

**Keefektifan Beberapa Spesies Cendawan Entomopatogen untuk
Mengendalikan Rayap Tanah *Coptotermes gestroi* WASMANN (Isoptera:
Rhinotermitidae) dengan Metode Kontak dan Umpan**
*Effectiveness of Some Entomopathogenic Fungi Species as Bio-control Agent to
Subterranean Termite *Coptotermes gestroi* WASMANN (Isoptera: Rhinotermitidae)
Using Contact and Baiting Methods*

Desyanti, Yusuf Sudo Hadi, Sulaeman Yusuf dan Teguh Santoso

Abstract

Species of entomopathogenic fungi, i.e. *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin, *Metarhizium brunneum* Petch, *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuillemin, *Fusarium oxysporum* Link and *Aspergillus flavus* Link were tested their effectiveness as bio-control against to subterranean termite *Coptotermes gestroi* Wasmann. Pure culture of each fungal species was stored in 4°C. Before used, those fungi were recultured in Sabouraud Dextrose Agar with Yeast Extract (SDAY) media and incubated in 24°C and RH 95% for 3 weeks. The series of conidial density has been used (0, 10⁷, 5x10⁶, 10⁶, 5x10⁵ and 10⁵ conidia/ml) for pathogenicity test. The LC₉₅ of *M. brunneum* was used for contact and baiting methods and the bioassay was repeated four times. The data was analyzed using ANOVA and with DNMRT. The lethal concentration (LC) and lethal time (LT) were calculated using probit analysis. The results revealed that increase of conidial density of each fungi species caused more mortality of *C. gestroi*. All fungi species could cause mortality of *C. gestroi* more than 80% even with the density of 5x10⁶ conidia/ml, however *M. brunneum* could causing mortality more than 80% at density of conidia as low as 5x10⁵ conidia/ml. Based on the probit analysis, the value of LC₅₀ and LT₅₀ with contact method were calculated at 1.8 x 10⁵ conidia/ml and 2.01 (1.52 ~ 2.40) days respectively.

Key words: bio-control, entomopathogenic fungus, LC, LT, contact and baiting methods, *Coptotermes gestroi*

Pendahuluan

Penggunaan agens hayati cendawan entomopatogen merupakan suatu upaya untuk mengurangi penggunaan pestisida sintetik yang selama ini banyak menyebabkan masalah lingkungan, dan diharapkan dapat menjadi suatu solusi disamping dapat menggali potensi sumber daya hayati lokal yang diperkirakan keberadaannya berlimpah di alam Indonesia. Menurut Boucias dan Pendland (1998) tingkat patogenisitas masing-masing spesies *Aspergillus*, *Beauveria*, *Fusarium* dan *Metarhizium* yang termasuk ke dalam Kingdom Mychota, Filum Deuteromycota, Klas Hypomycetes dan Ordo Moniliales ditentukan oleh interaksi berbagai faktor seperti jenis inang, metode aplikasi dan faktor lingkungan. Adapun kemampuan dasarnya ditentukan oleh spesies cendawan itu sendiri yang dapat menyebabkan kematian inang dengan cepat atau sebaliknya.

Pada penelitian terdahulu beberapa spesies cendawan entomopatogen dari berbagai inang atau sumber inokulum di alam ternyata efektif dimanfaatkan sebagai agens pengendalian rayap tanah *Coptotermes* sp. (Desyanti *et al.* 2005). Pada uji Laboratorium, sejumlah 16 isolat (10 spesies) cendawan entomopatogen yang diuji tingkat patogenisitasnya terhadap rayap tanah, ternyata 14 isolat (9 spesies)

dapat menyebabkan mortalitas rayap *C. gestroi* lebih dari 60%, dan 6 spesies diantaranya yaitu: *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin, *Metarhizium brunneum* Petch, *Fusarium oxysporum*.Link., *Aspergillus flavus* Link. dan *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuillemin dapat menyebabkan mortalitas 100% setelah 6 hari inokulasi.

Untuk dapat memanfaatkan cendawan entomopatogen sebagai bahan dasar agens hayati secara optimal, perlu dilakukan pengujian secara mendalam tentang keefektifan beberapa spesies cendawan yang mempunyai sifat patogen yang tinggi. Kebanyakan cendawan entomopatogen mempunyai sifat spesifik terhadap inang tertentu yang kemampuan alamnya untuk menginfeksi serangga bervariasi. Pada banyak kasus, spesifikasi cendawan pada inang adalah mempunyai karakteristik yang fleksibel dan dipengaruhi oleh metode perlakuan seperti dosis dan metode aplikasi.

Untuk mengoptimalkan pemanfaatan cendawan entomopatogen perlu diketahui kerapatan konidia secara optimal (konidia/ml) sebagai formulasi bio-termitisida. Dengan mendapatkan *Lethal Concentration* (LC) yang optimal dalam aplikasi, diharapkan akan dapat mengendalikan rayap tanah *C. gestroi* sesuai yang diinginkan.

Menurut Edwards dan Mill (1986) dalam Eaton dan Hale (1993), berdasarkan pengamatan ada 4 metode

aplikasi pengendalian rayap, yaitu memasukkan pestisida ke dalam kayu, sistem pengumpanan, metode fisik dan pengendalian hayati. Di Indonesia metode aplikasi pengendalian rayap telah berkembang dengan baik diantaranya metode kontak langsung dan pengumpanan. Menurut Jones *et al.* (1996), efikasi umpan tergantung pada keberhasilan penyampaian agens kontrol dengan aksi bioaktif lambat ke seluruh koloni. Patogen serangga adalah calon umpan yang menarik sebab mampu berbiak secara alami dan aman bagi serangga non target. Patogen serangga dalam jumlah yang sedikit dapat menyebar keseluruh koloni sebelum terdeteksi. Interaksi sosial (*grooming* dan berbagi makanan) diharapkan dapat menyebarkan inokulum.

Berdasarkan hal tersebut di atas, telah dicoba penelitian menggunakan berbagai tingkatan kerapatan konidia beberapa spesies cendawan entomopatogen dari berbagai sumber dan metode aplikasi di laboratorium. Tujuan percobaan ini untuk mendapatkan kerapatan konidia yang efektif dari masing-masing spesies cendawan entomopatogen dan metode yang sesuai untuk aplikasi mengendalikan rayap tanah *C. gestroi*.

Bahan dan Metode

Jenis Rayap yang Digunakan

Jenis rayap yang digunakan pada penelitian ini adalah rayap tanah jenis *C. gestroi* (Benson 2005) yang dipelihara pada UPT Biomaterial LIPI selama 3 tahun.

Persiapan Cendawan

Untuk persiapan cendawan dan proses perbanyakannya dilakukan dalam ruangan dengan kondisi suhu 24°C dan kelembaban relatif 95% di laboratorium Patologi Serangga Departemen Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor. Cendawan entomopatogen yang digunakan pada penelitian ini merupakan hasil uji tapis pada penelitian sebelumnya. Spesies yang digunakan adalah *M. anisopliae*, *M. brunneum*, *B. bassiana*, *F. oxysporum* dan *A. flavus* (Tabel 1.)

Prosedur Perbanyakan. Perbanyakan dilakukan pada media *Saboraud Dextrose Agar with Yeast Extract* (SDAY) dengan komposisi dekstrosa 10 g, pepton 2.5 g, ekstrak khamir 2.5 g, agar 20 g dalam akuades 1 liter yang mengandung 250 ppm chloromphenicol (Samuels *et al.* 2002), dengan cara menginokulasikan konidia kultur murni cendawan di dalam cawan Petri yang telah berisi SDAY. Biakan cendawan diinkubasikan selama 3 minggu dalam inkubator dengan suhu 24°C dan kelembaban relatif 95%.

Penyediaan Suspensi Konidia. Suspensi konidia dari masing-masing spesies cendawan disiapkan dengan kerapatan sebagai berikut: a). 10^7 konidia/ml, 5×10^6 konidia/ml, 10^6 konidia/ml, 5×10^5 konidia/ml, 10^5 konidia/ml untuk uji tingkat patogenisitas dan b). LC₉₅ dari *M. brunneum* (cendawan terseleksi pada uji tingkat patogenisitas) untuk uji metode kontak dan pengumpanan. Konidia dihitung menggunakan *haemocytometer*.

Table 1. Species of entomopathogenic fungus originated from some inoculum sources in Java island.

Isolates	Isolates hosts / Source	Host stage	Species of fungi	Geographic origin (year)
Ma-RI	Pod-sucking bug (<i>Riptortus. Linearis</i> L.) (Hemiptera:Alydidae)	Imago	<i>Metarhizium anisopliae</i> (Metsch.) Sorokin.	Probolinggo (2003)
Mb-Ps	Pasir	-	<i>Metarhizium brunneum</i> Petch	Bogor (2004)
Bb-Lo	Rice bug (<i>L. oratorius</i> F.) (Hemiptera : Coreidae)	Imago	<i>Beauveria bassiana</i> (Bals) Vuillemin	Probolinggo (2003)
Fu-SI	Army worm (<i>Spodoptera. Litura</i> F.) (Lepidoptera : Noctuidae)	Larva	<i>Fusarium oxysporum</i> Link.	Cibodas (2004)
As-Co	Subterranean termite (<i>C. curvignathus Holmgren</i>) (Isoptera : Rhinotermitidae)	Larva	<i>Aspergillus flavus</i> . Link	Bogor (2004)

Uji Patogenisitas Mortalitas. Suspensi konidia dari masing-masing spesies cendawan disiapkan seperti diterangkan sebelumnya; 80 ekor *C. gestroi* kasta pekerja dan 8 ekor kasta prajurit dicelupkan ke dalam 0.50 ml suspensi konidia masing-masing spesies

cendawan selama 4 detik. Kemudian larva dikeringkan dengan cara menempatkan ke dalam cawan petri yang telah diberi alas kertas saring sebagai sumber makanan. Rayap uji terdiri dari 20 ekor rayap kasta pekerja dan 2 ekor kasta prajurit untuk setiap unit percobaan. Semua

unit percobaan dipelihara pada suhu ruangan berkisar antara 26~28°C dan kelembabab relatif 70% ~ 95% dengan kondisi gelap. Mortalitas rayap dihitung setiap hari selama 6 hari.

Uji Lethal Concentration (LC). *Lethal Concentration* adalah konsentrasi yang dapat membunuh populasi organisme sejumlah tertentu yang dinyatakan dalam persen (%). Untuk mengetahui hubungan regresi kerapatan konidia/ml dengan mortalitas (LC) dilakukan dengan menggunakan analisis probit (Finney 1971).

Uji Metode Kontak dan Umpan di Laboratorium

Mortalitas. Suspensi konidia cendawan *M. brunneum* disiapkan seperti diterangkan sebelumnya. Kemudian untuk perlakuan metode kontak, 200 ekor rayap *C. gestroi* kasta pekerja dan 20 ekor kasta prajurit dicelupkan ke dalam 1 ml suspensi konidia cendawan *M. brunneum*. Kontrol hanya dicelupkan dalam aquades steril yang telah mengandung 0.05% Triton X-100. Rayap dikeringkan dengan cara menempatkan 50 ekor kasta pekerja dan 5 ekor prajurit untuk setiap unit percobaan yang telah diberi alas kertas saring sebagai sumber makanan (Laboratorium Pengawetan kayu UPT Biomaterial LIPI, 2004). Metode ini merupakan cara penginfeksian, secara umum cendawan entomopatogen dari klas Hypomycetes yang dapat menginfeksi serangga dengan cara yang sama, sehingga cara penginfeksian cukup diwakili oleh satu jenis cendawan yang paling efektif saja yaitu *M. brunneum*.

Untuk perlakuan metode umpan kertas saring yang telah diwarnai dengan 0.05% Nile blue A untuk makanan rayap dicelupkan ke dalam suspensi konidia cendawan *M. brunneum*, kemudian dikering anginkan dan ditempatkan di dalam cawan petri berdiameter 9 cm. Sejumlah 50 ekor rayap pekerja dan 5 ekor prajurit untuk setiap ulangan dipelihara di dalamnya. Semua unit percobaan dipelihara pada suhu ruangan berkisar antara 26~28°C dan kelembabab relatif 70~95% dengan kondisi gelap, mortalitas rayap dihitung setiap hari selama 6 hari.

Lethal Time (LT). *Lethal Time* adalah waktu yang diperlukan untuk membunuh suatu populasi sejumlah tertentu yang dinyatakan dalam persen (%). Untuk mengetahui hubungan regresi waktu aplikasi dengan mortalitas (LT) dilakukan dengan menggunakan analisis probit (Finney 1971).

Analisis Data

Data pengamatan mortalitas pada uji patogenisitas dianalisis berdasarkan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial dua faktor dan pada uji metode aplikasi dianalisis berdasarkan RAL satu faktor dengan uji sidik ragam (ANOVA) dan dilanjutkan dengan uji DNMR (Steel dan Torrie 1993). Sedangkan untuk mengetahui

hubungan regresi waktu aplikasi dan kerapatan konidia/ml dari masing-masing spesies cendawan dengan mortalitas (LT dan LC) dilakukan dengan analisis probit.

Hasil dan Pembahasan

Uji Patogenisitas

Mortalitas. Pada pengujian keefektifan, *B. bassiana*, *F. oxysporum* dan *A. flavus* setelah 6 hari penginfeksian dapat menyebabkan mortalitas rayap *C. gestroi* lebih dari 80% pada perlakuan kerapatan konidia sama dan lebih dari 5×10^6 konidia/ml. Mortalitas yang sama dicapai oleh *M. anisopliae* pada perlakuan kerapatan konidia 10^6 konidia/ml dan oleh *M. brunneum* pada kerapatan yang lebih rendah (5×10^5 konidia/ml). Hal ini menunjukkan bahwa semua spesies cendawan yang diuji pada penelitian ini sangat efektif sebagai agens pengendalian rayap tanah dan spesies *M. brunneum* paling tinggi tingkat patogenisitasnya dibanding spesies lainnya (Gambar 1).

Laju mortalitas *C. gestroi* sangat dipengaruhi oleh tingkatan kerapatan dan jenis cendawan entomopatogen, hal ini terlihat pada perbedaan bentuk grafik yang dihasilkan. Setiap jenis cendawan sesuai dengan tingkat patogenisitasnya, membutuhkan tingkat kerapatan konidia tertentu untuk dapat efektif sebagai agens hayati pengendalian rayap *C. gestroi*.

Neves dan Alves (2004) menyatakan bahwa waktu kematian serangga dipengaruhi oleh dosis aplikasi dan virulensi dari masing-masing isolat. Tingkat patogenisitas cendawan patogen untuk dapat menyebabkan penyakit ditentukan oleh berbagai faktor, termasuk oleh sifat fisiologi dari inang seperti mekanisme pertahanan dari inang dan sifat fisiologi dari cendawan seperti faktor viabilitas, laju pertumbuhan, kemampuan bersporulasi dan metabolisme sekunder yang dihasilkan yaitu berupa kemampuan menghasilkan enzim dan toxin serta pengaruh lingkungan (Butt *et al.* 2001). Hal lainnya tentang patogenisitas spesies cendawan diduga terkait dengan kemampuan menghasilkan enzim dan mycotoxins selama berjalannya proses infeksi pada serangga seperti pada saat kontak dengan kutikula dan di dalam hemosol (Tanada & Kaya 1993). Hal ini terlihat pada perilaku serangga yang terinfeksi.

Menurut Boucias dan Pendland (1998), tingkat patogenisitas cendawan entomopatogen ditentukan oleh berbagai interaksi faktor. Ada beberapa genus cendawan yang terdiri dari beberapa spesies yang masing-masingnya mempunyai kemampuan dasar yang dapat menyebabkan cepat atau lambatnya kematian inang. Selain hal tersebut patogenisitas juga tergantung pada berbagai karakteristik dari potensi serangga inang dan lingkungan disekelilingnya.

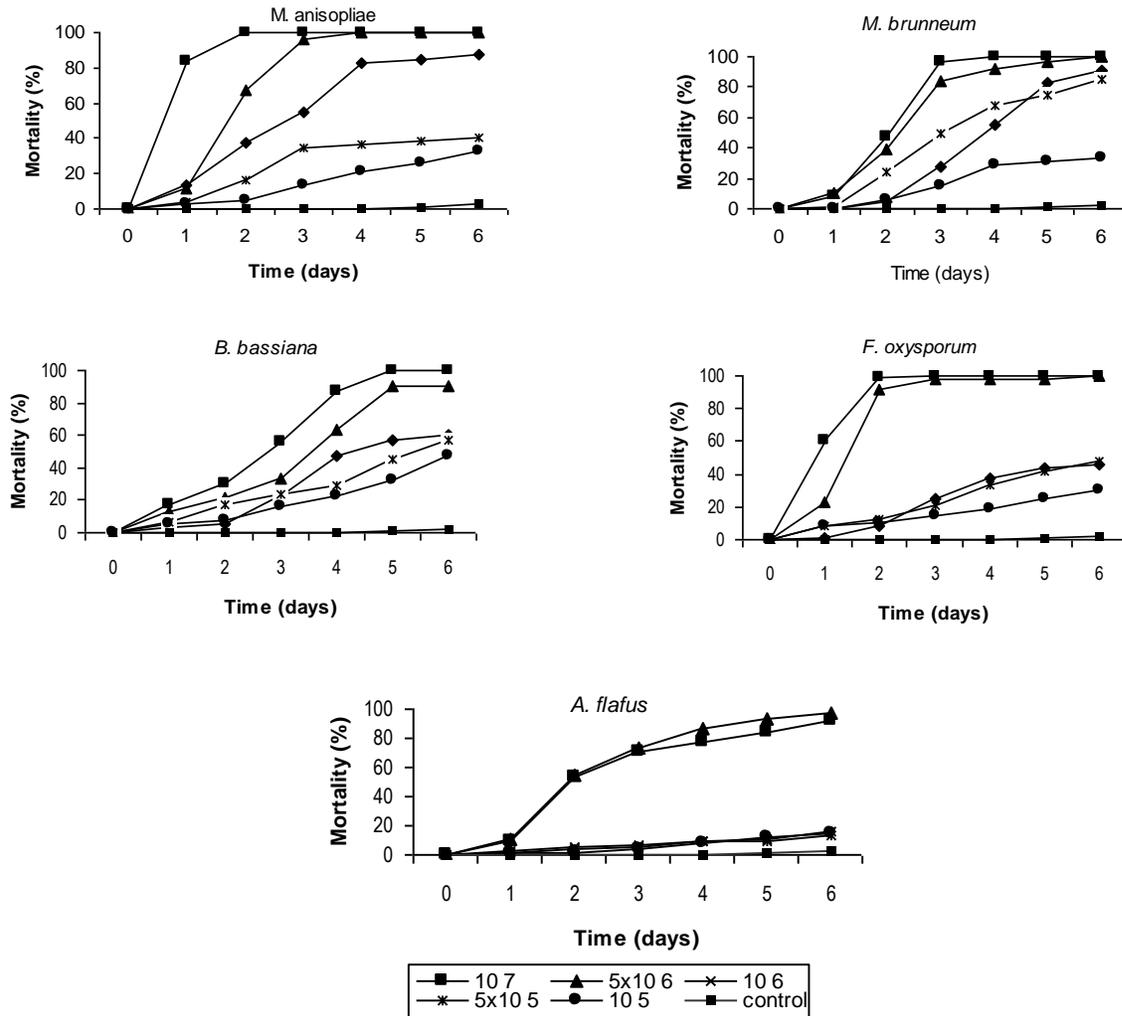


Figure 1. Mortality of subterranean termite *Coptotermes gestroi* Wasmann after 6 days inoculated by level variation of conidia concentration (10^7 , 5×10^6 , 10^6 , 5×10^5 , 10^5 conidia/ml) some species of entomopathogenic fungus.

Dalam penelitian ini hanya ada dua spesies yg tergolong dalam satu genus (*M. anisopliae* dan *M. brunneum*) sedangkan jenis yang lain termasuk ke dalam genus yang berbeda. Ternyata masing-masingnya mempunyai kemampuan dasar berbeda untuk mematikan inang, hal ini ditunjukkan oleh LC dari masing-masing cendawan yang dihasilkan. Berdasarkan LC_{50} , semakin rendah nilai LC_{50} menunjukkan semakin tinggi tingkat kemampuan cendawan untuk menyebabkan kematian inang. Pada penelitian ini tingkat kemampuan tertinggi di dalam menyebabkan kematian rayap ditunjukkan oleh jenis cendawan *M. brunneum* (1.80×10^5 konidia/ml) kemudian diikuti oleh *M. anisopliae* (3.20×10^5 konidia/ml), *B. bassiana* ($3.9 \times$

10^5 konidia/ml), *F. oxysporum* (6.78×10^5 konidia/ml) dan *A. flavus* (1.97×10^6 konidia/ml)].

Untuk setiap spesies cendawan yang diuji pada penelitian ini, tingkat kerapatan konidia memperlihatkan reaksi yang nyata terhadap mortalitas rayap *C. gestroi*. Secara umum ada korelasi antara tingkat kerapatan konidia dengan mortalitas, semakin tinggi kerapatan konidia yang di perlakukan juga menunjukkan tingkat mortalitas rayap *C. gestroi* yang tinggi (Gambar 2). Dalam hal ini diperkirakan bahwa semakin tinggi kerapatan konidia/ml yang diaplikasikan terhadap rayap, memungkinkan kontak konidia dengan tubuh rayap dalam jumlah yang lebih banyak. Keadaan ini memberi peluang yang lebih baik bagi konidia untuk menempel,

berhasil berkecambah dan berpenetrasi ke dalam tubuh rayap *C. gestroi*.

Penelitian lain oleh Yoshimura & Takahashi (1998), kerapatan konidia pada pembentukan formulasi sangat berpengaruh terhadap pembentukan termitisida *B. brongniartii*, hasil penelitiannya menghasilkan pada kontak selama satu menit dengan formulasi berkerapatan konidia tinggi ($3,3 \times 10^8$ konidia/cm³) menghasilkan 100% mortalitas serangga uji dalam waktu 5 hari, sedangkan dengan formulasi konidia berkerapatan rendah kontak selama satu hari hanya menghasilkan 50% mortalitas dalam waktu yang sama.

Korelasi antara mortalitas (probit) dengan kerapatan konidia (log) dari masing-masing jenis cendawan ditunjukkan oleh nilai $R^2 > 0.834$ kecuali untuk jenis *A. flavus* $R^2 = 0.742$ dan *B. Bassiana* $R^2 = 0.703$. Korelasi positif ini mengindikasikan, meningkatnya kerapatan konidia untuk setiap jenis cendawan pada penelitian ini dapat mempercepat terjadinya kematian rayap.

Lethal Concentration (LC). Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai $LC_{95, 50}$ dan $_{25}$ dari cendawan *M. brunneum* paling rendah dibandingkan nilai LC dari spesies cendawan lainnya yang diuji pada penelitian ini, secara berurutan: $1,21 \times 10^6$ konidia/ml, $1,80 \times 10^5$ konidia/ml dan $8,60 \times 10^4$ konidia/ml. Hal ini mengindikasikan bahwa *M. brunneum* paling tinggi tingkat patogenesisnya dibandingkan spesies cendawan entomopatogen lainnya terhadap rayap tanah *C. gestroi* (Tabel 2).

Hasil penelitian Jones *et al.* (1996) dengan menggunakan 7 isolat *B. bassiana* dan *M. anisopliae* sebagai bio-kontrol rayap *Coptotermes formosanus*, menunjukkan bahwa umumnya strain *M. anisopliae* lebih virulen dengan nilai LT_{50} lebih rendah dibandingkan strain *B. bassiana*.

Masing-masing spesies cendawan entomopatogen mempunyai tingkat patogenesis dan cara untuk menyerang rayap; cendawan mempunyai karakter spesifik untuk menyerang inangnya (Gambar 3). *B. bassiana*, *M. brunneum*, *A. flavus* dan *F. oxysporum* menunjukkan karakter berbeda di dalam mengkolonisasi inangnya sedangkan *M. anisopliae* secara umum tidak berhasil mengkolonisasi inangnya secara nyata dan inang yang mati berwarna hitam, *B. bassiana* hanya bersporulasi pada sisi tertentu saja dari tubuh inang. Karakter cendawan didalam mengkolonisasi inang diduga juga berpengaruh pada tingkat patogenesis masing-masing spesies cendawan. Disamping itu, cendawan entomopatogen juga menghasilkan beberapa metabolit sekunder sebagai toxin untuk dapat melumpuhkan pertahanan inangnya.

Selain spesies cendawan *Metarhizium spp.*, *B. bassiana* juga lebih intensif digunakan sebagai agens pengendalian rayap dan juga telah diformulasi sebagai bio-termitisida komersil, hal ini disebabkan spesies *B. bassiana* mempunyai beberapa sifat keunggulan dibandingkan kelemahannya jika dipersiapkan sebagai formulasi bio-termitisida.

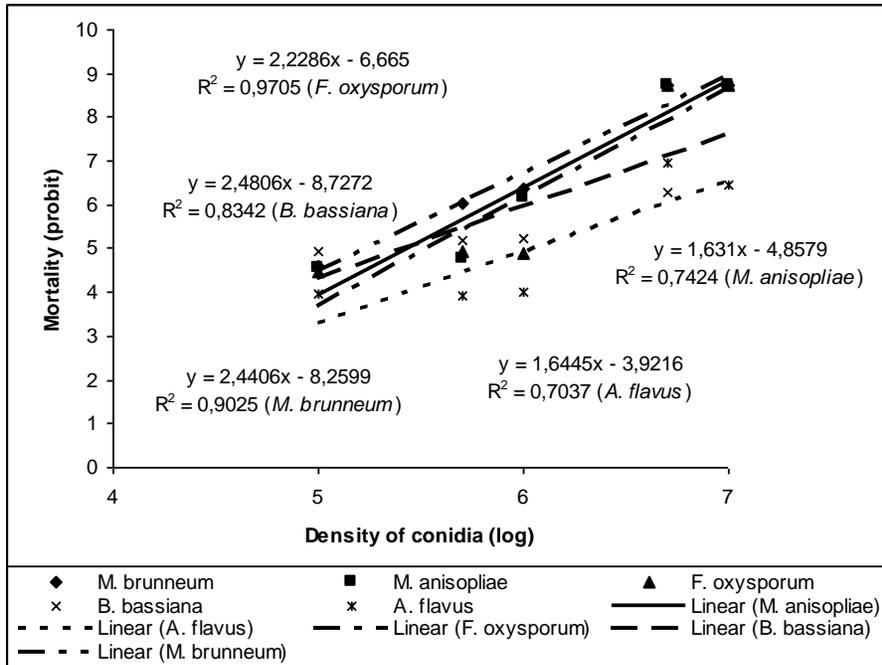


Figure 2. Correlations between mortality (probit) of subterranean termites *C. gestroi* with level variation of conidia density (conidia/ml: log) some entomopatogenic fungus species.

Table 2. Lethal concentration (LC) of some entomopatogenic fungus species to subterranean termites *C. gestroi*

Species of fungus	LC		
	95%	50%	25%
<i>M. anisopliae</i>	3.12×10^6	3.20×10^5	1.26×10^5
<i>M. brunneum.</i>	1.21×10^6	1.80×10^5	8.60×10^4
<i>B. bassiana</i>	1.08×10^7	3.9×10^5	9.40×10^4
<i>F. oxysporum</i>	5.76×10^6	6.78×10^5	2.80×10^5
<i>A. flavus</i>	7.85×10^6	1.97×10^6	1.10×10^6

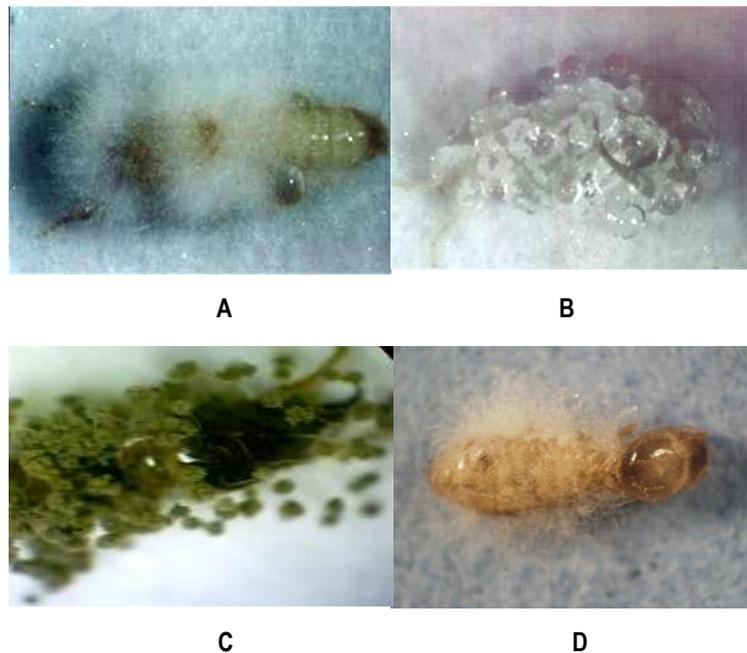


Figure 3. Subterranean termite *Coptotermes gestroi* colonized by *B. bassiana* (A), *M. brunneum* (B), *A. flavus* (C) and *F. oxysporum* (D).

Pada penelitian ini juga terlihat bahwa spesies cendawan *B. bassiana* pada penggunaan kerapatan konidia 10^5 konidia/ml dapat membunuh rayap lebih dari 40%; hasil ini tertinggi jika dibandingkan dengan spesies cendawan lainnya pada penggunaan kerapatan konidia yang sama. Disamping itu, *B. bassiana* lebih stabil sesuai dengan penurunan kerapatan konidia, mortalitas menurun secara berimbang seiring rendahnya kerapatan konidia yang diaplikasikan namun berbeda nyata dengan kontrol (Gambar 1). Penelitian terdahulu tentang penggunaan 5 isolat *B. bassiana* dari inang yang berbeda [*Coptotermes curvignathus* (Bb-Co), *Crocidolomia pavonana* (Bb-Cp), *Leptocorisa oratorius* (Bb-La), *Spodoptera litura* (Bb-Sl) dan tanah perkebunan kubis (Bb-Soil)] sebagai bio-control untuk rayap tanah

Coptotermes sp. menunjukkan bahwa masing-masing isolat dengan kerapatan 10^8 konidia/ml dapat membunuh 100% rayap dalam waktu 6 hari setelah aplikasi, kecuali isolat *B. bassiana* dari ulat grayak. Isolat *B. bassiana* dari walang sangat memperlihatkan pertumbuhan yang lebih intensif pada permukaan tubuh rayap setelah 6 hari aplikasi. Bahkan pada kerapatan 10^7 konidia/ml isolat ini dapat membunuh 100% rayap. Berdasarkan analisis probit, nilai LC_{50} dan LT_{50} berturut-turut adalah $3,9 \times 10^5$ konidia/ml dan 2,06 hari (Desyanti *et al.* 2005)

Setelah spesies *M. brunneum* LC_{95} , secara berurutan diikuti oleh *M. anisopliae*, *F. oxysporum*, *A. flavus* dan *B. bassiana* namun hanya spesies *M. brunneum* yang memiliki nilai LC terendah dibandingkan spesies yang lainnya pada setiap tingkatan LC (LC_{95} , 50

dan ²⁵) sedangkan pada spesies cendawan lainnya terlihat tingkat LC₅₀ dan ²⁵ yang tidak konstan. Hal ini juga tercermin pada pola kurva yang berbeda untuk setiap spesies cendawan, dalam hal ini terlihat bahwa spesies cendawan yang hanya efektif pada kerapatan konidia tinggi akan memiliki nilai LC lebih tinggi, seperti yang ditunjukkan oleh spesies cendawan *A. flavus* dan *F. oxysporum* (Gambar 1)

Spesies cendawan *A. flavus* dan *F. oxysporum* selain tidak efektif pada tingkat kerapatan konidia yang lebih rendah juga mempunyai sifat yang merugikan, diduga hal ini sebagai penyebab kedua spesies cendawan ini tidak digunakan sebagai agens hayati untuk pengendalian hama. Sifat yang dapat merugikan terhadap pengguna, tanaman dan lingkungan hidup lainnya akan dapat menambah permasalahan baru. Tanada dan Kaya (1993) menyatakan cendawan entomopatogen *Aspergillus* terdiri dari banyak spesies seperti *A. flavus*, *A. parasiticus*, *A. tamari*, *A. ochraceus*, *A. fumigatus*, *A. repens* dan *A. versicolor*, cendawan ini umumnya sebagai saprofit akan tetapi dapat menginfeksi serangga pada rentangan jenis yang luas. Menurut Salleh (2005), spesies cendawan *Fusarium* secara umum bersifat sebagai penyebab penyakit pada tanaman (sebagai patogen tanaman), secara spesifik ia mengklasifikasikan cendawan *Fusarium* berdasarkan penyebarannya di alam: 94% sebagai penyebab penyakit tanaman atau berasosiasi dengan penyakit tanaman, 5% terdapat pada makanan, 1% pada sumber lainnya dan hanya 0,5% sebagai patogen pada hewan dan manusia. Spesies cendawan *F. oxysporum* umumnya bersifat sebagai patogen pada banyak tanaman dan pada banyak penelitian spesies *Fusarium* jarang digunakan sebagai agens hayati. Selanjutnya dinyatakan bahwa sejumlah besar *Fusarium* spp. yang bersifat entomopatogen; beberapa diantaranya bersifat lemah dan sebagai patogen fakultatif. Kусusnya pada ordo lepidoptera dan coleoptera, cendawan akan mengkolonisasi inangnya yang mati sebagai saprofit. Pada segolongan kecil kasus, tingkat patogenisitas *Fusarium* terhadap tanaman dan serangga oleh isolat yang sama juga ditemukan. Dan tingkat potensi isolat *Fusarium* yang menyebabkan mortalitas tinggi terhadap serangga juga memperlihatkan spesifik inang yang tinggi dan tidak berbahaya terhadap jenis tanaman.

Pada Tabel 2. juga terlihat bahwa, walaupun *B. bassiana* memiliki LC₉₅ tertinggi, namun memiliki LC₅₀ terendah setelah *M. brunneum* dan *M. anisopliae* serta LC₂₅ terendah setelah *M. brunneum*, dalam hal ini terlihat bahwa *B. bassiana* mampu mengendalikan rayap tanah *C. gestroi* sampai pada penggunaan LC yang lebih rendah dibandingkan spesies *A. flavus* dan *F. oxysporum*. Yoshimura *et al.* (1992), seperti diterangkan sebelumnya, respon cendawan terhadap kondisi lingkungan seperti temperatur, kelembaban relatif dan

kususnya pilihan terhadap serangga inang secara individu bervariasi tergantung strain, bermacam inang dan daerah asal isolat.

Uji Metode Kontak dan Pengumpanan di Laboratorium.

Metode ini merupakan cara penginfeksian, secara umum cendawan entomopatogen dari klas Hypomycetes dapat menginfeksi serangga dengan cara yang sama, sehingga cara penginfeksian cukup diwakili oleh satu jenis cendawan yang paling efektif saja yaitu *M. brunneum*.)

Mortalitas. Mortalitas rayap oleh cendawan entomopatogen *M. brunneum* dengan menggunakan metode aplikasi kontak dan umpan dapat dilihat pada Gambar 4. Metode aplikasi dengan metode kontak dapat menyebabkan mortalitas rayap 100% dalam waktu satu minggu, hal ini diperkirakan bahwa dengan metode kontak konidia cendawan langsung mengenai tubuh serangga dalam jumlah yang banyak dibandingkan dengan metode pengumpanan sehingga konidia dengan cepat dapat menempel, berkecambah dan berpenetrasi menembus kutikula serangga sehingga menyebabkan kematian.

Hasil penelitian menunjukkan pola yang sama dengan penelitian Trizelia (2005) bahwa mortalitas ulat krop kubis yang diinokulasi langsung dengan konidia *B. bassiana* lebih tinggi dibandingkan mortalitas larva yang makan atau berjalan pada daun yang disemprot konidia. Boucias *et al.* (1988) dalam Trizelia (2005) menyatakan bahwa dengan metode kontak langsung konidia akan dapat langsung menempel dan berkecambah pada tubuh serangga. Hasil penelitian Zoberi, 1995 dalam Bayon *et al.* (2000) di laboratorium dengan sistem pengumpanan dan kontak secara langsung menunjukkan bahwa kontaminasi rayap *R. flavipes* oleh *M. anisopliae* dengan menempatkan konidia cendawan pada rayap pekerja menghasilkan 100% mortalitas dalam waktu 5 hari dan 12 hari pada metode pengumpanan.

Lethal Time (LT). *Letal Time* (LT₂₅, 50, dan 95) cendawan entomopatogen pada perlakuan metode kontak lebih rendah dibandingkan pada metode pengumpanan (Tabel 3). Pada metode kontak konidia langsung dapat menempel, berkecambah dan penetrasi pada bagian antar ruas tubuh serangga yang kondisi kelembabannya sangat mendukung perkecambahan konidia, sedangkan pada metode pengumpanan konidia harus melewati saluran pencernaan yang kondisinya kurang menguntungkan untuk cepat berkecambah. Ada kemungkinan konidia tidak dapat berkecambah optimum dalam saluran makanan, karena lingkungan kurang mendukung.

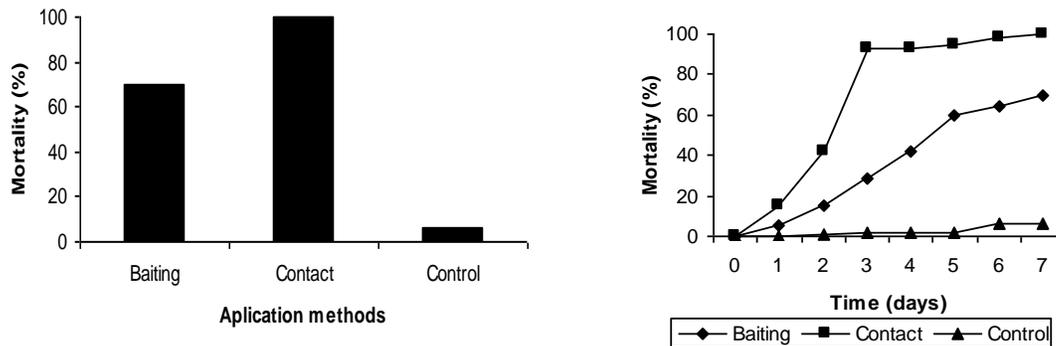


Figure 4. Mortality of *C. gestroi* treated by entomopathogenic fungi *M. brunneum* using contact and baiting methods (7 days after application).

Table 3 Lethal Time (LT) of entomopathogenic fungi *M. brunneum* using contact and baiting methods

Methods	Lethal Time (days)		
	95	50	25
Contact	4.37 (3.58 ~ 6.15)	2.01 (1.52 ~ 2.40)	1.46 (0.95 ~ 1.84)
Baiting	15.05 (12.81 ~ 18.64)	4.83 (4.56 ~ 5.13)	3.03 (2.77 ~ 3.26)

Penelitian sebelumnya oleh Tefera dan Pringle (2003), menemukan hal yang sama pada mortalitas *Chilo partellus* (Lepidoptera: Pyralidae) yang diinokulasi dengan *B. bassiana*. Pada perlakuan kontak dengan pencelupan menghasilkan LT_{50} terendah dengan waktu tersingkat. Amiri-Besheli *et al.* (2000) menyatakan patogen harus cocok dengan inangnya dan menghasilkan kombinasi enzim yang baik untuk dapat berpenetrasi ke dalam kutikula inang. Hal ini memberi kesan bahwa berhasilnya infeksi tergantung kepada beberapa faktor patogenisitas. Keberhasilan beberapa strain *M. anisopliae* mungkin lebih tergantung pada kandungan destruxin dibandingkan dengan faktor patogenisitas lainnya, dan ini memungkinkan strain *M. anisopliae* sering dilaporkan sebagai pembunuh inangnya sebelum terjadi kolonisasi intensif.

Dari hasil penelitian lapangan menggunakan 4 isolat cendawan *M. anisopliae* dengan perlakuan suspensi semprotan dan inokulum kering yang ditebar, Moslem *et al.* (1999) mendapatkan perlakuan dengan menggunakan suspensi secara ekonomi lebih menguntungkan dalam mengendalikan hama kelapa sawit *Oryctes rhinoceros* (Coleoptera: Scarabaeidae). Delate *et al.* (1995) di dalam Yoshimura dan Takahashi (1998) mengevaluasi potensi penggunaan cendawan entomopatogen *B. bassiana* dan *M. anisopliae* dengan menggunakan metode pengumpanan. Semua rayap uji mati dalam waktu 4 hari untuk yang diperlakukan dengan *M. anisopliae*, yang diperlakukan dengan *B.*

bassiana memperlihatkan toxicitas yang lebih lambat dibandingkan dengan *M. anisopliae*.

Keberhasilan aplikasi cendawan entomopatogen dengan metode kontak, diperkirakan selain dapat dengan cepat menembus bagian antar ruas dan kutikula serta masuk ke dalam bagian internal serangga inang, cendawan juga dapat masuk melalui celah alami yang ada pada tubuh serangga inang. Menurut Yoshimura dan Takahashi (1998), *M. anisopliae* secara umum masuk ke tubuh serangga lewat spiracles dan pori-pori pada seluruh organ. Di dalam tubuh serangga, cendawan menghasilkan perpanjangan hifa secara lateral, yang akhirnya berkembang biak dan mengkonsumsi kandungan internal serangga. Pertumbuhan hifa berlanjut sampai serangga terisi dengan miselia. Bila kandungan internal serangga telah dikonsumsi, cendawan akan keluar melewati kutikula dan bersporulasi sehingga membuat serangga seperti berbulu halus. Sebagai tambahan, *M. anisopliae* dapat memperoleh nutrisi dari lemak pada kutikula.

Pada keadaan yang memungkinkan, kadang kala serangga juga dapat mencegah serangan cendawan entomopatogen walaupun konidia telah sempat menempel pada permukaan tubuh. Beberapa serangga mempunyai mekanisme fisiologi yang telah berkembang untuk mengurangi terjadinya infeksi oleh cendawan seperti *M. anisopliae*. Sebagai contoh, belalang gurun pasir memproduksi toxin anti cendawan yang dapat menghalangi perkecambah konidia. Selain hal tersebut serangga dapat menghindari infeksi dengan

berganti kulit dengan cepat atau mengembangkan integumen baru sebelum cendawan berpenetrasi ke kutikula (Boucias dan Pendland 1998).

Kesimpulan

Cendawan entomopatogen *M. brunneum* merupakan spesies cendawan paling efektif sebagai agens pengendalian rayap tanah *C. gestroi* karena tingkat patogenisitasnya paling tinggi dengan nilai LC₅₀ paling rendah (1,80 x 10⁵ konidia/ml) dibanding spesies *M. anisopliae*, *B. bassiana*, *F. oxysporum* dan *A. flavus*. Pada uji metode aplikasi, metode kontak lebih efektif dan dapat menyebabkan mortalitas rayap *C. gestroi* lebih cepat dengan LT₅₀ 2,01 (1,52 – 2,40) hari dibandingkan metode pengumpanan dengan LT₅₀ 4,83 (4,56 – 5,13).

Daftar Pustaka

- Amiri-Besheli, B.; Khambay, B.; Cameron, S.; Deadman, M.L.; Butt, T.M. 2000. Inter-and Intra-Specific Variation in Destruxin Production by Insect Pathogenic *Metharhizium* spp., and Its Significance to Pathogenesis, Crop Protection Unit. University of Reading United Kingdom. *Journal of the Mycopathologia*, 104(4): 447-452
- Bayon, I.L.; Ansard, D.; Brunet, C.; Girardi, S.; Paulmier, I. 2000. Biocontrol of *Reticulitermes santonensis* by Entomopathogenic Fungi Improvement of the Contamination Process. Stockholm Sweden. IRG Secretariat KTH SE-100 44.
- Benson, E.P. 2005. Termites Identification on Workshop Urban Pests Management. Center for Integrated Pest Management (CIPM) Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture - Bogor Agricultural University Collaboration with Clemson University. Bogor, July 19th - 21st.
- Berretta, M.F.; Lecuona, R.E.; Zandomeni, R.O.; Grau, O. 1998. Genotyping Isolates of the Entomopathogenic Fungus *Beauveria bassiana* by RAPD with Fluorescent Labels. *Journal of the invertebr pathol* 71: 145–150.
- Boucias, D.G.; Pendland, J.C. 1998. *Principles of Insect Pathology*. London: Kluwer Academic Publishers.
- Butt, T.M.; Jackson, C.; Magan, N. 2001. *Fungi as Biocontrol Agents: progress, problems and potential*. United Kingdom: CABI Publishing.
- Delate, K.M.; Grace, J.K.; Tome, C.H.M. 1995. Potential Use of Pathogenic Fungi in Baits to Control Formoson Subterranean Termite (Isoptera: Rhinotermitidae). *Journal of the Appl Entomol* 119: 429-433.
- Desyanti,; Hadi, Y.S.; Yusuf, S.; Santoso, T. 2005. The Entomopathogenic Fungus from Various Hosts in Nature: Physiological Characterization, and Their Pathogenicity to Subterranean Termites *Coptotermes* sp., Proceedings of the 6th International Wood Science Symposium (IWSS). Bali, August 29th -31st.
- Desyanti,; Santoso, T.; Hadi, Y.S.; Yusuf, S. 2005. Virulence of Various Isolates of Entomopathogenic Fungi *Beauveria bassiana* (Balls.) Vuill. Against Subterranean Termite *Coptotermes* sp.(Isoptera: Rhinotermitidae), Proceedings of 1st International Conference Crop Security (ICCS). Malang, September 19th - 22nd
- Eaton, R.A.; Hale, M.D.C. 1993. *Wood Decay, Pests and Protection*. London: Chapman & hall, 2-6 Boundary Row.
- Finney, DJ. 1971. *Probit Analisis*. Ed ke-3. Combridge: University Press.
- Jones, W.E.; Grase, J.K.; Tamashiro, M. 1996. Virulens of Seven Isolates of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* to *Coptotermes formosanus* (Isoptera : Rhinotermitidae). *Journal of the biol contr* 25(2): 481-487.
- Laboratorium Pengawetan kayu UPT Biomaterial LIPI. 2004. Penelitian Pendahuluan Pemanfaatan Cendawan Entomopatogen untuk Pengendalian Rayap tanah *Coptotermes* sp. Cibinong.
- Moslem, R.; Wahid, M.B.; Kamarudin, N.; Sharma, M.; Ali, S.R.A. 1999. Impact of *Metarhizium anisopliae* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) Applied by Wet and Dry Inoculum on Oil Palm Rhinoceros Beetles, *Oryctes rhinoceros* (Coleoptera: Scarabaeidae). *Journal of the Oil Palm Research II* (2): 25 - 40.
- Neves, P.M.O.J.; Alves, S.B. 2004. External events related to the infection process of *Cornitermes cumulans* (Kollar) (Isoptera: Termitidae) by the Entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae*. *Journal of the Neotropical Entomol* 33(1): 051-056.
- Salleh, B. 2005. Plant Diseases Caused By *Fusarium* Species in the Tropics. Proceedings of 1st International Conference Crop Security (ICCS). Malang, September 19th - 22nd
- Samuels, R.I.; Corocini, D.L.A.; Santos, C.A.M.; dos. Gava, C.A.T. 2002. Infection of *Blissus antillus* (Hemiptera: Lygaeidae) eggs by entomopathogenic fungi *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana*. *Journal of the Biol contr* 23: 269-273.
- Steel, R.G.D.; Torrie, J.H. 1993. *Prinsip dan Prosedur Statistik: suatu pendekatan biometrik*. Sumantri B, penerjemah: Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Tanada, Y.; Kaya, H.K. 1993. *Insect Pathology*. Sandiogo: Academic Press, INC. Harcourt Brace Jovanovich Publisher.
- Tefera, T.; Pringle, K.L. 2003. Effect of Exposure Method to *Beauveria bassiana* and *Conidia* Concentration on Mortality, Mycosis, and Sporulation in Cadavers of *Chilo partellus* (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of the Invertebr Pathol* 84: 90-95.

Yoshimura, T.; Tsunoda, K.; Takahashi, M.; Katsuda, Y. 1992. Pathogenicity of An Entomopathogenous Fungus, *Conidiobolus coronatus* TYRRELL. and MACLEOD, to *Coptotermes formosanus* SHIRAKI. Jpn. Journal of the Environ. Entomol. Zool 4(1): 11-16.

Yoshimura, T.; Takahashi, M. 1998. Termiticidal Performance of An Entomogenous Fungus, *Beauveria brongniartii* (SACCARDO) PETCH in

Laboratory Tests. Jpn. Journal of the Environ. Entomol. Zool 9(1): 16 – 22.

Trizelia. 2005. Cendawan Entomopatogen *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. (Deuteromycotina: Hyphomycetes): keragaman genetic, karakterisasi fisiologis, dan virulensinya terhadap *Crocidolomia pavonana* (F.) (Lepidoptera: Pyralidae). Disertasi Sekolah Pascasarjana IPB.

Makalah masuk (*received*) : 05 Maret 2007

Diterima (*accepted*) : 07 Mei 2007

Revisi terakhir (*final revision*) : 23 Agustus 2007

Desyanti

Mahasiswa Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor

dan staf pengajar pada Fakultas Kehutanan

Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat

(*Post graduate student of Bogor Agricultural University*

and lecture in Faculty of Forestry, Muhammadiyah University, West Sumatera).

Jalan Pasir Kandang no 4 Koto Tengah Kodya Padang Sumatera Barat

Tel. : 0751-481777

Fax. : 0751-482274

E-mail : yan17122002@yahoo.com.

Yusuf Sudo Hadi

Staf pengajar Departemen Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan-Institut Pertanian Bogor

(*Lecture of Forest Products Department, Faculty of Forestry - Bogor Agricultural University*)

Kampus IPB, Darmaga - Bogor.

E-mail : yshadi@indo.net.id.

Sulaeman Yusuf

UPT Balai Litbang Biomaterial - LIPI

(*Research and Development Unit for Biomaterials - LIPI*)

Jalan Raya Bogor Km. 46, Komplek LIPI Cibinong.

Tel. : 62-21-87914511

Fax. : 62-21-87914510

Teguh Santoso

Staf Pengajar Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian - Institut Pertanian Bogor

(*Lecture of Plant Protection Department, Faculty of Agriculture - Bogor Agricultural University*)

Kampus IPB, Darmaga - Bogor.