

**PENGARUH LAMA PENYIMPANAN JAMUR *Metarhizium anisopliae*
TERHADAP MORTALITAS ULAT GRAYAK (*Spodoptera litura* F.)
DI LABORATORIUM**

**(The Effect of *Metarhizium anisopliae* Fungus Storage time to Armyworm
(*Spodoptera litura* F.) Mortality at Laboratory)**

**Dewi Hastuti¹, Tubagus Bahtiar Rusbana¹ dan
Djamaludin Noor Hidayatullah²**

**¹Staf Pengajar Jurusan Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian
Universitas Sultan Ageng Tirtayasa**

**²Alumni Jurusan Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian
Universitas Sultan Ageng Tirtayasa**

**Jl. Raya Jakarta Km 4. Pakupatan, Serang, Banten
Telp. 0254-280330, e-mail:dewihastuti.untirta@gmail.com**

ABSTRACT

This research was aimed to know the effectiveness level of different storage time of the fungus *Metarhizium anisopliae* to armyworm at Laboratory. The research was conducted at BPTPH Region 1 Banten as a repository of biological agents *Metarhizium anisopliae* and Soil & Agroklimat Laboratory of Agriculture Faculty, Untirta. This research was carried out from October 2015 until February 2016. Environmental design used Randomized Block Design non factorial, with the treatment was storage time of biological agents *Metharizium anispoliae* that have three levels, i.e. the storage time for 1, 2 and 3 months. Four testing trials include mortality, LT₅₀ test, conidia test, test the intensity of the attacked and describe the morphology of the fungus-infected larvae *Metharizium anisopliae*. These results showed that the storage time was highly significant in the mortality of *Spodoptera litura* Fabricius larvae. Provision storage 1 month-long treatment was the best treatment to kill the larvae of *Spodoptera litura* Fabricius were infected *Metharizium anisopliae* fungus than the treatment for 2 and 3 months of storage. In the mortality test, LT₅₀ test and intensity test of attacked larvae of *Spodoptera litura* Fabricius treatment 1 month storage time showed the best results compared to other treatments. The test of conidia density, treatment of storage time 1 month gave showed the highest.

Keywords: *Spodoptera litura* F., *Metharizium anisopliae* fungus, Larvae mortality

PENDAHULUAN

Spodoptera litura Fabricius merupakan salah satu hama serangga yang potensial menyerang tanaman

palawija dan sayuran di Indonesia (Samsudin, 2008 dalam Husni *et al.*, 2012). *Spodoptera litura* F. bersifat polifag dan menyerang lebih dari 112 spesies tanaman, antara lain

tembakau, kedelai, sawi, kubis, kacang tanah, kentang, cabai, bawang merah, dan tanaman sayuran lainnya (Kalshoven, 1981). Hama ini sering mengakibatkan penurunan produksi bahkan kegagalan panen karena menyebabkan daun dan buah sayuran menjadi sobek, terpotong-potong dan berlubang.

Ledakan populasi hama ini selaras dengan adanya perubahan iklim, terutama periode kering yang diikuti curah hujan dan kelembaban tinggi yang disertai oleh tersedianya makanan melimpah. Ledakan populasi biasanya didahului oleh kondisi yang kurang menguntungkan bagi perkembangan parasitoid dan predator (Pabage *et al.*, 2007). Pengendalian hama ini telah ditempuh dengan berbagai cara, baik secara kultur teknis, mekanis maupun dengan insektisida sintetik. Usaha pengendalian dengan menggunakan insektisida sintetik lebih sering dilakukan oleh petani daripada usaha-usaha pengendalian lainnya. Penggunaan pestisida sintetik telah menimbulkan dampak ekologis yang sangat serius. Dampak ekologis yang ditimbulkan di antaranya adalah timbulnya resurgensi hama, ledakan hama sekunder, matinya musuh alami dan timbulnya resistensi hama utama.

Jamur entomopatogen merupakan salah satu agen hayati yang potensial untuk mengendalikan hama pada tanaman cabai. Beberapa jenis jamur entomopatogen yang telah dimanfaatkan untuk mengendalikan hama tanaman perkebunan dan sayuran adalah jamur *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana*, *Paecilomyces* sp., *Verticillium* sp., dan *Spicaria* sp. (Gabriel dan

Riyanto, 1989; Widayat dan Rayati, 1993; Pendland dan Boucias, 1998). Jamur *Metarhizium anisopliae* mampu menginfeksi hama yang mempunyai tipe mulut menusuk dan mengisap, yaitu *Riptortus linearis* baik stadia nimfa maupun imago (Sumartini *et al.*, 2001). Di samping itu, jamur *Metarhizium anisopliae* juga mampu menginfeksi hama yang mempunyai tipe mulut menggigit seperti *Spodoptera litura* F. (Prayogo dan Tengkan, 2002a). Dengan demikian terbuka peluang yang sangat luas untuk memanfaatkan jamur *Metarhizium anisopliae* sebagai salah satu agen hayati dalam program pengelolaan hama cabai merah.

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui tingkat efektivitas pada lama penyimpanan yang berbeda dari jamur *Metarhizium anisopliae* terhadap ulat grayak tanaman cabai merah.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2015 sampai pada Januari 2016. Penelitian dilaksanakan di Balai Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura (BPTPH) Wilayah 1 Provinsi Banten sebagai tempat penyimpanan jamur *Metarhizium anisopliae*.

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu gelas ukur, bunsen, tabung reaksi, toples plastik, kain kasa, timbangan analitik, timbangan duduk, *autoclave*, *haemocytometer*, *termometer*, mikroskop, *spectro-meter*, gunting, kertas label, almunium foil, cangkuk, jaring/sungkup, ajir, *handsprayer*, polibag, ember dan meteran.

Sedangkan bahan yang digunakan pada penelitian yaitu alkohol 70%, jamur *Metharizium anisopliae* sudah siap pakai, aquades, daun cabe merah Varietas Tanaka F1, dan ulat grayak (*S. litura* F). Ulat grayak berasal dari Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik (BALITRO) Bogor sebanyak 800 ekor larva instar 1.

Rancangan lingkungan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktorial, dengan perlakuan lama penyimpanan agens hayati *Metharizium anisopliae*, memiliki 3 taraf yaitu: P1 lama penyimpanan selama 1 bulan, P2 lama penyimpanan selama 2 bulan, dan P3 lama penyimpanan selama 3 bulan. Masing-masing diulang sebanyak 12 ulangan sehingga diperoleh 36 satuan percobaan. Setiap satuan percobaan menggunakan 10 ekor larva *Spodoptera litura* F. instar 1. Larva diberi pakan 5 helai daun cabai merah di setiap perlakuan yang berbentuk persegi empat dengan ukuran 5 cm. Parameter yang diamati meliputi:

1. Mortalitas larva

Cara pengamatan mortalitas larva yang mati yaitu dengan cara menghitung jumlah larva yang mati setelah diberikan perlakuan selama 1 minggu dan dihitung persentasenya. Menurut Abbot (1925), persentase mortalitas dikoreksi dengan rumus sebagai berikut :

$$P0 = \frac{r}{n} \times 100\%$$

Keterangan :

P0 : Mortalitas larva

r : Jumlah larva yang mati

n : Jumlah larva seluruhnya

Pengamatan Waktu Kematian (LT₅₀) Lava Ulat Grayak.

2. Waktu kematian (LT₅₀) larva ulat grayak yaitu dengan cara mengamati jumlah rata-rata larva ulat grayak yang mati setelah diberikan perlakuan selama 7 hari dan dihitung persentasenya.
3. Intensitas Kerusakan Serangan Larva Ulat Grayak

Cara pengamatan insentisitas kerusakan serangan larva ulat grayak yaitu dengan cara menghitung persentase kerusakan yang ditimbulkan oleh serangan larva ulat grayak. Menurut Norman *at al.* (1997), persentase insentisitas kerusakan serangan larva ulat grayak dikoreksi dengan rumus sebagai berikut :

$$IK = \frac{\sum(n \times v)}{Z \times N} \times 100 \%$$

Keterangan :

IK : Intensitas kerusakan.

n : Jumlah daun yang diamati dari setiap kategori kerusakan.

v : Nilai skor dari setiap kategori serangan.

Z : Nilai skor dari setiap kategori kerusakan yang tertinggi.

N : Jumlah daun yang diamati.

Nilai skor untuk setiap katagori kerusakan akibat serangan larva ulat grayak yaitu sebagai berikut :

- 1 : Terdapat kerusakan lebih dari 1-25 %.
 - 2 : Terdapat kerusakan lebih dari 26-50 %.
 - 3 : Terdapat kerusakan lebih dari 50-75 %.
 - 4 : Terdapat kerusakan lebih dari >75 %.
4. Pengamatan dan penghitungan jamur *Metarhizium anisopliae* yang berada di alat hemocytometer dengan alat

mikroskop dengan pembesaran 400. Menurut Gabriel dan Riyatno (1989) rumus perhitungan kerapatan konidia sebagai berikut :

$$K = \frac{s.d}{n \cdot 0,25} \times 10^7$$

Keterangan :

K : Jumlah spora per gram media

S : Banyaknya spora yang dihitung pada kotak penghitungan (a, b, c, d, dan e)

d : Tingkat pengenceran

n : Banyaknya kotak yang diamati yaitu $5 \times 16 = 80$ kotak

10^7 : Nilai konstanta dengan tingkat pengenceran 100 kali

5. Pengamatan warna dan bentuk larva yang mati (morfologi larva)

Cara pengamatan warna dan bentuk larva yang mati yaitu dengan cara mengidentifikasi ciri-ciri warna dan bentuk tubuh larva yang terinfeksi jamur *Metarhizium anisopliae* setelah diberikan perlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil sidik ragam pada Tabel 1 menunjukkan berbeda nyata. Hal ini terdapat pada parameter kerapatan konidia, mortalitas larva, waktu kematian larva (LT₅₀).

Tabel 1. Hasil sidik ragam uji pada larva *Spodoptera litura* F. yang terinfeksi jamur *Metarhizium anisopliae* pada berbagai lama penyimpanan.

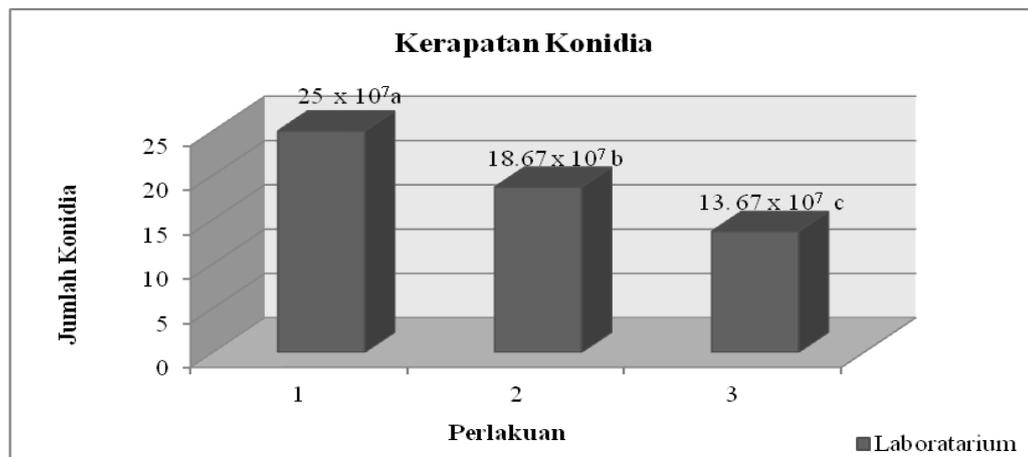
Pengujian	F Tabel 5%	F Hitung	Keterangan
Kerapatan Konidia Jamur	3,28	272,769	*
Mortalitas Larva	3,28	116,087	*
Waktu Kematian (LT ₅₀) Larva	3,28	23,151	*
Intensitas Kerusakan	3,28	301,403	*

Keterangan : *: Berbeda nyata pada taraf 5%

Kerapatan Konidia

Hasil penelitian menunjukkan bahwa infeksi jamur *M. anisopliae* dari berbagai lama penyimpanan

yang digunakan berpengaruh pada mortalitas larva *Spodoptera litura* F. dengan rentang kerapatan konidia $13,67 \times 10^7 - 25 \times 10^7$.



Gambar 1. Jumlah kerapatan konidia jamur *M. anisopliae* pada berbagai lama penyimpanan.

Pada Gambar 1. kerapatan konidia di atas terlihat bahwa kerapatan konidia jamur *M. anisopliae* pada berbagai lama penyimpanan menunjukkan perbedaan di antara perlakuan lama penyimpanan 1, 2, dan 3 bulan. Lama penyimpanan 1 bulan (Perlakuan 1) memberikan hasil terbanyak dengan jumlah konidia sebanyak 25×10^7 dibandingkan dengan pemberian perlakuan yang lain. Pada perlakuan lama penyimpanan 2 bulan (Perlakuan 2) menunjukkan hasil 18×10^7 yang lebih banyak jumlahnya dibandingkan perlakuan lama penyimpanan 3 bulan (Perlakuan 3) sebanyak $13,67 \times 10^7$. Hal tersebut menunjukkan bahwa pemberian perlakuan lama penyimpanan 3 bulan menunjukkan hasil kerapatan konidia paling sedikit. Hal tersebut dikarenakan cadangan nutrisi digunakan untuk memproduksi konidia selama waktu penyimpanan yang menyebabkan kerapatan jamur lebih sedikit.

Banyaknya jumlah spora yang menginfeksi mengakibatkan

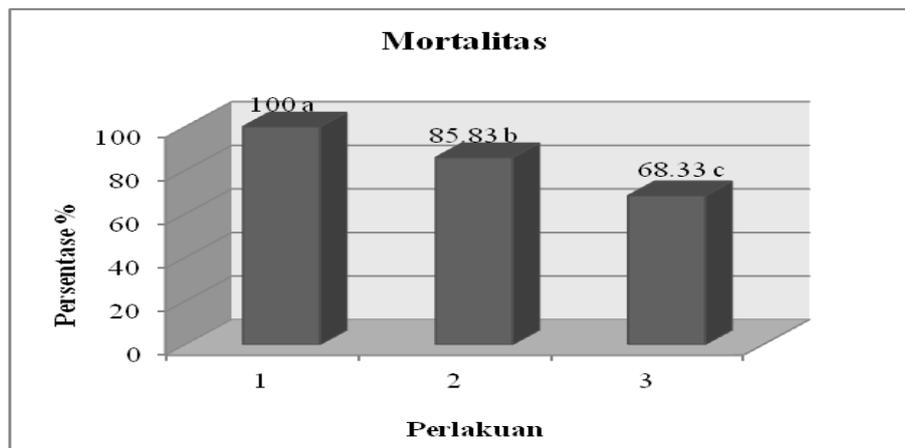
tubuh larva tidak mampu bertahan dari serangan patogen. Semakin banyak spora yang melekat pada kutikula larva serangga, maka semakin banyak pula spora yang melakukan penetrasi terhadap kutikula tersebut. Semakin banyak larva yang mati, maka akan meningkatkan persentase tingkat kematian. Hal ini sesuai dengan Widayat dan Rayati (1993b) yang menyatakan, jumlah konidia akan menentukan keefektifan jamur entomopatogen dalam mengendalikan serangga. Ruang penyimpanan biakan cendawan entomopatogen akan menentukan viabilitas jamur. Menurut Kogler (1967) dalam Prayogo *et al.* (2005), viabilitas konidia jamur entomo-patogen dipengaruhi oleh suhu, kelembapan, pH, radiasi sinar matahari, dan kandungan nutrisi bahan pembawa. Prayogo dan Tengkan (2002c) menyatakan bahwa ruang kamar mandi dengan temperatur $20-26^{\circ}\text{C}$ cukup baik untuk menyimpan biakan jamur. Suhu dan kelembapan yang

sesuai bagi jamur akan mengurangi dehidrasi jamur saat disimpan.

Mortalitas Larva *Spodoptera litura* Fabricius

Hasil penelitian menunjukkan bahwa infeksi jamur *M. anisopliae* dari berbagai lama penyimpanan yang digunakan berpengaruh pada

mortalitas larva *S. litura* F. dengan dengan rentang 68,33-100%. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa persentase mortalitas larva berbeda sangat nyata pada uji lanjut DMRT taraf 5%. Untuk melihat perbedaan hasil antara setiap perlakuan yang diberikan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Persentase mortalitas larva *S. litura* F. yang terinfeksi

Hasil mortalitas larva yang ditunjukkan gambar 2 bahwa lama penyimpanan 1 bulan memberikan hasil tertinggi dengan persentase sebesar 100% dibandingkan dengan pemberian perlakuan yang lain. Pada perlakuan lama penyimpanan 2 bulan menunjukkan hasil 85,83% yang lebih tinggi persentase-nya dibandingkan perlakuan lama penyimpanan 3 bulan sebesar 68,33%. Hal tersebut menunjukkan bahwa pemberian perlakuan lama penyimpanan 3 bulan menunjukkan hasil mortalitas paling rendah pada skala laboratorium. Keberhasilan proses infeksi dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti sinar matahari, kelembaban, temperatur dan sebagainya (Silva dan Messias, 1985; Widayat dan

Rayati, 1993b; Luz *et al.*, 1998 dalam Prayogo *et al.*, 2005).

Mortalitas serangga sangat ditentukan oleh kerapatan konidia jamur entomopatogen yang diaplikasikan (Baehaki dan Noviyanti, 1993; Haryanta *et al.*, 1993;). Makin tinggi kerapatan konidia jamur *M. anisopliae*, makin tinggi pula mortalitas *S. litura* F. (Prayogo dan Tengkan, 2004). Menurut Prayogo *et al.* (2005), umur biakan jamur *M. anisopliae* sangat mempengaruhi virulensinya pada larva *S. litura* F. Biakan jamur berumur 1 bulan paling efektif mengendalikan *S. litura* F. Pada biakan berumur 2 atau 3 bulan, nutrisi dalam media banyak digunakan untuk memproduksi

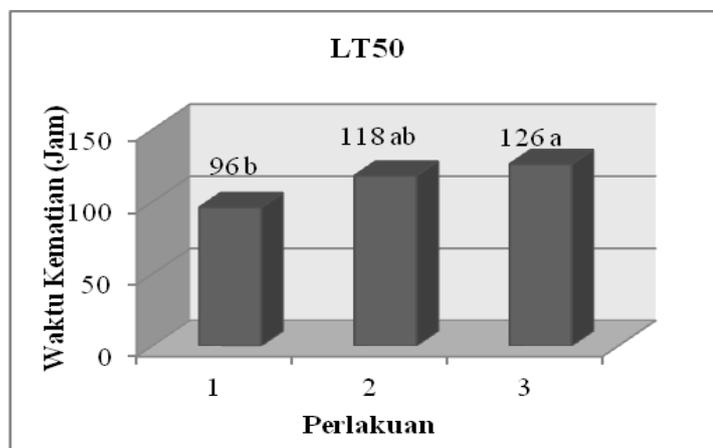
konidia sehingga jamur kehabisan cadangan nutrisi. Akibatnya konidia jamur banyak yang membentuk struktur khusus yaitu arthrospora untuk menghindari lingkungan yang tidak sesuai (Ferron, 1985). Oleh karena itu, beberapa organ khusus tidak efektif lagi bila digunakan sebagai organ infeksi terhadap hama sasaran.

Waktu Kematian (LT₅₀)

Lethal time 50 (LT₅₀) adalah pengujian waktu dalam hari yang diperlukan untuk mematikan 50% larva *S. litura* F. pada percobaan dalam kondisi tertentu. Hasil dari uji statistik menunjukkan bahwa mortalitas waktu kematian (LT₅₀) larva berbeda nyata. Untuk melihat

perbedaan hasil antara setiap perlakuan yang diberikan dapat dilihat pada Gambar 3 di bawah.

Gambar 3 di atas menunjukkan bahwa waktu kematian 50% (LT₅₀) yang terbaik pada perlakuan lama penyimpanan 1 bulan yaitu 96 jam. Sedangkan pada perlakuan lama penyimpanan 2 bulan menunjukkan waktu kematian 50% *S. litura* F. pada 118 jam. Pemberian perlakuan lama penyimpanan 3 bulan menunjukkan hasil waktu kematian 50% *S. litura* F. terlama yaitu pada 126 jam. Perbedaan waktu kematian 50% *S. litura* F. pada skala laboratorium dengan skala lapangan dikarenakan skala laboratorium lebih homogen yang berarti setiap perlakuan yang diberikan mendapatkan



Gambar 3. Waktu kematian (LT₅₀) pada larva *S. litura* F. yang terinfeksi jamur *M. anisopliae* pada berbagai lama penyimpanan

peluang yang sama. Berbeda dengan pemberian perlakuan skala lapangan yang keberhasilan proses infeksi dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti sinar matahari, kelembapan, temperatur dan sebagainya (Silva dan Messias, 1985; Widayat dan

Rayati, 1993b; Luz *et al.*, 1998 dalam Prayogo *et al.*, 2005).

Waktu kematian juga bergantung pada tingkat konsentrasi spora jamur yang diinfeksi. Semakin tinggi konsentrasi yang diinfeksi akan lebih mempercepat waktu kematian. Hal ini sesuai

dengan penelitian Boucias dan Pendland (1998), yang menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi spora yang diinfeksi, maka semakin tinggi peluang kontak antara patogen dengan inang. Semakin tinggi serangan tersebut, maka proses kematian larva yang terinfeksi akan semakin cepat. Kecepatan kematian larva juga disebabkan oleh kerusakan pada usus akibat toksin yang

dikeluarkan oleh jamur (Brousseau *et al.*, 1996).

Warna dan Bentuk (Morfologi) Larva *S. litura* F. yang Terinfeksi

Larva serangga *S. litura* F. yang mati disebabkan oleh jamur ditandai dengan perubahan warna dari hijau muda menjadi coklat kekuningan dengan tekstur tubuh



Gambar 4. Kanan ulat sebelum diberikan aplikasi, tengah perubahan warna ulat mati karena terinfeksi, kiri perubahan bentuk ulat mati karena terinfeksi

lunak dan memiliki integumen yang rapuh dan berakhir dengan warna hitam dengan tekstur tubuh yang mengeras dan kaku. Hal ini disebabkan spora jamur yang melekat pada kutikula larva telah berhasil melakukan penetrasi. Spora yang melekat pada kutikula berkecambah membentuk hifa penetrasi. Hifa penetrasi menghasilkan sejumlah enzim di antaranya, enzim lipase, protease dan kitinase yang mampu mendegradasi kutikula. Selanjutnya, spora akan berkembang di dalam hemocoel dengan menyerap hemolimf dan menghasilkan destruksin yang dapat mengakibatkan kematian larva. Beberapa hari setelah larva mati, tubuh larva mulai mengeras dan kaku. Hal ini dikarenakan seluruh

tubuh larva diselimuti oleh miselium (Prayogo *et al.*, 2005).

Selain mengeras, tubuh larva juga berubah menjadi hitam. Perubahan warna hitam yang terjadi pada tubuh larva disebabkan oleh proses melanisasi yang merupakan suatu bentuk pertahanan tubuh serangga melawan patogen (Boucias dan Pendland, 1998). Perubahan warna hitam atau melanisasi tersebut akibat dari aktivitas enzim phenoloksidase. Enzim ini diketahui berperan dalam proses penyembuhan luka, sklerotisasi kutikula, dan berperan dalam proses melanisasi terhadap benda asing yang masuk ke dalam hemocoel (Boucias dan Pendland, 1998). Melanin yang dibentuk bersifat racun bagi sel jamur, sehingga menghambat

perkembangan sel jamur. Namun demikian, jamur juga memiliki pertahanan tersendiri untuk melawan sistem pertahanan serangga. Pertahanan jamur dilakukan dengan membentuk blastospora yang dapat bermultiplikasi dan menyebar dengan cepat ke seluruh tubuh larva (Tanada dan Kaya, 1993). Jika hal tersebut tidak dapat diantisipasi oleh sistem pertahanan tubuh larva, sehingga larva tetap mengalami kematian.

SIMPULAN

Jamur *Metarhizium anisopliae* yang disimpan selama 1 bulan sebelum aplikasi menunjukkan efek terbaik dalam membunuh larva *Spodoptera litura* Fabricius dibandingkan dengan perlakuan lama penyimpanan 2 dan 3 bulan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbott, W.S. 1925. *A Method of Computing the Effectiveness of Insecticide*. *Journal of Economic Entomology* 18, 265-267.
- Baehaki, S.E., dan Noviyanti. 1993. Pengaruh Umur Biakan *Metarhizium anisopliae* Strain Lokal Sukamandi terhadap Perkembangan Wereng Coklat. hlm.113-124. *dalam* E. Martono, E., Mahrub, N.S., Putra, dan Y. Trisetyawati (Ed.). *Simposium Patologi Serangga I*. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 12-13 Oktober 1993.
- Boucias, D.G., and J.C. Pendland. 1998. *Principles of Insect Pathology*. Kluwer Academic Publisher. London.
- Brousseau, C., G. Charpentier, and S. Belloncik. 1996. Susceptibility of Spruce Budworm, *Choristoneura fumiferana* Clemens, to Destruxins, Cyclodepsipeptidic Mycotoxin of *Metarhizium anisopliae*. *Journal of Invertebrata Pathology* 68 : 180-182.
- Ferron, P. 1985. Fungal Control. *Comprehensive Insect Physiology, Biochem. Pharmacol.* 12 : 313-346.
- Gabriel, B., Riyatnoo, P. 1989. *Metharizium anisopliae* (Meetsch) Sor. Taksonomi, Patologi, Produksi dan Aplikasinya. *Proyek Pengembangan Perlindungan Tanaman Perkebunan*, Departemen Pertanian, Jakarta.
- Haryanta, D., A. Susilo, dan H. Prasetyono. 1993. Pengaruh Dosis Dan Waktu Aplikasi Cendawan *Beauveria bassiana* terhadap Efektivitas Pengendalian Bubuk Buah Kopi (*Hypothenemus hampei*). hlm. 249-254. *dalam* E. Martono, E. Mahrub, N.S. Putra, dan Y. Trisetyawati (Ed.). *Simposium Patologi Serangga I*. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 12-13 Oktober 1993.

- Husni, Hasanah, Fardhisa, Ade. 2012. Pengaruh Ekstrak Rimpang Jeringau (*Acorus calamus* L.) Terhadap Mortalitas Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.). Jurnal. Universitas Syiah Kuala Darussalam Banda Aceh.
- Kalshoven, L.G.E. 1981. *The Pests of Crops in Indonesia*. (Revised by P.A. Van der Laan). Ichtiar Baru, Jakarta.
- Norman, D.J., R.J. Henny and J.M.F. Yuen. 1997. Disease Resistance In Twenty Diefenbachia Cultivars. *Hort Science*. 32 (4) : 709-710.
- Pabbage, M.S., A.M. Adnan & N. Nonci. 2007. Pengelolaan Hama Prapanen Jagung. Hal 274-304 dalam Jagung: Teknik Produksi dan Pengembangan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan Departemen Pertanian, Bogor.
- Pendland, J.C. and D.G. Boucias. 1998. Phagocytosis of Lectin Oposonized Fungal Cells and Endocytosis of the Ligand by Insect *Spodoptera Exigua* Granular Hemocytes: an Ultrastructural and Immunocytochemical Study. CAB (Abstract) (6)7: 1 p.
- Prayogo, Y., dan W. Tengkan. 2002a. Pengaruh Media Tumbuh Terhadap Daya Kecambah, Sporulasi dan Virulensi *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff) Sorokin Isolate Kendalpayak pada Larva *Spodoptera litura*. SAINTEKS. Jurnal Ilmiah Ilmu-ilmu Pertanian. (9) 4: 233-242.
- Prayogo, Y., dan W. Tengkan. 2002b. Pengaruh Umur Larva *Spodoptera litura* terhadap efektivitas *Metarhizium anisopliae* isolate Kendalpayak dalam N.R. Nganro, C. Sugandawati, M. Zairin Jr, A. Basukriadi, A. Tahir, P. Sukardi, I. Sulisty, B. Subardjo, T. Hardiyati, E. Yuwono, Y. Sistina (Ed.). Majalah Ilmiah Biologi Biosfera (19)3: 70-76.
- Prayogo, Y., dan W. Tengkan. 2002c. Pengaruh Tempat dan Lama Penyimpanan Suspense Spora *Metarhizium anisopliae* Terhadap Tingkat Kematian Larva *Spodoptera litura*. hlm. 259-268 dalam K. Mulya, S. Rusli, Supriyadi, E.A. Wikardi, M. Djazuli, E. Karmawati, D. Manohara, O. Rostiana (Ed.). Prosiding Seminar Nasional dan Pameran Pertanian Organik, Jakarta, 2-3 Juli 2002.
- Prayogo, Y., dan W. Tengkan. 2004. Pengaruh Konsentrasi dan Frekuensi Aplikasi *Metarhizium anisopliae* isolat Kendalpayak Terhadap Tingkat Kematian *Spodoptera litura* dalam Sudjatinah, Umiyati, P.

- Bintoro, P. Widiyaningrum, I.O. Utami (Ed.). SAINTEKS. Jurnal Ilmiah Ilmu-ilmu Pertanian (10)3: 209-216.
- Prayogo, Yusmani, Tengkan, Wedanimbi, Marwoto. 2005. Prospek Cendawan Entomopatogen *Metarhizium anisopliae* Untuk Mengendalikan Ulat Grayak *Spodoptera litura* pada Kedelai. Jurnal. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian.
- Sumartini, Y. Prayogo, S.W. Indiati, dan S. Hardaningsih. 2001. Pemanfaatan Jamur *Metarhizium anisopliae* untuk Pengendalian Pengisap Pohon (*Riptortus linearis*) pada Kedelai. hlm. 154-157 dalam S.E. Baehaki, E. Santosa, Hendarsih, S.T. Suryana, N. Widarta, dan Sukrino (Ed.). Simposium Pengendalian Hayati Serangga, Balai Penelitian Tanaman Padi Sukamandi, 14-15 Maret 2001.
- Tanada, Y., and H.K. Kaya. 1993. *Insect Pathology*. Academic Press, Inc., California. 666 pp.
- Widayat, W., dan D.J. Rayati. 1993a. Hasil Penelitian Jamur Entomopatogenik Lokal Dan Prospek Penggunaannya Sebagai Insektisida Hayati. hlm. 61-74 dalam E. Martono, E. Mahrub, N.S. Putra, dan Y. Trisetyawati (Ed.). Simposium Patologi Serangga I. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 12-13 Oktober 1993.
- Widayat, W., dan D.J. Rayati. 1993b. Pengaruh Frekuensi Penyemprotan Jamur Entomopatogenik Terhadap Ulat Jengkal (*Ectropis Bhurmitra*) di Perkebunan Teh. hlm. 91-98 dalam E. Martono, E. Mahrub, N.S. Putra, dan Y. Trisetyawati (Ed.). Simposium Patologi Serangga I. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 12-13 Oktober 1993.