

Seleksi Substrat untuk Perbanyak *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin dan Infektivitasnya terhadap Hama Penggerek Bonggol Pisang, *Cosmopolites sordidus* Germar

Hasyim, A.¹, H. Yasir¹, dan Azwana²

¹Balai Penelitian Tanaman Buah, Jln. Raya Solok- Aripaan Km 8, Solok 27301

² Fakultas Pertanian Universitas Medan Area, Medan 20223

Naskah diterima tanggal 6 September 2004 dan disetujui untuk diterbitkan tanggal 12 Januari 2005

ABSTRAK. Seleksi substrat untuk perbanyak *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin dan infektivitasnya terhadap hama penggerek bonggol pisang, *Cosmopolites sordidus* Germar. Penelitian dilaksanakan pada bulan Juni sampai Desember 2002 di Laboratorium Entomologi Balai Penelitian Tanaman Buah, Solok. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui media substrat yang terbaik untuk perbanyak *B. bassiana* dan infektivitasnya dalam mengendalikan hama penggerek bonggol pisang. Penelitian disusun dalam rancangan acak lengkap dengan lima perlakuan dan tiga ulangan. Perlakuan terdiri dari lima jenis media substrat yaitu beras, jagung, pupuk kandang, dedak halus, dan kontrol (air). Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat variabilitas daya kecambah isolat *B. bassiana* yang dibiakkan pada substrat jagung, beras, pupuk kandang, dan dedak. Daya kecambah isolat *B. bassiana* yang dibiakkan pada media substrat jagung dan beras lebih tinggi (86,47 dan 76,67%) dibandingkan media substrat dedak dan pupuk kandang yaitu 31,67 dan 24,00%. Produksi konidia pada jagung dan beras lebih tinggi dan berbeda sangat nyata ($2,8 \times 10^8$ konidia ml/l dan $1,96 \times 10^8$ konidia ml/l) dibandingkan dengan dedak dan pupuk kandang dengan jumlah konidia paling rendah berturut-turut $1,26 \times 10^6$ konidia ml/l dan $4,57 \times 10^6$ konidia ml/l. Mortalitas hama penggerek bonggol pisang, *C. sordidus* paling tinggi diperoleh setelah diaplikasikan dengan jamur *B. bassiana* hasil biakan pada substrat jagung dan beras berturut-turut yaitu 86,67 dan 76,67%. Sedangkan jamur *B. bassiana* hasil biakan pada substrat pupuk kandang dapat menyebabkan kematian hama penggerek bonggol paling rendah yaitu 29,54% (LT₅₀). Hasil penelitian ini memberikan informasi bahwa substrat jagung dan beras merupakan media perbanyak *B. bassiana* yang baik untuk mengendalikan hama penggerek bonggol pisang.

Kata kunci : *Musa* sp.; *B. bassiana*; *C. sordidus*; Substrat; Produksi masal; Infektivitas; Mortalitas

ABSTRACT. Hasyim, A., H. Yasir, and Azwana. 2005. Selection of substrates for mass production of *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin and their infectiveness to control banana weevil borer, *Cosmopolites sordidus* Germar. Experiment was conducted at Entomological Laboratory of Indonesian Fruit Research Institute from June to December 2002. The aim of this study was to find out the best substrates for mass production of *B. bassiana* and their infectivity to control banana weevil borer. The research used a randomized complete block design with five treatments and three replications. Treatments consisted of five substrates such as rice, maize, animal manure, rice siftings, and control (water). The results showed that there was variability in germination of fungal *B. bassiana* culture on solid media (maize, rice, animal manure, and rice siftings). Germination rate of *B. bassiana* cultured in maize and rice substrate were higher (86.47 and 76.67% respectively), than the germination rate of *B. bassiana* cultured in animal manure and rice siftings substrate (31.67 and 24.00% respectively). A total of conidia production on maize and rice substrate were significantly higher i.e. 2.8×10^8 conidia ml/l and 1.96×10^8 conidia ml/l respectively, than that of *B. bassiana* isolate on animal manure and rice siftings substrate (1.26×10^6 conidia ml/l and 4.57×10^6 conidia ml/l) respectively. The highest mortalities of adult banana weevil borer, *Cosmopolites sordidus* was obtained by application of *B. bassiana* produced from maize and rice substrates i.e. 86.67 and 76.67% respectively. While *B. bassiana* produced from animal manure caused lowest death of *C. sordidus* i.e. 29.54% (LT₅₀). This study was undertaken to provide more information of maize and rice substrates as a media for mass production of *B. bassiana* to control banana weevil borer.

Keywords: *Musa* sp.; *B. bassiana*; *C. sordidus*; Substrates; Mass production; Infectivity; Mortality

Jamur *B. bassiana* (Balsamo) Vuillemin (Deuteromycotina: Hyphomycetes) termasuk jamur entomopatogen telah banyak dimanfaatkan untuk mengendalikan berbagai jenis hama tanaman antara lain, *Ostrinia nubilalis* (Hubner) (Feng

et al. 1985; 1988), beberapa jenis hama yang menyerang kubis (Butt *et al.* 1994), belalang (Brinkmann *et al.* 1997; Bidochka & Khacha-tourians 1990), aphid (Vandenberg 1996; Vandenberg *et*

al. 1998), kumbang *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Hajek et al. 1987; Poprawski et al. 1997; Anderson et al. 1988; Champell 1985), beberapa jenis hama gudang (Rice & Cogburn 1999), hama penggerek buah kopi (De la Rosa et al. 1997; 2000), hama rayap (Sun et al. 2003), penggerek batang tebu *Eureuma obtin* (Dyar) (Legaspi et al. 2000), hama wereng coklat, *Nilaparvata lugens* (Rombach et al. 1986; Aguda et al. 1987) dan hama penggerek bonggol (Gold & Messiaen 2000; Nankinga & Latigo 1996 a; Hasyim & Azwana 2003; Bell & Hamalle 1970).

Beberapa keuntungan yang dapat diperoleh dari pemanfaatan jamur entomopatogen yaitu mudah menginfeksi serangga target (hama) (Fuxa 1987; Horrison et al. 1993), tidak membunuh serangga bukan hama, mempunyai banyak strain (St Leger et al. 1992), dan dapat diperbanyak pada kultur in vitro (Jackson et al. 2000 dalam Sun et al. 2003) serta aman terhadap lingkungan (Hasyim & Gold 1999; Greden et al. 1998).

Jamur *B. bassiana* diisolasi dari tanah ataupun serangga yang terinfeksi di lapangan serta dapat persisten di dalam tanah beberapa tahun terutama jika propagulnya menginfeksi inang yang peka (Goettel & Inglis 1997; Storey & Gardner 1988). Jamur yang diperoleh dari serangga yang terinfeksi di lapangan sebagai sumber inokulum biasanya patogenisitasnya rendah dan sering terkontaminasi dengan jamur saprofit lainnya sehingga lebih sulit untuk memperoleh kemurniannya (Nankinga et al. 1994; Hasyim & Gold 1999).

Isolasi jamur *B. bassiana* sebagai sumber inokulum yang berasal dari tanah sudah berhasil dilakukan dengan metode umpan serangga dengan *Tenebrio molitor* L. dan *Galleria mellonella* (L.) (Zimmermann 1986; Hasyim & Azwana 2003). Jamur *B. bassiana* yang diperoleh mempunyai patogenisitas yang tinggi untuk mengendalikan hama penggerek bonggol pisang, *C. sordidus* (Hasyim & Azwana 2003; Nankinga et al. 1994).

Di dalam tanah, jamur *B. bassiana* bersifat saprofit dan merupakan kompetitor yang lemah (Madelin 1963; Goettel & Inglis 1997). Jamur *B. bassiana* mempenetrasi tubuh inang dengan bantuan tekanan mekanik dan bantuan toksin beauvericin yang dikeluarkan oleh jamur. Serangga dapat terinfeksi konidia melalui kutikula, atau

melalui celah di antara segmen-segmen tubuhnya, kemudian berkecambah dengan membentuk tabung kecambah sehingga jamur dapat masuk ke tubuh inang dan menyebar ke *haemocoel*. Selanjutnya jamur menginfeksi saluran makanan dan sistem pernafasan sehingga serangga mati. Konidia jamur yang infeksi segera terbentuk pada tubuh inang dan siap untuk disebarkan angin, air, dan bahkan serangga (Lacey 1997; Ferron dalam Nankinga et al. 1996 b).

Berbagai cara untuk memperbanyak jamur *B. bassiana* yang telah dilakukan oleh beberapa peneliti di luar negeri antara lain dengan cara fermentasi cair (*submerged culture*) (Bidochka et al. 1987; Kleespies & Zimmermann 1992), *submerged conidia* (Rombach et al. 1988), miselium kering (Rombach et al. 1986; Pereira & Roberts 1990) serta dengan perbanyak konidia pada media cair (Ferron 1978). Penelitian bertujuan untuk mengetahui media substrat yang terbaik untuk perbanyak *B. bassiana* dan infektivitasnya dalam mengendalikan hama penggerek bonggol pisang. Beberapa media substrat yang sering digunakan untuk perbanyak *B. bassiana* antara lain jagung, beras, dedak, dan pupuk kandang. Perbanyak jamur *B. bassiana* untuk mengendalikan hama penggerek bonggol pisang di Indonesia belum dilaporkan, oleh karena itu perlu diketahui media substrat terbaik untuk perbanyak *B. bassiana* dan infektivitasnya terhadap hama penggerek bonggol pisang, *C. sordidus*.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Hama dan Penyakit Balai Penelitian Tanaman Buah, Solok pada bulan Juni sampai Desember 2002. Pengambilan sampel tanah sebagai sumber isolat jamur *B. bassiana* dilakukan dari pertanaman pisang di daerah Baso. Isolat jamur *B. bassiana* yang berasal dari tanah diperoleh dengan metode umpan serangga (Goettel & Inglis 1997; Zimmermann 1986; Hasyim & Azwana 2003). Serangga yang digunakan sebagai perangkap umpan adalah larva *T. molitor* (ulat hongkong). Isolat *B. bassiana* yang diperoleh dimurnikan dan diperbanyak secara massal, dapat digunakan untuk pengujian di laboratorium maupun di lapangan menggunakan perangkap batang semu

pisang. Jamur tersebut sebelum diuji harus diperbanyak terlebih dahulu menggunakan metode *diphasic* (Driesche & Below 1996; Nankinga & Latigo 1996a). Metode ini menggunakan teknik biakan cair dan padat. Tahap penelitian adalah sebagai berikut.

Perbanyakkan jamur *B. bassiana* pada media SYM (*sucrosa yeast media*)

Jamur yang dibiakkan pada SDA (*sabouraut dextrosa agar*) sebanyak satu *loop* penuh dengan kerapatan konidia kira-kira 10^7 konidia/ml dipindahkan ke dalam botol yang berisi 50 ml media SYM. Mulut botol media SYM yang telah diisi dengan jamur kemudian ditutup dengan aluminium foil, biakan kemudian digoyang pada 150 rpm selama 9 jam dan diinkubasikan selama 3 hari. Pertumbuhan jamur pada media SYM diamati secara visual.

Media substrat

Jagung pecah dan beras masing-masing dibersihkan/dicuci, sedangkan dedak dan pupuk kandang hanya diayak agar kotoran lain seperti batuan dan sampah tidak terbawa. Jagung pecah dan beras direbus agar setengah matang dan sedikit lunak dalam dandang selama 20 menit. Sebanyak 250 g masing-masing substrat (jagung pecah, beras, dedak, dan pupuk kandang) dimasukkan ke dalam kantong plastik, kemudian dimasukkan ke dalam autoklaf pada 121°C selama 1 jam. Substrat kemudian diangkat dan dibiarkan dingin selama ± 12 jam. Selanjutnya biakan jamur *B. bassiana* dari tiap botol SYM (berisi 50 ml) yang berumur 3 hari dituangkan ke dalam kantong plastik berisi substrat. Kantong berisi biakan ini kemudian ditutup dengan melipat tepi kantong plastik dan menstaplernya serta membentuknya menjadi bentuk segitiga. Kantong biakan ini kemudian diinkubasikan selama 14 hari. Biakan dalam kantong plastik ini diperiksa setiap 2 hari sekali sambil diaduk-aduk dengan menggoyang-goyangkannya. Setelah 14 hari biakan pada substrat tersebut telah dapat dipanen, hal ini ditandai dengan pertumbuhan jamur yang telah menutupi seluruh permukaan bagian substrat.

Setiap kantong dari masing-masing media substrat diambil sebanyak 10 g, diaduk dengan 90 ml air steril dan ditambahkan 0,05% tween, kemudian diamati:

- a. Persentase perkecambahan konidia (daya

kecambah) diketahui dengan cara mengambil suspensi biakan dengan densitas 100 konidia yang dituangkan kedalam petridis yang berisi media PDA dan diinkubasikan pada suhu kamar. Masing-masing suspensi biakan diulang tiga kali, persentase perkecambahan konidia dihitung setelah 24 jam.

- b. Jumlah konidia/g substrat/ml diamati melalui pengenceran secara berseri. Jumlah konidia g substrat/ml dihitung menggunakan *haemocytometer*.
- c. Viabilitas konidia diamati dengan cara 0,1 ml suspensi konidia dari pengenceran 10^5 dituangkan dan diratakan pada petridis steril. Media PDA pada temperatur 45°C dituangkan ke dalam petridis yang telah berisi suspensi konidia dan diinkubasikan selama 5 hari pada suhu kamar. Viabilitas konidia dihitung berdasarkan jumlah konidia yang tumbuh berupa koloni pada media PDA dalam petridis.

Data dari persentase perkecambahan spora, jumlah konidia per g substrat/ml dianalisis dengan sidik ragam dan dilanjutkan dengan uji DMRT pada taraf 5%.

Patogenisitas spora jamur *B. bassiana* hasil biakan pada berbagai substrat

Batang semu pisang yang berukuran panjang 20 cm dan garis tengah 15 cm dibelah secara memanjang dan dimasukkan ke dalam ember plastik yang berukuran garis tengah bagian alasnya 30 cm dan bagian atasnya 45 cm dengan ketinggian 60 cm. Sebelum potongan batang semu dimasukkan ke dalam ember plastik, ember tersebut diisi dengan tanah steril sebanyak 2 kg dan dilembabkan dengan air steril. Sebanyak 250 g jamur *B. bassiana* yang telah dibiakkan pada setiap substrat yang akan diuji diblender hingga berbentuk tepung dan disebarakan secara merata di atas potongan batang semu yang telah dimasukkan ke dalam ember plastik. Rancangan percobaan adalah acak lengkap dengan lima perlakuan berupa media substrat termasuk kontrol (air steril). Untuk masing-masing perlakuan dimasukkan sebanyak 10 ekor serangga dewasa hama penggerek bonggol pisang yang umurnya relatif sama dilepaskan di atas substrat jamur pada potongan batang semu dan kemudian ditutup dengan pasangan potongan batang semu

yang sama dengan sedikit diberi bantalan kayu agar serangga dapat bebas bergerak. Pengamatan mortalitas serangga dewasa dilakukan setiap hari sampai hari ke 15 setelah inokulasi.

Persentase mortalitas serangga dihitung dengan rumus.

$$M = A / D \times 100 \%$$

Keterangan: M = Persentase mortalitas

A = Jumlah serangga yang mati terinfeksi jamur

D = Jumlah serangga yang diuji.

Mortalitas yang diperoleh kemudian dikoreksi menggunakan rumus Abbott's

$$\% \text{ kematian terkoreksi} = \frac{\% \text{ kematian serangga uji} - \% \text{ kematian}}{100 - \% \text{ kematian kon-}} \times 100\%$$

kemudian ditransformasi ke analisis probit menggunakan metode Bliss, sehingga diperoleh lamanya waktu untuk mematikan 50% serangga uji (LT_{50}) dan LT_{95} .

Patogenisitas jamur dari substrat terhadap kumbang *C. sordidus* (% mortalitas), diamati mortalitas kumbang dimulai hari ke 5 hingga hari ke 15 setelah inokulasi dengan interval 2 hari. Data mortalitas terlebih dahulu dikoreksi dengan rumus Abbott's dan kemudian ditransformasi ke analisis probit menggunakan metode Bliss sehingga diperoleh LT_{50} dan LT_{95} .

HASIL DAN PEMBAHASAN

Biakan *B. bassiana* pada media cair SYM yang berumur 3 hari telah memperlihatkan pertumbuhan jamur yang cukup baik, di mana dalam waktu yang singkat permukaan suspensi telah tertutup rapat oleh miselium putih jamur dengan larutan di bawah massa jamur terlihat berwarna merah yang sebelumnya berwarna kekuningan (Gambar 1). Hal ini mungkin merupakan warna dari pigmen yang dihasilkan *B. bassiana*. Ferron (1978) menyatakan bahwa jamur *B. bassiana* menghasilkan *oosporein* dengan pigmen berwarna merah.

Biakan pada SYM digoyang selama 9 jam sehingga biakan selalu bergerak dan mengakibatkan pertumbuhan miselia terhambat (terpotong-potong). Aktivitas ini menyebabkan terbentuknya spora. Di samping itu, nutrisi tersedia cukup akan menghasilkan spora yang lebih banyak. Hasil

penelitian (Driesche & Below 1996; Nankinga et al. 1996 b; Junianto & Semangun 2000) menyatakan bahwa pertumbuhan *B. bassiana* pada media cair lebih cepat daripada di media padat. Hal ini juga diperoleh Nankinga et al. (1996 b) yang membiakkan *B. bassiana* pada media cair dengan perolehan jumlah spora yang lebih besar daripada biakan di PDA.

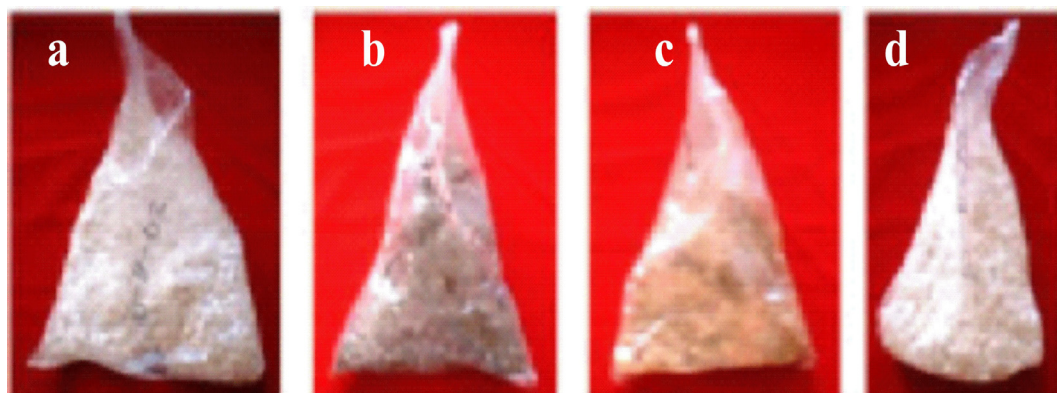
Hasil biakan pada SYM kemudian dipindahkan ke masing-masing substrat, yaitu jagung, beras, dedak, dan pupuk kandang. Biakan pada substrat dapat dipanen setelah berumur 14 hari.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pertumbuhan *B. bassiana* pada media substrat jagung dan beras terlihat lebih baik karena seluruh permukaan substrat tertutup miselium dibanding dengan substrat dedak dan pupuk kandang yang hanya sebagian substrat tertutup miselium jamur dan terlihat adanya kontaminasi dengan jamur lain seperti terlihat pada Gambar 2.

Hal yang sama diperoleh oleh Nankinga & Latigo (1996 a) dalam penelitiannya di Uganda yang mendapatkan bahwa pertumbuhan jamur *B. bassiana* pada substrat beras dan jagung lebih baik, sedangkan substrat lain seperti *barley*, dedak, jerami, tanah, dan serbuk gergaji sebagian substrat mengalami kontaminasi dengan mikroorganisme lain.



Gambar 1. Biakan SYM di dalam botol yang memperlihatkan pertumbuhan optimal dari jamur *B. bassiana* (*Sucrose yeast media in the bottle that was found to give optimal growth of B.bassiana*)



Gambar 2. Pemiakan massal *B.bassiana* pada berbagai substrat setelah 14 hari (Mass production of *B.bassiana* culture on four substrates after 14th days).

a. jagung (maize), b. pupuk kandang (animal manure), c. dedak (rice siftings), d. beras (rice), e. kontrol (control).

Tabel 1. Daya kecambah jamur *B. bassiana* jumlah konidia/g substrat dan viabilitas konidia/ml yang dibiakkan pada berbagai substrat (Germination of *B. bassiana* fungi, total conidia/g substrate and viability conidia when cultured on several substrates)

Substrat (Substrate)	Daya kecambah (Germination%)	Jumlah konidia (Total conidia)	Viabilitas konidia (Conidia viability)
	0%	0%	10 ⁶ konidia/ml
Jagung (Maize)	84,67 a	2,8 x 10 ⁷ a	23,7 a
Beras (Rice)	77,67 a	1,96 x 10 ⁷ a	15,7 a
Dedak (Rice siftings)	31,67 a	1,26 x 10 ⁶ b	4,3 b
Pupuk kandang (Animal manure)	24,00 b	4,57 x 10 ⁵ b	1,3 b

Jamur *B. bassiana* yang dibiakkan pada substrat jagung dan beras memiliki jumlah konidia per g substrat yang nyata lebih banyak dengan daya kecambah dan viabilitas yang nyata lebih tinggi dibandingkan dengan biakan pada kedua substrat lainnya (Tabel 1).

Tingginya daya kecambah, jumlah konidia, dan viabilitas jamur pada substrat jagung dan beras tersebut di atas karena jamur pertama sekali dibiakkan pada SYM yang mengandung yeast ekstrak yang selalu bergerak sehingga menghasilkan konidia yang banyak. Biakan dari SYM kemudian dimasukkan lagi pada substrat jagung dan beras yang cukup mengandung karbohidrat dan protein yang dibutuhkan oleh *B. bassiana* untuk perkecambahan, pertumbuhan dan sporulasinya, sehingga pertumbuhannya lebih baik dibandingkan pada substrat dedak dan pupuk kandang. Hasil penelitian Nankinga *et al.* (1996 a) diperoleh bahwa persentase perkecambahan spora pada substrat jagung dan beras berturut-turut >95% dan 70–79%, sedangkan jumlah konidianya berturut-turut 1,7 x 10⁷ dan 5,02 x 10⁶ konidia/g substrat dengan waktu panen 11 hari. Selanjutnya

Vandenberg *et al.* 1998 juga membiakkan *B. bassiana* pada media jagung dengan viabilitas spora mencapai 80%, demikian pula Junianto & Semangun (2000) memperoleh konidia 2,7 x 10¹⁰ konidia/g substrat dengan masa panen 10 hari. Sedangkan Alves & Pereira (1989) dalam penelitiannya mendapatkan bahwa jumlah konidia jamur *B. bassiana* per g substrat adalah 2 x 10. Tingkat perkecambahan akan tinggi (95 – 100%) jika protein berguna cukup tersedia untuk perkecambahan, sedangkan gula tidak begitu penting (Kleespies & Zimmermann 1992). Shimazu & Sato (1996) juga menyatakan bahwa jamur *B. bassiana* dapat bertahan hidup walau pada media yang kadar gulanya rendah. Selanjutnya dikatakan bahwa *B. bassiana* memerlukan karbohidrat sebagai sumber karbon dalam pertumbuhannya. Penggunaan bahan ber-karbohidrat dan protein tinggi akan mendorong pertumbuhan vegetatif jamur. Kucera (1971 dalam Tanada & Kaya 1993), menyatakan bahwa komposisi hara media mempengaruhi produksi mikotoksin *B. bassiana* dan media terbaik untuk memproduksi racun proteolitik kompleks harus mengandung

Tabel 2. Mortalitas serangga dewasa hama penggerek bonggol pisang *C. sordidus* setelah diinokulasi dengan jamur *B. bassiana* yang dibiakkan pada lima media substrat (*Mortality of banana weevil borer adult after treated with B. bassiana fungi cultured on five substrates media*)

Substrat (Substrates)	5 HSAB (0-4-0)	7 HSAB (0-4-0)	9 HSAB (0-4-0)	11 HSAB (0-4-0)	13 HSAB (0-4-0)	15 HSAB (0-4-0)
	%					
Kontrol (Control)	0,0 b	0,0 c	0,0 d	0,0 b	0,0 c	0,0 c
Jagung (Maize)	0,7 a	10,7 a	30,7 a	53,3 a	73,3 a	86,7 a
Beras (Rice)	0,0 b	13,3 a	30,0 b	46,7 a	63,3 a	76,7 a
Dedak (Rice siftings)	0,0 b	3,3 b	0,7 c	10,0 b	16,7 b	16,7 b
Pupuk kandang (Animal manure)	0,0 b	0,0 c	3,3 c	3,3 b	10,0 b	10,0 b

gerek bonggol pisang, *C. sordidus* (*LT₅₀ and LT₉₅ value from four substrates media against to mortality of banana weevil borer adult, C. sordidus*)

Substrat (Substrates)	Persamaan regresi (Regression equation)	LT ₅₀ Hari (Days)	LT ₉₅ Hari (Days)
Jagung (Maize)	Y = - 0,64 + 5,60 X; r = 0,99	10,15	19,95
Beras (Rice)	Y = - 1,29 + 5,98 X; r = 0,99	11,27	21,23
Dedak (Rice siftings)	Y = 0,38 + 3,20 X; r = 0,97	27,85	91,10
Pupuk kandang (Animal manure)	Y = - 0,88 + 3,40 X; r = 0,97	29,54	76,19

tepung jagung, yeast ekstrak dan ekstrak daun. Semua pernyataan tersebut di atas diperkuat lagi oleh pernyataan Soper & Ward (1981 dalam Nankinga et al. 1996) bahwa jumlah spora yang dipanen bergantung dari cara pembiakan, jenis substrat, metode perendaman substrat, dan kondisi pertumbuhan yang optimal.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jamur *B. bassiana* yang dibiakkan pada substrat jagung dapat mematikan serangga dewasa *C. sordidus* lebih awal dibandingkan dengan jamur *B. bassiana* yang dibiakkan pada substrat beras, dedak dan pupuk kandang (Tabel 2). Sebaliknya jamur *B. bassiana* yang dibiakkan pada pupuk kandang relatif lebih lama dan baru dapat mematikan serangga dewasa *C. sordidus* pada 9 hari setelah aplikasi *B. bassiana* (HSAB). Mortalitas serangga dewasa *C. sordidus* akan meningkat terus sampai hari ke 15 setelah aplikasi *B. bassiana* yang dibiakkan pada ke empat substrat (jagung, beras, dedak, dan pupuk kandang), dengan mortalitas tertinggi terdapat pada penggunaan biakan jamur pada substrat jagung dan yang terendah pada biakan substrat pupuk kandang. Setelah dianalisis secara statistik, mortalitas serangga dewasa *C. sordidus* hingga hari ke 15 setelah aplikasi *B. bassiana* pada biakan substrat jagung dan beras keduanya tidak berbeda nyata.

Nilai LT₅₀ dan LT₉₅ serangga dewasa *C. sor-*

didus yang diaplikasi dengan jamur *B. bassiana* pada biakan substrat jagung relatif lebih cepat dibandingkan ketiga substrat lainnya (Tabel 3).

Hal ini berarti jamur *B. bassiana* yang dibiakkan pada substrat jagung dan beras lebih besar dan lebih cepat kemampuannya membunuh 50% serangga dewasa *C. sordidus* dibandingkan biakan pada kedua substrat lainnya. Kenyataan ini dimungkinkan karena jamur *B. bassiana* pada biakan jagung dan beras pertumbuhannya cukup baik dan merata karena tersedianya nutrisi yang lengkap dan cukup serta ditambah keadaan lingkungan yang mendukung untuk pertumbuhan yang optimal dan penginfeksiannya *C. sordidus*. Selain itu jamur *B. bassiana* pada biakan jagung setelah aplikasi terlihat masih segar sehingga menambah kemampuannya untuk menginfeksi serangga uji. Hal yang sama juga diperoleh oleh Nankinga (1996 b) yang memperoleh nilai LT₅₀ serangga dewasa hama penggerek bonggol pisang *C. sordidus* adalah 11 dan 12 hari setelah diaplikasikan dengan jamur *B. bassiana* yang dibiakkan pada substrat jagung dan beras. Kematian serangga dewasa hama penggerek bonggol pisang *C. sordidus* dapat mencapai 100% pada hari ke 30 setelah diaplikasi dengan jamur *B. bassiana* hasil biakan pada substrat jagung (Nankinga 1996 b).

KESIMPULAN

1. Media substrat jagung dan beras merupakan substrat terbaik untuk pembiakan jamur *B. bassiana*.
2. Mortalitas hama penggerek bonggol pisang yang paling tinggi diperoleh dari aplikasi substrat jagung 87% dan yang terendah dari aplikasi media substrat pupuk kandang.
3. Nilai LT_{50} yang paling pendek diperoleh dari substrat jagung yaitu 10,15 hari dan nilai LT_{50} yang paling lama diperoleh dari media substrat pupuk kandang yaitu 29,54 hari.

PUSTAKA

1. Aguda, R.M., Rombach, M.C., Im, D.J., and Shepard, B.M. 1987. Suppression of populations of the brown planthopper, *Nilaparvata lugens* (Stal.) (Hom: Delphacidae) in field cages by entomogenous fungi (Deuteromycotina) on rice in Korea. *J. Appl. Entomol.* 104:167-172.
2. Alves, S.B. and R.M. Pereira. 1989. Production of *Metarrhizium anisophae* (Metsch) Sorok and *Beauveria bassica* (Balsamo) Vuill. In plastic trays. *Ecosistema* 14:188-192.
3. Anderson, T.E.A., Robert, D.W., and Soper, R.S. 1988. Use of *Beuveria bassiana* for suppression of Colorado potato beetle population in New York State (Coleoptera: Chrysomelidae). *Environ. Entomol.* 17: 140-145.
4. Bell, V. J. and Hamalle, R. 1970. Three fungi tested for *Curculio*. *Chalodermus aeneus*. *J. Invertebratae Pathol.* 15:447-450.
5. Bidochka, M.J., T.A. Preifer, and C.G. Khachatourians. 1987. Development of entomopathogenic fungus *Beuveria bassiana* in liquid cultures. *Mycopathologia* 99:77-83.
6. Bidochka, M.J. and Khachatourians, G. 1990. Identification of *Beuveria bassiana* extracellular protease as a virulence factor in pathogenicity toward the migratory grasshopper, *Melanophus sanguinipos*. *J. Invertebratae Pathol.* 56:362-370.
7. Brinkmann, M.A., B.W. Fuller, and M.B. Hildret. 1997. Effect of *Beuveria bassiana* on migratory grasshoppers (Orthoptera: Acrididae) in spraytower bioassay. *J. Agric. Entomol.* 14:121-127.
8. Butt, T.M., L. Ibrahim, B.W. Ball, and S.J. Clark. 1994. Pathogenicity of the entomogenous fung *Metarrhizium anisopliae* and *Beuveria bassiana* against crucifer pests and honey bee. *Biocontrol Sci. Technol.* 4:207-214.
9. Champell, R.R., Anderson, T.E., Semel, M., and Roberts, D.W. 1985. Management of the Colorado potato beetle population using the entomogenous fungus *Beuveria bassiana*. *Am. Potato J.* 61:29-37.
10. De la Rosa, W., R. Alatorre, J. Trujillo, and J. F. Barrera. 1997. Virulence of *B. bassiana* (Deutromycetes) strain againts the coffee berry borer (Coleoptera : Scolytidae). *J. Econ. Entomol.* 90:1534 –1538.
11. De la Rosa, W., R. Alatorre, J. E Barrera, and C. Toricillo. 2000. Effect of *B.bassiana* and *M. anisopliae* (Deuteromycetes) upon the coffee berry borer (Coleoptera: Scolytidae) under field condition. *J. Entomol* 93(5):1409-1414.
12. Driesche, R.G. and Below, S.T. 1996. *Biological control*. Chapman and Hill. New York. 539 pp.
13. Feng, Z., R.I. Carruthers, D.W. Roberts, and D.S. Robson. 1985. Age specific dose mortality effects of *Beauveria bassiana* (Deuteromycotina; Hyphomycetes) on the European corn borer, *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Pyralidae). *J. Invertebratae Pathol.* 46: 259-264.
14. Feng, Z., R.I. Carruthers, , T.S. Larkin, and DW. Roberts. 1988. A phenologi model and field evaluation of *Beauveria bassiana* (Deuteromycotina; Hyphomycetes) mycosis of the European corn borer, *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Pyralidae). *Canadian Entomol.* 120:133-144.
15. Ferron, P. 1978. Biological control of insect pest by entomogenous fungi. *Annu. Rev. Entomol.* 23:409- 442.
16. Fuxa, J. 1987. Ecological considirations for the use of entomopathogens in IPM. *Annu. Rev. Entomol.* 32:225-261.
17. Goettel, and Inglis. 1997. Fungi : Hyphomycetes. In Lacey, L.A. (Ed.). *Biological techniques. Manual of techniques in insect pathology*. Academic Press. London. p. 213-249.
18. Gold , C.S. and Messiaen, S. 2000. The banana weevil cosmopolites sordidus. Musa Pest Fact Sheet No. 4 INI-BAP.
19. Greden, C.J., Arends, J.J., Rutz, D.A. and Steinkraus, D.C. 1998. Laboratory evaluation of *Beuveria bassiana* (Moniliales; Moniliaceae) against the Lessser Mealworm, *Alphitobius disperinus* (Col. Tenebrionidae) in Poultry Litter, *Soil & Pupal Trap. Biological Control.* 13:71-77.
20. Junianto Y.D. dan H. Semangun. 2000. Susu skim dan Monosodium glutamat sebagai media pensuspensi dalam penering bekuan spora *B. bassiana*. *J. Pelita Perkebunan* 11(2):.....
21. Hajek, E.A., Soper, R.S., Roberts, D.W., Anderson, T.E., Biever, K.D., Fero, D.N., Lebrun, R.A., and Storch, R.H. 1987. Foliar applications of *Beuveria bassiana* Vuillemin for control of the colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae). *Canadian Entomol.* 119:959-974.
22. Horrison, R.D., Gardner, A.W., and Kinard, J.D. 1993. Relative Susceptibility of Pecan Weevil Fourth Instar and Adults to Selected Isolated of *Beuveria bassiana*. *Biological Control.* 3(1):34-38.
23. Hasyim, A., and Gold, C.S. 1999. Potential of classical biological control for banana weevil, *Cosmopolites sordidus* Germar with natural enemies from Asia (with emphasis on Indonesia). *Proceeding of A workshop on banana held in Nesprint South Africa* (Eds. Frison et al.).
24. _____, dan Azwana. 2003. Patogenisitas isolat *Beuveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin dalam mengendalikan hama penggerek bonggol pisang, *Cosmopolites sordidus* Germar. *J. Hort.* 13(2):120-130.

25. Kleespies, R. G., and Zimmermann, G. 1992. Production of blastospores by three strains on *Metarhizium anisopliae* and *B.bassiana* in sub merged culture. *Biol. Control Sci. and Technol.* 2:127-135.
26. Lacey, L.A. 1997. Initial handling and diagnosis of diseases insect. In Lacey, L.A. (Ed.). *Biological Techniques. Manual of techniques in Insect Pathology.* Academic Press. London. p.1-30.
27. Legaspi, J.C., T.J.Poprowski, and B.C. Legaspi, JR. 2000. Laboratory and field evaluation of *Beauveria bassiana* against sugarcane stalkborer (Lepidoptera: Pyralidae) in the Lower Rio Grande Valey of Texas. *J. Econ. Entomol.* 93(1):54-59.
28. Madelin, M.F. 1963. Diseases caused by hyphomycetes fungi. In Steinhaus, E.A. (Ed.). *Insect pathology an advanced teatise.* Academic Press. New York. P. 233-271.
29. Nankinga C.M. Ongenga-Latigo W.M. Allard G.B., and Ogwang, J. 1994. Studies on the potential of *Beauveria bassiana* for the control of the banana weevil *Cosmopolites sordidus* Germarin Uganda. *African Crop Science J.*1:300-302.
30. _____. 1996 a. Effect of method of application on the effectiveness of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* to the banana weevil, *Cosmopolites sordidus* Germar. *African J. Plant Protection* 6:12-21.
31. _____ and Allard G.B. 1996 b. Patogenicity of indigenous isolates of *Beauveria bassiana* against the banana weevil, *Cosmopolites sordidus* Germar. *African J. Plant Protection* 6:1-11.
32. Pereira, R. M and Roberts, D. W. 1990. Dry mycelium preparations of entomopathogenic fungi: *M. anisopliae* and *B. bassiana*. *J. Invertebratae Pathol.* 56:39-45.
33. Poprawski, T.J., R.I. Carruthers, J. Speese, D.C. Vacek, and L.E. Wendel, 1997. Early season applications of the fungus *Beauveria bassiana* and introduction of the hemipteran predator *Perillus bioculatus* for control of the colarado potato beetle. *Bio. Control.* 10:48-57.
34. Rice, C.W. and Cogburn, R.R. 1999. Activity of the entomopathogenic fungus *B. bassiana* (Deuteromycotina: Hypomycetes) against three coleopteran pests of stored grain. *J. Econ. Entomol.* 92(3):691-694.
35. Rombach, M.C., Aguda, R.M., Shepard, B.M., and Roberts, D.W. 1986. Infection of rice planthopper, *Nilaparvata lugens* (Homoptera: Delphacidae) by field application of entomopathogenic Hyphomycetes (Deuteromycotina). *Environ. Entomol.* 15:1070-1073.
36. _____, R.M. Aguda, and D.W. Roberts. 1988. Production of *Beauveria bassiana* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) in different liquis media media and subsequent conidiation of dry mycelium. *Entomophaga* 33:315-324.
37. Shimazu, M. and Sato, H. 1996. Media for Selective Isolation of an Entomogenous Fungus, *Beauveria bassiana* (Deuteromycotina; Hyphomycetes). *Appl. Entomol. Zool.* 31(21):291-298.
37. St. Leger, R.J., Allee, L. L., May, B., Staples, R. C., and Roberts, D. W. 1992. World wide distribution of genetic variation among isolates of *Beauveria* spp. *Mycol. Res.* 96:1007-1015.
38. Storey, K.G. and Gardner, A.W. 1988. Movement of an aqueous spray of *Beauveria bassiana* into The Profile Four Georgia Soils. *Environ. Entomol.*17:135-139.
39. Sun, J., J.R. Fuxa and G. Henderson. 2003. Effect of virulence, sporulation and temperature on *Metarhizium anisopliae* and *Beuveria bassiana* laboratory transmission in *Coptotermes formosanus*. *Interv. Pathol.* 84:38-46.
40. Tanada, Y. and Kaya, H.K. 1993. *Insect pathology.* Academic Press Inc. London. 666 pp.
41. Vandenberg, J.D. 1996. Standardized bioassay and screening of *Beauveria bassiana* and *Paecilomyces fumocoroseus* against the Russian wheat aphid (Homoptera: Aphididae). *J. Econ. Entomol.* 89:1418-1423.
42. _____, M. Ramos and J.A. Altre. 1998. Dose response and age and temperature related susceptibility of the diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) to two isolated of *Beauveria bassiana* (Hypomycetes: Monoliaceae). *Environ. Entomol.* 27:1017-1021.
43. Zimmermann, G. 1986. The galleria bait method for detection of entomopathogenic fungi in soil. *J. Appl. Entomol.* 102:213-215.