Jurnal Proteksi Tanaman
Journal of Plant Protection
ISSN : 2580-0604

Vol 1 No.1 (2017): 10 – 17
Website: http://jpt.faperta.unand.ac.id/index.php/jpt

Karakterisasi Fisiologi Beberapa Isolat Cendawan Entomopatogen *Beauveria Bassiana* Dan Virulensinya Terhadap *Spodoptera Litura*

Trizelia, Novri Nelly, A. Meizon Hendrik
Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang
Email : trizelia@yahoo.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari karakter fisiologi isolat *B. bassiana* yang berasal dari berbagai inang dan virulensinya terhadap *Spodoptera litura*. Lima isolat *B. bassiana* yang diuji diisolasi dari hama *Leptocorisa oratorius* (F.) dan *Hypothenemus hampei* (Ferr.), rizosfer tanaman bawang daun buah kakao dan batang gandum. Karakter fisiologi yang diamati adalah daya kecambah konidia, pertumbuhan koloni, dan sporulasi, Cendawan diperbanyak pada media SDAY dan uji virulensi dilakukan terhadap larva instar II *S. litura*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa daya kecambah konidia, pertumbuhan koloni dan sporulasi bervariasi antar isolat. Isolat *B. bassiana* yang diisolasi dari *L. oratorius* dan buah kakao memiliki karakter fisiologi yang lebih baik dibandingkan dengan isolat lain. Kedua isolat ini juga lebih virulen terhadap larva instar II *S. litura* dengan mortalitas sebesar 80 – 81,67%.

Kata kunci: fisiologi, cendawan entomopatogen, *Beauveria bassiana, Spodoptera litura*, virulensi

PENDAHULUAN

Ulat grayak (*Spodoptera litura)* merupakan salah satu jenis hama penting yang menyerang tanaman palawija dan sayuran di Indonesia. Hama ini sering mengakibatkan penurunan produktivitas bahkan kegagalan panen karena menyebabkan daun menjadi robek dan buah berlubang. Bila tidak segera dikendalikan maka daun atau buah tanaman di areal pertanian akan habis (Lembaga Pertanian Sehat, 2008). *S. litura* menyerang tanaman budidaya pada fase vegetatif dan generatif. Pada fase vegetatif larva memakan daun tanaman yang muda sehingga tinggal tulang daun saja dan fase generatif dengan memakan polong–polong muda. Serangan *S. litura* menyebabkan kerusakan sekitar 12,5 % dan lebih dari 20 % pada tanaman umur lebih dari 20 hari setelah tanam. Serangan berat akan menyebabkan tanaman mati (Hennie et al., 2003; Adisarwanto dan Wudianto, 1999).

Sejauh ini pengendalian hama tanaman yang dilakukan oleh para petani, termasuk pengendalian *S. litura* masih mengandalkan insektisida kimia (Marwoto, 2008). Petani umumnya menggunakan insektisida kimia yang intensif (dengan frekuensi dan dosis tinggi). Hal ini mengakibatkan timbulnya dampak penggunaan pestisida seperti: gejala resistensi, resurjensi hama, terbunuhnya musuh alami, meningkatnya residu pada hasil, mencemari lingkungan dan gangguan kesehatan bagi pengguna (Direktorat Perlindungan Tanaman Hortikultura, 2008).

Dengan demikian perlu diupayakan pemanfaatan pestisida yang ramah terhadap lingkungan, mudah terurai di alam, tidak mencemari ekosistim serta relatif aman terhadap manusia dan ternak. Pestisida hayati (biopestisida) yang berbahan aktif mikroba (cendawan *Beauveria bassiana*) merupakan salah satu alternatif yang bisa dimanfaatkan untuk pengendalian hama pada usaha tani komoditi sayuran organik. Penggunaan biopestisida ini dapat mengurangi residu beracun pada produk sayuran organik sehingga aman untuk dikonsumsi.

Hasil uji laboratorium menunjukkan bahwa penggunaan *B. bassiana* dapat

mematikan hama kubis *Crocidolomia. pavonana* sampai 80%. Mortalitas larva sangat tergantung pada sumber isolat (Trizelia & Nurdin 2010). *B. bassiana* dilaporkan efektif dalam mengendalikan beberapa jenis hama bawang merah seperti *S. exigua* , *S. litura* dan *Neotoxoptera* sp. (Rusli & Trizelia, 2009; Trizelia & Rusli, 2011; Trizelia & Nelly, 2013).

B. bassiana terdapat di seluruh dunia dan merupakan cendawan entomopatogen yang memiliki jenis inang terbanyak diantara cendawan entomopatogen lain. Inangnya terutama adalah serangga dari ordo Lepidoptera, Coleoptera, Hemiptera, Diptera dan Hymenoptera (Tanada & Kaya 1993). Oleh karena itu *B. bassiana* memiliki *strain* atau isolat yang kadang-kadang tidak bisa dibedakan secara morfologi dan mempunyai karakter genetik dan fisiologi yang berbeda. Adanya keragaman dalam spesies *B. bassiana* ditunjukkan oleh adanya perbedaan patogenisitas (Hajek & St. Leger 1994). Hasil penelitian Trizelia (2005) menunjukkan bahwa perbedaan virulensi cendawan terhadap hama kubis *Crocidolomia. pavonana* berhubungan dengan perbedaan sifat fisiologi antara isolat *B. bassiana*. Berdasarkan hal tersebut, maka penelitian ini bertujuan untuk mempelajari karakter fisiologi isolat *B. bassiana* yang berasal dari berbagai inang dan virulensinya terhadap *Spodoptera litura*.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini telah dilaksanakan dari Maret sampai Agustus 2015 di Laboratorium Pengendalian Hayati Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian Universitas Andalas

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 5 isolat sebagai perlakuan dan 4 ulangan. Isolat yang digunakan adalah BbTBKA5, BbLoDk, BbHhKA12, BbKT2B2 dan BbGTD3.1.2. keterangan dari masing-masing isolat dapat dilihat pada Tabel 1. Data yang diperoleh selanjutnya diolah dengan sidik ragam dan jika berbeda nyata dilanjutkan dengan uji Tukey (HSD) pada taraf nyata 5%..

Pelaksanaan Penelitian

Koleksi dan Perbanyakan Isolat

Isolat *Beauveria bassiana* yang digunakan dalam penelitian ini merupakan koleksi Laboratorium Pengendalian Hayati Jurusan HPT Fakultas Pertanian Universitas Andalas. Seluruh isolat ditumbuhkan pada medium *Sabouraud Dextrose Agar + Yeast Extract* (SDYA).

Perbanyakan larva *S. litura*

Larva *S. litura* dikumpulkan dari pertanaman bawang daun/kubis di lapangan dan dipelihara dalam kotak plastik serta diberi makanan berupa daun bawang/kubis yang masih segar. Makanan larva diganti jika habis atau sudah tidak segar lagi.

Larva-larva tersebut dipelihara sampai membentuk pupa dan imago. Selanjutnya imago yang diperoleh dimasukkan ke dalam kurungan serangga yang telah berisi tanaman bawang daun/kubis sebagai tempat peletakkan telur. Sebagai makanan imago digunakan madu dengan konsentrasi 10%. Kelompok telur yang diletakkan

Tabel 1 Sumber isolat *B. bassiana* yang digunakan

Isolat	Sumber inang	Lokasi
BbTBKA5	Tanah Bawang daun	Kayu Aro(Solok)
BbLoDk	*Leptocorisa oratorius* (F.) (Hemiptera: Coreidae)	Duku (Padang Pariaman)
BbHhKA12	*Hypothenemus hampei* (Ferr.) (Coleoptera: Scolytidae)	Kayu Aro (Solok)
BbKT2B2.2	Buah Kakao	Kayu Tanam (Padang Pariaman)
BbGTD3.1.2	Batang Gandum	Koto Laweh (Tanah Datar)

dipindahkan ke kotak plastik lain dan dipelihara sampai telur menetas.

Persiapan Suspensi Konidia

Seluruh isolat diperbanyak pada media SDAY dalam cawan petri pada suhu 25^{o} C selama 15 hari. Konidia cendawan dipanen dengan cara menambahkan 5 ml akuades steril dan 0.05% Tween 80 sebagai bahan perata ke dalam cawan Petri dan konidia dilepas dari media dengan kuas halus. Suspensi disaring dan konsentrasi konidia dihitung dengan menggunakan hemositometer.

Pengamatan

Evaluasi Daya Kecambah Konidia

Daya kecambah konidia ditentukan menurut metode yang dikemukakan oleh Junianto & Sukamto (1995). Medium SDAY yang berbentuk lempengan dengan ukuran luas sekitar 1 cm^2 dan tebal 1-2 mm diletakkan di atas gelas objek steril. Di atas medium diteteskan 10 µl suspensi konidia yang mengandung 10^6 konidia/ml dan dimasukkan ke dalam cawan Petri steril yang diisi dengan kertas saring lembab dan diinkubasikan Pengamatan menggunakan mikroskop cahaya dengan perbesaran 400 kali. Persentase kecambah dihitung dari 100 konidia. Konidia dinyatakan berkecambah apabila panjang tabung kecambah telah melebihi diameter konidia.

Laju Pertumbuhan Koloni

Potongan miselium dengan agar dari masing-masing isolat yang telah berumur 7 hari dengan diameter 10 mm diinokulasikan pada media SDAY dalam cawan Petri dan diinkubasikan pada suhu 25°C. Diameter koloni dari masing-masing isolat diukur setiap 5 hari sampai hari ke – 20.

Sporulasi

Untuk menghitung sporulasi masing-masing isolat dilakukan dengan cara menyiapkan suspensi konidia dengan konsentrasi 10^5 konidia/ml. Untuk masing-masing isolat, 0.1 ml suspensi konidia dimasukkan dalam cawan Petri (berukuran 9 cm) yang telah berisi media SDAY. Biakan diinkubasikan selama 21 hari pada suhu 25°C. Setelah 15 hari, biakan pada cawan Petri dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer dan ditambahkan 50 ml akuades steril. Biakan divorteks selama 5 menit, disaring dan diencerkan sampai 4 kali. Konsentrasi konidia dari suspensi dihitung dengan hemositometer dan rata-rata jumlah konidia per cawan Petri dibandingkan antar isolat.

Uji Patogenisitas

Instar larva *S. litura* yang diuji adalah larva instar II yang berumur satu hari. Konsentrasi konidia dari masing-masing isolat yang digunakan adalah10^8 konidia/ml. Inokulasi cendawan dilakukan dengan cara menyemprotkan suspensi konidia pada bagian dorsal tubuh larva dengan menggunakan handsprayer. Larva kemudian diberi makan dengan daun kubis segar. Satuan percobaan terdiri dari 10 ekor larva. Mortalitas larva diamati setiap hari hingga tujuh hari setelah aplikasi cendawan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

Daya Kecambah Konidia

Hasil penelitian menunjukkan bahwa daya kecambah konidia antar isolat *B. bassiana* berbeda nyata (Tabel 2). Isolat BbLoDk memiliki daya kecambah konidia tertinggi (89.00%) dibandingkan dengan isolat lain dan isolat BbKT2B2.2 memiliki daya kecambah konidia paling rendah, yaitu

Tabel 2. Rata-rata daya kecambah konidia berbagai isolat *B. bassiana*

Isolat	Daya Kecambah konidia (%) ± SD
BbLoDk	89.00 ± 2.71 a
BbHhKA12	78.00 ± 3.16 b
BbGTD3.1.2	75.00 ± 2.45 b
BbTBKA5	74.31 ± 1.98 b
BbKT2B2.2	63.90 ± 2.62 c

Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Tukey (HSD) pada taraf nyata 5%..

63.90%. Isolat yang memiliki daya kecambah konidia yang tinggi akan mempunyai peluang yang besar untuk bisa menimbulkan infeksi dan mematikan serangga uji.

Pertumbuhan Koloni

Hasil pengamatan terhadap pertumbuhan koloni berbagai isolat *B. bassiana* setelah 20 hari masa inkubasi memperlihatkan perbedaan yang nyata (Tabel 3). Isolat BbLoDk, BbKT2B2.2, dan BbTBKA5 mempunyai pertumbuhan koloni yang lebih cepat dibandingkan dengan isolat lain. Dalam waktu 20 hari diameter koloni telah mencapai lebih dari 8 cm

Tabel. 3 Rata-rata diameter koloni berbagai isolat *B. bassiana* setelah 20 hari masa inkubasi dalam suhu ruang.

Isolat	Diameter koloni (cm) ± SD
BbLoDk	8.745 ± 0.11 a
BbKT2B2.2	8.575 ± 0.29 a
BbTBKA5	8.500 ± 0.21 a
BbGTD3.1.2	6.682 ± 1.24 b
BbHhKA12	6.270 ± 0.55 b

Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Tukey (HSD) pada taraf nyata 5%..

Sporulasi

Jumlah konidia yang dihasilkan masing-masing isolat setelah 15 hari masa inkubasi memperlihatkan hasil yang berbeda nyata. Isolat BbLoDk memiliki kemampuan sporulasi yang tertinggi yaitu mampu menghasilkan konidia sebanyak 17.75 x 10^8 konidia/ml dan berbeda nyata dengan isolat yang lain (Tabel 4). Isolat yang akan dipilih sebagai agens pengendali hayati harus memiliki kemampuan menghasilkan konidia yang tinggi, karena konidia sangat penting untuk infeksi dan pemencaran cendawan

Tabel 4. Jumlah konidia yang diproduksi selama 21 hari masa inkubasi dalam suhu ruang.

Isolat	Jumlah konidia/ml (x10^8) ± SD
BbLoDk	17.75 ± 2.50 a
BbGTD3.1.2	17.00 ± 3.68 a
BbTBKA5	15.25 ± 1.93 a
BbKT2B2.2	10.50 ± 2.94 ab
BbHhKA12	7.75 ± 3.72 b

Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Tukey (HSD) pada taraf nyata 5%.

Mortalitas Larva *S. litura*

Hasil penelitian menunjukkan bahwa isolat *B. bassiana* yang berasal dari geografi dan inang yang berbeda mempunyai virulensi yang berbeda nyata terhadap larva *S. litura* instar II. Isolat BbLoDk merupakan isolat yang paling virulen dengan rata-rata mortalitas larva tertinggi yaitu 81.67% pada pengamatan hari ketujuh setelah aplikasi konidia, berbeda tidak nyata dengan isolat BbKT2B2.2 dengan mortalitas larva 80% . Isolat BbTBKA5 merupakan isolat yang mempunyai kategori virulensi sangat rendah dengan mortalitas 36.66% (Tabel 5).

Tabel 5. Mortalitas larva *S. litura* instar II tujuh hari setelah aplikasi 5 isolat *B. bassiana* pada konsentrasi 10^8 konidia/ml.

Isolat	Mortalitas (%) ± SD
BbLoDk	81.67 ± 6.39 a
BbKT2B2.2	80.00 ± 5.45 a
BbHhKA12	55.00 ± 14.78 b
BbGTD3.1.2	47.50 ± 8.77 bc
BbTBKA5	36.66 ± 3.85 c
Kontrol	1.67 ± 3.33 d

Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Tukey (HSD) pada taraf nyata 5%.

Berdasarkan nilai LT_{50} terlihat ada perbedaan antar isolat (Tabel 6) dan perbedaan nilai LT_{50} berkaitan dengan virulensi isolat. Nilai LT_{50} *B. bassiana* berkisar antara 5.18 hari – 10.20 hari.

Isolat BbKT2B2.2 dan BbLoDk memiliki nilai LT_{50} tersingkat dibandingkan dengan isolat lain (5.18 dan 5.31 hari)

Tabel 6. Nilai LT_{50} berbagai isolat *B. bassiana*.

Isolat	LT_{50} (SK 95%) (hari)
BbLoDk	5.31 (4.25 – 7.36)
BbKT2B2.2	5.18 (4.35 – 6.35)
BbHhKA12	7.02 (6.40 – 8.32)
BbGTD3.1.2	7.86 (6.78 – 10.43)
BbTBKA	10.20 (7.68 – 18.91)

Pembahasan

Adanya variasi daya kecambah setiap isolat diduga disebabkan oleh adanya perbedaan kebutuhan nutrisi dari masing-masing isolat. Menurut Tanada dan Kaya (1993) dan Hatzipapas *et al*. (2002) perkecambahan konidia sangat tergantung pada kondisi lingkungan seperti kelembaban, suhu dan cahaya serta nutrisi. Pemicu perkecambahan berhubungan dengan ada atau tidak adanya serta konsentrasi nutrisi di luar konidia yang berhubungan dengan karakteristik permukaan spesies inang dari mana isolat tersebut diperoleh. Taborsky (1992) mengemukakan bahwa kebutuhan nutrisi untuk pertumbuhan cendawan entomopatogenik sangat bervariasi tergantung pada spesies dan *strain* cendawan. Menurut Leland (2001) evaluasi daya kecambah konidia cendawan entomopatogen perlu dilakukan terutama apabila cendawan tersebut akan dikembangkan sebagai bioinsektisida. Dalam pemilihan isolat yang akan digunakan, kecepatan perkecambahan konidia juga harus diperhitungkan. Isolat yang berkecambah lebih cepat lebih berpotensi untuk menimbulkan infeksi, karena isolat ini akan terhindar dari pengaruh kekeringan, pengaruh dari mikroorganisme lain dan terlepas dari kutikula serangga pada waktu ekdisis.

Isolat *B. bassiana* yang tumbuh lebih cepat lebih menguntungkan dalam penggunaannya sebagai agens pengendali hayati. Hal ini disebabkan karena lebih sedikit waktu yang dibutuhkan untuk memperbanyak cendawan, lebih mampu bersaing dengan mikroorganisme lain dan lebih cepat untuk menimbulkan infeksi pada serangga. Hasil penelitian Kassa (2003) menunjukkan adanya perbedaan pertumbuhan koloni antar isolat *B. bassiana* yang dikoleksi dari berbagai daerah di Ethiopia dan Sudan, tetapi hasil penelitian Varela dan Morales (1996) menunjukkan bahwa pertumbuhan koloni antar isolat *B. bassiana* tidak berbeda nyata Bidochka *et al*. (2000) mengemukakan bahwa cendawan entomopatogen *B. bassiana* yang ditumbuhkan pada medium kompleks seperti PDA akan mampu menghasilkan konidia lebih dari 10^9 konidia/cawan Petri dan kemampuan menghasilkan konidia akan bervariasi tergantung pada isolat. Isolat yang mampu bersporulasi dengan baik lebih menguntungkan karena isolat tersebut mampu menimbulkan epizootik dalam waktu yang lebih pendek dan untuk perbanyakan dengan tujuan produksi bioinsektisida membutuhkan jumlah inokulum yang lebih sedikit (Varela dan Morales 1996). Apabila sporulasi sedikit, maka pemencaran *B. bassiana* akan terbatas dan kemampuannya sebagai agens pengendali hayati juga akan berkurang (Junianto dan Sukamto 1995).

Adanya perbedaan virulensi dari 5 isolat *B. bassiana* yang diuji diduga disebabkan karena adanya perbedaan karakter fisiologi antar isolat seperti daya kecambah konidia,laju pertumbuhan koloni, kemampuan bersporulasi dan metabolisme sekunder yang dihasilkan yaitu berupa kemampuan menghasilkan enzim dan toksin dan karakter genetik. Hasil penelitian Trizelia (2005) menunjukkan bahwa perbedaan virulensi antar isolat *B. bassiana* terhadap larva *C. pavonana* disebabkan oleh adanya perbedaan karakter fisiologi dan genetik dari isolat. Selanjutnya Geden *et al.* (1995) mengemukakan bahwa adanya perbedaan virulensi isolat *B. bassiana* terhadap *Musca domestica* Linn. (Diptera: Muscidae) disebabkan oleh adanya perbedaan kemampuan daya kecambah konidia dari masing-masing isolat dan daya kecambah konidia merupakan salah satu faktor penentu virulensi. Tanada dan Kaya (1993) selanjutnya mengemukakan bahwa adanya perbedaan virulensi antar isolat

disebabkan karena adanya perbedaan kemampuan menghasilkan enzim dan mikotoksin selama berjalannya proses infeksi pada serangga seperti pada saat kontak dengan kutikula dan di dalam hemosoel. Isolat yang virulen memiliki aktivitas enzim yang lebih tinggi dibandingkan dengan isolat yang avirulen.

Isolat BbKT2B2.2 dan BbLoDk memiliki nilai LT_{50} tersingkat dibandingkan dengan isolat lain (5.18 dan 5.31 hari) dan hal ini berarti bahwa waktu yang dibutuhkan untuk mematikan 50% larva *S. litura* lebih singkat dibandingkan dengan isolat lain. Neves dan Alves (2004) mengemukakan bahwa waktu kematian serangga dipengaruhi oleh dosis aplikasi dan virulensi dari isolat. Adanya perbedaan nilai LT_{50} antar isolat *B. bassiana* juga dilaporkan oleh Junianto dan Sulistyowati (1994) yang mengemukakan isolat *B. bassiana* yang virulen terhadap *H. hampei* (Bb-704) lebih cepat mematikan imago dengan nilai LT_{50} yang lebih pendek yaitu 4.6 hari daripada isolat yang avirulen (Bb-706) yang memiliki nilai LT_{50} 7.1 hari. Trizelia (2005) melaporkan isolat *B. bassiana* yang virulen terhadap *Crocidolomia pavonana* (Bb-Cp) lebih cepat mematikan larva dengan nilai LT_{50} yang lebih pendek yaitu 5.69 hari daripada isolat yang avirulen (Bb-Cc) yang memiliki nilai LT_{50} 8.20 hari.

KESIMPULAN

Karakter fisiologi dari lima isolat *B. bassiana* bervariasi antar isolat, baik pada daya kecambah konidia, pertumbuhan koloni maupun sporulasi. Isolat BbLoDk memiliki karakter fisiologi yang lebih baik dibandingkan dengan isolat lain. Hasil uji virulensi terhadap larva *S. litura* juga menunjukkan bahwa isolat BbLoDk mampu mematikan larva sampai 81.67% dengan nilai nilai LT_{50} 5.31 hari

UCAPAN TERIMA KASIH

Melalui kesempatan ini penulis menyampaikan penghargaan dan terima kasih kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Hibah Penelitian Nomor 030/SP2H/PL/ DIT.LITABMAS/II/2015 tanggal 5 Februari 2015 yang telah membantu pendanaan penelitian ini sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan lancar.

DAFTAR PUSTAKA

Adisarwanto T., R. Wudianto. 1999. Meningkatkan Hasil Panen Kedelai di Lahan Sawah Kering, Pasang Surut.Penebar Swadaya: Jakarta

Bidochka MJ, AM Kamp, JNA de Croos. 2000. Insect pathogenic fungi: from genes to populations. Di dalam: Kronstad JW, editor. *Fungal Pathology*. Netherlands; Kluwer Academic Publishers. Hlm 171-193.

Direktorat Perlindungan Tanaman Hortikultura. 2008. Pengenalan dan Pengendalian Hama Tanaman Sayuran Prioritas. Direktorat Perlindungan Tanaman Hortikultura: Jakarta.

Geden CJ, DA Rutz, DC Steinkraus. 1995. Virulence of different isolates and formulations of *Beauveria bassiana* for house flies and the parasitoid *Muscidifurax raptor*. *Biol Contr* 5:615-621.

Hajek AE, RJ St. Leger. 1994. Interactions between fungal pathogens and insect hosts. *Annu Rev Entomol* 39:293-322.

Hatzipapas P, K K alosaka, A Dara, C Christias. 2002. Spore germination and appressorium formation in the entomopathogenic *Alternaria alternata*. *Mycol Res* 106(11): 1349-1359.

Hennie. J Laoh., F. Puspita, Hendra. 2003. Kerentanan Larva *Spodoptera litura* F terhadap Virus *Nuklear Polyhedrosis.* Jurnal Natur Indonesia. http://www.unri.ac.id/ jurnal/jurnal_nature /vol5(2) [25 Februari 2009].

Junianto YD, S Sukamto. 1995. Pengaruh suhu dan kelembaban relatif terhadap perkecambahan, pertumbuhan dan sporulasi beberapa isolat *B. bassiana*. *Pelita Perkebunan* 11(2):64-75.

Junianto YD, E Sulistyowati. 1994. Virulence of several *Beauveria bassiana* Bals. Vuill. isolates on coffee berry borer (*Hypothenemus hampei* Ferr.) under various relative humidities. *Pelita Perkebunan* 10(2):81-86.

Kassa A. 2003. Development and testing of mycoinsecticides based on submerged spores and aerial conidia of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* (Deuteromycotina: Hyphomcete) for control of locusts, grasshoppers and storage pests. [Dissertation]. Gottingen: hlm. 74-90. *http//wcbdoc.sub.gwdg.de/diss/ 2003/kassa/kassa.pdf*. [11 Oktober 2004].

Leland JE. 2001. Environmental-stress tolerant formulation of *Metarhizium anisopliae var. acridum* for control of African desert locust (*Schistocerca gregaria*). [Dissertation]. Blacksburg, Virginia: Faculty of Virginia Polytechnic Institute and State University. http://scholar.lib. vt.edu/theses/available/etd_120520 01_115455/unrestricted/Jleland'Dis sertation.PDF. [11 Oktober 2004].

Lembaga Pertanian Sehat | Develop Useful Innovation for Farmers. 2008. Virus Patogen Serangga: Bio-Insektisida Ramah Lingkungan. http://www.pertaniansehat.or.id/?pi lih=news&aksi=lihat&id=19. [11 Oktober 2008].

Marwoto, S. 2008. Strategi dan Komponen Teknologi Pengendalian Ulat Grayak (*Spodoptera litura* fabricius) pada Tanaman Kedelai. Jurnal Litbang Pertanian 27 (4): Malang. www.pustaka-deptan.go.id publikasi/p3274083.pdf.

Neves PMOJ, SB Alves. 2004. External events related to the infection process of *Cornitermes cumulans* (Kollar) (Isoptera: Termitidae) by the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae. Neotropical Entomology* 33(1): 051-056.

Rusli R Trizelia. 2009. Perbanyakan *Beauveria Bassiana* Pada Limbah Organik, Formulasi Dan Uji Efektivitasnya Sebagai Bioinsektisida Untuk Pengendalian Hama *Spodoptera Exigua* Hubner (Lepidoptera: Noctuidae). Laporan Penelitian Hibah Strategis Nasional

Taborsky V. 1992. *Small Scale Processing of Microbial Pesticides*. *FAO Agricultural Services Bulletin No. 96.* Rome: Food and Agriculture of the United Nations Rome.

Tanada Y, HK Kaya. 1993. *Insect Pathology*. San Diego: Academic Press, INC. Harcourt Brace Jovanovich, Publisher.

Trizelia. 2005. Cendawan Entomopatogen *Beauveria bassiana* (Bals) Vuil. (Deuteromycotyna: Hypomycetes). Keanekaragaman Genetik, Karekteristik Fisiologi, dan Virulensinya terhadap *Crocidolomia pavonana* (F). [Disertasi]. Bogor. Sekolah Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor.

Trizelia, F Nurdin. 2010. Virulence of Entomopathogenic Fungus *Beauveria bassiana* isolates to *Crocidolomia pavonana* F (Lepidoptera: Crambidae) *Jurnal Agrivita* 32(3): 254-260.

Trizelia, R Rusli. 2011. Kompatibilitas Cendawan *Beauveria bassiana* dan Minyak Serai Wangi untuk Pengelolaan Terpadu Hama *Crocidolomia pavonana* dan *Spodoptera litura* pada Sayuran Organik. Laporan Penelitian Hibah Strategis Nasional DIKTI

Trizelia, N Nelly. 2013. Virulensi Beberapa Isolat *Beauveria bassiana* terhadap Kutu Daun,*Neotoxoptera* sp. (Homoptera: Aphididae) pada Tanaman Bawang. *J. Fitomedika* 9 (3): 9 – 14

Varela A, E Morales. 1996. Characterization of some *Beauveria bassiana* isolates and their virulence toward the coffee berry borer *Hypothenemus hampei*. *J Invertebr Pathol* 67:147-152.