

# Patogenisitas Cendawan Entomopatogen *Lecanicillium lecanii* (Zimmerman) Viegas terhadap Larva Instar III *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae)

Dianita Tri Wahyuni, Isnawati, Gatot Suparno  
Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Negeri Surabaya

## ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mendeskripsikan pengaruh aplikasi konsentrasi konidia cendawan *Lecanicillium lecanii* terhadap tingkat kematian dan waktu kematian *Spodoptera exigua*. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimental dengan menggunakan rancangan acak lengkap faktor tunggal dengan 6 konsentrasi ( $10^5$  konidia/ml,  $10^6$  konidia/ml,  $10^7$  konidia/ml,  $10^8$  konidia/ml,  $10^9$  konidia/ml dan 0 konidia/ml) dan 4 ulangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi dengan berbagai konsentrasi konidia *L. lecanii* berpengaruh terhadap tingkat kematian *S. exigua*. Pada konsentrasi yang digunakan adalah  $10^5$  konidia/ml,  $10^6$  konidia/ml,  $10^7$  konidia/ml,  $10^8$  konidia/ml dan konsentrasi  $10^9$  konidia/ml dengan tingkat kematian secara berturut-turut setelah aplikasi sebesar 20%, 45%, 55%, 70% dan 75% dan hasil penelitian mengenai aplikasi berbagai konsentrasi konidia *L. lecanii* terhadap waktu kematian *S. exigua* menunjukkan bahwa aplikasi konsentrasi konidia berpengaruh terhadap waktu kematian. Masing-masing konsentrasi konidia  $10^5$ – $10^9$  konidia/ml menyebabkan waktu kematian yaitu 212,4 jam, 187,2 jam, 159,6 jam, 141,6 jam dan 126 jam.

**Kata kunci:** tingkat kematian; *Lecanicillium lecanii*; *Spodoptera exigua*; patogenisitas

## ABSTRACT

This research aimed to describe the effect of the application of fungal *L. lecanii* concentration on mortality and time of death to the larvae of *S. exigua*. The method used were carried out an experimentally in the laboratory and some parameters were analysed statistically using a single-factor completely randomized design with 6 concentration ( $10^5$  conidia/ml,  $10^6$  conidia/ml,  $10^7$  conidia/ml,  $10^8$  conidia/ml,  $10^9$  conidia/ml and 0 conidia/ml) and 4 replications. The results showed that the application of various concentrations of an effect on mortality rates. At the concentration used was  $10^5$  conidia/ml,  $10^6$  conidia/ml,  $10^7$  conidia/ml,  $10^8$  conidia/ml and the concentration of  $10^9$  conidia/ml with a mortality rate respectively after application of 20%, 45%, 55%, 70 % and 75%. While the application of various concentrations of conidia showed that conidial concentration effect on the time of death. Each conidial concentration of  $10^5$ – $10^9$  conidia/ml caused the death time is 212,4 hours, 187,2 hours, 159,6 hours, 141,6 hours and 126 hours.

**Key words:** mortality; *Lecanicillium lecanii*; *Spodoptera exigua*; pathogenicity

## PENDAHULUAN

*Spodoptera exigua* merupakan salah satu hama yang paling merusak pada tanaman keluarga bawang-bawangan seperti bawang merah dan bawang daun. Hama ini lebih dikenal sebagai ulat bawang (*onion caterpillar*) atau ulat grayak bawang (UGB) karena memiliki inang utama terbatas pada jenis bawang-bawangan terutama bawang merah dan bawang daun (Kalshoven, 1981). *Spodoptera exigua* menyerang pertanaman bawang merah dan bawang daun pada saat fase vegetatif sampai saat panen dan pada serangan yang berat dapat menyebabkan kerugian hingga 100% (Estie, 2011).

Berdasarkan hasil penelitian Basuki dan Moekasan (2007), pada uji resistensi *Spodoptera*

*exigua* terhadap insektisida dinyatakan bahwa serangga yang diuji terindikasi resisten terhadap insektisida spinosad, klorpirifos, triazofos, metomil, betasiflutrin, siromazin, karbosulfan, tiodikab, dan abamektin. Oleh karena itu perlu dilakukan pengendalian secara hayati dengan menggunakan musuh alami. Salah satu cara pengendalian hayati adalah dengan penggunaan cendawan entomopatogen.

Cendawan entomopatogen merupakan salah satu jenis agens hayati yang dapat digunakan untuk mengendalikan hama tanaman (Ladja, 2009) sehingga dalam penelitian ini menggunakan cendawan entomopatogen *L. lecanii* yang memiliki kelebihan penggunaan cendawan entomopatogen

ini adalah mudah tumbuh pada berbagai media. Karakteristik *L. lecanii* yaitu memiliki kisaran inang cukup luas dan bersifat kosmopolit sehingga mudah dijumpai di daerah tropis maupun subtropis. *L. lecanii* mampu menginfeksi beberapa jenis serangga inang meliputi Ordo *Orthoptera*, *Hemiptera*, *Lepidoptera*, *Thysanoptera* dan *Coleoptera* (Prayogo, 2011). Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian *L. lecanii* yang meliputi uji patogenisitas konsentrasi konidia terhadap larva *S. exigua* pada stadia instar III.

Pengujian patogenisitas ini bertujuan untuk mengetahui aplikasi konsentrasi yang tepat dan mampu membunuh serangga sasaran yang dilakukan dalam skala laboratorium. Dengan demikian, penurunan kuantitas dan kualitas hasil produksi pertanian bawang akibat ulat bawang, *S. exigua* dapat ditekan dan penggunaan insektisida kimia sintetik dapat dikurangi sehingga pencemaran lingkungan dapat dihindari.

#### BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan pada bulan Oktober sampai Januari 2013. Pembuatan media dan perbanyak cendawan *L. lecanii* dilakukan di Laboratorium Pengamatan Hama dan Penyakit Tanaman Pangan dan Hortikultura (PHPTPH), Mojokerto. Pengujian konsentrasi konidia terhadap tingkat kematian dan waktu kematian *S. exigua* dilakukan di Laboratorium Pengamatan Hama dan Penyakit Tanaman Pangan dan Hortikultura (PHPTPH), Mojokerto.

Pada penelitian ini dilakukan menggunakan rancangan acak lengkap terdiri atas enam perlakuan dan setiap perlakuan diulang 4 kali. Hasil pengamatan dianalisis dengan uji jarak berganda Duncan pada taraf nyata 5% sedangkan pada hasil perlakuan kontrol dikoreksi dengan rumus Abbot's. Isolat murni cendawan *L. lecanii* diperoleh dari Laboratorium Pengamatan Hama dan Penyakit Tanaman Pangan dan Hortikultura (PHPTPH), Mojokerto diinokulasi pada media Potato Dextrosa Agar (PDA) kemudian diperbanyak dengan menggunakan media ekstrak kentang gula (EKG) kemudian diinkubasi dengan fermentor selama 9 hari. Setelah 9 hari cendawan dapat dipanen. Penghitungan konidia dilakukan dengan teknik pengenceran suspensi, kemudian dibuat preparat pada bidang *haemocytometer* tipe *Neubauer Improve* dan dihitung dengan mikroskop dengan perbesaran 400 kali. Pengenceran pada tiap konsentrasi konidia dengan cara: 1 ml dari konsentrasi  $10^9$  konidia/ml ditambahkan dalam tabung reaksi yang berisi 9 ml aquades kemudian

untuk konsentrasi  $10^7$  konidia/ml, 1 ml dari konsentrasi  $10^8$  konidia/ml diambil dan ditambahkan dalam tabung reaksi yang berisi 9 ml aquades demikian seterusnya sampai pada konsentrasi  $10^5$  konidia/ml.

Pada uji patogenisitas dilakukan enam tingkat konsentrasi konidia, kemudian diaplikasikan pada setiap 5 ekor larva instar III dengan cara suspensi konidia diteteskan pada bagian dorsal tubuh larva. Setiap larva ditetesi sebanyak 0,05 ml per ekor larva instar III dengan menggunakan *sprit* volume ukuran 1 ml dan sebagai kontrol dalam penelitian ini hanya digunakan aquades. Metode tetes ini mengacu kepada penelitian yang dilakukan oleh Rustama *et. al* (2008), suspensi konidia diteteskan dengan menggunakan *sprit* berukuran 1 ml. Setiap larva ditetesi 0,05 ml suspensi konidia kemudian larva diberi makan daun bawang segar. Pengamatan tingkat kematian dan waktu kematian dilakukan setiap 24 jam sampai larva menjadi imago. Data hasil pengamatan berupa tingkat kematian *S. exigua* kemudian dianalisis menggunakan Analisis Varian (ANOVA) satu arah untuk mengetahui ada atau tidaknya pengaruh perlakuan terhadap kematian *S. exigua*. Jika dari uji tersebut terdapat pengaruh yang nyata dari perlakuan yang diberikan, maka dilakukan uji beda rata-rata dengan menggunakan uji Duncan (pada taraf nyata 5%).

#### HASIL

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa berbagai aplikasi konsentrasi konidia cendawan *L. lecanii* menyebabkan tingkat kematian pada larva *S. exigua* dengan rentang 75%–20%. Berdasarkan hasil uji statistik menunjukkan bahwa aplikasi konsentrasi  $10^5$  –  $10^9$  konidia/ml signifikan terhadap tingkat kematian *S. exigua*.

Hasil analisis menggunakan analisis varian (ANOVA) menunjukkan bahwa konsentrasi konidia *L. lecanii* berpengaruh signifikan terhadap tingkat kematian *S. exigua* dengan nilai  $p = 0,00$  ( $p < 0,05$ ).

Pada kelompok kontrol tidak ditemukan adanya kematian larva. Pada aplikasi konsentrasi  $10^5$  konidia/ml menunjukkan berbeda nyata dengan kontrol, konsentrasi  $10^6$ ,  $10^7$ ,  $10^8$  dan  $10^9$  konidia/ml. Kemudian pada konsentrasi  $10^6$  konidia/ml berbeda nyata dengan kontrol,  $10^5$  konidia/ml,  $10^8$  konidia/ml dan  $10^9$  konidia/ml namun tidak berbeda nyata terhadap konsentrasi  $10^7$  konidia/ml. Sedangkan konsentrasi  $10^8$  konidia/ml menunjukkan tidak berbeda nyata dengan konsentrasi  $10^9$  namun berbeda nyata

dengan kontrol, konsentrasi 10<sup>5</sup> konidia/ml, 10<sup>6</sup> konidia/ml dan 10<sup>7</sup> konidia/ml. Hal ini berarti

aplikasi konsentrasi konidia *L. lecanii* berpengaruh terhadap tingkat kematian *S.exigua* (Tabel 1).

**Tabel 1.** Hasil uji Duncan konsentrasi konidia *Lecanicillium lecanii* terhadap waktu kematian larva *Spodoptera exigua*

No	Konsentrasi (konidia/ml)	Rata-rata Tingkat Kematian (%)
1	Kontrol	0 ± 0 <sup>a</sup>
2	10 <sup>5</sup>	20 ± 16,33 <sup>b</sup>
3	10 <sup>6</sup>	45 ± 19,148 <sup>c</sup>
4	10 <sup>7</sup>	55 ± 10 <sup>cd</sup>
5	10 <sup>8</sup>	70 ± 11,547 <sup>d</sup>
6	10 <sup>9</sup>	75 ± 10 <sup>d</sup>

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata dan bila huruf tidak sama menunjukkan perbedaan nyata berdasarkan uji Duncan (pada taraf nyata 5%).

Berdasarkan hasil uji analisis varian menunjukkan bahwa tiap-tiap konsentrasi konidia yang diaplikasikan memberikan hasil yang signifikan terhadap waktu kematian larva. Dari hasil analisis varian dapat disimpulkan bahwa cendawan *L. lecanii* dengan nilai konsentrasi 10<sup>5</sup> konidia/ml, 10<sup>6</sup> konidia/ml, 10<sup>7</sup> konidia/ml, 10<sup>8</sup> konidia/ml, 10<sup>9</sup> konidia/ml dan 0 konidia/ml (kontrol) mempunyai nilai signifikansi p= 0,00 (p< 0,05) yaitu berarti ada perbedaan yang signifikan rata-rata waktu kematian larva *S. exigua* dengan konsentrasi konidia *L. lecanii* tersebut kemudian dilanjutkan dengan uji lanjutan yaitu uji Duncan dengan taraf kepercayaan 5% (Tabel 2).

**Tabel 2.** Hasil uji Duncan konsentrasi konidia *Lecanicillium lecanii* terhadap waktu kematian larva *Spodoptera exigua*.

No	Konsentrasi (konidia/ml)	Rata-rata Waktu Kematian (Jam)
1	Kontrol	216 ± 0 <sup>d</sup>
2	10 <sup>9</sup>	212,4 ± 12 <sup>d</sup>
3	10 <sup>8</sup>	187,2 ± 0 <sup>c</sup>
4	10 <sup>7</sup>	159,6 ± 6,92 <sup>b</sup>
5	10 <sup>6</sup>	141,6 ± 29,39 <sup>ab</sup>
6	10 <sup>5</sup>	126 ± 106,15 <sup>a</sup>

Keterangan: notasi (a, b) merupakan hasil dari uji jarak berganda Duncan dengan taraf kepercayaan 5%, apabila notasi uji Duncan sama menunjukkan tidak beda nyata dan bila notasi tidak sama menunjukkan perbedaan nyata.

Perlakuan kontrol tidak berbeda nyata dengan konsentrasi 10<sup>5</sup> konidia/ml sedangkan konsentrasi 10<sup>6</sup> konidia/ml berbeda nyata dengan semua aplikasi konsentrasi konidia. Pada konsentrasi 10<sup>7</sup> konidia/ml tidak berbeda nyata dengan konsentrasi 10<sup>8</sup> konidia/ml namun, berbeda nyata dengan kontrol, konsentrasi 10<sup>5</sup>

konidia/ml, konsentrasi 10<sup>6</sup> konidia/ml dan konsentrasi 10<sup>9</sup> konidia/ml. Hasil uji Duncan ini juga terjadi pada konsentrasi 10<sup>9</sup> konidia/ml yang tidak berbeda nyata dengan konsentrasi 10<sup>8</sup> konidia/ml tetapi berbeda nyata dengan kontrol, konsentrasi 10<sup>5</sup> konidia/ml, konsentrasi 10<sup>6</sup> konidia/ml dan konsentrasi 10<sup>7</sup> konidia/ml. Dari hasil analisis tersebut dapat disimpulkan bahwa tiap-tiap konsentrasi konidia *L. lecanii* berpengaruh terhadap kematian *S. exigua* (Tabel 2).

### PEMBAHASAN

Persentase tingkat kematian larva *S. exigua* pada konsentrasi 10<sup>5</sup>-10<sup>9</sup> konidia/ml masing-masing persentase tingkat kematian larva yaitu sebesar 20%, 45%, 55%, 70% dan 75% sedangkan pada perlakuan kontrol (0 konidia/ml) tidak ditemukan adanya kematian larva. Menurut Ou (1985), tingkat kematian serangga yang dapat dijadikan suatu ukuran dalam pengendalian hayati adalah sebesar 60%-100%. Hal ini berarti cendawan *L. lecanii* memiliki potensi sebagai pengendalian hayati dalam mengendalikan *S. exigua*.

Pada hasil analisis tingkat kematian menunjukkan bahwa tiap perlakuan konsentrasi konidia berbeda nyata dengan perlakuan kontrol akan tetapi, pada konsentrasi 10<sup>7</sup> konidia/ml tidak berbeda nyata dengan konsentrasi 10<sup>6</sup> konidia/ml, konsentrasi 10<sup>8</sup> konidia/ml dan konsentrasi 10<sup>9</sup> konidia/ml. Hal ini dapat disebabkan tingkat virulensi konidia pada masing-masing konsentrasi relatif sama sehingga mengakibatkan hasil tingkat kematian yang tidak berbeda nyata sehingga dalam penelitian ini hasil dari tiap konsentrasi konidia *L. lecanii* kurang optimal dalam menimbulkan tingkat kematian *S.*

*exigua* namun, dari hasil analisis Duncan menunjukkan bahwa konsentrasi konidia memiliki pengaruh terhadap tingkat kematian.

Menurut Lerche *et.al* (2004) patogenisitas (virulensi) cendawan dipengaruhi oleh konsentrasi konidia karena konidia berperan utama untuk pemencaran dan proses infeksi. Konidia juga merupakan bahan perekat dari cendawan untuk melekat pada kutikula. Pada awalnya konidia melekat pada kutikula serangga (Gilbert dan Gill, 2010). Konidia yang menempel pada kutikula akan membentuk *germ tube* dan *appressorium* (Vega dan Kaya, 2012). *Appressorium* dengan kuat mengaitkan cendawan ke epikutikula serangga dan memungkinkan penetrasi kutikula melalui dua proses yaitu mekanik dan enzimatik (Robson *et al.*, 2007).

Kerusakan yang terjadi pada kutikula yang dibantu oleh enzim lipase dan kitinase dilakukan untuk menembus kutikula serangga yang akan diikuti dengan penyebaran konidia dalam jaringan tubuh larva (Ladja, 2009). Setelah cendawan sukses mencapai ke dalam hemocoel, cendawan memulai pertumbuhannya dan

bereproduksi. Vega dan Kaya (2012), mengemukakan bahwa cendawan yang tumbuh dengan pesat di hemolimfa membunuh serangga dengan mengkonsumsi nutrisi inang dan secara fisik merusak jaringan, sehingga mengganggu sistem fisiologis serangga. Selain itu, cendawan mengandalkan produksi metabolit sekunder untuk membunuh serangga. Pada *L. lecanii* menghasilkan metabolit sekunder bersifat toksin yang disebut *bassianolide*. Cendawan ini juga menghasilkan racun insektisida yaitu asam *dipicolinic* (Cloyd, 1999).

Beberapa hari setelah larva mati, tubuh larva mulai mengeras dan kaku serta secara perlahan seluruh tubuh larva diselimuti oleh miselium. Selain mengeras, tubuh larva juga berubah menjadi hitam. Menurut Prayogo (2004), mengerasnya tubuh larva yang mati seperti mumi dikarenakan semua jaringan dalam tubuh larva dan cairan tubuh habis digunakan oleh cendawan. Miselium berkembang sampai akhirnya menutupi seluruh permukaan konidia yang berwarna putih sesuai dengan jenis cendawan yang menginfeksi (Gambar 1).



**Gambar 1.** Larva *Spodoptera exigua* yang dipenuhi miselium *Lecanicillium lecanii* berwarna putih

Pada hasil uji statistik menggunakan Analisis Varian (ANOVA) mengenai waktu kematian *S. exigua* menunjukkan bahwa terdapat pengaruh konsentrasi konidia *L. lecanii* terhadap waktu kematian. Pada konsentrasi  $10^5$  konidia/ml hasilnya tidak berbeda nyata dengan kontrol akan tetapi berbeda nyata dengan konsentrasi  $10^6$  konidia/ml, konsentrasi  $10^7$  konidia/ml, konsentrasi  $10^8$  konidia/ml dan konsentrasi  $10^9$  konidia/ml. Hal ini berarti waktu kematian yang ditempuh oleh konsentrasi  $10^5$  konidia/ml sangat lambat sehingga tidak berbeda nyata dengan kontrol sedangkan konsentrasi  $10^6$  konidia/ml menunjukkan berbeda nyata dengan semua aplikasi konsentrasi konidia namun, hasil waktu kematiannya juga menunjukkan waktu kematian

yang lama yaitu 187,2 jam dibandingkan dengan konsentrasi  $10^7$  konidia/ml, konsentrasi  $10^8$  konidia/ml dan konsentrasi  $10^9$  konidia/ml.

Pada konsentrasi  $10^9$  konidia/ml tidak berbeda nyata dengan konsentrasi  $10^8$  konidia/ml tetapi, berbeda nyata dengan semua aplikasi konsentrasi. Hasil uji analisis konsentrasi  $10^8$  konidia/ml juga menunjukkan bahwa tidak berbeda nyata dengan konsentrasi  $10^7$  konidia/ml dan konsentrasi  $10^9$  konidia/ml namun berbeda nyata dengan semua aplikasi konsentrasi konidia. Dari hasil analisis tersebut berarti pada konsentrasi  $10^9$  konidia/ml dan konsentrasi  $10^8$  konidia/ml menunjukkan hasil yang paling baik diantara semua aplikasi konsentrasi konidia yaitu kontrol, konsentrasi  $10^5$

konidia/ml, konsentrasi  $10^6$  konidia/ml, konsentrasi konidia  $10^7$  konidia/ml.

Trizelia dan Nurdin (2008) melaporkan bahwa semakin tinggi konsentrasi konidia yang diinfeksi, maka semakintinggi peluang kontak antara patogen dengan inang. Semakin tinggi serangan tersebut, maka proses kematian serangga yang terinfeksi akan semakin cepat oleh karena itu dalam penelitian ini konsentrasi  $10^9$  konidia/ml dan konsentrasi  $10^8$  konidia/ml yang merupakan konsentrasi konidia yang tinggi menyebabkan kematian yang lebih cepat dibandingkan konsentrasi konidia lainnya.



Gambar 2. Pupa yang gagal membentuk imago

Berdasarkan penelitian Heriyanto dan Suharno (2008) mengenai patogenisitas *Metarhizium anisopliae* terhadap larva *Oryctes rhinoceros* menunjukkan bahwa pada konsentrasi konidia yang tinggi memungkinkan cendawan lebih cepat menemukan larva *Oryctes rhinoceros* dalam media pemeliharaan sehingga lebih cepat terjadi kontak dan penetrasi kemudian berkembang dalam tubuh dan mengakibatkan kematian larva dan pada konsentrasi konidia yang rendah cendawan akan lebih lambat terjadinya proses kontak dan penetrasi oleh karena itu pada konsentrasi konidia yang rendah diantaranya yaitu konsentrasi  $10^5$  konidia/ml dan konsentrasi  $10^6$  konidia/ml beberapa larva mengalami kematian pada stadium pupa. Menurut Kershaw *et al.*, (1999) juga menyatakan, pada konsentrasi konidia yang relatif rendah dimungkinkan serangga yang terinfeksi dapat bertahan hidup namun, pada pembentukan pupa selanjutnya akan gagal membentuk imago dan mengalami kematian

### SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat disimpulkan bahwa aplikasi konsentrasi konidia *L. lecanii* berpengaruh terhadap tingkat kematian larva *S. exigua* dan aplikasi konsentrasi konidia *L.*

Hasil pengamatan waktu kematian pada konsentrasi  $10^5$  konidia/ml dan konsentrasi  $10^6$  konidia/ml menyebabkan beberapa larva mati pada saat stadium pupa. Larva yang mati saat stadium pupa ini yaitu ditandai dengan larva tersebut berhasil menjadi pupa namun, pupa tersebut tidak berhasil sampai membentuk imago. Pupa yang tidak berhasil menjadi imago ini berwarna coklat gelap, menjadi mengeriput dan kering (Gambar 2). Hal ini disebabkan konsentrasi  $10^5$  konidia/ml dan konsentrasi  $10^6$  konidia/ml memiliki konsentrasi konidia yang rendah sehingga dalam proses infeksi membutuhkan waktu yang lama.

*lecanii* berpengaruh terhadap waktu kematian larva *S. exigua*.

### DAFTAR PUSTAKA

- Basuki RS & Moekasan TK, 2007. Status Resistensi *Spodoptera exigua* Hubn. Pada Tanaman Bawang Asal Kabupaten Cirebon, Brebes dan Tegal terhadap Insektisida yang Umum Digunakan Petani di Daerah Tersebut. *Jurnal Hortikultura* 17(4): 343-354, 2007.
- Cloyd, 1999. *The Entomopathogen Verticillium lecanii*. Midwest Biological Control News Online. University of Illinois. Vol. VI No. 12, Desember 1999. Diakses melalui <http://www.entomology.wisc.edu/mbcn/kyf612.html> pada tanggal 25 Mei 2012.
- Esti, 2011. *Hama Spodoptera exigua pada Bawang Merah* diakses melalui <http://epetani.deptan.go.id/budidaya/hama-spodoptera-exigua-pada-bawang-merah-1777> pada tanggal 24 Agustus 2012.
- Gilbert LI & Gill SS, 2010. *Insect Control*. London : Academic Press Inc.
- Kalshoven, 1981. *Pest of Crops in Indonesia*. Jakarta: PT. Ichtar Baru-Van Hoeve.
- Kershaw ER, Moorhouse RB, Reynolds SE, Charnley AK, 1999. *The Role of Destruxins in the Pathogenicity of Metarhizium anisopliae for Three Species of Insect* diakses melalui <http://www.sciencedirect.com/science/journal/> pada tanggal 23 Desember 2012.

- Ladja FT, 2009. Pengaruh Cendawan Entomopatogen *Verticillium lecanii* Dan *Bauveria bassiana* Terhadap Kemampuan *Nephotettix virescens* Distant (Hemiptera: Cicadellidae) Dalam Menularkan Virus Tungro. Tesis yang tidak dipublikasikan. Bogor: Sekolah Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor.
- Lerche S, Meyer U, Sermann H & Buettner C, 2004. Dissemination of the Entomopathogenic Fungus *Verticillium Lecanii* (Zimmermann) Viégas (Hyphomycetales: Moniliaceae) In a Population of *Frankliniella Occidentalis* (Pergande, 1895) (Thysanoptera: Thripidae) diakses melalui <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed> pada tanggal 27 Agustus 2012.
- Prayogo Y, 2004. Keefektifan Lima Jenis Cendawan Entomopatogen Terhadap Hama Pengisap Polong Kedelai *Riptortus linearis* (L.) (Hemiptera: Alydidae) Dan Dampaknya Terhadap Predator *Oxyopes javanus* Thorell (Arachnida : Oxyopidae). Tesis yang tidak dipublikasikan. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Prayogo Y, 2011. Biopestisida Ramah Lingkungan Dari *Lecanicillium lecanii*. *Sinar Tani* Edisi: 22–28 Juni 2011.
- Robson GD , P. van West, Geoffrey M. Gadd, 2007. *Exploitation of Fungi*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Rustama, Mia Miranti, Melanie, Irawan, Budi, 2008. Patogenisitas Jamur Entomopatogen *Metarhizium anisopliae* Terhadap *Crocidolomia pavonana* Fab. Dalam Kegiatan Studi Pengendalian Hama Terpadu Tanaman Kubis Dengan Menggunakan Agensi Hayati. *Laporan Akhir Penelitian Peneliti Muda (Litmud)* UNPAD. Bandung: Lembaga Penelitian Universitas Padjadjaran.
- Trizelia & Nurdin, 2008. Peningkatan Persistensi dan Transmisi Isolat Unggul Cendawan Entomopatogen *Bauveria bassiana* Untuk Pengendalian Hama *Crocidolomia pavonana* (Lepidoptera: Pyralidae). *Penelitian Hibah Bersaing: Bidang Ilmu Pertanian*. Universitas Andalas Padang.
- Vega FE & Kaya HK, 2012. *Insect Pathology–Second Edition*. London: Academic Press Inc.