

**KEMAMPUAN INFEKSI ISOLAT *Beauveria* sp.
PADA STADIA LARVA ULAT *Erionata thrax* U**
(Reinoculation of the *Beauveria* sp. isolated from *Erionata thrax* L.)

M. Rahmansyah dan Erniwati

Pusat Penelitian dan Pengembangan Biologi-LIPI, Bogor

ABSTRACT

Tintomophatogemcfungus is isolated from an infected pupae of *H. thrax* -L (Hesperiidae: Lepidoptera). The fungus is cultured and determined as *Beauveria* sp. Conidia suspension of the fungi (7.6×10^3 conidia/ml) use as inoculant and reinoculated to five of difference larval stages. The larvae were cultured in the laboratory. The infected larvae become weak and finally died at ten days after inoculation. It is highly indication that the fungi may be potentially applicable as biocontrol agent for the insect. The fungus attack the *E. thrax* since the beginning of the larvae stage.

Keywords: *Beauveria* sp., *Erionata thrax* L., potential inoculant, biocontrol

PENDAHULUAN

Ulat penggulung daun pisang adalah stadia larva (ulat) dari siklus serangga atau kupu-kupu *Erionata thrax* L. Daun pisang menjadi tempat meletakkan dan menetas telur sampai menjadi larva dan pupa (kepompong). *E. thrax* yang dikultur di laboratorium mulai dari telur sampai pupa memerlukan waktu sekitar 45 hari (Matsumoto *et al.* 1995), sedangkan siklus fluktuasi generasi di alam memiliki interval waktu sekitar 70 hari (Ashari dan Eveleens, 1974). Masa yang paling merugikan pertumbuhan tanaman adalah pertumbuhan larva. Helaian daun pisang selain dimakan, juga digunakan untuk melindungi larva yang telah memasuki stadia prepupa dengan cara merobek dan menggulungkan daun pada tubuhnya.

Kehidupan *E. thrax* tingkat dewasa, melakukan aktivitas menghisap nektar bunga pisang, kawin dan bertelur pada malam hari (Kalshoven, 1981). Ledakan populasi serangga menimbulkan kerugian terhadap usahakultivasi pisang (Sands and Sands, 1991). Pada kondisi ekologi yang seimbang, populasi *E. thrax* dikendalikan oleh musuh alami seperti serangga (predator dan parasit) dan jamur (entomopatogen) (Nakao and Funasari, 1976; Sands and Backer, 1993). Pengamatan Hasyim *et al.* (1994) menemukan adanya serangga parasit pada telur, larva dan pupa *E. thrax*. Pada kesempatan kegiatan koleksi serangga ditemukan pupa *E. thrax* yang ditumbuhi jamur, kemudian diidentifikasi sebagai *Beauveria* sp. Deskripsi Domsch *et al.* (1980) menyatakan bila jamur *Beauveria* spp. memiliki virulensi tinggi terhadap berbagai serangga. Diperoleh informasi bahwa sekitar 500 jenis

jamur dapat menyebabkan mikosis pada serangga (Jayaraj dan Easwaramoorthy, 1985). Salah satu jenis jamur (*Metarhizium anisopliae*) di antaranya dapat hidup pada 200 jenis serangga inang (Sundara-Babu, 1985).

Berdasar kepada temuan *Beauveria* sp tadi maka telah dilakukan upaya untuk mempertegas perannya selaku agen pengendali populasi *E. thrax*. Untuk itu maka telah dilaksanakan perbanyakan dan pengamatan terhadap daya infektifitas jamur terhadap lima stadia larva *E. thrax* yang dikultur di laboratorium.

BAHAN DAN CARA KERJA

Tsolasi jamur dan penyiapan inokulan

Jamur yang tumbuh pada pupa *E. thrax* dikoleksi dari kebun pisang di daerah Bogor bulan Oktober 1995. Jamur diisolasi dan dimurnikan dengan menggunakan media ekstrak tauge agar. Berdasar kepada tuntunan kunci determinasi Domsch *et al.* (1980) jamur diidentifikasi sebagai *Beauveria* sp. Inokulan dibuat dengan mensuspensikan biakan *Beauveria* sp. pada media agar miring berumur 3 hari, dalam 100 ml air suling steril. Jumlah konidia dihitung dengan bantuan alat haemositometer setelah sediaan diberi pewarna anilin, dalam inokulan terhitung 7.6×10^3 konidia/ml. Pembuatan inokulan dilakukan di Laboratorium Balitbang Mikrobiologi - LIPI.

Penyiapan larva dan inokulasi

Telur *E. thrax* dikoleksi dari Sukaraja Bogor berupa sekumpulan telur yang didapat melekat pada

daun pisang. Kemudian setiap satu telur ditempatkan dalam tabung kaca kecQ (panjang 60 mm, diameter 15 mm) sampai menetas di Laboratorium Entomologi Balitbang Zoologi-LIPI. Setelah menjadi larva kemudian dimasukkan ke dalam wadah plastik (diameter 90 mm dan tinggi 70 mm) berpenutup. Larva dipelihara dengan selalu memberikan daun pisang segar. Larva (L) pada stadia instar 1 atau L₁ (0 sampai 4 hari setelah menetas =hsm), L¹ (5 sampi 8 hsm), L₃ (9 sampai 12 hsm), L₄ (13 sampai 17 hsm) dan L₅ (18 sampai 23 hsm) disiapkan untuk diinokulasL. Inokulasi dilakukan dengan mengulaskan ujung kuas pensil yang sebelumnya dicelup ke dalam inokulan, pada tubuh larva, Semua wadah pembiakan serangga disimpan pada kondisi suhu kamar (28°C) pada lingkungan intensitas cahaya rendah.

HASIL

Selumh stadia larva dapat diinfeksi jamur (Tabel 1). Aktivitas makan pada larva yang terinfeksi menjadi berkurang, kemudian lemas dan mati. Larva yang telah terinfeksi tidak berkembang normal. Hifa jamur menutup seluruh tubuh larva pada hari kesepuluh setelah diinokulasi. Beberapa hasil pengamatan mengemukakan bila prevalensi jamur entomopatogenik lebih tinggi pada larva stadia awal. Larva muda stadia 1 sampai 4 serangga *Heliothis armigera* Hbn. (Noctuidae) lebih sensitif terinfeksi jamur daripada Larva stadia 5 dan 6 (Khan and Rajak, 1986), demikian pula pada larva stadia 1 dan 2 serangga *I/eptinoptarsa desemlineata* Say. (Coleoptera: Chrisomelidae) (Sikura dan Sikura, 1983). Inokulasi tidak dilakukan terhadap *E. thrax* stadia prepupa maupun pupa, karena jamur sermg ditemukan di alam pada stadia itu.

Tabel 1. Kondisi berbagai tingkat stadia larva yang diinokulasi isolat *Beauveria* sp

Stadia larva (hari setelah telur menetas=HSM)	Pemberian inokulan (7,6x10 ³ konidia/ml)	Kondisi larva
L1 (0-4)	4 HSM	+
L2 (5-8)	8	+
L3 (9-12)	12	+
L4 (13-17)	17	+
L5 (18-23)	23	+
Kontrol	Tidak diinokulasi	-

- + Kegiatan larva memakan daun menurun; 10 hari setelah inokulasi seluruh tubuh larva ditumbuhi hifa dan larva menjadi keras
- Larva berkemb ang normal

Hasil pengamatan tadi menguatkan asumsi bila isolat *Beauveria* sp. yang didapat adalah sebagai jamur entomopatogenik yang mampu menginfeksi *E. thrax* secara lebih awal yaitu dari mulai stadia L₁, sampai stadia L₅, mendekati stadia prepupa. Artinya bahwa bila terjadi infeksi terhadap stadia larva maka larva akan jatuh dan tidak sampai menggulung daun seperti yang dilakukan serangga itu pada stadia prepupa. Pupa yang diketemukan kondisi tubuhnya ditumbuhi jamur, kemungkinan terinfeksi pada saat stadia larva yang terakhir. Dengan demikian pada saat larva berkembang menjadi pupa, di saat itu serangga tidak lagi melakukan aktivitas makan dan langsung merekatkan dirinya di dalam gulung daun dengan pintalan benang putih yang dibuatnya. Maka pada saat itu pula jamur berkembang pada tubuh pupa.

PEMBAHASAN

Penelitian terhadap jamur *Beauveria* dan jamur entomopatogenik lainnya telah dilakukan untuk me-

ngontrol berbagai jenis serangga hama. Serangga yang keseimbangan populasinya terganggu (*overpopulation*) dapat merugikan tanaman seperti merusak daun, batang dan kayu, akar, umbi dan sebagainya.

Sebagai ilustrasi, pada Tabel 2 disajikan hasil penelitian usaha aplikasi jamur entomopatogenik baik yang semarga maupun tidak, dalam kaitannya untuk memfungsikan jamur sebagai agen pengendali beberapa serangga hama pertanian. Bila isolat jamur ini dapat berfungsi sebagai agen pengendali *E. thrax* maka untuk upaya berikutnya perlu dilakukan uji lanjutan daya infeksi isolat *Beauveria* sp. terhadap serangga lain, khususnya serangga yang berperan sebagai hama tanaman budidaya.

Peran jamur *Beauveria* spp. di alam dalam menginfeksi serangga sasaran banyak dimanfaatkan sebagai agen biokontrol Berbagai upaya pendekatan telah dilakukan. Kemampuan jamur dalam menginfeksi serangga mulai dari stadia telur sampai dewasa dilaporkan oleh Jayamariah dan Veeresh (1983) pada serang-

ga *Holotrichia serrata* Fab. (Coleoptera: Scarabidae). Cara penggunaan konidia maupun miselium jamur beserta kondisi lingkungannya yang mempengaruhi daya infektifitas telah diteliti. Penggunaan inokulan dapat dalam bentuk suspensi konidia dalam cairan (air atau minyak kelapa yang diberi 0.01% Tween-80) atau bubuk kering yang berasal dari miselium atau pun konidia. Aplikasi inokulan efektif di lapangan berkisar antara 7.5×10^{12} sampai 5×10^{11} konidia/ha dalam bentuk suspensi, atau setara dengan inokulan bubuk antara 200 sampai 300 g miselium/ha. Daya infeksi meningkat bila kondisi lingkungan mencapai kelembaban nisbi 90 sampai 100% (Aguda *et al.* 1987; Prior *et al.* 1988; Storey dan Gardner, 1988).

Pembuatan inokulan bergantung kepada keterseediaan konidia dalam biakan. Diperlukan biakan yang dapat menghasilkan konidia yang banyak dalam penyiapan inokulan kering (bubuk) maupun basah (suspensi). Keberhasilan memperoleh konidia bergantung kepada jenis media yang digunakan. Resep untuk memperoleh konidia *Beauveria bassiana* yang optimal, pada media agar pembiakan harus mengandung sumber karbon sorbitol (1,2%) serta ditambahkan tepung pupa ulat *Bombyx mori* L (0,8%) dan pepton (1,0%) sebagai sumber nitrogennya (Motobayashi *et al.* 1988). Jumlah konidia dari *Beauveria* sp. yang ditumbuhkan pada media tauge agar dapat menghasilkan 7.6×10^9 konidia/ml, namun daya infektifitasnya dinilai baik dalam menginfeksi larva dalam kondisi laboratorium. Menurut pengamatan Sri Karindah *et al.* (1996) didapatkan bila dosis efektif konidia *Verticillium lecanii* Zimmermann terhadap *Aphis gossypii* Glover (Homoptera:Aphididae) pada nilai LC (*Lethal Concentration*) 2.7×10^4 konidia/ml. Kematian serangga sasaran bergantung kepada jumlah kepadatan konidia yang diinokulasikan dan kelembaban lingkungan yang secara tidak langsung berkaitan dengan intensitas cahaya.

Clarkson dan Charnley (1996) menyarankan mungkin perlu diupayakan perekayasa terhadap sifat genetika yang khas entomopatogenik, sehingga selain jamur dapat meningkatkan virulensinya juga sekaligus memiliki sasaran hanya terhadap serangga tertentu saja (*host-specificity*). Upaya peningkatan tingkat virulensi *Beauveria* telah dilakukan melalui peleburan protoplasma (*protoplast fusion*) oleh Couteaudier *et al.* (1996). Hibridasi antara protoplasma jamur virulensi rendah (namun spesifik terhadap inang tertentu) dengan jamur virulensi tinggi, ternyata menghasilkan mutan yang memiliki sifat *host-specificity* tetap dengan tingkat virulensi tinggi yang stabil. Metode peleburan protoplasma merupakan salah satu cara pengembangan sifat genetika secara asexual yang dinilai cukup

berhasil dalam upaya meningkatkan efisiensi jamur entomopatogenik sebagai agen biokontrol.

KESIMPULAN

Isolat *Beauveria* sp. yang diperoleh berpotensi untuk difungsikan sebagai agen biokontrol dalam memberantas serangga hama, khususnya *E. thrax*. Penentuan tingkat virulensi dan dosis letal terhadap serangga sasaran perlu diketahui untuk keperluan pembuatan inokulan. Perlu pula dilakukan pengamatan secara lebih tegas terhadap mekanisme kontak awal beserta penyerangan jamur pada serangga sasaran. Informasi dasar itu sangat menunjang bagi pengembangan aplikasi inokulan dari isolat *Beauveria* sp. asal *E. thrax*. Penegasan tingkat virulensi terhadap serangga sasaran asalnya dapat dijadikan pola dasar untuk pengembangan pemanfaatan inokulan jamur ini terhadap serangga lainnya.

Beauveria sebagai jamur entomopatogenik memiliki spektrum yang luas pada berbagai jenis serangga hama (lihat Tabel 2). Sepanjang yang diinfeksi hanya serangga sasaran maka pemanfaatannya sebagai mikoinsektisida sangat menguntungkan. Namun perlu dicermati bila dampak negatifnya menimbulkan wabah pada serangga penyerbuk atau pun predator, maka justru merugikan. Pemanfaatan *Beauveria* sebagai agen biokontrol perlu kehati-hatian, jangan sampai merugikan usaha peternakan lebah madu misalnya, maupun menggagalkan panen buah-buahan di perkebunan akibat terganggunya populasi serangga penyerbuk. Oleh sebab itu diperlukan sumber inokulan yang aman sehingga tidak berdampak negatif. Perekayasa genetika melalui hibridasi protoplasma sebagai suatu alternatif. Hasil hibridasi selain mendapatkan sifat virulensi yang stabil, juga dapat mempertahankan sifat *host-specificity* sehingga pemanfaatan jamur sebagai mikoinsektisida dapat terkendali.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kegiatan dibiayai oleh Proyek Penelitian Pengembangan dan Pendayagunaan Potensi Wilayah, Puslitbang Biologi LIPI, Bogor. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Puslitbang Biologi LIPI dan Pemimpin Proyek serta rekan-rekan yang telah memberikan sumbang saran sehingga tulisan ini dapat terwujud.

DAFTAR PUSTAKA

- Aeschlimann JP, Ferron P, Marchal M and Soares G. 1985. Occurrence and pathogenicity of *Beauveria bassiana* infesting larval *Sitona discoideus* (Coleoptera: Curculionidae) in the Mediteranian region. Entomophaga 30 (1):73-82.

- Aguda RM, Rombach MC, Itn DJ and Shepard BM. 1987.** Suppression of populations of the brown planthopper, *Nilaparvata lugens* (staal) (Homoptera:Delphacidae) in field cages by entomogenous fungi (Deuteromycotina) on rice in Korea. *Applied Entomology* **104(2)**: 167-172.
- Alves BS, Risco SH, Silveira Neto S and Machado Neto R. 1984.** Pathogenicity of nine isolates of *Metarhizium anisopliae* (Metch.)Sorok. To *Diatraea saccharalis* (Fabr.). *Z. Angew. Entomology* **97(4)**:403-406.
- Anderson TE and Roberts DW. 1983.** Compatibility of *Beauveria bassiana* isolates with insecticide formulations used in Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) control. *Journal Economic Entomology* **76(6)**:1437-1441.
- Anderson TE, Roberts DW, Soper RS. 1988.** Use of *Beauveria bassiana* for suppression of Colorado potato beetle populations in New York state (Coleoptera: Chrysomelidae). *Environmental Entomology* **17(1)**:140-145.
- Arshad M and Hafiz IA. 1983.** Efficacy of *Beauveria. bassiana* (Bals.) Vuill. Fungus against the larvae of *Apriona cinena* Chev. (Lamidae: Coleoptera). *Pakistan Journal Zoology* **15(2)**:207-212.
- Arshad M and Hafiz IA. 1983.** Field incidence of *Beauveria bassiana* (Bals.)Vuill., on *Indarbela quadrinotat* Wlk. (Pseudarbelidae: Lepidoptera). *Bulletin Zoology* **1**:11-16.
- Arshad M and Hafiz LA. 1983.** Microbial trials of a pathogenic fungus, *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. Against the adult of *Aeoksthes sarta* Solsky (Cerambycidae: Coleoptera). *Pakistan Journal Zoology* **15(2)**:213-215.
- Ashari and Eveleens. 1974.** The banan leaf roller *Erionata thrax*, population dynamics, natural biological a control by parasites, and timing of chemical control. *Agricultural Cooperation Indonesia and The Netherland Research Report*. Ministry of Agriculture, the Republic of Indonesia, Jakarta: 364-369.
- Baltensweiler W and Cerutti F. 1986.** A study of the possible side effects of using the fungus *Beauveria btvngniartii* to control the may beetle on the fauna of the forest edge. *Mitt. Schweiz. Entomol. Ges.* **59(3-4)**:267-274.
- Bidochka MJ and Khachatourians GG. 1997.** Hemocytic defense response to the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* In ;, the migratory grasshopper *Melanoplus* ". *sanguinipes*.. *Entomology Experimental Applied* **45(2)**: 151-156.
- Boucias DG, Pendland JCand Latge JP. 1988.** Nonspecific factors involved in attachment of entomopathogenic Deeteuromycetes to host insect cuticle. *Applaid Environment Microbiology* **54(7)**:1795-1805.
- Campbell RK, Anderson TE, Seme] M and Roberts DW. 1985.** Management of the Colorado potato beetle using the entomogenous fungus *Beauveria bassiana*. *American Potato Journal* **62(1)**:29-38.
- Cantwell GE, Cantelo WW and Schroder RFW. 1986.** Effect of *Beauveria bassiana* on underground stages of the Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Coleoptera:Chrysomelidae). *Great Lakes Entomology* **19(2)**:81-84.
- Clarkson JM and Chamley AK. 1996.** New insights into the mechanisms of fungal pathogenesis in insects. *Trends in Microbiology* **4(5)**: 197-203.
- Couteaudier Y, Viaud M and Riba G. 1996.** Genetic nature, stability, and improved virulence of hybrids from protoplast fusion of *Beauveria*. *Microbial Ecology* **32**:1-10.
- Daouist RA and Pereira RM. 1986.** Stability of entomopathogenic fungi *Beauver bassiana* and *Meterhifium anisopliae* on beetle-attracting tubers and cowpea foliage in Brazil. *Environment Entomology* **15(6)**:1237-1243.
- Domsch KH, Gams W and Anderson T. 1980.** *Compedium of Soil Fungi*. Academic Press, London.
- Easwaramoorthy S and Santhalakshmi G. 1987.** Occorence of a fungal disease on sugarcane shootborer, *Chilo infuscatellus* Snell. *Entomon* **12(4)**:394-395.
- EI-SuftyRand FuehrerE. 1985.** Interrelationships between *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera:Tortricidae), *Ascogaster quadridentatus* L. (Lepidoptera:Tortricidae). *Z.ANGGEW Entomology* **99(5)**:504-511.
- Faigues J, Roberts PH and Vey A. 1984.** Influence of destruxins on disease development of *Metarhizium anisopliae* in scarabeid larvae. *Entomophaga* **30(4)**:353-364.
- Feng Z, Carruthers RI, Larkin TS. 1988.** A phenology model and field evaluation of *Beauveria bassiana* (Bals.)Vuillemin (Deuteiomycotina:Hypomycetes) mycosis of the European corn borer, *Ostrinia nubilalis* (Hbn.)(Lepidoptera:Pylalidae). *Dcanadian Entomology* **120(2)**:133-144.
- Feng ZD and Carruthers RI. 1985.** Age-specific dose-mortality effects of *Beauveria bassiana* (Deuteromycotina:Hypomycetes) on the

- European corn borer, *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Pyralidae). Journal Invertebrate Pathology 46(3):259-264.
- Garcia AS, Messias CL, Souza HML and Picdrabucna AE. 1984.** Pathogenicity of *Metarhizium anisopliae* to *Ceratitis capitata* (Wied) (Diptera: Tephritidae). Review Brazilian Entomology 28(4):421-424.
- Gottwald TR and Tedders WL. 1984.** Colonization, transmission, and longevity of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* (Deuteromycotina: Hypomycetes) on pecan weevil larvae (coleoptera: Curculionidae) in the soil Environmental Entomology 13(2):557-560.
- Grehan JR and Wigley PJ. 1984.** Fungal and bacterial diseases of puriri moth, *Aenetus virescens* (Lepidoptera: Hepialidae), larvae. New Zealand Entomology 8:61-63.
- Hare JD and Andreadis TG. 1983.** Variation in the susceptibility of *Lepinoptarsa decemlineata* (Coleoptera: Chrysomelidae) when reared on different host plants to the fungal pathogen, *Beauveria bassiana* in the field and laboratory. Environmental Entomology 12(6):1892-1897.
- Hasyim A, Hasan N, Syafril, Herlion and Nakamura K. 1994.** Parasitoids of the Skipper *Erionota thrax* (L.) in Sumatra Barat, Indonesia, with Notes on their life history, distribution and abundance. Tropics 3(2):131-142.
- Hou RF and Chang JK. 1985.** Cellular defense response to *Beauveria bassiana* in the silkworm, *Bombyx mori*. Applied Entomology Zoology 20(2):118-125.
- Hunt DWA. 1986.** Absence of fatty acid germination inhibitors for conidia of *Beauveria bassiana* on the integument of the bark beetle *Dendroctonus ponderosae* (Coleoptera: Scolytidae). Canadian Entomology 118(8):837-838.
- Jayaraj S and Easwaramoorthy S. 1985.** Microbial control of insects using fungal pathogen. In: Microbial Control and Pest Management (Jayaraj, S. Ed.). Tamil Nadu Agriculture University, Combaitore, India, p.126-132.
- Jayaratnaiah M and Veeresh GK. 1983.** Studies on the symptoms of infection caused by the new silkworm white muscardine fungus, *Beauveria brongniartii* (Sacc.) Petch to different stages of the white grub, *Holotrichia serrata* Fab. (Coleoptera: Scarabaeidae). Journal Soil Biology and Ecology 3(1):7-12.
- Johnson JA, Hall IM and Arakawa KY. 1984.** Epizootiology of *Etymia phytonomi* (Zygomycetes: Entomophthorales) and *Beauveria bassiana* (Deuteromycetes: Moniliales) parasitizing the Egyptian alfalfa weevil (Coleoptera: Curculionidae) in Southern California. Environmental Entomology 13(1):95-99.
- Kalshoven LGE. 1981.** Pest on Crops in Indonesia (PA van der Laan, rev. and transl.). PT Ichtiar Baru-Van Hoeve, Jakarta.
- Keller S, Keller E and Auden JA. 1986.** A large field trial to control the cockchafer, *Melolontha melolontha* L., with the fungus *Beauveria brongniartii* (Sacc.) Petch. MittSchweiz. Entomology Ges. 47-56.
- Khan AR and Rajak RC. 1986.** The influence of relative humidity on *Beauveria bassiana* infectivity in gram pod borer. In: *Perspective in Microbiological Research Volume I* (Hasiya et al. Eds). TTPP, New Delhi, India.
- Khan AR and Rajak RG. 1987.** The influence of relative humidity on *Beauveria bassiana* infectivity in gram pod borer, *Heliothis armigera*. Symposium in Perspectives in Microbiological Research. New Delhi, India. p219-223.
- Latch GCM and Kain WM. 1984.** Control of porina caterpillar (*Wiseana* spp.) in pasture by the fungus *Metarhizium anisopliae*. New Zealand Journal Experimental Agriculture 11(4):351-354.
- Lecuona RE and Alves SB. 1988.** Efficiency of *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill., *B. brongniartii* (Sacc.) Petch. And granulose virus on *Diatrea saccharalis* (F., 1794) at different temperature. Journal Applied Entomology 105(3):223-228.
- Lewis LC and Cossentine JE. 1986.** Season long intraplant epizootics of entomopathogens, *Beauveria bassiana* and *Nosemaphysausta* in a corn agroecosystem. Entomophaga 31(4):363-369.
- Marcandier S and Riba G. 1986.** Occurrence of *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuillemin in different geographical populations of the European corn borer, *Ostrinia nubilalis* (Huebner). Acta oecology 7(1):39-46.
- Marcandier S and Kachaturians GG. 1987.** Susceptibility of the migratory grasshopper, *Melanoplus sanguinipes* (Fab.) (Orthoptera: Acrididae), to *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuillemin (Hypomycetes): influence of relative humidity. Canadian Entomology 119(10):901-907.
- Marrone PG, WM Brooks and Stinner RE. 1983.** The incidence of tachinid parasites and pathogens in adult population of the bean leaf beetle, *Cerotoma trifurcata* (Forster) (Coleoptera: Chrysomelidae) in North Carolina. Journal GA Entomology Society 38(2):85-89.
- Matsumoto K, Erniwati, Ubaidillah R and Nakamura K. 1995.** Head capsule width of

- larva and duration of developmental stages of the Banana Skipper, *Erionata thrax* (L.), (Lepidoptera:Hesperiidae) in Bogor, Indonesia. *Tropics* 4(2):247-252.
- McCoy CW, Beavers GM and Tarrant CA. 1985.** Susceptibility of *Artipus floridatus* to different isolates of *Beauveria bassiana*. *Florida Entomology* 68(3):402-409.
- McGiffen Jr ME and Meyer JR. 1986.** Effect of environmental factors on overwintering phenomena and spring migration of the plum curculio, *Conotrachelus nenuphar* (Coleoptera: Curculionidae). *Environmental Entomology*, 15(4):884-888.
- Motobayashi T, Kunini Y, Morita Y and Tsuchiya D. 1988.** Effect nutritional competition of medium and duration of culturtime on conidial production of *Beauveria bassiana* isolated from the pine sawyer, *Monochamus alternates* Hope (Coleoptera: Cerambycidae). *Japan Journal Applaid Entomology Zoology* 32(3): 187-191.
- Nakao HK and Funasaki GY. 1976.** Introductions for Biological Control in Hawaii, 1974. *Proceeding, Hawaiian Entomological Society*. 22 (2):329-331.
- Osborne Ls and Boucias DG. 1985.** A review of chemical antagonists to mycopathogens of citrus root weevils. *Florida Entomology* 68(3):409-416.
- Paiva LM, de A Camargo C, Batista Filho A and Bastos Cruz BP. 1984.** Occurrence of *Beauveria* sp. pathogenic o the boll weevil (*Anthonomus grandis* Boheman) in the region of Campinas, State of Sao Paulo, Brazil. *Biologico* 50(3):65-68.
- Payah WS and Boethel DJ. 1986.** Impact of *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin on survival of over wintering bean leaf beetles, *Cerotoma trijuncata* (Forster), (Coleoptera: Chrysomelidae). *Journal Applied Entomology* 102(4):295-303.
- Prior C JollandaP, Gle Patourel. 1988.** Infectifity of oil and water formulation oi *Beauveria bassiana* (Deuteromycotina:Hipomycetes) to the cocoa weevil pest *Pantorhytes plutus* (Coleoptera: Curculionidae). *Journal Invertebrata Pathology* 52(1):66-72.
- Propawski TJ, Riba G, Jones WA and Aioun A. 1988.** Variation in isoesterase profiles of geographical population of *Beauveria bassiana* (Deuteromycotina: Hypomycetes) isolated from *Sitona* weevils (ColeopterarCurculionidae). *Environmental Entomology* 17(2):275-279.
- Ramoska WA and Todd T. 1985.** Variation in efficacy and viability of *Beauveria bassiana* in the chin bug (Hemiptera:Lygaeadae) as a result of feeding activity on selected host plants. *Environmental Entomology* 14(2):146-148.
- Ramoska WA. 1984.** The influence of relative humidity on *Beauveria basiana* infectivity and replication int the chihn bug, *Blissus leucopterus*. *Journal Invertebrate Pathology* 43(3):389-394.
- Riba G. 1984.** Field plot tests using an artificial mutant of the entomopathogenic fungus, *Beauveria bassiana* (Hyphomycetes) against the European com borer, *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Pyralidae). *Entomophaga*29(1):41-48.
- Rombach MC, Aguda RM, Shepard BM and Roberts DW. 1986.** Entomopathogenic fungi (Deuteromycotina) in the control of the black bug of rice, *Scotinophara coarctata* (Hemiptera: Pentatomidae). *Journal Invertebrate Pathology* 48(2):174-179.
- Rombach MC, Aguda RM, Shepard BM and Roberts DW. 1986.** Infection of the rice brow planthopper, *Nilaparvata lugens* (Homoptera: Delphacidae), by field application of entomopathogenic Hypomycetes (Deuteromycotina). *Environmental Entomology* 15(5):1070-1073.
- Saito T and Ikeda F. 1983.** *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. Isolated from the black vine weevil, *Otiorhynchus sulcatus* Fabr. (Coleoptera: Curculionidae). *Journal Applied Entomology Zoology* 27(4):307-308.
- Sands DPA and Sands MC. 1991.** Banana Skipper, *Erionata thrax* (L.) (Lepidoptera: Hesperiidae) in Papua New Guinea: a new pest in the South Pasific Region. *Micronesia Supplement* 3:93-98.
- Sands DPA and Bakker P. 1993.** *Cotesia erionotae* (Wilkinson) (Hymenoptera: Braconidae), for biological control of Banana Skipper, *Erionata thrax* (L.)(Lepidoptera:Hesperiidae) in Papua New Guinea. *Micronesia Supplement* 4:99-105.
- Searle T and Doberski J. 1984.** An investigation of the entomogenous fungus *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. as a potential biological control agen for *Oryaephilus surinamensis* (L.). *Journal Stored Prod. Res.* 20(1): 17-24.
- Shibata E and Higuchi T. 1988.** Application of entogenous fungus, *Beauveria brongniartii* (Sacc.) Petch, for control of the adult sugi bark borer. *Applied Entomology Zoology* 23(2):199-201.
- Sikura AI and Sikura LV. 1983.** The employment of microbiological means of plant protection for control of Colorado beatle on potato and aubergine. *Proceeding of the International Conference on Integrated Plant Protection.* Hungarian Society of Agricultural Science, Budapest, Hungary.

- Sitnadi J. 1988.** Comparison of *Beauveria bassiana* effect in *Trichiocampus viminalis* (Fall.) (Hym., Tenthredinidae) larvae under two types of laboratory condition. *Journal Applied Entomology* **105** (2):141-143.
- Sri Karindah, Rahardjo BT, Sudakir dan Santoso S. 1996.** Virulensi jamur *Verticillium lecanii* Zimmermann terhadap hama kapas *Aphis gossypii* Glover (Homoptera:Aphididae). *Agrivita* 19(1):30-34.
- Storey GK and Gardner WA. 1988.** Movement of an aqueous spray of *Beauveria bassiana* into the profile of four Georgia soils. *Environmental Entomology* **17**(1):135-139.
- Su CY, Tzean SS and Ko WH. 1988.** *Beauveria bassiana* as a lethal factor in a Taiwanese soil vernicious to sweet potato weevil, *Cylas formicatus*. *Journal Invertebrate Pathology* 52(1):195-197.
- Sundara-Babu PC. 1985.** *Metarhizium* and *Beauveria* infections in insects. In: *Microbial Control and Pest Management* (Jayaraj, S. Ed.). Tamil Nadu Agriculture University, Combaitore, India, p.133-135.
- Suprpto. 1997.** Pengaruh cendawan *Beauveria bassiana* Vuil terhadap beberapa aspek biologi hama pengisap buah lada (*Dasynuspiperis* China). Seminar Nasional Biologi XV. Lampung.
- Varma A, Tandan BK, and Singh K. 1988.** First record of *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin, an entomopathogenous fungus from sugarcane defoliator *Phytoscapus* sp. (Coleoptera: Curculionidae) from India. *Current Science* 57(7):396.
- Wegensteiner R and Fuehrer E. 1988.** The efficiency of *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. Against *Hylobius abietis* L. (Col.: Curculionidae). *Entomophaga* 33(3):339-348.
- Whitney HS, Ritchie DC, Borden JH and Stock AJ. 1984.** The fungus *Beauveria bassiana* (Deuteromycotina: Hypomycetaceae) in the western balsam bark beetle, *Dryocoetes confusus* (Coleoptera: Scolytidae). *Canadian Entomology* **116**(10):1419-1424.

Tabel 2. Daftar jenis serangga yang dapat diinfeksi oleh *Beauveria* spp. dan jamur entomopatogenik lainnya

Namajenis	Suht	Sumber inokulan	Peran hama	Pada tanaman	Pustaka
1. <i>Aenetus virescens</i>	Hepialidae	<i>Beauveria bassiana</i>	-	-	Grehn & Wigley, 1984
2. <i>Asolesthes sarta</i> Sofysky	(Zemmyidae)	<i>B. bassiana</i>	perusak kayu (bubuk)	poplar	Arshad & Hafiz 1983
3. <i>Anthonomus grandis</i> Bobeman	-	<i>Beauveria</i> sp.	-	-	Paiva et al. 1984
4. <i>Aphis gossypii</i> Glover	Aphididae	<i>Verticillium lecanii</i>	menyisap cairan daun	kapas	Sri Karindah et al. 1996
5. <i>Apriona dneria</i> Chev.	Lamidae	<i>B. bassiana</i>	penggerek	batang poplar	Arshad & Hafiz 1983
6. <i>Arctopius loridams</i>	-	<i>B. bassiana</i>	perusak akar	jeruk	McCoy et al. 1985
7. <i>Blissus leucopterus leucopterus</i>	Lygaeidae	<i>Metarhizium anisopliae</i>	-	-	Osborne & Boudas, 1985
8. <i>Bombyx mori</i> L.	Bombycidae	<i>B. bassiana</i>	defoliator	murbey	Ramoska & Todd, 1985
9. <i>Ceratosantbes hilariana</i> On.	-	<i>B. bassiana</i>	defoliator	cowpea	Ramoska, 1984
10. <i>Cemtitis capitata</i> Wied.	Tephritidae	<i>M. anisopliae</i>	-	-	Hou & Chang, 1985
11. <i>Ceratomya trijucata</i> Forster	Chrysomelidae	<i>B. bassiana</i>	defoliator	legumes	Daoust & Pereim, 1986
12. <i>Cetonia aurata</i> L.	-	<i>B. bassiana</i>	-	-	Garda et al. 1984
13. <i>Chilo injuscatus</i> Snell.	PyraHdae	<i>M. anisopliae</i>	-	-	Payah & Boethel, 1986
14. <i>Conotracheus nenuphar</i>	CurcuBomdae	<i>B. bassiana</i>	defoliator	tebu	Marrone et al. 1983
15. <i>Curculio caryae</i>	CurcuHomdae	<i>B. bassiana</i>	-	-	Fargues et al. 1985
16. <i>Cydia pomonella</i> L.	Tortricidae	<i>M. anisopliae</i>	-	-	Easmaramoorthy & Santhalakshmi, 1987
17. <i>Cyrtosiphum caricis</i> L.	Curculiojidae	<i>B. bassiana</i>	penggerek umbi	ubijalar	McGiffen & Meyer, 1986
18. <i>Dasyneipiperis</i> China	-	<i>B. bassiana</i>	pengisap buah	lada	Gottwald & Tedders, 1984
19. <i>Dendroctonus ponderosae</i>	Scolytidae	<i>B. bassiana</i>	perusak kulit kayu	tanaman berkayu	El-Suly & Fuehrer, 1985
20. <i>Diatraea saccharalis</i> F.	PyraHdae	<i>B. bassiana</i>	penggerek	batang tebu	Su et al. 1988
21. <i>Dryocetes confusus</i> (S.)	Scolytidae	<i>D. brongniartii</i>	-	-	Supmpto, 1997
22. <i>Hebichia armigera</i> Him.	Noctuidae	<i>B. bassiana</i>	perusak kulit kayu	balsam	Hunt, 1986
23. <i>Holirichia serrata</i> Fab.	Scambaeidae	<i>B. brongniartii</i>	penggerek potong	kacang hijau	Abes et al, 1984
24. <i>Hybrius abietis</i> L.	Curculionidae	<i>B. bassiana</i>	-	-	Lecuona & Ahes, 1988
25. <i>Hypera brunneipennis</i>	Cunehomdae	<i>B. bassiana</i>	-	-	Whitney et al, 1984
		<i>Erynia phytomyza</i>	-	alfalfa	Khan & Rajak, 1987
					Jayaramaiah & Veeresh, 1983
					Wegenstreiner & Fuehrer, 1988
					Johnson et al, 1984

Namajenis	Suku	Sumber inokulan	Peran hama	Pada tanaman	Pustaka
26. <i>Indarbela quadrinotata</i> Wlk. 27. <i>Leptinotarsa decemlineata</i> Sa	<i>Pseudarbelidae</i> <i>Chrysomelidae</i>	<i>B. bassiana</i>	defoliator defoliator	Terminaha arjuna kentang	Arshad&Hafiz 1983 Anderson & Roberts, 1983 Anderson et al, 1988 Campbell et al, 1985 Cantwell et al, 1986 Hare & Adreadis, 1983 Bidochka & Khachatourians, 1987 Marcandier & Khachatourians, 1987 Keller et al, 1986 Baltensweiler & Cerutti, 1986 Motobayashi et al, 1988 Aguda et al, 1987
28. <i>Melanoplus sanguinipes</i> (F)	<i>Acrididae</i>	<i>B. bassiana</i>	-	Berbagai bijauan	-
29. <i>Melolontha melolontha</i> JL	-	<i>B. brongniartii</i>	-	-	-
30. <i>Monochamus alternatus</i> Hope 31. <i>Nilaparvata hgens</i> (Staal)	<i>Cerambycidae</i> <i>Delphacidae</i>	<i>B. bassiana</i> <i>B. bassiana</i> <i>M. anisopliae</i> <i>M. flavoviride</i> <i>B. bassiana</i> <i>Hirsutella citriformis</i> <i>M. anisopliae</i> <i>M. jhvoviridae</i> <i>Paecilomyces Hlacinus</i> <i>M. anisopliae</i>	- pengisap batang	cemara padi	- Rombach et al, 1986
32. <i>Oryctes rhinoceros</i> L» 33. <i>Ory/aephilus surinamensh</i> L, 34. <i>Ostrinia nubilalis</i> (Hueb.J	<i>Scarabaidae</i> <i>Silvanidae</i> <i>Pyrilidae</i>	<i>B. bassiana</i> <i>B. bassiana</i>	defoliator - penggerek	kelapa - batang jagung	Kalshoven, 1981 Searle & Doberski, 1984 Lewis & Cossentine, 1986 Marcbindier & Riba, 1986 Feng & Carmthers, 1985 Riba, 1984 Feng et al 1988 Saito & Ikeda, 1983 Prior et al, 1988 Varna et al, 1988 Rombach et al, 1986
35. <i>Otiorhynchus sulcatus</i> Fabr. 36. <i>Pantorhytes phittus</i> 37. <i>Phytoscapus</i> sp. 38. <i>Scotinopham coarctata</i>	<i>Curculionidae</i> <i>Curculionidae</i> <i>Curculionidae</i> <i>Pentatomidae</i>	<i>B. bassiana</i> <i>B. bassiana</i> <i>B. bassiana</i> <i>B. bassiana</i> <i>M. anisopliae</i> <i>P. Hlacinus</i> <i>B. brongniartii</i>	- bubuk pada batang defoliator	- coklat tebu padi	- Sibata & Higuib, 1988 Aeschi Hmam et al, 1985 Poprawski et al, 1988 Simandi, 1988 Latch & Kain, 1983
39. <i>Semanotus japonicus</i> Lacor 40. <i>Sitona discoideus</i> Gyl 41. <i>Sitona</i> spp. 42. <i>Tricbiocampus viminalis</i> F. 43. <i>Wiseana</i> spp.	<i>Cerambycidae</i> <i>Curculionidae</i> <i>Curculionidae</i> <i>Tenthredinidae</i>	<i>B. bassiana</i> <i>B. bassiana</i> <i>M. anisopliae</i>	penggerek defoliator defoliator defoliator	kulit batang sugi medicago medicago poplar tanaman hijau	-