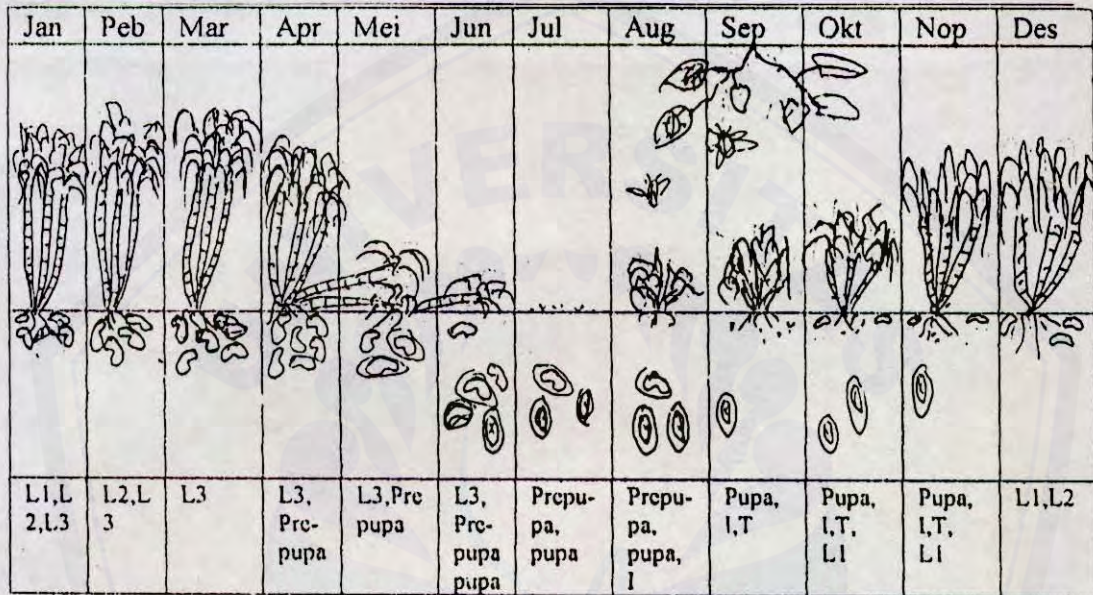
Uret *A. viridis* (Coleoptera: Scarabaeidae: Rutelidae) dan *L. stigma* (Coleoptera: Scarabaeidae: Melolonthidae), siklus hidupnya setahun (7-8 bulan) dan dapat mencapai 380 hari (hampir 13 bulan) apabila dipelihara dengan dipakan wortel dan talas (Kalshoven, 1981). Fenologi dan siklus hidup uret *A. viridis* dan *L. stigma* selama pada pertumbuhan tebu disajikan pada Gambar 1 dan 2.

2.2.2 Stadium Telur

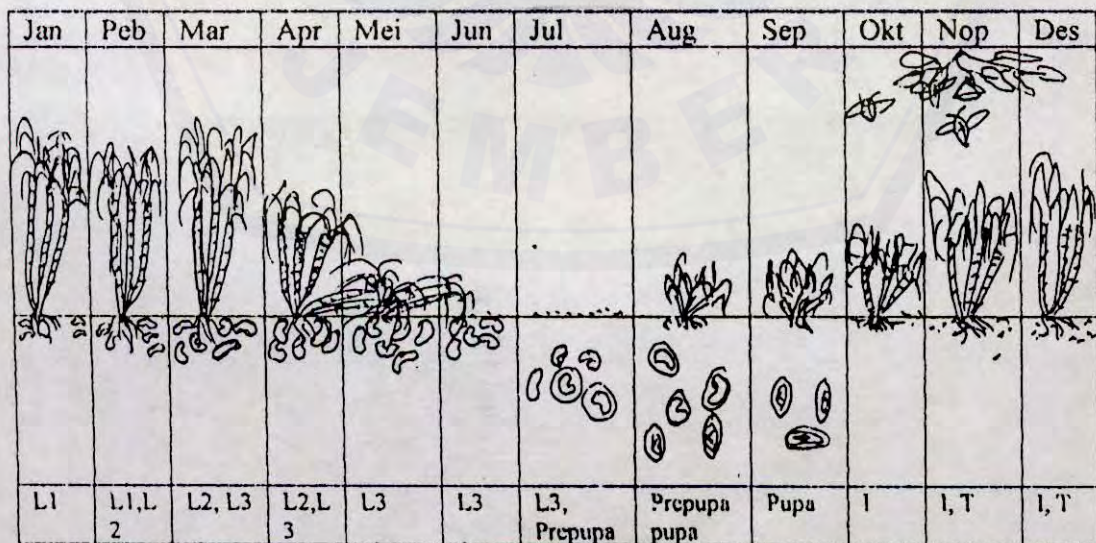
Serangga dewasa (kumbang) bertelur di tempat-tempat yang lembab dekat dengan permukaan tanah yang banyak campuran bahan organik yang belum hancur. Pada kedalaman 30-50 sentimeter, seekor induk betina *A. viridis*, mampu menghasilkan rata-rata 23-41 butir telur, fase telur berlangsung satu sampai dua minggu (Soetanto, 1972).



Telur mempunyai warna yang bervariasi, mulai dari putih tulang sampai krem, biasanya tunggal dan terdapat di dalam tanah dengan kedalaman tertentu sehingga terhindar dari keadaan lingkungan yang kurang menguntungkan (Blackburn, 1984).



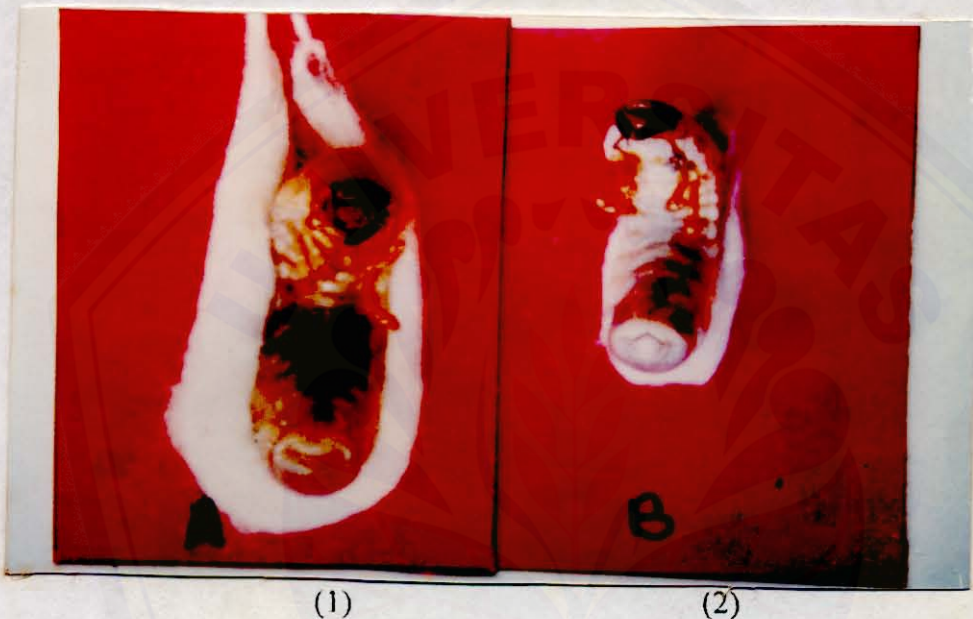
Gambar 1. Siklus Hidup Uret *A. viridis* Berdasarkan Hasil Pengamatan di Lapang. L1= instar 1, L2= instar 2, L3= instar 3, I= imago, dan T= telur.



Gambar 2. Siklus Hidup Uret *L. stigma* Berdasarkan Hasil Pengamatan di Lapang. L1= instar 1, L2= instar 2, L3= instar 3, I= imago, dan T= telur.

2.2.3 Stadium Uret dan Pupa

Tipe larva adalah scarabaeiform sehingga disebut uret, mempunyai ukuran 25 - 30 milimeter (*A. viridis*) dan 40-50 milimeter (*L. stigma*). Kedua uret dapat dibedakan oleh bentuk celah analnya (Gambar 3.). Badannya berwarna putih, tubuhnya membengkok dan kepala berwarna kuning kemerahan sampai kecoklatan.



Gambar 3. Perbedaan uret *A. viridis* dan *L. stigma* berdasarkan bentuk celah anal (1) *A. viridis* dan (2) *L. stigma*.

Masa prepupa ditandai dengan warna uret yang menjadi kuning, diam dan segmen menjadi terang. Pupa mempunyai tipe eksarata dengan warna pupa putih kecoklatan (Kalshoven, 1981), lama stadium pupa bekisar 15-25 hari, umumnya pupa terletak di bawah permukaan tanah dalam ruangan yang berbentuk lonjong (Widiarti, 1986).

2.2.4 Stadium Imago (Kumbang)

Imago yang baru keluar dari pupa masih mengalami masa non aktif, yaitu belum melakukan kegiatan-kegiatan terutama dalam usaha memperbanyak keturunan (Soetanto, 1972). Kumbang *L. stigma* mempunyai panjang dan lebar tubuh kurang lebih 45 milimeter dan 20 milimeter, dikenal sebagai ampal. Bagian

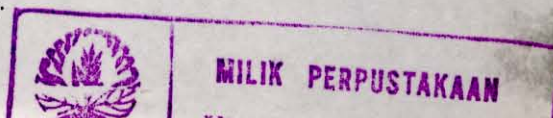
dorsal kumbang berwarna coklat muda yang sebenarnya adalah warna sisik-sisik yang menutupi rapat permukaan tubuh. Di dekat ujung posterior kedua elitra terdapat bercak putih yang merupakan sisik. Bercak putih itu khas bagi *L. stigma* (Kalshoven, 1981). Sedangkan imago *A. viridis*, elitra halus berwarna hijau mengkilat sampai hijau kecoklatan (Gambar 4a). Imago yang sering dikenal katimumul ini mempunyai ukuran kurang lebih 9-20 milimeter (Kalshoven, 1981). Perubahan pupa menjadi imago terjadi di tempat hidup uret di dalam tanah dan keluar setelah kondisi lingkungan sesuai (Widiarti, 1986) dengan kemampuan terbang mencapai 30 - 100 meter (Soetanto, 1972).



Gambar 4. Uret dan imago *A. viridis* (a) dan *L. stigma* (b)

2.3 Daerah Sebaran dan Habitat Uret

Gangguan uret terhadap tanaman tebu terutama terjadi pada pertanaman yang diusahakan di lahan kering dengan tipe tanah ringan berpasir (Samoedi, 1993), serta jenis tanah regosol dengan campuran pupuk hijau merupakan tempat yang sangat baik bagi kehidupan uret (Soetanto, 1972). Pada akhir-akhir ini serangan uret yang cukup luas terdapat di daerah pengembangan di lahan kering PG Prajekan (Tamanan dan Maesan), PG Jatiroto (Tempeh), PG Madu Baru PT (Purworejo, Kalasan dan Sleman) (Samoedi, 1993).



Penyebab utama berkembangnya uret adalah kurangnya perhatian terhadap kebun-kebun. Sisa-sisa dongkelan tebu dalam tanah yang masih tertinggal, juga merupakan faktor penting dalam kehidupan uret. Trembesi, sengon, waru, johar dan flamboyan merupakan tanaman peneduh dan berfungsi sebagai penahan erosi, tetapi dapat menjadi inang yang baik bagi imago pada waktu terbang, sebagai tempat kopulasi. Mengurangi atau menghilangkan tanaman peneduh akan berpengaruh baik bagi penekanan uret, tetapi akan merugikan usaha pengawetan tanah (Soetanto, 1972).

2.4 Gejala Serangan Uret

Uret dapat menyerang tanaman tebu yang masih muda (tanaman bibit) maupun yang sudah tua (tanaman produksi).

1. Pada tanaman muda (tanaman bibit)

Gejala yang nampak pada tanaman muda adalah pucuk-pucuk tebu mula-mula layu, kemudian menguning menyerupai gejala kekeringan. Serangan pada tanaman muda mengakibatkan penanaman ulang (Widiarti, 1986).

2. Pada tanaman tua (tanaman produksi)

Gejala serangan uret nampak pada bulan April-September, saat uret berada pada instar tiga. Tanaman yang terserang daunnya menguning, kering dan roboh, berakibat langsung pada penurunan produksi gula (Soetanto, 1972).

2.5 Teknik Pengendalian Uret yang telah Dilakukan

Pengendalian uret yang pernah dilakukan, antara lain: pengendalian secara mekanik, penggunaan tanaman perangkap, pembongkaran tanaman yang terserang, penggunaan varietas toleran, pengendalian secara biologis, serta terakhir secara kimiawi (Samoedi, 1993).

2.5.1 Pengendalian Mekanis

Pengendalian secara mekanis dilakukan dengan gropyokan yaitu menangkap kumbang pada malam hari atau memungut uret pada saat pengolahan tanah. Tujuannya berusaha memutuskan siklus hidup uret dengan membunuh sebanyak mungkin kumbang dan uret sebelum tanam. Cara tersebut selain dapat membunuh kumbang dan uret secara langsung, juga mempunyai kelemahan diantaranya:

1. Kumbang-kumbang yang tertangkap pada malam hari dari pepohonan umumnya telah meletakkan telur-telurnya.
2. Jumlah sisa uret instar tiga yang lepas tidak terkumpulkan pada saat pengolahan tanah masih cukup untuk menimbulkan kerusakan dan sebagai sumber infeksi.
3. Sebagian besar uret instar satu dan dua yang hidup pada kedalaman lebih dari 30 sentimeter tidak terganggu oleh alat-alat pengolahan tanah (Samoedi, 1993).

2.5.2 Penggunaan Tanaman Perangkap dan Pembongkaran Tanaman Terserang

Kumbang sering dijumpai makan daun asem dan mente daripada daun jenis pohon yang lain. Disarankan untuk menanam tanaman inang tersebut di sekitar kebun dan menyemprotnya dengan insektisida pada saat terbang, sehingga kumbang-kumbang yang makan daun-daun di pohon tersebut mati. Pembongkaran tunggul (dongkelan) dapat memotong siklus hidup uret, dengan cara seperti ini uret tidak menjadi sumber infeksi tanaman selanjutnya. (Samoedi, 1993).

2.5.3 Penggunaan Varietas Toleran

Varietas tebu yang toleran terhadap serangan uret memiliki sebagian akar primodia tetap dorman dalam keadaan normal, tetapi akan tumbuh bila akar-akarnya rusak atau terserang uret (Samoedi, 1993).

2.5.4 Pengendalian Biologis

Pengendalian uret secara biologis dilakukan di Hawaii dan Mauritius, menggunakan parasitoid *Tiphia segregata* Crawford yang didatangkan dari Filipina ke Hawaii dan *Campsomeris marginella* (Klug) dari Barbados ke Mauritius. Penggunaan parasitoid *Campsomeris* sp. dan berbagai jenis burung pernah dilakukan di Kalimantan Selatan dan Kediri, tetapi tidak mampu mengendalikan populasi uret (Samoedi, 1993). Pengendalian uret (Coleoptera: Scarabaeidae) menggunakan nematoda entomopatogen telah banyak dilakukan baik di laboratorium maupun di lapangan. Kard *et al.* (1988) melaporkan, tiga spesies uret *Phyllophaga anxia* (LeConte), *P. fusca* (Froelich), dan *Polyphylla comes* Casey, pada uji laboratorium menggunakan *S. feltiae* dan *H. heliothidis* menunjukkan mortalitas uret mencapai 60-80 persen setelah 2-4 hari pengujian, sedangkan *European chafer* dan *Japanese beetle* di New York yang dianggap penting secara ekonomis dapat dikendalikan dengan *H. heliothidis* dengan mortalitas mencapai 61-64 persen (Villani dan Wright, 1988). Uret *Phyllopertha horticola* instar tiga dapat dikendalikan dengan *Heterorhabditis* spp. isolat NLH, E87.3 dan *S. glaseri* 326 dengan mortalitas hampir mendekati 100 persen (Smits *et al.*, 1994).

2.5.5 Pengendalian Kimiawi

Usaha pengendalian uret yang terakhir adalah menggunakan bahan kimia yaitu insektisida sistemik yang bersifat persisten dalam tanah sehingga mampu melindungi tanaman tebu selama 2-3 musim. Pada awalnya yang banyak digunakan berbentuk granular selanjutnya dikembangkan formula *controlled release* (CR) insektisida untuk pengendalian serangga tanah seperti uret ini. Bahan aktif yang dipakai adalah *chlorpyrifos* yang sukar larut, tidak mobil dan efek residunya pendek. *Chlorpyrifos* diaplikasikan dalam jumlah yang cukup, secara pelan-pelan dalam periode yang relatif panjang. Tujuannya agar residu efektif insektisida tersebut dapat melindungi tanaman terhadap hama sasaran, dalam waktu yang cukup panjang (Samoedi, 1993).

2.6 Pengendalian Uret Menggunakan Nematoda Entomopatogen

2.6.1 Nematoda Entomopatogen

Nematoda yang berasosiasi dengan serangga terdapat lebih dari 30 famili, tetapi hanya sembilan famili saja yang bisa digolongkan mampu berfungsi sebagai agens pengendali biologis (hayati), di antaranya: Tetradonematidae, Mermitidae, Steinernematidae, Heterorhabditidae, Phaenopsitylenchidae, Itonchiidae, Allantonemtidae, Parasytylenchidae, dan Sphaerulariidae. Perhatian terbesar ditujukan pada dua famili, Steinernematidae dan Heterorhabditidae. Keduanya berasosiasi dengan bakteri simbion yang patogenik, yang bisa membuat nematoda-nematoda tersebut menjadi lebih ganas dalam membunuh inang dalam kisaran yang luas (Van Driesche dan Bellows, 1996).

2.6.2 Steinernematidae dan Heterorhabditidae

Beberapa spesies dalam genus *Steinernema* dan *Heterorhabditis* telah menjadi pusat perhatian dalam usaha pengembangan penggunaan nematoda secara komersial (Gaugler dan Kaya 1990, Kaya dan Gaugler 1993, Tanada dan Kaya 1993). Famili Steinernematidae dan Heterorhabditidae ini telah digunakan sebagai agens pengendali hama komersial, karena mereka memiliki sifat khusus: (1) kisaran inang yang luas, (2) kemampuan membunuh inang dalam waktu singkat (48 jam), (3) kemampuannya untuk hidup pada media buatan, (4) tingkat infeksi yang tetap setelah disimpan, (5) tidak menyebabkan resistensi terhadap inang, dan (6) aman terhadap lingkungan. Penetrasi nematoda entomopatogen ke dalam tubuh inang melalui lubang-lubang alami (mulut, spirakel, anus) atau luka, dan penetrasi ke dalam haemocoel. Bakteri *Xenorhabdus* spp. dan *Photorhabdus* spp., bersifat simbiotik terhadap nematoda *Steinernema* spp. dan *Heterorhabditis* spp. tetapi bersifat patogenik terhadap inang (Van Driesche dan Bellows, 1996).

2.6.3 Nematoda Entomopatogen Isolat Lokal

Nematoda entomopatogen isolat lokal diperoleh dengan mengisolasi tanah dari daerah sentra komoditi hortikultura di pegunungan Sang Hyang dan pegunungan Bromo. Hasil pengamatan morfometrik diketahui bahwa terdapat delapan isolat lokal yang telah dikoleksi, dan lima diantaranya digunakan dalam pengujian patogenesis. Kelima nematoda entomopatogen isolat lokal tersebut antara lain: *Heterorhabditis* spp. (isolat Ngadisari), *H. indicus* (isolat Ngadas), *Heterorhabditis* spp. (isolat Sumberejo), *Steinernema* spp. (isolat Cemoro Lawang) dan *Steinernema* spp. (isolat Pujon) (Bahari, 1999).

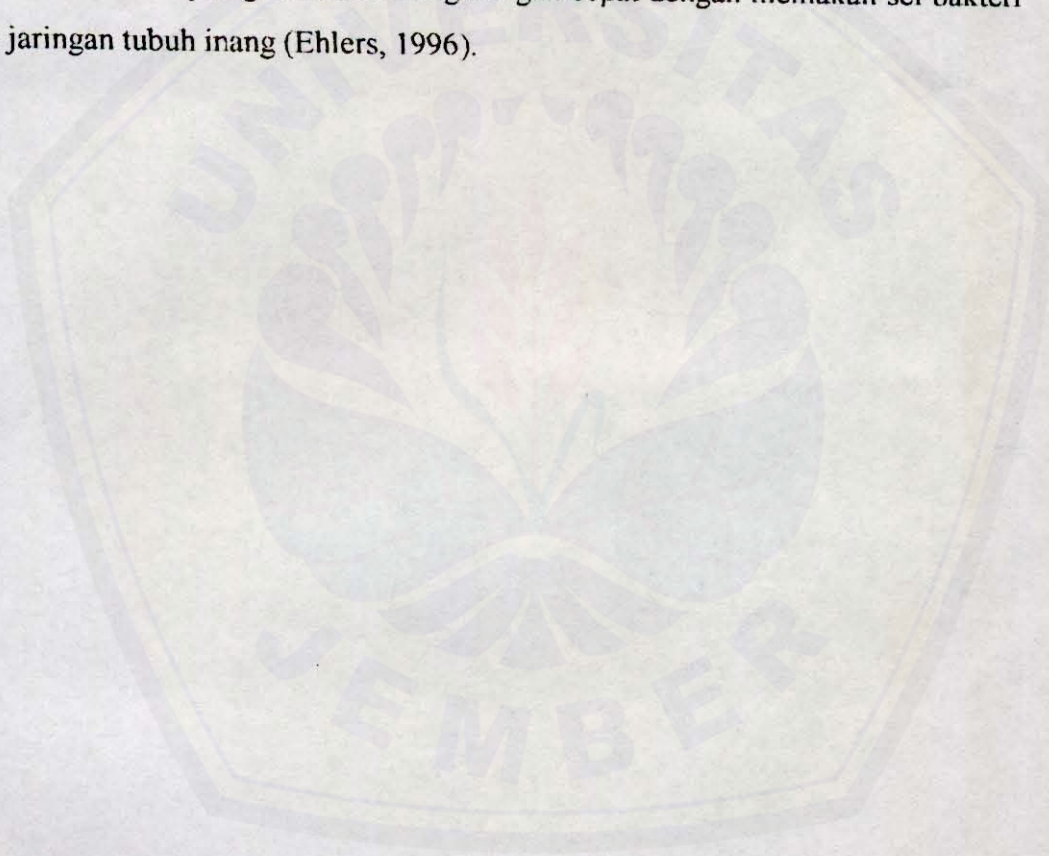
Pengujian gejala kutikula serangga yang terinfeksi nematoda entomopatogen isolat Ngadisari, Ngadas dan Sumberejo menunjukkan warna merah muda hingga merah tua pada kutikula serangga yang disebabkan adanya aktivitas bakteri simbion *Photorhabdus luminescens*. Gejala serangan pada serangga yang terinfeksi nematoda isolat Cemoro Lawang dan Pujon menunjukkan gejala coklat atau karamel, yang disebabkan oleh aktivitas bakteri simbion *Xenorhabdus* spp. (Ehlers dan Peters, 1995; Bahari, 1999).

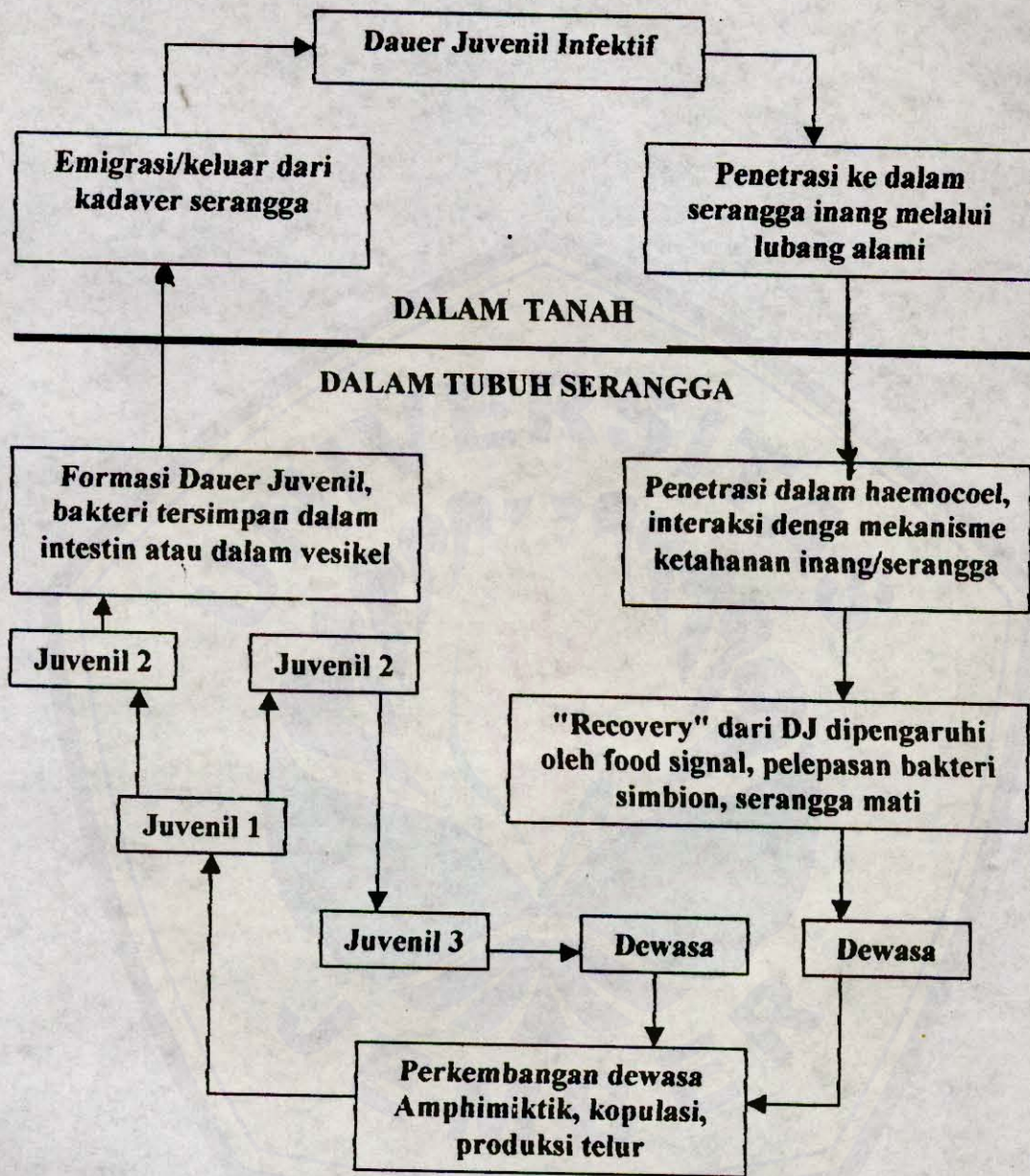
2.6.4 Siklus Hidup dan Perilaku Nematoda Entomopatogen

Nematoda entomopatogen sebagian besar mempunyai siklus hidup sederhana yaitu dari telur, empat instar juvenil dan dewasa Gambar 5. Fase infeksi khusus pada fase tiga (J3) yang disebut *infektif juvenil* (IJ) atau *dauer larva*, merupakan fase yang resisten terhadap faktor lingkungan. (Woodring dan Kaya, 1988; Tanada dan Kaya, 1993). Kemampuan nematoda untuk bertahan dalam tanah sangat tinggi sehingga mampu mempertahankan diri dari lingkungan yang ekstrim. Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kemampuan nematoda untuk tetap hidup, penyebaran nematoda dan proses menemukan inang dalam tanah adalah ukuran pori-pori tanah, kelembaban, temperatur, akar tanaman, parasit dan predator yang baru diketahui (Kaya dan Gaugler, 1993).

2.6.5 Mekanisme Patologi Nematoda Entomopatogen

Nematoda entomopatogen memarasit serangga inang dengan jalan penetrasi secara langsung melalui kutikula ke dalam hemocoel atau melalui lubang-lubang alami seperti trachea, mulut, anus dan stigma (Tanada dan Kaya, 1993). Setelah masuk kedalam tubuh inang, nematoda entomopatogen melepaskan bakteri simbiose ke dalam haemolymph, setelah 24 - 48 jam serangga inang akan mati, seperti Gambar 5. Dalam tubuh inang yang mati, nematoda entomopatogen berkembang dengan cepat dengan memakan sel bakteri dan jaringan tubuh inang (Ehlers, 1996).





Gambar 5. Siklus Hidup Nematoda Entomopatogen *Steinernema carpocapsae* (Ehlers and Peters, 1995)

III. BAHAN DAN METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Perlindungan Tanaman Program Studi Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Jember mulai bulan Mei 1999 sampai Desember 1999.

3.2 Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah nematoda entomopatogen isolat lokal, *Heterorhabditis indicus* (isolat Ngadas), *Heterorhabditis* spp. (isolat Ngadisari), *Steinernema* spp. (isolat Cemoro Lawang), *Heterorhabditis* spp. (isolat Sumberejo) dan *Steinernema* spp. (isolat Pujon) (Bahari, 1999), uret *A. viridis* dan *L. stigma*, larva *Tenebrio molitor*, media ginjal, air steril, pasir steril, wortel, tebu, ubi jalar, dan kertas saring Whatman No. 1.

Alat yang digunakan adalah mikroskop binokuler, cawan penghitung, Petridish, mikropipet *Eppendorf* (200-1000 mikron), Laminar air flow, *hand counter*, botol plastik, gelas piala, *hand sprayer*, jarum Ose dan Ent, gunting, pinset dan sebagainya.

3.3 Metode Penelitian

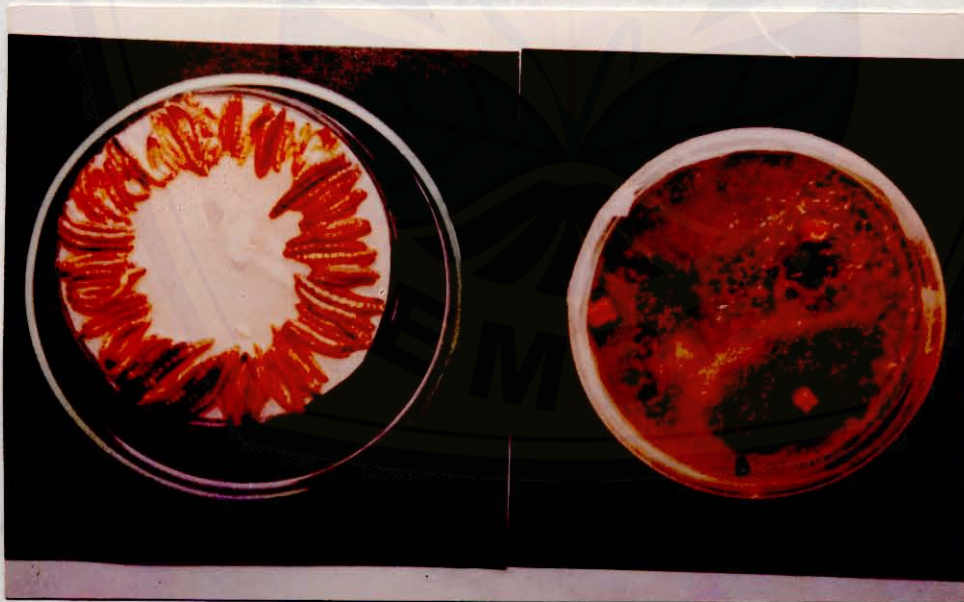
Penelitian ini dilakukan dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL), menggunakan enam perlakuan konsentrasi nematoda, setiap perlakuan diulang tiga kali, dengan masing-masing ulangan terdiri atas lima ekor uret instar satu (L1), instar dua (L2) dan instar tiga (L3) yang dimasukkan ke dalam botol plastik berisi pasir steril dengan kelembaban 15-20 persen.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Persiapan Penelitian

a. Perbanyakkan Nematoda Entomopatogen Isolat Lokal

Perbanyakkan nematoda entomopatogen isolat lokal secara *in vivo* dilakukan pada larva *Tenebrio molitor*, dengan menginokulasi larva *T. molitor* dengan juvenil infeksiif nematoda entomopatogen dalam cawan Petri yang dilapisi dengan kertas saring lembab. Larva *T. molitor* yang mati diperlakukan dengan metode *White trap* (Woodring dan Kaya, 1988), yaitu di tengah-tengah cawan Petri besar diletakkan cawan Petri yang lebih kecil dengan posisi tengkurap dan bagian atasnya dilapisi kertas saring basah, kemudian larva *T. molitor* yang mati diletakkan secara melingkar di atas kertas saring basah tersebut seperti pada Gambar 6a. Nematoda entomopatogen yang didapat disaring terlebih dahulu dengan saringan 30μ untuk memisahkan nematoda yang mati dengan yang masih hidup.



Gambar 6. Perbanyakkan Nematoda Entomopatogen Isolat Lokal secara *in vivo* (*White trap*) (a) dan *in vitro* (b).

Perbanyakkan nematoda entomopatogen secara *in vitro* digunakan media agar yang telah tersedia dalam Petridish steril, kemudian bakteri simbion nematoda (*Photorhabdus luminescens*) diisolasikan ke dalam media agar tersebut

dan diinkubasikan selama 24 jam, setelah itu ginjal steril yang telah dipotong dengan ukuran $\pm 0.125 \text{ cm}^3$ dimasukkan ke dalam media agar, dan yang terakhir diisolasikan nematoda entomopatogen (Gambar 6b.). Perkembangan nematoda diamati setiap 24 jam, jika telah terbentuk juvenil infeksi dalam jumlah banyak maka dilakukan pemanenan dan isolasi lanjut dengan memindahkan nematoda entomopatogen pada media yang baru. Hasil panen disimpan dalam air steril pada suhu kamar atau dalam botol yang dilengkapi dengan aerator.

b. Pengumpulan Uret *A. viridis* dan *L. stigma*

Uret *L. stigma* dan *A. viridis* yang akan digunakan dalam penelitian ini dikumpulkan secara langsung dari lahan PG Ngadirejo HGU Sumber Lumbu, Kediri dan PG Semboro Kebun Jolondoro, Glenmor, kemudian dipelihara dalam timba plastik atau secara individu dalam botol plastik berisi tanah lembab dan diberi akar tebu atau rumput segar sebagai makanannya.

3.4.2 Evaluasi Nematoda Entomopatogen Isolat Lokal

Evaluasi nematoda entomopatogen dilakukan terhadap isolat lokal *Heterorhabditis* spp. (isolat Ngadisari), *H. indicus* (isolat Ngadas), *Heterorhabditis* spp. (isolat Sumberejo), *Steinernema* spp. (isolat Cemoro Lawang), dan *Steinernema* spp. (isolat Pujon) (Bahari, 1999) untuk mendapatkan spesies isolat lokal yang paling efektif dengan bakteri yang dapat menimbulkan mortalitas uret tertinggi.

Pengujian ini dilakukan dengan meneteskan suspensi nematoda sebanyak 1000 IJ/ml di atas permukaan pasir dalam botol plastik dengan kelembaban 15-20 persen yang telah berisi satu ekor uret, kecuali kontrol ditetesi dengan air steril. Kemudian botol ditutup dan disimpan di tempat gelap (Smits, 1994). Perlakuan ini diulang tiga kali dan masing-masing ulangan terdiri atas tiga ekor uret ($n = 9$). Mortalitas uret diamati 2-5 hari setelah inokulasi, dihitung dengan rumus Abbot (1925). Nematoda isolat lokal yang paling efektif mengendalikan uret digunakan untuk uji patogenesis.

Rumus Abbot (1925):

$$P = \frac{A - B}{100 - B} \times 100 \%$$

Keterangan: P = Persentase kematian terkoreksi (%)

A = Persentase kematian pada perlakuan (%)

B = Persentase kematian pada kontrol (%)

3.4.3 Uji Pendahuluan

Uji pendahuluan dilakukan untuk mencari selang konsentrasi yang akan digunakan dalam pengujian patogenesis nematoda entomopatogen lebih lanjut. Kisaran pengujian dilakukan pada konsentrasi (0, 800, 1000, dan 1500 IJ/ml), diulang tiga kali, setiap ulangan digunakan lima ekor uret ($n = 15$), uret ditempatkan secara individu dalam botol plastik. Pengamatan dilakukan terhadap mortalitas uret setiap hari sampai dengan hari kesepuluh. Data hasil pengamatan dianalisis dengan analisis probit (Finney, 1971), setelah dikoreksi dengan rumus Abbot (1925).

3.4.4 Uji Patogenesis Nematoda Entomopatogen Isolat Lokal

Uji patogenesis digunakan konsentrasi yang diperoleh dari uji pendahuluan untuk menentukan nilai LC_{50} , yaitu 275, 550, 1100, 2200, 4400 IJ/ml dan kontrol. Digunakan tiga ulangan dan masing-masing ulangan terdiri dari lima ekor uret ($n=15$). Pengamatan dilakukan terhadap mortalitas uret, data hasil pengamatan dianalisis dengan analisis probit (Finney, 1971), setelah dikoreksi dengan rumus Abbot (1925), untuk menentukan nilai LC_{50} . Laju penetrasi diamati dengan membedah uret yang mati, lalu menghitung jumlah nematoda yang ada di dalam tubuh uret.

3.5 Parameter Pengamatan



Parameter yang diamati pada penelitian ini adalah:

1. Mortalitas uret *I. stigma* dan *A. viridis* pada beberapa konsentrasi pengujian.
2. Jumlah nematoda entomopatogen yang masuk ke dalam tubuh uret dilakukan dengan membedah uret yang mati.
3. Patogenesitas nematoda entomopatogen dengan menentukan nilai LC_{50} dilakukan pada uret instar satu (L1) dan dua (L2).

3.6 Analisis Data

Data hasil pengamatan dilakukan Analisis Varian (ANOVA), untuk membedakan rerata antar perlakuan digunakan uji kisaran jarak berganda Duncan (DMRT) pada taraf 5%. Penentuan nilai LC_{50} dilakukan dengan analisis probit (Finney, 1971) setelah dikoreksi dengan rumus Abbot (1925).

V. PEMBAHASAN

Mortalitas uret baik *A. viridis* maupun *L. stigma* pada masing-masing instar dapat digunakan sebagai indikasi tingkat kerentanan atau ketahanan uret terhadap nematoda entomopatogen. Tingkat kerentanan atau ketahanan suatu serangga terhadap patogenesis nematoda entomopatogen diantaranya ditentukan oleh (1) adanya patogenesis strain nematoda yang berbeda pada masing-masing serangga, (2) ketahanan serangga inang yang berbeda pada setiap spesiesnya, (3) adanya perbedaan stadia perkembangan (instar), (4) jumlah bakteri tiap juvenil infeksi yang membawa simbiosis, serta (5) proporsi juvenil infeksi yang membawa bakteri simbiosis (Glazer, 1992).

5.1 Pengaruh Konsentrasi terhadap Mortalitas Uret

Peningkatan konsentrasi nematoda entomopatogen yang diujikan tidak selalu menyebabkan peningkatan mortalitas uret atau terjadi fluktuasi pada masing-masing jenis dan umur uret (Gambar 7.). Faktor yang menyebabkan terjadinya fluktuasi ini dapat berasal dari nematoda entomopatogen yang digunakan dalam pengujian, mekanisme ketahanan uret, serta lingkungan saat aplikasi. Uret mempunyai beberapa cara dalam mempertahankan diri, diduga hal tersebut dapat menyebabkan kegagalan bagi nematoda untuk melakukan penetrasi atau bahkan menginfeksi uret. Beberapa mekanisme ketahanan uret tersebut adalah penunjukan perilaku agresif (selalu menggerakkan tungkai, alat mulut dan *rasternya*) jika nematoda-nematoda mendekati kutikulanya. Gerakan tersebut dapat efektif untuk mengusir dan atau membunuh nematoda yang ada pada atau di sekitar kutikula (Gaugler *et al.*, 1994; Wang *et al.*, 1995), karena diketahui juga bahwa *mode of entry* nematoda terhadap uret adalah melalui lubang alami (oral, anal, spirakel) dan kutikula (Cui *et al.*, 1993; Ehlers, 1996; Foschler dan Gardner, 1991).

5.2 Pengaruh Perilaku Uret terhadap Penetrasi Nematoda

Perbedaan perilaku pada masing-masing jenis dan ukuran menyebabkan perbedaan kesempatan bagi nematoda untuk menyebabkan infeksi. Uret instar satu biasanya memakan sisa-sisa bahan organik dalam tanah dengan aktivitas mandibula masih lemah sehingga jumlah nematoda yang masuk menjadi lebih banyak (rata-rata jumlah juvenil yang masuk pada uret instar satu *A. viridis* adalah lima juvenil sedangkan *L. stigma* adalah tujuh juvenil). Perilaku uret instar dua yang selalu menggerakkan mulut dengan meningkatnya aktivitas makan menyebabkan nematoda yang berusaha memenetrasi melalui mulut menjadi terpotong-potong oleh mandibula (Gaugler, 1994). Aktivitas mandibula tersebut menyebabkan jumlah nematoda yang masuk ke dalam uret instar dua menjadi berkurang, sedangkan tungkai dan ruas tubuh uret yang selalu bergerak menyebabkan nematoda yang mendekat menjadi terusir.

Penetrasi nematoda melalui kutikula dipengaruhi oleh ketebalan kutikula. Kutikula uret instar dua lebih tebal dibandingkan instar satu sehingga nematoda lebih mudah melakukan penetrasi pada instar satu. Instar akhir (prepupa) merupakan stadia yang paling resisten terhadap serangan nematoda karena kutikula semakin tebal dan mengeras.

5.3 Toksin Nematoda Entomopatogen

Nematoda entomopatogen merupakan patogen *intra haemocoelic* serangga yang meliputi dua stadia, yaitu invasi dan evasi (Simões dan Rosa, 1996). Invasi merupakan proses penetrasi nematoda entomopatogen ke dalam haemocoel serangga sampai terjadinya infeksi, sedangkan evasi meliputi proses perkembangan dan reproduksi nematoda dalam haemocoel. Patogenesis terjadi setelah nematoda berhasil memenetrasi serangga, nematoda segera melepaskan bakteri simbiotiknya serta faktor toksik lainnya yang menghasilkan aksi sinergistik antara kedua partisipan dari kompleks tersebut (Simões dan Rosa, 1996). Nematoda memproduksi eksotoksin yang dapat menyebabkan paralisis pada serangga. Nematoda *H. indicus* bersimbiose dengan bakteri *Photobacterium luminescens* yang merupakan kelompok bakteri patogenik yang tidak berspora.



Gejala serangan nematoda *H. indicus* terhadap uret *L. stigma* (Gambar 9b.) adalah coklat kemerahan akibat aktivitas bakteri simbiosis *P. luminiscens* sebagai indikasi yang (Ehlers dan Peters, 1995). Sifat patogenik bakteri tersebut sebagai hasil dari produksi enzim ekstra seluler selama multiplikasi (protease, lipase, lechitinase, DNAase dan fosfatase) dan lipopolisakarida (LPS) yang merusak haemosit dan aktivitas penghambatan prophenoloxidase bagian dari respon ketahanan hormonal serta organ internal serangga setelah bakteri mencapai haemocoel (Burnel dan Dowds, 1996; Simões dan Rosa, 1996).



Gambar 9. Gejala *L. stigma* Terinfeksi Nematoda Entomopatogen *H. indicus* (Isolat Ngadas) (a) Sehat (b) Terinfeksi *H. indicus* (c) Mati tidak Terinfeksi *H. indicus*.

Nilai LC_{50} menunjukkan bahwa uret *A. viridis* dan *L. stigma* instar satu lebih rentan terhadap nematoda *H. indicus* daripada instar dua. Perbedaan kerentanan ini disebabkan bertambahnya ukuran tubuh uret (Glazer, 1992).

5.4 Aplikasi Nematoda Entomopatogen

Serangan uret pada tebu yang paling membahayakan adalah pada saat instar tiga. Uret instar tiga ini menyerang pangkal batang dan akar tebu sehingga tebu menjadi layu, kering dan mati. Aplikasi nematoda sebaiknya dilakukan pada saat uret berada pada instar awal (L1) yang paling rentan terhadap serangan

nematoda. Rekomendasi waktu aplikasi nematoda adalah sore hari untuk mencegah desikasi dan inaktivasi oleh sinar ultraviolet (UV) (Downes dan Griffin, 1996; Selvan *et al.*, 1994). Aplikasi nematoda dapat menggunakan penyemprot konvensional, sprayer, helikopter atau melalui sistem irigasi (Ehlers, 1996). Aplikasi selama musim hujan atau sebelum irigasi sangat dianjurkan daripada kondisi kering (Selvan *et al.*, 1994), kelembaban yang tinggi penting untuk migrasi nematoda. Nematoda ini mudah dipadukan dalam praktek pengendalian kimiawi (Ehlers, 1996).

Nematoda *H. indicus* dapat digunakan untuk mengendalikan hama uret dan jenis lainnya pada tanaman bernilai tinggi, dapat digunakan pada skala besar dalam Pengelolaan Hama Terpadu (PHT), pertanian organik dan sistem budidaya tanaman yang berkelanjutan untuk mengendalikan hama dalam tanah (Ehlers, 1996). Nematoda entomopatogen aman terhadap lingkungan dan tidak menyebabkan penyakit pada mamalia (Ehlers dan Peters, 1995).

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan:

1. Nematoda entomopatogen *H. indicus* (isolat Ngadas) patogenik terhadap uret *L. stigma* L2 dengan mortalitas uret mencapai 67 persen.
2. Mortalitas uret *A. viridis* tertinggi mencapai 86.67 persen pada uret instar satu, dan 66.67 persen pada instar dua.
3. Patogenesitas nematoda entomopatogen ditentukan dengan nilai LC_{50} *H. indicus* terhadap uret *A. viridis* dan *L. stigma* yaitu 21 IJ/ml pada *A. viridis* L1, 70795 IJ/ml pada *A. viridis* L2, 1859 IJ/ml pada *L. stigma* L1 dan 2344 IJ/ml pada *L. stigma* L2. Nilai LC_{50} uret instar satu lebih kecil dari pada uret instar dua.

6.2 Saran

Penelitian mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi efektivitas nematoda entomopatogen isolat lokal, *H. indicus* (isolat Ngadas) terhadap uret masih perlu dilakukan untuk menambah pengetahuan yang menunjang penelitian selanjutnya.

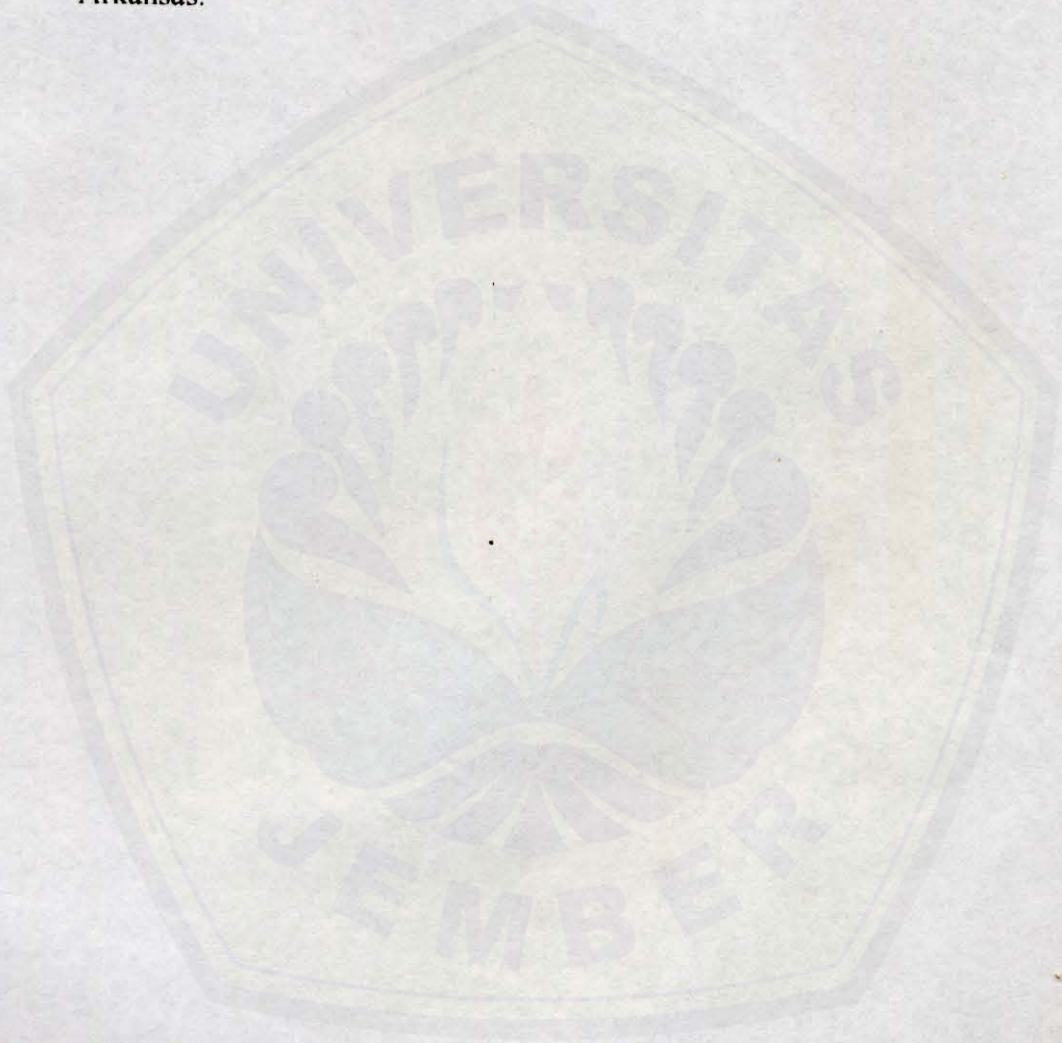
DAFTAR PUSTAKA

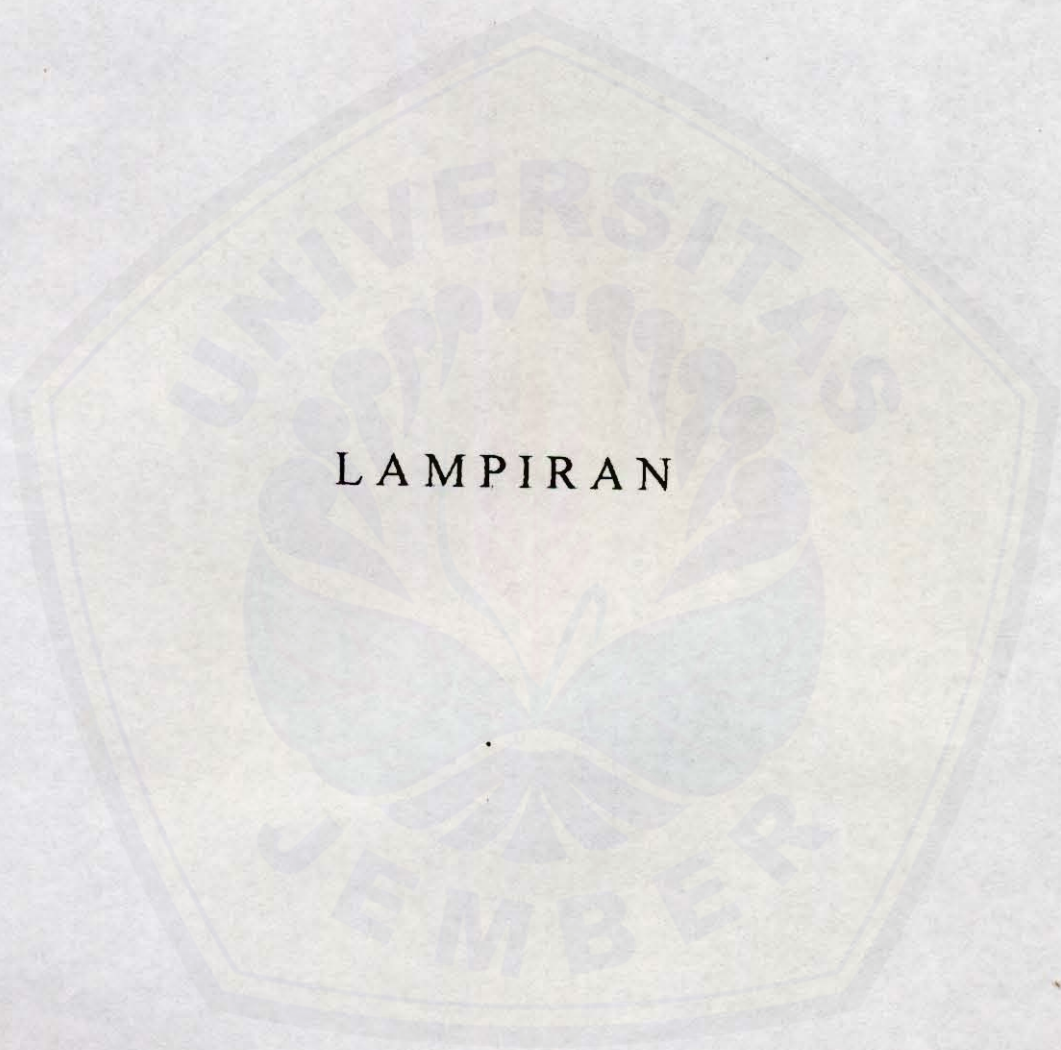
- Abbot, W. S. 1925. Methode of computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.* **18**, 265-267.
- Bahari, R., 1999, Inventarisasi, isolasi, dan identifikasi nematoda entomopatogen *Steinernema* spp. dan *Heterorhabditis* spp. pada tanaman hortikultura di Jawa Timur, *Makalah Seminar Hasil Penelitian*, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Jember.
- Blackburn, F., 1984, Sugar Cane, *Tropical Agriculture Series*, Long Man Group, New York.
- Cui, L., R. Gaugler, and Y. Wang, 1993, Penetration of Steinernematid nematodes (Nematoda: Steinernematidae) into Japanese beetle larvae, *Popillia japonica* (Coleoptera: Scarabaeidae), *J. Invertebr. Pathol.* **62**, 73-78.
- Ehlers, R. U. and A. Peters, 1995, Entomopathogenic nematodes in biological control: feasibility, perspective and possible risks. In *Biological Control: Benefit and Risks* (H. M. T. Hokkanen and J. M. Lynch, Eds). Cambridge University Press, Cambridge, 119-136.
- Finney, D.J. 1971. *Probit Analysis*. 3rd ed. Cambridge University Press. Cambridge. England.
- Forschler, B. T. and W. A. Gardner, 1991, Parasitism of *Phyllophaga hirticula* (Coleoptera: Scarabaeidae) by *Heterorhabditis heliothidis* and *Steinernema carpocapsae*, *J. Invertebr. Pathol.* **58**, 396-407.
- Gaugler, R., Y. Wang, and J. F. Campbell, 1994, Aggressive and evasive behaviors in *Popillia japonica* (Coleoptera: Scarabaeidae) larvae: defenses against entomopatogenic nematode attack, *J. Invertebr. Pathol.* **64**, 193-199.
- , and H. K. Kaya, 1990, *Entomopathogenic Nematodes in Biological Control*, Direct all inguires to CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida, 365.
- Glazer, I., 1992, Invasion rate as a measure of infectivity of Steinernematid and Heterorhabditid nematodes to insects, *J. Invertebr. Pathol.* **59**, 90-94.
- Harjono, E., 1985, Pengendalian Uret Jenis *Lepidiota stigma* F. secara Terpadu di HGU Jengkol Pesantren Baru, BP3G Pasuruan.

- Kalshoven, L. G. E., 1981, *The Pests of Crops in Indonesia*, Revised by P. A. van der Laan, PT Ichtiar Baru-Van Hoeve, Jakarta.
- Kard, B. M. R., Hain, F. P. and Brooks, W. M., 1988, Field suppression of three white grub species (Coleoptera: Scarabaeidae) by the entomopathogenic nematodes *Steinernema feltiae* and *Heterorhabditis heliothidis*, *J. Econ. Entomol.* **81**, 1033-1039.
- Kaya, H. K. and R. Gaugler, 1993, Entomopathogenic nematodes, *Annu. Rev. Entomol.* **38**: 181-206.
- Poinar, G. O., Jr., 1986, Recognition of Neoplectana species (Steinernematidae: Rhabditida), in *Biological Control* (Van Driesche, R. G. and T. S. Bellows, Jr.), Chapman & Hall USA, 74-76.
- Samoedi, D., 1977, Usaha pengendalian beberapa hama penting pada pertanaman tebu di Mauritius, *Laporan Kunjungan ke Luar Negeri*, BP3G Pasuruan, 10-13.
- Smits, P. H., G. L. Wieggers and H. J. Vlug, 1994, Selection of insect parasitic nematodes for biological control of the garden chafer, *Phyllopertha horticola*, *Entomol. exp. appl.* **70**: 77-82.
- Soetanto, 1972, Pemberantasan uret di lahan Jengkol PG Ngadirejo, *Majalah Perusahaan Gula VIII*.
- Sosromarsono, S., 1998, Gayas, serangga apa itu?, *Semut* Vol. 2 No. 1.
- Sugianto, T., 1992, *Hama dan Penyakit Tebu serta Pengendaliannya*, PT Perkebunan XXIV-XXV (Persero) Pabrik Gula Jatiroto.
- Suhartawan, 1995, Upaya pengendalian hama uret *Lepidiota stigma* F. secara mekanis di PG Madukismo, *Majalah Penelitian Gula XXXI* (3-4).
- Tanada, T. and H. K. Kaya, 1993, *Insect Pathologi*, Academic Press, San Diego.
- Van Driesche, R. G. and T. S. Bellows, Jr., 1996, *Biological Control*, Chapman & Hall USA, 74-76.
- Wang, Y., J. F. Campbell, and R. Gaugler, 1995, Infection of entomopathogenic nematodes *Steinernema glaseri* and *Heterorhabditis bacteriophora* against *Popillia japonica* (Coleoptera: Scarabaeidae) larvae, *J. Invertebr. Pathol.* **66**, 178-184.
- Widiarti, R., 1986, *Lepidiota stigma* F. dan cara pengendaliannya pada tanaman tebu, *Karya Ilmiah Tertulis*, Fakultas Pertanian Universitas Jember, Jember.

Wood, G. A. R. and R. A. Lass, 1985, *Cocoa* , Fourth edition, New York Longman Scientific.

Woodring, J. L. and H. K. Kaya, 1988, Steinernematid and Heterorhabditid Nematode: A Handbook of Technique, *Southern Cooperative Series Bulletin 331*, Arkansas Agricultural Experiment Station Fayetteville, Arkansas.





LAMPIRAN

Lampiran 1. Persentase kematian uret

Kons IJ/ml	Persen kematian <i>L. stigma</i> L1 terkoreksi pada hari ke ... sth apl.														
	1			2			3			4			5		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
275	0	0	0	0	0	0	20	20	0	20	20	0	40	20	0
550	0	0	0	20	0	0	40	0	20	60	0	20	100	20	20
1100	0	0	0	0	40	0	0	40	0	20	40	0	80	40	0
2200	0	0	0	20	20	0	20	60	0	40	60	40	60	80	40
4400	0	0	0	20	20	20	40	20	20	40	40	40	60	40	60

Kons. IJ/ml	Persen kematian <i>L. stigma</i> L2 terkoreksi pada hari ke ... sth apl.														
	1			2			3			4			5		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
275	20	0	0	20	20	0	20	40	0	20	40	20	20	40	20
550	0	0	0	0	0	0	20	0	0	20	0	20	20	0	0
1100	0	20	20	20	20	40	40	40	40	40	40	40	40	80	40
2200	0	0	0	0	40	0	20	40	40	40	60	40	40	100	60
4400	0	20	20	0	40	40	20	40	40	20	60	40	40	60	40

Kons. IJ/ml	Persen kematian <i>A. viridis</i> L1 terkoreksi pada hari ke... sth apl.														
	1			2			3			4			5		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
275	0	0	0	20	20	0	20	20	20	60	60	80	80	80	20
550	0	0	0	20	0	40	20	60	40	20	80	40	20	80	0
1100	0	0	0	20	20	20	40	80	20	60	80	20	60	80	40
2200	20	0	0	40	0	0	60	20	40	60	40	40	80	40	60
4400	20	60	20	80	80	20	100	80	20	100	80	20	100	80	40

Kons. IJ/ml	Persen kematian <i>A. viridis</i> L2 terkoreksi pada hari ke... sth apl.														
	1			2			3			4			5		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
275	0	0	0	0	40	40	0	40	40	0	40	40	40	60	60
550	40	0	0	60	0	20	60	20	20	60	20	40	80	60	60
1100	0	0	0	40	20	0	40	20	0	40	20	0	60	20	40
2200	0	0	0	20	20	0	60	40	20	60	60	20	80	60	40
4400	0	0	0	0	20	20	40	20	20	40	20	20	60	40	60

Lampiran 2a. Rata-rata persentase kematian uret *A. viridis* L1

Kons. IJ/ml	Persentase kematian uret pada hari ke... setelah aplikasi				
	1	2	3	4	5
275	0	13,3	20	66,7	80
550	0	20	40	46,7	46,7
1100	0	20	46,7	53,3	60
2200	6,7	13,3	40	46,7	60
4400	33,3	60	66,7	66,7	86,7
0	0	0	0	0	0

Lampiran 2b. Rata-rata persentase kematian uret *A. viridis* L2

Kons. IJ/ml	Persentase kematian uret pada hari ke... setelah aplikasi				
	1	2	3	4	5
275	0	26,7	26,7	26,7	53,3
550	13,3	26,7	33,3	40	66,7
1100	0	20	20	20	40
2200	0	13,3	40	46,7	60
4400	0	13,3	26,7	26,7	53,3
0	0	0	0	0	0

Lampiran 2c. Rata-rata persentase kematian uret *L. stigma* L1

Kons. IJ/ml	Persentase kematian uret pada hari ke... setelah aplikasi				
	1	2	3	4	5
275	0	0	13,3	13,3	20
550	0	6,7	20	26,7	46,7
1100	0	13,3	13,3	20	40
2200	0	13,3	26,7	46,7	60
4400	0	20	26,7	40	53,3
0	0	0	0	0	0

Lampiran 2d. Rata-rata persentase kematian uret *L. stigma* L2

Kons. IJ/ml	Persentase kematian uret pada hari ke... setelah aplikasi				
	1	2	3	4	5
275	6,7	13,3	20	26,7	26,7
550	0	0	6,7	6,7	6,7
1100	13,3	26,7	40	40	53,3
2200	0	13,3	33,3	46,7	66,7
4400	13,3	26,7	33,3	46,7	46,7
0	0	0	0	0	0

Lampiran 3. Rata2 jumlah NEP yang masuk ke dalam tubuh uret

Kons.	Rata2 NEP pada <i>A. viridis</i> L1 hari ke... sth apl. (IJ)					
	1	2	3	4	5	x
275	0	2	2	1	2	1
550	0	26	27	2	0	11
1100	0	11	4	4	3	3
2200	1	1	19	1	26	7
4400	4	1	3	0	2	2
						4,8

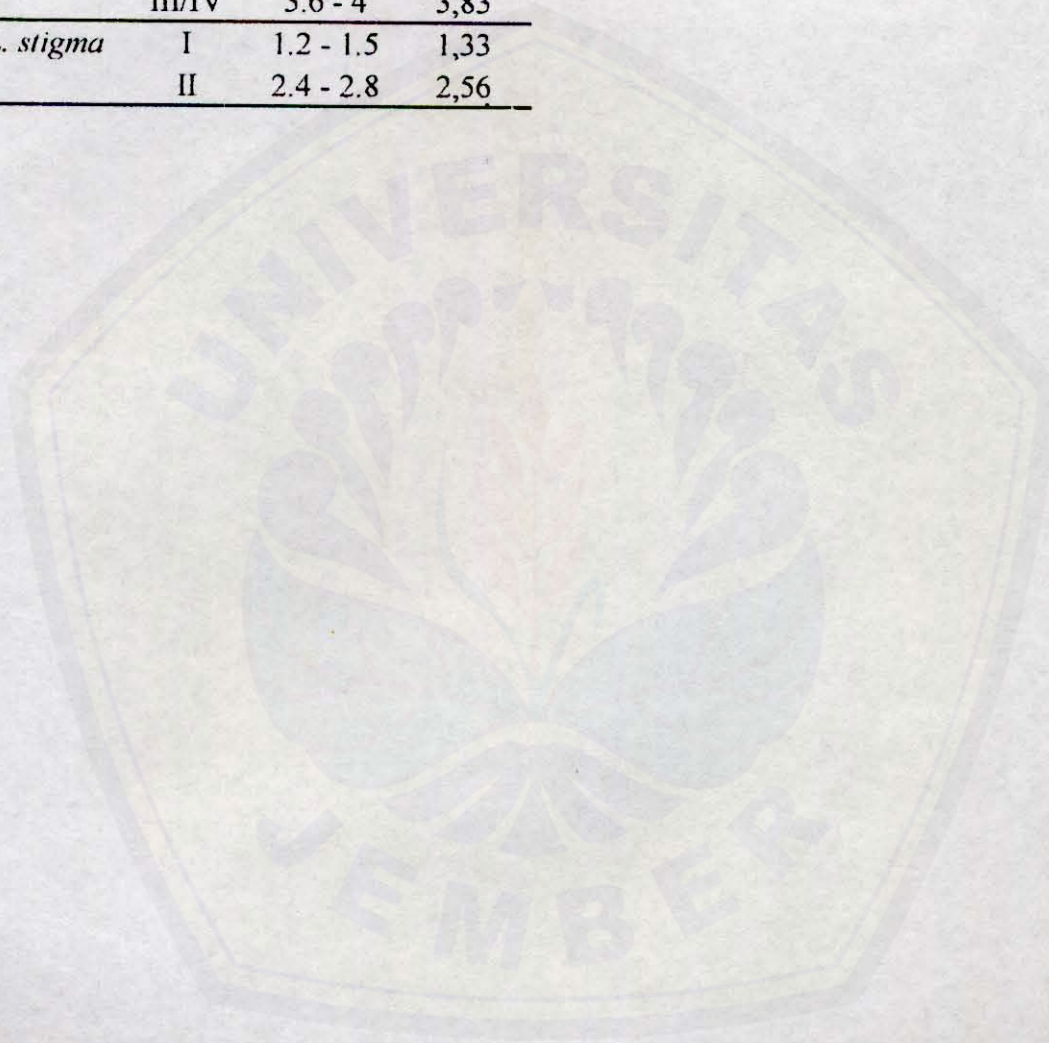
Kons.	Rata2 NEP pada <i>A. viridis</i> L2 hari ke... sth apl. (IJ)					
	1	2	3	4	5	x
275	0	2	0	0	3	1
550	3	7	1	3	2	2
1100	0	9	0	0	6	3
2200	0	7	11	7	8	7
4400	0	4	10	0	5	4
						3,4

Kons.	Rata2 NEP pada <i>L. stigma</i> L1 hari ke... sth apl. (IJ)					
	1	2	3	4	5	x
275	0	0	8	0	2	2
550	0	2	10	3	7	4
1100	0	2	0	19	4	5
2200	0	4	10	5	4	5
4400	0	6	57	19	15	19
						7

Kons.	Rata2 NEP pada <i>L. stigma</i> L2 hari ke... sth apl. (IJ)					
	1	2	3	4	5	x
275	2	2	3	5	0	2
550	0	0	1	3	0	0
1100	8	12	10	0	6	7
2200	0	6	5	9	11	6
4400	9	2	3	3	0	3
						3,6

Lampiran 4. Rata2 panjang tubuh uret

Uret	Instar	Panjang tubuh (cm)	
		Rentang	Rata-rata
<i>A. viridis</i>	I	0.7 - 1	0,85
	II	1.8 - 2	1,91
	III/IV	3.6 - 4	3,83
<i>L. stigma</i>	I	1.2 - 1.5	1,33
	II	2.4 - 2.8	2,56



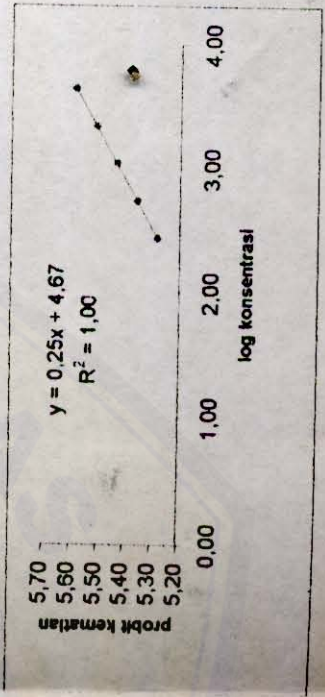
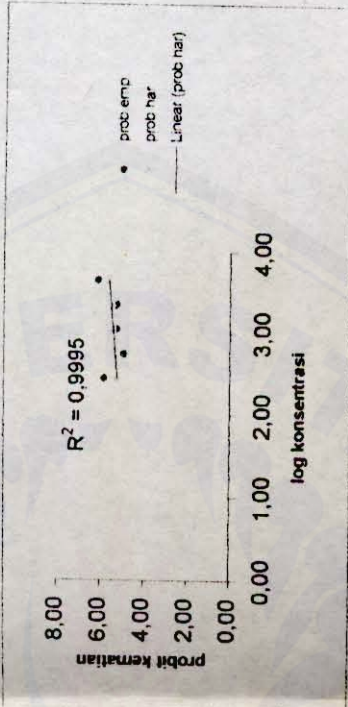
mpiran 5. PROBIT ANALISIS PATOGENISITAS NEP *H. indicus* TERHADAP *Anomala viridis* (L1) PADA HARI KE-5

onsen- trasi IU/ml	log kon- sentras i x	Jlh se- rangga uji n	kema- tian r	% ke- matian P _o	% kema- tian ter- koreksi P _t	Probit empirik	Probit harapan Y	Probit penghitung y	Koefisien pembobot w	Bobot nw	nwx	nwy	nwx ²	nwy ²	nwx y	YZ	Selisih (Yz-Y)
275	2,439	15,00	12	80,0	80,0	5,84	5,21	5,769	0,626	9,389	22,902	54,160	55,865	312,440	132,115	5,28	0,07
550	2,740	15,00	7	46,7	46,7	4,92	5,31	4,901	0,615	9,218	25,259	45,178	69,220	221,433	123,804	5,36	0,05
1100	3,041	15,00	9	60,0	60,0	5,25	5,40	5,252	0,601	9,015	27,418	47,347	83,389	248,665	144,000	5,43	0,03
2200	3,342	15,00	9	60,0	60,0	5,25	5,49	5,245	0,583	8,745	29,229	45,866	97,697	240,557	153,303	5,51	0,02
4400	3,643	15,00	13	86,7	86,7	6,11	5,59	6,018	0,560	8,405	30,621	50,579	111,568	304,394	184,284	5,59	0,00
0,00	-	15,00	0	0,00					Jumlah	44,771	135,430	243,130	417,739	1327,489	737,500		

$Y = 0,25x + 4,67$

rata x = 3,02
rata y = 5,43

b = 0,25
a = 4,67
Y50 = 5,0
50 = 1,32
Antilog 1,32
LC 50 = 21,00 IU/ml



Lampiran 6. PROBIT ANALISIS PATOGENISITAS NEP *H. indicus TERHADAP Anomala viridis* (L2) PADA HARI KE-5

Konsentrasi IJ/ml	log konsentrasi x	Jlh serangga uji n	kematian r	% kematian Po	% kematian terkoreksi Pt	Probit empirik Y	Probit harapan Y	Probit penghitungan y	Koefisien pembobot w	Bobot nw	nwx	nwy	nwx	nwy	nwx	nwy	Yz	Selisih (Yz-Y)
275	2,439	15,00	8,00	53,3	53,3	5,08	5,07	5,085	0,635	9,524	23,231	48,431	56,668	246,290	118,139	5,15	0,08	
550	2,740	15,00	10,00	66,7	66,7	5,43	5,08	5,421	0,635	9,519	26,086	51,599	71,484	279,703	141,401	5,14	0,06	
1100	3,041	15,00	6,00	40,0	40,0	4,75	5,09	4,749	0,634	9,515	28,937	45,181	88,010	214,544	137,412	5,12	0,03	
2200	3,342	15,00	9,00	60,0	60,0	5,25	5,10	5,252	0,634	9,510	31,786	49,947	106,244	262,319	166,942	5,10	0,00	
4400	3,643	15,00	8,00	53,3	53,3	5,08	5,11	5,084	0,633	9,500	34,611	48,297	126,103	245,547	175,967	5,08	-0,03	
0,00	-	15,00	0,00	0,00	0,00				Jumlah	47,567	144,651	243,454	448,509	1248,403	739,861			

Y = 5,29 + -0,06 x

Rerata x = 3,04
Rerata y = 5,12

b = -0,06

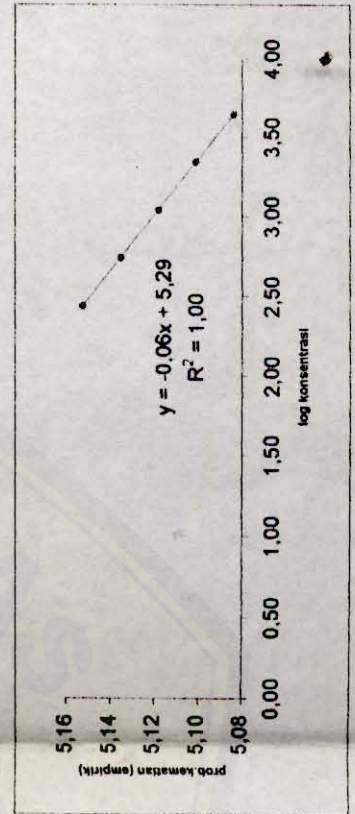
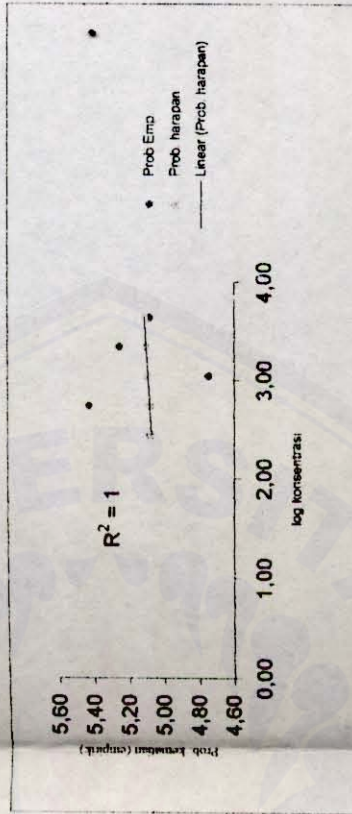
a = 5,29

Y50 = 5,0

LC 50 = 4,65

Antilog 4,85

LC 50 = 70795,00 IJ/ml



Lampiran 7. PROBIT ANALISIS PATOGENISITAS NEP *H. indicus* TERHADAP *Lepidota stigma* (L1) PADA HARI KE-5

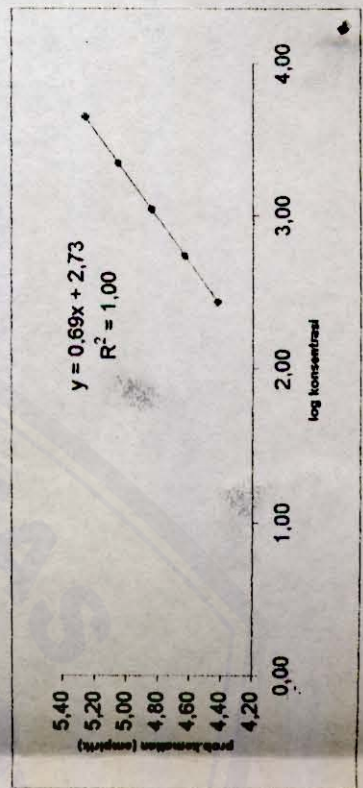
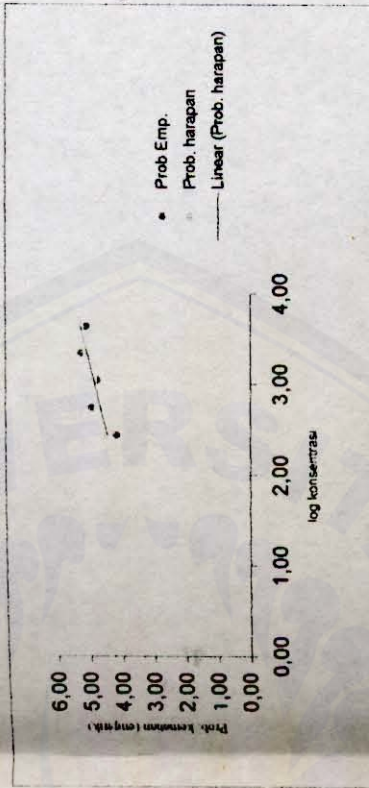
Konsentrasi (U/ml) m	log konsentrasi x	Jlh serangga uji n	kematian r	% kematian Po	% kematian terkorksi Pt	Probit empirik	Probit harapan Y	Probit perhitungan y	Koefisien pembobot w	Bobot nw	nwx	nwy	nwx	nwy	nwx	nwy	nwx	nwy	Yz	Selisih (Yz-Y)
275	2,439	15,00	3,00	20,0	20,0	4,16	4,44	4,183	0,567	8,508	20,754	35,591	50,626	148,883	86,817	4,42	-0,02			
550	2,740	15,00	7,00	46,7	46,7	4,92	4,54	4,927	0,607	9,105	24,951	44,857	68,375	220,997	122,925	4,63	-0,01			
1100	3,041	15,00	6,00	40,0	40,0	4,75	4,85	4,746	0,631	9,458	28,764	44,885	87,483	213,026	136,514	4,84	-0,01			
2200	3,342	15,00	9,00	60,0	60,0	5,25	5,05	5,254	0,636	9,533	31,862	50,084	106,495	263,140	167,401	5,05	0,00			
4400	3,643	15,00	5,00	53,3	53,3	5,08	5,26	5,081	0,620	9,306	33,906	47,279	123,535	240,205	172,260	5,26	0,00			
0,00	-	15,00	0,00	0,00	0,00				Jumlah	45,909	140,236	222,696	436,513	1086,250	685,918					

Y = 2,73 + 0,69 x

rata x = 3,05
rata y = 4,85

b = 0,69
a = 2,73
Y50 = 5,0
C 50 = 3,27

Antilog 3,27
LC 50 = 1859,09 U/ml



mpiran 8. PROBIT ANALISIS PATOGENISITAS NEP *H. indicus* TERHADAP *Lepidiotia stigma* (L2) PADA HARI KE-5

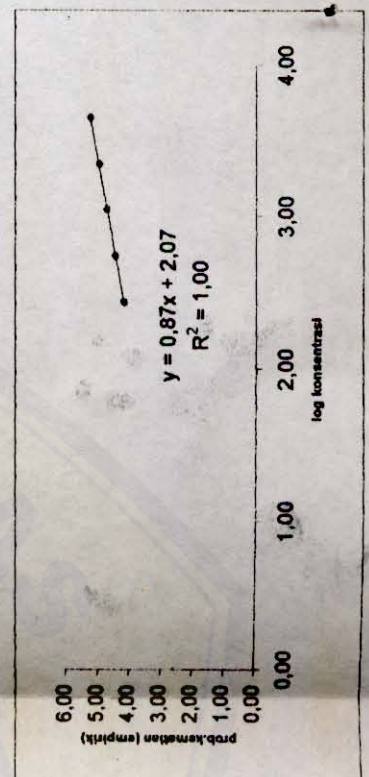
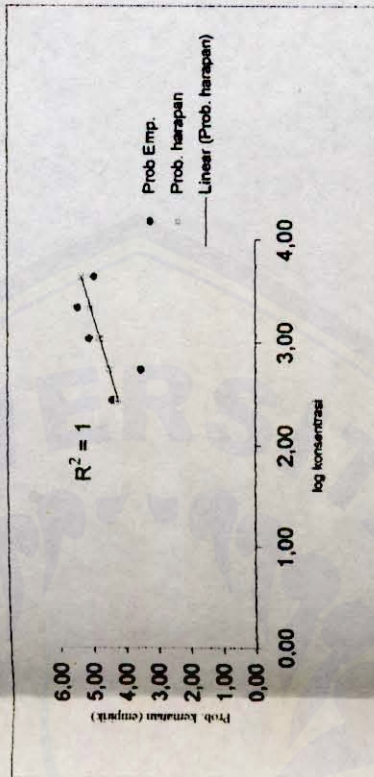
nsen-asi J/ml	log kon- sentras x	Jlh se- rangga uji n	kema- tian r	% ke- matian Po	% kematian terkoreksi Pt	Probit empirik	Probit harapan Y	Probit benghitung y	Koefisien pembobot w	Bobot nw	nwx	nwy	nwx ²	nwy ²	nwxy	Yz	Selisih (Yz-Y)
275	2,439	15,00	4	26,7	26,7	4,38	4,19	4,392	0,471	7,065	17,234	31,031	42,039	136,298	75,696	4,19	0,00
550	2,740	15,00	1	6,7	6,7	3,50	4,46	3,798	0,520	7,806	21,391	29,644	58,620	112,576	81,235	4,45	-0,01
1100	3,041	15,00	8	53,3	53,3	5,08	4,74	5,086	0,509	7,632	23,212	38,817	70,597	197,430	118,059	4,72	-0,02
2200	3,342	15,00	10	66,7	66,7	5,43	5,01	5,423	0,597	8,955	29,931	48,563	100,043	263,357	162,318	4,98	-0,03
4400	3,643	15,00	7	46,7	46,7	4,92	5,29	4,904	0,623	9,339	34,026	45,797	123,973	224,583	166,860	5,24	-0,05
0,00	-	15,00	0	0,00					Jumlah	40,797	125,795	193,853	395,272	934,245	604,168		

$$Y = 2,07 + 0,87 x$$

erata x = 3,08
erata y = 4,75

b = 0,87
a = 2,07
Y50 = 5,0
C 50 = 3,37

Antilog 3,37
LC 50 = 2344,23 IU/ml



Lampiran 9. ANOVA RANCANGAN ACAK LENGKAP PATOGENESITAS NEP NGADAS TERHADAP URET *A. viridis* (L1)

Kons. (IJ/ml)	Persentase kematian serangga (%) *				Total	Rata-rata
	hari ke -5					
	1	2	3			
0	0	0	0	0	0	
275	80	80	80	240	80,00	
550	20	80	40	140	46,67	
1100	60	80	40	180	60,00	
2200	80	40	60	180	60,00	
4400	100	80	80	260	86,67	
Total				1000		

t = 6
 r = 3
 FK = 55555,6
 JKT = 18044,4
 JKP = 14311,1
 JKG = 3733,33
 dbt = 17
 dbp = 5
 dbg = 12
 KTP = 2862,22
 KTG = 311,111
 F-hitung = 9,20

ANOVA

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F-hitung	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	5	14311,1	2862,22	9,20**	3,11	5,06
Galat	12	3733,33	311,111			
Total	17	18044,4				

F-hitung > F-tabel 1%

Perlakuan berbeda sangat nyata

Uji Jarak Duncan 5%
 $UJD = ta(t; dbg) \times KTG/r$

2	3	4	5	6	
3,08	3,23	3,33	3,36	3,4	x 10,18
31,37	32,89	33,91	34,22	34,62	

		0	550	1100	2200	275	4400
		0	46,67	60,00	60,00	80,00	86,67
4400	86,67	86,67*	40,00*	26,67	26,67	6,67	0,00
275	80,00	80,00*	33,33	20,00	20,00	0,00	
2200	60,00	60,00*	13,33	0,00	0,00		
1100	60,00	60,00*	13,33	0,00			
550	46,67	46,67*	0,00				
0	0	0,00					

	0	550	1100	2200	275	4400
	0,00	46,67	60,00	60,00	80,00	86,67
	a	b	bc	bc	bc	c

Ket : angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata



Lampiran 10. ANOVA RANCANGAN ACAK LENGKAP PATOGENESITAS NEP NGADAS TERHADAP URET *A. viridis* (L2)

Konsentrasi (Ij/ml)	Persentase kematian serangga (%) hari ke -5			Total	Rata-rata
	1	2	3		
0	0	0	0	0	0
275	40	60	60	160	53,33
550	80	60	60	200	66,67
1100	60	20	40	120	40,00
2200	80	60	40	180	60,00
4400	60	40	60	160	53,33
Total				820	

t = 6
 r = 3
 FK = 37355,6
 JKT = 11044,4
 JKP = 8644,44
 JKG = 2400
 dbt = 17
 dbp = 5
 dbg = 12
 KTP = 1728,89
 KTG = 200
 F-hitung = 8,64

ANOVA

Sumber peragaman	db	JK	KT	F-hitung	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	5	8644,44	1728,89	8,64**	3,11	5,06
Galat	12	2400	200			
Total	17	11044,4				

F-hitung > F-tabel 1%

Perlakuan berbeda sangat nyata

Uji Jarak Duncan 5%

$$UJD = ta(t;dbg) \times KTG/r$$

	2	3	4	5	6		
	3,08	3,23	3,33	3,36	3,4	x	8,16
	25,15	26,37	27,19	27,43	27,76		
			0	1100	275	4400	2200
			0	40,00	53,33	53,33	60,00
550	66,67	66,67*	26,67	13,33	13,33	6,67	0,00
2200	60,00	60,00*	20,00	6,67	6,67	0,00	
4400	53,33	53,33*	13,33	0,00	0,00		
275	53,33	53,33*	13,33	0,00			
1100	40,00	40,00*	0,00				
0	0	0,00					
	0	1100	275	4400	2200	550	
	0,00	40,00	53,33	53,33	60,00	66,67	
	a	b	b	b	b	b	

Ket : angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata

Lampiran 11. ANOVA RANCANGAN ACAK LENGKAP PATOGENESITAS NEP
 NGADAS TERHADAP URET *L. stigma* (L1)

Konsentrasi (IJ/ml)	Persentase kematian Jerangga (%) hari ke -5			Total	Rata-rata
	1	2	3		
0	0	0	0	0	0
275	40	20	0	60	20,00
550	100	20	20	140	46,67
1100	80	40	0	120	40,00
2200	60	80	40	180	60,00
4400	60	40	60	160	53,33
Total				660	

t = 6
 r = 3
 FK = 24200
 JKT = 17000
 JKP = 7666,667
 JKG = 9333,333
 dbt = 17
 dbp = 5
 dbg = 12
 KTP = 1533,333
 KTG = 777,7778
 F-hitung = 1,97

ANOVA

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F-hitung	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	5	7666,667	1533,333	1,97	3,11	5,06
Galat	12	9333,333	777,7778			
Total	17	17000				

F-tabel 5% (3,11) > F-hitung (1,97)

Perlakuan berbeda tidak nyata

Lampiran 12. ANOVA RANCANGAN ACAK LENGKAP PATOGENESITAS NEP NGADAS URET *L. stigma* (L2)

Konsentrasi (IJ/ml)	Persentase kematian serangga (%) hari ke -5			Total	Rata-rata
	1	2	3		
0	0	0	0	0	0
275	20	40	20	80	26,67
550	20	0	0	20	6,67
1100	40	80	40	160	53,33
2200	40	100	60	200	66,67
4400	40	60	40	140	46,67
Total				600	

$t = 6$
 $r = 3$
 $FK = 20000$
 $JKT = 14400$
 $JKP = 10666,67$
 $JKG = 3733,333$
 $dbt = 17$
 $dbp = 5$
 $dbg = 12$
 $KTP = 2133,333$
 $KTG = 311,1111$
 $F\text{-hitung} = 6,86$

ANOVA

Sumber ragaman	db	JK	KT	F-hitung	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	5	10666,67	2133,333	6,86**	3,11	5,06
Galat	12	3733,333	311,1111			
Total	17	14400				

tabel 1% (5.06) < F-hitung (6.86)

Perlakuan berbeda sangat nyata

Jarak Duncan 5%
 $UJD = t_{\alpha}(t; dbg) \times KTG/r$

2	3	4	5	6	x	10,18
3,08	3,23	3,33	3,36	3,4		
31,37	32,89	33,91	34,22	34,62		

		0	550	275	4400	1100	2200
00	66,67	66,67*	60,00*	40,00*	20,00	13,33	0,00
00	53,33	53,33*	46,67*	26,67	6,67	0,00	
00	46,67	46,67*	40,00*	20,00	0,00		
5	26,67	26,67*	20,00	0,00			
0	6,67	6,67	0,00				
0	0	0,00					

	0	550	275	4400	1100	2200
0,00	6,67	26,67	46,67	53,33	66,67	
a	a	ab	bc	bc	c	

Ket : angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata