



**PENGARUH MEDIA PERBANYAKAN TERHADAP
VIRULENSI CENDAWAN *Metarrhizium anisopliae* (M.)
PADA KUMBANG BADAQ *Oryctes rhinoceros* (L.)**

**KARYA ILMIAH TERTULIS
(SKRIPSI)**

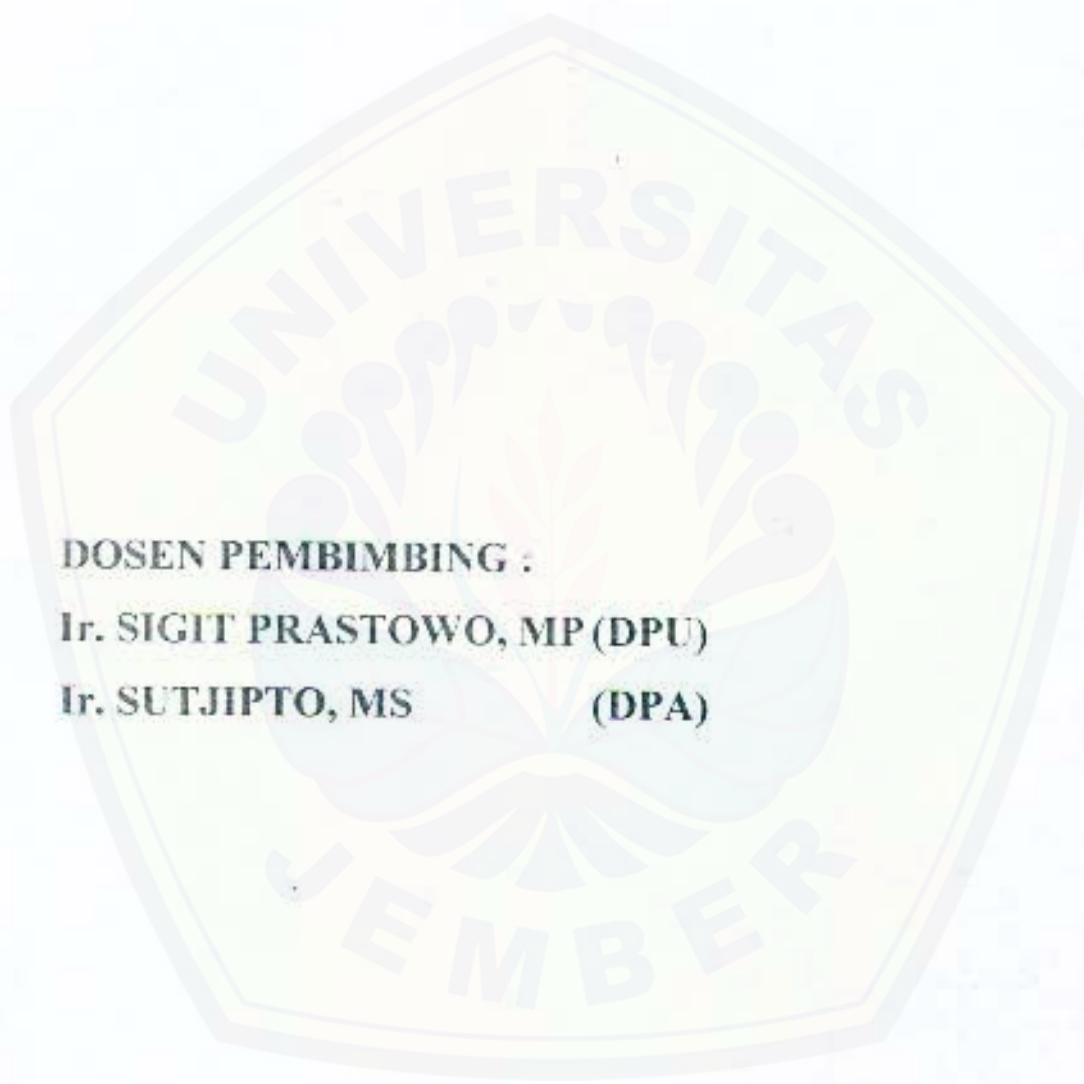
Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat Untuk
Menyelesaikan Pendidikan Program Strata Satu pada
Program Studi Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan
Fakultas Pertanian Universitas Jember

Oleh

Diyah Vitasari
NIM : 971510401203

Asal:	Hal-hal	Klass
	manan	632 41
Terima Tgl :	05 MAR 2002	UIT
No. Induk	0495	1 p e.1
KLA 10 / PENTALIN		

**PROGRAM STUDI ILMU HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
FAKULTAS PERTANIAN UNIVERSITAS JEMBER
PEBRUARI, 2002**



DOSEN PEMBIMBING :

Ir. SIGIT PRASTOWO, MP (DPU)

Ir. SUTJIPTO, MS (DPA)


HALAMAN PENGESAHAN

Diterima Oleh :
Fakultas Pertanian Universitas Jember
Sebagai Karya Tulis Ilmiah (Skripsi)


Dipertahankan pada
Hari : Kamis
Tanggal : 28 Februari 2002
Jam : 07.00 WIB
Tempat : Fakultas Pertanian
Universitas Jember

Tim Penguji

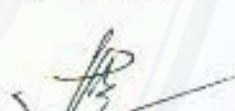
Ketua,


Ir. Sigit Prastowo, MP
NIP. 131 878 792

Anggota I

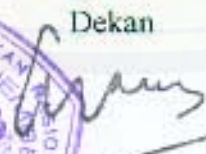


Ir. Sutjipto, MS
NIP. 130 674 883

Anggota II


Ir. Abdul Majid, MP
NIP. 132 003 094

Mengesahkan

Dekan



Ir. Aric Mudjiharjati, MS.
NIP. 130 609 808

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan YME. atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi yang berjudul **Pengaruh Media Perbanyakan Terhadap Virulensi Cendawan *Metarrhizium anisopliae* (M.) Pada Kumbang Badak *Oryctes rhinoceros* (L.)**. Karya Tulis Ilmiah ini disusun sebagai syarat untuk menyelesaikan pendidikan jenjang strata satu dalam bidang ilmu pertanian dan sebagai pertanggungjawaban hasil penelitian.

Selama penelitian sampai penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Maka pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dekan dan Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Jember yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk mengenyam pendidikan strata satu di Fakultas Pertanian khususnya di Program Studi Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan.
2. Ir. Sigit Prastowo, MP selaku Dosen Pembimbing Utama dan Ir. Sutjipto, MS selaku Dosen Pembimbing Anggota, yang telah memberikan bimbingan, saran, dan petunjuk selama penelitian maupun penulisan karya ilmiah tertulis ini.
3. Papi dan Mami tercinta, Kakakku Nina dan Antok, Yonathan, Andhika terkasih serta teman-teman HPT'97 khususnya Mimin, Lukman, Dadang, Sri dan Asri yang senantiasa memberi dorongan, semangat dan do'a.
4. Semua pihak yang telah membantu selama penelitian sampai penulis berhasil mempertanggungjawabkan hasil penelitian ini.

Semoga Karya Tulis Ilmiah yang telah tersusun ini bermanfaat bagi semua pihak.

Jember, Februari 2002

Penulis

ABSTRAK

Pengaruh Media Perbanyakkan Terhadap Virulensi Cendawan *Metarrhizium anisopliae* (M.) Pada Kumbang Badak *Oryctes rhinoceros* (L.) Diyah Vitasari (971510401203) Program Studi Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Jember

Cendawan *Metarrhizium anisopliae* mempunyai virulensi yang tinggi terhadap *Oryctes rhinoceros*. Tujuan penelitian mengetahui jenis media perbanyakkan cendawan *M. anisopliae* yang menghasilkan virulensi tinggi terhadap uret *O. rhinoceros* yang ditentukan dengan nilai LT_{50} dan mortalitas uret di lapang. Penelitian dilakukan dengan dua tahap, yaitu menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor (jenis media perbanyakkan) yang terdiri dari empat aras, meliputi media air kelapa muda, media jagung manis, jagung lokal dan jagung hibrida. Uji virulensi dilakukan dengan menginokulasikan kerapatan konidia 10^7 pada uret instar III. Nilai LT_{50} diamati dari mortalitas uret di laboratorium dan ditentukan dengan analisa Probit, sedangkan mortalitas uret di lapang diuji Duncan Multiple Range Test (DMRT) taraf nyata 5 persen. Hasil penelitian virulensi tertinggi terjadi pada media air kelapa muda dengan persentase kematian mencapai 98,33 persen dengan nilai LT_{50} 12,51 hari. Kerapatan konidia yang dihasilkan dari tiap-tiap media perbanyakkan yaitu air kelapa muda ($3,90 \times 10^7$) konidia/ml, jagung manis, jagung lokal dan jagung hibrida berturut-turut $3,12 \times 10^7$; $2,68 \times 10^7$; $1,54 \times 10^7$ konidia/gram media jagung. Media perbanyakkan cendawan air kelapa muda berpengaruh baik terhadap pertumbuhan dan perbanyakkan cendawan *M. anisopliae* serta virulensinya pada uret *O. rhinoceros*.

Kata Kunci : *M. anisopliae*, *O. rhinoceros*, Media perbanyakkan

RINGKASAN

Diyah Vitasari (971510401203) Program Studi Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Jember. **Pengaruh Media Perbanyakkan Terhadap Virulensi Cendawan *Metarrhizium anisopliae* (M.) Pada Kumbang Badak *Oryctes rhinoceros* (L.)**. (Dosen Pembimbing Utama Ir. Sigit Prastowo, MP dan Dosen Pembimbing Anggota Ir. Sutjipto, MS).

Kumbang Badak *Oryctes rhinoceros* (Coleoptera; Scarabidae) merupakan hama penting pada tanaman kelapa yang dapat menurunkan produksi kopra sekitar 20.000-30.000 ton setiap tahunnya. Alternatif pengendalian yang digunakan untuk mengendalikan hama *O. rhinoceros* adalah cendawan entomopatogen *M. anisopliae*.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis media perbanyakkan cendawan *M. anisopliae* yang menghasilkan virulensi tinggi terhadap uret *O. rhinoceros* dan dapat menentukan LT_{50} cendawan *M. anisopliae*.

Penelitian dilaksanakan di laboratorium Ilmu Hama Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Jember mulai bulan Mei 2001– Oktober 2001. Penelitian dilakukan dengan dua tahap, yaitu menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor (jenis media perbanyakkan) yang terdiri dari empat aras, meliputi media air kelapa muda, media jagung manis, jagung lokal dan jagung hibrida. Uji virulensi dilakukan dengan menginokulasikan kerapatan konidia 10^7 pada uret instar III. Nilai LT_{50} diamati dari mortalitas uret di laboratorium dan ditentukan dengan analisa Probit, sedangkan mortalitas uret di lapang diuji Duncan Multiple Range Test (DMRT) taraf nyata 5 persen masing-masing perlakuan diulang sebanyak tiga ulangan. Pengamatan dilakukan dengan menghitung kerapatan konidia per gram media untuk media padat dan per ml untuk media cair, mortalitas uret dan nilai LT_{50} serta gejala serangan cendawan *M. anisopliae* terhadap uret *O. rhinoceros*. Pengamatan dilakukan 7 hari setelah inokulasi di laboratorium dengan interval waktu pengamatan setiap tiga hari sekali terhadap mortalitas *O. rhinoceros* untuk menentukan LT_{50} , dan hasil pengamatan dianalisis probit, sedangkan perlakuan dilapangan yaitu pengamatan terhadap banyaknya uret terinfeksi dan besarnya mortalitas uret dengan interval waktu

pengamatan setiap 1 minggu sekali dan diuji dengan menggunakan Duncan Multiple Range Test (DMRT) taraf nyata 5 persen.

Hasil pengamatan kerapatan konidia *M. anisopliae* pada tiap-tiap media perbanyakan yaitu media air kelapa muda, jagung manis, jagung lokal dan jagung hibrida berturut-turut $3,90 \times 10^7$ konidia/ml media cair dan $3,12 \times 10^7$ $2,68 \times 10^7$ $1,54 \times 10^7$ konidia/gram media padat. Kerapatan konidia yang dihasilkan pada berbagai media yang berbeda dipengaruhi oleh komposisi nutrisi yang terkandung dalam setiap media biakan dan akan menentukan virulensi *M. anisopliae* terhadap uret *O. rhinoceros*. Semakin besar kerapatan konidia yang diaplikasikan maka akan semakin tinggi pula peluang cendawan menyebabkan mortalitas terhadap uret *O. rhinoceros*. Hasil uji virulensi isolat *M. anisopliae* terhadap *O. rhinoceros* diketahui bahwa *M. anisopliae* efektif untuk mengendalikan *O. rhinoceros* dengan persentase mortalitas mencapai 98,33 persen. Virulensi tertinggi terjadi pada isolat yang berasal dari media air kelapa muda dengan nilai LT_{50} terendah yaitu 12,51 hari. Hubungan antara uret terinfeksi dan uret mati baik yang di laboratorium maupun di lapang menunjukkan bahwa kerapatan konidia dan virulensi cendawan *M. anisopliae* memiliki hubungan yang positif terhadap kematian uret. Gejala uret yang terinfeksi *M. anisopliae* diartikan dengan timbulnya gejala yang berupa bercak coklat kehitaman pada bagian kulit atau tungkai dan bercak semakin meluas, gerakan uret lambat, selanjutnya uret mati, tubuh mengeras, busuk kering dan dari tubuh keluar konidia tampak putih yang kemudian berwarna hijau kehitaman. Jenis media perbanyakan cendawan *M. anisopliae* berpengaruh terhadap pertumbuhan, perbanyakan serta virulensinya pada uret *O. rhinoceros* baik di lapang maupun di laboratorium.

**Program Studi Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian
Universitas Jember, Tahun 2002**

DAFTAR ISI

HALAMAN PEMBIMBING.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK.....	v
RINGKASAN.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Permasalahan.....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	3
1.3 Kegunaan Penelitian.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Biologi dan Penyebaran <i>O. rhinoceros</i>	4
2.1.1 Telur.....	4
2.1.2 Uret.....	4
2.1.3 Kepompong.....	5
2.1.4 Imago.....	6
2.2 Gejala Serangan Hama <i>O. rhinoceros</i> di Indonesia.....	7
2.3 Upaya Pengendalian Hayati <i>O. rhinoceros</i>	8
2.4 Sistematika <i>M. ansopliae</i>	9
2.5 Morfologi dan Patogenesitas Cendawan <i>M. ansopliae</i>	10
2.6 Infeksi cendawan <i>M. ansopliae</i> Terhadap <i>O. rhinoceros</i>	10
2.7 Perbanyak Cendawan <i>M. ansopliae</i> Pada Media Buatan.....	11
2.8 Pemanfaatan <i>M. ansopliae</i> Sebagai Agens Hayati <i>O. rhinoceros</i>	12
2.9 Hipotesis Penelitian.....	14
III. METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Bahan dan Alat.....	15

3.2 Metode Penelitian.....	15
3.2.1 Persiapan Penelitian.....	15
3.2.2 Uji Virulensi.....	18
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Pengaruh Berbagai Media Biakan Dengan Kerapatan Spora.....	20
4.2 Pengaruh Cendawan <i>M. anisopliae</i> yang Dibiakkan Pada Berbagai Media Perbanyak Terhadap LT ₅₀ Cendawan <i>M. anisopliae</i>	23
4.3 Pengaruh Cendawan <i>M. anisopliae</i> yang Dibiakkan Pada Berbagai Media Terhadap Mortalitas Uret <i>O. rhinoceros</i> di Lapangan.....	24
4.4 Hubungan Antara Uret Terinfeksi Dengan Uret Mati.....	27
4.5 Gejala Serangan <i>M. anisopliae</i> Terhadap Uret <i>O. rhinoceros</i>	29
V. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan.....	31
5.2 Saran.....	31
DAFTAR PUSTAKA	32
LAMPIRAN	36

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Uraian	Halaman
1.	Rangkaian Fermentor Sangat Sederhana (a) aerator (b) larutan $KMnO_4$ (c) media air kelapa muda (d) air steril	18
2.	Grafik hubungan antara log waktu dengan mortalitas uret	24
3.	Hubungan antara uret terinfeksi dengan uret mati di laboratorium (a) isolat dari media jagung manis (b) isolat dari media jagung lokal (c) isolat dari media jagung hibrida (d) isolat dari media air kelapa muda	28
4.	Hubungan antara uret terinfeksi dengan uret mati di lapangan (a) isolat dari media jagung manis (b) isolat dari media jagung lokal (c) isolat dari media jagung hibrida (d) isolat dari media air kelapa muda	29
5.	Isolat cendawan <i>M. ansopliae</i> yang dibiakkan pada berbagai media (a) isolat dari media air kelapa muda (b) jagung manis (c) jagung lokal (d) jagung hibrida (e) Morfologi konidia dengan perbesaran 1000 X	30
6.	Gejala penyakit muscardin hijau uret <i>O. rhinoceros</i> (a) uret sehat (b) uret terinfeksi (c) uret mati, tubuh mengeras (d) uret mati, spora keluar dari tubuh	30

DAFTAR TABEL

Nomor	Uraian	Halaman
1.	Kerapatan spora cendawan <i>M. anisopliae</i> yang dibiakkan pada berbagai media.....	20
2.	Komposisi nutrisi air kelapa muda.....	22
3.	Komposisi kimiawi biji jagung.....	22
4.	Komposisi kimiawi berbagai jenis biji jagung.....	23
5.	Pengaruh spora cendawan <i>M. anisopliae</i> yang dibiakkan pada berbagai media terhadap nilai LT_{50}	23
6.	Pengaruh aplikasi isolat <i>M. anisopliae</i> terhadap mortalitas <i>O. rhinoceros</i> di lapangan.....	25

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Uraian	Halaman
1.	Sidik ragam Pengamatan Minggu I Mortalitas (%) di Lapang	36
2.	Sidik ragam Pengamatan Minggu II Mortalitas (%) di Lapang	36
3.	Sidik ragam Pengamatan Minggu III Mortalitas (%) di Lapang	37
4.	Sidik ragam Pengamatan Minggu IV Mortalitas (%) di Lapang	37
5.	LT ₅₀ dari Mortalitas Uret Terinfeksi Pada Jagung Manis	38
6.	LT ₅₀ dari Mortalitas Uret Terinfeksi Pada Jagung Lokal	39
7.	LT ₅₀ dari Mortalitas Uret Terinfeksi Pada Jagung Hibrida	40
8.	LT ₅₀ dari Mortalitas Uret Terinfeksi Pada Media Cair	41



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Permasalahan

Tanaman kelapa memegang peranan penting dalam masyarakat Indonesia, karena tanaman ini banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Semua bagian dari kelapa mulai dari pucuk daun hingga batang bawahnya dimanfaatkan oleh manusia (Kartono, 1997).

Indonesia merupakan salah satu negara pengekspor kopra dunia. Salah satu cara meningkatkan produksi kelapa antara lain dengan pemecahan masalah gangguan hama. Program intensifikasi bertujuan untuk meningkatkan produksi, tetapi juga mempunyai dampak lain yaitu meningkatkan populasi hama. Setelah dilaksanakan intensifikasi pemeliharaan barulah disadari bahwa salah satu penyebab kegagalan produksi kelapa adalah hama tanaman (Anonim, 1988).

Setyamidjaja (1991) mengemukakan bahwa kerusakan tanaman kelapa akibat serangan hama, mencapai jumlah sekitar 4 juta pohon, yang mengakibatkan penurunan produksi kopra sekitar 20.000-30.000 ton setiap tahunnya.

Jenis hama dari Ordo Coleoptera yang menyerang tanaman kelapa yaitu Genus *Oryctes*, genus ini pertama kali ditemukan tahun 1798 di Afrika. Genus tersebut sudah diidentifikasi sebanyak 40 spesies, di benua Asia yang banyak menyerang dari species ini adalah *Oryctes rhinoceros*. Hama *Oryctes rhinoceros* merupakan hama utama yang menyerang pertanaman kelapa. Akibat serangan hama tersebut pertumbuhan tanaman kelapa terhambat, produktifitas menurun, bahkan kadang-kadang tanaman mati (Zelazny, 1988).

Kerusakan pada tanaman kelapa terutama disebabkan karena serangan dari kumbang yang sudah dewasa. Kumbang dewasa ini terbang pada malam hari dan hinggap di ujung pohon pada titik tumbuhnya. Kemudian kumbang tersebut memakan jaringan daun-daun yang masih belum mekar sehingga daun-daun tersebut mengalami kerusakan sebelum mekar. Kerusakan yang ditimbulkan pada kelapa muda dapat mengakibatkan kematian tanaman. Kumbang tersebut tidak memakan bagian tanaman yang sudah keras/ berkayu, namun mengisap cairan

hagian tanaman yang muda. Kumbang tanduk tersebut selain menyerang kelapa juga menyerang pisang, tebu dan sebagainya.

Usaha pengendalian *O. rhinoceros* telah banyak dilakukan baik secara mekanis, hayati maupun kimiawi. Menurut Sutjipto (1989), pengendalian hama *O. rhinoceros* secara kimiawi sulit dilaksanakan karena tidak serasi dengan cara hidupnya, disamping itu merugikan dari segi ekonomi maupun ekologi. Usaha pengendalian secara terpadu sangat dianjurkan sebab lebih efektif, efisien dan aman bagi lingkungan. Dewasa ini usaha pengendalian diarahkan pada pengendalian secara biologi dengan memanfaatkan musuh-musuh alaminya untuk menghambat perkembangbiakan hama tersebut.

Menurut Suharto (2000) pengendalian dengan mikrobia merupakan pengendalian hayati dengan menggunakan musuh alami untuk menekan populasi serangga, patogen serangga dapat menggantikan insektisida kimia dan merupakan komponen dari pengendalian hama terpadu (PHT). Cendawan patogen serangga *Beauveria bassiana* dan *Metarrhizium anisopliae* merupakan dua mikrobia sebagai agensia hayati. Cendawan tersebut efektif untuk mengendalikan berbagai serangga hama. Cendawan ini banyak menimbulkan penyakit pada berbagai serangga tanah termasuk uret dan imago *O. rhinoceros*. Pada keadaan lingkungan yang sesuai dapat mengakibatkan infeksi dan mortalitas yang tinggi, mencapai 82 persen (Anonim, 1977).

Menurut Zelazny (1988), sebagai usaha perbanyakan *M. anisopliae* dapat dilakukan di laboratorium, baik secara alamiah maupun dengan media buatan. Dinas Perkebunan Daerah Tingkat I Jawa Timur telah memproduksi cendawan tersebut pada media jagung giling. Suprpto (1989) mengemukakan bahwa jagung mempunyai komposisi kimia seperti air, protein, minyak (lemak), karbohidrat, vitamin dan abu yang kandungannya cukup tinggi, sehingga dapat digunakan sebagai sumber bahan makanan bagi pertumbuhan mikroba. Hasil perbanyakan dengan media buatan yang diaplikasikan di lapang harus media yang sederhana dan murah, akan tetapi tingkat patogenesisnya tetap tinggi. Menurut Ingold (1967), untuk tumbuh optimal cendawan *M. anisopliae* memerlukan media yang mengandung substansi organik sebagai sumber karbon dan nitrogen dalam jumlah

cukup sebagai pemacu pertumbuhan dan virulensinya. Pertumbuhan spora cendawan dipengaruhi oleh kandungan protein dalam media. Protein diperlukan selama proses tersebut dan juga enzim yang berperan dalam aktivitas perkecambahan. Protein ini akan diserap dalam bentuk asam amino (Gerraway dan Evans, 1984).

Salah satu alternatif media buatan yang dapat digunakan adalah media cair dengan bahan dasar air kelapa muda, yang didalamnya terkandung asam amino dan asam organik cukup banyak (Mandang, 1995). Menurut Ferron (1981) sumber nutrisi dapat mempengaruhi pertumbuhan cendawan entomopatogen. Mengingat kandungan komposisi kimia yang berbeda, maka ketersediaan nutrisi untuk pertumbuhan cendawan kemungkinan juga berbeda. Oleh karena itu penggunaan berbagai jenis media biakan yang tepat untuk pertumbuhan cendawan *M. anisopliae* perlu diuji.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk

- a. Mengetahui jenis media perbanyakan cendawan *M. anisopliae* yang menghasilkan virulensi tinggi terhadap uret *O. rhinoceros*
- b. Menentukan LT_{50} cendawan *M. anisopliae* yang dibiakkan pada berbagai media perbanyakan terhadap uret *O. rhinoceros*

1.3 Kegunaan Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk memberikan pengembangan pengetahuan tentang prospek cendawan *M. anisopliae* untuk dibiakkan pada media biakan yang tepat dan diterapkan sebagai agensia pengendalian hayati pada *O. rhinoceros* serta sebagai salah satu komponen pengendalian hama terpadu.



II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biologi dan Penyebaran *O. rhinoceros*

Kumbang *O. rhinoceros* dalam siklus hidupnya mengalami metamorfosa sempurna karena dalam siklusnya terdiri dari telur, larva, kepompong atau pupa dan kumbang (Anonim, 1981).

2.1.1 Telur

Telur-telur yang dihasilkan diletakkan didalam material tumbuhan yang membusuk, terutama didalam batang pohon palma yang membusuk. Telur berwarna putih dan berbentuk oval. Saat telur ini dilepaskan ukuran panjangnya sekitar 3,5 mm. Akhirnya bertambah panjang menjadi sekitar 4 mm yang akan menetas 10-12 hari kemudian (Hill, 1979).

Hasil penelitian di laboratorium menunjukkan, bahwa jumlah telur yang dihasilkan oleh kumbang betina bervariasi, di Indonesia sekitar 170 butir, sedang di India hasil rering pada tanaman tebu sekitar 140 butir (Kalshoven, 1981).

2.1.2 Uret

Setelah telur menetas, maka keluarlah larva atau uret. Uret berwarna putih kekuningan tubuhnya ditumbuhi rambut-rambut berwarna kecoklatan yang sebagian tubuhnya bertekstur kasar dan sebagian lainnya bertekstur halus. Pada bagian dada terdapat tiga pasang kaki sejati yang ramping dan tidak banyak atau kurang aktif digunakan sebagai alat untuk bergerak dan segera makan sisa-sisa atau material sampah di dekatnya (Man_ oendihardjo, 1970).

Menurut Leefman (1920 *cit.* Kalshoven, 1981) habitat yang penting bagi kehidupan uret *O. rhinoceros* adalah : (a) Sampah-sampah dari perkotaan atau desa (bisa ditemukan sampai 50 ekor/m³) (b) Sisa-sisa mahkota daun dari nipah palma (c) Batang-batang tanaman kelapa, nibung atau sagu yang masih berdiri atau yang sudah roboh (dapat ditemukan antara 50-60 ekor/1-2 m panjang batang) (d) Sampah dari pabrik yang mengolah hasil pertanian misalnya berupa ampas kulit atau pulp kopi, ampas coklat, ampas tebu (e) Timbunan daun-daunan,

kompos, kotoran hewan, limbah dari penggilingan padi khususnya yang disimpan di tempat yang terlindung.

Uret *O. rhinoceros* mempunyai sepasang mandibula yang kuat sehingga dapat melubangi batang tanaman palma yang telah mati tapi belum membusuk.

Stadia uret ini dibagi menjadi tiga instar, umur untuk masing-masing instar menurut Ellyda (1982) adalah sebagai berikut : (a) instar pertama berumur 10-12 hari (b) instar kedua berumur 20-25 hari (c) instar ketiga berumur 40-60 hari.

Uret tubuhnya lunak, berwarna putih dan tubuhnya melengkung, biasanya ditemukan dengan posisi tubuh seperti huruf "C" di dalam materi tumbuhan yang membusuk sebagai bahan makanannya (Hill, 1979).

2.1.3 Kepompong

Uret mengalami masa awal kepompong (prepupa) selama 7-9 hari dan pada masa awal kepompong ini uret mulai mengerut, tubuhnya lurus, ukuran badan agak kecil, aktif membuat rongga untuk tempat tinggalnya dengan memukul badannya ke segala arah sehingga tanah di sekelilingnya menjadi mampat. Setelah rongga tanah cukup mampat, uret melepaskan kulit terakhirnya untuk menjadi kepompong (Ellyda, 1982). Dalam stadia kepompong akan membentuk kokon dari tanah atau serat jerami untuk uret yang tinggal di tumpukan jerami (Anonim, 1988). Menurut Kalshoven (1981), uret lebih suka membentuk kokon di tanah yang lembab pada kedalaman sekitar 30 cm. Uret akan mati jika keadaan lingkungan menjangkit masa kepompong tidak cocok.

Bentuk kepompong menyerupai mumi dengan ukuran tubuh gemuk, berwarna coklat cerah dengan panjang tubuh sekitar 4 cm. Calon kumbang jantan telah mempunyai tanduk di bagian kepala yang berkembang dengan baik, sedangkan pada calon kumbang betina ukuran tanduknya lebih pendek bahkan sama sekali tidak punya, juga organ-organ tubuh bagian luar lainnya sudah terlihat jelas (Hill, 1979).

Stadium kepompong ini menurut Mangoendihardjo (1970), berlangsung rata-rata 18 hari untuk daerah-daerah yang agak panas, sedang daerah yang agak dingin selama 22-30 hari.

2.1.4 Imago

Imago yang baru melepaskan kulit kepompongnya itu tidak segera meninggalkan kokon. Dalam hal ini Kalshoven (1951 *cit* Mangoendihardjo 1970), menjelaskan bahwa kumbang tersebut tetap berada dalam kokon selama 14-28 hari, dan di Bogor antara 21-29 hari. Menurut Hill (1979), kumbang akan terbang pada malam harinya menuju pucuk tanaman kelapa. Kumbang yang baru keluar terbang menuju pohon kelapa untuk mencari makanan dan hidup dari cairan pucuk tanaman kelapa yang digereknya. Kumbang yang telah makan mampu untuk kawin (Elyda, 1982). Kumbang *O. rhinoceros* memakan dengan menggerak jaringan tanaman lalu menghancurkan jaringan-jaringan tanaman inang dengan mempergunakan mandibulanya yang kuat untuk dihisap sari-sarinya sedang ampas atau serabut dibiarkan tidak dimakan (Anonim, 1988). Mula-mula liang yang dibentuk akan naik kemudian turun menuju pucuk tanaman, akhirnya liang ini dapat mencapai titik tumbuh. Pengamatan di laboratorium menunjukkan bahwa kumbang akan tetap berada dalam liang greskan selama 5-10 hari. Proses kopulasi kemungkinan juga bisa terjadi selama waktu itu (Kalshoven, 1981).

Kumbang *O. rhinoceros* berukuran antara 3-8 cm, berwarna hitam kecoklatan. Di bagian kepala tumbuh tanduk, dengan ukuran tanduk untuk kumbang jantan lebih panjang, dibanding betina sebagian mempunyai tanduk yang ukurannya lebih pendek bahkan sebagian tidak punya. Elytra terlihat jelas berstriasi longitudinal dan berkembang baik, muiut mempunyai mandibula yang kuat, tipe antena "lamellated clubbed". Terdapat bulu-bulu berwarna coklat kemerahan pada abdomen belakang (Anonim, 1988).

Kumbang betina yang berumur satu bulan mulai meletakkan telurnya pada bahan organik atau limbah yang sedang mengalami pembusukan. Seekor kumbang dapat bertelur sebanyak 35 sampai 140 butir (Tjoa, 1953). Kumbang yang baru keluar dari pupa masih tetap berdiam diri dalam rongga selama 20 – 25 hari tanpa makan. Kumbang berwarna coklat tua dengan ukuran panjang badan 3 – 5 cm, lebar kurang lebih 2 cm (Elyda, 1982).

2.2 Gejala Serangan Hama *O. rhinoceros* di Indonesia

Hama tanaman kelapa di Indonesia yang sangat merugikan adalah hama perusak pucuk tanaman yaitu *O. rhinoceros*. Hama ini merusak tanaman dengan cara menggerak pucuk daun yang masih muda. Kerusakan tanaman disebabkan oleh kumbang jantan maupun kumbang betina, sedangkan uret *O. rhinoceros* tidak merusak tanaman (Anonim, 1983). Menurut Zelazny (1988) bahwa kumbang *O. rhinoceros* menggerak pucuk tanaman kelapa yang sedang berkembang dan menimbulkan tiga jenis kerusakan, antara lain : (a) Guntingan pada daun yang cukup lebar atau kadang-kadang daun putus sama sekali disebabkan oleh gerakan pada pangkal daun yang akhirnya patah. Berkurangnya areal daun akan mengakibatkan berkurangnya produksi (b) Pada waktu kumbang menggerak pucuk, kerusakan terhadap manggar (mayang) bisa saja terjadi, sehingga putik menjadi gugur (c) Kalau kumbang merusak titik tumbuh, maka tanaman kelapa akan mati, ini sering terjadi pada tanaman kelapa yang masih muda (hasil peremajaan) ataupun pada kelapa yang sudah tua.

Selain merusak tanaman, kadang-kadang kumbang tersebut juga merusak buah-buah yang masih muda. Akibat serangan tersebut biasanya buah menjadi "mixed forming" dengan kulit sukar dilepas, bahkan kadang-kadang dapat menyebabkan gugurnya buah tersebut (Mangoendihardjo, 1970).

Liang bekas gerakan kumbang *O. rhinoceros* bisa menyebabkan kerusakan sekunder dengan mengakibatkan masalah yang lebih serius, yakni serangan kumbang sagu (*Rhynchoporus ferrugineus* Oliv). Kerugian primer karena serangan Coleoptera dapat mengakibatkan kerusakan sekunder yaitu pembusukan (serangan mikroorganisme) sehingga kerusakan tanaman menjadi lebih parah (Kalshoven, 1981).

Luas serangan *O. rhinoceros* di seluruh Indonesia kurang lebih 53.269 ha yang meliputi 15 propinsi, dengan taksiran kerugian kurang lebih 5.519 juta rupiah setiap tahun (Anonim, 1985). Menurut Zelazny (1988) di Jawa Timur kehilangan produksi karena kerusakan yang ditimbulkan oleh *O. rhinoceros*, berkisar antara 10-20 persen. Dinas Perkebunan Propinsi Daerah Tingkat I Jawa Timur memperkirakan 30 juta pohon kelapa yang menghasilkan rata-rata 40

butir/pohon/tahun, mengalami kerusakan yang disebabkan oleh hama ini. Taksiran kerugian mencapai 12-24 milyar rupiah tiap tahun.

2.3 Upaya pengendalian Hayati *O. rhinoceros*

Hama *O. rhinoceros* ini sulit dikendalikan dengan cara fisik, mekanis, maupun secara kimiawi mengingat cara dan perilaku yang kurang menguntungkan jika dikendalikan dengan cara tersebut (Anonim, 1983). Karena tempat berkembang biak uret di dalam bahan organik, sehingga sukar untuk dicari dan dihancurkan, maka pengendalian yang efektif ialah pengendalian secara hayati dengan *M. anisopliae* (Anonim, 1983).

Menurut Untung (1993), pengendalian hayati merupakan salah satu komponen Pengendalian Hama Terpadu, melalui kegiatan penelitian teknologi pengendalian, sistem informasi dan pengambilan keputusan dapat diperbaiki sehingga menjadi lebih efektif dan efisien dalam penerapan sistem PHT.

Para pakar perlindungan tanaman di Indonesia telah berusaha keras agar penerapan PHT memiliki dasar hukum yang kuat, yakni dengan memasukkan konsep PHT dalam GBHN III Th 1979 dan mendorong diberlakukannya UU No 12 Th 1992 (Mangoendihardjo, 1995).

Pengendalian hayati dengan musuh alami telah lama dirintis. Pengendalian secara hayati mempunyai beberapa keuntungan, antara lain selektif terhadap serangga yang berguna, aman, tidak menimbulkan pencemaran lingkungan, tidak menimbulkan resistensi pada hama dan cukup ekonomis dalam jangka waktu yang panjang serta mudah dilaksanakan (Zelazny, 1988). Penggunaan parasit *Scolia sp.* (Scolidae, Hymenoptera) yang telah dilakukan untuk mengendalikan uret *O. rhinoceros* hasilnya kurang memuaskan (Anonim, 1983).

Penggunaan cendawan *M. anisopliae* mempunyai masa depan yang baik bagi pengendalian uret dan imago *O. rhinoceros* (Anonim, 1985). Pengendalian biologis dengan *M. anisopliae* dapat dilakukan secara pasif yaitu cendawan langsung disebar ke sarang, dan secara aktif dengan cara mengoleskan suspensi spora *M. anisopliae* langsung ke kumbang atau ke uret, kemudian dilepas ke lapang (Anonim, 1989).

2.4 Sistematika *M. anisopliae*

M. anisopliae diklasifikasikan kedalam Kerajaan : Fungi, Divisio : Eumycota, Sub Divisio : Deuteromycotina, Kelas : Hypomycetes, Ordo : Moniliales, Familia : Moniliaceae, Genus : *Metarhizium*, Species : *Metarhizium anisopliae* (Metsch) Sor. (Lever, 1969).

2.5 Morfologi Cendawan *M. anisopliae*

Morfologi cendawan *M. anisopliae* dapat dilihat dengan jelas di bawah mikroskop. Alat reproduksinya berupa spora aseksual yang disebut konidium. Konidiofor filialid (seperti botol) dan tidak mempunyai visikel. Konidium yang dihasilkan bentuknya silindris sampai oval, sering kali tengahnya membengkok dengan ujungnya datar dan panjangnya 3,5 sampai 14 milimikron. Konidium tersusun dalam rangkaian basipetal (Burgess, 1981).

Miselium *M. anisopliae* bersekat dan mengandung sejumlah asam lemak, yaitu palmitat, oleat dan linoleat. Ada dua buah bentuk cendawan berdasarkan ukuran konidianya. Hal ini sekarang dikenal sebagai varietas "taxon" berspora panjang 9 – 13 mikron adalah varietas *majus* dan "taxon" berspora pendek 3 – 8 mikron adalah varietas *anisopliae*. Varietas *majus* yang menyerang *O. rhinoceros* mempunyai perbedaan warna hijau yang diperlihatkan oleh kedua varietas tersebut. Beberapa strain atau isolasi yang berbeda juga kadang-kadang menghasilkan cendawan yang berbeda (Gabriel, 1989).

M. anisopliae dan yang ditumbuhkan pada media buatan mula-mula tumbuh konidium yang membengkok dan mengeluarkan tabung-tabung kecambah, kadang-kadang pada kedua sisi konidianya. Beberapa cabang tersebut membesar ke arah atas membentuk konidiofora yang pendek, bercabang berdekatan dan saling membelit. Konidia tersebut setelah satu minggu pertumbuhan mula-mula berwarna putih kemudian berangsur-angsur menjadi hijau tua apabila telah masak (Gabriel, 1989).

Infeksi cendawan *M. anisopliae* dengan cara konidia yang berkecambah memasuki kutikula inang dengan bantuan enzim ditambah dengan tekanan mekanis. Perkecambahan selanjutnya terjadi di dalam haemocoel dimana benang-

benang hifa terpisah-pisah menjadi hifa yang menyerupai bentuk ragi. Racun-racun dikeluarkan oleh miselia tersebut. Pada kondisi yang cocok konidiofora terbentuk dan tumbuh di luar kutikula dan menghasilkan konidia yang menyelimuti serangga dan lapisan hijau (Gabriel, 1989).

2.6 Infeksi Cendawan *M. anisopliae* terhadap *O. rhinoceros*

Robert (1981) menyatakan bahwa perkembangan penyakit akibat serangan cendawan pada serangga dibagi dalam 9 tahap (1) penempelan bagian infeksiif yaitu konidia pada kutikula serangga (2) perkecambahan konidia pada kutikula (3) penetrasipada kutikula secara langsung oleh tabung kecambah atau apresorium (4) perbanyak hifa pada haemocoel (5) produksi toksin yang dapat merusak struktur membran sel (6) kematian inang (7) pertumbuhan dalam fase miselium dengan penyebaran miselium ke seluruh organ tubuh serangga (8) penetrasi hifa dari dalam kutikula keluar tubuh serangga (9) produksi bagian infeksiif (konidia) di luar tubuh serangga.

Tempat infeksi ditandai dengan adanya bintik coklat pada kutikula. Dalam waktu kurang lebih 4-5 hari cendawan *M. anisopliae* mampu untuk menimbulkan gejala serangan, setelah 2-3 minggu kemudian uret mati (Anonim, 1983). Infeksi cendawan *M. anisopliae* menyebabkan disfungsi sistem endokrin (Ferron, 1981).

M. anisopliae menghasilkan toksin yang mampu mengikis butiran-butiran plasmatosit sehingga blastospora dapat mengalir dalam haemocoel. Toksin yang dihasilkan cendawan entomopatogenik memegang peranan penting dalam mematikan inang. Toksin yang dihasilkan adalah chytochalsin C dan D serta destruksi cyclododecipeptida A, B, C, D (Zuzuki *et al.*, 1970 dalam Burges, 1981).

Toksin tersebut mampu membunuh inang dengan cara merusak struktur membran sehingga terjadi dehidrasi sel dan mengakibatkan tidak dapat berlangsungnya regenerasi jaringan. Gangguan aktivitas elektrik dalam jaringan syaraf terlihat dengan naik turunnya konsumsi oksigen. Racun ini dapat membunuh inang dengan konsentrasi rendah, sebagai contoh dari hasil penelitian para ahli Jepang menunjukkan LD-50 destruksin A atau B yang diinjeksikan ke

dalam haemocoel ulat sutra adalah 0,15 - 0,30 miligram pergram berat tubuh dalam waktu 24 jam (Burgess, 1981).

Tanda-tanda dan gejala serangan host yang terinfeksi cendawan ditunjukkan oleh perubahan perilaku, perubahan eksternal, dan internal serta perubahan biokimia. Gejala perilaku yang paling awal yaitu kehilangan nafsu makan dengan gerakan yang tidak terkendali (Steinhous, 1949).

2.7 Perbanyak Cendawan *M. anisopliae* Pada Media Buatan

Cendawan *M. anisopliae* dapat tumbuh dengan mudah pada media sederhana tanpa nitrogen organik. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa pertumbuhan dan sporulasi banyak bervariasi jika cendawan ditumbuhkan pada pepton. Ekstraksi ragi menghasilkan produksi yang paling tinggi. Produksi miselia, pertumbuhan konidia dan virulensinya diuji dengan menggunakan sumber Karbon dan nitrogen. Asam glutamat dapat merangsang pertumbuhan dan sporulasi cendawan tersebut (Campbell *et al*, 1978 dalam Gabriel, 1989).

Ferron (1981) menyatakan bahwa sumber nutrisi dapat mempengaruhi pertumbuhan cendawan entomopatogen. Berdasarkan hasil penelitian Suyono (2000) waktu panen spora cendawan *M. anisopliae* pada media Ekstrak Kentang Gula (EKG) yang paling tepat setelah hari keempat atau sebelum hari kedelapan setelah inokulasi.

Media untuk pertumbuhan cendawan harus mengandung substansi organik sebagai sumber C dan N ion organik dalam jumlah yang cukup sebagai pemacu pertumbuhan dan virulensinya (Ingold, 1967).

Selain media Ekstrak Kentang Gula (EKG) tersebut ternyata media air kelapa muda dapat juga digunakan sebagai media pertumbuhan cendawan *M. anisopliae*. Air kelapa muda mempunyai konsentrasi gula tinggi. Satu buah kelapa muda yang besar dapat mengandung 100 mg gula, dan karbohidrat air kelapa merupakan komponen penting dimana mengandung glukosa, sakarosa, sorbitol, m. sorbitol, s. inositol.

Air kelapa juga mengandung 17 jenis asam amino bebas sebanyak 4,135 mg/100g (Kembuan, 1985). Harjai dan Pamenang (1981) mengemukakan bahwa

makin tinggi kandungan karbohidrat dan protein yang ada pada media maka luas koloni, laju pertumbuhan, jumlah konidia, berat cendawan *M. anisopliae* dan viabilitas konidia akan semakin tinggi sehingga virulensinya pun akan semakin tinggi pula. Noggle dan Frits (1979) menyatakan bahwa air kelapa sudah lama dikenal sebagai sumber zat pengatur tumbuh bagi perkembangan embrionik, termasuk pertumbuhan dan perkembangan cendawan *M. anisopliae*.

Menurut Gabriel dan Riyatno (1989) beras, gandum dan jagung dapat digunakan sebagai media perbanyakan cendawan. Bahan-bahan tersebut murah dan mudah didapatkan di berbagai daerah. Di Brasil perbanyakan *M. anisopliae* sangat berkembang dan berhasil mengendalikan hama yang menyerang tebu. Pada media nasi *M. anisopliae* dapat tumbuh pada suhu 26-29°C dengan kelembaban 50-55 persen selama 15-20 hari.

Pengujian dan perbanyakan pada media buatan yang berasal dari jagung giling mempunyai mutu yang cukup bagus. Perbanyakan cendawan dengan media jagung giling dinilai sangat efisien karena selain jagung giling mudah didapat, harganya murah, juga sangat mudah untuk penyebarannya di lapang. Laboratorium Balitri Bogor telah membuktikan bahwa dengan menggunakan jagung giling sebagai media perbanyakan *M. anisopliae*, akan diperoleh hasil yang baik setelah 14 hari (Anonim, 1983).

2.7 Pemanfaatan *M. anisopliae* Sebagai Agen Hayati *O. rhinoceros*

Penggunaan *M. anisopliae* mempunyai masa depan yang baik bagi pengendalian uret di tempat berbiaknya. Cendawan menyebabkan uret mati kering. Selain uret dan kepompong, cendawan juga dapat menyerang imago (Anonim, 1985). Cendawan *M. anisopliae* merupakan cendawan yang dapat menimbulkan penyakit pada uret *O. rhinoceros*, maka cendawan ini dapat digunakan untuk pengendalian secara hayati karena mempunyai efektivitas yang tinggi bagi pengendalian uret di tempat pembiakan atau sarang-sarang alami, sebab cendawan tidak menyebar dari sarang satu ke sarang lainnya (Zelazny, 1988). Menurut Suharto (2000) cendawan entomopatogen *Beauveria bassiana* dan *Metarrhizium anisopliae* merupakan dua mikrobia sebagai agensia hayati.

Cendawan tersebut efektif untuk mengendalikan berbagai serangga hama. Pada keadaan yang sesuai mengakibatkan infeksi dan mortalitas yang tinggi, mencapai 82 persen (Anonim, 1977).

Untung (1993) menyatakan bahwa penggunaan cendawan *M. anisopliae* aman karena kisaran inangnya sempit, dapat dibiakkan dengan mudah dan murah serta kecil kemungkinan timbulnya resistensi pada serangga inang. Di Brasilia, ribuan hektar lahan yang terkena hama penghisap getah *Mahanarva posticata* dikendalikan dengan *M. anisopliae* dengan aplikasi 50 lt/ha atau mengandung 6×10^{11} sampai dengan $1,2 \times 10^{12}$ konidia pada waktu 30, 60, 90 hari diperoleh hasil 40 persen, 50 persen dan 65 persen hama terserang green muscardine (Reijntjes dkk, 1999).

Bioinsektisida Meteor berbahan aktif cendawan *M. anisopliae* telah diproduksi dengan formulasi khusus dalam bentuk tepung dan granular mampu mematikan hama boktor tebu dalam waktu 4–15 hari (Purwantara dan Darmono, 1999a). Selain itu juga dapat mematikan 100 persen boktor sengon (*Xystrocera festiva*) yang secara morfologis sangat mirip dengan boktor tebu dalam waktu 3–7 hari (Purwantara dan Darmono, 1999b).

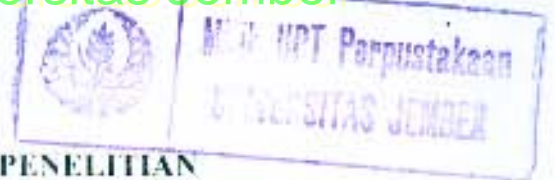
Hasil ini lebih baik dari hasil penelitian Pusat Penelitian perkebunan Gula Indonesia (P3GI) yang menunjukkan bahwa isolat cendawan entomopatogen dapat mematikan 80–100 persen boktor dalam waktu 9–15 hari. Cendawan *M. anisopliae* dengan jumlah konidia $1,25 \times 10^9$ sampai dengan 10×10^9 per ml efektif terhadap ulat *Cridolomia binoidis* dengan mortalitas 40–76,67 persen. (Nadrawati dan Kazwini, 1999).

Ellyda (1982) menyatakan bahwa dengan menaburkan atau menyemprotkan cendawan *M. anisopliae* secara merata di dalam sarang uret *O. rhinoceros* dengan kedalaman 25–30 cm, sebanyak 15–20 gram per m² ternyata dapat mematikan uret sebanyak 52 persen sedangkan menurut Munaan dan Abbas (1986) pemakaian cendawan *M. anisopliae* dapat mematikan uret *O. rhinoceros* 85–92 persen.

2.8 Hipotesa Penelitian

Media perbanyakan air kelapa muda merupakan media perbanyakan yang menghasilkan virulensi tinggi untuk cendawan *M. anisopliae* yang berpengaruh pada virulensi dan nilai LT_{50} terhadap uret *O. rhinoceros*.





III. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Ilmu Hama Tumbuhan Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Jember dan di kebun Tegal Gede Kecamatan Sumbersari Kabupaten Jember. Pelaksanaannya dimulai pada bulan Mei 2001 sampai bulan Oktober 2001.

3.1 Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah uret *O. rhinoceros*, cendawan *M. anisopliae* yang diisolasi dari uret yang terinfeksi dilokasi Kabupaten Banyuwangi, campuran pupuk kandang dan serbuk gergaji kayu kelapa, media PDA, media jagung, air kelapa muda, $KMNO_4$, air steril, dan triton 0,01 persen.

Alat dasar yang dipakai adalah ayakan pasir, ember plastik, autoklaf, petridish, tabung reaksi, erlenmeyer, selang plastik, pipa kaca, stopper, thermometer dan aerator.

3.2 Metode Penelitian

3.2.1 Persiapan Penelitian

a. Membuat media steril

Media steril dibuat sebelum mengumpulkan material di lapang. Media yang dipakai berupa campuran serbuk gergaji kayu kelapa dan pupuk kandang dengan perbandingan 1: 1. Bahan tersebut setelah dicampur, kemudian diayak dengan ayakan pasir untuk diambil bahan yang halus, baru kemudian disterilkan. Cara sterilisasi yang digunakan adalah dengan dikukus selama 6 jam pada alat pengukus nasi. Setelah selesai kemudian dimasukkan pada ember plastik tertutup. Setelah dingin, media tersebut sudah siap dipakai, untuk pemeliharaan uret.

b. Koleksi uret *O. rhinoceros*

Koleksi uret *O. rhinoceros* dimaksudkan sebagai bahan pengujian. Koleksi dilakukan di daerah serangan berat dan ringan, pada tumpukan sampah pabrik gula maupun tumpukan jerami di tengah sawah. Dalam pengambilan diusahakan

uret tidak tersentuh, dengan cara mengambil bersama sampah-sampah tempat hidupnya. Sampai di laboratorium diadakan pemisahan, uret yang tidak sehat dibuang, dan yang sehat dicuci dengan air mengalir, kemudian dipelihara pada media steril yang telah disiapkan. Pemeliharaan pada ember plastik, masing-masing ember untuk memelihara uret sebanyak 20 ekor. Untuk keperluan pengujian disediakan 24 ember untuk memperoleh sekurang-kurangnya 500 ekor uret sehat.

c. Karantina

Karantina terhadap koleksi uret untuk mendapatkan yang benar-benar sehat. Karantina ini dilakukan selama 4 minggu pada media steril. Bila setelah 4 minggu, salah satu atau beberapa uret dalam satu ember menunjukkan gejala terinfeksi, maka semua uret dalam satu ember tersebut tidak dipakai dan dianggap semuanya sudah terinfeksi. Sedangkan karantina pada uret yang menunjukkan gejala dimaksudkan untuk memberikan kesempatan cendawan tumbuh dan berkembang, sehingga memudahkan dalam isolasinya.

d. Isolasi

Isolasi cendawan *M. anisopliae* diambil dari daerah Banyuwangi, dilakukan dengan mencari uret terinfeksi pada daerah serangan ringan, karena di daerah tersebut diduga sudah terdapat faktor pembatas alami yang berupa cendawan ataupun yang lain. Uret yang sudah terinfeksi cendawan di lapang, ditandai dengan adanya bintik coklat pada permukaan tubuhnya, ataupun sudah mati dalam keadaan keras dan kaku berwarna putih atau sudah menjadi hijau. Hasil koleksi uret sakit ini kemudian dipelihara pada media steril yang sudah disiapkan dan ditutup rapat.

Empat minggu setelah karantina, cendawan yang tumbuh pada uret diisolasi. Isolasi dilakukan dengan mengambil spora berwarna hijau yang menempel pada tubuh uret dengan jarum ose, ditumbuhkan dalam petridish steril yang telah diisi media PDA sebanyak 10 ml. Kemudian dilakukan inkubasi selama 4 hari. Apabila terjadi kontaminasi, maka dipindahkan ke dalam petridish lain, sampai cendawan *M. anisopliae* terpisah dengan kontaminan yang lain. Baru

kemudian dipindahkan ke dalam media agar miring, pada tabung rekasi yang telah diisi media sebanyak 5 ml dan dimiringkan. Dengan demikian telah diperoleh biakan murni.

e. Pembuatan media perbanyakan

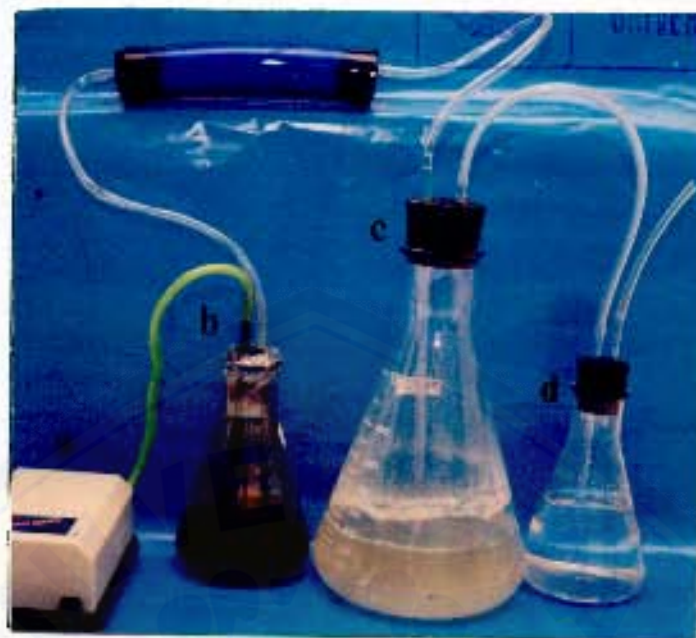
Langkah-langkah yang dilakukan yaitu:

1. Tiga jenis jagung giling yaitu jagung manis, jagung lokal dan jagung hibrida sebanyak 0,5 kg dicuci bersih, kemudian disiram air mendidih dan ditutup. Setelah 30 menit air dibuang.
2. Jagung diataskan, kemudian diukus pada alat pengukus nasi selama 15 menit.
3. Siapkan tabung reaksi yang sudah steril
4. Setiap tabung diisi jagung yang telah dikukus sebanyak 10 gram, kemudian ditutup kapas dan kertas timah. Kemudian media jagung giling disterilkan dalam autoklaf selama 30 menit.
5. Sementara pada media air kelapa muda langsung disterilkan dengan autoklaf selama 30 menit.
6. Setelah selesai didinginkan, lalu disimpan pada suhu kamar. Media jagung dan media air kelapa muda tersebut sudah siap untuk media perbanyakan cendawan.

f. Persiapan dan perbanyakan inokulum

Hasil perbanyakan pada media jagung selanjutnya diperbanyak lagi pada media cair yaitu air kelapa muda dengan menggunakan rangkaian fermentor sangat sederhana (FSS). Adapun langkah-langkahnya :

1. Sterilisasi semua alat dan bahan yang dipakai dengan autoklaf.
2. Inokulasi cendawan *M. anisopliae* yang diambil dari biakan jagung kemudian disuspensikan dalam 10 ml triton 0,01 persen dengan kerapatan konidia 10^5 konidia/ml sebanyak 5 cc/l ke dalam media air kelapa muda.
3. Memasang rangkaian fermentor tetap di dalam ruangan steril selanjutnya baru dipindah keluar dan langsung dihubungkan dengan aerator.
4. Rangkaian fermentor dipasang selama 7 hari dan siap dilakukan panen spora.



Gambar 1. Rangkaian Fermentor Sangat Sederhana (FSS) (a) Aerator (b) Larutan KmO_4 (c) Media air kelapa muda (d) Air steril

3.2.2 Uji Virulensi

a. Pengujian Virulensi di Laboratorium

Penelitian dilakukan untuk mengetahui nilai LT_{50} yaitu dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor (jenis media perbanyakan) yang terdiri dari empat aras, meliputi media air kelapa muda, media jagung manis, jagung lokal dan jagung hibrida. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak tiga kali. Pengamatan kerapatan konidia dilakukan 7 hari setelah inokulasi dengan cara mengambil konidia dari setiap media perbanyakan dan dimasukkan ke dalam 10 ml larutan triton 0,01 persen. Penghitungan kerapatan konidia menggunakan alat Haemocytometer, yaitu dengan rumus :

$$S = \frac{t \times d}{n \times 0,25} \times 10^6 \text{ konidia / ml}$$

dengan t = jumlah konidia yang teramati dalam kotak Haemocytometer

d = faktor pengenceran

n = jumlah kotak yang teramati dalam Haemocytometer

(Gabriel dan Riyatno, 1989).

Hasil inokulasi perbanyakan cendawan tersebut kemudian digunakan sebagai bahan pengujian virulensi cendawan *M. anisopliae* terhadap uret baik di laboratorium maupun di lapangan. Inokulasi uret dari konidia media jagung dan air kelapa muda masing-masing sebanyak $2,5 \text{ cc}/10^7$ konidia yang dilarutkan hingga mencapai 50 ml dengan cara menyemprotkan secara merata suspensi cendawan kedalam ember plastik yang berisi media organik, lalu memasukkan 10 ekor uret sehat kedalamnya. Pengamatan dilakukan terhadap mortalitas uret yaitu mulai 7 hsi. dengan interval waktu 3 hari sekali sampai hari ke-22. Data yang diperoleh kemudian dianalisis dengan menggunakan analisa probit.

b. Pengujian Virulensi di lapangan

Perlakuan di lapang dengan membuat lubang-lubang dengan ukuran $50 \times 50 \times 30 \text{ cm}$ sebanyak 18 buah. Masing-masing lubang diisi dengan campuran pupuk kandang dan serbuk gergaji kayu kelapa dengan perbandingan 1:1 sebanyak tiga ember, kemudian diinokulasikan cendawan *M. anisopliae* dari masing-masing media perbanyakan air kelapa muda, jagung manis, jagung lokal dan jagung hibrida sebanyak 75 ml dengan kerapatan konidia 10^7 konidia/ml lalu dilarutkan sampai mencapai volume sebesar 300 ml, dan disemprotkan secara merata pada media organik lalu 5 ekor uret sehat dimasukkan ke dalam lubang.

Pengamatan dilakukan terhadap mortalitas uret dengan cara setiap kali pengamatan lubang digali dan dihitung jumlah uret yang mati dan terinfeksi mulai tujuh hari setelah inokulasi dengan interval waktu pengamatan satu minggu sekali sampai empat minggu pengamatan. Persentase mortalitas dihitung dengan rumus :

$$P = \left(\frac{n}{N} \right) \times 100 \% \quad \text{dengan } P = \text{persentase mortalitas;} \\ n = \text{jumlah larva yang mati;} \\ N = \text{jumlah larva yang diuji}$$

Penelitian dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) satu faktor, yaitu jenis media perbanyakan (media air kelapa muda, media jagung manis, jagung lokal dan jagung hibrida). Hasil pengamatan diuji dengan menggunakan Duncan Multiple Range Test (DMRT) dengan taraf nyata 5 persen.



V. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pengamatan dan pembahasan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

5.1 Kesimpulan

1. Hasil pembiakan massal cendawan *M. anisopliae* pada media biakan air kelapa muda menghasilkan kerapatan konidia lebih tinggi dibandingkan dengan media biakan jagung manis, jagung lokal dan jagung hibrida.
2. Media biakan air kelapa muda mencapai virulensi tertinggi dengan nilai LT_{50} terendah (12,51 hari) dibanding dengan dari media biakan yang lainnya (jagung manis, jagung lokal dan jagung hibrida).
3. Mortalitas uret di lapang pada 1-3 minggu media air kelapa muda cenderung lebih tinggi dibanding media perbanyakan yang lain, sedang pada minggu ke-4 sama.

5.2 Saran

Dalam usaha media perbanyakan *M. anisopliae* secara massal disarankan untuk menggunakan media biakan air kelapa muda yang dapat menghasilkan kerapatan konidia yang tinggi, sehingga menghasilkan virulensi yang lebih tinggi pula.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1977. Memberantas Hama Kumbang Kelapa. Informasi Pertanian, 20, 5-7.
- , 1981. Upaya Pengendalian Hama Kwangwung (*Oryctes rhinoceros* L.) Secara Hayati di Jawa Timur. Dinas Perkebunan Daerah, Propinsi Daerah Tingkat I Jawa Timur. 11p.
- , 1983. Upaya Penggunaan Cendawan *Metarrhizium anisopliae* dan *Baculovirus oryctes* Untuk Mengendalikan *Oryctes rhinoceros* L. Balai Penelitian Tanaman Industri Bogor. Bogor. 39p.
- , 1985. Pedoman Pembiakan Massal Cendawan *Metarrhizium anisopliae* di Laboratorium Utama Pengendalian Hayati. Dinas Perkebunan. Daerah Propinsi Dati I Jawa Timur. Jombang. 16p.
- , 1988. Metode Memperbanyak dan Menggunakan *Baculovirus oryctes*, Laporan Bulanan Maret 1988. Badan Penelitian Pengembangan Pertanian. Balai Penelitian Kelapa. Manado. 11p.
- , 1989. Hama *Oryctes rhinoceros* di Bulokombo Sulawesi Selatan. Laporan Bulanan. Agustus 1987. Balai Penelitian Tanaman Kelapa. Manado. 6p.
- Burges, H.D. 1981. *Microbiol Control of Pest and Plant Disease 1970 - 1980*. Academic Press. London. 947p.
- Bult, T. M. and M. Brownbridge. 1997. *Fungal Pathogens of Thrips*. In: T. Lewis (ed.) *Thrips as Crop Pests*. CAB. International. New York. 339-433pp.
- Darwis, M. 1990. Konsentrasi Efektif Terendah Cendawan *Metarrhizium anisopliae* Terhadap Mortalitas Larva *Oryctes rhinoceros*. Puslit dan Pengembangan Pertanian. Deptan. Bogor. 4p.
- Davies, D.D., et al. 1964. *Plant Biochemistry*. Blackwell Scientific. Publication Oxford.
- Devlin, R.M. 1979. *Plant Physiology*. D. Van Nostrand Co New York. 3th ed
- Ellyda, A.W. 1982. Prospek Pengendalian Pengetam Pucuk Kelapa Dengan Cendawan *Metarrhizium* sp. *Pemberitaan Puslit dan Pengembangan Tanaman Industri Bogor*. Bogor. 24p.

- Ferron, P., 1981. Pest Control by The Fungi *Beauveria* and *Metarrhizium*. P: 465-467 in HD Burges (ed.). 1981. *Microbial Control of Pest and Plant Diseases 1970 - 1980*. Academic Press. London New York Toronto Sydney San Francisco.
- Finney, D. J. 1971. Probit Analysis. 3rd ed. Cambridge, Cambridge University Press. 333p. dalam Prijono, D. 1999. *Analisis Data Uji Hayati*. Pusat Kajian Pengendalian Hama Terpadu. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 63-81p.
- Gabriel, dan Riyatno. 1989. *Metarrhizium anisoplicae (Metch) Sor. Taxonomi, Pathology, Production, dan Application*. Proyek Pengembangan Perlindungan Tanaman Perkebunan. Direktorat Jenderall Perkebunan. Deptan. Jakarta. 26p.
- Gerraway, M.O and Evans. 1984. *Fungus Nutrition and Physiology*. John Wiley and Sons. USA.
- Harjadi, S. S dan H. Pamenang. 1981. Pengaruh Sukrosa dan Air Kelapa Muda Pada Kultur Jaringan Anggrek. *Buletin Agronomi XIV (1)*. 7p.
- Hill, D. 1979. *Agricultural Insect Pest of The Tropics and Their Control*. Cambridge University Press. Cambridge. 383p.
- Ingold, C.T. 1967. *Principle of Sugar Technologi*. Elsevier Publishing Company. New York. 387p.
- Kalshoven, I. G.E., 1981. *The pest of Crop in Indonesia*. Rev. and by. P. A., Van der Laan. PT. Ichtia Baru - Van Hoeve. Jakarta. 701p.
- Kartono, G. dan Sunardi, 1997. Hama Utama Tanaman Kelapa di Jawa Timur. *Ringkasan Publikasi dan Laporan Penelitian*. 2 (VII); 1-2
- Kembuan, H., 1985. Pemanfaatan Air Kelapa. *Buletin Balitka*. Balai Penelitian Kelapa Manado. Manado. 6p.
- Kilgore, W.W and R.I. Douth 1969. *Pest Control Biological, Physical, and Selected Chemical Methods*. Academic Press. Publishing. 33-77pp.
- Leopold, A. C and P. E. Kriedmann. 1975. *Plant Growth and Development*. McGraw Hill Book Co. 2nd ed.
- Lever, R.J.A.W., 1969. *Pest of Coconut Palm*. FAO Agricultur Series, Food and Agriculture Organisation of The United National No. 77. Roma. 180p.

- Mandang, J.P. 1995. *Air Kelapa Sebagai Bahan Substitusi Media MS Pada Kultur Jaringan Krisan*. Eugenia. 1-11pp.
- Mangoendihardjo, S. 1970. *Hama Khusus Tanaman Keras*. Yayasan Pembina Fakultas Pertanian UGM. Yogyakarta. 77 p.
- Menon, K.P.V. and K.M. Pandalai. 1958. *The Coconut Palm A Monograph*. Indian Central. Coconut Comite.
- Munaan, A dan A.W Abbas. 1986. *Towards The Biological Control of coconut Insect in Indonesia. Biological Control in Tropic*. Balitri Bogor. 149-157 pp.
- Nadrawati dan Kazwini. 1999. Efektifitas Jamur Entomopatogenik *Beauveria bassiana* vuill dan *Metarrhizium anisopliae* (Metch) Sor. Strain Lokal Terhadap *Crocidolomia binotalis* Zell. *Laporan Penelitian*, Fakultas Pertanian. Universitas Bengkulu. 14p.
- Noggle, G.R. and GJ Frits. 1979. *Introductory Plant Growth and Development*. Tata Mc Graw Hill Publishing Co. Ltd New Delhi.
- Purwantara, T.W. dan Darmono. 1999a. Peluang Pengendalian Hayati Hama Penggerek Pangkal Batang Tebu (Boktor) dengan Bioinsektisida. Unit Penelitian Bioteknologi Perkebunan Bogor. *Warta Penelitian Bioteknologi Perkebunan Tahun V Nomor 1 Desember 1999*. 6p.
- Purwantara, T.W. dan Darmono. 1999b. Efektifitas Jamur *Beauveria bassiana* *Cordyceps* sp. *Metarrhizium anisopliae* dan *Paelomyces fumoso-roseus* Dalam Mengendalikan Penggerek Batang Sengon (*Xystrocera festiva* Pascoe). Unit Penelitian Bioteknologi Perkebunan. *Laporan Intern*.
- Reijntjes, C. B, Haverkort dan W. Bayer. 1999. *Pertanian Masa Depan (LEIA) Pengantar Untuk Pertanian Berkelanjutan Dengan Input Luar Daerah*. Kanisius. Yogyakarta. 498p.
- Robert, D. W., 1981. Toxins of entomopathogenic fungi. P: 441-464 in H.D. Burges (Ed.). 1981. *Microbial control of pest and plant diseases 1970-1980*. Academic Press. London New York Toronto Sydney San Francisco.
- Scytamidjaja, D. 1991. *Bertanam Kelapa*. Kanisius. Yogyakarta. 1- 4 pp.
- Son'any, A. 1985. Daya Bunuh *Metarrhizium anisopliae* terhadap Uret Kumbang Badak Pada Berbagai Komposisi Media. *Skripsi*. Fakultas Pertanian. Universitas Jember. (Tidak Dipublikasikan). Jember. 44p

- Steinhous, F. A. 1949. *Principle of Insect Pathology*. Mc. Graw Hill Book co. New York. 757p.
- Street, H.E. and Opik. 1976. *The Physiologi of Flowering Plants*. Williams Cloves and Sons. 2nd ed.
- Suharto. 2000. Mass production of entomopatogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarrhizium anisopliae* using solid and liquid media. *Laporan Kegiatan*. Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Universitas Jember. 19p.
- Suprpto. 1989. *Bertanam Jagung*. Kanisius. Yogyakarta. 65p.
- Sutjipto. 1989. Pengaruh Dosis *Metarrhizium anisopliae* Terhadap Mortalitas Uret Kumbang Badak. *Laporan Penelitian*. Pusat Penelitian UNEJ (Tidak Dipublikasikan). Jember. 22p.
- Sutoyo dan Sudarmadji. 1998. Penetapan Tingkat Virulensi Empat Isolat *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. Terhadap *Helopeltis antonii* Sign. *Menara Perkebunan*. 62 (3): 47-51p.
- Suyono. 2000. Uji Patogenisitas Cendawan *Metarrhizium anisopliae* Terhadap Kumbang Badak (*Oryctes rhinoceros* L.) Yang Diperbanyak Dalam Media Cair (EKG) Dengan Waktu Panen Yang Berbeda. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Kediri. (Tidak Dipublikasikan). Kediri 34p.
- Tjoa, T. M. 1953. *Hama-hama Tanam-tanaman Kita II*. Noordhoff - Kolff N. V. Djakarta. 26p
- Untung, K., 1993. *Pengantar pengelolaan hama terpadu*. Universitas Gadjah Mada Press. Yogyakarta. 273p.
- Zelazny, B. 1988. Biological Control of Coconut Pest Control of Rhinoceros Beetles. *Seminar Helt ad Dinas Perkebunan Daerah Propinsi Tk. I Jawa Timur*. Surabaya. 10p.

Lampiran 1.

1. Sidik Ragam Pengamatan Minggu I Mortalitas (%) di lapang

Sumber Keragaman	db	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F hitung	F Tabel	
					5%	1%
Kelompok	3	238.02	79.34			
Perlakuan	3	738.02	246.01	5.82	*	3.86 6.99
Galat	9	380.73	42.30			
Total	15	1356.77				

Keterangan * berbeda nyata

CV 49.95%

FK 2712.67

Duncan's Multiple Test

Perlakuan	Rata-rata	Rank	SSR 5%	DMRT 5%	Notasi
Air kelapa muda	20.00	1	3.33	10.829317	a
Jagung manis	18.75	2	3.23	10.504112	a
Jagung lokal	10.00	3	3.08	10.016305	ab
Jagung hibrida	3.33	4	0	0	b

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

2. Sidik Ragam Pengamatan Minggu II Mortalitas (%) di lapang

Sumber Keragaman	db	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F hitung	F Tabel	
					5%	1%
Kelompok	3	163.89	54.63			
Perlakuan	3	475.00	158.33	10.47	**	3.86 6.99
Galat	9	136.11	15.12			
Total	15	775.00				

Keterangan * berbeda nyata

CV 10.26%

FK 23002.78

Duncan's Multiple Test

Perlakuan	Rata-rata	Rank	SSR 5%	DMRT 5%	Notasi
Air kelapa muda	46.67	1	3.330	6.475	a
Jagung manis	38.33	2	3.230	6.281	b
Jagung lokal	33.33	3	3.080	5.989	b
Jagung hibrida	33.33	4			b

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

Lampiran 2

3. Sidik Ragam Pengamatan Minggu III Mortalitas (%) di lapang

Sumber Keragaman	db	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F hitung	F Tabel	
					5%	1%
Kelompok	3	333.33	111.11			
Perlakuan	3	644.44	214.81	4.35	*	3.86 6.99
Galat	9	444.44	49.38			
Total	15	1422.22				
Keterangan	* berbeda nyata					
CV	7.81%					
FK	129600.00					

Duncan's Multiple Test

Perlakuan	Rata-rata	Rank	SSR 5%	DMRT 5%	Notasi
Air kelapa muda	98.33	1	3.330	11.700	a
Jagung manis	93.33	2	3.230	11.349	a
Jagung lokal	86.67	3	3.080	10.822	ab
Jagung hibrida	81.67	4			b
Keterangan:	Huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji Duncan taraf 5%				

4. Sidik Ragam Pengamatan Minggu IV Mortalitas (%) di lapang

Sumber Keragaman	db	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F hitung	F Tabel	
					5%	1%
Kelompok	3	144.44	48.15			
Perlakuan	3	144.44	48.15	1.05	ns	3.86 6.99
Galat	9	411.11	45.68			
Total	15	700.00				
Keterangan	* Berbeda nyata					
CV	7.18%					
FK	141877.78					

Duncan's Multiple Test

Perlakuan	Rata-rata	Rank	SSR 5%	DMRT 5%	Notasi
Air kelapa muda	98.33	1	3.330	11.253	a
Jagung manis	95.00	2	3.230	10.915	a
Jagung lokal	93.33	3	3.080	10.408	a
Jagung hibrida	90.00	4			a
Keterangan:	Huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji Duncan taraf 5%				

Lampiran 3. LT50 dari Mortalitas Uret Terinfeksi pada (J. Mantis)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	15	17	18
Harik ke-	Log Waktu	Cacah Serangga Uji	Kemampuan	Persen Kemam- titan	Persen Kemam- titan Terko- reksi	Probit Emperik	Probit Harapan	Probit Peng- hitung	Koe- fisien Pem- bobot	Bobot							Selisih
m	x^1	n	r	Po	Pt	Y	Y	y	w	nw	nwx	nwy	nwx ²	nwy ²	nwxy	A	y
22	1,342	10	9,25	92,50	92,50	6,440	6,202	6,404	0,389	3,6536	4,9583	23,6547	6,6562	151,4915	31,7546	6,17	-0,03
19	1,279	10	8,00	80,00	80,00	5,842	5,821	5,840	0,496	4,9617	6,3447	28,9740	6,1134	169,1956	37,0506	5,78	-0,04
16	1,204	10	6,00	60,00	60,00	5,253	5,375	5,252	0,605	6,0471	7,2814	31,7592	6,7677	166,7992	38,2419	5,33	-0,04
13	1,114	10	3,00	30,00	30,00	4,476	4,836	4,491	0,630	6,2354	7,0128	28,7722	7,8118	126,9578	31,4936	4,78	-0,05
10	1,000	10	2,25	22,50	22,50	4,245	4,156	4,251	0,466	4,6649	4,8649	20,788	4,8649	87,8573	20,6788	4,09	-0,06
7	0,845	10	0,50	5,00	5,00	3,365	3,230	3,370	0,188	1,8626	1,5910	6,3444	1,3446	21,3804	5,3616	3,15	-0,08
0	-	10	0,00	0,00	0,00					Jumlah	27,7453	139,6832	37,5565	723,7317	164,5611		

¹⁾ x = (Log waktu)

$\bar{x} = 1,1553$
 $\bar{y} = 5,0345$

a = -1,981
 b = 6,072

Persamaan regresi :
 $y = -1,981 + 6,072 x$

LT₅₀ = 1,149585
 Antilog = 14,119

Lampiran 4. LT50 dari Mortalitas Uret Terinfeksi pada (J. Lokal)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Har ke-	Log Waktu	Cacah Serangga Uji	Kematian	Persentase Kematian	Persentase Kematian Terkoraksi	Probit Empirik	Probit Harapan	Probit Penghitung	Koefisien Pembobot	Bobot	nwx	nwy	nwx ²	nwy ²	nwxy	^a y	Selisih
m	x ²	n	r	Po	Pt	y	y	y	w	nw	nwx	nwy	nwx ²	nwy ²	nwxy	y	
22	1,342	10	8,25	82,50	82,50	5,935	5,935	5,930	0,459	4,5887	6,1599	27,2116	8,2692	161,3704	36,5295	5,92	-0,02
19	1,279	10	7,25	72,50	72,50	5,598	5,576	5,596	0,564	5,6357	7,2067	31,5373	9,2156	176,4818	40,3265	5,56	-0,01
16	1,204	10	5,50	55,00	55,00	5,126	5,151	5,127	0,630	6,3041	7,5909	32,3214	9,1404	155,7125	38,9188	5,15	0,00
13	1,114	10	3,25	32,50	32,50	4,546	4,638	4,547	0,607	5,0675	6,7589	27,5882	7,5280	125,4402	30,7317	4,65	0,01
10	1,000	10	2,00	20,00	30,00	4,158	3,980	4,169	0,428	4,2846	4,2846	17,8631	4,2846	74,4735	17,8631	4,01	0,02
7	0,845	10	0,25	2,50	2,50	3,040	3,109	3,042	0,156	1,5638	1,3216	4,7578	1,1159	14,4755	4,0209	3,15	0,04
0	-	10	0,00	0,00						28,4445	33,3226	141,2796	39,5557	717,9540	168,3925		
										Jumlah							

¹⁾ x = (Log waktu)

$$\bar{x} = 1,1715$$

$$a = -1,551$$

Persamaan regresi :

$$y = -1,551 + 5,564 x$$

$$\bar{y} = 4,9669$$

$$b = 5,564$$

$$LT_{50} = 1,177454$$

$$\text{Antilog} = 15,04715$$

Lampiran 5. LT50 dari Mortalitas Uret Terinfeksi pada (J. Hibrida)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Harikem	Log Waktu	Cacah Serangga Uji	Kematian r	Persentase Kematian Po	Persentase Kematian Terko-reksi Pt	Probit Empirik	Probit Harapan Y	Probit Peng-hitung y	Koeffisien Pembobot w	Bobot nw	nwx	nwy	nwx ²	nwy ²	nwxy		Selisih	
m	x ²	n	r	Po	Pt	Y	y	w	nw	nwx	nwy	nwx ²	nwy ²	nwxy		A	Y	
22	1,342	10	6,75	67,50	67,50	5,454	5,422	5,456	0,597	5,9567	6,0098	32,5554	10,7925	177,6291	43,7030		6,42	0,00
19	1,279	10	5,50	55,00	55,00	5,126	5,146	5,127	0,631	6,3081	6,0665	32,3412	10,3151	165,8106	41,3565		5,15	0,00
16	1,204	10	4,25	42,50	42,50	4,811	4,822	4,809	0,629	6,2653	7,5682	30,2237	9,1130	145,3353	36,3930		4,62	0,00
13	1,114	10	2,75	27,50	27,50	4,402	4,431	4,404	0,565	5,6506	6,2944	24,8940	7,0117	109,5933	27,7193		4,43	0,00
10	1,000	10	1,50	15,00	15,00	3,964	3,936	3,965	0,417	4,1741	4,1741	16,5511	4,1741	65,6287	16,5511		3,93	-0,01
0	-	10	0,00	0,00					Jumlah	28,3847	34,1131	136,5553	41,3604	663,9969	165,7229			

x̄ = (Log waktu)

$\bar{x} = 1.2018$

$a = -0.431$

$\bar{y} = 4.8109$

$b = 4.361$

Persamaan regresi :

$y = -0.431 + 4.361 x$

$LT_{50} = 1.245173$

Antilog = 17.58625

Lampiran 6. LT50 dari Mortalitas Terinfeksi pada (Cair)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Hari ke-	Log Waktu	Cacah Serangga Uji	Kematian	Persen Kematian	Persen Kematian Terko-reksi	Probit Empink	Probit Harapan	Probit Peng-hitung	Kee-fisien Pem-bobot	Bobot	nwx	nwy	nwx ²	nwy ²	nwxy	^A y	Selish
m	x ²	n	r	Po	Pt	Y	Y	y	w	nw	nwx	nwy	nwx ²	nwy ²	nwxy	y	
22	1.342	10	9.75	97.50	97.50	6.950	6.407	6.776	0.300	2.9953	4.0210	20.2970	5.3978	137.5386	27.2472	6.21	-0.20
19	1.279	10	7.75	77.50	77.50	5.755	6.059	5.701	0.419	4.1877	5.3551	23.8735	6.8478	136.0987	30.5284	5.90	-0.16
16	1.204	10	6.50	65.00	65.00	5.385	5.652	5.360	0.545	5.4459	6.5576	29.1885	7.8961	156.4411	35.1454	5.53	-0.12
12	1.114	10	4.75	47.50	47.50	4.937	5.159	4.936	0.630	6.2989	7.0166	31.0941	7.8161	153.4931	34.6370	5.08	-0.08
10	1.000	10	3.50	35.00	35.00	4.615	4.536	4.613	0.593	5.9321	5.9321	27.3664	5.9321	126.2490	27.3664	4.52	-0.02
7	0.845	10	1.25	12.50	12.50	3.850	3.689	3.873	0.332	3.3235	2.8067	12.8708	2.3736	49.8447	10.8771	3.75	0.06
0	-	10	0.00	0.00					Jumlah	28.1835	31.6910	144.6904	36.2636	759.6653	165.6026		

^{*)} x = (Log waktu)

$\bar{x} = 1.1245$ $a = -0.421$

$\bar{y} = 5.1339$ $b = 4.940$

Persamaan regresi :
 $y = -0.421 + 4.940 x$

$LT_{50} = 1.097355$

Antilog = 12.5128

