

**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**

SKRIPSI

OLEH:

ONE MAY SUNDAY NABABAN

15.870.0043



**FAKULTAS BIOLOGI
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2017**


**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**

SKRIPSI

OLEH:

ONE MAY SUNDAY NABABAN

15 870 0043



Skripsi ini sebagai Syarat Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Sains di Fakultas Biologi
Universitas Medan Area

**FAKULTAS BIOLOGI
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2017**

Judul : 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
Nama : ONE MAY SUNDAY NABABAN
NIM : 15 870 0043
Fakultas : Biologi

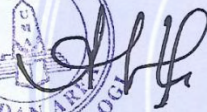
Disetujui Oleh
Komisi Pembimbing



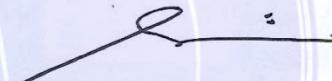
Dra. Sartini, M.Sc
Pembimbing I



Drs. Rivanto, M.Sc
Pembimbing II



Dr. Mufti Sudibvo, M.Si
Dekan



Ferdinan Susilo, S.Si
Ka Prodi/ WD I

Tanggal Lulus : 24 November 2017

LEMBAR PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam tulisan skripsi ini saya kutip dari hasil karya orang lain yang telah ditulis sumbernya secara jelas sesuai norma, kaidah dan etika penulis ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi serta pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku apabila kemudian hari ditemukan plagiat dalam skripsi ini.

Medan, Oktober 2018



One May Sunday Nababan
15.870.0043

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : One May Sunday Nababan

NPM : 15.870.0043

Program Studi : Biologi

Fakultas : Biologi

Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-Exklusif Royalti-Free Right*) atas karya ilmiah yang berjudul: 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. beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan
Pada tanggal :
Yang menyatakan



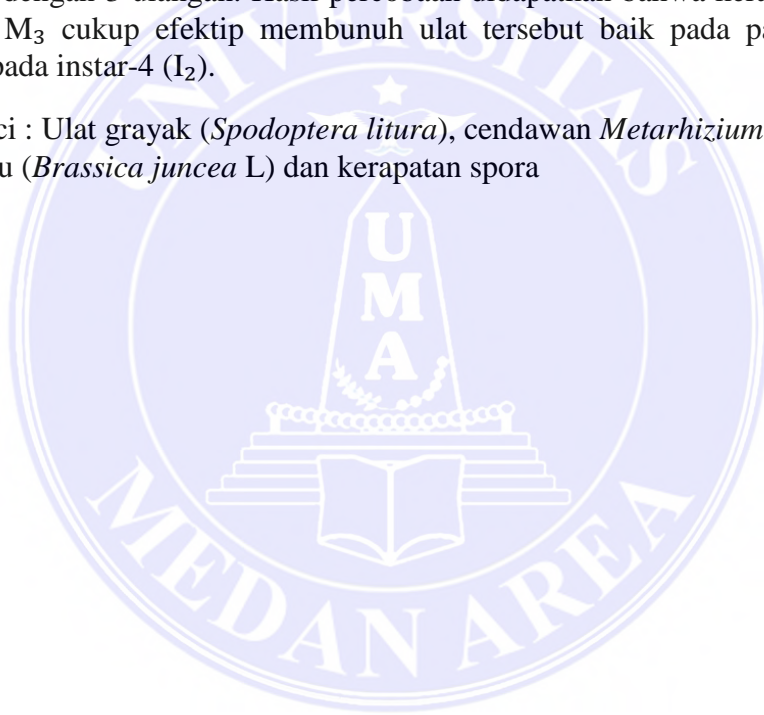
(One May Sunday Nababan)

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 kontrol (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 instar-2 (I_1) maupun pada instar-4 (I_2).

Kata kunci : Ulat grayak (*Spodoptera litura*), cendawan *Metarhizium anisopliae*, Sawi hijau (*Brassica juncea* L) dan kerapatan spora

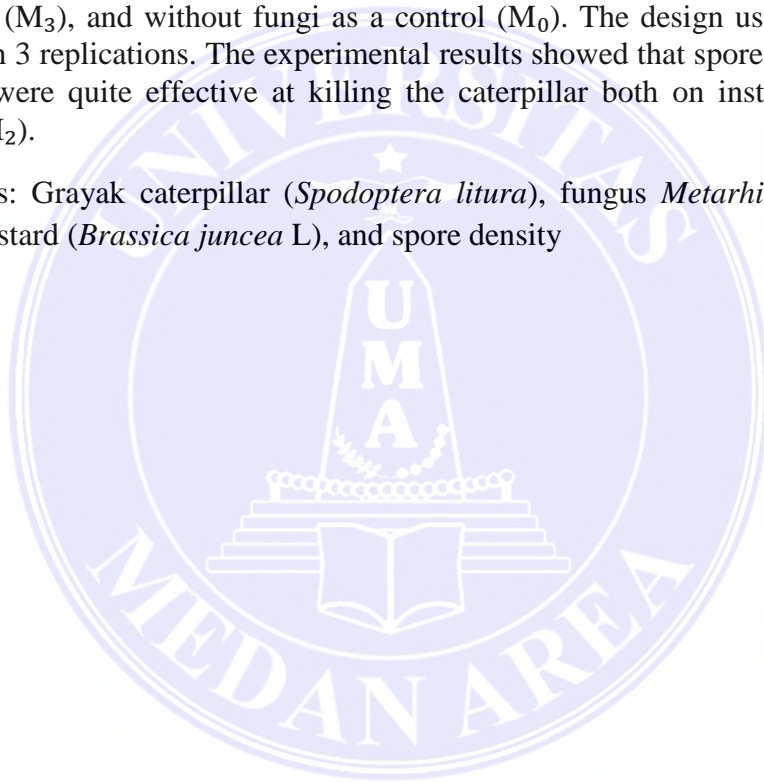


ABSTRACT

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: Grayak caterpillar (*Spodoptera litura*), fungus *Metarhizium anisopliae*, green mustard (*Brassica juncea* L), and spore density



DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Ulat Grayak (<i>Spodoptera litura</i>)	5
2.2 Perilaku dan Fisiologi	5
2.3 Kerusakan Tanaman Akibat Serangan Larva <i>S.litura</i>	6
2.4 Biologi (Ciri-Ciri Karakteristik) Ulat Grayak <i>S.litura</i>	6
2.4.1 Daur Hidup <i>S.litura</i>	7
2.5 Cendawan <i>Metarhizium anisopliae</i>	9
2.6 Klasifikasi dan Morfologi Sawi Hijau (<i>Brassica juncea</i> L.).....	11
2.6.1 Klasifikasi Sawi Hijau (<i>Brassica juncea</i> L.).....	11
2.6.2 Morfologi Sawi Hijau (<i>Brassica juncea</i> L.).....	11
III. BAHAN DAN METODE	13
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian	13
3.2 Bahan dan Alat Penelitian	13
3.3 Metode Penelitian.....	13
3.4 Pelaksanaan Penelitian	14
3.4.1. Persiapan Bahan Penelitian.....	14
3.4.2. Pembuatan Media PDA.....	15
3.4.3. Penyiapan <i>Metarhizium anisopliae</i>	15
3.4.4. Pengenceran Berseri.....	15
3.4.5. Aplikasi <i>Metarhizium anisopliae</i> pada Larva <i>S.litura</i>	16
3.4.6. Parameter Pengamatan	16
3.4.6.1 Perubahan Morfologi dan Tingkah Laku Serangga Uji.....	16
3.4.6.2 Persentase Mortalitas Serangga Uji <i>S.litura</i>	16
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	18
4.1. Perubahan Morfologi dan Tingkah Laku Serangga Uji	18
4.2. Pengaruh Kerapatan Spora <i>M. Anisopliae</i> Terhadap Serangga Uji	19

V. SIMPULAN DAN SARAN 22
5.1. Simpulan 22
5.2. Saran..... 22

DAFTAR PUSTAKA 23



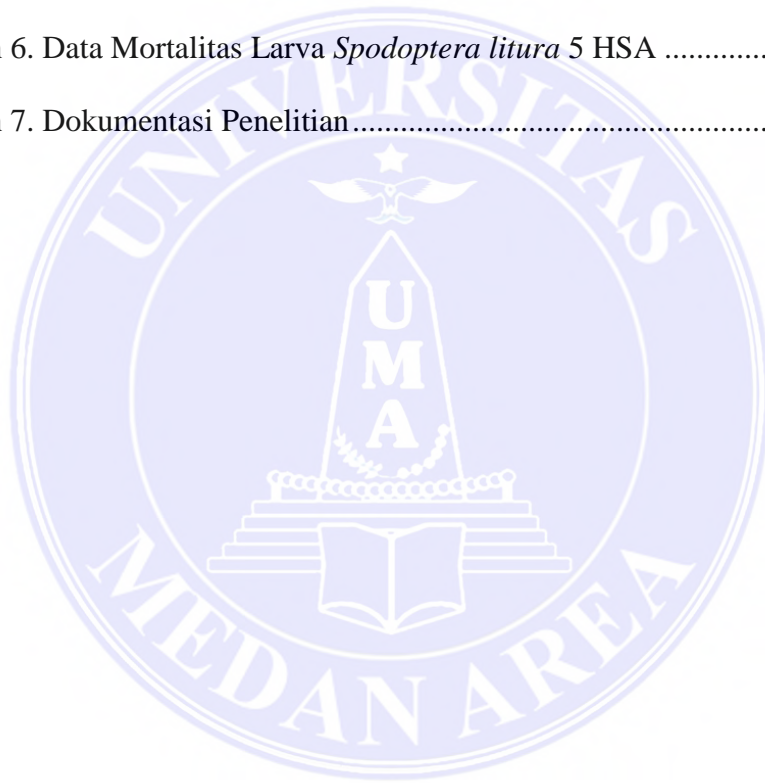
DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Gejala infeksi cendawan <i>Metarhizium anisopliae</i> pada larva <i>Spodoptera litura</i>	18
Tabel 2. Perlakuan Kerapatan Spora <i>Metarhizium anisopliae</i> Terhadap <i>Spodoptera litura</i>	19



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Bagan (lay out) Penelitian	26
Lampiran 2. Data Mortalitas Larva <i>Spodoptera litura</i> 1 HSA	27
Lampiran 3. Data Mortalitas Larva <i>Spodoptera litura</i> 2 HSA	30
Lampiran 4. Data Mortalitas Larva <i>Spodoptera litura</i> 3 HSA	32
Lampiran 5. Data Mortalitas Larva <i>Spodoptera litura</i> 4 HSA	34
Lampiran 6. Data Mortalitas Larva <i>Spodoptera litura</i> 5 HSA	36
Lampiran 7. Dokumentasi Penelitian.....	38



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

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.) .

1.2 Rumusan Masalah

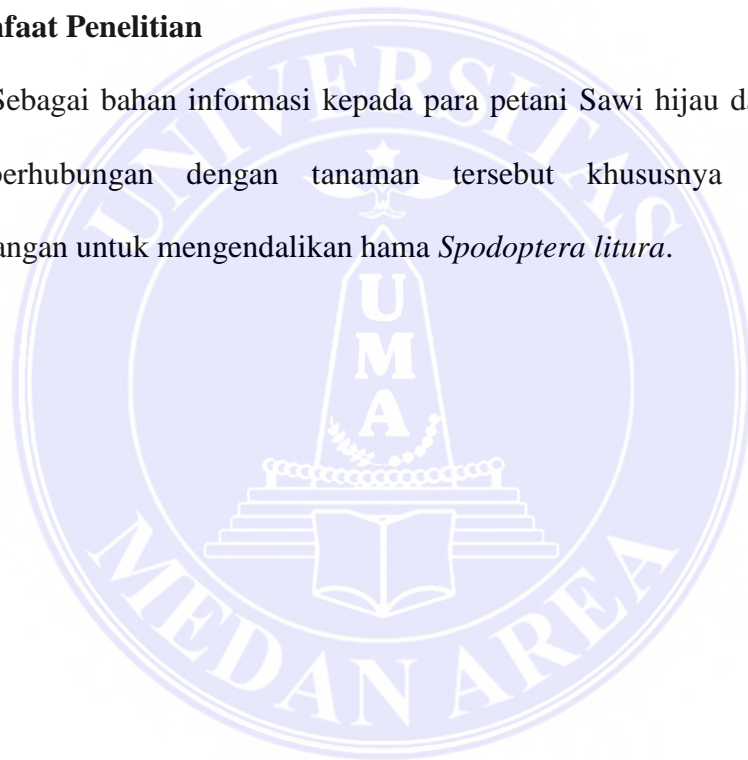
Bagaimana uji efektivitas daya bunuh cendawan *Metarhizium anisopliae* terhadap larva ulat *Spodoptera litura* pada tanaman sawi hijau (*Brassica juncea*) ?

1.3 Tujuan Penelitian

Untuk mengetahui konsentrasi optimum *Metarhizium anisopliae* terhadap daya bunuh Instar 2 dan Instar 4 larva ulat *Spodoptera litura* pada tanaman sawi hijau (*Brassica juncea*)

1.4 Manfaat Penelitian

Sebagai bahan informasi kepada para petani Sawi hijau dan semua pihak yang berhubungan dengan tanaman tersebut khususnya sebagai dasar pertimbangan untuk mengendalikan hama *Spodoptera litura*.



II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ulat Grayak (*Spodoptera litura*)

2.1.1 Klasifikasi *Spodoptera litura*

Klasifikasi Ulat Grayak (*S. litura*) termasuk ke dalam:

Kingdom : Animalia

Filum : Arthropoda

Kelas : Insecta

Ordo : Lepidoptera

Famili : Noctuidae

Genus : Spodoptera

Spesies : *Spodoptera litura* F. (Kardinan, 2002 dalam Musyadah dkk, 2015)

2.2 Perilaku dan Fisiologi

Menurut Pracaya (1992) disebut ulat grayak karena ulat ini dalam jumlah yang sangat besar sampai ribuan beramai-ramai menyerbu dan memakan tanaman dalam waktu malam hari dan tanaman akan habis dalam waktu yang singkat. Pada waktu pagi hari petani melihat tanaman yang telah rusak, sedangkan hamanya sudah tidak ada, bersembunyi di dalam tanah.

Ulat grayak merupakan hewan *nocturnal*, aktif pada malam hari untuk mencari makanan dan perilaku kawin. Selama siang hari ulat bersembunyi dalam tanah. Sifat perilaku serangga herbivora yang penting dalam kaitannya dengan interaksi serangga dan tanaman adalah tentang bagaimana langkah-langkah serangga dalam memberikan tanggapan (respons) terhadap rangsangan (stimulus) dari tanaman sehingga serangga herbivora datang dan memakan tanaman tersebut.

2.3 Kerusakan Tanaman Akibat Serangan Larva *S. litura*

Hama *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 (Trizelia *et al*, 2011).

Hama *S. litura* merupakan hama yang bersifat polifag atau dengan kata lain memiliki banyak inang dari berbagai jenis tanaman hortikultura, tanaman pangan, tanaman industri sehingga agak sulit untuk dikendalikan (Syah dan Purwani, 2016). Kerusakan dan kehilangan hasil akibat serangan ulat grayak ditentukan oleh populasi hama, fase perkembangan serangga, fase pertumbuhan tanaman, dan varietas tanaman.

Gejala serangan ulat grayak (*Spodoptera litura*) tampak berupa lubang-lubang pada daun. Pemberantasan ulat ini dapat dilakukan secara mekanis yaitu dengan membuang telurnya yang menempel pada daun atau membersihkan gulma di sekitar tanaman agar tidak dijadikan tempat persembunyian ngengat dan ulat (Setiawan, 1993). Pengendalian dilakukan dengan memusnahkan paket/kelompok telur yang didapatkan dari tanaman. Penggunaan insektisida racun perut akan menekan populasi ulat.

2.4 Biologi (Ciri-Ciri Karakteristik) Ulat Grayak (*Spodoptera litura*)

Serangga dewasa jenis *Spodoptera litura*, memiliki ukuran panjang badan 20-25 mm, umur ngengat pendek, bertelur dalam 2-6 hari. Telur diletakkan dalam kelompok yang bentuknya bermacam-macam. Masing-masing kelompok berisi telur lebih kurang 350 butir dan jumlah semua telur lebih kurang mencapai 2.000-

3.000 butir (Pracaya, 1992). Serangga ini sangat aktif pada malam hari, sementara pada siang hari serangga dewasa ini diam ditempat yang gelap dan bersembunyi.

Warna ulat bermacam-macam dan mempunyai ciri yang khas yaitu pada ruas perut yang keempat dan kesepuluh terdapat bentuk bulan sabit berwarna hitam, dibatasi garis kuning pada samping dan punggungnya. Setelah cukup dewasa yaitu lebih kurang berumur 2 minggu ulat mulai berkepompong di dalam tanah. Pupanya dibungkus dengan tanah. Ngegat pada malam hari bisa terbang sampai sejauh 5 km.

2.4.1 Daur Hidup *S. litura*

Hama ini termasuk ke dalam jenis serangga yang mengalami metamorfosis sempurna yang terdiri dari empat stadia hidup yaitu telur, larva, pupa, dan imago. Perkembangan telur sampai ngegat/imago relatif pendek.

a. Telur

Telur berbentuk hampir bulat dengan bagian dasar melekat pada daun (kadang tersusun dua lapis), berwarna coklat kekuningan, diletakkan berkelompok masing-masing 25-500 butir. Telur diletakkan pada bagian daun atau bagian tanaman lainnya, baik pada tanaman inang maupun bukan inang. Bentuk telur bervariasi. Kelompok telur tertutup bulu seperti beludru yang berasal dari bulu-bulu tubuh bagian ujung ngegat betina, berwarna kuning kecoklatan (Marwoto dan Suharsono, 2008).

b. Larva

Larva atau ulat adalah bentuk serangga muda antara telur dan pupa pada serangga dengan metamorfosis holometabola. Ciri-ciri larva antara lain tidak memiliki tunas sayap dan tanpa mata majemuk (Jumar, 2000). Larva *S. litura*

yang baru keluar memiliki panjang tubuh 2 mm. Lama stadium larva 18-33 hari. Sebelum telur menetas, larva yang baru keluar dari telur tidak segera meninggalkan kelompoknya tetapi tetap berkelompok. Pada stadium larva terdiri dari enam instar dan berlangsung selama 13-17 hari dengan rata-rata 14 hari.

c. Pupa

Menjelang masa prepupa, larva membentuk jalinan benang untuk melindungi diri dari pada masa pupa. Masa prepupa merupakan stadium larva berhenti makan dan tidak aktif bergerak yang dicirikan dengan pemendekan tubuh larva. Panjang prepupa 1,4-1,9 cm dengan rata-rata 1,68 cm dan lebarnya 3,5-4 mm dengan rata-rata 3,7 mm. Masa prepupa berkisar antara 1-2 hari. Pupa *S. litura* berwarna merah gelap dengan panjang 15-20 mm dan bentuknya meruncing ke ujung dan tumpul pada bagian kepala. Pupa terbentuk di dalam rongga-rongga tanah di dekat permukaan tanah. Masa pupa di dalam tanah berlangsung 12-16 hari.

d. Imago

Imago (ngengat) muncul pada sore hari dan malam hari. Pada pagi hari, serangga jantan biasanya terbang di atas tanaman, sedangkan serangga betina diam pada tanaman sambil melepaskan feromon. Imago betina meletakkan telurnya pada rumput-rumputan, kemudian larvanya bermigrasi ke tanaman. Imago betina meletakkan telur 50-400 butir dalam satu kelompok telur yang ditutupi oleh lapisan lilin berwarna coklat keabu-abuan, produksi telur total per imago betina dapat mencapai 1500 butir. Perkembangan telur menjadi ngengat (kupu yang aktif malam hari) 29-31 hari (Tjahjadi, 1989).

2.5. Cendawan *Metarhizium anisopliae*

Metarhizium termasuk ke dalam:

Kingdom : Fungi

Divisi : Eumycota

Kelas : Deuteromycetes

Ordo : Moniliales

Famili : Moniliaceae

Genus : Metarhizium

Spesies : *Metarhizium anisopliae* (Alexopoulos *et al.*, 1996 dalam Windarti, 2010)

M. anisopliae adalah salah satu cendawan entomopatogen yang termasuk dalam divisi Deuteromycotina: Hyphomycetes. Cendawan ini biasa disebut dengan *green muscardine fungus* dan tersebar luas di seluruh dunia. Menurut Lee dan Hou 2003 (Suryadi dan Kadir, 2007) jamur *M. anisopliae* var *anisopliae* dapat menginfeksi serangga dari kelompok ordo Orthoptera, Coleoptera, Hemiptera, Lepidoptera dan Hymenoptera.

Morfologi dari *Metarhizium anisopliae* yang telah banyak diketahui yaitu konidiofor tumbuh tegak, spora berbentuk silinder atau lonjong dengan panjang 6-16mm, warna hialin, bersel satu, massa spora berwarna putih zaitun. *Metarhizium anisopliae* bersifat saprofit pada media buatan, awal mula pertumbuhannya adalah tumbuhnya konidium yang membengkak dan mengeluarkan tabung-tabung kecambah. *Metarhizium* sp tumbuh pada pH 3,3-8,5 dan memerlukan kelembaban

tinggi. Radiasi sinar matahari dapat menyebabkan kerusakan pada spora. Suhu optimum bagi pertumbuhan dan perkembangan spora berkisar pada 25-30°C.

Menurut Prayogo dan Tengkanu 2002a (Prayogo dkk, 2005) pada awal pertumbuhan, koloni cendawan berwarna putih, kemudian berubah menjadi putih gelap dengan bertambahnya umur. Koloni dapat tumbuh dengan cepat pada beberapa media seperti *potato dextrose agar* (PDA), jagung, dan beras. Miselium bersekat, diameter 1,98-2,97 µm, konidiofor tersusun tegak, berlapis, dan bercabang yang dipenuhi dengan konidia. Konidia bersel satu berwarna hialin, berbentuk bulat silinder dengan ukuran 9,94 x 3,96 µm.

Beberapa keuntungan yang dapat diperoleh dari pemanfaatan cendawan entomopatogen yakni mempunyai kapasitas reproduksi yang tinggi, siklus hidup yang pendek, dan dapat bertahan dalam kondisi yang tidak menguntungkan (Wahyono, 2006 dalam Humairoh *et al*, 2013). Keberhasilan pengendalian hama dengan cendawan entomopatogen ditentukan oleh kerapatan konidia cendawan yang diaplikasikan, yaitu kerapatan konidia dalam setiap mililiter air. Jumlah konidia berkaitan dengan banyaknya biakan cendawan yang dibutuhkan setiap hektar.

Salah satu pengendalian yang dikembangkan saat ini adalah pengendalian hayati dengan menggunakan jamur entomopatogenik *Metarhizium anisopliae*. *M. anisopliae* memiliki aktivitas larvisidal karena menghasilkan cyclopeptida, destruxin A, B, C, D, E dan desmethyldestruxin B. Destruxin telah dipertimbangkan sebagai bahan insektisida generasi baru. Efek destruxin berpengaruh pada organella sel target (mitokondria, retikulum endoplasma dan membran nukleus), menyebabkan paralisa sel dan kelainan fungsi lambung

tengah, tubulus malphigi, hemocyt dan jaringan otot (Widiyanti dan Muyadihardja, 2004 dalam Manurung *et al* 2012).

2.6 Klasifikasi dan Morfologi Sawi hijau (*Brassica juncea* L.)

2.6.1 Klasifikasi Sawi hijau (*Brassica juncea* L.)

Klasifikasi sawi hijau termasuk ke dalam :

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Kelas	: Dicotyledonae
Ordo	: Rhoadales (Brassicales)
Famili	: Cruciferae (Brassicaceae)
Genus	: Brassica
Spesies	: <i>Brassica juncea</i> L. (Setiawan, 1993)

2.6.2 Morfologi Sawi hijau (*Brassica juncea* L.)

Secara umum sawi merupakan tanaman semusim, berdaun lonjong, halus, tidak memiliki bulu dan tidak berkrop. Batangnya panjang tetapi tegap dan banyak dibudidayakan di lahan yang kering tetapi cukup pengairannya (Rofiatin, 2010). Daunnya lebar berwarna hijau keputih-putihan. Tanaman sawi dapat ditanam pada dataran rendah sampai dataran tinggi. Sawi termasuk ke dalam kelompok tanaman sayuran daun yang mengandung zat-zat gizi lengkap yang memenuhi syarat untuk kebutuhan gizi masyarakat.

Sawi hijau ini kurang banyak dikonsumsi sebagai bahan sayur segar karena rasanya agak pahit. Namun, rasa pahit yang ada pada daun sawi jenis ini dapat dihilangkan dengan cara pengasinan. Masyarakat umumnya mengolahnya terlebih dahulu menjadi sawi asin sebelum digunakan untuk campuran aneka

penganan. Selain enak rasanya sawi asin juga lebih mahal harganya di pasaran. Sawi asin yang sudah jadi biasanya diikat dan berwarna hijau cokelat kebasahan (Haryanto dkk, 1995).



III. BAHAN DAN METODE

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Biologi Universitas Medan Area yang berlokasi di Jalan Kolam No 1 Medan Estate dimulai bulan Agustus sampai bulan September.

3.2 Bahan Dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: larva *Spodoptera litura*, *Metarhizium anisopliae*, air bersih dan aquades, alkohol 70%, dan sawi hijau sebagai pakan larva.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian adalah: cawan petri, kotak isolasi, lampu bunsen, jarum ose, toples, handspayer, haemocytometer, mikroskop, timbangan elektrik, kertas label, kain kasa, karet gelang, tabung reaksi, gunting, kertas wrap, aluminium foil, tisu, masker, alat tulis, serta alat-alat lain yang diperlukan saat penelitian berjalan.

3.3 Metode Penelitian

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

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

$$I_1 = S. litura \text{ instar } 2$$

$$I_2 = S. litura \text{ instar } 4$$

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

$$M_0 = \text{Tanpa menggunakan } Metarhizium \text{ anisopliae}$$

$$M_1 = \text{kerapatan spora } Metarhizium \text{ anisopliae } 10^{-2}$$

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

Satuan Penelitian:

Jumlah ulangan : 3 ulangan

Jumlah toples : 24 toples

Jumlah larva per toples : 5 larva

Jumlah larva keseluruhan : 120 larva

Ukuran toples : 16 cm x 19 cm

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 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.

3.4.2 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 121⁰C selama 15 menit. Bahan PDA yang telah steril diangkat dan didinginkan siap untuk digunakan.

3.4.3 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.

3.4.4 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} .

3.4.5 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 10 ml dengan memakai handsprayer. Toples kemudian ditutup dengan kain kasa dan diamati keadaan serangga uji tersebut. Pakan setiap hari diganti sebanyak 10gr dari sawi hijau.

3.4.6 Parameter Pengamatan

3.4.6.1 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.

3.4.6.2 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:

$$P = \frac{A}{B} \times 100\%$$

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 :

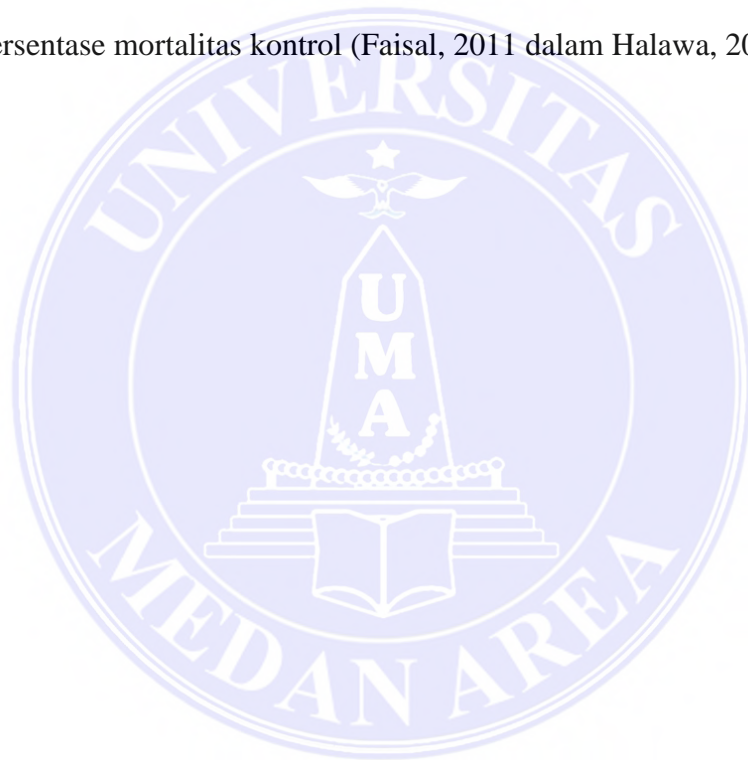
$$M_s = \frac{M_p - M_k}{100 - M_k} \times 100\%$$

Dimana:

M_s = Persentase mortalitas sebenarnya

M_p = Persentase mortalitas perlakuan

M_k = Persentase mortalitas kontrol (Faisal, 2011 dalam Halawa, 2014).



V. KESIMPULAN DAN SARAN

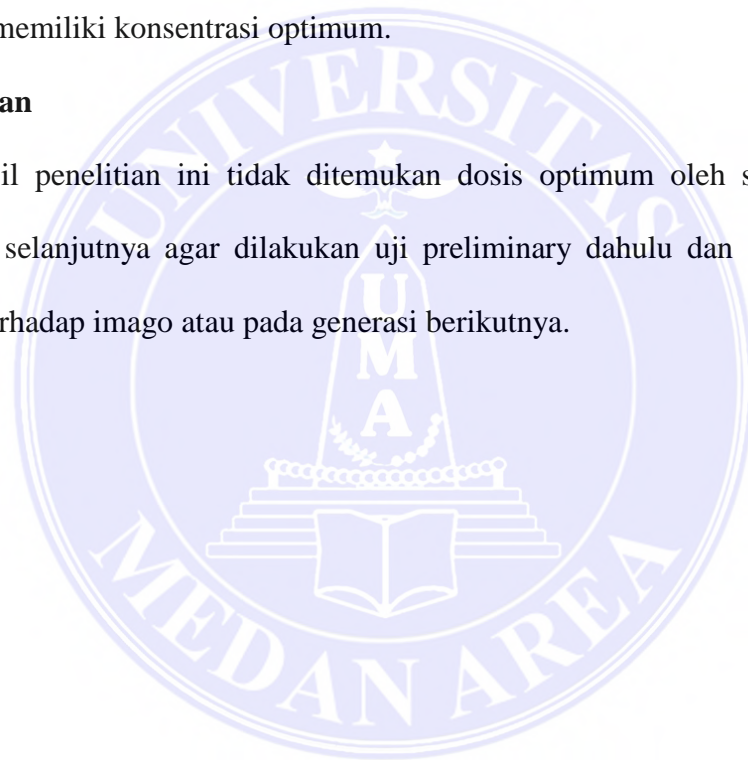
5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian ini, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

1. *Metarhizium anisopliae* pada konsentrasi 10^{-2} 10^{-4} dan 10^{-6} memiliki daya bunuh terhadap larva ulat *Spodoptera litura* (Instar 2 dan Instar 4).
2. Namun berdasarkan pengamatan 1-5 HSA disimpulkan bahwa konsentrasi tersebut secara umum satu sama lain tidak berbeda nyata atau tidak memiliki konsentrasi optimum.

5.2 Saran

Hasil penelitian ini tidak ditemukan dosis optimum oleh sebab itu untuk peneliti selanjutnya agar dilakukan uji preliminary dahulu dan penelitian lebih lanjut terhadap imago atau pada generasi berikutnya.



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 Lepidiota stigma Yang Menyerang Tanaman Tebu*. Jurnal Integrasi Aplikasi Metarhizium anisopliae Dan Nematoda Patogen Serangga Sebagai Agen Pengendali Hayati hama Uret Lepidiota stigma Yang Menyerang Tanaman Tebu. Universitas Jember
- Haryanto, dkk. 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 Vol.2, No.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 Vol. 1, No. 1.

- 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 Vol.1, No.1. Universitas Mulawarman.
- Pracaya. 1992. *Hama dan Penyakit Tanaman*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Prayogo, Y., W. Tengkanoo., 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 Vol.10, No.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 Patogenitasnya 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 Vol. , No.1 : 320-327.
- 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 (Lsepidoptera: 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. Indon Vol. 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.



LAMPIRAN 2.

Data Mortalitas Larva *Spodoptera litura* 1 HSA (Hari Setelah Aplikasi)

Treatment	Replikat/Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
I ₁ M ₀	0	0	0	0	0,0
I ₁ M ₁	2	3	3	8	2,7
I ₁ M ₂	1	2	2	5	1,7
I ₁ M ₃	0	1	2	3	1,0
I ₂ M ₀	0	0	0	0	0,0
I ₂ M ₁	1	1	2	4	1,3
I ₂ M ₂	0	1	2	3	1,0
I ₂ M ₃	1	0	1	2	0,7
				25	
				625	

T ²	Treatment	Ulangan (Blok)			Total
		1	2	3	
-	I ₁ M ₀	0	0	0	0
64	I ₁ M ₁	4	9	9	22
25	I ₁ M ₂	1	4	4	9
9	I ₁ M ₃	0	1	4	5
-	I ₂ M ₀	0	0	0	0
16	I ₂ M ₁	1	1	4	6
9	I ₂ M ₂	0	1	4	5
4	I ₂ M ₃	1	0	1	2
127	Grand Total Kuadrat				49

Tabel: Memecah kombinasi I*M menjadi JK I, JK M dan JK Interaksi I & M

	I ₁	I ₂	Total M	Rata-rata M	T ² M
M ₀	0	0	0	0,0	0
M ₁	8	4	12	1,5	144
M ₂	5	3	8	1,0	64
M ₃	3	2	5	0,6	25
Total	16	9	25		233
Rata-rata I	4,0	2,3			
Kw total I	256	81			
		337			

FK = 26

SS total = 23

SS kombinasi I&M = 16

SS I = 2

SS M = 13

SS Interaksi IM = 1

SS error = 7

Sourc Var	df	SS	MS	F hit		F _{0.05}	F _{0.01}
8 Kombinasi							
IM	7	16	2	5,6	**	2,657	4,026
2 I	1	2	2	4,9	*	4,49	8,53
4 M	3	13	4	10,2	**	3,24	5,29
Interaksi I*M	3	1	0	1,2	ns	3,24	5,29
Error	16	7	0				
24 Total	23						

Keterangan :

* = Signifikan

** = Sangat signifikan

ns = Tidak signifikan

Jika interaksi signifikan

LSD = 1

Rata-rata Konsentrasi

Rata-rata I

M_0	0,0	b	I.1 =	4,0	a
M_1	15,0	a	I.2 =	2,3	b
M_2	10,0	a			
M_3	6,3	a			

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama, memiliki rata-rata konsentrasi yang tidak berbeda nyata



LAMPIRAN 3.

Data Mortalitas Larva *Spodoptera litura* 2 HSA (Hari Setelah Aplikasi)

Treatment	Replikat/Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
I ₁ M ₀	0	0	0	0	0,0
I ₁ M ₁	3	3	4	10	3,3
I ₁ M ₂	2	3	3	8	2,7
I ₁ M ₃	1	2	3	6	2,0
I ₂ M ₀	0	0	0	0	0,0
I ₂ M ₁	2	2	3	7	2,3
I ₂ M ₂	1	2	3	6	2,0
I ₂ M ₃	2	1	3	6	2,0
				43	
				1.849	

T ²	Treatment	Ulangan (Blok)			Total
		1	2	3	
-	I ₁ M ₀	0	0	0	0
100	I ₁ M ₁	9	9	16	34
64	I ₁ M ₂	4	9	9	22
36	I ₁ M ₃	1	4	9	14
-	I ₂ M ₀	0	0	0	0
49	I ₂ M ₁	4	4	9	17
36	I ₂ M ₂	1	4	9	14
36	I ₂ M ₃	4	1	9	14
321	Grand Total Kuadrat				115

Tabel: Memecah kombinasi I*M menjadi JK I, JK M dan JK Interaksi I & M

	I ₁	I ₂	Total M	Rata-rata M	T ² M
M ₀	0	0	0	0,0	0
M ₁	10	7	17	2,1	289
M ₂	8	6	14	1,8	196
M ₃	6	6	12	1,5	144
Total	24	19	43		629
Rata-rata I	6,0	4,8			
Kw total I	576	361			
		937			

FK = 77
 SS total = 38
 SS kombinasi I&M = 30
 SS I = 1
 SS M = 28
 SS Interaksi IM = 1
 SS error = 8

Sourc Var	df	SS	MS	F hit		F _{0.05}	F _{0.01}
8 Kombinasi							
IM	7	30	4	8,6	**	2,657	4,026
2 I	1	1	1	2,1	Ns	4,49	8,53
4 M	3	28	9	18,5	**	3,24	5,29
Interaksi I*M	3	1	0	0,8	Ns	3,24	5,29
Error	16	8	1				
24 Total	23						

Jika interaksi signifikan

LSD = 1,2

M ₀	0,0	b	I.1 =	6,0	a	Rata-rata Konsentrasi
M ₁	2,1	a	I.2 =	4,8	b	Rata-rata I
M ₂	1,8	a				LAMPIRAN 4.
M ₃	1,5	a				Data

Mortalitas Larva *Spodoptera litura* 3 HSA (Hari Setelah Aplikasi)

Treatment	Replikat/Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
I ₁ M ₀	0	0	0	0	0,0
I ₁ M ₁	4	4	5	13	4,3
I ₁ M ₂	4	3	4	11	3,7
I ₁ M ₃	3	3	4	10	3,3
I ₂ M ₀	0	0	0	0	0,0
I ₂ M ₁	3	3	4	10	3,3
I ₂ M ₂	3	2	4	9	3,0
I ₂ M ₃	2	3	4	9	3,0
				62	
				3.844	

T ²	Treatment	Ulangan (Blok)			Total
		1	2	3	
-	I ₁ M ₀	0	0	0	0
169	I ₁ M ₁	16	16	25	57
121	I ₁ M ₂	16	9	16	41
100	I ₁ M ₃	9	9	16	34
-	I ₂ M ₀	0	0	0	0
100	I ₂ M ₁	9	9	16	34
81	I ₂ M ₂	9	4	16	29
81	I ₂ M ₃	4	9	16	29
652	Grand Total Kuadrat				224

Tabel: Memecah kombinasi I*M menjadi JK I, JK M dan JK Interaksi I & M

	I ₁	I ₂	Total M	Rata-rata M	T ^{2M}
M ₀	0	0	0	0,0	0
M ₁	13	10	23	2,9	529
M ₂	11	9	20	2,5	400
M ₃	10	9	19	2,4	361
Total	34	28	62		1290
Rata-rata I	8,5	7,0			
Kw total I	1156	784			
		1940			

FK = 160

SS total = 64

SS kombinasi I&M = 57

SS I = 2

SS M = 55

SS Interaksi IM = 1

SS error = 7

Sourc Var	df	SS	MS	F hit		F _{0.05}	F _{0.01}
8 Kombinasi							
IM	7	57	8	19,6 **		2,657	4,026
2 I	1	2	2	3,6 ns		4,49	8,53
4 M	3	55	18	43,9 **		3,24	5,29
Interaksi I*M	3	1	0	0,7 ns		3,24	5,29
Error	16	7	0				
24 Total	23						

Jika interaksi signifikan

LSD = 1,1

M ₀	0,0	b	I.1 =	8,5	a	Rata-rata Konsentra si
M ₁	2,9	a	I.2 =	7,0	b	Rata-rata I
M ₂	2,5	a				
M ₃	2,4	a				

LAMPIRAN 5.

Data Mortalitas Larva *Spodoptera litura* 4 HSA (Hari Setelah Aplikasi)

Treatment	Replikat/Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
I ₁ M ₀	0	0	0	0	0,0
I ₁ M ₁	5	5	5	15	5,0
I ₁ M ₂	4	4	5	13	4,3,
I ₁ M ₃	4	4	4	12	4,0
I ₂ M ₀	0	0	0	0	0,0
I ₂ M ₁	5	4	5	14	4,7
I ₂ M ₂	4	4	4	12	4,0
I ₂ M ₃	4	4	4	12	4,0
				78	
				6.084	

T ²	Treatment	Ulangan (Blok)			Total
		1	2	3	
-	I ₁ M ₀	0	0	0	0
225	I ₁ M ₁	25	25	25	75
169	I ₁ M ₂	16	16	25	57
144	I ₁ M ₃	16	16	16	48
-	I ₂ M ₀	0	0	0	0
196	I ₂ M ₁	25	16	25	66
144	I ₂ M ₂	16	16	16	48
144	I ₂ M ₃	16	16	16	48
1022	Grand Total Kuadrat				342

Tabel: Memecah kombinasi I*M menjadi JK I, JK M dan JK Interaksi I & M

	I ₁	I ₂	Total M	Rata-rata M	T ² M
M ₀	0	0	0	0,0	0
M ₁	15	14	29	3,6	841
M ₂	13	12	25	3,1	625
M ₃	12	12	24	3,0	576
Total	40	38	78		2042
Rata-rata I	10,0	9,5			

Kw total I	1600	1444 3044
FK	= 254	
SS total	= 89	
SS kombinasi I&M	= 87	
SS I	= 0	
SS M	= 87	
SS Interaksi IM	= 0	
SS error	= 1	

Sourc Var	df	SS	MS	F hit		F 0.05	F 0.01
8 Kombinasi							
IM	7	87	12	149,4	**	2,657	4,026
2 I	1	0	0	2,0	ns	4,49	8,53
4 M	3	87	29	347,3	**	3,24	5,29
Interaksi I*M	3	0	0	0,7	ns	3,24	5,29
Error	16	1	0				
24 Total	23						

Jika interaksi signifikan

LSD = 0,5

M ₀	0,0	b	I.1 =	10,0	a	Rata-rata Konsentra si Rata-rata I
M ₁	3,6	a	I.2 =	9,5	b	
M ₂	3,1	a				
M ₃	3,0	a				

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama, memiliki rata-rata konsentrasi yang tidak berbeda nyata

LAMPIRAN 6.

Data Mortalitas Larva *Spodoptera litura* 5 HSA (Hari Setelah Aplikasi)

Treatment	Replikat/Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
I ₁ M ₀	0	0	0	0	0,0
I ₁ M ₁	5	5	5	15	5,0
I ₁ M ₂	5	5	5	15	5,0
I ₁ M ₃	5	5	5	15	5,0
I ₂ M ₀	0	0	0	0	0,0
I ₂ M ₁	5	5	5	15	5,0
I ₂ M ₂	5	5	4	14	4,7
I ₂ M ₃	5	4	4	13	4,3
				87	
				7.569	

T ²	Treatment	Ulangan (Blok)			Total
		1	2	3	
-	I ₁ M ₀	0	0	0	0
225	I ₁ M ₁	25	25	25	75
225	I ₁ M ₂	25	25	25	75
225	I ₁ M ₃	25	25	25	75
-	I ₂ M ₀	0	0	0	0
225	I ₂ M ₁	25	25	25	75
196	I ₂ M ₂	25	25	16	66
169	I ₂ M ₃	25	16	16	57
1265	Grand Total Kuadrat				423

Tabel: Memecah kombinasi I*M menjadi JK I, JK M dan JK Interaksi I & M

	I ₁	I ₂	Total M	Rata-rata M	T ² M
M ₀	0	0	0	0,0	0
M ₁	15	15	30	3,8	900
M ₂	15	14	29	3,6	841
M ₃	15	13	28	3,5	784
Total	45	42	87		2525

Rata-rata I	11,3	10,5
Kw total I	2025	1764
		3789

FK	= 315
SS total	= 108
SS kombinasi I&M	= 106
SS I	= 0

Sourc Var	df	SS	MS	F hit		F _{0.05}	F _{0.01}
8 Kombinasi							
IM	7	106	15	182,2	**	2,657	4,026
2 I	1	0	0	4,5	*	4,49	8,53
4 M	3	105	35	421,8	**	3,24	5,29
Interaksi I*M	3	0	0	1,8	ns	3,24	5,29
Error	16	1	0				
24 Total	23						

SS M	= 105
SS Interaksi IM	= 0
SS eror	= 1

Jika interaksi signifikan

LSD = 0,5

M ₀	0,0	b	I.1 =	11,3	a	Rata-rata Konsentra si
M ₁	3,8	a	I.2 =	10	b	Rata-rata I
M ₂	3,6	a				
M ₃	3,5	a				

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama, memiliki rata-rata konsentrasi yang tidak berbeda nyata

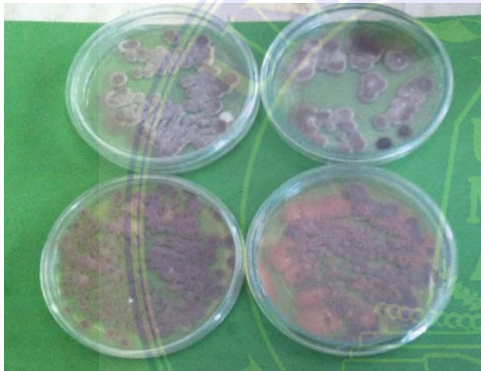
LAMPIRAN 7
DOKUMENTASI PENELITIAN



Gambar 1. Potato Dextrose Agar



Gambar 2. Toples Larva Yang Diberi Pakan Sawi Hijau



Gambar 3. Cendawan *Metarhizium anisopliae*



Gambar 4. Larva *S. litura* Yang Terinfeksi Cendawan *M. anisopliae* 1 HSA



Gambar 5. Larva *S. litura* Yang Terselubung Cendawan *M. anisopliae* 5 HSA