

**TOKSISITAS KONIDIA CENDAWAN *Metarhizium anisopliae* (Metsch.)
Sorokin DAN *Metarhizium brunneum* (Petch) TERHADAP
RAYAP KAYU KERING (*Cryptotermes* sp.)
(ISOPTERA: KALOTERMITIDAE)**

SKRIPSI

*Diajukan Sebagai Salah Satu Persyaratan Guna Memperoleh Gelar
Sarjana Sains*



Oleh

**MELVY ZUHRA
NIM: 42490**

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2011**

Abstrak

Melvy Zuhra : “Toksisitas Kondia Cendawan *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin dan *Metarhizium brunneum* (Petch) Terhadap Rayap Kayu Kering (*Cryptotermes* sp.) (Isoptera: Kalotermitidae)”

Rayap kayu kering (*Cryptotermes* sp.) merupakan salah satu jenis rayap perusak kayu bangunan dan perabotan yang banyak menyebabkan kerugian. Salah satu usaha untuk mengatasi masalah yang ditimbulkan rayap ini adalah dengan penggunaan cendawan entomopatogen *Metarhizium anisopliae* dan *Metarhizium brunneum*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui patogenisitas *M. anisopliae* dan *M. brunneum* dan konsentrasi yang efektif dalam mengendalikan rayap kayu kering, serta mengetahui mortalitas, $LT_{25,50,95}$ dan $LC_{25,50,95}$ rayap kayu kering yang diberi perlakuan *M. anisopliae* dan *M. brunneum*.

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan 2 faktor dan 3 ulangan yaitu faktor jenis cendawan (*M. anisopliae* dan *M. brunneum*) dan faktor konsentrasi konidia (10^5 , 5.10^5 , 10^6 , 5.10^6 , dan 10^7 konidia/ml). Data mortalitas rayap kayu kering dianalisis dengan ANOVA dan dilanjutkan dengan uji *Duncan New Multiple Range Test* (DNMRT) pada taraf signifikan 5%. Nilai $LT_{25,50,95}$ dan $LC_{25,50,95}$ kedua jenis cendawan terhadap rayap kayu kering dianalisis menggunakan analisis probit.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian berbagai konsentrasi *M. anisopliae* dan *M. brunneum* (faktor B) memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap mortalitas rayap kayu kering (*Cryptotermes* sp.), sedangkan faktor A (jenis jamur) dan faktor AB (interaksi faktor A dan faktor B) tidak memperlihatkan pengaruh yang berbeda nyata. Pada konsentrasi konidia 10^6 konidia/ml kedua cendawan ini sudah mampu mematikan rayap kayu kering >60% sedangkan pada konsentrasi konidia 10^7 konidia/ml kedua cendawan ini sudah mampu menyebabkan mortalitas rayap >90%, mortalitas rayap yang diaplikasikan *M. anisopliae* dan *M. brunneum* masing-masing 93,94% dan 96,97%. Jika dilihat dari LC dan $LT_{25, 50}$ dan 95 cendawan *M. brunneum* menunjukkan kemampuan yang lebih baik. Cendawan *M. brunneum* memiliki nilai LC dan $LT_{25, 50}$ dan 95 lebih rendah dibandingkan dengan cendawan *M. anisopliae*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Toksistas Konidia Cendawan *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin dan *Metarhizium brunneum* (Petch) Terhadap Rayap Kayu Kering (*Cryptotermes* sp.) (Isoptera: Kalotermitidae)”. Salawat beriring salam tak lupa penulis haturkan kepada nabi besar Muhammad SAW.

Terwujudnya skripsi ini berkat bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Dr. Zulyusri, M.P., sebagai pembimbing I.
2. Ibu Dr. Desyanti, M.Si., sebagai pembimbing II.
3. Bapak Drs. Mades Fifendy, M.Biomed, Bapak Dr. Ramadhan Sumarmin, S.Si., M.Si, Bapak Dr. Abdul Razak, S.Si., M.Si, sebagai tim penguji.
4. Ibu Dr. Hj. Ulfa Syukur, M.Si., sebagai Penasehat Akademik.
5. Ibu ketua dan sekretaris Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang.
6. Bapak Drs. Mades Fifendy, M.Biomed dan Ibu Dra. Heffi Alberida, M.Si, sebagai koordinator seminar Jurusan Biologi.
7. Bapak dan Ibu staf pengajar dan staf administrasi Jurusan Biologi.
8. Keluarga dan teman-teman yang telah memberikan inspirasi dan semangat kepada penulis.

Semoga bantuan, bimbingan dan arahan serta dorongan yang telah diberikan kepada penulis mendapat pahala dan balasan dari Allah SWT, Amin. Penulis menyadari bahwa skripsi ini mungkin masih ada kekurangan, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi orang banyak.

Padang, Januari 2011

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Batasan Masalah	4
C. Rumusan Masalah	5
D. Tujuan Penelitian	5
E. Hipotesis	5
F. Kontribusi Penelitian	6
BAB II KAJIAN TEORI	
A. Gambaran Umum Tentang Rayap	7
B. Rayap Kayu Kering (<i>Cryptotermes</i> sp.)	9
C. Cendawan Bersifat Entomopatogen.....	13
D. Cendawan <i>M. Anisopliae</i> dan <i>M. brunneum</i>	17
BAB III METODE PENELITIAN	
A. Waktu dan Tempat	21
B. Jenis Penelitian	21
C. Alat dan Bahan	21

D. Rancangan Perlakuan	22
E. Prosedur Penelitian	22
F. Teknik Analisis Data	25

BAB IV HASIL PEMBAHASAN

A. Mortalitas Rayap Kayu Kering (<i>Cryptotermes</i> sp.).....	26
B. <i>Lethal Concentrasi</i> ($LC_{25,50,95}$) Konidia <i>M. anisopliae</i> dan <i>M. brunneum</i> Terhadap Rayap Kayu Kering (<i>Cryptotermes</i> sp.).....	29
C. <i>Lethal Time</i> ($LT_{25,50,95}$) Konidia <i>M. anisopliae</i> dan <i>M. brunneum</i> Terhadap Rayap Kayu Kering (<i>Cryptotermes</i> sp.)....	30
D. Kelemahan Penelitian	32

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan	33
B. Saran	33

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Rata-rata Mortalitas Rayap Kayu Kering Setelah Aplikasi Berbagai Konsentrasi Konidia <i>M. anisopliae</i> dan <i>M. brunneum</i>	26
2. $LC_{(25,50,95)}$ Konidia <i>M. anisopliae</i> dan <i>M. brunneum</i> Terhadap Rayap Kayu Kering (<i>Cryptotermes</i> sp).....	29
3. $LT_{(25,50,95)}$ Konidia <i>M. anisopliae</i> dan <i>M. brunneum</i> Terhadap Rayap Kayu Kering (<i>Cryptotermes</i> sp)	30

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Siklus hidup rayap	9
2. Morfologi rayap Kayu Kering	10
3. Kasta pekerja dan prajurit rayap kayu kering	10
4. Konidia <i>M. anisopliae</i>	18
5. Konidia <i>M. brunneum</i>	18

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Di Indonesia rayap kayu kering (*Cryptotermes* sp.) merupakan salah satu jenis rayap perusak kayu bangunan dan perabotan yang banyak menyebabkan kerugian. Kerusakan kayu yang diakibatkan oleh serangan rayap ini lebih mencolok dibandingkan dengan kerusakan oleh serangan organisme perusak kayu yang lain. Tanda serangan rayap kayu kering adalah terdapat butir-butiran ekstrem kecil berwarna kecoklatan yang sering berjatuhan di sekitar kayu yang diserang. Kayu yang mempunyai kualitas awet rendah mudah diserang oleh serangga jenis rayap (Zahara, 2007: 2). Oleh karena itu pengendalian rayap tersebut sangat diperlukan untuk mempertahankan masa pakai kayu pada suatu bangunan dan perabotan.

Pengendalian rayap di Indonesia telah banyak dilakukan, diantaranya dengan cara mengimpregnasikan bahan pengawet (termitisida) ke dalam kayu, melakukan penyemprotan ke dalam tanah (*soil treatment*), melakukan fumigasi dengan gas beracun, sistem pengumpanan dan kontak langsung (Pracaya, 1995: 5), menggunakan penghalang fisik (*physical barrier*) untuk mencegah penetrasi rayap pada bangunan dan teknologi pengumpanan (*baiting*) untuk mengeliminasi koloni rayap (Desyanti, 2007: 1). Pengendalian rayap yang banyak dilakukan saat ini adalah dengan menggunakan termitisida (Wiji dan Yusuf, 2005: 38).

Termitisida yang digunakan untuk mengendalikan serangan rayap perusak selama ini sangat beracun dan relatif kurang ramah lingkungan. Jika termitisida digunakan terus menerus maka bahan termitisida akan terakumulasi di alam dan

sangat membahayakan kelangsungan hidup manusia (Wiji dan Yusuf, 2005: 38). Hal ini terjadi karena termitisida terdiri dari senyawa organoklorin seperti DDT yang dapat menyebabkan kerusakan lingkungan karena penumpukan dalam rantai makanan dan bersifat karsinogenik. Termisida juga mengandung senyawa organofosfat seperti parathion, mevinfos, monokrotofos yang merupakan bahan paling berbahaya bagi manusia. Selain itu termisida juga mengandung bahan yang bersifat karsinogenik (Flint dan Bosch, 1990: 123).

Salah satu usaha untuk mengatasi masalah yang berkaitan dengan penggunaan termitisida adalah penggunaan agens hayati. Pemanfaatan musuh alami sebagai agens hayati mempunyai peluang cukup besar dalam Pengendalian Hama Terpadu (PHT). Pengendalian dengan cara ini menguntungkan karena biayanya relatif murah dan yang paling penting tidak menimbulkan efek negatif bagi manusia dan lingkungan (Setiawati, 2004 *dalam* Yoza, 2007: 12). Pengendalian hayati pada dasarnya adalah usaha untuk memanfaatkan dan menggunakan musuh alami sebagai pengendali populasi hama yang merugikan (Untung, 1996: 166). Penggunaan agens hayati tersebut sebagai pengendali rayap merupakan suatu alternatif lain untuk dapat mengendalikan serangga terutama rayap kayu kering. Salah satu agens hayati yang memiliki potensi dalam mengendalikan rayap adalah cendawan yang bersifat entomopatogen.

Cendawan entomopatogen adalah cendawan yang dapat menyebabkan kondisi sakit dan kematian bagi serangga inang. Beberapa jenis cendawan entomopatogen diketahui dapat menyerang serangga-serangga hama secara efektif sehingga dapat menekan populasi hama sampai pada tingkat yang cukup rendah

(Sunjaya, 1970: 62). Penggunaan cendawan ini memiliki keuntungan yaitu biaya yang dibutuhkan relatif murah, aman bagi lingkungan. Cendawan entomopatogen dalam aplikasinya hanya membunuh serangga target, mempunyai banyak strain dan dapat diperbanyak secara invitro, sehingga diharapkan keberhasilan dalam aplikasi dapat tercapai (Oka, 1995: 137-156).

Salah satu cendawan yang bersifat entomopatogen yang memiliki potensi dalam mengendalikan rayap kayu kering adalah cendawan dari genus *Metarhizium* yaitu *M. anisopliae* dan *M. brunneum*. Cendawan dari genus *Metarhizium* dapat menginfeksi banyak serangga penyebab penyakit dan sering digunakan sebagai agens bio kontrol (Krasnoff, *et.al.*, 2006 dalam Defrita, 2008: 16).

Menurut Tanada dan Kaya (1993: 360) *M. anisopliae* dapat menyebabkan mortalitas rayap 100% dalam periode waktu yang lebih singkat dan mempunyai kemampuan sangat cepat menyebarkan metabolit sekundernya yang bersifat racun bagi rayap sehingga terjadi ketidak seimbangan fungsi organ tubuh. *M. anisopliae* merupakan spesies patogen yang secara alami menginfeksi lebih dari 200 jenis serangga, termasuk rayap. Sementara itu, Ginting (2008: 1) mengemukakan bahwa patogenisitas *M. brunneum* terhadap rayap *Coptotermes curvignathus* dan *Schedorhinotermes javanicus* lebih tinggi dibandingkan dengan *M. anisopliae*. Desyanti, *et al.*, (2007: 76) mengemukakan juga cendawan entomopatogen *M. brunneum* merupakan spesies cendawan paling efektif sebagai agens pengendalian rayap tanah *Coptotermes gestroi* karena tingkat patogenisitasnya paling tinggi.

Pemanfaatan cendawan *M. anisopliae* dan *M. brunneum* untuk pengendalian hayati rayap merupakan suatu pilihan teknologi yang tepat dan menarik untuk dikembangkan, maka upaya untuk memanfaatkan kedua jenis cendawan ini dalam mengendalikan rayap kayu kering penting untuk dilakukan. Hal ini disebabkan selain mempunyai arti strategis karena dapat memberikan nilai tambah bagi perkembangan ilmu pengetahuan khususnya tentang pengendalian rayap secara hayati, juga tidak berbahaya bagi lingkungan maupun pemakainya.

Berdasarkan uraian di atas telah dilakukan penelitian yang berjudul “Toksistas Konidia Cendawan *M. anisopliae* (Metsch.) Sorokin dan *M. brunneum* (Petch) Terhadap Rayap Kayu Kering (*Cryptotermes* sp.) (Isoptera: Kalotermitidae)”.

B. Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi pada pengujian patogenisitas berbagai konsentrasi kerapatan konidia cendawan entomopatogen *M. anisopliae* dan *M. brunneum* yaitu 10^5 , 5×10^5 , 10^6 , 5×10^6 dan 10^7 konidia/ml terhadap rayap kayu kering (*Cryptotermes* sp.). Dari pengujian ini parameter yang diamati adalah mortalitas rayap kayu kering (*Cryptotermes* sp.), *Lethal Time* ($LT_{25,50,95}$) dan *Lethal Concentration* ($LC_{25,50,95}$) Konidia cendawan *M. anisopliae* dan *M. brunneum*.

C. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Bagaimanakah Toksisitas Konidia *M. anisopliae* dan *M. brunneum* serta konsentrasi berapa yang efektif dalam mengendalikan rayap kayu kering (*Cryptotermes* sp.)?
2. Bagaimanakah *Lethal Time* ($LT_{25,50,95}$) dan *Lethal Concentration* ($LC_{25,50,95}$) Konidia cendawan *M. anisopliae* dan *M. Brunneum* terhadap mortalitas?

D. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk:

1. Mengetahui toksisitas dari konidia cendawan *M. anisopliae* dan *M. brunneum* serta konsentrasi yang efektif dalam mematikan rayap kayu kering (*Cryptotermes* sp.).
2. Mengetahui (*Cryptotermes* sp.), *Lethal Time* ($LT_{25,50,95}$) dan *Lethal Concentration* ($LC_{25,50,95}$) konidia cendawan *M. anisopliae* dan *M. Brunneum* terhadap mortalitas rayap kayu kering.

E. Hipotesis

1. Konidia cendawan *M. anisopliae* dan *M. brunneum* bersifat mematikan terhadap rayap kayu kering (*Cryptotermes* sp.)
2. Konidia cendawan *M. anisopliae* dan *M. brunneum* memiliki patogenisitas, mortalitas, $LT_{25,50,95}$ dan $LC_{25,50,95}$ yang tidak sama dalam mematikan rayap kayu kering (*Cryptotermes* sp.).

F. Kontribusi Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan berguna sebagai:

1. Informasi tentang toksisitas konidia spesies cendawan *M. anisopliae* dan *M. brunneum* yang efektif dimanfaatkan sebagai pengendali rayap kayu kering (*Cryptotermes* sp.).
2. Penambah khasanah ilmu pengetahuan khususnya dalam bidang Mikrobiologi dan Entomologi.

BAB II

KAJIAN TEORI

A. Gambaran Umum tentang Rayap

Indonesia merupakan salah satu wilayah sebaran rayap paling penting di dunia dan dengan cuaca yang hangat sepanjang tahun merupakan tempat hidup yang sesuai bagi berbagai organisme perusak kayu seperti rayap. Diperkirakan bahwa hampir 80-85% dari luas daratan di Indonesia merupakan habitat yang sesuai bagi kehidupan rayap (Nandika, 1999 *dalam* Desyanti, 2007: 1).

Rayap memiliki keragaman jenis yang cukup tinggi. Saat ini telah tercatat lebih dari 2.000 jenis rayap didunia, 200 jenis diantaranya terdapat di Indonesia. Secara garis besar rayap dikelompokkan dalam 7 famili, 15-sub famili, dan 200 genus. Jenis rayap yang ditemukan di Indonesia terdiri dari 3 famili yaitu Kalotermitidae, Rhinotermitidae dan Coptotermitidae (Wiji dan Yusuf, 2005: 5). Dari ketiga famili rayap ini, rayap kayu kering (*Cryptotermes* sp.) (Famili Kalotermitidae) merupakan rayap yang cukup berbahaya.

Rayap merupakan jenis serangga sosial (*social insect*) yang hidup berkoloni dan mempunyai sistem kasta dalam kehidupannya. Kasta dalam rayap terdiri dari tiga kasta yaitu: kasta prajurit, kasta pekerja dan kasta reproduktif. Masing-masing kasta melakukan fungsi yang berbeda satu dengan yang lainnya (Wiji dan Yusuf, 2005: 4).

1. Kasta prajurit

Kasta prajurit ditandai dengan bentuk tubuh kekar karena penebalan (sklerotisasi) kulitnya agar mampu melawan musuh dalam rangka tugasnya

mempertahankan kelangsungan hidup koloni. Kasta prajurit memiliki kepala berbentuk kepala *bulldog*, tugasnya hanya menyumbat semua lobang dalam sarang yang potensial dapat dimasuki musuh. Semua musuh yang mencapai lobang masuk sulit untuk luput dari gigitan mandibelnya (Tarumigkeng, 2001: 7).

2. Kasta pekerja

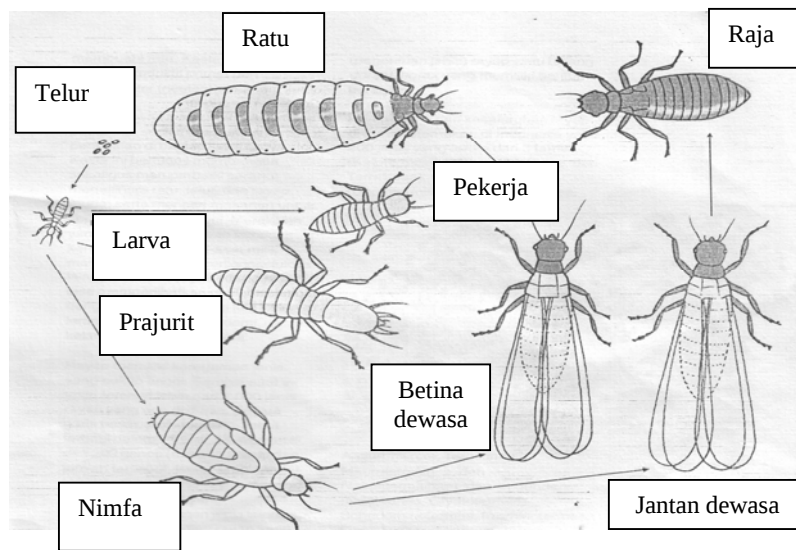
Kasta pekerja mempunyai warna tubuh yang pucat dengan sedikit kutikula dan menyerupai nimfa. Kasta pekerja tidak kurang dari 80-90% populasi dalam koloni. Peranan kasta ini adalah bekerja sebagai pencari makan, memberikan makan ratu rayap, membuat sarang dan memindahkan makanan saat sarang terancam serta melindungi dan memelihara ratu (Heri, 2005: 1).

3. Kasta reproduktif

Kasta reproduktif merupakan individu-individu seksual yang terdiri dari betina yang bertugas bertelur dan jantan yang bertugas membuahi betina. Ukuran tubuh ratu mencapai 5-9 cm atau lebih (Heri, 2005: 1). Kasta ini dibedakan menjadi kasta reproduktif primer dan kasta reproduktif suplementer atau neoten. Kasta reproduktif primer terdiri dari serangga-serangga dewasa yang bersayap dan merupakan pendiri koloni. Jika mereka mati bukan berarti koloni rayap akan berhenti berkembang. Koloni akan membentuk "ratu" atau "raja" baru dari individu lain (biasanya dari kasta pekerja). Ratu dan raja baru ini disebut kasta reproduktif suplementer atau neoten (Tarumigkeng, 2001: 7).

Siklus hidup sebagian besar jenis rayap umumnya sama, Dalam siklus hidupnya rayap mengalami metamorfosis bertahap atau gradual (*hemimetabola*) yaitu dari telur, nimfa sampai menjadi dewasa (Wiji dan Yusuf, 2005: 3). Setelah

menetas dari telur, nimfa akan menjadi dewasa melalui beberapa instar (bentuk diantara 2 tahap perubahan). Perubahan yang gradual ini berakibat terhadap kesamaan bentuk badan secara umum, cara hidup, dan jenis makanan antara nimfa dan dewasa (Wiji dan Yusuf, 2005: 4).



Gambar 1. Siklus hidup rayap (Wiji dan Yusuf, 2005: 3).

B. Rayap Kayu Kering (*Cryptotermes* sp.)

1. Klasifikasi rayap kayu kering

Edward dan Mill (1986: 78) mengklasifikasikan rayap kayu kering (*Cryptotermes* sp.) sebagai berikut:

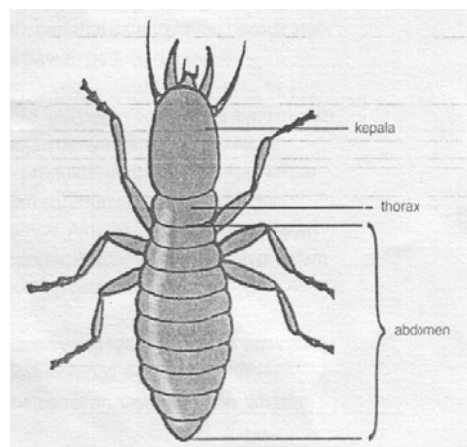
Phylum	: Arthropoda
Kelas	: Insecta
Sub-Kelas	: Pterigota
Ordo	: Isoptera
Famili	: Kalotermitidae

Genus : *Cryptotermes*

Spesies : *Cryptotermes* sp.

2. Morfologi rayap kayu kering (*Cryptotermes* sp.)

Rayap kayu kering termasuk jenis serangga yang ukuran tubuhnya sekitar 3 mm. selain lunak, jalannya sangat lambat (Nandika, 2003: 1). Tubuh rayap terdiri dari tiga bagian kepala, thorax dan abdomen (Wiji dan Yusuf, 2005: 7).



Gambar 2. Morfologi rayap kayu kering (Wiji dan Yusuf, 2005: 7).



Gambar 3. Kasta pekerja dan prajurit rayap kayu kering (*Cryptotermes* sp.) (Exterra, 2009)

3. Perilaku rayap kayu kering (*Cryptotermes* sp.)

Menurut (Nandika, 2003 dan Tambunan *et al.*, 1989 dalam Heri, 2005: 1) perilaku rayap terdiri dari:

- a. *Cryptobiotik* yaitu perilaku rayap yang tidak tahan terhadap cahaya.
- b. *Thropalaxis* yaitu perilaku rayap yang saling menjilati dan tukar menukar makanan antar sesama individu.
- c. *Canibalistik* yaitu perilaku rayap untuk memakan individu lain yang sakit atau lemas.
- d. *Neurophagy* yaitu perilaku rayap yang memakan bangkai individu lainnya.

4. Ekologi rayap kayu kering (*Cryptotermes* sp.)

Rayap memiliki habitat yang unik dalam suatu ekosistem. Keberadaan koloni rayap sangat berperan penting dalam ekosistem. Suhu dan kelembapan berpengaruh terhadap aktifitas dan perilaku rayap. Kisaran suhu optimum yang dibutuhkan rayap antara 15-38⁰C. Setiap jenis rayap memiliki toleransi suhu yang berbeda (Wiji dan Yusuf, 2005: 12).

Rayap kayu kering yang dikenal dengan rangas biasanya membuat sarang pada kayu-kayu kering, dan pohon-pohon tinggi tanpa berhubungan dengan tanah (Jumar, 2000: 145). Serangga ini umumnya terdapat di rumah-rumah dan perabot-perabot seperti meja, kursi, lemari dan lainnya. Rayap ini tidak berhubungan dengan tanah, karena habitatnya kering (Zahara, 2007: 7). Meluasnya pembangunan gedung dan pemukiman ke seluruh pelosok daerah cenderung meningkatkan integrasi antara koloni rayap dengan bangunan yang berarti

ancaman bahaya serangan rayap terhadap kayu dan bangunan di Indonesia semakin tinggi (Tarumingkeng, 2001: 2).

5. Pengendalian rayap kayu kering

Rayap kayu kering pada dasarnya adalah serangga daerah tropika dan subtropika. Makanan utamanya adalah kayu atau bahan yang terutama terdiri atas selulosa (Tarumingkeng, 2001: 3). Kemampuan rayap ini memakan kayu dan bahan keras lainnya disebabkan dalam sistem pencernaannya terdapat protozoa flagellata yang berperan sebagai simbion dalam saluran pencernaan rayap, sehingga mampu menguraikan selulosa menjadi bahan yang dapat di serap rayap (Wiji dan Yusuf, 2005: 8).

Kemampuan rayap dalam mengkonsumsi bahan-bahan keras seperti kayu menempatkan rayap sebagai satu golongan serangga yang paling banyak menyebabkan kerusakan pada kayu yang digunakan sebagai bahan bangunan, terutama di daerah tropis (Tarumingkeng, 2004: 1). Tanda serangannya adalah terdapatnya butir-butir ekstremen kecil berwarna kecoklatan yang sering berjatuhan di lantai atau di sekitar kayu yang diserang (Zahara, 2007: 7). Hal ini menyebabkan upaya pengendalian menjadi sangat penting.

Menurut Eaton dan Hale (1993: 80) ada empat metode aplikasi pengendalian rayap yaitu: memasukkan pestisida ke dalam kayu, sistem pengumpanan, metode fisik dan pengendalian hayati. Metode pengendalian rayap di Indonesia telah berkembang diantaranya metode kontak langsung, pengumpanan dan penularan.

C. Cendawan Bersifat Entomopatogen

Cendawan entomopatogen pertama kali dilaporkan lebih dari 2000 tahun yang lalu, teridentifikasi di Cina pada cendawan *Cordyceps* (Ascomycota) yang menginfeksi larva Lepidoptera (Boucias dan Pendland, 1998: 321). Cendawan entomopatogen ditemukan dalam divisi Eumycota, pada subdivisi Mastigomycotina, Zygomycotina, Ascomycotina dan Deuteromycotina. Dua ordo yang penting adalah Entomophorales dan Moniliales (Zulyusri dan Syukur, 2007: 128).

Cendawan adalah organisme heterotropik yang memerlukan senyawa organik untuk nutrisinya. Cendawan hidup sebagai saprofit dan menghancurkan sisi-sisi tumbuhan dan hewan yang kompleks, menguraikannya dan mengembalikannya ke dalam tanah dan selanjutnya meningkatkan kesuburan tanah. Jadi cendawan dapat sangat menguntungkan bagi manusia, namun dapat juga merugikan karena cendawan dapat membusukkan kayu, tekstil, makanan dan bahan-bahan lain (Pelczer, 1988: 189-190).

1. Faktor yang mempengaruhi patogenesis dan pertumbuhan cendawan entomopatogen

Cendawan entomopatogen adalah cendawan yang dapat menyebabkan kondisi sakit dan kematian bagi serangga inang. Kemampuan kualitatif dari patogen untuk menyebabkan penyakit dinamakan patogenesis (Butt, *et al.*, 2001). Kemampuan cendawan ini menyerang serangga pertama kali dilaporkan lebih dari 2000 tahun yang lalu, teridentifikasi di China pada cendawan *Cordyceps* (Ascomycota) yang menginfeksi larva Lepidoptera (Boucias dan Pendland, 1998). Cendawan dapat hidup sebagai parasit di tubuh serangga

menyebabkan penyakit bahkan kematian pada serangga. Secara makroskopik cendawan tampak jelas tumbuh dipermukaan tubuh inangnya dan beberapa diantaranya tumbuh tipis saja dan tidak jelas atau secara struktur amat kecil sehingga sulit untuk dideteksi.

Inglis, *et al.*, (2001, 139) mengemukakan kemampuan patogen dalam menimbulkan penyakit dipengaruhi tiga faktor yaitu patogen, inang dan lingkungan. Dari segi patogen, dosis dan cara aplikasinya akan mempengaruhi mortalitas serangga. Dari segi inang, berbagai faktor fisiologi dan morfologi inang mempengaruhi kerentanan serangga terhadap cendawan entomopatogen, seperti kepadatan populasi, perilaku, umur, nutrisi dan perlakuan. Faktor stadia inang juga sangat berpengaruh terhadap patogenisitas cendawan karena tidak seluruh stadia dalam perkembangan serangga rentan terhadap infeksi cendawan. Dari segi lingkungan berbagai faktor lingkungan seperti radiasi matahari, suhu, kelembaban relatif, curah hujan dan tanah sangat mempengaruhi efikasi cendawan entomopatogen terhadap serangga hama. Semua faktor lingkungan saling berinteraksi, interaksi yang kompleks dan dinamik ini menentukan efikasi cendawan (Inglis *et.al.*, 2001).

Faktor biotik yang mempengaruhi keadaan dan penyebaran cendawan entomopatogen antara lain mobilitas serangga, cara makan, habitat, laju reproduksi, kepadatan populasi, jumlah inokulum cendawan dan jumlah serangga yang terinfeksi. Faktor abiotik yang mempengaruhi keadaan cendawan entomopatogen tetap berada di dalam tanah antara lain sinar matahari, radiasi

ultraviolet, kelembaban, temperatur, pestisida atau organisme antagonis (Rahmah, 2006 *dalam* Rahmi, 2008: 34).

Dalam pertumbuhannya cendawan memiliki fase vegetatif dan fase generatif. Spora diproduksi selama fase generatif. Di bawah kondisi perkecambahan yang baik, cendawan akan menghasilkan filament yang disebut hypha yang akan menyerbu inangnya, secara kolektif dikenal sebagai mycelium. Pertumbuhan cendawan tergantung pada temperatur, ketersediaan oksigen (O_2), kadar air dan ketersediaan makanan. Temperatur optimum untuk cendawan entomopatogen berkisar antara 20 sampai 25 $^{\circ}C$, tetapi menginfeksi dan menyebabkan penyakit dapat terjadi pada temperatur yang berkisar antara 15 sampai 30 $^{\circ}C$. Pada suhu 30 $^{\circ}C$, pertumbuhan vegetatif dari cendawan agak lambat dan pada suhu 37 $^{\circ}C$ pertumbuhan cendawan terhambat (Butt, *et.al.*, 2001).

Keragaman intraspecies pada cendawan entomopatogen umum terlihat pada perbedaan virulensinya (Hajek dan Leger, 1994), dan yang mempengaruhi perbedaan intraspecies diantaranya adalah sumber isolat, inang dan faktor daerah geografis asal isolat (Varela dan Morales, 1995; Beretta *et.al.*, 1998 *dalam* Desyanti, 2007). Selain itu patogenesitas juga tergantung pada berbagai karakteristik dari potensi serangga inang dan lingkungan disekelilingnya. Keadaan lingkungan seperti temperatur, cahaya dan kelembaban relatif penting dalam menetapkan kemampuan cendawan entomopatogen menyerang inangnya (Boucias dan Pendland, 1998: 323).

2. Gejala serangan konidia cendawan bersifat entomopatogen

Cendawan entomopatogen adalah cendawan yang dapat menyebabkan kondisi sakit dan kematian bagi serangga inang. Kemampuan kualitatif dari patogen untuk menyebabkan penyakit dinamakan patogenesitas (Butt, *et al.*, 2001: 10). Boucias dan Pendland (1998: 326-328) mengemukakan cendawan entomopatogen dicirikan oleh kemampuannya untuk menempel, menembus kutikula inang, dapat tumbuh ke bagian internal inang (hemocoel) dan mengkonsumsinya sehingga nutrisi di dalam hemolimf habis oleh pertumbuhan cendawan yang begitu cepat dan akhirnya inang akan mati. Di samping itu cendawan dapat menyerang dan menghancurkan jaringan lainnya atau dengan melepaskan zat beracun yang mengganggu perkembangan inang secara normal.

Cendawan entomopatogen menginvasi serangga inang dengan cara menembus langsung melalui kutikula. Pada awalnya spora cendawan melekat pada kutikula, pada kondisi yang *favourable*, spora akan berkecambah, menembus kutikula dan masuk ke hemocoel. Hemocoel selanjutnya akan terisi oleh tubuh hifa. Setelah tubuh serangga inang dipenuhi oleh miselia, maka spora infeksi akan diproduksi. Warna serangga inang yang terserang cendawan bervariasi, ada yang putih, hijau, merah muda tergantung dari warna spora cendawannya. Inilah ciri dari serangga yang mati karena cendawan (Anonim, 2008: 13). Di samping itu cendawan dapat menyerbu dan menghancurkan jaringan lainnya dengan melepaskan zat beracun yang mengganggu perkembangan inang (Butt, *et al.*, 2001: 311).

Gejala awal serangga yang terserang cendawan yaitu serangga inang tidak mau makan, tubuh menjadi lemah dan kurang orientasi, lama kelamaan diam, dan mati. Serangga berubah warna dan pada kutikula terdapat bercak hitam sebagai tempat penetrasi cendawan (Hasyim dan Azwana, 2003).

D. Cendawan *M. anisopliae* dan *M. brunneum*

M. anisopliae adalah salah satu cendawan entomopatogen yang termasuk dalam divisi Deuteromycotina. Cendawan ini biasa disebut dengan “*Green Muscardine Fungus*” dan tersebar luas di seluruh dunia. *M. anisopliae* telah lama digunakan sebagai agen hayati dan dapat menginfeksi beberapa jenis serangga (Prayogo, *et al.*, 2005: 20). *M. anisopliae* paling efektif bila digunakan untuk mengendalikan hama dari ordo Isoptera (Strack 2003 *dalam* Prayogo, 2006: 48). Sampai saat ini telah diketahui cendawan *M. anisopliae* dapat menginfeksi 200 serangga (Boucias dan Pendland, 1998: 338).

1. Klasifikasi Cendawan *M. anisopliae* dan *M. brunneum*

Menurut Barnet dan Hunter (1998: 9-13) klasifikasi *Metarhizium* adalah:

Regnum	: Fungi
Divisi	: Deuteromycota
Class	: Deuteromycetes
Ordo	: Moniliales
Family	: Moniliaceae
Genus	: <i>Metarhizium</i>
Species	: <i>Metarhizium anisopliae</i> dan <i>Metarhizium brunneum</i>

2. Morfologi *M. anisopliae* dan *M. brunneum*

Menurut Tulloch (1976 dalam Tanada dan Kaya, 1993: 360) strain *Metarhizium* dibedakan berdasarkan warna koloni. Dalam hal ini strain-strain *metarhizium* membentuk warna koloni yang berbeda. *M. anisopliae* berwarna putih pada waktu muda, setelah konidia matang berubah menjadi hijau gelap, sedangkan *M. brunneum* memiliki warna koloni kuning sampai coklat.

Secara mikroskopis kedua cendawan ini memiliki konidiofor hialin dan bercabang (Boucias dan Pendland, 1998: 338). Dari kunci identifikasi jamur menurut WHO (1984 dalam Widiyanti dan Muyadihardja, 2004: 28), secara mikroskopis konidia kedua cendawan ini terlihat berbentuk oval, miselium septat (bersekat), reproduksi hanya dengan konidia.



Gambar 4. Konidia *M. anisopliae*



Gambar 5. Konidia *M. brunneum*

3. Gejala Serangan *M. anisopliae* dan *M. Brunneum*

Umumnya kedua cendawan ini masuk ke dalam tubuh serangga pada saat larva, pupa atau dewasa (Boucias dan Pendland, 1998: 338). Karakteristik yang terpenting dari cendawan ini adalah dapat membunuh inangnya dan dijadikan sebagai pengurai lingkungan (Boucias dan Pendland, 1998: 339).

Cendawan *M. anisopliae* dan *M. brunneum* yang melakukan kontak dengan serangga inang menyebabkan konidia cendawan masuk ke tubuh serangga melalui spirakel dan pori-pori lain yang ada pada permukaan tubuh inang. Kemudian terjadi perkecambahan spora pada kutikula dan tabung kecambah melakukan penetrasi ke dalam integumen sampai ke hemocoel. Dalam hemocoel ini cendawan menghasilkan zat racun yang dinamakan *Destruxins*. Adanya racun ini mengakibatkan perubahan warna dan proses enzimatis pada inang. Variasi perubahan warna tersebut menunjukkan adanya perubahan metabolit tubuh serangga. Setelah hemocoel terisi penuh oleh hifa dan racun, serangga akan mati (Driver, 2000 dalam Rahmi, 2008: 34).

4. Faktor yang mempengaruhi kemampuan *M. anisopliae* dan *M. brunneum*

Kemampuan konidia untuk berkecambah merupakan suatu faktor penting untuk berhasilnya cendawan entomopatogen melakukan penetrasi pada inang, namun hal ini sangat tergantung pada faktor lingkungan asal spesies atau isolat dan sifat genetik masing-masing spesies cendawan. Hal ini biasanya ditunjukkan oleh perbedaan viabilitas antar isolat di dalam spesies yang sama. Desyanti (2007: 40) menemukan bahwa daya kecambah *M. anisopliae* lebih rendah dari pada *M. brunneum*. Selain itu faktor temperatur juga mempengaruhi pertumbuhan kedua cendawan ini.

Temperatur optimum untuk pertumbuhan cendawan *Metarhizium* berkisar 22-27°C. Konidia akan membentuk kecambah pada kelembaban diatas 90% (Prayogo, *et al.*, 2005: 20) sedangkan Mc.Coy (1990 *dalam* Widiyanti dan Muyadihardja, 2004: 28) memberikan kisaran suhu antara 20⁰ C sampai 30⁰ C untuk pertumbuhan cendawan ini. Konidia akan tumbuh dengan baik dan maksimum pada kelembaban 80-92% (Burges dan Hussey, 1971 *dalam* Artho, 2007: 5).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan seperti di bawah ini.

1. Pemberian berbagai konsentrasi konidia *M. anisopliae* dan *M. brunneum* (faktor B) memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap mortalitas rayap kayu kering (*Cryptotermes* sp.), sedangkan faktor A (jenis jamur) dan faktor AB (interaksi faktor A dan faktor B) tidak memperlihatkan pengaruh yang berbeda nyata.
2. Cendawan *M. anisopliae* dan *M. brunneum* memiliki toksisitas tinggi dan efektif dalam mengendalikan rayap kayu kering (*Cryptotermes* sp.). Pada konsentrasi konidia 10^6 konidia/ml kedua cendawan ini sudah mampu mematikan rayap kayu kering >60% sedangkan pada konsentrasi konidia 10^7 konidia/ml kedua cendawan ini sudah mampu menyebabkan mortalitas rayap >90%, mortalitas rayap yang diaplikasikan *M. anisopliae* dan *M. brunneum* masing masing 93,94% dan 96,97%.
3. Jika dilihat dari nilai LC dan LT_{25, 50} dan ₉₅ cendawan *M. brunneum* menunjukkan kemampuan yang lebih baik. Cendawan *M. brunneum* memiliki nilai LC dan LT_{25, 50} dan ₉₅ lebih rendah dibandingkan dengan cendawan entomopatogen *M. anisopliae*.

B. Saran

1. Perlu dilakukan pemeliharaan rayap uji secara kontinu dan lebih awal agar ketersediaan rayap dapat disinkronkan dengan ketersediaan cendawan.

2 Penelitian ini perlu dilanjutkan untuk meningkatkan keefektifan pemanfaatan cendawan entomopatogen *M. anisopliae* dan *M. brunneum* dengan metode penularan terhadap koloni rayap kayu kering (*Cryptotermes* sp.).

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2008. *Metarhizium* spp. (<http://pangerancakep.wordpress.com/artikel/metarhizium/>). Diakses tanggal 2 Februari 2010.
- Artho, C.N.. 2007. *Pengaruh Penambahan Tepung Beras dan Tepung Terigu pada Media Jagung Giling terhadap Peningkatan Jumlah Spora Jamur Metarhizium anisopliae*. Skripsi. Sidoarjo: Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah.
- Boucias, D.G. dan Pendland, J.C. 1998. *Principles of Insect Pathology*. USA: Kluwer Academic Publishers.
- Butt, T.M., C.W. Jakson dan N. Magan (Eds.). 2001. *Fungi as Biocontrol Agents*. London: CABI Publishing.
- Defrita, Jeri. 2008. *Ekplorasi Cendawan Entomopatogen Pada Tanah dan Pasir di Beberapa Daerah Sumatera Barat serta Uji Patogenisitasnya Terhadap Rayap Kayu Kering (Cryptotermes sp.)*. Skripsi tidak diterbitkan. Padang: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang.
- Desyanti. 2007. *Kajian Pengendalian Rayap Tanah Coptotermes spp. (Isoptera:Rhinotermitidae) dengan Menggunakan Cendawan Entomopatogen Isolat Lokal*. Disertasi tidak diterbitkan. Bogor: Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Desyanti, Hadi, Y.S, Santoso, T. 2007. *Keefektifan Beberapa Cendawan Entomopatogen untuk Mengendalikan Rayap Tanah Coptotermes gestroi WASMANN (Isoptera: Rhinotermitidae) dengan Metode Kontak dan Umpan*. Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis Vol 5 no 2.
- Eaton, R.A dan Hale, M.D.C. 1993. *Wood Decay, Pests and Protection*. London: Chapman & Hall, 2-6 Boundary Row.
- Edwars, R dan Mill, A.E. 1986. *Termites in Buildings, Their Biology and Control*. Britain: Rentokil Limited First Publishing.
- Exterra. 2009. *Gambar-gambar Rayap Sesuai dengan Jenisnya*. (<http://www.termitenator.net/images/rayap-crypto.jpg>). Diakses tanggal 27 maret 2010.
- Finney, DJ. 1971. *Probit Analisis*. Ed ke-3. Combridge: University Press.
- Flint, M.L. dan R. Van Den Bosch. 1990. *Pengendalian Hama Terpadu*. Yogya: Kanisius.