

## Patogenitas Cendawan Entomopatogen *Lecanicillium lecanii* dengan Penambahan Minyak Kacang Tanah terhadap Mortalitas Ulat Grayak

### *Pathogenity of Fungal Entomopathogen Lecanicillium lecanii with Peanut Oil on The Mortality of Army Worm*

Elva Fithria Ningrum\*, Mahanani Tri Asri

Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Negeri Surabaya

\*e-mail: eruva.fn@gmail.com

#### ABSTRAK

*Lecanicillium lecanii* merupakan salah satu cendawan yang dijadikan biopestisida dalam pengendalian hama tanaman. Namun patogenitas *L. lecanii* saat aplikasi menurun karena adanya pengaruh dari lingkungan, terutama sinar matahari. Penelitian ini bertujuan untuk menguji pengaruh penambahan minyak kacang tanah pada *L. lecanii* terhadap mortalitas ulat grayak. Metode penelitian yang digunakan adalah rancangan acak kelompok (RAK). Terdapat enam perlakuan yaitu pemberian *L. lecanii* dengan penambahan minyak sebanyak 0%; 0,5%; 1%; 1,5%; 2% dan tanpa pemberian *L. lecanii* (akuades). Data yang didapat berupa persentase mortalitas ulat grayak pada 7 hari setelah aplikasi yang dianalisis menggunakan analisis varian satu arah (Anava) dan dilanjutkan dengan uji Duncan pada taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan minyak kacang tanah pada *L. lecanii* berpengaruh terhadap mortalitas ulat grayak. Mortalitas ulat tertinggi pada perlakuan dengan penambahan minyak kacang tanah 2% yaitu sebesar 63,42%.

**Kata kunci:** patogenitas; *Lecanicillium lecanii*; minyak kacang tanah; ulat grayak

#### ABSTRACT

*Lecanicillium lecanii* is one of the fungi used as biopesticide in plant pest control. However, the pathogenesis of *L. lecanii* decreases due to the influence of the environment, especially sunlight. This study aimed to determine the effect of the addition of peanut oil on *L. lecanii* to army worm mortality. This research used randomized block design. There were six treatments, namely *L. lecanii* with 0% oil addition; 0.5%; 1%; 1.5%; 2% and without giving *L. lecanii* (aquadest). The data obtained were the percentage mortality of army worm on 7 days after application, these data were analyzed by one-way variance analysis (Anova) and it will be followed by Duncan Test at a level of 5%. The results showed that the addition of peanut oil to *L. lecanii* give an effect on the mortality of army worm. The highest army worm mortality in treatment with the addition of peanut oil 2% that is equal to 63.42%.

**Key words:** pathogenity; *Lecanicillium lecanii*; peanut oil; army worm

#### PENDAHULUAN

Ulat grayak (*Spodoptera litura* F.) atau *army worm* merupakan salah satu hama daun utama yang menyebabkan kehilangan hasil panen sebesar 20-40% (Ratnawati, 2015). Ulat grayak memiliki sifat polifagus, yaitu pemangsa banyak jenis tanaman atau mempunyai banyak tanaman inang (Widodo dan Sumarsih, 2007), salah satunya tanaman kedelai. Menurut Soenartiningih (2010) salah satu alternatif pengendalian organisme pengganggu tanaman (OPT) yang bersifat ramah lingkungan, yaitu dengan memanfaatkan agens hayati seperti cendawan entomopatogen. Penggunaan entomopatogen sebagai agens pengendali hayati merupakan salah satu cara untuk menghindari dampak negatif bahan kimia terhadap

lingkungan. Cendawan entomopatogen yang bersifat potensial dalam mengendalikan serangga hama salah satunya adalah *Lecanicillium lecanii* (Prayogo dan Suharsono, 2005).

Cendawan entomopatogen *L. lecanii* yang merupakan satu dari beberapa jenis cendawan entomopatogen yang dapat dijadikan sebagai biopestisida. *Lecanicillium lecanii* memiliki kelebihan yaitu merupakan cendawan entomopatogen yang mudah tumbuh pada berbagai media, mempunyai kisaran inang yang luas dan bersifat kosmopolit sehingga mudah dijumpai pada daerah tropis maupun subtropis. *Lecanicillium lecanii* mampu menginfeksi beberapa jenis serangga inang meliputi kepik coklat (*Riptortus linearis*), *Spodoptera litura*, *Spodoptera exigua*, *Bemisia tabaci* (Prayogo, 2004; Rakhmad

dkk, 2015; Suhairiyah dkk, 2013; Wahyuni dkk). Cendawan entomopatogen mempunyai sifat yang relatif aman, dengan tingkat reproduksi tinggi, memiliki siklus hidup yang pendek, bersifat selektif, kompatibel dengan pengendalian lainnya, relatif murah diproduksi dan mempunyai sedikit kemungkinan dalam menimbulkan resistensi, dan mempunyai spora yang dapat bertahan lama, bahkan dalam kondisi yang tidak menguntungkan (Trizelia 2005). *Lecanicillium lecanii* aman bagi tanaman karena tidak menyebabkan keracunan dan penyakit pada tanaman, (Djojsumarto, 2011).

Pengaplikasian cendawan entomopatogen *L. lecanii* di lapang memiliki kendala yaitu sifat cendawan yang peka terhadap paparan sinar matahari. Viabilitas cendawan *L. lecanii* akan menurun saat terpapar sinar matahari (Prayogo, 2004). Untuk mengatasi kendala tersebut dapat dilakukan penambahan bahan pelindung pada konsentrasi cendawan, sehingga dapat meningkatkan efikasi cendawan, karena terlindung dari paparan sinar matahari. Bahan tambahan yang dapat digunakan yaitu dengan menggunakan minyak nabati. Menurut Prayogo dkk (2011) Penambahan minyak nabati mampu mempertahankan efikasi *L. lecanii* di lapangan hingga 40% dibandingkan dengan yang tidak ada penambahan. Minyak nabati yang dapat digunakan salah satunya yaitu minyak kacang tanah.

Minyak kacang tanah merupakan minyak hasil olahan dari biji kacang tanah yang mengandung 35-55% minyak (Prihandana dan Handroko, 2008). Minyak kacang tanah mengandung gliserol dan asam lemak baik jenuh maupun tak jenuh. Kandungan tersebut yang kemudian berfungsi sebagai bahan pelindung, yang membentuk suatu lapisan biofilm untuk melindungi konidia dari sinar matahari, karena adanya kandungan gliserol yang berperan dalam mengabsorpsi sinar matahari, sehingga dapat menstabilkan kelembapan konidia yang mempengaruhi proses perkecambahan nantinya. Kandungan asam lemak pada minyak kacang tanah berperan mencegah terjadinya dehidrasi oleh konidia karena proses respirasi yang terjadi akibat respons terhadap sinar matahari (Prayogo dkk, 2011). Selain asam lemak juga ada kandungan karena adanya kandungan gliserol yang berperan dalam mengabsorpsi sinar matahari, sehingga dapat menstabilkan kelembapan konidia yang mempengaruhi proses perkecambahan nantinya (Saharayaj *et al.*, 2011). Penelitian ini bertujuan untuk menguji pengaruh

penambahan minyak kacang tanah pada *L. lecanii* terhadap mortalitas ulat grayak.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) dengan satu faktor perlakuan yaitu penambahan minyak kacang tanah. Penelitian ini dilaksanakan di *green house* Jurusan Biologi FMIPA Unesa dengan dua kontrol (positif dan negatif) dan 4 perlakuan dengan 4 kali pengulangan. Maka diperoleh 24 unit perlakuan. Setiap pengulangan digunakan ulat grayak sebanyak 10 ekor atau sebanyak 240 ekor ulat grayak. Penggunaan 4 kali pengulangan diperoleh dari rumus  $(t-1)(r-1) \geq 15$ . Cendawan entomopatogen *L. lecanii* diperoleh dari isolat yang diperbanyak dari Laboratorium Pengamatan Hama Penyakit Pangan dan Hortikultura, Mojokerto, menggunakan media *Sabouraud Dextrose Agar* (SDA) dari Merck.

Tanaman kedelai ditanam pada polibag dengan 5 kg tanah dengan 3 tanaman tiap polibag. Tanaman diletakkan pada *green house* dan dipelihara dengan melakukan penyiraman setiap harinya. Suspensi cendawan entomopatogen *L. lecanii* adalah hasil perbanyakan secara *in vitro*. Suspensi cendawan entomopatogen *L. lecanii* dengan konsentrasi  $10^8$  konidia/mL diambil dan ditambahkan minyak kacang tanah sesuai dengan konsentrasi masing-masing perlakuan yaitu dengan penambahan 0%, 0,5%, 1%, 1,5% dan 2% dari volume *L. lecanii*. Kemudian suspensi konidia dikocok menggunakan *shaker* selama 30 menit (Prayogo dkk, 2011).

Tanaman kedelai yang sudah berumur 35 hari setelah tanam (HST) disemprot dengan suspensi *L. lecanii* dengan penambahan minyak kacang tanah sesuai konsentrasi masing-masing perlakuan. Selanjutnya ulat grayak diinvestasikan pada tanaman sebanyak 10 ekor tiap tanaman, lalu tanaman disungkup dengan kain trikot yang tembus sinar matahari. Pada penelitian ini parameter pengamatan yaitu mortalitas ulat grayak yang ditunjukkan dengan adanya miselium dan perubahan warna yang diamati pada ulat grayak yang mati. Perhitungan mortalitas ulat grayak menggunakan rumus:

$$P = \frac{x}{y} \times 100\%$$

Keterangan:

P

. = Persentase mortalitas ulat grayak

x = Jumlah ulat grayak uji yang mati

y = Jumlah ulat grayak uji

Data hasil penelitian yang diperoleh akan dianalisis menggunakan ANAVA satu arah. Kemudian dilanjutkan menggunakan uji Duncan taraf 5%.

## HASIL

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi minyak kacang tanah berpengaruh terhadap patogenitas cendawan entomopatogen *L. lecanii* terhadap mortalitas ulat grayak. Mortalitas ulat grayak pada perlakuan kontrol positif (LK), dengan pemberian *L. lecanii* tanpa ada penambahan minyak kacang tanah menyebabkan mortalitas ulat grayak sebesar 38,37%, sedangkan mortalitas tertinggi pada perlakuan penambahan minyak kacang tanah terbanyak 2% (LD) yaitu sebesar 63,42% (Tabel 1).

**Tabel 1.** Persentase mortalitas ulat grayak setelah diberi *L. lecanii* dengan penambahan minyak kacang tanah 7 hari setelah aplikasi.

Perlakuan	Rerata Persentase Mortalitas Ulat Grayak (%)
L0	0±0,00 <sup>a</sup>
LK	38,37±3,65 <sup>b</sup>
LA	39,97±6,17 <sup>b</sup>
LB	51,63±3,65 <sup>c</sup>
LC	56,44±5,29 <sup>c</sup>
LD	63,42±6,13 <sup>d</sup>

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang berbeda menandakan adanya perbedaan nyata antara perlakuan satu dengan yang lainnya pada taraf uji 0,05 menurut uji Duncan's. L0: Kontrol negatif (tanpa pemberian *L. lecanii*); LK: *L. lecanii* + 0% minyak kacang tanah; LA: *L. lecanii* + 0,5% minyak kacang tanah; LB: *L. lecanii* + 1% minyak kacang tanah; LC: *L. lecanii* + 1,5% minyak kacang tanah; LD: *L. lecanii* + 2% minyak kacang tanah.

Konsentrasi minyak kacang tanah 0,5%; 1,0% dan 1,5% yang ditambahkan pada cendawan *L. lecanii* secara berurutan mampu menyebabkan mortalitas ulat grayak hingga 39,96%; 51,63% dan 56,43%. Sedangkan pada perlakuan tanpa pemberian cendawan *L. lecanii* dan minyak kacang tanah memperoleh mortalitas terkecil yaitu 0%. Penambahan minyak kacang tanah pada suspensi *L. lecanii* sebanyak 2% (LD) memiliki hasil persentase mortalitas ulat grayak tertinggi berbeda nyata dengan semua perlakuan, dapat dilihat dari notasi pada Tabel 1 di atas. Untuk perlakuan LK (tanpa penambahan minyak kacang tanah) dan LA (penambahan minyak kacang tanah 0,5%) hasil yang diperoleh tidak berbeda nyata satu sama lainnya namun berbeda nyata dengan dengan perlakuan LB (Penambahan minyak kacang tanah 1%) dan LC (Penambahan

minyak kacang tanah 1,5%), yang juga berbeda nyata dengan perlakuan L0 (tanpa pemberian *L. lecanii*) sebagai kontrol negatif. Perlakuan L0 memiliki hasil terkecil.

## PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil dan analisis data dapat diketahui penambahan minyak kacang tanah yang diberikan berpengaruh pada patogenitas dari cendawan entomopatogen *L. lecanii* terhadap tingkat kematian atau mortalitas ulat grayak. Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa pada perlakuan pemberian cendawan entomopatogen *L. lecanii* tanpa penambahan minyak kacang tanah memperoleh mortalitas ulat grayak sebesar 38,37%. Hasil ini merupakan mortalitas terkecil dari pengaplikasian *L. lecanii* sebagai biopestisida pada penelitian ini. Hal tersebut karena pada pengaplikasiannya cendawan langsung bersinggungan dengan kondisi lingkungan yang ada dan tidak diberikan penambahan bahan pelindung, sedangkan cendawan sensitif terhadap faktor lingkungan terutama sinar matahari, sehingga dapat menyebabkan penurunan patogenitasnya sebagai biopestisida. Hal tersebut juga terlihat dari *L. lecanii* dapat menyebabkan mortalitas ulat grayak mencapai 80% saat pengaplikasian dalam skala laboratorium, namun dalam pengaplikasian skala semi lapang mortalitas ulat grayak yang diperoleh hanya sekitar 38,15% (Humairoh, 2013; Suhairiyah, 2013).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Masyitah dkk (2017) diperoleh hasil mortalitas ulat grayak sebesar 40% dalam skala semi lapang. Hasil tersebut juga tidak berbeda jauh dari hasil penelitian ini. Salah satu faktor utama penyebab turunnya patogenitas *L. lecanii* adalah karena cendawan bersinggungan dengan sinar matahari, yang dapat menyebabkan kerusakan DNA yang dapat berlangsung secara terakumulasi, sehingga sulit untuk diperbaiki, akibatnya terjadi penurunan viabilitas cendawan mencapai 78% (Bentley, 2005; Prayogo, 2004).

Pada perlakuan dengan penambahan minyak kacang tanah sebagai bahan tambahan dapat menyebabkan mortalitas ulat grayak lebih tinggi sebesar 39,97%; 51,63%; 56,44% dan 63,42% (Tabel 1), hal tersebut menunjukkan bahwa penambahan minyak kacang tanah sebagai pelindung cendawan berpengaruh terhadap mortalitas ulat grayak. Semakin tinggi konsentrasi minyak kacang tanah yang diberikan, semakin tinggi tingkat mortalitas ulat grayak yang diperoleh. Hal tersebut diduga karena pemberian minyak kacang tanah yang lebih banyak memungkinkan konidia

chendawan yang terlapis dan terlindungi dari cekaman sinar matahari semakin banyak. Prayogo dan Suharsono (2005) menyatakan bahwa cendawan entomopatogen *L. lecanii* rentan terhadap sinar UV, yang mana sinar matahari mengandung sinar UV yang dapat merusak DNA (Bentley, 2005). Adanya penambahan bahan minyak kacang tanah diperlukan untuk menghindarkan konidia kontak secara langsung dengan sinar matahari melalui cara pembentukan biofilm.

Konidia cendawan *L. lecanii* dilindungi oleh lapisan biofilm yang terbentuk dari minyak kacang tanah, sehingga Lapisan tersebut dapat mengabsorpsi paparan sinar matahari yang datang, dan menghindarkan terjadinya kontak langsung sinar matahari dengan konidia. Dalam minyak kacang tanah mengandung lemak 46-52% dan protein 25-30%. Lemak (trigliserida) pada kacang tanah yang terkena sinar matahari akan terhidrolisis kemudian bereaksi menghasilkan tiga molekul asam lemak dan satu molekul gliserol. Senyawa gliserol mampu mengabsorpsi sinar matahari dan dapat memberikan kelembapan bagi konidia, yang diperlukan dalam proses perkecambahannya (Prayogo dkk, 2011). Menurut Chavao dan Kadam (2010) penambahan gliserol dapat meningkatkan ukuran tabung kecambah yang terbentuk, dibandingkan tanpa penambahan gliserol atau hanya menggunakan air.

Pada minyak kacang tanah mengandung asam lemak jenuh dan tidak jenuh (Ketaren, 2008). Asam lemak jenuh mempunyai ikatan yang lebih stabil dibandingkan dengan asam lemak tak jenuh. Asam lemak tidak jenuh mempunyai ikatan rangkap pada atom karbon, sedangkan pada asam lemak jenuh tidak mempunyai ikatan rangkap pada atom karbonnya atau dengan kata lain asam lemak jenuh memiliki ikatan tunggal pada atom karbonnya (Isnawati, 2009). Tidak adanya ikatan rangkap pada asam lemak jenuh menjadikannya tidak peka terhadap oksidasi, sedangkan pada asam lemak tidak jenuh mempunyai ikatan rangkap, yang menjadikannya lebih peka terhadap oksidasi, karena dapat mengikat atom hidrogen pada ikatan gandanya saat terjadi hidrolisis (Turley dan Thompson, 2013). Adanya sifat tersebut menjadikan asam lemak jenuh dapat berperan sebagai pelindung dalam melindungi konidia dari kontak dengan sinar matahari. Kandungan asam lemak tak jenuh pada minyak kacang tanah lebih tinggi dibandingkan dengan asam lemak jenuh dapat memudahkan konidia untuk berkecambah karena sifatnya yang mudah terhidrolisis (Luthana, 2008).

Asam lemak mempunyai ikatan yang lebih stabil dibandingkan dengan air, sehingga dapat menurunkan terjadinya hidrolisis berlebih oleh konidia akibat sinar matahari. Diketahui umumnya pengaplikasian cendawan entomopatogen sebagai biopestisida hanya menggunakan air sebagai pelarut konidia agar mudah disemprotkan atau disebarakan pada daerah sasaran.

Perkecambahan konidia menjadi faktor penting dalam menginvasi ulat grayak oleh cendawan, sehingga dapat menginfeksi dan menyebabkan kematian. Tingginya daya perkecambahan konidia juga menyebabkan tingginya infeksi cendawan pada ulat grayak. Hal tersebut karena cendawan *L. lecanii* menginfeksi inang dengan perkecambahan konidia yang membentuk tabung kecambah untuk merusak kutikula yang kemudian dapat ditembus. Semakin cepat dan besar ukuran tabung kecambah yang terbentuk akan memperbesar peluang inang dapat dipenetrasi oleh cendawan karena permukaan inang lebih cepat dihidrolisis oleh enzim lipase dan protease yang dihasilkan oleh cendawan (Prayogo, 2009). Selain itu menurut Trizelia (2005) faktor patogenitas cendawan seperti kecepatan kecambah konidia, sporulasi dan ukuran konidia, daya kecambah konidia dan toksin yang dikandung oleh cendawan mempengaruhi keefektifan suatu cendawan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi minyak kacang tanah yang ditambahkan pada suspensi *L. lecanii* semakin tinggi pula mortalitas ulat grayak yang diperoleh (Tabel 1). Hal tersebut karena semakin tinggi konsentrasi minyak kacang tanah yang diberikan semakin tinggi pula kemungkinan konidia *L. lecanii* diselimuti oleh minyak kacang tanah. Sehingga meningkatkan kemungkinan konidia yang terlindungi. Menurut Prayogo dkk (2011) semakin tinggi jumlah minyak yang diberikan, kemungkinan konidia untuk terlindungi juga semakin tinggi. Karena semakin banyak jumlah konidia yang terlapis oleh minyak. Minyak kacang tanah juga mengandung senyawa *kasein* dan *lesitin* yang berfungsi mempersatukan dua senyawa yang memiliki sifat polaritas yang berbeda dengan kata lain, minyak kacang tanah (non-polar) yang diberikan dengan air (polar) dari suspensi *L. lecanii* lebih mudah untuk bercampur karena adanya kedua senyawa tersebut (Prayogo dkk, 2011).

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan di atas dapat disimpulkan bahwa penambahan minyak kacang tanah pada cendawan *L. lecanii* berpengaruh terhadap mortalitas ulat grayak. Konsentrasi penambahan minyak kacang tanah terbaik yaitu 2% yang menyebabkan mortalitas ulat grayak sebesar 63,42%.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bentley V, 2005. *Siasat Jitu Awet Muda*. Jakarta: Erlangga.
- Chavao BP dan JR Kadam, 2010. Effect of Liquid Formulation of *Pochonia* (*Verticillium lecanii*) (Zimm.) viegas on Viability and Virulence against Mealy Bug. *Ann of Plant Protect Sci.* 18 (1); 71-79.
- Djojosumarto P, 2011. *Insektisida Mikrobiologi*. (Online) <http://www.gerbangpertanian.com/2011/10/insektisida-mikrobiologi-insektisida.html> diunduh tanggal 28 September 2015.
- Humairoh D, 2013. Pengaruh Jenis Cendawan Entomopatogen dengan Kerapatan Konidia terhadap Mortalitas dan Intensitas Serangan Larva Ulat Grayak. *Skripsi*. Tidak dipublikasikan. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.
- Isnawati, 2009. *Biokimia*. Surabaya: Unesa Press.
- Ketaren S, 2008. *Minyak dan Lemak Pangan*. Jakarta: UI Press.
- Luthana YK, 2008. *Minyak kelapa: Komposisi asam lemak*. (Online) <http://www.food%20entertaining.html> diunduh tanggal 16 April 2017.
- Masyitah I, Sitepu SF, dan Safni I, 2017. Potensi Jamur Entomopatogen untuk Mengendalikan Ulat Grayak *Spodoptra litura* F. pada Tanaman Tembakau In Vivo. *Jurnal Argoetnologi FP USU*. 5 (3): 484-493.
- Prayogo Y dan Suharsono, 2005. Optimalisasi Pengendalian Hama Pengisap Polong Kedelai (*Riptortus linearis*) Dengan Cendawan Entomopatogen *Verticillium lecanii*. *Jurnal online*. Malang : Litbang Pertanian. Diunduh tanggal 14 September 2015.
- Prayogo Y, Santoso T, Kartosuwondo U dan Sudirman LI, 2011. Peningkatan Efikasi Cendawan *Lecanicillium lecanii* untuk Mengendalikan Telur Hama Kepik Coklat pada Kedelai. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*. 30 (1): 58-70.
- 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 (Araneida: Oxyopidae). *Tesis*. Tidak dipublikasikan. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Prayogo Y, 2009. Kajian Cendawan Entomopatogen *Lecanicillium lecanii* (Zimm) (Viegas) Zare & Gams Untuk Menekan Perkembangan Telur Hama Pengisap Polong Kedelai *Riptortus linearis* (F.) (Hemiptera: Alydidae). *Disertasi*. Tidak dipublikasikan. Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Rakhmad R, Rahayu SE dan Prayogo Y, 2015. Efficacy of Entomopathogenic Fungi *Verticillium* (= *Lecanicillium*) *lecanii* (Hypocreales: Clavicipitaceae) Toward Controlling *Bemisia tabaci* Genn (Hemiptera: Aleyroclidae) On Soybean. *Knowledge-E Publishing Service*. ISSN 2413-0877. 2 : 410-414.
- Ratnawati, 2015. *Teknologi Pengendalian Ulat Grayak (Spodoptera litura F.) Pada Tanaman Kedelai*, (Online) <http://nad.litbang.pertanian.go.id/ind/index.php/info-teknologi/785-teknologi-pengendalian-ulat-grayak-spodoptera-litura-f-pada-tanaman-kedelai> diunduh tanggal 28 September 2015.
- Saharayaj K, Namasivayam SKR dan Rathi JM, 2011. Compability of Entomopathogenic Fungi with Extract of Plant and Comercial Botanicals. *African Journal of Biotechnology*. 10 (6). 933-938.
- Soenartiningih, 2010. Efektivitas beberapa Cendawan Antagonis dalam Menghambat Perkembangan Cendawan *Rhizoctonia solani* pada Jagung secara In Vitro. *Prosiding*. Disampaikan pada Pekan Serealia Nasional Balai Penelitian Tanaman Serelia, Maros.
- Suhairiyah, Isnawati dan Ratnawati Evie, 2013. Pengaruh Pemberian Cendawan *Lecanicillium lecanii* terhadap Mortalitas Ulat Grayak (*Spodoptera litura*) secara In Vitro. *Jurnal Lenterabio*. 2 (3): 253-257.
- Trizelia, 2005, Cendawan Entomopatogen *Beauveria bassiana* (Bals) Vuil. (Deuteromycotyna: Hypomycetes). Keanekaragaman Genetik, Karakteristik Fisiologi, dan Virulensinya terhadap *Crociodolomia pavonana* (F). *Disertasi*. Tidak dipublikasikan, Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Turley J, Thompson J, 2013. *Nutrition: Your Life Science*. Wadsworth: Cengage Learning.
- Wahyuni DT, Isnawati dan Suparno G, 2013, Patogenitas Cendawan Entomopatogen *Lecanicillium lecanii* (Zimmerman) Viegas Terhadap Larva Instar III *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae), *Jurnal Lentera Bio*. 2 (2): 174-178.