

# Patogenisitas Isolat *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin dalam Mengendalikan Hama Penggerek Bonggol Pisang, *Cosmopolites sordidus* Germar

Hasyim, A.<sup>1</sup> dan Azwana<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Balai Penelitian Tanaman Buah Jln. Raya Solok- Arian Km 8, Solok, 27301

<sup>2</sup>Fakultas Pertanian Universitas Medan Area, Medan, 20223

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Hama dan Penyakit, Balai Penelitian Tanaman Buah Solok pada bulan Mei sampai Oktober 2002. Sampel tanah dikoleksi dari sentral produksi pisang di daerah Baso, Sei Tarab, Sei Sariék, dan Sikabau Tujuan penelitian adalah mengetahui pengaruh dosis spora *Beauveria bassiana* terhadap serangga dewasa dan fase kerentanan serangga pradewasa dan dewasa hama penggerek bonggol pisang. Penelitian ditata dalam rancangan acak lengkap dengan tiga ulangan dan dua belas perlakuan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara umum efektivitas *B. bassiana* meningkat dengan meningkatnya dosis untuk keempat isolat yang diuji. Terlihat perbedaan yang nyata infektivitas untuk semua isolat *B. bassiana*. Mortalitas serangga dewasa hama penggerek bonggol pisang yang disebabkan oleh jamur entomopatogen *B. bassiana* dari isolat Baso, Sei Tarab, Sei Sariék, dan Sikabau pada konsentrasi tertinggi ( $3,2 \times 10^8$  konidia/ml) setelah 14 hari perlakuan berturut-turut adalah 96,67; 90,00; 60,00; dan 83,33%. Jumlah konidia yang dibutuhkan isolat Baso untuk mematikan 50% serangga dewasa *Cosmopolites sordidus* relatif lebih rendah (17.782,79 konidia/ml) dan waktu yang dibutuhkan untuk mematikan 50% serangga uji juga lebih singkat ( $LT_{50} = 7,22$  hari) dibanding ketiga isolat lainnya. Isolat Baso memiliki patogenisitas yang lebih tinggi dibanding ketiga isolat lainnya. Mortalitas stadia hama penggerek bonggol pisang berkisar 76,67% sampai 100% setelah 15 hari diinokulasi dengan jamur *B. bassiana*. Mortalitas stadia larva 2 *C. sordidus* relatif tinggi dibanding dengan stadia uji lainnya pada 15 hari setelah inokulasi. Hasil penelitian ini memberikan informasi bahwa jamur *B. bassiana* mempunyai potensi untuk dikembangkan sebagai agens pengendali hama penggerek bonggol.

Kata kunci: *Musa* sp; Patogenisitas; *Beauveria bassiana*; *Cosmopolites sordidus*; Penggerek bonggol; Mortalitas

**ABSTRACT.** Hasyim, A. and Azwana, 2003. Pathogenicity of *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin isolates in controlling of the banana weevil *Cosmopolites sordidus* Germar. This experiment was conducted at the laboratory of Entomologi, Indonesian Fruit Research Institute from May to October 2002. The soil samples were collected from banana production centers at Baso, Sei Tarab, Sei Sariék and Sikabau. The objectives of this experiment were to investigate the influence of spore dose on the infectivity of the isolates against adult and the susceptibility host of immature stages and mature stage of banana weevil which were treated with *B. bassiana* isolates. A completely randomized design with twelve treatments and three replications were used in this study. The result showed that the effectiveness of the *B. bassiana* from four isolates increased with increasing spore dose. There was a significant difference in infectivity of all isolates of *B. bassiana*. The adult banana weevil mortalities caused by entomopathogen fungi of *B. bassiana* isolate from Baso, Sei Tarab, Sei Sariék and Sikabau at highest density ( $3.2 \times 10^8$  conidia/ml) after two weeks were 96.67%, 90.00%, 60.00%, and 83.33% respectively. The aqueous suspension of *B. bassiana* conidia from isolate Baso was the lowest with  $LC_{50}$ 's of 1778289 conidia/ml and a Lethal time 50's was faster 7.22 days compare than other isolate. It means that isolate *B. bassiana* from Baso has higher pathogenicity than other isolate. The mortality of banana weevil stages ranging from 76.67% to 100% at 15 days after inoculation of *B. Bassiana*. Mortality of larva at the second stadia was relatively higher compared to the other stadia of banana corm borers. This study was undertaken to provide more information on the potential for developing *B. bassiana* as a control agent for the banana weevil borer.

Keywords: *Musa* sp; Patogenicity; *Beauveria bassiana*; *Cosmopolites sordidus*; Weevil borer; Mortality

Hama penggerek bonggol pisang, *Cosmopolites sordidus* Germar merupakan salah satu hama penting pada tanaman pisang di Indonesia. Hama ini menyebabkan rusaknya jaringan bonggol, karena terbentuknya terowongan yang dibuat larva saat makan. Terowongan tersebut akan memutuskan transportasi air dan hara ke bagian atas tanaman, sehingga mengganggu pertumbuhan dan perpanjangan akar serta layunya tanaman (Gold *et al.* 1994). Tingkat kerusakan pada tanaman tergantung pada umur tanaman yang diserang.

Tanaman muda atau anakan merupakan fase yang sangat peka dari serangan *C. sordidus* dan dapat menyebabkan kematian, terutama jika anakan tersebut ditanam di sekitar tanaman induk. Larva akan pindah dari tanaman induknya (tua) ke anakan yang baru ditanam atau yang sedang tumbuh dan menyerang bonggolnya, sehingga tanaman layu dan mati. Pada tanaman yang lebih tua, adanya terowongan dapat menyebabkan terhambatnya pergerakan nutrisi ke atas yang berarti terhambatnya pertumbuhan tanaman sehingga mengurangi vigor tanaman, kerdil,

daun berwarna hijau kekuningan dan terkulai, terlambat pembungaan, dan mengurangi berat tandan dan jumlah sisir (Wright 1992). Kehilangan hasil lebih besar lagi jika tanaman tumbang pada saat berbunga dan pengisian buah (Treverow & Maddox 1991).

Rukazambuga *et al.* (1998) dalam Gold (2000), menjelaskan bahwa kerusakan tanaman meningkat sesuai dengan siklus pertanaman. Kehilangan hasil yang disebabkan oleh hama ini mulai dari 5% pada pertanaman awal sampai 44% pada anakan (*ratoon*) ke-3. Faktor ekologi dan pengelolaan pertanaman berperan penting dalam perkembangan dinamika populasi *C. sordidus* dan kepekaan tanaman terhadap kumbang tersebut (Speijer *et al.* 1994; Hord & Flippin 1963).

Penggunaan jamur entomopatogen saat ini sedang giat dilakukan, baik di luar negeri maupun di dalam negeri, untuk mengurangi dampak negatif penggunaan pestisida (Busoli *et al.* 1989; Carballo & Arias 1994; Junianto & Sukanto 1995). Di antara jamur entomopatogen yang banyak dimanfaatkan untuk mengendalikan hama kumbang adalah *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin. Di luar negeri penggunaan jamur *B. bassiana* untuk mengendalikan hama penggerek bonggol pisang sudah dilakukan sejak tahun 1970 (Gold 2000; Delattre & Jean Bart 1978; Nankinga *et al.* 1994; Greden *et al.* 1998; Bell & Hamalle 1970; Olson & Oetting 1999; Storey & Gardner 1988; Shimazu & Sato 1996).

Jamur *B. bassiana* patogenik terhadap berbagai spesies serangga dan telah banyak digunakan untuk mengendalikan serangga hama dengan kisaran inang yang luas (Ferron 1978). Hasil penelitian Nankinga *et al.* (1994) menyatakan bahwa jamur *B. bassiana* dapat menginfeksi telur, larva, dan imago *C. sordidus* dengan mortalitas berkisar antara 50-100% dalam waktu dua minggu. Jamur entomopatogen, *B. bassiana* dapat diisolasi dari tanah dan serangga yang terinfeksi serta dapat persisten di dalam tanah terutama jika propagulnya kontak dengan inang yang peka. Di dalam tanah jamur ini bersifat sebagai saprofit (Goettel & Inglis 1997; English *et al.* 1993).

Jamur *B. bassiana* dapat mempenetrasi tubuh inang dengan adanya tekanan mekanik dan bantuan toksin beauverisin 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 jaringan *haemocoel*. (Feng *et al.* 1994). Kemudian jamur menginfeksi saluran makanan dan sistem pernafasan sehingga serangga mati. Konidia jamur yang infeksiif segera terbentuk pada bagian luar tubuh inang dan siap untuk disebarkan angin, air, dan bahkan serangga (Lacey 1997; Ferron 1981).

Gejala awal serangga yang terserang jamur yaitu tidak mau makan, tubuh menjadi lemah dan kurang orientasi, lama kelamaan diam, dan mati. Serangga berubah warna dan pada kutikula terlihat becak hitam sebagai tempat penetrasi jamur. Jika keadaan lingkungan mendukung akan muncul miselia putih pada permukaan tubuhnya. Larva yang terserang biasanya mengeluarkan cairan kemerahan dari mulutnya secara terus menerus. Setelah mati, mula-mula tubuhnya lunak dan dalam waktu lima jam menjadi kaku (*mummi*), sehari kemudian tubuhnya ditutupi miselia (Lacey 1997; Nankinga & Latigo 1996). Miselia ini akan berkembang pada tubuh serangga baik yang tertimbun tanah maupun tidak, sehingga jamur ini dapat diisolasi dari tanah. Jamur entomopatogen dapat bertahan dalam tanah dalam bentuk spora sehat selama beberapa tahun dan dalam bentuk miselia atau konidia untuk beberapa bulan (Papierok & Hajek 1997).

Untuk memperoleh optimasi pemanfaatan *B. bassiana* dalam pengendalian hama perlu dicari jenis isolat yang sesuai untuk hama sasarannya, medium dan teknik perbanyakan serta teknik aplikasi di lapangan termasuk formulasi yang efektif Teknik perbanyakan, penyimpanan, dan formulasinya akan sangat tergantung pada karakteristik dari isolat jamur tersebut. Variasi virulensi jamur sangat dipengaruhi oleh faktor dalam (asal isolat) dan faktor luar (lingkungan) yang mempengaruhi pertumbuhannya (Feron 1981).

Penelitian ini bertujuan mengetahui patogenitas isolat jamur *B. bassiana* yang berasal dari tanah yang diambil dari empat lokasi pertanaman pisang terhadap stadia dewasa hama penggerek bonggol pisang. Di samping itu ingin juga diketahui fase stadia hama penggerek bonggol pisang yang rentan terhadap jamur *B. bassiana*.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Hama dan Penyakit, Balai Penelitian Tanaman Buah Solok pada bulan Mei sampai Oktober 2002. Pengambilan sampel tanah sebagai sumber isolat jamur *B. bassiana* dilakukan di pertanaman pisang di daerah Baso, Sungai Tarab, Sikabau, dan VII Koto Sei Sarik.

Tanah asal isolat diambil secara acak di sekitar pertanaman pisang di empat daerah yang merupakan sentra produksi pisang. Tanah diambil dengan menggantinya pada ke dalaman 5–10 cm masing-masing sebanyak 4 x 500 g, dimasukkan ke kantong plastik dan diberi label berupa lokasi dan tanggal pengambilan sampel. Tanah kemudian diayak dengan ayakan 600 mes dan dimasukkan ke dalam kotak plastik berukuran 13x13x10 cm masing-masing sebanyak 400 g (tiap daerah menggunakan empat buah kotak) (Papierok & Hajek 1997). Isolat jamur *B. bassiana* yang berasal dari tanah diperoleh dengan metode umpan serangga (Goettel & Inglis 1997; Zimmermann 1986). Serangga yang digunakan sebagai perangkap umpan adalah larva *T. molitor* (ulat hongkong). Larva *T. molitor* stadium larva 3 yang baru berganti kulit (kulitnya masih berwarna putih) dimasukkan ke dalam kotak yang berisi tanah masing-masing sebanyak 10 ekor. Larva ini kemudian ditutupi dengan selapis tipis tanah dan dilembabkan dengan menyemprotkan aquades steril di atasnya. Selanjutnya kotak ditutupi dengan potongan kain puring hitam ukuran 25 x 25 cm<sup>2</sup> yang juga telah dilembabkan. Larva *T. molitor* yang diduga terserang jamur *B. bassiana* diamati tiga hari setelah diperlakukan kemudian diamati setiap harinya dan segera setelah terserang *B. bassiana* diisolasi sebagai sumber isolat yang akan diuji (Papierok & Hajek 1997; Zimmermann 1986; Nankinga *et al.* 1996).

Larva yang terinfeksi jamur *B. bassiana* terlebih dahulu disterilisasi permukaannya dengan 1% natrium hipoklorit selama tiga menit. Kemudian dibilas dengan air steril sebanyak tiga kali dan dikeringanginkan di atas kertas filter steril. Larva tersebut kemudian diletakkan dalam cawan petri berisi tisu lembab steril dan diinkubasikan untuk merangsang pertumbuhan jamur. Jamur yang keluar dari tubuh larva yang terinfeksi diambil dengan jarum inokulasi, dibiakkan pada medium SDA dan diinkubasikan

selama tujuh hari dengan temperatur 23–25°C (Papierok & Hajek 1997).

Tahap pengujian patogenisitas jamur *B. bassiana* terdiri dari dua bagian, yaitu

### **Tahap I. Menentukan kepadatan konidia dan asal isolat jamur *B. bassiana* yang efektif terhadap serangga dewasa hama penggerek bonggol pisang.**

Tiap isolat jamur *B. bassiana* dibuat suspensi konidianya sesuai perlakuan dan sebanyak 5 ml dimasukkan ke cawan petri. Serangga dewasa yang akan digunakan terlebih dahulu disterilisasi permukaannya dengan 1% natrium hipoklorit kemudian dibilas tiga kali dengan aquades, selanjutnya disimpan di tempat gelap selama lima jam. Pengujian menggunakan rancangan acak lengkap dengan tiga ulangan dan 12 perlakuan, yaitu

1. Isolat *B. bassiana* asal Baso dengan dosis  $3,2 \times 10^4$  konidia/ml (BS1)
2. Isolat *B. bassiana* asal Baso dengan dosis  $3,2 \times 10^6$  konidia/ml (BS2)
3. Isolat *B. bassiana* asal Baso dengan dosis  $3,2 \times 10^8$  konidia/ml (BS3)
4. Isolat *B. bassiana* asal Sei Tarab dengan dosis  $3,2 \times 10^4$  konidia/ml (ST1)
5. Isolat *B. bassiana* asal Sei Tarab dengan dosis  $3,2 \times 10^6$  konidia/ml (ST2)
6. Isolat *B. bassiana* asal Sei Tarab dengan dosis  $3,2 \times 10^8$  konidia/ml (ST3)
7. Isolat *B. bassiana* asal Sei Sariek dengan dosis  $3,2 \times 10^4$  konidia/ml (SS1)
8. Isolat *B. bassiana* asal Sei Sariek dengan dosis  $3,2 \times 10^6$  konidia/ml (SS2)
9. Isolat *B. bassiana* asal Sei Sariek dengan dosis  $3,2 \times 10^8$  konidia/ml (SS3)
10. Isolat *B. bassiana* asal Sikabau dengan dosis  $3,2 \times 10^4$  konidia/ml (SK1)
11. Isolat *B. bassiana* asal Sikabau dengan dosis  $3,2 \times 10^6$  konidia/ml (SK2)
12. Isolat *B. bassiana* asal Sikabau dengan dosis  $3,2 \times 10^8$  konidia/ml (SK3).

Sedangkan kontrol (tanpa jamur, hanya menggunakan aquades steril), bertujuan untuk menentukan mortalitas terkoreksi. Masing-

masing perlakuan menggunakan 10 ekor serangga dewasa *C. sordidus*.

## Tahap 2. Menentukan fase stadia hama penggerek bonggol yang peka terhadap jamur *B. bassiana*.

Isolat yang digunakan adalah isolat yang mempunyai patogenisitas tinggi dari empat jenis isolat yang telah diperoleh dari tahap I.

Pada pengujian ini digunakan stadia pradewasa dan dewasa *C. sordidus* yang terdiri dari 1) telur (S1), 2) larva instar 2 (S2), 3) larva instar 4 (S3), 4) larva instar 6 (S4), 5) pupa (S5), dan 6) imago (S6).

Masing-masing stadia menggunakan 10 butir untuk telur, 10 ekor larva untuk masing-masing stadia, 10 ekor pupa, dan 10 ekor serangga dewasa.

Parameter yang diamati adalah a) mortalitas serangga dewasa *C. sordidus* diamati setiap hari mulai pada hari ke -5 sampai hari ke -35 setelah inokulasi, b) mortalitas stadia pradewasa dan dewasa *C. sordidus* diamati mulai hari ke- 3 hingga 15 hari setelah inokulasi dengan interval dua hari.

Persentase mortalitas dihitung dengan rumus

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

M = Persentase mortalitas

A = Jumlah serangga yang mati terinfeksi jamur

D = Jumlah serangga yang diuji.

Persentase mortalitas yang diperoleh kemudian dikoreksi menggunakan rumus Abbott's

$$P = \frac{Po - Pc}{100 - Pc} \times 100\%$$

di mana:

P = Persentase banyaknya serangga uji yang mati setelah dikoreksi

P<sub>o</sub> = Persentase banyaknya serangga uji yang mati pada perlakuan

P<sub>c</sub> = Persentase banyaknya serangga yang mati pada kontrol.

Persentase mortalitas tersebut kemudian ditransformasi ke analisis probit menggunakan program SPSS dan *Bliss Methode* (Hakim 2002) sehingga diperoleh konsentrasi/kepadatan konidia jamur *B. bassiana* yang dapat

mematikan 50% dan 95% serangga uji (LC<sub>50</sub> dan LC<sub>95</sub>) dan waktu yang dibutuhkan oleh jamur *B. bassiana* untuk dapat mematikan 50% dan 95% serangga uji (LT<sub>50</sub> dan LT<sub>95</sub>).

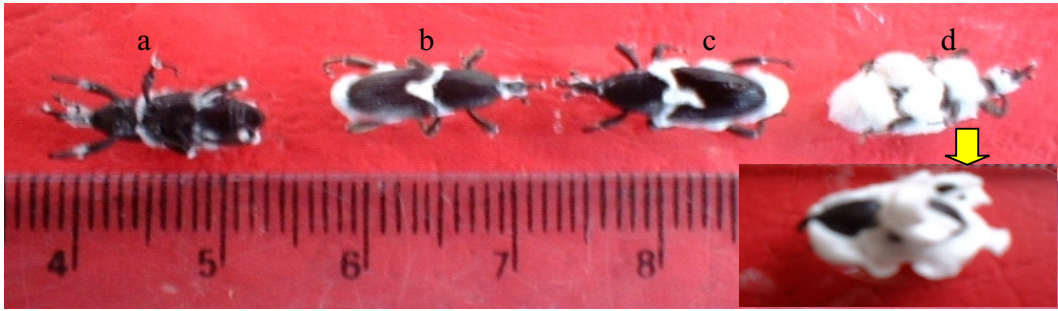
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Patogenisitas isolat *B. bassiana*

Keempat isolat jamur *B. bassiana* yang diisolasi dari tanah pertanaman pisang mampu menginfeksi dan mematikan serangga dewasa hama penggerek bonggol pisang, *C. sordidus*. Jamur *B. bassiana* terlihat keluar dari tubuh serangga terinfeksi mula-mula dari bagian antara segmen seperti antara segmen-segmen antena, antara segmen kepala dengan toraks, antara segmen toraks dengan abdomen, dan antara segmen abdomen dengan cauda (ekor). Setelah beberapa hari kemudian seluruh permukaan tubuh serangga yang terinfeksi akan ditutupi oleh massa jamur yang berwarna putih (Gambar 1).

Mortalitas keempat asal isolat *B. bassiana* terhadap serangga dewasa hama penggerek bonggol pisang dapat dilihat pada Tabel 1.

Secara umum terlihat bahwa mortalitas *C. sordidus* mulai hari ke-14 hingga ke-35 setelah diinokulasi isolat jamur *B. bassiana* dengan densitas  $3,2 \times 10^4$  konidia/ml relatif lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan *B. bassiana* densitas  $3,2 \times 10^6$  konidia/ml dan *B. bassiana* densitas  $3,2 \times 10^8$  konidia/ml dari masing-masing isolat (Tabel 1). Mortalitas serangga uji pada densitas  $3,2 \times 10^4$  konidia/ml untuk semua isolat yang diuji tidak mencapai 100% sampai akhir pengamat 35 hari setelah inokulasi (HSI), pada densitas  $3,2 \times 10^6$  konidia/ml dari isolat Baso mortalitas serangga uji dapat mencapai 100% pada hari ke-21 setelah inokulasi, isolat Sei Tarab (28 HSI), sedangkan isolat Sikabau dan Sei Sarik kematian 100% tidak tercapai hingga pada pengamatan terakhir. Pada densitas  $3,2 \times 10^6$  dari isolat Baso, Sei Tarab, dan Sikabau dapat menyebabkan kematian serangga uji 100% pada hari ke-21 setelah inokulasi kecuali isolat Sei Sarik (mortalitas 100% diperoleh pada 28 HSI). Dari Tabel 1 terlihat bahwa semakin tinggi densitas konidia isolat, semakin tinggi pula kematian serangga uji, sebaliknya nilai L<sub>50</sub> dan LT<sub>95</sub>-nya semakin rendah (Tabel 2).



**Gambar 1.** Serangga dewasa hama penggerek bonggol *C. sordidus* yang terinfeksi oleh jamur *B. bassiana*. a. Gejala 3 hari setelah terinfeksi b. Gejala 5 hari setelah terninfeksi c. Gejala 7 hari setelah terinfeksi d. Gejala 10 hari setelah terinfeksi (*Adult of banana weevil borer C. sordidus* infected by fungi, *B. bassiana*. a. Symptoms after 3 days infected, b Symptoms after 5 days infected, c. Symptoms after 7 days infected, d. Symptoms after 10 days infected)

Semakin tingginya densitas konidia berarti jumlah konidia yang digunakan menjadi semakin banyak, menyebabkan semakin besar pula kemungkinan kontak propagul jamur dengan serangga uji, sehingga semakin cepat pula jamur *B. bassiana* menginfeksi dan mematikan serangga uji apalagi jika kondisi lingkungan sesuai untuk perkecambahannya, pertumbuhan, dan sporulasi jamur *B. bassiana*.

Nankinga *et al.* (1999b) dalam INIBAP (1999) menyatakan bahwa infeksi isolat jamur *B. bassiana* akan meningkat sejalan dengan meningkatnya dosis, dengan rata-rata kematian serangga dewasa *C. sordidus* 50–100% dalam tiga minggu. Selanjutnya Nankinga (1996b) menggunakan jamur *B. bassiana* dengan densitas  $3,35 \times 10^4$ ,  $3,35 \times 10^5$ ,  $3,35 \times 10^6$ , dan  $3,35 \times 10^7$  konidia/ml menyebabkan kematian serangga dewasa *C. sordidus* semakin tinggi,

berturut-turut 7,9–18,6%, 22,9–37,1%, 60,7–69,3% ,dan 92,9– 96,4%. Hal ini sesuai dengan pendapat Ferron (1981) yang menyatakan bahwa kematian serangga sasaran oleh jamur entomopatogen bergantung pada jumlah densitas konidia yang diinokulasi, temperatur, dan kelembaban lingkungan yang sesuai untuk pertumbuhan jamur tersebut.

Untuk mengetahui daya patogenisitas suatu isolat dapat dilihat dari nilai  $LC_{50}$  dan  $LT_{50}$  dari setiap isolat. Nilai  $LC_{50}$  diperoleh dari analisis probit masing-masing isolat jamur *B. bassiana* (Tabel 3 dan Gambar 2).

Jumlah konidia/ml yang dibutuhkan isolat Baso untuk mematikan 50% serangga dewasa *C. sordidus* relatif lebih rendah (17.782,79 konidia) dan waktu yang dibutuhkannya juga lebih

**Tabel 1.** Pengaruh perlakuan tiga konsentrasi dari masing-masing isolat jamur *B. bassiana* terhadap mortalitas serangga dewasa *C. sordidus* (*The effect of three concentration of each B. bassiana isolates against the mortality of banana weevil adult*)

Perlakuan (Treatment)	Hari setelah diinokulasi <i>B. bassiana</i> (Day after inoculated by <i>B. bassiana</i> )				
	7	14	21	28	35
BS1 (Baso $3,2 \times 10^4$ )	6,67 de	56,67 d	80,00 c	86,67 b	96,67 a
BS2 (Baso $3,2 \times 10^6$ )	36,67 b	86,67 b	100,00 a	100,00 a	100,00 a
BS3 (Baso $3,2 \times 10^8$ )	46,67 a	96,67 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a
ST1 (S. Tarab $3,2 \times 10^4$ )	6,67 de	46,67 ef	60,00 d	76,67 c	86,67 b
ST2 (S. Tarab $3,2 \times 10^6$ )	16,67 c	76,67 c	93,33 b	96,67 a	100,00 a
ST3 (S. Tarab $3,2 \times 10^8$ )	13,33 cd	90,00 ab	100,00 a	100,00 a	100,00 a
SS1 (Sei Sariiek $3,2 \times 10^4$ )	0,00 e	30,00 g	43,33 e	56,67 d	73,33 d
SS2 (Sei Sariiek $3,2 \times 10^6$ )	0,00 e	53,33 de	66,67 d	96,67 ab	96,67 a
SS3 (Sei Sariiek $3,2 \times 10^8$ )	3,33 e	60,00 d	80,00 c	100,00 a	100,00 a
SK1 (Sikabau $3,2 \times 10^4$ )	0,00 e	23,33 g	43,33 e	63,33 c	80,00 c
SK2 (Sikabau $3,2 \times 10^6$ )	3,33 e	40,00 f	46,67 e	86,67 b	96,67 a
SK3 (Sikabau $3,2 \times 10^8$ )	3,33 e	83,33 bc	96,67 ab	100,00 a	100,00 a

Angka yang diikuti oleh huruf yama pada kolom yang sama tidak menunjukkan perbedaan yang nyata pada taraf uji DMRT 0,05 (*Means followed by the same letters in the same column are not significantly different at 5% level of DMRT*)

**Tabel 2.** Nilai  $LT_{50}$  dan  $LT_{95}$  dari tiga densitas konidia untuk masing-masing isolat jamur *B. bassiana* terhadap mortalitas serangga dewasa *C. sordidus* ( $LT_{50}$  and  $LT_{95}$  value from every three isolates against to mortality of banana weevil borer adult, *C. sordidus*)

Perlakuan (Treatment)	$LT_{50}$ Hari (Day)	$LT_{95}$ Hari (Day)
BS1 (Baso $3,2 \times 10^4$ )	13,92	32,85
BS2 (Baso $3,2 \times 10^6$ )	8,21	16,31
BS3 (Baso $3,2 \times 10^8$ )	7,22	12,90
ST 1 (S. Tarab $3,2 \times 10^4$ )	16,82	49,90
ST2 (S. Tarab $3,2 \times 10^6$ )	10,47	20,64
ST3 (S. Tarab $3,2 \times 10^8$ )	9,62	15,32
SS1 (Sei Sariek $3,2 \times 10^4$ )	23,35	67,81
SS2 (Sei Sariek $3,2 \times 10^6$ )	14,16	28,52
SS3 (Sei Sariek $3,2 \times 10^8$ )	12,63	20,56
SK1 (Sikabau $3,2 \times 10^4$ )	22,30	53,89
SK 2 (Sikabau $3,2 \times 10^6$ )	16,88	33,66
SK 3 (Sikabau $3,2 \times 10^8$ )	10,99	16,33

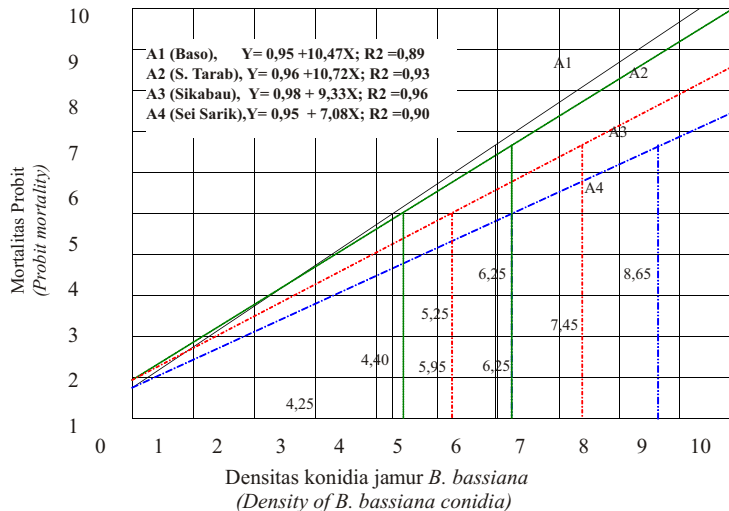
singkat ( $LT_{50} = 7,22$  hari) dibanding ketiga isolat lainnya (Tabel 2 dan 3).

Hal ini berarti bahwa isolat Baso memiliki patogenitas yang lebih tinggi dibanding ketiga isolat lainnya. Nankinga *et al.* (1994) juga memperoleh isolat-isolat *B. bassiana* dari tanah dengan patogenitas yang berbeda-beda terhadap serangga dewasa *C. sordidus*, di mana isolat dari daerah tertentu berbeda patogenitasnya dengan daerah lain. Secara umum dinyatakan bahwa isolat kurang patogenik terhadap hama penggerek bonggol pisang bila nilai  $LT_{50}$  berkisar antara 12-22 hari (Kaaya *et al.* 1993).

Densitas  $3,2 \times 10^8$  konidia/ml dari masing-masing isolat memperlihatkan nilai  $LT_{50}$  yang lebih rendah sehingga waktu yang dibutuhkan untuk mematikan 50% serangga uji

**Tabel 3.** Nilai  $LC_{50}$  dan  $LC_{95}$  (konidia/ml) dari masing-masing isolat *B. bassiana* terhadap serangga dewasa hama penggerek bonggol pisang *C. sordidus* ( $LC_{50}$  and  $LC_{95}$  value (conidia/ml) from each isolates against banana weevil borer adult, *C. sordidus*)

Asal Isolat (Isolates origin)	Log. Konsentrasi (Concentration log)	$LC_{50}$ 1	Log. Konsentrasi (Concentration log)	$LC_{95}$ 1
Baso	4,25	17.782,79	5,95	891.250,94
S. Tarab	4,40	25.118,86	6,25	1.778.279,41
Sikabau	5,25	177.827,94	7,45	28.183.829,31
Sei Sariek	6,25	1.778.279,41	8,64	446.683.592,10



**Gambar 2.** Hubungan antara mortalitas probit dengan log. densitas untuk menentukan nilai  $LC_{50}$  dan  $LC_{95}$  dari masing-masing isolat jamur *B. bassiana* terhadap serangga dewasa hama penggerek bonggol pisang, *C. sordidus*.  $Y =$  Mortalitas probit serangga dewasa *C. sordidus*,  $X =$  densitas konidia/ml (*The relationship between probit mortality and log density to determine the  $LC_{50}$  and  $LC_{95}$  value of each isolate of fungi, *B. bassiana* to adult insect of banana corm borer *C. sordidus*.  $Y =$  Probit mortality of adult insect of *C. sordidus*,  $X =$  density of conidia/ml*)

**Tabel 4. Persentase mortalitas<sup>1</sup> berbagai stadia hama penggerek bonggol *C. sordidus* setelah diinokulasi dengan isolat jamur *B. bassiana* yang berasal dari daerah Baso<sup>2</sup> (*The percentage mortality of banana weevil borer stages, C. sordidus* after treated with fungi, *B. bassiana* came from Baso)**

Stadia uji	Persentase mortalitas hama penggerek bonggol setelah diinokulasi <i>B. bassiana</i> ( <i>The Percentage mortality of banana weevil borer after treated with B. bassiana</i> )						
	3 hsi <sup>1</sup>	5 hsi	7 hsi	9 hsi	11 hsi	13 hsi	15 hsi
Telur	23,33	50,00	77,13	95,83	95,83	95,83	95,83 a
Larva 2	23,33	41,11	62,69	81,76	92,50	100,00	100,00 a
Larva 4	16,67	34,44	62,22	79,63	93,33	96,30	96,30 a
Larva 6	13,70	30,74	42,96	75,19	82,22	85,93	85,93 b
Pupa	20,00	40,00	56,67	76,67	82,59	82,59	82,59 b
Imago	0,00	3,33	23,33	43,33	70,00	76,67	76,67 c

Lihat Tabel 1 (*See Table 1*)

hsi1 = hari sesudah inokulasi (*day after inoculation*)

relatif lebih pendek dibandingkan dengan dua densitas konidia lainnya. Omoy *et al.* (2001) melaporkan *B. bassiana* dengan densitas 10<sup>8</sup> konidia/ml juga efektif untuk mengendalikn kumbang gajah *Orchidophilus aterrimus* Watt. (Coleop: Curculionidae) dan kumbang mawar *Chaetadoritus* sp. (Burm.) (Coleop : Rutelidae) pada tanaman hias dengan mortalitas 91,67% dan 96,67% masing-masing pada 10 dan 13 hari setelah aplikasi. Hasyim & Harlion (2002) menggunakan isolat *B. bassiana* yang diisolasi dari serangga *C. sordidus* yang terinfeksi di daerah Baso dengan densitas 10<sup>7</sup> konidia /ml memperoleh nilai LT<sub>50</sub> sebesar 22,7–35,4 hari dan mortalitas pada 35 HSI sebesar 50,7– 78,3% Perbedaan LT<sub>50</sub> dan mortalitas yang diperoleh disebabkan karena pada penelitian ini isolat jamur *B. bassiana* yang digunakan berasal dari tanah serta serangga uji ditempatkan pada ruangan bertemperatur 23–27°C dengan kelembaban relatif 94–100%. Kemungkinan hal inilah yang menyebabkan cepatnya proses infeksi dan kematian serangga uji, karena asal isolat diperoleh dari tanah dan kondisi lingkungan yang hangat serta lembab merupakan kondisi yang sangat disukai oleh jamur *B. bassiana*. Junianto & Sukamto (1995) menyatakan bahwa faktor lingkungan seperti kelembaban dan temperatur sangat mempengaruhi kecepatan jamur *B. bassiana* dalam menginfeksi inangnya. Hal senada juga dikemukakan oleh (Ferron 1981; Lacey 1997; Nankinga *et al.* 1994), bahwa serangga uji yang diletakkan pada lingkungan yang lembab dan hangat akan menyebabkan terangsangnya perkecambahan spora dan infeksi akan

meningkat bila kondisi lingkungan mencapai kelembaban relatif 90–100%.

**Patogenisitas isolat jamur *B. bassiana* terhadap berbagai stadia *C. sordidus***

Isolat yang digunakan untuk pengujian ini adalah isolat yang mempunyai patogenisitas tertinggi (isolat Baso). Semua stadia *C. sordidus* yang diuji (stadia dewasa dan pradewasa) terinfeksi oleh jamur *B. bassiana* dengan rata-rata persentase mortalitas seperti tertera pada Tabel 4. Mortalitas tertinggi pada pengamatan terakhir (15 HSI) diperoleh pada stadium larva 2 (100%) dan yang terendah pada stadium imago (76,67%). Walaupun mortalitas larva 2 relatif lebih tinggi dibandingkan dengan stadium larva 4 dan stadium telur, namun setelah dianalisis secara statistik tidak terlihat perbedaan yang nyata di antara ketiga stadia tersebut.

Mortalitas stadium telur mulai hari ke-5 sampai hari ke-11 setelah diinokulasi dengan jamur *B. bassiana* relatif lebih tinggi dibanding stadia uji lainnya. Hal ini disebabkan karena telur tersebut memiliki kulit yang tipis dan lunak sehingga jamur *B. bassiana* dapat dengan mudah menginfeksi stadium telur. Pada hari ke-13 hingga hari ke-15 setelah inokulasi terlihat bahwa mortalitas tertinggi diperoleh pada stadium larva 2, sedangkan mortalitas stadium telur terlihat relatif konstan sejak hari ke-9 setelah diinokulasi. Tingginya mortalitas larva 2 dibanding stadium telur dan stadia lainnya, hal ini mungkin disebabkan karena sebagian telur yang tidak terinfeksi telah menetas menjadi larva 1 dan stadia lainnya memiliki kutikula yang lebih tebal dibanding larva 2. Di samping itu, stadium

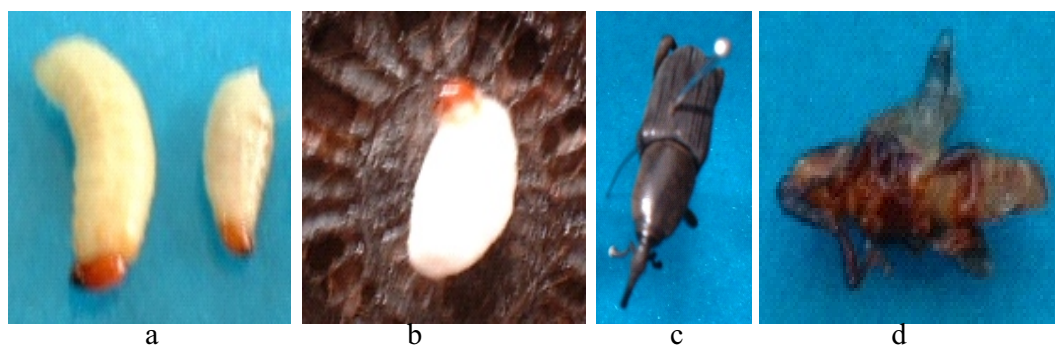
**Tabel 5.** Nilai  $LT_{50}$  dan  $LT_{90}$  berbagai stadia uji *C. sordidus* setelah diperlakukan dengan isolat jamur *B. bassiana* yang berasal dari Baso dengan densitas  $3,5 \times 10^6$  konidia/ml ( $LT_{50}$  dan  $LT_{90}$  value of different stages of *C. sordidus* after treated with isolate of fungi *B. bassiana* came from Baso with density  $3,5 \times 10^6$  conidia/ml)

Stadia <i>C. sordidus</i> ( <i>C. sordidus</i> stadia)	$LT_{50}$ Hari (Day)	$LT_{95}$ Hari (Day)
Telur	4,48	10,76
Larva instar 2	5,04	12,01
Larva instar 4	5,51	12,88
Larva instar 6	6,32	19,39
Pupa	5,89	24,22
Imago	9,74	19,62

larva 2 masih tetap terinfeksi oleh jamur *B. bassiana* sampai pada hari ke-13 setelah inokulasi. Hal ini sesuai dengan pendapat Nankinga *et al.* (1994) yang menyatakan bahwa stadium larva muda relatif rentan terhadap jamur *B. bassiana* dibanding dengan stadia berikutnya. Nilai  $LT_{50}$  pada stadium telur adalah 4,48 hari sedangkan nilai  $LT_{50}$  larva 2 dan larva 4 berturut-turut adalah 5,04 hari dan 5,51 hari (Tabel 5).

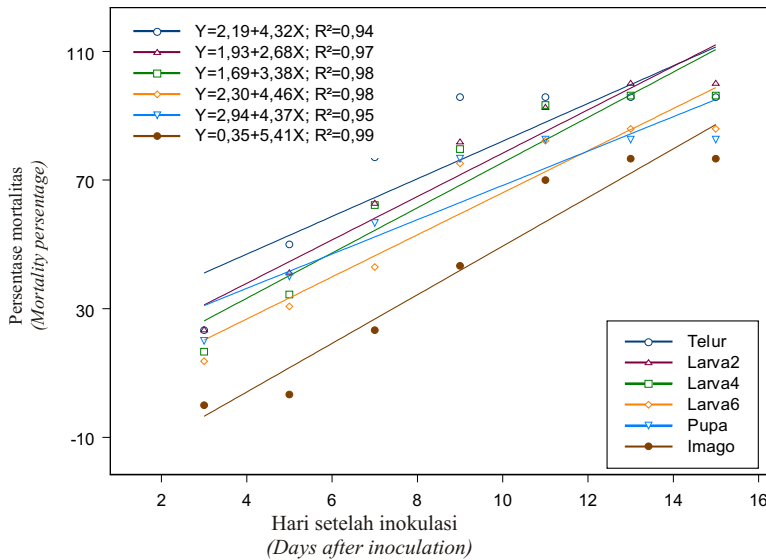
Hal ini berarti stadium telur lebih cepat 13,44 jam dan 24,72 jam terinfeksi dibandingkan stadium larva 2 dan larva 4. Hal ini dikarenakan

pada saat pengujian, konidia yang melekat pada kulit telur langsung mempenetrasi telur melalui mikrofil pada permukaan telur yang lunak dan tipis sehingga beberapa hari kemudian terlihat gejala tertutupnya telur oleh miselium putih jamur. Mortalitas larva 2 dan larva 4 terlihat relatif lebih besar dibandingkan dengan larva 6, pupa, dan serangga dewasa, karena pada kedua stadia ini kutikulanya belum cukup sempurna (masih lunak) jika dibandingkan dengan stadium larva 6 dan serangga dewasa sehingga memungkinkan mudahnya penetrasi hifa jamur ke tubuhnya. Stadium pupa juga terinfeksi dengan  $LT_{50}$  5,89 hari yang hampir sama dengan larva 2 dan 4, dengan mortalitas sebesar 82,59% hingga hari ke-15 setelah inokulasi dan tidak berbeda nyata dengan stadium larva 6. Hal ini karena pupa *C. sordidus* bertipe liberal (bebas), tanpa kokon (rumah pupa) sehingga memungkinkan konidia jamur lebih banyak terperangkap di antara lekukan- lekukan tubuhnya pada saat pencelupan ke dalam suspensi jamur *B. bassiana* dan kemudian berkecambah dan menginfeksi pupa, terlebih lagi setelah ditempatkan pada tempat yang hangat dan lembab (temperatur 23-27°C, kelembaban relatif 90-100%). Larva dan pupa yang terinfeksi jamur *B. bassiana* sebagian kecil masih dapat menjadi imago tetapi bentuknya abnormal (cacat) seperti terlihat pada Gambar 3. Serangga



**Gambar 3.** a. Larva hama penggerek bonggol pisang yang tidak terinfeksi b. larva hama penggerek bonggol pisang yang terinfeksi jamur *B. bassiana* dimana tubuhnya tertutup miselium jamur berwarna putih, c. serangga dewasa sehat, d. serangga dewasa yang abnormal (cacat). (uninfected banana weevil borer larvae, b. infected banana weevil borer larvae by fungi, *B. bassiana* which is the body covered by white micellium, c. uninfected banana weevil borer, d. abnormal banana weevil borer).





**Gambar 4.** Hubungan antara mortalitas stadia hama penggerek bonggol pisang (%) dengan waktu kematian dari masing-masing stadia *C. sordidus* yang diuji. (The relationship between mortality of banana weevil borer stages (%) and time of mortality from each stages of *C. sordidus* tested)

dewasa terlihat lebih tahan dibandingkan stadia uji lainnya, hal ini karena pada serangga dewasa pembentukan kutikula sudah sempurna sehingga lapisan lilin yang ada pada permukaan kutikula dapat mencegah spora berkecambah atau menghalangi penetrasi hifa jamur ke dalam tubuhnya.

Dari Gambar 4 juga dapat dilihat bahwa stadium serangga dewasa memiliki kemiringan yang lebih besar (lebih vertikal) dibanding stadia lainnya yang berarti stadium ini lebih tahan terhadap infeksi jamur *B. bassiana* dibandingkan dengan stadium telur, larva, dan pupa. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Busoli *et al.* (1989) yang menyatakan bahwa stadium larva 1 - 2 lebih peka dibanding stadium pupa. Hal yang sama dinyatakan pula oleh Nankinga *et al.* (1996) bahwa mortalitas stadia awal lebih tinggi dibandingkan stadium pupa setelah diinokulasi dengan jamur *B. bassiana*. Jaros-Su *et al.* (1999) yang mengaplikasikan *B. bassiana* ke daun dengan konsentrasi  $5 \times 10^{13}$  konidia/ha menyebabkan mortalitas larva 2 *Leptinotarsa decemlineata* sebesar 76,6%, di samping itu perlakuan *B. bassiana* dapat menyebabkan berkurangnya jumlah serangga yang dapat menjadi dewasa, mengurangi panjang hidup dan oviposisi serangga dewasa. Hal yang sama juga diteliti oleh Harrison *et al.* (1993) bahwa *B.*

*bassiana* dapat menginfeksi larva 4 dan serangga dewasa kumbang Pecan, *Curculio caryae* (Horn.) dengan konsentrasi  $10^5$  konidia / ml dengan  $LT_{50}$  berturut-turut berkisar antara 3,9–5,5 hari dan 5,2–7,0. Menurut (Ferron 1981) juga menyatakan bahwa *B. bassiana* dapat menginfeksi serangga dari berbagai umur dan stadia pertumbuhan sehingga sering menimbulkan epizootik alami, demikian pula Nankinga & Latigo (1994) menyatakan bahwa *B. bassiana* patogenik terhadap serangga dewasa, telur, dan larva hama penggerek bonggol pisang, *C. sordidus*.

### KESIMPULAN

1. Isolat jamur *B. bassiana* yang berasal dari Baso memiliki patogenisitas yang lebih tinggi terhadap serangga dewasa *C. sordidus* dibanding ketiga isolat lainnya.
2. Jumlah konidia / ml yang dibutuhkan isolat Baso untuk mematikan 50% serangga dewasa *C. sordidus* relatif lebih rendah (17.782,79 konidia) dan waktu yang dibutuhkannya juga lebih singkat ( $LT_{50} = 7,22$  hari) dibanding ke tiga isolat lainnya
3. Mortalitas stadia larva 2 *C. sordidus* relatif tinggi dibanding dengan stadia uji lainnya pada 15 HSI dengan *B. bassiana*.

## PUSTAKA

1. Bell, V. J. and Hamalle, R. 1970. Three fungi tested for *Curculio*, *Chalodermus aeneus*. *J Invertebrata Path.* 15:447-450.
2. Busoli, J. A.C. Fernandes, and O. Tayra, B. 1989. Control of banana weevil borer *Cosmopolites sordidus* Germar by entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarrhizium anisopliae* (Metschn). *Anais da Sociedade Entomologica do Brazil*. 18:33-41.
3. Carballo V.M. and Arias, M. 1994. Evaluation of *Beauveria bassiana* para el control de *Cosmopolites sordidus* Germar en condiciones de compo. *Manejo Integrado de Plagas* 31:22-24.
4. Delattre and Jean Bart, A. 1978. Activities des champignons entomopathogenes (Fungi Imperfecti) sur les adultes de *Cosmopolites sordidus* Germar (Coleoptera, Curculionidae). *Turialba*, 28(4), 287-293.
5. Feng M.G, Poprawski T.J. and Khachatourians G.G. 1994. Production, Formulation and application of Entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* for the insect control. *BioSci and Tech.* 4:3-34.
6. Feron, P. 1978. Biological control of insect pests by entomogenous fungi. *Annual Review of Entomol.* 23:409-442.
7. \_\_\_\_\_ P. 1981. Pest Control by the fungi *Beauveria* dan *Metarrhizium*. In *Microbial control of pests and plant diseases 1970-1980* (Ed.) H.D. Burges. Academic Press, London. P. 93-102.
8. Goettel, G.D. and Inglis, M.S. 1997. Fungi : Hyphomycetes. In Lacey, L.A. (Ed.). *Biological techniques. Manual of techniques in insect pathology*. Academic Press. London. p. 213-249.
9. Gold, C.S. 2000. Biology and Integrated Pest Management of Banana Weevil *Cosmopolites sordidus* (Germar). *Proceedings of the 10<sup>th</sup> INIBAP – ASPNET Regional Advisory Committee meeting held at Bangkok, Thailand*. (Eds. Molina, Roa, Maghuyop).
10. \_\_\_\_\_ Speijer, P.R., and Karamura, E.B., 1994. Survey methodologies for banana weevil and nematode damage assesment in Uganda. *African Crop Sci.J.* 2(3): 309-321.
11. Greden, C.J., Arends, J.J., Rutz, D.A. and Steinkraus, D.C. 1998. Laboratory Evaluation of *Beauveria bassiana* (Moniliales; Moniliaceae) against the Lesser Mealworm, *Alphitobius diaperinus* (Col.; Tenebrionidae) in poultry litter, soil, and pupal trap. *Biol Control*. 13:71-77.
12. Hakim, E.H. 2002. Bioassay sebagai salah satu teknik yang dikembangkan dalam kimia bahan alam. *Workshop Peningkatan Sumberdaya Manusia kajian Kimia Organik Bahan Alam Hayati dan Pelestarian Hutan. Padang*.
13. Harrison, R.D., Gardner, A.W., and Kinard, J.D. 1993. Relative susceptibility of Pecan weevil fourth instar and adults to selected isolated of *Beauveria bassiana*. *Biol Control* 3 (1):34-38.
14. Hasyim, dan A., Harlion. 2002. Patogenitas isolat *Beauveria bassiana* bals. dalam Mengendalikan Hama penggerek bonggol pisang *Cosmopolites sordidus* Germar di Sumatera Barat, Indonesia. *Farming*. 1(1). Universitas Mahaputeru Muhammad Yamin, Solok.
15. Hord, H.V and Flippin, R.S. 1963. Studies of banana weevil of Honduras. *Econ Entomol. J.* 49:296-300.
16. English, G.D., Goettel, M.S. and Johnson, D.L. 1993. Persistence of the entomopathogenic fungus, *Beauveria bassiana* on Phylloplanes of Crested Wheatgrass and Alfalfa. *Bio Control*. 3 (4); 258-284.
17. INIBAP. 1999. *Networking banana and plantain*. Annual Report. Los Banos - Laguna. Filipina.
18. Jaros-Su, J., Groden, E. and Zhang, J. 1999. Effects of Selected Fungicides the Timing of Fungicide Application *Beauveria bassiana* –Induced Mortality of the Colorado Potato Beetle (Coleoptera; Chrysomelidae). *Biol Control*. 15:259-269.
19. Junianto, Y.D. dan Sukamto, S. 1995. Pengaruh suhu dan kelembaban relatif terhadap perkecambahan, pertumbuhan dan sporulasi beberapa isolat *Beauveria bassiana*. *Pelita Perkebunan* 11 (2):64-75.
20. Kaaya, G.P., Senshu Reddy, K.V. Kokwaro, E.D. and Munyinyi, D.M. 1993. Patogenicity of indigenous isolates of *Beauveria bassiana* against the banana weevil, *Cosmopolites sordidus* Germar. *African J. Plant Protec.* 6:
21. 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.
22. 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* Germar in Uganda. *African Crop Sci. J.* 1: 300-302.
23. \_\_\_\_\_ . 1996. Patogenicity of indigenous isolates of *Beauveria bassiana* against the banana weevil, *Cosmopolites sordidus* Germar. *African J Plant Protec.* 6:1-11.
24. \_\_\_\_\_ . 1996 b. Effect of method of application on the effectiveness of *Beauveria bassiana* and *Metarrhizium anisopliae* to the banana weevil, *Cosmopolites sordidus* Germar. *African J Plant Protec.* 6:12-21.
25. Olson, D.L. and Oetting, R.D. 1999. The efficacy of mycoinsecticides of *Beauveria bassiana* against silverleaf whitefly (Homoptera; Aleyrodidae) on poinsettia. *J. Agric. Urban. Entomol.* 16 (3):179-185.
26. Omoy, F.R., Sihombing, D. dan Suhardi. 2001. Kemangkusan cendawan *Beauveria bassiana* terhadap kumbang gajah dan kumbang mawar di laboratorium. *Prosiding seminar nasional pengelolaan sumberdaya alam untuk mencapai produktifitas optimum berkelanjutan*. Universitas Lampung. Hlm. 231-236.
27. Papierok, B. and Hajek, E.A., 1997. Fungi : Entomophthorales. In Lacey, L.A. (Ed.). *biological techniques. Manual of techniques in insect pathology*. Academic Press. London. p. 187-212.
28. 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.
29. Speijer, P.R., Budenberg, W.J. and Sikora, R.A. 1994. Relationships between nematodes, weevils, banana and plantain cultivars and damage. *Ann. Appl. Biol.* 23:517-525.

30. 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.
31. Treverow, N and Maddox, C. 1991. The distribution of *Cosmopolites sordidus* Germar (Coleoptera: Curculionidae) between various types of banana plant material in relation to crop hygiene. *General appl Entomol* 23:15-20.
32. Wright, J.E. and Chandler, L.D. 1992. Development of a Biorational Mycoinsecticide: *Beauveria bassiana* conidial formulation and its application againsts Boll Weevil (Coleoptera; Curculionidae) Populations. *J Econ Entomol.* 85 (4):1130–1135.
33. Zimmermann, G. 1986. The *Galleria* bait method for detection of entomopathogenic fungi in Soil. *J. Appl. Entomol.* 102:213–215.