

VIRULENSI JAMUR ENTOMOPATOGEN *BEAUVERIA BASSIANA* (BALSAMO) VUILLEMIN (DEUTEROMYCOTINA: HYPHOMYCETES) TERHADAP KUTUDAUN (*APHIS* SPP.) DAN KEPIK HIJAU (*NEZARA VIRIDULA*)

Indriyati¹

ABSTRACT

Virulence of entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin (Deuteromycotina: Hyphomycetes) on aphid (*Aphis* spp.) and green stink bug (*Nezara viridula*). This study was conducted at the Laboratory of Plant Pests and Diseases Department of Plant Protection Faculty of Agriculture, University of Lampung. It was aimed to test the virulence of field and commercial inoculum of *B. bassiana* on aphid and green stink bug. The field inoculum of *B. bassiana* was originated from infected grasshoppers and isolated in Biocontrol Laboratory of PT Gunung Madu Plantations, Central Lampung, while the commercial inoculum (Natural BVR) was formulated by PT Natural Nusantara. A single exposure concentration assay (1×10^7 conidia/ml) for each inoculum was conducted by immersing the insects in fungal suspension for 10 second. The results indicated that the virulence of field and commercial inoculum of *B. bassiana* was significantly different on aphid. The field inoculum *B. bassiana* was highly virulent and caused 78.8% mortality, on the contrary the commercial *B. bassiana* showed low virulence and caused only 27.42% mortality of aphid. However, both inocula caused 76% and 70% mortality on green stink bug respectively. The lethal period of the field and commercial *B. bassiana* are 3.70 days and 3.72 days respectively on aphid, and 5.44 days and 4.58 days on green stink bug. The virulence value of both inocula are 0.271 and 0.268 on aphids, and 0.195 and 0.245 on green stink bug. The virulence of both inocula is not significantly different. This results suggests that the commercial inoculum *B. bassiana* at 1×10^7 conidia/ml of concentration is less effective than the field inoculum *B. bassiana* as control agent on aphid.

Key words : virulence, *Beauveria bassiana*, aphid, green stink bug

PENDAHULUAN

Kutudaun (*Aphis* spp.) dan kepiik hijau (*Nezara viridula* L.) termasuk hama-hama yang penting pada tanaman kacang-kacangan (Kalshoven, 1981; Saleh, 2007; Balitkabi, 2008). Kutudaun sering dijumpai dengan populasi yang tinggi dan sekaligus berperan sebagai vektor penyakit virus pada tanaman kacang-kacangan (Saleh, 2007). Adapun kepiik hijau sudah lama dikenal sebagai hama utama tanaman kedelai yang sebaran geografisnya cukup luas (Tengkano *et al.*, 1988). Hama ini juga dapat menyerang banyak tumbuhan inang seperti kacang-kacangan, kentang, kapas, cabai, dan tembakau (Kalshoven, 1981). Menurut Tengkano *et al.*, (2007) dari survei pada tahun 2003 diketahui bahwa kepiik hijau merupakan salah satu di antara tiga hama yang sangat penting, yang penyebarannya meliputi di 32 lokasi survei di 8 kabupaten di Provinsi Lampung. Selain banyak ditemui di Indonesia dan Asia, hama tersebut juga sebagai perusak tanaman kedelai di Afrika, Australia, dan Amerika Serikat. Sudah sejak lama di Provinsi

Lampung permasalahan hama pada tanaman palawija khususnya kacang-kacangan banyak mengalami kendala, misalnya berbagai kasus resurgensi hama akibat penggunaan pestisida yang berlebihan (Susilo *et al.*, 1994).

Dalam rangka mendukung pengembangan metode pengendalian hama yang berwawasan lingkungan, diperlukan kajian tentang peranan musuh alami sebagai agensia pengendali hama. Salah satu agensia hayati yang potensial sebagai sarana pengendali hama adalah jamur *Beauveria bassiana* (US EPA, 2006; Tengkano *et al.*, 2007; Balitkabi, 2008).

Jamur ini sejak lama diketahui memiliki potensi sebagai agensia hayati yang dapat mengendalikan populasi serangga. Pemanfaatannya semakin luas, lebih dari 100 spesies hama sasaran meliputi beberapa ordo termasuk Coleoptera, Homoptera, Diptera, Lepidoptera, dan Hymenoptera. Selain itu *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. aman bagi serangga bukan sasaran, terutama serangga berguna dan musuh alami (Soetopo & Indrayani, 2007; Thungrabeab & Tongma, 2007). Di

¹ Jurusan Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, Jl. Prof. Sumantri Brodjonegoro No. 1 Bandar Lampung 35145.
Email : indri1919@gmail.com

Indonesia *B. bassiana* telah digunakan untuk mengendalikan kumbang penggerek buah kopi *Hypothenemus hampei* dan penggerek batang kakao *Zeuzera coffeae* (Kalshoven, 1981). Pada tahun 1993/1994, jamur ini juga telah digunakan secara luas untuk mengendalikan penggerek buah kakao *Conopomorpha cramerella* di daerah Aceh, Sumatera Utara, Lampung, Jawa Timur, dan Timor Timur (Haryono *et al.*, 1993).

Kegiatan pembiakan jamur *B. bassiana* telah banyak dilakukan, baik oleh lembaga pemerintah seperti Laboratorium Balai Proteksi Tanaman di sejumlah daerah, berbagai institusi penelitian, maupun perusahaan komersial. Natural BVR adalah salah satu contoh insektisida mikroba berbahan aktif *B. bassiana* yang diformulasikan oleh PT. Natural Nusantara dan sudah diperdagangkan secara luas.

Suatu isolat atau biakan entomopatogen sebelum direkomendasikan untuk digunakan sebagai agensia pengendali hama di lapangan seyogyanya telah dikuantifikasi dengan cermat potensinya. Potensi suatu patogen dapat diketahui dengan menghitung besarnya daya infeksi patogen itu terhadap inangnya. Daya infeksi merupakan banyaknya inang yang secara positif mati akibat patogen tersebut. Inang dikatakan terinfeksi oleh patogen jika dapat menunjukkan gejala khas penyakit yang ditimbulkan oleh patogen tersebut (Nugroho *et al.*, 1999).

Sehubungan dengan pentingnya mengetahui besarnya potensi berbagai isolat atau biakan *B. bassiana* yang tersedia sebelum digunakan secara lebih luas di lapangan, maka penelitian ini dilaksanakan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari aspek-aspek patogenisitas jamur *B. bassiana* yang berasal dari lapangan dan *B. bassiana* komersial terhadap dua hama penting tanaman kacang-kacangan yaitu kutudaun dan kepik hijau di laboratorium.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September sampai dengan November 2006 di Laboratorium Hama dan Penyakit Tumbuhan, Jurusan Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

Kutudaun (*Aphis* sp.) dan kepik hijau (*Nezara viridula*) diperoleh dari pertanaman kacang-kacangan pada lahan petani di Gedungmeneng kemudian dibiakkan secara terpisah pada tanaman kacang panjang (*Vigna unguiculata*) yang ditanam pada polibag yang diberi sungkup plastik mika berukuran diameter 30 cm dan tinggi 70 cm.

Inokulum *Beauveria bassiana* lapang diisolasi dari belalang yang mati terinfeksi oleh jamur tersebut yang telah diisolasi dan dibiakkan di Laboratorium *Biocontrol* Bagian Riset dan Pengembangan PT Gunung Madu Plantations, Lampung Tengah. Adapun inokulum *B. bassiana* komersial digunakan insektisida mikroba berbahan aktif konidia. *B. bassiana* (nama dagang Natural BVR) yang diproduksi oleh PT. Natural Nusantara Yogyakarta serta telah diperdagangkan pada toko-toko sarana pertanian.

Penelitian ini terdiri atas dua set percobaan yang masing-masing disusun dalam Rancangan Acak Lengkap dengan 5 ulangan. Set percobaan pertama ialah aplikasi *B. bassiana* terhadap kutudaun dengan 3 perlakuan (D1: kontrol = aplikasi tanpa suspensi *B. bassiana*; D2 : aplikasi suspensi *B. bassiana* lapang; dan D3 : aplikasi *B. bassiana* komersial). Set percobaan kedua ialah aplikasi *B. bassiana* terhadap kepik hijau dengan 3 perlakuan (H1: kontrol = aplikasi tanpa suspensi *B. bassiana*; H2 : aplikasi suspensi *B. bassiana* lapang; dan H3 : aplikasi *B. bassiana* komersial). Seluruh perlakuan aplikasi suspensi *B. bassiana* dilakukan dengan konsentrasi 10^7 konidia per mililiter aquades. Adapun satuan-satuan percobaan masing-masing berupa stoples plastik yang berisi sepucuk tanaman kacang panjang yang diserang oleh kutudaun sebanyak ± 180 ekor, serta stoples plastik yang berisi polong kacang panjang dengan 10 ekor nimfa kepik hijau instar 3. Aplikasi suspensi *B. bassiana* terhadap koloni kutudaun pada pucuk kacang panjang dilakukan dengan pipet tetes, sedangkan aplikasi suspensi *B. bassiana* terhadap kepik hijau dilakukan dengan cara mencelupkan kepik hijau ke dalam suspensi jamur selama 10 detik hingga seluruh tubuh kepik terbasahi.

Pengamatan dilakukan setiap hari hingga 15 hari setelah aplikasi atau sampai tidak ada lagi penambahan kematian serangga uji selama 3 hari berturut-turut. Kutudaun dan kepik hijau yang mati diidentifikasi ulang di laboratorium untuk membuktikan bahwa kematiannya disebabkan oleh *B. bassiana*. Identifikasi kematian dilakukan dengan melembabkan serangga uji tersebut di dalam cawan petri yang diberi alas kertas saring yang dibasahi dengan aquades. Kematian serangga uji terbukti disebabkan oleh *B. bassiana* jika pada serangga uji yang dilembabkan muncul massa jamur berwarna putih serta dilanjutkan dengan pemeriksaan jamur tersebut secara mikroskopik. Adapun variabel yang diamati meliputi mortalitas dan waktu kematian serangga uji yang selanjutnya dihitung nilai periode letal dan virulensi

B. bassiana terhadap serangga uji menggunakan rumus (Susilo *et al.*, 1993) :

$$\text{Periode letal (T)} = [\sum(H_i \times M_i)] / [\sum(M_i)]; \text{ dan} \\ \text{Virulensi } (\delta) = 1/T$$

dengan H_i : hari ke-i terjadinya kematian, dan M_i : jumlah serangga uji yang mati pada hari ke-i. Data yang terhimpun dianalisis dengan sidik ragam serta dilanjutkan dengan uji BNT pada taraf nyata 1% atau 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

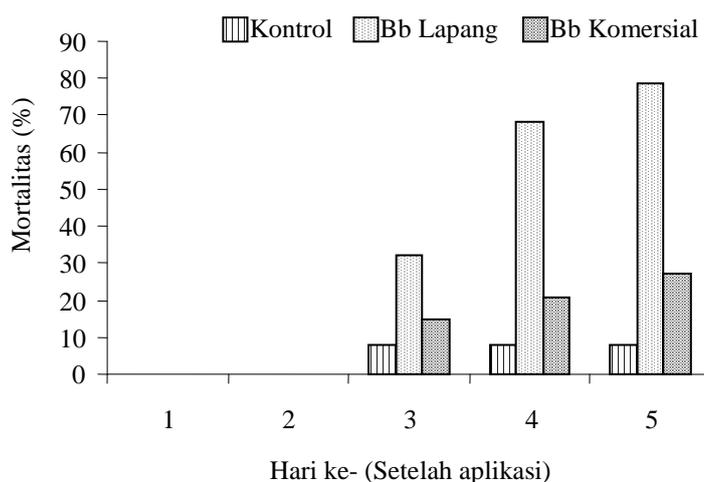
Hasil pengamatan menunjukkan bahwa kutudaun dan kepik hijau yang diberi perlakuan jamur *B. bassiana* yang berasal dari lapang maupun *B. bassiana* dari formulasi komersial mengalami infeksi dan memperlihatkan gejala berkurangnya aktivitas gerak dan makan serta berlanjut dengan kematian.

Tanda awal kematian serangga tersebut ialah tubuhnya kaku serta warnanya menjadi kusam. Pada kutudaun, tanda ini tidak begitu mudah dilihat dan baru tampak dengan jelas bahwa kutudaun telah mati ketika tidak lagi berada pada pucuk daun tanaman kacang panjang yang digunakan sebagai pakannya tetapi telah jatuh pada alas stoples tempat satuan-satuan percobaan ini berlangsung. Lain halnya tanda kematian kepik hijau yang lebih mudah dilihat. Diduga hal inilah yang menyebabkan data mortalitas kutudaun baru bisa teramati pada hari ke-3 setelah aplikasi, sedangkan data mortalitas kepik hijau sudah teramati sejak hari ke-1

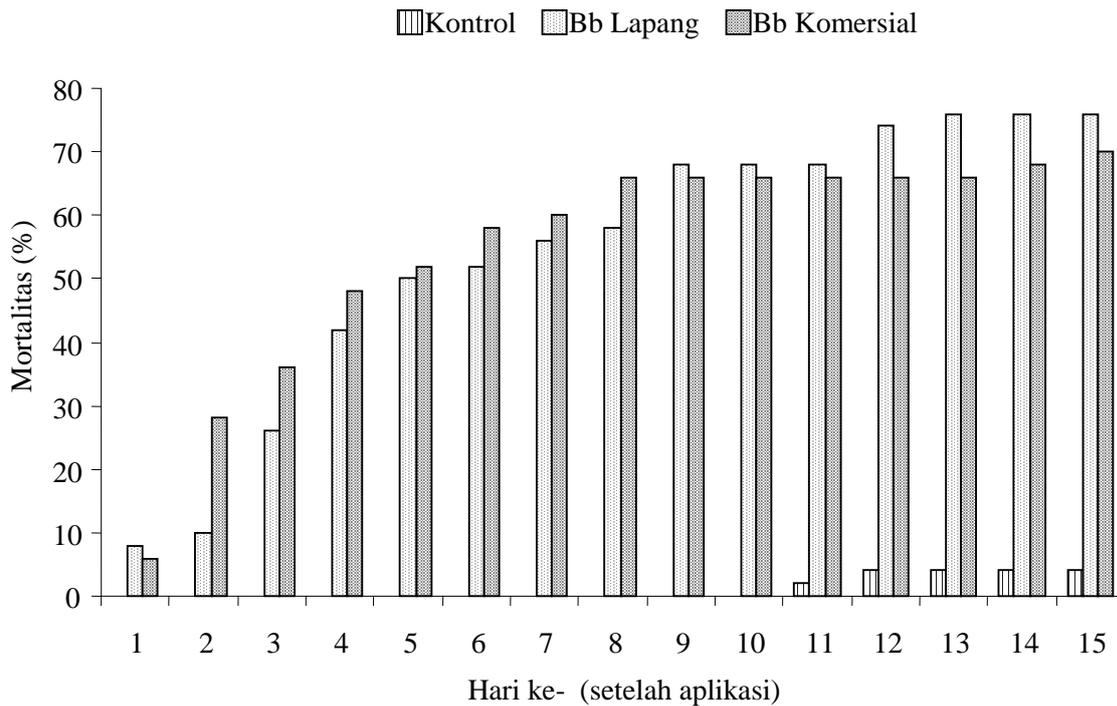
setelah aplikasi. Hal demikian terlihat baik pada aplikasi *B. bassiana* lapang maupun *B. bassiana* komersial (Gambar 1 dan Gambar 2).

Proses mortalitas kutudaun yang disebabkan oleh *B. bassiana* lapang maupun *B. bassiana* komersial berlangsung relatif singkat yaitu sejak hari ke-3 hingga hari ke-5 setelah aplikasi (Gambar 1). Pada tiga hari berikutnya tidak terlihat lagi adanya kematian yang baru. Adapun proses kematian kepik hijau oleh aplikasi *B. bassiana* terjadi dalam waktu yang lebih panjang yaitu sejak hari pertama hingga hari ke-15 setelah aplikasi (Gambar 2). Pada percobaan Nugroho *et al.* (1999) yang menggunakan jamur *Metarhizium anisopliae* dan kepik hijau terlihat bahwa kematian harian kepik itu berlangsung hingga hari ke-14 dan tidak terjadi lagi kematian yang baru sesudahnya.

Proses infeksi *B. bassiana* yang menimbulkan kematian kutudaun yang lebih singkat dibandingkan dengan proses kematian kepik hijau ini diduga terkait dengan ukuran (dan bobot) tubuh kutudaun yang lebih kecil dan lama waktu daur hidup kutudaun (13 – 18 hari) yang lebih pendek daripada daur hidup kepik hijau (60 – 80 hari) (Kalshoven, 1981). Perbedaan proses infeksi ini mungkin juga berhubungan dengan jumlah serangga uji yang digunakan pada tiap satuan percobaan (180 ekor kutudaun, sedangkan kepik hijau 10 ekor). Banyaknya populasi serangga yang bersama-sama berada dalam suatu patosistem akan berinteraksi sesamanya dan menimbulkan potensi kontak antara inokulum dengan serangga inang yang sakit maupun yang sehat. Besarnya



Gambar 1. Mortalitas harian kumulatif kutudaun (*Aphis* spp.) akibat aplikasi *B. bassiana* lapang dan *B. bassiana* komersial



Gambar 2. Mortalitas harian kumulatif kepik hijau (*Nezara viridula*) akibat aplikasi *B. bassiana* lapang dan *B. bassiana* komersial

Tabel 1. Pengaruh aplikasi jamur *B. bassiana* terhadap mortalitas kumulatif kutudaun (5 hsa) dan kepik hijau (15 hsa) di laboratorium

Perlakuan	Mortalitas (%)	
	Kutudaun	Kepik hijau
Kontrol (tanpa aplikasi <i>B. bassiana</i>)	8,06 a	4 a
Aplikasi <i>B. bassiana</i> lapang	78,80 c	76 b
Aplikasi <i>B. bassiana</i> komersial	27,42 b	70 b

Keterangan : angka-angka sekolom yang diikuti notasi huruf yang sama berarti tidak berbeda menurut uji BNT pada taraf nyata 5%

Tabel 2. Pengaruh aplikasi jamur *B. bassiana* terhadap periode letal dan virulensinya terhadap kutudaun dan kepik hijau di laboratorium

Perlakuan	Periode letal (hari)		Virulensi	
	Kutudaun	Kepik hijau	Kutudaun	Kepik hijau
Kontrol (tanpa aplikasi <i>B. bassiana</i>)	0 a	0 a	0 a	0 a
Aplikasi <i>B. bassiana</i> lapang	3,70 b	5,44 b	0,271 b	0,195 b
Aplikasi <i>B. bassiana</i> komersial	3,72 b	4,58 b	0,268 b	0,248 b

Keterangan : angka-angka sekolom yang diikuti notasi huruf yang sama berarti tidak berbeda menurut uji BNT pada taraf nyata 5%

potensi kontak ini berbanding lurus dengan daya infeksi patogennya (Dewi *et al.*, 1998). Penelitian aplikasi jamur entomopatogen *M. anisopliae* yang masih sekerabat dengan *B. bassiana* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) terhadap kepik hijau (Nugroho *et al.*, 1999) dan kutudaun kedelai (Arianti *et al.*, 2000) menunjukkan bahwa daya infeksi jamur meningkat seiring dengan peningkatan jumlah inang yang sudah terinfeksi maupun inang yang belum terinfeksi pada sekumpulan populasi inang.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *B. bassiana* lapang maupun komersial yang diuji mampu menimbulkan mortalitas kutudaun maupun kepik hijau. Aplikasi *B. bassiana* lapang tampak menimbulkan mortalitas kumulatif kutudaun harian (Gambar 1) maupun mortalitas kumulatif pada akhir pengamatan yang nyata lebih tinggi (78,8%) daripada perlakuan *B. bassiana* komersial (27,42%) (Tabel 1). Perbedaan mortalitas yang terjadi diduga disebabkan adanya perbedaan isolat atau inokulum-inokulum *B. bassiana* tersebut.

Trisawa & Laba (2006) yang meneliti keefektifan *B. bassiana* dengan konsentrasi 10 gram/liter terhadap kepik renda lada *Diconocoris hewetti* (Hemiptera : Tingidae) mendapatkan hasil adanya perbedaan yang nyata pada mortalitas kepik renda pada hari ke-9 setelah aplikasi, yaitu mortalitas sebesar 20% akibat aplikasi *B. bassiana* isolat ED3 dan mortalitas sebesar 80% akibat *B. bassiana* isolat ED6. Demikian pula hasil penelitian Soetopo *et al.* (2007) bahwa pada konsentrasi 1×10^9 konidia/ml, *B. bassiana* isolat Bb4a dan BbEd10 dapat menyebabkan mortalitas larva *Helicoverpa armigera* masing-masing 87,5% dan 80,0%, sedangkan isolat Fb4 hanya menimbulkan mortalitas 45%. Sedangkan penelitian Todorova *et al.* (2002) yang menguji patogenisitas 6 isolat *B. bassiana* terhadap kepik pentatomid *Perillus bioculatus* memperoleh hasil bahwa 5 isolat *B. bassiana* sangat patogenik yakni pada hari ke-8 dapat menimbulkan mortalitas serangga uji 77% atau lebih, sedangkan satu isolat lainnya hanya menimbulkan kematian 11% nimfa kepik tersebut.

Kematian serangga uji yang disebabkan oleh patogen serangga merupakan tanda paling nyata telah terjadinya proses infeksi. Proses infeksi sesungguhnya dimulai sejak inokulasi atau pendedahan (*expose*) inokulum patogen terhadap inang. Jangka waktu sejak inokulasi sampai terjadinya kematian inang disebut dengan periode letal patosistem yang bersangkutan, sedangkan kebalikan (*invers*) dari periode letal adalah besaran virulensi patogen tersebut (Susilo *et al.*, 1993).

Infeksi *B. bassiana* yang berasal dari lapang maupun komersial yang menimbulkan kematian pada kutudaun dalam kisaran waktu 3 – 5 hari (Gambar 1)

memiliki nilai periode letal berturut-turut sebesar 3,70 hari dan 3,72 hari serta nilai virulensi berturut-turut 0,271 dan 0,268 (Tabel 2). Meskipun besarnya periode letal dan nilai virulensi *B. bassiana* lapang maupun komersial secara statistik tidak berbeda tetapi mortalitas kumulatif kutudaun akibat aplikasi inokulum jamur *B. bassiana* lapang sebesar 78,80% berbeda nyata dengan mortalitas yang ditimbulkan oleh inokulum komersial (27,42%).

Pada percobaan ini terlihat bahwa inokulum *B. bassiana* komersial kurang efektif menekan populasi kutudaun (mortalitas 27,42%), namun tidak demikian halnya terhadap kepik hijau (mortalitas 70%). Fenomena ini mengarah pada dugaan adanya perbedaan respon serangga target terhadap *B. bassiana* (Tohidin *et al.*, 1993 ; Sabbahi *et al.*, 2008). Pada hasil uji efikasi *B. bassiana* terhadap kepik *Lygus lineolaris*, *Anthonomus signatus* dan *Otiorynchus ovatus* pada konsentrasi 1×10^8 konidia/ml menunjukkan bahwa kepik lebih rentan (waktu bertahan hidup hanya 4,41 hari) daripada kedua kumbang tersebut (waktu bertahan hidupnya berturut-turut mencapai 7,56 hari dan 8,29 hari) (Sabbahi *et al.*, 2008).

Selain hal itu, juga dimungkinkan adanya pengaruh konsentrasi (kerapatan konidia) dari inokulum dalam proses infeksi suatu patogen terhadap inangnya (Kim *et al.*, 2004).

Penelitian Baehaki & Noviyanti (1993) mengindikasikan bahwa untuk menginfeksi wereng coklat padi dengan tingkat mortalitas 71%, jamur *M. anisopliae* perlu diaplikasikan dengan kerapatan konidia 10^{15} dalam volume semprot 500 liter per hektar, sedangkan pada percobaan lain untuk menginfeksi ulat api *Darna catenata* dengan tingkat mortalitas 100% dibutuhkan kerapatan konidia *B. bassiana* sebesar $39,90 \times 10^6$ /ml (Daud *et al.*, 1993).

Oleh karenanya, rendahnya mortalitas kutudaun akibat aplikasi inokulum *B. bassiana* komersial mungkin karena kurangnya kerapatan konidia jamur tersebut. Hal ini sejalan dengan Prayogo (2006) bahwa salah satu upaya untuk menambah keefektifan suatu cendawan entomopatogen perlu dilakukan penentuan konsentrasi aplikasi yang tepat.

Adapun pada kepik hijau perlakuan *B. bassiana* lapang menimbulkan mortalitas 76% , periode letal 5,44, dan nilai virulensi 0,195. Hasil ini tidak berbeda dengan perlakuan *B. bassiana* komersial yang menimbulkan mortalitas 70%, periode letal 4,58 dan virulensi 0,248 (Tabel 1 dan Tabel 2). Hal ini menunjukkan bahwa baik *B. bassiana* lapang maupun komersial memiliki keefektifan yang tidak berbeda terhadap kepik hijau.

SIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Inokulum *B. bassiana* dari lapang (yang telah diisolasi dan dibiakkan di laboratorium *Biocontrol* PT Gunung Madu Plantations) dan *B. bassiana* komersial (Natural BVR) nyata bersifat patogenik dan dapat menimbulkan mortalitas kutudaun masing-masing sebesar 78,8% dan 27,42%, serta dapat menimbulkan mortalitas kepik hijau masing-masing sebesar 76% dan 70%.
2. Periode letal kedua inokulum *B. bassiana* tersebut pada kutudaun ialah 3,70 hari dan 3,72 hari, sedangkan pada kepik hijau 5,44 hari dan 4,58 hari.
3. Virulensi inokulum *B. bassiana* lapang dan *B. bassiana* komersial pada kutudaun berturut-turut sebesar 0,271 dan 0,268, sedangkan pada kepik hijau berturut-turut sebesar 0,195 dan 0,248.
4. Inokulum *B. bassiana* komersial (Natural BVR) – pada konsentrasi 10^7 konidia per mililiter – kurang efektif menekan populasi kutudaun dibandingkan inokulum *B. bassiana* lapang.

SANWACANA

Tulisan ini adalah bagian dari hasil kegiatan hibah penelitian dalam Program Hibah Kompetisi A2 Jurusan Proteksi Tanaman 2005/2006. Kepada Ibu Ir. Lestari Wibowo, M.P. dan Bapak Ir. Nuryasin, M.Si. disampaikan terimakasih atas masukan-masukan yang amat berharga. Ucapan serupa disampaikan kepada Sdr. Heni Lestari, S.P. dan Wiwik Prihartati, S.P. atas kerjasamanya yang baik dalam pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Arianti, M.P.D., F.X. Susilo, & Indriyati. 2000. Daya tular dan keterpautan kepadatan inokulum cendawan *Metarhizium anisopliae* pada kutudaun kedelai (*Aphis glycines*). *J. Pen. Pengb. Wil. Lahan Kering* 22 (1): 21-27.
- Baehaki, S.E. & Noviyanti. 1993. Pengaruh umur biakan *Metarhizium anisopliae* strain lokal Sukamandi terhadap perkembangan wereng coklat. *Prosiding*

Makalah Simposium Patologi Serangga I. Yogyakarta, 12-13 Oktober 1993. pp. 113-124.

- Balitkabi (Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian). 2008. *Hama dan Penyakit Kedelai Penting dan Potensi Agensia Hayati di Jawa Timur*. <http://balitkabi.malang.te.net.id/index.php>. Diakses tanggal 20 Juni 2009.

- Daud, I. D., A. Papulung, & Mery. 1993. Efektivitas lima konsentrasi suspensi spora *Beauveria bassiana* Vuill. terhadap mortalitas tiga instar larva *Darna catenata* Snellen (Lepidoptera: Caenata). *Prosiding Makalah Simposium Patologi Serangga I*. Yogyakarta, 12-13 Oktober 1993. pp. 125-134.

- Dewi, M., F.X. Susilo, & A.M. Hariri. 1998. Daya infeksi, efisiensi penularan, dan periode letal penyakit muskardin hijau (*Metarhizium anisopliae*) pada wereng batang coklat padi (*Nilaparvata lugens*). *Jurnal Penelitian Pertanian* 9 (9): 156-166.

- Haryono, H., S. Nuraini, & Riyatno. 1993. Prospek penggunaan *Beauveria bassiana* untuk pengendalian hama tanaman perkebunan. *Prosiding Makalah Simposium Patologi Serangga I*. Yogyakarta, 12-13 Oktober 1993. pp. 75-81.

- Kalshoven, L.G.E. 1981. *The Pests of Crops in Indonesia*. Revised and translated by P.A. Van der Laan & G.H.L. Rothschild. PT Ichtar Baru-van Hoeve. Jakarta.

- Kim, J.J., M.H. Lee, C.S. Yoon, H.S. Kim, J.K. Yoo, & K.C. Kim. 2004. *Control of cotton aphid and greenhouse whitefly with fungal pathogen*. <http://www.agnet.org/library/eb/502b>. Diakses tanggal 20 Juni 2009.

- Nugroho, A.N., F.X. Susilo, & Indriyati. 1999. Potensi kontak antara inokulum dan inang menentukan efisiensi penularan penyakit muskardin hijau pada kepik hijau kedelai. *J. Pen. Pengb. Wil. Lahan Kering*. 24 : 28-36.

- Prayogo, Y. 2006. Upaya mempertahankan keefektifan cendawan entomopatogen untuk mengendalikan hama tanaman pangan. *Jurnal Litbang Pertanian* 25 (2): 47-54.
- Sabbahi, R., A. Merzouki, & C. Guertin. 2008. Efficacy of *Beauveria bassiana* against the Strawberry pest, *Lygus lineolaris*, *Anthonomus signatus* and *Otiorynchus ovatus*. *J. Appl. Entomology* 132(2): 151-160
- Saleh, N. 2007. Sistem Produksi Kacang-kacangan untuk Menghasilkan Benih Bebas Virus. *Iptek Tanaman Pangan* 2 (1): 66-78. <http://www.puslittan.bogor.net/>. Diakses tanggal 20 Juni 2009.
- Susilo, F.X., R. Hasibuan, G.L. Nordin, & G.C. Brown. 1993. The concept of threshold density in insect pathology: A Theoretical and experimental study on *Tetranychus - Neozygites* mycosis. *Prosiding Makalah Simposium Patologi Serangga I*. Yogyakarta, 12-13 Oktober 1993. pp. 29-37.
- Susilo, F.X., I.G. Swibawa, M. Solikhin, & S.W. Supriyono. 1994. Effect of pesticide use on non-target soybean arthropods in Central Lampung, Indonesia. In: *Environmental Toxicology in South East Asia* (B. Widianarko, K. Vink, & N.M. van Straalen, Eds.). VU Univ. Press. Amsterdam. pp. 129-144.
- Soetopo, D. & I. Indrayani. 2007. Status Teknologi dan Prospek *Beauveria bassiana* Untuk Pengendalian Serangga Hama Tanaman Perkebunan Yang Ramah Lingkungan. *Perspektif* 6 (1): 29-46. <http://perkebunan.litbang.go.id/publikasi/perspektif>. Diakses tanggal 20 Juni 2009.
- Soetopo, D., S.G. Reyes, & D.R. Santiago. 2007. Laboratory assay of *Beauveria bassiana* against *Helicoverpa armigera*. *Proceedings on The 1st International Conference of Crop Security 2005 at Brawijaya University, Malang, September 20th-22nd, 2005*, pp.46-55.
- Tengkano, W., T. Okada, L. Taulu, & Suhargiyantoro. 1988. Jenis dan penyebaran hama pengisap polong di Indonesia. *Seminar Hasil Penelitian Hama Kedelai*. Balittan Bogor, 6 Desember 1988.
- Tengkano, W., Supriyatin, Suharsono, Bedjo, P. Yusmani, & Purwantoro. 2007. Status Hama Kedelai dan Musuh Alami pada Agroekosistem Lahan Kering Masam Lampung. *Iptek Tanaman Pangan* No. 3: 93-109. <http://www.puslittan.bogor.net/>. Diakses tanggal 20 Juni 2009.
- Thungrabeab, M. & S. Tongma. 2007. Effect Of Entomopathogenic Fungi, *Beauveria bassiana* (Balsam) and *Metarhizium anisopliae* (Metsch) on Non Target Insects. *J. KMITL Sci. Tech.* 7 (S1): 8-12.
- Todorova, S.I., C. Cloutier, J.C. Côté, & D. Coderre. 2002. Pathogenicity of six isolates of *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin (Deuteromycotina, Hyphomycetes) to *Perillus bioculatus* (F) (Hem., Pentatomidae). *J. Appl. Entomology* 126 (4): 182-185.
- Tohidin, A.T. Lisrianto, & B.P. Machdar. 1993. Daya bunuh jamur entomopatogen *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin terhadap *Leptocorisa acuta* di rumah kaca. *Prosiding Makalah Simposium Patologi Serangga I*. Yogyakarta, 12-13 Oktober 1993. pp. 135-143.
- Trisawa, I.M., & I.W. Laba. 2006. Keefektifan *Beauveria bassiana* dan *Spicaria* sp. Terhadap kepik renda lada *Diconocoris hewetti* (Dist.) (Hemiptera: Tingidae). *Bull. Littro.* 17 (2): 99-106.
- US EPA. 2006. *Beauveria bassiana* strain GHA(128924) Technical Document. RE. http://www.epa.gov/pesticides/biopesticides/ingredients/tech_docs/tech_128924.html. Diakses tanggal 20 Juni 2009.