

*J. Hort.* 17(4):335-342, 2007

# Peningkatan Infektivitas Jamur Entomopatogen, *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuill. pada Berbagai Bahan Carrier untuk Mengendalikan Hama Penggerek Bonggol Pisang, *Cosmopolites sordidus* Germar di Lapangan

Hasyim, A.

Balai Penelitian Tanaman Buah Jl. Raya Solok-Aripan Km 8, Solok 27301

Naskah diterima tanggal 23 Januari 2007 dan disetujui untuk diterbitkan tanggal 21 Februari 2007

**ABSTRAK.** Penelitian ini dilaksanakan di kebun petani pisang di daerah Baso, Kabupaten Agam dari bulan Oktober 2002 sampai Februari 2003. Penelitian bertujuan mengetahui peningkatan infektivitas jamur entomopatogen, *Beauveria bassiana* menggunakan bahan carrier dan model bahan perangkap yang baik untuk mengendalikan hama penggerek bonggol pisang, *Cosmopolites sordidus* Germar. Untuk mengetahui peningkatan infektivitas jamur *B. bassiana*, penelitian ditata dalam rancangan acak lengkap dengan 7 perlakuan dan 4 ulangan. Perlakuan terdiri dari 6 bahan carrier sebagai perlakuan, yaitu tepung jagung, tepung beras, tepung maizena, talk, minyak sayur, air, dan kontrol (konidia kering). Jamur *B. bassiana* yang telah dicampur dengan bahan carrier sebanyak 100 g atau 100 ml disebarakan pada potongan bonggol bagian atas kemudian ditutup dengan batang semu pisang. Sedangkan untuk mengetahui model alat perangkap yang baik digunakan 3 macam bahan perangkap yaitu (1) bonggol pisang + batang semu, (2) bonggol pisang, dan (3) batang semu dengan 6 ulangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tepung beras merupakan carrier yang paling baik dalam pemanfaatan *B. bassiana* dan menyebabkan mortalitas hama penggerek bonggol paling tinggi dibandingkan carrier minyak sayur dan air yang menyebabkan mortalitas paling rendah atau sama dengan *B. bassiana* tanpa bahan carrier. Mortalitas hama penggerek bonggol *C. sordidus* yang paling tinggi, yakni 95% diperoleh jika menggunakan *B. bassiana* dengan tepung beras sebagai carrier pada perangkap bonggol dan ditutupi batang semu pisang. Sedangkan *B. bassiana* dengan menggunakan minyak atau air dan tanpa substrat carrier hanya dapat menyebabkan mortalitas hama penggerek bonggol paling rendah, yaitu berturut-turut 72, 75, dan 70%. Mortalitas hama penggerek bonggol pisang yang disebabkan oleh jamur *B. bassiana* yang dicampur dengan carrier tepung beras, paling tinggi diperoleh menggunakan alat perangkap bonggol pisang dengan batang semu. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa berbagai carrier berbentuk tepung dapat meningkatkan infektivitas jamur entomopatogen, *B. bassiana* dalam mengendalikan hama penggerek bonggol pisang, *C. sordidus* di lapangan.

Katakunci: *Musa* sp.; *B. bassiana*; Infektivitas; Carrier; Penggerek bonggol pisang; Mortalitas.

**ABSTRACT.** Hasyim, A. 2007. Enhancing Infectious Capacity of Entomopathogen Fungi, *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuill. Using Various Carrier Materials in Controlling Banana Corm Borer, *Cosmopolites sordidus* Germar under Field Condition. This experiment was conducted at Baso banana farmer field, Agam District from October 2002 to February 2003. The objectives of these studies were to know the infectious capacity of entomopathogen fungi, *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin using various carrier materials and to know the best trapping model in controlling banana corm borer *Cosmopolites sordidus* Germar. A randomized complete design with 7 treatments and 4 replications were used in this study. The treatments consisted of 6 carriers, i.e. corn powder, talc, rice powder, maizena powder, vegetable oil, water, and control (dry conidia). Amount of 100 g or 100 ml mixture of *B. bassiana* were distributed by hand or sprayed with water on cut surface of the banana corm then covered by sliced banana pseudostem. Furthermore, 3 types of trapping model i.e (1) banana corm + pseudostem, (2) banana corm, and (3) pseudostem were used with 6 replications to find out the best trapping design. The results showed that rice powder was the best carrier for delivery of *B. bassiana* and caused highest mortality of banana corm borer. On the other hand, vegetable oil, water, and without carrier material caused the lowest mortality of banana corm borer. The highest mortality of adult banana weevil borer, *C. sordidus* reached 95% when weevil exposure using rice powder carrier on corm and pseudostem. While the *B. bassiana* exposure using liquid carrier such as vegetable oil, water carrier, and without carrier material on corm and pseudostem caused the lowest mortality of *C. sordidus* of 72, 75, and 70% respectively. The highest mortality of banana corm borer caused by *B. bassiana* was found in the treatment with rice powder as a carrier material and pseudostem trapping design. The results demonstrated that powder as a carrier could enhance the infectious capacity of entomopathogenic fungus *B. bassiana* against banana weevil borer, *C. sordidus* under field condition.

Keywords: *Musa* sp.; *B. bassiana*; Infectivity; Carrier; Banana corm borer; Mortality.

Jamur entomopatogen seperti *Beauveria bassiana* dan *Metarhizium anisopliae* dapat membunuh serangga *Triatoma infestans* secara

efektif (Luz *et al.* 1998, Luz dan Fargues 1998, Luz dan Fargues 1999, Fargues dan Luz 2000, Lecuona *et al.* 2001), lalat rumah (Watson *et al.*

1995), beberapa jenis kepik dan hama gudang (Dunn dan Muchalas 1963), kepik *Blissus leucopterus leucopterus* (Say) (Ramoska dan Todd 1985), kumbang kolorado yang menyerang tanaman kentang (Watt dan Lebrun 1984), hama aphid, *Myzus persicae* (Sulzer) (Kish *et al.* 1994), hama aphid pada tanaman gandum, *Diuraphis noxia* Kurdyumov (Wang dan Knudsen 1993), hama pir, *Cacopsylla pyricola* (Foerster) (Puterka *et al.* 1994) semut api, *Solenopsis invicta* Buren (Oi *et al.* 1994), hama rayap (Sun *et al.* 2003), hama kutu putih (Olson dan Oetting 1988), hama penggerek batang tebu, *Eureuma oftini* (Dyar) (Legaspi *et al.* 2000), hama wereng coklat, *Nilaparvata lugens* (Rombach *et al.* 1986, Aguda *et al.* 1987) dan hama penggerek bonggol (Nankinga dan Latigo 1996, Nankinga *et al.* 1996, Nankinga *et al.* 1994, Hasyim dan Gold 1999, Hasyim dan Azwana 2003, Hasyim *et al.* 2005, Bell dan Hamalle 1970).

Berhasil tidaknya suatu agens biologi juga bergantung dari kemampuannya untuk persisten dan tetap aktif di lingkungan serangga hama sasaran. Setelah jamur diaplikasikan pada suatu lahan pertanian maka ia akan tetap berada dan berkembang di dalam lahan tersebut dalam jangka waktu lama. Kemampuan jamur atau agensia mikroba tetap berada di dalam tanah, berubah-ubah bergantung pada faktor biotik dan faktor abiotik (Zimmermann 1986, Rober dan Cambell 1997, Goettel 1984, English *et al.* 1997).

Faktor biotik yang mempengaruhi keberadaan dan penyebaran jamur entomopatogen di dalam tanah, antara lain adalah mobilitas serangga (Hall dan Burges 1979), cara makan, habitat, laju reproduksi, kepadatan populasi, jumlah inokulum jamur, dan jumlah serangga yang terinfeksi (Keller dan Sutter 1980, Hall dan Papierok 1982). Sedangkan faktor abiotik yang mempengaruhi keberadaan jamur entomopatogen tetap berada di dalam tanah, antara lain adalah sinar matahari, radiasi ultraviolet, kelembaban, temperatur, pestisida, atau organisme antagonis (Zimmermann 1986, Robert dan Cambell 1997, Moore dan Prior 1993).

Jamur entomopatogen, *Beauveria* spp., *Metarhizium* spp., dan *Entomophaga* spp. mempunyai inang yang spesifik dan tidak

membunuh serangga nontarget, seperti parasitoid dan predator (Prior dan Greathead 1989). Konidia (spora) dapat diproduksi secara komersial pada substrat melalui proses fermentasi dan dapat diformulasi dalam bentuk tepung atau dicampur dengan minyak serta mudah diaplikasikan seperti halnya dengan insektisida (Anderson 1982). Formulasi minyak mempunyai keuntungan karena kutikula serangga yang mengandung lemak dapat membawa konidia ke bagian antarsegmen atau bagian dari tubuh serangga yang sensitif. (Prior dan Greathead 1989). Di luar negeri, jamur *B. bassiana* telah diproduksi secara komersial dalam bentuk tepung atau powder, di antaranya adalah Boverin dan Boverol.

Peningkatan infektivitas jamur entomopatogen di lapangan dapat dilakukan dengan aplikasi jamur *B. bassiana* yang dicampur substrat *carrier*. Di samping itu, penggunaan substrat *carrier* berupa tepung atau minyak akan meningkatkan efikasi jamur *B. bassiana* sehingga kemampuannya untuk membunuh serangga target tidak berkurang serta dapat bertahan di dalam tanah. Perkembangan akhir-akhir ini membuktikan bahwa jamur entomopatogen yang diformulasi dengan campuran *carrier* berupa minyak, setelah diaplikasikan di lapang lebih efektif dalam mengendalikan beberapa jenis hama serta aman terhadap lingkungan (Lomer *et al.* 2001, Luz dan Fargues 1999). Dalam aplikasinya di lapangan, jamur *B. bassiana* dapat digunakan dalam bentuk spora kering, atau disemprotkan dengan campuran bahan dalam bentuk cairan seperti tepung, abu, air, dan minyak sebagai *carrier* (Hall dan Papierol 1982, Bateman *et al.* 1993, Moore dan Caudwell 1997).

Aplikasi jamur menggunakan *carrier* untuk mengendalikan hama penggerek bonggol pisang di lapangan belum dilaporkan di Indonesia. Oleh karena itu perlu diketahui efektivitas penggunaan jamur *B. bassiana* dengan beberapa *carrier* untuk mengendalikan hama penggerek bonggol pisang, *C. sordidus* Germar di lapangan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peningkatan infektivitas jamur entomopatogen, *B. bassiana* menggunakan *carrier* untuk mengendalikan hama penggerek bonggol pisang, *C. sordidus* Germar.

## BAHAN DAN METODE

### Penyiapan Jamur *B. bassiana* dengan Bahan Carrier

Penyiapan *carrier* dalam bentuk tepung jagung, tepung beras, tepung maizena, talk, air, minyak, dan spora kering adalah sebagai berikut. Untuk jamur *B. bassiana* dengan *carrier* berupa tepung jagung, tepung beras, tepung maizena, dan talk digunakan 25 g jamur yang diambil dari permukaan substrat kemudian dicampur 75 g *carrier* berupa tepung jagung, tepung beras, tepung maizena, dan talk, kemudian diaduk rata dan siap untuk diaplikasikan. Sedangkan untuk spora kering digunakan sebanyak 25 g biakan jamur yang diambil dari permukaan substrat (tanpa *carrier*).

Untuk bahan *carrier* air dan minyak, 25 g jamur yang diambil dari permukaan substrat kemudian dimasukkan ke dalam baskom yang berisi 75 ml akuades steril atau minyak sayur dan tambahkan 0,05% Tween 20, diaduk-aduk secara merata, kemudian dimasukkan ke dalam botol steril dan siap untuk diaplikasikan.

### Pengujian Bahan Carrier terhadap Hama Dewasa Penggerek Bonggol di Lapangan

Pengujian jamur *B. bassiana* dengan tepung jagung, tepung beras, tepung maizena, talk, spora kering, minyak, dan air sebagai *carrier* dilakukan di kebun petani pisang di daerah Baso, Kecamatan Baso, Kabupaten Agam. Pengujian bahan *carrier* menggunakan rancangan acak lengkap dengan 4 ulangan dan 6 perlakuan dan kontrol tanpa bahan *carrier* dan *B. bassiana*. Macam perlakuannya adalah sebagai berikut.

C1 = *B. bassiana* dengan *carrier* tepung jagung.

C2 = *B. bassiana* dengan *carrier* berupa talk.

C3 = *B. bassiana* dengan *carrier* tepung beras.

C4 = *B. bassiana* dengan *carrier* tepung maizena.

C5 = *B. bassiana* dengan *carrier* minyak sayur.

C6 = *B. bassiana* dengan *carrier* air.

C7 = *B. bassiana* dalam bentuk konidia kering tanpa campuran *carrier* (kontrol).

Pada areal pertanaman pisang, dibuat 40 buah perangkap bonggol pisang dengan masing-masing 1 perangkap per rumpun pisang. Tiap rumpun berjarak  $\pm 5$  m. Bonggol pisang dengan garis tengah berkisar 25-36 cm yang berasal dari tanaman yang telah dipanen, dibersihkan permukaannya, dan digunakan sebagai perangkap (*disc-on-corm traps*) dan ditutup dengan potongan batang semu yang telah dibelah secara memanjang (Gambar 1a). Untuk menghindari perangkap dan jamur *B. bassiana* dari cahaya matahari perangkap ditutup dengan daun pisang yang telah kering (Gambar 1b). Setelah 7 hari, kemudian dihitung jumlah serangga dewasa yang terperangkap kemudian diberi tanda pada bagian sayapnya dengan spidol khusus untuk serangga. Perangkap bonggol disemprot/ditaburi dengan jamur sesuai dengan perlakuan seperti yang disebutkan di atas. Serangga dewasa yang telah ditandai kemudian dilepas di atas bonggol tadi dan perangkap ditutup dengan potongan batang semu.

Persentase mortalitas dihitung menggunakan rumus:

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

M = Persentase mortalitas

A = Jumlah serangga mati terinfeksi jamur

D = Jumlah serangga yang diuji.

Untuk mengetahui model alat perangkap yang terbaik, dilakukan pengujian terhadap macam alat perangkap yaitu:

1. Perangkap yang terbuat dari bonggol dan batang semu (bagian bawah bonggol pisang dan bagian atas batang semu) (Lampiran 2a).
2. Perangkap bonggol pisang yang dibelah 2 sehingga berbentuk lempengan atau cakram (Lampiran 2b).
3. Perangkap batang semu yang dibelah 2 (bagian bawah dan bagian atas adalah batang semu) (Lampiran 2c).

Percobaan ditata dalam rancangan acak lengkap dengan 6 ulangan dan 3 perlakuan berupa model alat perangkap. Di belahan perangkap bagian bawah ditaburkan substrat *carrier* yang terbaik dari hasil pengujian di laboratorium, yaitu jamur *B. bassiana* yang dicampur dengan tepung

beras. Pada masing-masing model alat perangkap yang diuji yang telah ditaburkan substrat *carrier* dilepaskan sebanyak 100 ekor hama penggerek bonggol yang telah diberi tanda dengan cat khusus yang berwarna putih. Serangga dewasa hama penggerek bonggol diperoleh dari lapangan dengan memasang alat perangkap.

Parameter yang dipengaruhi secara nyata oleh perlakuan diuji lebih lanjut dengan DMRT taraf 5%.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa adanya peningkatan patogenisitas jamur *B. bassiana* dengan berbagai *carrier* terhadap hama penggerek bonggol pisang dimulai pada hari ketujuh setelah aplikasi hingga akhir pengamatan (28 hari setelah aplikasi/HSA) (Tabel 1).

Hal ini berarti penggunaan bahan *carrier* tidak menghilangkan patogenisitas jamur *B. bassiana* sampai 28 HSA bahkan *carrier* yang berbentuk tepung dapat meningkatkan infektivitas jamur entomopatogen dalam mengendalikan hama penggerek bonggol pisang, sedangkan *carrier* yang berbentuk minyak dan air tidak dapat meningkatkan infektivitas jamur entomopatogen *B. bassiana* dalam mengendalikan hama penggerek bonggol pisang sehingga sama dengan tanpa *carrier* (kontrol).

Mortalitas serangga dewasa *C. sordidus* tertinggi diperoleh pada penggunaan bahan *carrier* tepung beras (95%) sedangkan yang terendah diperoleh pada perlakuan tanpa *carrier* (spora kering), yaitu 70,75%. Penggunaan *carrier* tepung beras, talk, tepung maizena, dan tepung jagung memperlihatkan mortalitas yang tidak berbeda nyata, sedangkan penggunaan *carrier* minyak dan air tidak berbeda nyata dibandingkan dengan tanpa *carrier* (spora kering). Wright dan Chandler (1992) menyatakan bahwa jamur *B. bassiana* dengan konsentrasi  $1 \times 10^{10}$  konidia/g dicampur ke dalam *feeding* stimulan tidak mengurangi patogenisitas jamur tersebut sehingga menyebabkan kematian penggerek buah kapas (*Anthonomus grandis-grandis* Boheman) (Coleoptera:Curculionidae) sebesar 92,5%. Storey *et al.* (1989 dalam Horrison *et al.* 1993) menyatakan bahwa konidia jamur yang diaplikasikan ke tanah dengan cara penyemprotan (*carrier* air) dapat bertahan pada bagian atas permukaan tanah (5 cm) sehingga dapat berfungsi sebagai *barrier* bagi larva *C. caryae* yang menggali tanah. Hasil penelitian Godonou *et al.* dalam Nankinga (1999) bahwa aplikasi jamur *B. bassiana* dalam formulasi debu pada anakan tanaman pisang (*succer*) dapat menyebabkan mortalitas kumbang *C. sordidus* sebesar 53-81%. Selanjutnya Gredens *et al.* (1998) mengaplikasikan jamur *B. bassiana* dengan kepadatan  $2,5 \times 10^{11}$  konidia/

**Tabel 1. Mortalitas hama penggerek bonggol pisang dewasa yang mati setelah di aplikasi dengan berbagai bahan *carrier* jamur *B. bassiana* di lapangan (*Mortality of banana corm borer adult C. sordidus after treated by B. bassiana with various carrier material under field condition*)**

Bahan <i>carrier</i> ( <i>Carrier material</i> )	Mortalitas serangga dewasa hama penggerek bonggol pisang <i>C. sordidus</i> setelah diaplikasi <i>B. bassiana</i> dengan berbagai bahan <i>carrier</i> pada hari ke ( <i>Mortality of banana corm borer adult C. sordidus after treated by B. bassiana with various carrier material at day ...</i> ), %			
	7 HSA (DAA)*	14 HSA (DAA)	21 HSA (DAA)	28 HSA (DAA)
A	30,00 b	50,25 b	73,00 abc	84,00 ab
B	32,50 ab	60,25 a	76,00 ab	90,00 ab
C	42,50 a	65,50 a	82,00 a	95,00 a
D	27,50 b	55,25 ab	73,00 abc	86,25 ab
E	22,50 b	50,25 b	62,75 c	72,75 b
F	25,00 b	50,50 b	65,00 bc	75,75 b
G	22,50 b	40,25 c	63,00 c	70,75 b

\* HSA (DAA) = Hari setelah aplikasi *B. bassiana* (*Day after application of B. bassiana*)

A=Tepung jagung (*Corn powder*), B=Talk, C=Tepung beras (*Rice powder*), D=Tepung maizena (*Maizena powder*), E=Minyak sayur (*Vegetable oil*), F=Air (*Water*), G=Spora kering (*Dry conidia*)



m<sup>2</sup> menggunakan *carrier* tepung jagung yang diaplikasikan ke tanah dapat membunuh 100% stadia larva *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera: Tenebrionidae). Steinhaus (1963) menyatakan bahwa spora *B. bassiana* yang diformulasikan dalam bentuk debu di Polandia dapat membunuh 75% stadia larva *L. deececlineata*.

Hasil penelitian tersebut membuktikan bahwa mortalitas serangga dewasa *C. sordidus* di lapangan setelah diaplikasi dengan jamur *B. bassiana* yang dicampur dengan berbagai bahan *carrier* terlihat relatif tinggi (72-95%). Kenyataan yang menyebabkan tingginya mortalitas hama penggerek bonggol pisang di lapangan mungkin disebabkan karena penggunaan bahan *carrier* dan meningkatnya kelembaban di sekitar perangkap. Di samping itu, jamur entomopatogen masih dapat tumbuh pada beberapa jenis *carrier* berbentuk tepung yang diaplikasikan pada perangkap. Selain itu, jika perangkap bonggol dan batang semu tersebut yang ditutupi dengan daun kering dapat terhindar dari cahaya matahari langsung sehingga perangkap tersebut tidak cepat kering dan tetap terjaga kelembabannya.

Serangga dewasa *C. sordidus* yang tertarik pada perangkap bonggol dan batang semu akan mati beberapa hari setelah terinfeksi oleh jamur *B. bassiana* yang diaplikasikan pada perangkap bonggol (Gambar 2 a). Sebagian besar serangga dewasa yang terinfeksi *B. bassiana* akan masuk dan lari ke dalam batang semu, sehingga kematian serangga dewasa *C. sordidus* akan meningkat, apalagi di dalam batang semu banyak mengandung air yang menyebabkan kelembaban

pada perangkap batang juga bertambah (Gambar 2 a dan b). Beberapa hasil penelitian di luar negeri menyatakan patogenisitas jamur *B. bassiana* akan meningkat dengan meningkatnya kelembaban di sekitar pertanaman di mana serangga target tersebut dikendalikan (Nankinga 1999).

Dapat dilihat bahwa mortalitas hama penggerek bonggol pisang yang tertinggi, yaitu 95% diperoleh pada perangkap yang dibuat dari bonggol pisang bagian bawah yang ditutup dengan perangkap batang semu dan berbeda nyata dengan perangkap bonggol pisang dan perangkap batang semu yang hanya dapat menyebabkan mortalitas hama penggerek bonggol pisang berturut-turut 81 dan 79%. Rendahnya mortalitas hama penggerek bonggol pisang pada perangkap batang semu dengan penutup batang semu, mungkin disebabkan karena batang semu akan cepat membusuk apabila kelembabannya relatif tinggi. Demikian juga halnya apabila perangkap bonggol yang ditutup dengan perangkap bonggol akan cepat mengering. Hasil penelitian di luar negeri menyatakan bahwa keefektifan jamur *B. bassiana* dalam membunuh hama penggerek bonggol dipengaruhi oleh cara aplikasi jamur pada model perangkap, tingkat penyebaran, dan bahan perekat yang diaplikasikan ke serangga sasaran. Di samping itu, variasi mortalitas serangga uji juga dipengaruhi oleh variasi isolat, dosis, kultivar pisang dan keadaan lingkungan terutama tingkat kelembaban, dan temperatur di mana penelitian dilaksanakan (Nankinga 1996, Fargues dan Luz 2000).

**Tabel 2. Mortalitas serangga dewasa hama penggerek bonggol pisang, *C. sordidus* pada masing-masing model alat perangkap setelah diaplikasi dengan jamur *B. bassiana* yang dicampur dengan substrat *carrier* tepung beras di lapangan (*Mortality of banana corm borer adult *C. sordidus* on each trapping model after applied of *B. bassiana* with mixed by rice powder carrier under field condition*)**

Model alat perangkap ( <i>Trapping design</i> )	Mortalitas <i>C. sordidus</i> pada 28 HSA dengan campuran jamur <i>B. bassiana</i> dengan tepung beras sebagai bahan <i>carrier</i> ( <i>Mortality of banana corm borer adult <i>C. sordidus</i> 28 DAA of <i>B. bassiana</i> with mixed by rice powder carrier material</i> ), %
Bonggol pisang + batang semu ( <i>Banana corm + pseudostem</i> )	96,00 a
Bonggol pisang ( <i>Banana corm</i> )	81,50 b
Batang semu ( <i>Pseudostem</i> )	79,50 b

## KESIMPULAN DAN SARAN

1. Aplikasi jamur entomopatogen *B. bassiana* dengan *carrier* berbentuk tepung dapat meningkatkan infektivitas jamur entomopatogen dalam mengendalikan hama penggerek bonggol pisang dengan mortalitas serangga dewasa antara 84-95%.
2. Model alat perangkap yang terbaik untuk digunakan sebagai alat perangkap dalam aplikasi jamur entomopatogen adalah bagian bawah bonggol pisang dan pada bagian atasnya ditutup dengan batang semu.

## PUSTAKA

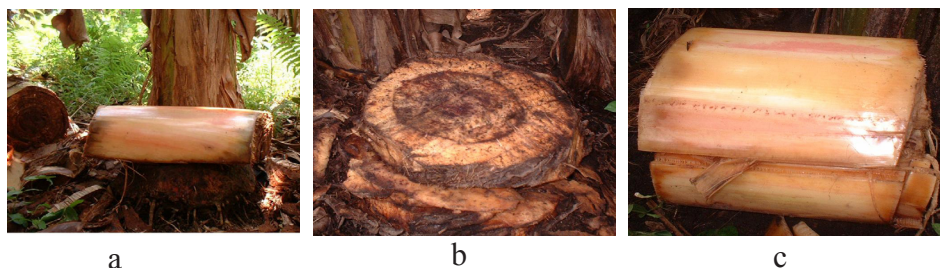
1. Aguda, R.M., M.C. Rombach, D.J. Im, and B.M. Shepard. 1987. Suppression of Populations of the Brown Planthopper, *Nilaparvata lugens* (Stal.) (Hom: Delphacidae) in Field Cages by Entomogenous Fungi (Deuteromycotina) on Rice in Korea. *J. Appl. Entomol.* 104:167-172.
2. Anderson, R. M. 1982. Theoretical Basis for the Use of Pathogens as Biological Control Agents of Pest Species. *Parasitology* 84:3-5.
3. Bateman, R.P., M.Carrey, D. Moore and C. Prior. 1993. The Enhanced Infectivity of *Metarrhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* in Oil Formation to Desert Locusts at Low Humidity's. *Annual Applied Biol.* 122:145-152.
4. Bell, V. J. and R. Hamalle. 1970. Three Fungi Tested for *Curculio*, *Chalodermus aeneus*. *J. Invertebrate Pathol.* 15:447-450.
5. Driesche, R.G. and S.T. Below. 1996. *Biological Control*. Chapman and Hill. New York.
6. Fargues J. and C. Luz. 2000. Effects of Fluctuating Moisture and Temperature Regimes on the Infection Potential of *Beauveria bassiana* for *Rhodnius prolixus*. *J. Invertebrate. Pathol.* 75:202-211.
7. Goettel, M.S. 1984. A Simple Method for Culturing Entomopathogenic Hypotomycete Fungi. *J. Microbial Methods* 3:15-20.
8. Greden, C.J., Arends, J.J., Rutz, D.A. and Steinkraus, D.C. 1998. Laboratory Evaluation of *Beauveria bassiana* (Moniliales: Moniliales) Against the Lesser Mealworm, *Alphitobius diaperinus* (Col.:Tenebrionidae) in Poultry Litter, Soil and Pupal Trap. *Biological Control* 13:71-77.
9. Hall, R.A. and H.D. Burges. 1979. Control of Aphids in Glasshouses with the Fungus, *Verticillium lecanii*. *Annals Applied Biol.* 93:235-240.
10. \_\_\_\_\_ and B. Papierok. 1982. Fungi as Biological Control Agents of Arthropods of Agriculture and Medical Importance. *Parasitol.* 84:205-240.
11. Hasyim A. and C.S. Gold. 1999. Potential of Classical Biological Control for Banana Weevil, *Cosmopolites sordidus* Germar, with Natural Enemies from Asia (with emphasis on Indonesia). In: E.A. Frison, C.S. Gold, E.B. Karamura and R. A. Sikora. (Eds.) *Proceeding of workshop on banana IPM held in Nelspruit*, South Africa 23-28 November 1998. Edited by P. 59-71. IPGRI Headquarter Via Delle Sette Chiese 142. 00145 Rome, Italy.
12. \_\_\_\_\_, dan Azwana. 2003. Patogenisitas Isolate *Beuveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin dalam Mengendalikan Hama Penggerek Bonggol Pisang, *Cosmopolites sordidus* Germar. *J. Hort.* 13(2):120-130.
13. \_\_\_\_\_, H. Yasir dan Azwana. 2005. Seleksi substrat untuk perbanyakkan *Beuveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin dan Infektifitasnya terhadap Hama Penggerek Bonggol Pisang, *Cosmopolites sordidus* Germar. *J. Hort.* 15(2):116-123
14. Horrison, R.D., A.W. Gardner and J.D. Kinard. 1993. Relative Susceptibility of Pecan Weevil Fourth Instars and Adults to Selected Isolated of *Beauveria bassiana*. *Biological Control.* 3(1):34-38.
15. Inglis, G.D., G..M. Duke, D.L. Kanagaratnam, D.L. Johnson and M.S. Goettel 1997. Persistence of *Beauveria bassiana* in Soil Following Application of Conidia Through Crop Canopy. *Memoirs Entomol Soc Canada.* 171:253-263.
16. Keller, S. and H. Sutter. 1980. Epizootiologische Untersuchunge Fiber das Entomophaga Auftreten Felbaulich Wichtigen Blattlausarten. *Acta Oecologia Applicata* 1:63-81.
17. Kish, L. P., I. Majchrowicz, and K. D. Bieber. 1994. Prevalence of Natural Fungal Mortality of Green Peach Aphid (Homoptera:Aphididae) on Potatoes and Nonsolanaceous Hosts in Washington and Idaho. *Environ. Entomol.* 23(5):1326-1333.
18. Lecuona R.E, J.D. Edelstein, M.F. Berretta, F.R. Rossa and J.A. Argas. 2001. Evaluation of *Beauveria bassiana* (Hyphomycetes) Strains as Potential Agents for Control of *Triatoma infestans* (Hemiptera:Reduviidae). *J. Med. Entomol.* 38:172-179.
19. Legaspi, J.C., T.J.Poprowski and B.C. Legaspi. 2000. Laboratory and Field Evaluation of *Beauveria bassiana* Against Sugarcane Stalk Borer (Lepidoptera:Pyralidae) in the Lower Rio Grande Valey of Texas. *J. Econ. Entomol.* 93(1):54-59.
20. Lomer C.J, R.P. Bateman, D.L. Johnson, J. Langewald and M. Thomas. 2001. Biological Control of Locusts and Grasshoppers. *Ann Rev Entomol* 46:667-702.
21. Luz, C, and J. Fargues 1998. Factors Affecting Conidial Production of *Beauveria bassiana* from Fungus-killed Cadavers of *Rhodnius prolixus*. *J Invertebate Pathology* 72:97-103.
22. \_\_\_\_\_, I.G. Silva, C.M.T. Cordeiro and M.S. Tigano 1998. *Beauveria bassiana* (Hyphomycetes) as a Possible Control Agent for the Vectors of Chagas Disease. *J Med. Entomol* 35:977-979.

23. \_\_\_\_\_, and J. Fargues. 1999. Dependence of the Entomopathogenic Fungus, *Beauveria bassiana*, on High Humidity For Infection of *Rhodnius prolixus*. *J. Mycopathol.* 146:33-41.
24. Moore, D. and C. Prior. 1993. The Potential Mycoinsecticides. *Biological New and Information.* 14(2):31-40.
25. \_\_\_\_\_ and Caudwell. 1997. Formulation of Entomopathogens for Control of Grasshopper and Locusts. *Memoir of the Entomological Society of Canada* 171:49-67.
26. Nankinga C.M., W.M. Ongenga-Latigo, G.B. Allard and J. Ogwang. 1994. Studies on the Potential of *Beauveria bassiana* for the Control of the Banana Weevil *Cosmopolites sordidus* Germar in Uganda. *African Crop Science J.* 1:300-302.
27. \_\_\_\_\_ and W.M. Ongenga-Latigo 1996. 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.
28. \_\_\_\_\_ and Ongenga-Latigo W.M. and G.B. Allard 1996. Patogenicity of Indigenous Isolates of *Beauveria bassiana* Against the Banana Weevil, *Cosmopolites sordidus* Germar. *African J. Plant Protection* 6:1-11.
29. \_\_\_\_\_. 1999. Characterization of Entomopathogenic Fungi and Evaluation of Delivery Systems of *Beauveria bassiana* for Biological Control of Banana weevil borer, *Cosmopolites sordidus* Germar. In: E.A. Frison, C.S. Gold, E.B. Karamura and R. A. Sikora. (Eds.) *Proceeding of Workshop on Banana IPM held in Nelspruit, South Africa* 23-28 November 1998. P. 72-87. IPGRI Headquarter Via Delle Sette Chiese 142. 00145 Rome, Italy.
30. Oi, D. H., R. M. Pereira, J. L. Stimac, and L. A. Wood. 1994. Field Applications of *Beauveria bassiana* for Control of the Red Imported Fire Ant (Hymenoptera: Formicidae). *J. Econ. Entomol.* 87(3):623-630.
31. Olson, D.L. and R.D. Oetting. 1988. The Efficacy of Mycoinsecticide of *Beauveria bassiana* Against Silverleaf Whitefly (Homoptera:Aleyrodidae) on Poinsettia. *J. Agric. Urban. Entomol.* 16:3-9.
32. Prior, C. D. J. Greathead. 1989. Biological Control of Locusts: The Potential for the Exploitation of Pathogens. *Plant Protection Bull.* 37:37-48.
33. Puterka, G. J., R. A. Humber, and T. J. Poprawski. 1994. Virulence of Fungal Pathogens (Imperfect fungi: Hyphomycetes) to Pear Psylla (Homoptera: Psyllidae). *Environ. Entomol.* 23(2):514-520.
34. Ramoska, W.A., and T. Todd. 1985. Variation in Efficacy and Viability of *Beauveria bassiana* in the Chinch Bug (Hemiptera: Lygaeidae) as a Result of Feeding Activity on Selected Host Plants. *Environ. Entomol.* 14:146-148.
35. Robert, D.W. and A.S. Campbell. 1997. Stability of Entomopathogenic Fungi. *Environmental Society of America* 10:19-76.
36. Rombach, M.C., R.M. Aguda, B.M. Shepard and D.W. Roberts. 1986. Infection of Rice Plant Hopper, *Nilaparvata lugens* (Homoptera:Delphacidae) by Field Application of Entomopathogenic Hyphomycetes (Deuteromycotina). *Environ. Entomol.* 15:1070-1073.
37. Steinhous, E.A. 1963. *Insect Pathology. An Advances Treatise.* Academic Press. New York – London. 689 p.
38. Sun, J., J.R. Fuxa and G. Henderson. 2003. Effect of Virulence, Sporulation and Temperature on *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* Laboratory Transmission in *Coptotermes formosanus*. *J. Interveterebrata Pathol.* 84:38-46.
39. Wang, Z.G., and G. R. Knudsen. 1993. Effect of *Beauveria bassiana* Fungi Hyphomycetes on Fecundity of the Russian Wheat Aphid Homoptera: Aphididae. *Environ. Entomol.* 22(4):874-878.
40. Watson, D.W., Geden, C.J., Long, S.J. and Rutz, D.A. 1995. Efficacy of *Beauveria bassiana* for Controlling the House Fly and Stable Fly (Diptera ; Muscidae). *Biological Control.* 5:405-411.
41. Watt, B. A., and R. A. Lebrun. 1984. Soil Effects of *Beauveria bassiana* on Pupal Populations of the Colorado Potato Beetle. *Environ. Entomol.* 13:15.
42. Wright, J.E and I.D. Chandler. 1992. Development of a Biorational Mycoinsecticide *Beauveria bassiana*. Conidial Formulation and its Application Against Boll Weevil (Coleoptera:Curculionidae) population. *J. Econom. Entomol.* 85:4-9.
43. Zimmermann, G. 1986. The *Galleria* Bait Method for Detection of Entomopathogenic Fungi in Soil. *J. Appl. Entomol.* 102:213-215.

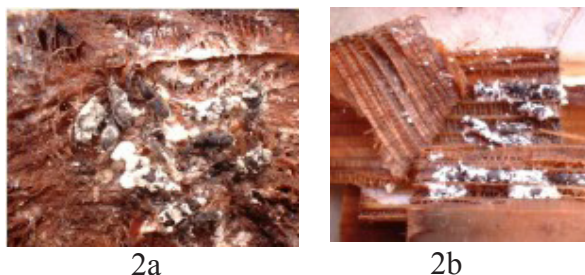
Lampiran



**Gambar 1.** Perangkap bonggol pisang yang digunakan untuk pengujian bahan *carrier* di lapangan (a) Perangkap ditutup dengan daun pisang kering untuk menghindari dari cahaya matahari (b) (*Corm and pseudostem trap which was used for examine carrier materials under field condition (a) Corm and pseudostem trap was covered by banana dry leaf to protect from the sunlight (b)*)



**Gambar 2.** Model perangkap untuk pengujian infektivitas *B. bassiana* yang dicampur dengan substansi *carrier* berupa tepung beras untuk mengendalikan hama penggerek bonggol pisang (a) model perangkap bonggol dan batang semu, (b) model perangkap bonggol, dan (c) Model perangkap batang semu (*Trapping design to examine infectivity of mixed B. bassiana (Balsamo) Vuillemin of with rice carrier material to controll banana corm borer, Cosmopolites sordidus GERMAR, (a) corm and pseudostem trap design, (b) corm trap design, and (c) pseudostem trap design*)



**Gambar 3.** Serangga dewasa *C. sordidus* yang terinfeksi *B. bassiana* berada di permukaan bonggol pisang (a) dan penutup perangkap batang semu (b) setelah aplikasi di lapangan (*Infected adult of C. sordidus by B. bassiana on surface of banana corm (a) and pseudostem trap cover (b) after application under field condition*)