

## PEMANFAATAN CENDAWAN ENTOMOPATOGEN *Beauveria bassiana* (BALSAMO) VUILEMIN DALAM PENGENDALIAN HAMA TANAMAN

Yustina M. S. W. Pu'u

Program studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Flores  
yus\_puu@yahoo.com

### SUMMARY

#### Exploiting of Cendawan of Entomopatogen *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuilemin in control of crop pest

The using of synthetic pesticide in control of crop pest cause various of negative impact like resistance, resurgence, incidence of secondary pests, killing of natural enemy and is impure of environmental even death to human being and animal. One of the correct operation alternative to decrease the using of synthetic pesticide is biological control with exploiting of entomopatogen called *Beauveria bassiana*.

This Entomopatogen have an ability for infection of insect either through direct contact, and also inoculation of woof was given to target insect by produce the toxin so that insect body closed conidia and become hard like mummy. The ability is also influenced by the condition of environment especially temperature and dampness. *B. bassiana* has high patogenistas ability almost in all of insect. *B. bassiana* can depress the population of coffee powder *H. hampei* of *Helopeltis* spp equal to 76% and the other insect type. Application of *B. bassiana* don't generate death at other pest which good for (natural enemy) in nature.

Infection mushroom mechanism of entomopatogen *B. bassiana* in control of pest in field happened by direct contact, inoculation and also contamination with target pest insect and effective in controlling of various pest insect type. Its effectiveness is influenced by variety of isolate types, closeness of spore, quality of media grow, controlled pest type, age of satadia pest, application time, application frequency and environmental factor.

**Keywords :** exploiting, *Beauveria bassiana*, biological control

### PENDAHULUAN

Organisme pengganggu tanaman (OPT) merupakan salah satu masalah yang dihadapi dalam setiap kegiatan budidaya tanaman pertanian. Kehadiran OPT sering meresahkan petani, dimana terjadi penurunan produksi bahkan gaga! panen. Gangguan yang ditimbulkan biasanya dimulai sejak tanaman di lapang hingga penyimpanan. Salah satu organisme pengganggu tanaman (OPT) yang potensial menurunkan produktivitas adalah dari golongan serangga.

Pengendalian serangga hama yang umum dilakukan petani hanya bertumpu pada penggunaan insektisida sintetik, karena berdasarkan pengalaman insektisida sintetik paling efektif serta praktis dalam mengendalikan hama. Menurut Oka (1995), pemanfaatan pestisida/insektisida sintetik yang berlebihan, terus menerus dan tidak terkontrol akan menimbulkan akibat negatif terhadap lingkungan seperti residu dalam tanah, air dan udara, terjadi akumulasi dalam jaringan organisme, menyebabkan kekebalan (resistensi) dan ledakan (resurgensi) hama, timbulnya hama sekunder, membunuh musuh alami dan makhluk lainnya yang bukan sasaran serta menyebabkan berbagai

penyakit dan kematian pada manusia. Menyadari dampak yang timbul dari pemanfaatan insektisida sintetik, maka berbagai penelitian dan pengkajian dilakukan oleh para peneliti untuk mencari alternatif pengendalian yang selektif dan efektif serta aman bagi manusia dan lingkungan. Oleh karena itu, perhatian pada alternatif pengendalian yang ramah lingkungan semakin besar sehingga dapat menurunkan penggunaan pestisida sintesis dan keseimbangan ekosistem tetap terjaga. Salah satu teknik pengendalian yang sesuai dengan konsep diatas adalah pengendalian hayati.

Pengendalian hayati merupakan salah satu komponen pengendalian hama terpadu (PHT) yang sesuai untuk mendukung pertanian berkelanjutan dan berwawasan lingkungan. PHT merupakan salah satu tindakan pengendalian yang lebih selektif (tidak merusak organisme yang berguna dan manusia) dan berwawasan lingkungan, karena memadukan semua tindakan pengendalian yang ada untuk mengatasi masalah OPT di lapang. Dalam prinsip PHT, penggunaan pestisida dijadikan sebagai alternatif pengendalian yang terakhir dan digunakan apabila populasi OPT telah melampaui ambang batas ekonomi. Pengendalian hayati pada

dasarnya adalah pemanfaatan dan penggunaan musuh alami untuk mengendalikan populasi hama yang merugikan. Musuh alami tersebut dapat berupa predator, parasitoid dan patogen.

Pemanfaatan musuh alami dari golongan patogen merupakan salah satu alternatif pengendalian yang aman bagi manusia, lingkungan dan pelestarian musuh alami lainnya. Patogen serangga (entomopatogen) yang berpeluang sebagai alternatif pengendalian hama masih membutuhkan beberapa perbaikan potensi, produksi dan formulasi, pemahaman yang tepat terhadap kemampuannya berintegrasi dengan sistem/ekosistem, kesesuaiannya dengan lingkungan serta komponen PHT lainnya serta dapat dicrima oleh petani atau pengguna. Salah satu entomopatogen yang berpotensi dikembangkan sebagai alternatif pengendalian hama adalah cendawan *Beauveria bassiana*.

Cendawan entomopatogen *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin merupakan salah satu cendawan yang sangat potensial dalam pengendalian beberapa spesies serangga hama. Cendawan ini dilaporkan sebagai agensia hayati yang sangat efektif mengendalikan sejumlah spesies serangga hama termasuk rayap, kutu putih, dan beberapa jenis kumbang. *Beauveria bassiana* dapat diisolasi secara alami dari pertanaman maupun dari tanah. Epizootiknya di alam sangat dipengaruhi oleh kondisi iklim, terutama membutuhkan lingkungan yang lembab dan hangat. Di beberapa Negara, cendawan ini telah digunakan sebagai agensia hayati pengendalian sejumlah serangga hama mulai dari tanaman pangan, hias, buah-buahan, sayuran, kacang-kacangan, hortikultura, perkebunan, kehutanan hingga tanaman gurun pasir.

Di Indonesia hasil-hasil penelitian *B. bassiana* juga telah banyak dipublikasikan, terutama dari tanaman pangan untuk mengendalikan serangga hama kedelai (*Riptortus linearis* dan *Spodoptera Htura*), walang sangit

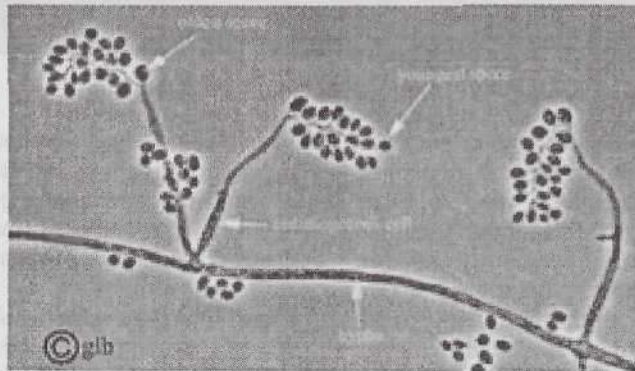
pada padi (*Leptocoriza acuta*), *Plutella xylostella* pada sayur-sayuran, hama bubuk buah kopi *Helopeltis antonii*, dan penggerek buah kakao. Untuk dapat dimanfaatkan secara optimal dalam pengendalian hama, maka perlu diketahui bagaimana mekanisme infeksi *B. bassiana* dan efektivitasnya dalam mengendalikan hama sasaran. Tulisan ini bertujuan untuk mengetahui mekanisme infeksi cendawan entomopatogen *B. bassiana* terhadap serangga hama di lapang dan keefektifan cendawan entomopatogen *B. bassiana* terhadap serangga hama di lapang.

## ULASAN

### Cendawan Entomopatogen *B. bassiana*

Menurut klasifikasinya, *B. bassiana* termasuk kfas Hypomycetes, ordo Hypocreales dari famili Clavicipitaceae (Hughes, 1971 dalam Soetopo dan Indrayani, 2007). Cendawan entomopatogen penyebab penyakit pada serangga ini pertama kali ditemukan oleh Agostino Bassi di Beauce, Perancis. Steinhaus, 1975 yang kemudian mengujinya pada ulat sutera (*Bombyx mori*). Penelitian tersebut bukan saja sebagai penemuan penyakit pertama pada serangga, tetapi juga yang pertama untuk binatang.

Cendawan *B. bassiana* juga dikenal sebagai penyakit white muscardine karena miselia dan konidia (spora) yang dihasilkan berwarna putih, bentuknya oval, dan tumbuh secara zig-zag pada konidiopornya (Gambar 1). Cendawan ini memiliki kisaran inang serangga yang sangat luas, meliputi ordo Lepidoptera, Coleoptera, dan Hemiptera. Selain itu, infeksinya juga sering ditemukan pada serangga-serangga Diptera maupun Hymenoptera. Sedangkan habitat tanamannya antara lain: kedelai, sayur-sayuran, kapas, jeruk, buah-buahan, tanaman hias, hingga tanaman-tanaman hutan.



Gambar 1. Morfologi *Beauveria bassiana*

### Mekanisme Infeksi *B. bassiana*

Mekanisme infeksi *B. bassiana* dimulai dari melekatnya konidia pada kutikula serangga,

kemudian berkecambah dan tumbuh didalam tubuh inangnya. Perkecambahan konidia cendawan baik pada integumen serangga

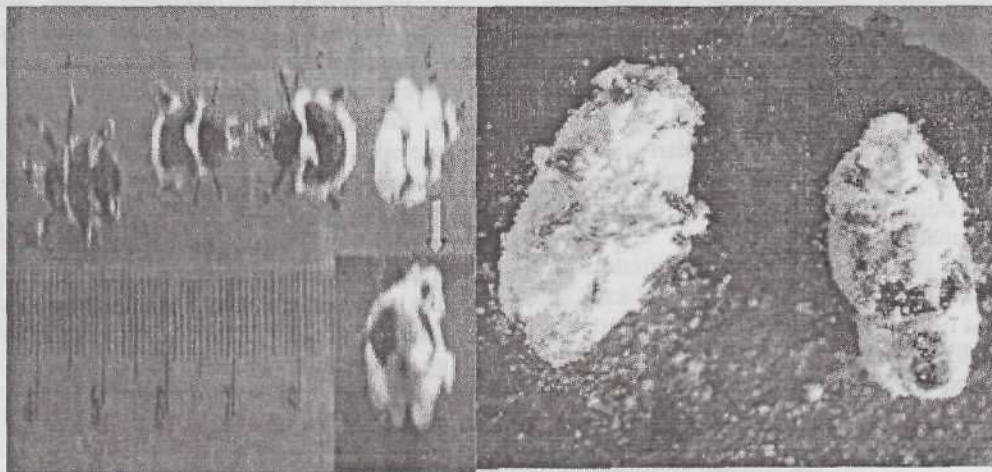


maupun pada media buatan umumnya, membutuhkan nutrisi tertentu, seperti glukosa, glukosamin, khitin, tepung, dan nitrogen terutama untuk pertumbuhan hifa. Beberapa strain isolat *B. bassiana* yang dikoleksi saat ini adalah berasal dari berbagai spesies serangga hama yang merupakan inang spesifiknya.

*B. bassiana* memproduksi toksin yang disebut beauvericin. Antibiotik ini dapat menyebabkan gangguan pada fungsi hemolimfa dan nukleus serangga, sehingga mengakibatkan pembengkakan yang disertai pengerasan pada serangga yang terinfeksi. Selain secara kontak, *B. bassiana* juga dapat menginfeksi serangga melalui inokulasi atau kontaminasi pakan. Broome *et al.* (1976) menyatakan bahwa 37% dari konidia *B. bassiana* yang dicampurkan ke dalam pakan semut api *Solenopsis richteri*, berkecambah di dalam saluran pencernaan inangnya dalam waktu 72 jam, sedangkan hifanya mampu menembus dinding usus antara 60-72 jam. Di dalam tubuh inangnya cendawan ini dengan cepat memperbanyak diri hingga seluruh jaringan serangga terinfeksi. Serangga yang telah terinfeksi, biasanya akan berhenti

makan, menjadi lemah, dan kematiannya bisa lebih cepat. Kematian serangga biasanya disebabkan oleh kerusakan jaringan secara menyeluruh. Jumlah konidia yang dapat dihasilkan oleh satu serangga ditentukan oleh besar kecilnya ukuran serangga tersebut. Setiap serangga yang terinfeksi *B. bassiana* akan efektif menjadi sumber infeksi bagi serangga sehat di sekitarnya.

Cendawan *B. bassiana* keluar dari tubuh serangga yang terinfeksi mula-mula dari bagian alat tambahan (apendages) 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 2). Penetrasi jamur entomopatogen sering terjadi pada membran antara kapsul kepala (head capsule) dengan toraks atau diantara segmen-segmen apendages demikian pula miselium jamur keluar pertama kali pada bagian-bagian tersebut (Hasyimdkk, 2009).



Gambar 2. Imago yang terinfeksi *B. bassiana*

Faktor lingkungan, terutama kelembaban dan temperatur serta sedikit cahaya sangat penting perannya dalam proses infeksi dan sporulasi cendawan entomopatogen. Temperatur optimum untuk perkembangan, patogenisitas, dan kelulusan hidup cendawan umumnya antara 20-30°C. Untuk perkecambahan konidia dan sporulasi pada permukaan tubuh serangga dibutuhkan kelembaban sangat tinggi (> 90% RH). Sebaliknya, untuk melepaskan konidia *B. bassiana* dari konidifor hanya dibutuhkan kelembaban sekitar 50% (Soetopo dan Indrayani, 2007). Cahaya juga berpengaruh terhadap infeksi cendawan, dimana intensitas sinar ultraviolet dilaporkan dapat merusak konidia cendawan

Fuxa (1987) dalam Soetopo dan Indrayani (2007) menyatakan bahwa intensitas cahaya matahari dengan rata-rata panjang gelombang antara 290-400 nm cukup efektif menurunkan persistensi deposit konidia pada pertanaman.

**Efektivitas Beauveria bassiana**

Keefektifan cendawan entomopatogen serangga untuk mengendalikan hama sasaran sangat tergantung pada keragaman jenis isolat, kerapatan spora, kualitas media tumbuh, jenis hama yang dikendalikan, umur stadia hama, waktu aplikasi, frekuensi aplikasi, dan faktor lingkungan meliputi sinar ultraviolet, curah hujan dan kelembaban (Widayat dan Rayati, 1993b).

Cendawan entomopatogen membutuhkan lingkungan yang lembab untuk dapat menginfeksi serangga, oleh karena itu epizootiknya di alam biasanya terbentuk pada saat kondisi lingkungan lembab atau basah. Selain itu hama terjadi kontak antara spora *B. bassiana* yang diterbangkan angin atau terbawa air dengan serangga inang agar terjadi infeksi.

Konidia yang diaplikasikan dapat berupa suspensi, formulasi butiran, dan berbentuk pellet serta ketiganya menunjukkan hasil pengendalian yang cukup nyata. Beberapa hasil penelitian menyatakan bahwa aplikasi konidia *B. bassiana* dengan cara disemprotkan pada permukaan tanah, sangat efektif menyebabkan mortalitas hama sasaran. Hasil penelitian membuktikan bahwa sinar ultraviolet merupakan faktor abiotik yang paling menghambat aktivitas konidia di lapang, karena mempersingkat persistensinya pada permukaan tanah. Untuk mempertahankan efektivitas *B. bassiana* dan meningkatkan hasil pengendalian lapang adalah dengan melakukan aplikasi pada sore hari dan mempertinggi frekuensi aplikasi. Curah hujan sangat potensial mengurangi jumlah konidia dari permukaan daun akibat hanyut terbawa air hujan.

#### Keamanan hayati *B. Bassiana*

Beberapa senyawa metabolit sekunder diproduksi oleh *B. bassiana*, seperti beauvericin, bassianin, bassiacridin, bassianolide, beauverolides, tenellin, dan oosporein. Senyawa metabolit sekunder ini dapat dihasilkan oleh *B. bassiana* pada epizootik di alam (tanah) maupun epizootik buatan (di laboratorium). Meskipun demikian, hingga saat ini belum ada laporan tentang tercernanya rantai makanan oleh senyawa metabolit sekunder atau terakumulasi di ayam sebagai limbah epizootik *B. bassiana*. Hasil uji toksikologi terhadap salah satu produk *B. bassiana* Botanigard, menunjukkan bahwa produk tersebut tidak menimbulkan dampak negatif yang berhubungan dengan patogenisitas dan toksisitasnya, sehingga produk tersebut digunakan secara aman selama lebih dari 10 tahun di Amerika Serikat dan juga di beberapa negaralain.

Dalam hubungannya dengan keamanan secara hayati, cendawan entomopatogen dikelompokkan menjadi cendawan dengan kisaran inang spesifik dan kisaran inang luas. Cendawan yang memiliki kisaran inang spesifik umumnya menjadi parasit sejati (obligat) dan bersifat sangat virulen terhadap inang. Sebaliknya yang memiliki kisaran inang luas sebagian besar merupakan patogen fakultatif, bersifat saprofit, dan cenderung kuat patogenik, serta virulensinya tinggi hanya pada spesies

inang dari mana cendawan tersebut pertama kali diisolasi. Contoh, *B. bassiana* yang diisolasi dari ulat *H. armigera* akan lebih patogenik pada inangnya tersebut dibanding dengan inang-inangnya yang lain. Dengan demikian, aplikasi *B. bassiana* di lapang cenderung aman bagi musuh alami atau serangga berguna lainnya.

#### Teknologi perbanyakan *B. Bassiana*

Perbanyakan *B. bassiana* sebagian besar dilakukan pada media padat, seperti beras, gandum, atau jagung (Sulistiyowati, dkk., 2002). Pada tahap awal pengembangan, dibutuhkan inokulum cendawan dalam jumlah yang cukup untuk pengujian di laboratorium dan lapang. Untuk kebutuhan tersebut, perbanyakan isolat *B. bassiana* cukup dilakukan pada media agar di dalam tabung reaksi. Sedangkan perbanyakan secara massal untuk komersial dapat dilakukan apabila telah terseleksi isolat-isolat yang paling virulen terhadap hama sasaran. Perbedaan genus atau spesies cendawan menyebabkan perbedaan kebutuhan akan nutrisi, pH, kandungan air dalam media, serta suhu optimal untuk pertumbuhan, pembentukan konidia, cahaya, aerasi, dan periode inkubasi. Semua parameter tersebut harus dipertimbangkan dan dioptimalkan dalam perbanyakan *B. bassiana*, karena target tidak hanya pada efisiensi produksi, tetapi juga konidia yang dihasilkan harus berkualitas tinggi.

Media alami perbanyakan *B. bassiana* cukup tersedia, antara lain beras, gandum, kedelai, roti dan kacang-kacangan. Tiga jenis bahan media alami yang telah dicoba dalam perbanyakan *B. bassiana* pada skala besar di New Zealand adalah beras, gandum dan barley. Hasilnya, beras merupakan media paling sesuai bagi perkembangan *B. bassiana* dengan produktivitas konidia tertinggi mencapai  $4,38 \times 10^9$  konidia/g beras. Penggunaan berbagai jenis sereal, selain beras, sebagai media perbanyakan *B. bassiana* perlu dipertimbangkan mengingat kandungan nutrisinya yang sangat bervariasi. Perbedaan kandungan nutrisi sangat mempengaruhi produksi konidia, terutama per kelompok produksi. Oleh karena itu, pemilihan bahan media perbanyakan harus dilakukan secara cepat, terutama memilih bahan yang memiliki kemampuan produksi konidia secara konsisten dalam kelompok-kelompok produksi. Hasil penelitian lain juga membuktikan bahwa beras putih merupakan bahan media perbanyakan *B. bassiana* yang tepat karena produksi konidia yang tinggi.

Temperatur inkubasi dan cahaya juga sangat menentukan produktivitas dari konidia. Temperatur optimal setiap cendawan bervariasi. Temperatur optimal untuk perkecambahan



konidia adalah 25-30 °C, dengan temperatur minimum 10°C dan maksimum 32°C. Sedangkan pH optimal untuk pertumbuhan adalah 5,7-5,9, tetapi idealnya pH 7-8. Penelitian terdahulu membuktikan bahwa *B. bassiana* yang diproduksi di lingkungan tanpa cahaya (gelap) konidianya cenderung berukuran lebih besar dan lebih virulen dibanding yang diproduksi pada tempat terang. Hal ini penting sebagai bahan pertimbangan dalam memilih kemasan yang sesuai apabila biakan cendawan harus dibawa ke luar areal perbanyakannya. Selain itu yang lebih penting dalam perbanyakannya *B. bassiana* untuk skala komersial adalah kesesuaian produk dengan teknik formulasi dan aplikasinya. Umumnya produk *B. bassiana* diformulasi dalam bentuk bubuk (powder) dan merupakan formulasi paling efektif kontak dengan hama sasaran.

### Pemanfaatan dan Kendala Pengembangan *B. bassiana*

Cendawan *B. bassiana* telah dimanfaatkan secara luas di seluruh dunia untuk mengendalikan berbagai spesies serangga hama. Perkembangan pemanfaatannya semakin luas pada berbagai komoditas dan ekosistem, mulai dari tanaman hias, pangan, hortikultura, perkebunan dan tanaman gunung pasir.

Di Cina Penggunaan *B. bassiana* telah dirintis sejak tahun 1960 untuk mengendalikan berbagai serangga hama, sedangkan di Rusia digunakan untuk mengendalikan kumbang Colorado pada kentang. Di Kanada, Todoravaet *et al* (2003) dalam Soetopo dan Indrayani (2007), membuktikan bahwa isolat-isolat *B. bassiana* sangat efektif membunuh hama pengulung daun *Choristoneura msaceana* Harris (Lepidoptera: Tortricidae). Kematian pada larva dan pupa mencapai lebih 85% pada dosis 10<sup>7</sup> konidia/ml hingga 60 hari setelah perlakuan. Selain itu, pengaruh perlakuan juga menyebabkan gangguan pertumbuhan pada larva dan menurunkan persentase terjadinya imago jantan.

Di Indonesia, pengembangan penggunaan *B. bassiana* dalam pengendalian hama juga cukup pesat. Penelitian uji-potensi dan efektivitas baik di laboratorium maupun lapang juga telah dilakukan. Efektivitas *B. bassiana* juga telah diuji terhadap hama kelapa *Bruntispa tongissima*. Populasi hama bubuk buah kopi *Hypothenemus hampei* dan penggerek buah kakao *Helopeltis* spp. Sangat efektif dikendalikan hanya dengan tiga kali aplikasi 2,5 kg biakan padat *B. bassiana*, dapat menekan serangan hingga 87% dan menurunkan populasi 76%. Pada tanaman kapas, hasil pengujian di laboratorium

menunjukkan bahwa terdapat dua isolat *B. bassiana* yang cukup efektif menyebabkan mortalitas pada ulat penggerek buah *Helicoverpa armigera*, yaitu isolat BdEd10 yang masing-masing diisolasi dari imago *Scotyidae* pada kopi dan imago sejenis thrips dan diperbanyak pada *H. armigera*. Selain itu, *B. bassiana* juga efektif mengendalikan hama kepik renda lada pada tanaman lada *Diconocoris hewetti* DIST. Dimana, cendawan ini dapat mematikan imago *D. hewetti* pada konsentrasi 5 - 10 g/l dengan tingkat kematian berkisar antara 75,50 - 97,50% di lapang (Trisawa dan Laba, 2006).

Dukungan ekosistem dan faktor abiotik (kelembababan dan temperatur) yang ideal merupakan modal awal upaya pengembangan *B. bassiana*. Selain faktor lingkungan, pengetahuan yang berkaitan dengan *B. bassiana* sebagai agen hayati termasuk faktor-faktor teknis seperti mekanisme infeksi, kemampuan membunuh, durasi mematikan hama sasaran, dan teknik produksi dan penyimpanan juga perlu dipahami.

Prayogo (2006) dalam Soetopo dan Indrayani (2007) menyatakan bahwa, kendala pemanfaatan *B. bassiana* sebagai faktor mortalitas hama secara hayati antara lain disebabkan karena kurangnya pengetahuan petani tentang hama yang akan dikendalikan dan manfaat pengendalian, rendahnya pemahaman terhadap produk-produk hayati, dan kurang intensifnya sosialisasi produk kepada petani. Oleh karena itu, beberapa upaya yang perlu dilakukan untuk meningkatkan pemanfaatan *B. bassiana* dalam pengendalian serangga hama antara lain: (1) mendapatkan strain yang tepat, (2) meningkatkan virulensi dan kecepatan membunuh, (3) mempertinggi kesesuaiannya dengan kondisi lingkungan, (4) meningkatkan efisiensi produksi, (5) menyempurnakan formulasi agar mudah diaplikasikan, (6) meningkatkan persistensi dan masa infektifnya, (7) memahami secara benar interaksinya dengan lingkungan dan komponen PHT yang lain, (8) mempertimbangkan manfaat yang ditawarkan, klisusnya yang berkaitan dengan isu lingkungan, dan (9) dapat diterima oleh petani atau pengguna lainnya.

### SIMPULAN

Berdasarkan uraian diatas, maka dapat disimpulkan beberapa hal yakni mekanisme infeksi cendawan entomopatogen *B. bassiana* dalam pengendalian hama di lapangan terjadi melalui kontak langsung, inokulasi serta kontaminasi dengan pakan serangga hama sasaran. Cendawan entomopatogen *B. bassiana* efektif dalam pengendalian berbagai jenis

serangga hama yang dipengaruhi oleh keragaman jenis isoiat, kepadatan spora, kualitas media tumbuh, jenis hama yang dikendalikan, umur satedia hama, waktu aplikasi, frekuensi aplikasi dan faktor lingkungan.

**0AFTAR PUSTAKA**

Broome, J.R. 1974. Microbial Control of the Imported Fire ant, *Solenopsis richteri* (Forel) (Hymenoptera: Formicidae). M. S. Thesis, Mississippi State University, Starkville, MS.

Hasyim, A., Azwana, Mu'minin K. Cara mudah mendapatkan jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana* dari tanah dengan teknik nmp an serangga. <http://www.Balitbu.com>

Hendromutarjo. 2008. *Beauveria Bassiana* Pengendali Hama Tana man. <http://fireant.tamu.edii/research/arr/Cat egorv/Non-chemical/90-91Pg44/90-91Pg44.pdf>

Irianti, A. T. P, Wagiman, FX, Martoredjo, T. 2001. Faktor-faktor yang mempengaruhi Patogenisitas *Beauveria bassiana* terhadap Bubuk Buah Kopi (*Hypothenemus hampei*). *Agrosains* 14 (3).

Oka, I. N. 1995. Pengendalian Hama Terpadu dan Implementasinya di Indonesia. Penerbit Gadjah Mada University Press.

Reintjes, C. B. Haverckort., A. water-Bayer. 1999. *Pertanian Masa Depan. Pengantar untuk pertanian berkelanjutan dengan Input Luar Rendah.* Terjemahan dari: *An Introduction to low-External Input and Sustainable Agriculture* 1992

oleh Y. Sukoco, S.S. Kanisius. Yogyakarta. 270p.

Sudarmadji, D., S. Gunawan. 1994. Patogenisitas Fungi Entomopatogen *Beauveria bassiana* terhadap *Helopeltis antonii*. *Menara Perkebunan* 62: 1-5.

Sulistiyowati, E., Y.D. Junianto, Sri-ukamto, S. Wiryadiputra, L. Winarto, dan N. Primawati. 2002. Analisis stats penelitian dan pengcmbangan PHT pada pertanaman kakao. *Risalah Simposium Nasional Penelitian PHT Perkebunan Rakyat "Pengembangan dan Imp 1 erentasi PHT Perkebunan Rakyat Berbasis Agribisnis"*, Bogor, 17-18 September 2002. Bagian Proyek PHT Perkebunan, Bogor. *Him.* 251-264.

Wahyono, T. E. 2006. Pemanfaatan jamur patogen serangga dalam penanguingan *Helopeltis antonii* danakibat serangannya pada jambu mete. *Buletin Teknik Pertanian* Vol. 11 No. 1

Trisawa, I. M., Laba, I. W. 2006. Keefektifan *Beauveria bassiana* dan *Spicaria sp.* Terhadap Kepik Renda Lada *Diconocoris hewetti* (DIST.) (Hemiptera:Tingidae). *Buletin Litro* Vol. XVII No. 2. Hal 99-106. [http://balitro.litbang.dcptan.go.id/pdf/biilletin/vol\\_xvii\\_noj\)2\\_2006/vol\\_xvi i\\_no\\_02\\_2006\\_07.pdf](http://balitro.litbang.dcptan.go.id/pdf/biilletin/vol_xvii_noj)2_2006/vol_xvi i_no_02_2006_07.pdf)

Soetopo, D., Indrayani Iga. 2007. Status Teknologi dan Prospek *Beauveria bassiana* Untuk Pengendalian Serangga Hama Tanaman Perkebunan Yang Ramah Lingkungan, Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat. *Prespektif* Vol.6No. I.Hal29-46.