



Jurnal Ilmiah Biologi UMA (JIBIOMA)

Available online <http://jurnalmahasiswa.uma.ac.id/index.php/jibioma>

Diterima: 21 April 2020; Disetujui: 28 Mei 2020; Dipublish: 31 Mei 2020

Uji Efektivitas Cendawan *Metarhizium anisopliae* Terhadap Daya Bunuh Instar 2 Dan Instar 4 Larva Ulat *Spodoptera litura* Pada Tanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.) Di Laboratorium

Test The Effectiveness Of The Fungus Metarhizium anisopliae To Kill The Instar 2 And And Instar 4 On Spodoptera litura Caterpillar Larvae In Green Mustard Plants (Brassica juncea L.) In The Laboratory

One May Sunday Nababan*, Sartini, dan Riyanto

Program Studi Biologi, Fakultas Biologi, Universitas Medan Area, Indonesia

Abstrak

Hama merupakan salah satu faktor yang menurunkan produksi dan mutu tanaman budidaya, contohnya Ulat grayak (*Spodoptera litura*) yang menyerang tanaman sawi. Ulat grayak (*Spodoptera litura*) dapat dikendalikan menggunakan senyawa kimia (insektisida), bisa secara manual dengan cara dipungut dengan tangan dan dapat juga dengan pengendalian secara biologis, misalnya dengan jamur. Tujuan penelitian ini adalah untuk menguji efektivitas cendawan *Metarhizium anisopliae* terhadap larva ulat *Spodoptera litura* pada tanaman sawi hijau (*Brassica juncea* L.). Ulat yang dipakai pada penelitian ini yaitu ulat fase Instar-2 (I_1) dan Instar-4 (I_2). Konsentrasi cendawan yang diinokulasikan yaitu 10^{-2} (M_1), 10^{-4} (M_2) dan 10^{-6} (M_3), dan tanpa cendawan sebagai control (M_0). Design yang digunakan adalah RAL Faktorial dengan 3 ulangan. Hasil percobaan didapatkan bahwa kerapatan spora M_1 , M_2 , dan M_3 cukup efektif membunuh ulat tersebut baik pada pada instar -2 (I_1) maupun pada instar-4 (I_2).

Kata kunci: *Spodoptera litura*, *Metarhizium anisopliae*, *Brassica juncea* dan kerapatan spora

Abstract

Pests are one of the factors that reduce the production and quality of cultivated plants, for example grayak caterpillars (*Spodoptera litura*) which attack mustard plants. Grayak caterpillars (*Spodoptera litura*) can be controlled using chemical compounds (insecticides), can be manually collected by hand and can also be biologically controlled, for example with mushrooms. The purpose of this study was to examine the effectiveness of the fungus *Metarhizium anisopliae* on *Spodoptera litura* caterpillar larvae in green mustard plants (*Brassica juncea* L.). The caterpillar used in this study is the Instar-2 (I_1) and Instar-4 (I_2) phase caterpillars. The concentration of fungi was inoculated were 10^{-2} (M_1), 10^{-4} (M_2), and 10^{-6} (M_3), and without fungi as a control (M_0). The design used was Factorial RAL with 3 replications. The experimental results showed that spore density M_1 , M_2 , and M_3 were quite effective at killing the caterpillar both on instar-2 (I_1) and on instar-4 (I_2).

Keywords: *Spodoptera litura*, *Metarhizium anisopliae*, *Brassica juncea* dan spore density

*E-mail: onemaysunday@gmail.com



PENDAHULUAN

Tanaman sawi (*Brassica juncea* L.) merupakan salah satu jenis sayuran daun umumnya dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia. Sawi hijau sangat berpotensi sebagai penyedia unsur-unsur mineral penting dibutuhkan oleh tubuh karena nilai gizinya tinggi. Sawi terdiri dari dua macam, yaitu sawi putih dan sawi hijau. Sawi hijau memiliki kegunaan untuk mencegah kanker, hipertensi, penyakit jantung, membantu kesehatan sistem pencernaan, mencegah dan mengobati penyakit pellagra, serta menghindarkan ibu hamil dari anemia. Sawi banyak dibudidayakan oleh petani sebagai tanaman usaha pertanian untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari.

Produksi sawi dari tahun ke tahun mengalami penurunan. Hal ini dapat dilihat pada data dari BPS Gorontalo (2012), bahwa produksi pada tahun 2007 sebesar 220 ton/ha dan ini mengalami perubahan yang signifikan, tahun 2011 produksinya sebesar 83 ton/ha. Berdasarkan data tersebut, maka perlu dilakukan budidaya tanaman sawi secara baik dan benar untuk meningkatkan produksi sawi. Budidaya tanaman sawi meliputi benih yang bersertifikasi, penanaman/ pembibitan, pemeliharaan dan pengolahan tanah yang baik.

Serangan hama merupakan salah satu faktor yang dapat menurunkan produksi dan mutu tanaman. Adanya penyakit yang menyerang tanaman sayuran sangat mengganggu dan mengurangi daya pertumbuhan tanaman. Serangan penyakit di dalam akan mengganggu proses metabolisme. Sedangkan penyakit pada akar dan batang mengakibatkan terhalangnya zat-zat makanan yang diangkut ke jaringan-jaringan tanaman dan penyerapan air serta zat-zat makanan. Hama yang merusak daun dan batang pun akan merugikan proses hidup tanaman (Kanisius, 1976). Jenis hama yang menyerang saat di pertanaman antara lain ulat pupus, kutu, dan belalang. Salah satu serangga yang dianggap sebagai hama budidaya yang cukup mempengaruhi budidaya yakni ulat grayak (*Spodoptera litura*). Hama ini merupakan salah satu jenis hama terpenting yang menyerang tanaman palawija dan sayuran di Indonesia.

Untuk mengendalikan hama yang menyerang ulat grayak (*S.litura*) yaitu dengan menggunakan cendawan *Metarhizium anisopliae* sebagai agen pengendali hayati. Cendawan *Metarhizium anisopliae* bersifat parasit dan bersifat saprofit di dalam tanah dengan bertahan pada sisa-sisa tanaman. Cendawan *Metarhizium anisopliae* banyak digunakan untuk mengatasi larva pada serangga dan ulat pengganggu tanaman.

Adapun larva yang terserang cendawan *M. anisopliae* menjadi lemas dan mati kaku. Larva yang mati tampak memar berwarna kecoklat-coklatan. Miselium cendawan kemudian tumbuh dan muncul ke seluruh permukaan integumen serangga yang mati yang pada awalnya berwarna putih, dan beberapa hari kemudian seluruh permukaan integumen tersebut tertutup konidia cendawan berwarna hijau (Steinhaus, 1949 dalam Sunardi dkk, 2013).

Sejauh ini pengendalian hama tanaman yang dilakukan oleh para petani masih mengandalkan insektisida kimia (Marwoto, 1992 dalam Bintang *et al*, 2015). Petani umumnya menggunakan insektisida dengan frekuensi dan dosis yang tinggi. Ini membawa dampak negatif penggunaan pestisida seperti, resistensi, resurgensi hama, terbunuhnya musuh alami, peningkatan residu pada hasil, pencemaran lingkungan dan gangguan kesehatan bagi pengguna.

Menurut Lina (2016) pada hasil uji statistik Oneway Anova diperoleh $p = 0,005$, sehingga ($p < 0,05$) artinya ada perbedaan yang bermakna, yaitu ekstrak daun Legundi *Vitex trifolia* mengakibatkan mortalitas hama *Plutella xylostella*. Ekstrak daun Legundi *Vitex trifolia* pada dosis 20% adalah dosis paling efektif mengakibatkan kematian larva. Hasil uji statistik Oneway Anova menunjukkan tidak terdapat perbedaan rata-rata persentase terjadinya pembentukan pupa hama *Plutella xylostella*. Setelah penyemprotan ekstrak terhadap tanaman sawi caisim (*Brassica juncea*), menunjukkan tanaman sawi caisim (*Brassica juncea*) tetap hidup dan tidak ada kerusakan akibat terpapar ekstrak.

Mengingat semakin meningkatnya kesadaran masyarakat atas dampak yang diakibatkan oleh penggunaan pestisida kimia yang dapat merusak lingkungan, diperlukan pengganti pestisida yang ramah lingkungan. Salah satu alternatif pilihannya adalah penggunaan pestisida hayati tumbuhan. Dikarenakan berbagai kerusakan tanaman yang diakibatkan oleh hama *S.litura* pada budidaya tanaman sawi hijau, maka dari itu dilakukan penelitian tentang uji efektivitas cendawan *Metarhizium anisopliae* terhadap larva ulat *Spodoptera litura* pada tanaman sawi hijau (*Brassica juncea* L.).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial yaitu:

Faktor 1 Instar *Spodoptera litura* yang digunakan terdiri dari 2 taraf perlakuan:

$I_1 = S. litura$ instar 2

$I_2 = S. litura$ instar 4

Faktor 2 Kerapatan *Metarhizium anisopliae*, terdiri dari 4 taraf perlakuan:

M_0 (Tanpa menggunakan *Metarhizium anisopliae*)

M_1 = kerapatan spora *Metarhizium anisopliae* 10^{-2}

M_2 = kerapatan spora *Metarhizium anisopliae* 10^{-4}

M_3 = kerapatan spora *Metarhizium anisopliae* 10^{-6}

Sehingga diperoleh 8 kombinasi perlakuan sebagai berikut:

I_1M_0 I_2M_0

I_1M_1 I_2M_1

I_1M_2 I_2M_2

I_1M_3 I_2M_3

Persiapan Bahan Penelitian

Ulat grayak sebagai bahan penelitian diperoleh dengan cara mencari dan mengumpulkan larva ulat grayak (*Spodoptera litura*) dari lapangan instar 3-4 dan 5-6, dan dipelihara pada tanaman sawi hijau. Larva masing-masing instar tersebut kemudian ditempatkan di dalam toples yang berdiameter 16 cm x 19 cm, serta diberi pakan sawi hijau segar bebas dari pestisida.

Pembuatan Media PDA

Ditimbang kentang kemudian dikupas lalu dicuci hingga bersih sebanyak 200 gram. Kentang yang telah dicuci kemudian dipotong-potong menjadi bagian yang lebih kecil. Potongan-potongan kentang direbus dengan air sampai volumenya 1000 ml. Kentang dengan cairannya (ekstrak) dipisahkan untuk diambil cairannya (ekstrak) saja. Cairan kentang (ekstrak) dimasukkan ke dalam tabung erlenmeyer kemudian ditambahkan agar-agar 20gr dan dextrosa 20gr. Bahan PDA yang terdiri dari ekstrak kentang, agar-agar, gula dan air dalam tabung erlenmeyer diaduk secara merata sampai homogen. Tabung Erlenmeyer yang telah berisi bahan PDA ditutup dengan alumunium foil. Bahan PDA dalam tabung Erlenmeyer disterilkan menggunakan autoklaf dengan

suhu 121°C selama 15 menit. Bahan PDA yang telah steril diangkat dan didinginkan siap untuk digunakan.

Penyiapan *Metarhizium anisopliae*

Cendawan *M. anisopliae* berasal dari koleksi BPTPH (Balai Perlindungan Tanaman Pangan dan Holtikultura) Medan. Kemudian dibiakkan pada PDA (Potato Dextrose Agar) di Laboratorium Pertanian Universitas Medan Area. Setelah berumur 14 hari hasil biakan selanjutnya dihitung kerapatan sporanya dan dilakukan pengenceran berseri (serial dilution methode) sesuai dengan perlakuan.

Pengenceran berseri (serial dilution methode)

Masukkan 10 ml aquades ke dalam biakan spora *M. anisopliae* yang berada pada cawan petri. Lalu diaduk hingga rata, kemudian masukkan ke dalam tabung reaksi dan homogenkan. Selanjutnya ambil 1 ml suspensi spora *M. anisopliae* dengan pipet tetes steril lalu masukkan ke dalam tabung reaksi yang berisi 9 ml aquades dan homogenkan dengan menggunakan rotamixer (pengenceran 10^{-1}). Pipet 1 ml spora *M. anisopliae* dari pengenceran 10^{-1} kemudian masukkan ke dalam tabung reaksi yang berisi aquades 9 ml dan homogenkan yang disebut pengenceran 10^{-2} lakukan sampai pengenceran terakhir yaitu 10^{-6} .

Aplikasi *Metarhizium anisopliae* pada Larva *Spodoptera litura*

Larva *S. litura* dari hasil biakan (rearing) masing-masing sebanyak 5 ekor diletakkan dalam toples yang berisi pakan sawi hijau segar seberat 10gr, selanjutnya sawi hijau dan larva yang ada dalam toples disemprot dengan larutan *M. anisopliae* dengan kerapatan spora sesuai perlakuan sebanyak 10ml dengan memakai handsprayer. Toples kemudian ditutup dengan kain kasa dan diamati keadaan serangga uji tersebut. Pakan setiap hari diganti sebanyak 10gr dari sawi hijau.

Parameter Pengamatan

Perubahan Morfologi dan Tingkah Laku Serangga Uji *S.litura*

Pengamatan perubahan tingkah laku serangga uji dilakukan setiap hari, mulai dari 1 HSA (hari setelah aplikasi) seperti pergerakan, nafsu makan, warna tubuh, hingga larvanya mati sampai berumur 5 HSA.

Persentase Mortalitas Serangga Uji *S.litura*

Pengamatan dilakukan setiap hari sampai ditemukan 100% kematian larva *S.litura* yang diuji terhadap cendawan *M.anisopliae*, mortalitas dihitung dengan rumus:

$$P = A/B \times 100\%$$

Dimana :

P: Persentase mortalitas serangga uji

A: Jumlah serangga yang mati

B: Jumlah serangga keseluruhan/ serangga awal

Bila terdapat kematian serangga uji pada perlakuan kontrol maka dikoreksi dengan rumus :

$$Ms = Mp - Mk / 100 - Mk \times 100\%$$

Dimana:

Ms: Persentase mortalitas sebenarnya

Mp: Persentase mortalitas perlakuan

Mk: Persentase mortalitas kontrol (Faisal, 2011 dalam Halawa, 2014).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perubahan Morfologi dan Tingkah Laku Serangga Uji *S. litura*

Hasil pengamatan perubahan tingkah laku serangga uji terhadap aplikasi cendawan *M.anisopliae* selama 5 HSA (hari setelah aplikasi) mengalami gejala infeksi terhadap larva dapat dilihat pada Tabel 1 :

Tabel 1. Gejala infeksi cendawan *M. anisopliae* pada larva *S. litura*

Hari Setelah Aplikasi (HSA)	Gejala <i>M. Anisopliae</i>
1	Larva mengalami pergerakan yang lamban, nafsu makan berkurang, kulitnya kendur, serta terlihat lemas, larva mati
2-3	Pergerakan yang lamban, nafsu makan berkurang, larva mati, tubuh kaku
3-4	Pergerakan yang lamban, nafsu makan berkurang, larva mati, mengalami perubahan warna tubuh hijau gelap dan kehitaman
4-5	Larva mati, tubuh kaku, hampir diseluruh bagian tubuh larva berwarna putih tertutupi miselium
5	Larva mati, tubuh menjadi kaku mengeras, dan seluruh permukaan tubuh larva terselubung oleh cendawan (mumifikasi).

Pada tabel 1 menunjukkan bahwa cendawan *M. anisopliae* mampu menginfeksi dan menyebabkan persentasi mortalitas larva *S. litura* sebesar 100%. Serangga yang

terinfeksi *M. anisopliae* akan mengalami gerakan yang lamban dan aktivitas makanan yang menurun. Hal ini sesuai dengan pernyataan Tanada dan Kaya (1993) bahwa infeksi spora jamur *M. anisopliae* menurunkan aktivitas makan larva. Gejala khas dari jamur *M. anisopliae* adalah larva yang terserang akan mati mengeras dan kaku (Situmorang, 1990 dalam Tampubolon dkk, 2013).

Larva yang terinfeksi cendawan *M. anisopliae* diawali pergerakan yang lamban, nafsu makan berkurang, kulitnya kendur, terlihat lemas, larva mati dan tubuh kaku, mengalami perubahan warna tubuh menjadi hijau gelap dan kehitaman, selanjutnya tubuh larva tertutupi miselium yang tercantum dalam dokumentasi penelitian gambar 4. Menurut Freimoser *et al.*, (2003) kutikula serangga yang telah mati akan berubah warna menjadi gelap. *M. anisopliae* menunjukkan gejala mati kaku, selanjutnya tubuh tertutupi miselium, dan akhir dari infeksi terjadi perubahan warna larva menjadi menjadi hijau gelap. Butt *et al.*, (2001) menyatakan bahwa gejala tersebut juga merupakan bentuk khas dari infeksi jamur *M. anisopliae* yaitu green muscardine.

Pengaruh Kerapatan Spora *M. anisopliae* Terhadap Mortalitas Serangga Uji *S. litura*

Data pengamatan mortalitas larva *S.litura* setelah 1, 2, 3, 4, dan 5 hari setelah aplikasi (HSA), dan data yang diperoleh pada analisis statistika dalam lampiran 2 sampai lampiran 6.

Dari analisis statistika terlihat bahwa pengaruh konsentrasi spora berpengaruh tidak nyata terhadap mortalitas pada pengamatan. Uji mortalitas larva *S.litura* akibat perlakuan kerapatan spora cendawan *M. anisopliae* dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Perlakuan Kerapatan Spora *M. anisopliae* Terhadap *S.litura*

	Hari 1	Hari 2	Hari 3	Hari 4	Hari 5
Pengenceran	*	*	*	*	*
Instar	*	ns	ns	Ns	ns
Interaksi	Ns	ns	ns	Ns	ns
Tertinggi Instar	Instar 2	-	-	-	-
Tertinggi Pengenceran	M ₁ , M ₂ , M ₃				

Pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa perlakuan instar larva *Spodoptera litura* tidak berpengaruh nyata pada umur pengamatan. Perlakuan konsentrasi spora *Metarhizium anisopliae* berpengaruh nyata terhadap mortalitas larva *S. litura* mulai hari pertama hingga hari kelima setelah aplikasi. Menurut Kherb (2014) jamur *M. anisopliae* hidup dan tumbuh dengan memanfaatkan cairan di dalam tubuh serangga dan menghasilkan racun yang dapat membunuh serangga. Hasil penelitian menunjukkan bahwa cendawan *Metarhizium anisopliae* mampu menginfeksi dan menyebabkan mortalitas larva *Spodoptera litura* terhadap semua instar. Namun pada tabel 2 dapat dilihat bahwa pada pengamatan hari pertama, terdapat beda nyata antara Instar 2 dan Instar 4. Instar 2 (I1) memberikan angka tertinggi yaitu sebesar 80. Namun pada pengamatan hari 2, 3, 4 dan 5 sudah tidak ada lagi perbedaan instar 2 dan instar 4. Juga terdapat beda nyata antara kontrol (M_0) dengan perlakuan (M_1 , M_2 , dan M_3).

Namun ketiga perlakuan kerapatan spora tersebut tidak terdapat beda nyata. Pada pengamatan konidia secara mikroskopis, konidia berbentuk bulat tercantum di dalam dokumentasi penelitian gambar 3. Hal ini sesuai dengan pendapat Simbolon, 2010 dalam Suprayogi, 2015 bahwa koloni cendawan *M. anisopliae* pada awal pertumbuhannya berwarna putih, kemudian berubah menjadi hijau gelap dengan bertambahnya umur.

Hasil analisis statistika menunjukkan pada 1-5 HSA diperoleh bahwa perlakuan konsentrasi spora M_1 , M_2 , dan M_3 terhadap masing-masing instar (I_1 , dan I_2) merupakan angka mortalitas tertinggi. Hal ini disebabkan karena adanya pengaruh patogenitas dari masing-masing perlakuan konsentrasi yang berbeda. Sesuai dengan pernyataan Neves dan Alves, 2004 dalam Susanti dkk, 2012 bahwa waktu awal kematian serangga dipengaruhi oleh patogenitas dari perbedaan konsentrasi pada saat aplikasi. Perlakuan interaksi antara kerapatan spora dan instar juga menunjukkan berpengaruh tidak nyata pada semua umur pengamatan. Pengamatan hari pertama sampai hari kelima memberikan hasil yang secara umum relatif sama.

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian ini, dapat ditarik simpulan yaitu *Metarhizium anisopliae* pada konsentrasi 10^{-2} 10^{-4} dan 10^{-6} memiliki daya bunuh terhadap larva ulat

Spodoptera litura (Instar 2 dan Instar 4). Namun berdasarkan pengamatan 1-5 HSA disimpulkan bahwa konsentrasi tersebut secara umum satu sama lain tidak berbeda nyata atau tidak memiliki konsentrasi optimum.

DAFTAR PUSTAKA

- Bintang, S.A., A. Wibowo., dan T. Harjaka. (2015). *Keragaman Genetik Metarhizium anisopliae dan Virulensinya Pada Larva Kumbang Badak (Oryctes rhinoceros)*. Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia Vol. 19, No. 1, Yogyakarta.
- Butt, T.M., C. Jackson dan N. Magan. (2001). *Fungi as Biocontrol Agents*. CABI Publishing.
- Freimoser F.M., Screen S., Bagga S., Hu G & St Leger R J. (2003). *Expressed Sequence Tag (EST) Analysis of Two Subspecies of Metarhizium anisopliae Reveals a Plethora of Secreted Proteins with Potential Activity in Insect Hosts*. Microbiol. 239-247.
- Halawa, Berijayanti. (2014). *Kepekaan Larva Spodoptera litura Terhadap Kerapatan Spora Cendawan Metarhizium anisopliae Pada Tanaman Bawang Merah (Allium cepa) di Laboratorium*. Skripsi. Universitas Medan Area, Medan.
- Haryadi, T.N., W. Jadmiko., S. Hasjim. (2013). *Integrasi Aplikasi Metarhizium anisopliae Dan Nematoda Patogen Serangga Sebagai Agen Pengendali Hayati hama Uret Lepidiotia stigma Yang Menyerang Tanaman Tebu*. Jurnal Integrasi Aplikasi Metarhizium anisopliae Dan Nematoda Patogen Serangga Sebagai Agen Pengendali Hayati hama Uret Lepidiotia stigma Yang Menyerang Tanaman Tebu. Universitas Jember
- Haryanto. (1995). *Sawi dan Selada*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Humairoh, D., M.T. Hidayat., Isnawati., dan Y. Prayogo. (2013). *Pengaruh Kombinasi Jenis Cendawan Entomopatogen dengan Kerapatan Konidia terhadap Intensitas Serangan Larva Ulat Grayak*. Jurnal LenteraBio. 2(1): 19-23.
- Jumar. (2000). *Entomologi Pertanian*. PT. Rineka Cipta, Jakarta.
- Kanisius, A.A. (1976). *Petunjuk Praktis Bertanam Sayuran*. Kanisius, Yogyakarta.
- Kherb W. A. A. (2014). *Virulence Bio-Assay Efficiency of Beauveria bassiana and Metarhizium anisopliae for The Biological Control of Spodoptera exigua Hubner (Lepidoptera: Noctuidae) Eggs and the 1st Instar Larvae*. Aust. J. Basic & Appl. Sci. 8(3): 313-323
- Manurung, M.E., M.C. Tobing., L. Lubis., dan H. Priwiratama. (2012). *Efikasi Beberapa Formulasi Metarhizium anisopliae Terhadap Larva Oryctes rhinoceros L. (Coleoptera: Scarabaeidae) di Insektarium*. Jurnal Online Agroteknologi 1(1): 12 – 20.
- Marwoto dan Suharsono. (2008). *Strategi dan Komponen Teknologi Pengendalian Ulat Grayak (Spodoptera litura Fabricus) Pada Tanaman Kedelai*. Jurnal Litbang Pertanian. Balai Penelitian Tanaman Kacang-Kacangan dan Umbi-Umbian, Malang.
- Musyadah, N., N. Hariani., dan M. Hendra. (2015). *Uji Efektifitas Ekstrak Daun Tigaron (Crateva religiosa G.Forst.) Terhadap Mortalitas Ulat Grayak (Spodoptera Litura F.) (Lepidoptera:Noctuidae) di Laboratorium*. Dalam Prosiding Seminar Tugas Akhir. Universitas Mulawarman.
- Pracaya. (1992). *Hama dan Penyakit Tanaman*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Prayogo, Y., W. Tengkano., dan Marwoto. (2005). *Prospek Cendawan Entomopatogen Metarhizium anisopliae Untuk Mengendalikan Ulat Grayak Spodoptera litura Pada Kedelai*. Jurnal Litbang Pertanian 24(1).
- Rofiatin, Umi. (2010). *Efisiensi Usaha Tani Tanaman Sawi*. Buana Sains. 10 (2): 189-194.
- Setiawan, I.A. (1993). *Budidaya dan Pengaturan Panen Sayuran Dataran Tinggi*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Sunardi, Tri., Nadrawati., dan S. Ginting. (2013). *Eksplorasi Entomopatogen dan Patogenesitasnya Pada Aphis craccivora Koch*. Laporan Akhir. Bengkulu.
- Suprayogi, Marheni., S. Oemry. (2015). *Uji Efektivitas Jamur Entomopatogen Terhadap Kepik Hijau (Nezara viridula L.) (Hemiptera: Pentatomidae) pada Tanaman Kedelai (Glycine max L.) di Rumah Kasa*. Jurnal Online Agroteknologi. 1(1): 320-327.

Nababan, O.M.S, Sartini, dan Riyanto. Uji Efektivitas Cendawan *Metarhizium anisopliae* Terhadap Daya Bunuh Instar 2 Dan Instar 4 Larva Ulat *Spodoptera Litura* Pada Tanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.) Di Laboratorium

- Suryadi, Y dan T. S. Kadir. 2007. *Pengamatan Infeksi Jamur Patogen Serangga Metarhizium anisopliae (Metsch. Sorokin) Pada Wereng Coklat*. Berita Biologi 8(6).
- Susanti, U., D. Salbiah., J. H. Laoh. 2012. *Uji Beberapa Konsentrasi Metarhizium anisopliae (Metsch) Sorokin Untuk Mengendalikan Hama Kepik Hijau (Nezara viridula L.) Pada Kacang Panjang (Vigna senensis L.)*. Jurnal Uji Beberapa Konsentrasi Metarhizium anisopliae (Metsch) Sorokin Untuk Mengendalikan Hama Kepik Hijau (Nezara viridula L.) Pada Kacang Panjang (Vigna senensis L.). Universitas Riau
- Syah, W.B., dan K.I. Purwani. 2016. *Pengaruh Ekstrak Daun Belimbing Wuluh (Averrhoa bilimbi) Terhadap Mortalitas dan Perkembangan Larva Spodoptera litura*. Jurnal Sains dan Seni Vol. 5, No. 2.
- Tampubolon, Y.D., Y. Pangestiniingsih., F. Zahara., F. Manik. 2013. *Uji Patogenitas Bacillus thuringiensis dan Metarhizium anisopliae Terhadap Mortalitas Spodoptera litura Fabr (Lepidoptera: Noctuidae) di Laboratorium*. Jurnal Online Agroekoteknologi Vol.1, No. 3.
- Tanada, Y., dan H. K. 1993. *Insect Pathology*. Academic Press, Inc. California
- Tjahjadi, Nur. 1989. *Hama dan Penyakit Tanaman*. Kanisius, Yogyakarta.
- Trizelia., M. Syahrawati., dan A. Mardiah. 2011. *Patogenisitas Beberapa Isolat Cendawan Entomopatogen Metarhizium sp Terhadap Telur Spodoptera litura Fabricus (Lepidoptera: Noctuidae)*. J.Entomol. IndonVol. 8, No. 1, 45-54.
- Windarti, W.P. (2010). *Pengaruh Suspensi Jamur Metarhizium anisopliae Terhadap Mortalitas Larva Nyamuk Anopheles aconitus*. Skripsi. Universitas Sebelas Maret, Surakarta..