

**UJI EFEKTIVITAS BEBERAPA ENTOMOPATOGEN UNTUK
MENGENDALIKAN HAMA ULAT API (*Setothosea
asigna*) PADA KELAPA SAWIT (*Elaeis quineensis Jacq*)**

S K R I P S I

Oleh:

**BARITA TAMPUBOLON
NPM : 1404290242
Program Studi : AGROTEKNOLOGI**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2019**

**UJI EFEKTIFITAS BEBERAPA ENTOMOPATOGEN UNTUK
MENGENDALIKAN HAMA ULAT API (*Sethotosea asigna*)
PADA KELAPA SAWIT (*Elaeis quineensis* Jacq)
DI LABORATORIUM**

SKRIPSI


Oleh:

**BARITA TAMPUBOLON
1404290242
AGROTEKNOLOGI**

**Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan Studi Strata (S1)
Pada Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara**

Komisi Pembimbing


Ir. Lahmuddin Lubis, M.P.
Ketua


Ir. Efrida Lubis, M.P.
Anggota

**Disahkan Oleh
Dekan,**

Ir. Asrianaeni Munar, M.P.



Tanggal Lulus : 15 Maret 2019

PERNYATAAN

Dengan ini saya:

Nama : Barita Tampubolon

NPM : 1404290242

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi dengan judul Uji Efektivitas Beberapa Entomopatogen Untuk Mengendalikan Hama Ulat Api (*Setothosea asigna*) Pada Kelapa Sawit (*Elaeis quineensis Jacq*) di Laboratorium adalah berdasarkan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari saya sendiri. Jika terdapat karya orang lain, maka saya akan mencantumkan sumber yang jelas.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari ternyata ditemukan penjiplakan (plagiarisme), maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh. Demikian pernyataan ini saya perbuat dalam keadaan sadar tanpa adanya unsur paksaan dari pihak manapun.



Medan, Maret 2019

Yang menyatakan


Barita Tampubolon

RIWAYAT HIDUP

Barita Tampubolon, Lahir Pada Tanggal 03 April 1995 di Medan.

Merupakan Anak ke lima dari enam bersaudara dari pasangan Ayahanda Humiras Tampubolon dan Ibunda Asina Panjaitan .

Riwayat pendidikan formal yang ditempuh penulis adalah sebagai berikut,

1. SD Negeri No 173170 Sipahutar Tapanuli Utara. (2001-2007)
2. SMP Negeri 1 SipahutarTapanuli Utara. (2007-2010)
3. SMA Negeri 1 SipahutarTapanuli Utara. (2010-2013)
- 4 Tahun 2014 melanjutkan pendidikan Strata 1 (S-1) pada program Studi Agroteknologi di Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Kegiatan yang pernah diikuti penulis selama menjadi mahasiswa Fakultas Pertanian UMSU antara lain :

1. Mengikuti Masta (Masa ta'aruf) PK IMM Faperta UMSU tahun 2014.
2. Mengikuti Kegiatan MPMB (Masa Penyambutan Mahasiswa Baru) BEM Fakultas Pertanian UMSU tahun 2014
3. Melaksanakan Praktek Kerja Lapangan (PKL) di PTPN III Bandar Betsy , Kecamatan Bandar Hulan, Kabupaten Simalungun pada tahun 2017.
4. Melaksanakan penelitian di Laboratorium Karantina Pertanian Belawan Sumatera Utara, Sumatera Utara pada tanggal 15 September 2018 sampai 10 Oktober 2018.

RINGKASAN

Barita Tampubolon, 2019. “Uji Efektivitas Beberapa Entomopatogen Untuk Mengendalikan Hama Ulat Api (*Setothosea asigna*) Pada Kelapa Sawit (*Elaeis quineensis Jacq*) di Laboratorium” Dibimbing oleh Ir. H. Lahmuddin Lubis M.P. dan Ir. Hj. Efrida Lubis M.P.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas *Bacillus thuringiensis*, *Beauveria bassiana*, dan *Metarhizium anisopliae* terhadap mortalitas hama ulat api (*Setothosea asigna*), pada taraf konsentrasi yang berbeda. Penelitian ini akan dilaksanakan di Balai Besar Karantina Medan Petisah, Medan. Penelitian dilaksanakan pada bulan April 2018 sampai dengan selesai. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) non-faktorial yang terdiri dari 7 perlakuan yaitu, A0 (Kontrol), A1 (*Bacillus thuringiensis* dengan konsentrasi 20 g/l air), A2 = (*Bacillus thuringiensis* dengan konsentrasi 40 g/l air), A3 (*Beauveria bassiana* dengan konsentrasi 20 g/l air), A4 (*Beauveria bassiana* dengan konsentrasi 40 g/l air), A5 (*Metarhizium anisopliae* dengan konsentrasi 20 g/l air), A6 (*Metarhizium anisopliae* dengan konsentrasi 40 g/l air). Parameter yang diamati adalah persentase mortalitas, gejala kematian dan waktu kematian larva *Setothosea asigna*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan *Metarhizium anisopliae* 40 g/l air dan 20 g/l air, paling efektif dari seluruh perlakuan terhadap mortalitas *Setothosea asigna* sebesar 100% dan 97,5%. Gejala kematian *Setothosea asigna* yang terinfeksi *B. bassiana* pergerakan akan kurang aktif kemudian ulat akan diam lalu akan berhenti makan sampai mati, sedangkan pada perlakuan *B. thuringiensis* ulat tidak bergerak aktif kemudian ulat berubah warna dari hijau menjadi cokelat sampai berlendir dan mengeluarkan bau busuk. Waktu kematian larva *Setothosea asigna* yang paling cepat yaitu perlakuan *Metarhizium anisopliae* 40 g/l air yang mencapai mortalitas 100% pada 3 hari setelah aplikasi.

Kata kunci : *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana*, *Bacillus thuringiensis*, Mortalitas

SUMMARY

Barita Tampubolon, 2019. *“The Effectiveness of some Entomopatogen For Controlling Setothosea asigna in Palm oil (Elaeis quineensis Jacq) in Laboratory”*, supervised by Ir.H. LahmuddinLubis M.P. and Ir. Hj .EfridaLubis M.P.

The purpose of the research is to discover the effectiveness of Entomopatogen Bacillus thuringiensis, Beaveriabassiana, and Metarhiziumanisopliaeto the pest mortality on Setothosea asignalarvain different level of concentration. This research was held in Quarantine center Medan Petisah, North Sumatera, started on 15 apriluntill07 November 2018. This research uses Randomized Completely Design non-Factorial which consist of 7 treatments, A0 (Control), A1 (Bacillus thuringiensis with a concentration of 20 g / l water}, A2 = (Bacillus thuringiensis with a concentration of 40 g / l water) , A3 (Beaveriabassiana with a concentration of 20 g / l water), A4 (Beaveriabassiana with a concentration of 40 g / l water), A5 (Metarhiziumanisopliae with a concentration of 20 g / l water), A6 (Metarhiziumanisopliae with a concentration of 40 g / l water) The observed parameter is the percentage of mortality, the symptoms of death and the time of death of Setothosea asigna larva.

The results of the research show that Metarhiziumanisopliae 40 g / l water and 20 g / l water, was the most effective than other treatments of the mortality ofSethotoseaasignalarva 100% and 97.5%. The Symptoms of the death of Setothoseaasigna infected with B. bassiana movement will be less active then the caterpillars will be silent then will stop eating to death, whereas in the treatment of B. thuringiensis the caterpillar is not active then the caterpillar changes color from green to brown to slimy and produces a foul odor. The fastest mortality of Setothoseaasigna larva is the treatment of Metarhiziumanisopliae 40 g / l water which reaches 100% mortality after 3 days application.

Key notes: *Beauveriabassiana, Bacillus thuringiensis, Oryctes rhinoceros, mortality*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah Yang Maha Esa atas berkat, rahmat dan karuniaNya penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan baik dan tepat waktu.

Adapun judul skripsi penelitian ini adalah **“UJI EFEKTIVITAS ENTOMOPATOGEN UNTUKMENGENDALIKAN HAMA ULAT API (*Setotosea asigna*)PADA KELAPA SAWIT (*Elaeis quineensis Jacq*) DI LABORATORIUM”**.Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana di Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Medan.

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada,

1. Ayahanda St.Humiras Tampubolon dan Ibunda Asiana Panjaitan, selaku orang tua Penulis yang bersusah payah dan penuh kesabaran memberikan dukungan, bimbingan, semangat dan doa serta memberikan bantuan moril dan materil kepada penulis.
2. Ibu Ir. Asritanarni Munar, M.P., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Ir. Lahmuddin Lubis M.P., Ketua Komisi Pembimbing di Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Ibu Ir. Efrida Lubis M.P., selaku Anggota Komisi Pembimbing di Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Muhammad Thamrin S.P., M.Se., selaku Wakil Dekan III Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Ibu Dr. Ir. Wan Arfiani Barus, M.P., selaku Ketua Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Ibu Ir. Risnawati, M.S. selaku Sekretaris Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Dosen-dosen serta biro Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

9. Sahabat-sahabat terbaik penulis Muhammad Tri Dewantara, Roy Daniel Siburian, Ronal Putrady Marbun, Bede Simanjuntak, Irayani Simarmata, Pantika Siburian, Devi Nababan, Roseni Npitu puluh, Eva Barus, Vera Hutapea, Muhammad Yunus Lubis, Muhammad Alfadli, Siddiq Bukhori, Surya Agustin, Ulfha Junita H, Nadia Mawaddah, Rio Ananda Kusuma, Muhammad Alfadli, Faqih Auliya Rahman, Ahlul Rizki, Nurlaili dan Deby Ulfa Sari terima kasih atas dukungan terbesarnya.
10. Rekan-rekan Agroekoteknologi angkatan 2014, khususnya teman-teman Agroekoteknologi 4 yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang telah banyak membantu dan memberikan dukungan serta semangat kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa Skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak yang bersifat membangun demi penyempurnaan skripsi ini.

Medan, Maret 2019

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	i
RIWAYAT HIDUP	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
PENDAHULUAN	1
Latar Belakang	1
Tujuan Penelitian	4
Hipotesis Penelitian.....	4
Kegunaan Penelitian.....	4
TINJAUAN PUSTAKA	
Biologi Hama Ulat Api	
(<i>Setothosea asigna</i> Van Eecke)	5
Telur	6
Larva	6
Pupa.....	7
Imago.....	7
Gejala Serangan	7
Pengendalian	8
Bakteri <i>Bacillus thuringiensis</i>	6
Mekanisme Infeksi <i>Bacillus thuringiensis</i>	7
Jamur <i>Beauveria bassiana</i>	8
Mekanisme Infeksi <i>Beauveria bassiana</i>	12
Jamur <i>Metarizium anusopliae</i>	16
BAHAN DAN METODE PENELITIAN	
Tempat dan Waktu	17
Bahan dan Alat.....	17

Metode Penelitian.....	17
Pelaksanaan Penelitian	18
Penyediaan LarvaUlat Api	18
Penyediaan Jamur Entomopatogen	18
Persiapan Media Perlakuan	18
Aplikasi Perlakuan	19
Parameter Pengamatan.....	19
Persentase Mortalitas.....	19
Pengamatan Gejala Kematian Secara Visual	19
Waktu Kematian.....	20
HASIL DAN PEMBAHASAN	
Persentase Mortalitas (%) larva	
<i>Setothosea asigna</i>	21
Gejala Visual Kematian <i>S. asigna</i>	23
Waktu Kematian.....	26
KESIMPULAN DAN SARAN	
Kesimpulan.....	27
Saran.....	27
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

No	Judul	Halaman
1.	Persentase Mortalitas <i>S.asigna</i> Pada Perlakuan <i>B. thuringiensis</i> <i>B. bassiana</i> dan <i>Metarhizium anisopliae</i>	22

DAFTAR GAMBAR

No	Judul	Halaman
1.	Gambar Telur <i>Setothosea asigna</i>	5
2.	Gambar Larva <i>Setothosea asigna</i>	6
3.	Gambar Pupa <i>Setothosea asigna</i>	7
4.	Gambar Imago <i>Setothosea asigna</i>	7
5.	Gambar Sel Bakteri <i>B. thuringiensis</i>	9
6.	Gejala Visual Kematian <i>S.asigna</i>	23
7.	Gejala <i>S.asigna</i> yang Terserang <i>B. thuringiensis</i>	24
8.	Gejala <i>S.asigna</i> yang terserang <i>Metarhizium anisopliae</i>	25
9.	Pencarian Larva <i>S.asigna</i>	38
10.	Penimbangan Entomopatogen	38
11.	Photo Semua Percobaan	38
12.	Supervisi Penelitian Oleh Ketua Pembimbing, Bapak Ir. Lahmuddin Lubis M.P	39

DAFTAR LAMPIRAN

No	Judul	Halaman
1.	Bagan Penelitian	31
2.	Data Mortalitas Ulat Api (<i>S. asigna</i>) pada1 HSA.....	32
3.	Sidik ragam Persentase Mortalitas larva <i>S. asigna</i> 1 HSA.....	32
4.	Uji Jarak Duncan	33
5.	Data Mortalitas Ulat Api (<i>S. asigna</i>) pada2 HSA.....	34
6.	Sidik ragam Persentase Mortalitas larva <i>S. asigna</i> 2 HSA.....	34
7.	Uji Jarak Duncan	35
8.	Data Mortalitas Ulat Api (<i>S. asigna</i>) pada3 HSA.....	36
9.	Sidik ragam Persentase Mortalitas larva <i>S. asigna</i> 3 HSA.....	36
10.	Uji Jarak Duncan	37
11.	Lampiran Photo Penelitian	38

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis Jacq.*) merupakan salah satu tanaman budidaya penting di dunia karena menghasilkan minyak yang berguna sebagai bahan baku minyak nabati dan bahan bakar biodisel. Sebagai tanaman pendatang dari Benua Afrika, sampai saat ini kelapa sawit masih merupakan salah satu tanaman perkebunan andalan sumber devisa negara bagi Indonesia. Prospek cerah yang dimiliki industri kelapa sawit membuat banyak pengusaha beralih mengonversi lahan penanaman komoditas lain menjadi perkebunan kelapa sawit secara monokultur (Donnarina, 2013).

Dalam kurun waktu 20 tahun terakhir kelapa sawit merupakan komoditi andalan untuk ekspor maupun komoditi yang sangat diharapkan dapat meningkatkan pendapatan dan harkat petani perkebunan. Komoditi ini telah berhasil mengatasi kekurangan minyak goreng yang berasal dari minyak kelapa yang terjadi sejak tahun 1972. Pertumbuhannya cukup toleran bila dibandingkan dengan tanaman lain dalam menghadapi kendala dan masalah (Lubis, 2000).

Dibalik potensi tersebut ada gangguan yang mampu menurunkan produktivitas kelapa sawit yakni organisme pengganggu tanaman. Salah satunya ulat pemakan daun kelapa sawit. Ulat pemakan daun kelapa sawit yang terdiri dari ulat api (*Setothosea asigna*), ulat kantong (*Mahasena corbatti*) dan ulat bulu (*Dasychira inclusa*) merupakan hama yang paling sering menyerang kelapa sawit (Susanto *et al*, 2012)

Ulat pemakan daun kelapa sawit (UPDKS) yang utama dan sering menimbulkan kerugian adalah Ulat Api (*Setothosea asigna*) umumnya diatasi

dengan menggunakan insektisida kimia sintetik yang mampu menurunkan populasi hama dengan cepat, penerapan sistem pengendalian hama terpadu (PHT) terhadap UPDKS dengan mengoptimalkan pelestarian dan pemanfaatan agensia hayati yang ada di dalam ekosistem kelapa sawit terbukti dapat mengatasi masalah tersebut. Pengendalian hayati ulat api pada kelapa sawit dapat menggunakan mikroorganisme entomopatogenik, yaitu bakteri *Bacillus thuringiensis* (Wahyuono, 2015).

Ulat ini menyerang tanaman kelapa sawit dengan memakan daun hingga rusak dan bahkan tinggal lidinya saja. Akibatnya proses fotosintesis tanaman kelapa sawit akan terhambat, sehingga berpengaruh pada pertumbuhan dan produksi kelapa sawit. Kondisi serangan yang berat menyebabkan tanaman akan kehilangan daun sekitar 90%. Pada tanaman menghasilkan, tahun pertama setelah serangan dapat menurunkan produksi sekitar 69% dan pada tahun kedua sekitar 27%. Selanjutnya masih diperlukan waktu 1-2 tahun lagi untuk mencapai tingkat produksi semula. Pengendalian yang umum dilakukan untuk menekan populasi hama UPDKS yang sering dilakukan oleh masyarakat pada umumnya memakai insektisida kimia sintetis. Hal ini disebabkan karena hasilnya cepat terlihat dan mudah pengaplikasiannya. Namun penggunaan insektisida kimia sintetis yang tidak bijaksana dapat menimbulkan dampak negatif seperti resistensi, resurgensi hama dan pencemaran lingkungan (Wahyudianto, 2014).

Mikroorganisme entomopatogenik dapat mengurangi atau bahkan menggantikan insektisida kimia sintetis golongan piretroid, seperti deltametrin dan dimetoat dalam pengendalian ulat api di perkebunan kelapa sawit. Biaya pengendalian hayati juga lebih murah, yaitu hanya 7% dari biaya pengendalian

secara kimiawi. Berdasarkan berbagai pertimbangan tersebut, penggunaan insektisida alami menjadi pilihan bagi para pengusaha kelapa sawit. Insektisida hayati mikroorganisme entomopatogenik kini telah banyak digunakan dalam mengendalikan ulat api, baik di perkebunan negara, swasta maupun rakyat (Pusat Penelitian Kelapa Sawit, 2011).

Salah satu jamur entomopatogen yang sangat potensial dalam pengendalian beberapa spesies serangga hama adalah *Beauveria bassiana*. *B. bassiana* merupakan jamur yang mempunyai prospek cerah untuk dikembangkan sebagai agens hayati, karena dapat menginfeksi dan menyebabkan kematian beberapa larva dari ordo Lepidoptera, Coleoptera, Hemiptera dan juga Orthoptera (Budi *et al.*, 2013).

B. bassiana sangat efektif dalam menekan perkembangan larva Lepidoptera. *B. bassiana* merupakan jamur entomopatogen yang sampai saat ini belum pernah dilaporkan resisten terhadap serangga hama (Herlinda *et al.*, 2005).

Bacillus thuringiensis (Bt) adalah bakteri gram positif yang berbentuk batang, aerobik dan membentuk spora. Banyak strain dari bakteri ini yang menghasilkan protein yang beracun bagi serangga. Sejak diketahuinya potensi dari protein kristal Bt sebagai agen pengendali serangga, berbagai isolate Bt dengan berbagai jenis protein kristal yang dikandungnya telah teridentifikasi. Sampai saat ini telah diidentifikasi protein kristal yang beracun terhadap larva dari berbagai ordo serangga yang menjadi hama pada tanaman pangan dan hortikultura. Kebanyakan dari protein kristal tersebut lebih ramah lingkungan karena mempunyai target yang spesifik sehingga tidak mematikan serangga bukan

sasaran dan mudah terurai sehingga tidak menumpuk dan mencemari lingkungan (Suwarno, 2015).

Salah satu cendawan entomopatogen yang potensial untuk mengendalikan hama *S. litura* adalah *Metarhizium* spp. *Metarhizium* spp. dilaporkan dapat menginfeksi beberapa serangga hama seperti *S. litura* Fabricus, *Spodoptera exigua* Hubner dan *Coptotermes gestroi* Wasmann menunjukkan bahwa isolat *Metarhizium* spp. dapat mematikan larva *S. litura* berkisar antara 15 – 42,5%. Salah satu keuntungan penggunaan cendawan *Metarhizium* spp. untuk pengendalian hayati adalah dapat digunakan untuk mengendalikan berbagai tingkat perkembangan serangga mulai dari telur, larva, pupa dan imago (Trizelia, 2011).

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektifitas *Bacillus thuringiensis*, *Beaveria bassiana*, dan *Metarhizium anisopliae* terhadap mortalitas hama ulat api (*Setothosea asigna*).

Hipotesis Penelitian

Bacillus thuringiensis, *beaveria bassiana* dan *Metarhizium anisopliae* berpotensi untuk hama ulat api (*Sethotosea asigna*).

Kegunaan Penelitian

- Sebagai bahan dalam penyusunan skripsi yang merupakan salah satu syarat untuk menempuh ujian sarjana (S1) pada Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- Sebagai sumber informasi bagi pihak-pihak yang membutuhkan.

TINJAUAN PUSTAKA

Biologi Hama Ulat Api(*Setothosea asigna* Van Eecke)

Klasifikasi *S. asigna* menurut Wanty (2012) adalah sebagai berikut :

Kingdom : Animalia

Filum : Arthropoda

Kelas : Insecta

Ordo : Lepidoptera

Family : Limacodidae

Genus : *Setothosea*

Species : *Setothosea asignavan Eecke*.

Siklus hidup ulat api (*Setothosea asigna*) berlangsung antara 40 s/d 70 hari dengan periode larva hingga instar ke 9 selama 18 s/d 32 hari. Telur ulat api (*Setothosea asigna*) hampir sama dengan telur *Setothosea asigna*(Gambar. 1) hanya saja meletakkan telur antara satu sama lain tidak saling tindih. Telur menetas setelah 4-7 hari. Telurnya berbentuk pipih dan berwarna bening, lebarnya 3 mm, diletakkan pada permukaan bawah daun dalam 3-5 deretan, kadang kala mencapai 20 deret(Andriyansyah, 2013).



Gambar 1 : Telur *Setothosea asigna*

Larva *Setothosea asigna* muda hidup dalam koloni dan memakan bagian bawah jaringan epidermis daun. Pada fase selanjutnya, larva memakan semua daun dengan menyisakan hanya tulang daunnya saja. Larva *S. asigna* (Gambar.2) dewasa berwarna hijau agak jingga dan memiliki median ungu yang memanjang dan terputus-putus. Serangan berat *S. nitens* biasanya terjadi saat musim kemarau dan mencapai ambang kendalinya pada fase tanaman sawit belum menghasilkan ketika populasinya mencapai 5 larva per pelepah daun dan pada fase tanaman sawit menghasilkan ketika populasinya mencapai 10 larva per pelepah (Andriyansyah, 2013).



Gambar 2 : Larva *Setothosea asigna*

Pupa berada di dalam kokon yang terbuat dari campuran air liur ulat dan tanah (Gambar 3), berbentuk bulat telur dan berwarna cokelat gelap, terdapat di bagian tanah yang relatif gembur di sekitar piringan atau pangkal batang kelapa sawit. Pupa jantan dan betina masing – masing berukuran berlangsung selama \pm 39, 7 hari (Susanto *et al.*, 2012).



Gambar 3. Pupa *Setothosea asigna*

Imago berupa ngengat yang muncul setelah stadia pupa. Imago keluar dari kokon dengan membuat lubang sobekan pada salah satu ujung kokon. Warna ngengat abu-abu kecoklatan dengan ukuran ± 17 mm untuk ngengat jantan dan untuk ngengat betina ± 14 mm (Gambar 4). Perkembangan hama ini mulai dari telur hingga menjadi ngengat berkisar antara 92,7 hari – 98 hari, tetapi pada keadaan kurang menguntungkan dapat mencapai 115 hari (Siregar, 1986).



Gambar 4 : Imago *Setothosea asigna*

Gejala Serangan

Ulat ini menyerang tanaman kelapa sawit dengan memakan daun hingga rusak dan bahkan tinggal lidinya saja. Akibatnya proses fotosintesis tanaman kelapa sawit akan terhambat, sehingga berpengaruh pada pertumbuhan dan produksi kelapa sawit. Kondisi serangan yang berat menyebabkan tanaman

akan kehilangan daun sekitar 90%. Pada tanaman menghasilkan, tahun pertama setelah serangan dapat menurunkan produksi sekitar 69% dan pada tahun kedua sekitar 27%. Selanjutnya masih diperlukan waktu 1-2 tahun lagi untuk mencapai tingkat produksi semula. Pengendalian yang umum dilakukan untuk menekan populasi hama UPDKS yang sering dilakukan oleh masyarakat pada umumnya memakai insektisida kimia sintetis. Hal ini disebabkan karena hasilnya cepat terlihat dan mudah pengaplikasiannya. Namun penggunaan insektisida kimia sintetis yang tidak bijaksana dapat menimbulkan dampak negatif seperti resistensi, resurgensi hama dan pencemaran lingkungan (Wahyudianto, 2013).

Pengendalian *Setothosea asigna*

Pengendalian hama ulat api di perkebunan kelapa sawit selain dapat memanfaatkan agens hayati, secara umum digunakan insektisida sintetis. Bahan aktif insektisida yang digunakan umumnya berbahan aktif tunggal. Bahan aktif insektisida tunggal yang digunakan secara terus-menerus untuk mengendalikan hama dapat menyebabkan resistensi pada serangga hama. Hingga kini, laporan tentang resistensi hama ulat api terhadap insektisida pada tanaman kelapa sawit belum dilaporkan. Sebelum terjadi resistensi serangga hama terhadap insektisida di lapangan perlu dilakukan (Syahputra, 2013).

Pengendalian hama ulat api yang dilakukan pada perkebunan kelapa sawit hingga saat ini lebih lebih menekankan pada penggunaan insektisida kimia sintetis. Penggunaan insektisida kimia sintetis yang kurang tepat dapat menimbulkan dampak negatif, seperti resistensi hama, resurgensi hama, terjadinya ledakan hama sekunder, terbunuhnya musuh alami, penimbunan residu pestisida, pencemaran lingkungan dan gangguan kesehatan. Untuk mengurangi dampak

tersebut, maka perlu diterapkan suatu pengendalian yang berwawasan lingkungan dan mengacu pada sistem pengendalian hama terpadu (PHT) (Situmorang, 2016).

Bakteri*Bacillus thuringiensis*

Klasifikasi bakteri *bacillus thuringiensis* sebagai berikut :

Kingdom : Eubacteria
Filum : Firmicutes
Kelas : Bacilli
Ordo : Bacillales
Famili : Bacillaceae
Genus : *Bacillus*
Spesies : *Bacillus thuringiensis*

B. thuringiensis adalah bakteri gram-positif, berbentuk batang, yang tersebar secara luas di berbagai Negara (Gambar. 5).Bakteri ini termasuk patogen fakultatif dan dapat hidup di daun tanaman konifer maupun pada tanah.Apabila kondisi lingkungan tidak menguntungkan maka bakteri ini akan membentuk fase sporulasi. Saat sporulasi terjadi, tubuhnya akan terdiri dari protein Cry yang termasuk ke dalam protein kristal kelas endotoksin delta. Apabila serangga memakan toksin tersebut maka serangga tersebut dapat mati(Jumar, 2000).



Gambar 5. Sel Bakteri *Bacillusthuringiensis*

B. thuringiensis merupakan bakteri yang bersifat aerob atau anaerob fakultatif pada medium yang dibumbuhi nitrat sebagai penerima terakhir elektron. Pada uji indol dan oksidase, bakteri ini memberikan hasil negatif, tetapi memberikan reaksi positif pada uji merah metal dan tidak dapat menggunakan nitrat sebagai satu-satunya sumber karbon (Samy, 2015).

B. thuringiensis menghasilkan toksin yang memiliki daya racun terhadap serangga hama tertentu. Spesifitas terhadap serangga tertentu dipengaruhi oleh komponen kimiawi toksin sehingga kisaran serangga sasarannya sempit. Toksin yang dihasilkan dikenal sebagai delta toksin yang terdapat di dalam protein Kristal sertatidak bersifat racun terhadap manusia dan vertebrata lainnya (Lay, 1993).

Mekanisme Infeksi Bakteri *Bacillus thuringiensis*

Cara kerja *B. Thuringiensis* dapat diuraikan sebagai berikut: racun *B.thuringiensis* harus dimakan oleh hama serangga yang peka agar dapat efektif bekerja. ICP atau spora ICP yang mengandung racun *cry (cry toxins)* terikat pada bagian permukaan sel perut tengah membentuk lubang-lubang yang menghancurkan kemampuan sel untuk mengendalikan pertukaran molekul. Protoxin mengikat receptor membrane glycoprotein yang terdapat pada sel perut tengah yang mengakibatkan terjadinya pori. Kerusakan pada epitelium perut tengah berhubungan dengan berhentinya makan dan terjadinya paralisis pada serangga. Pelukaan pada perut tengah juga mengakibatkan terjadinya septosemia yang pada akhirnya mengakibatkan kematian serangga (Rahmi, 2010).

Sesuai dengan pendapat Kashwar dan Yulianti (2001), bahwa warna tubuh larva yang telah mati pada hari pertama tidak ada perubahan tetapi pada hari kedua akan menunjukkan gejala perubahan warna coklat kemerahan. Pada hari

ketiga tubuh larva tersebut akan berubah warna menjadi hitam serta mengeluarkan cairan putih susu dan menimbulkan bau busuk. Kristal protein atau B. thuringiensis jika tidak berdampak langsung terhadap serangga uji, maka spora B. thuringiensis yang akan bekerja karena spora dapat tumbuh di dalam tubuh serangga uji. Didalam tubuh serangga uji spora bakteri tersebut akan berkecambah, sehingga mengakibatkan membran usus serangga uji menjadi rusak (Adam, *et al.* 2014)

Protein kristal yang termakan oleh ulat akan larut dalam lingkungan basapada usus organisme sasaran yang memiliki nilai pH antara 9,0 dan 10,5, sedangkan spora akan mengalami germinasi pada pH tersebut. Pada serangtarget, protein tersebut akan teraktifkan melalui pemisahan proteolitik oleh enzimprotease. Berat molekul protein menurun dari 130 kDa menjadi 65 kDa. Proteinyang teraktifkan akan menempel pada protein *receptor* yang berada pada langit-langitsel epitel usus serangga. Masuknya toksin kedalam membran sel usus terjadi dalam dua tahap ikatan, yaitu ikatan yang bersifat *reversible* dan *irreversibel*. Ikatan *reversible* sangat penting pada aktivitas racun selanjutnya, karena hilangnya ikatan akan menurunkan toksisitas racun, sebaliknya jika afinitas meningkat maka daya toksisitas racun pun meningkat (Gabriel, 2014).

Setelah insersi ke dalam membran dan terbentuk pori terjadi influk air yang mengandung ion yang menyebabkan sel menjadi *swelling* dan akhirnya menjadi lisis. Pada akhirnya serangga akan mengalami gangguan pencernaan dengan berhentinya makan yang menyebabkan kematian larva jadi bentuk tubuhnya setelah mati yaitu menjadi mengerut dan mengering (Tarigan, 2012).

Jamur *Beauveria bassiana*

Sistematika *Beauveria bassiana* adalah sebagai berikut,

Kingdom : Fungi
Filum : Ascomycota
Kelas : Ascomycetes
Ordo : Hypocreales
Family : Clavicipitaceae
Genus : *Beauveria* (Bals.)
Spesies : *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill

Beauveria bassiana (Bals.)(Vuill.)(Deuteromycetes: Moniliaceae) adalah salah satu jamur entomopatogenik yang berpotensi untuk dikembangkan sebagai agens pengendali hayati. *B. bassiana* sangat efektif dalam menekan perkembangan larva Lepidoptera. Jamur ini belum pernah dilaporkan resisten terhadap serangga hama, namun dalam perbanyakannya secara *in vitro* banyak kendala yang harus diatasi, seperti penurunan kualitas spora (kerapatan dan viabilitas) dan virulensi (Salim *et al.*, 2008).

Perkecambahan, pertumbuhan dan sporulasi optimum cendawan *B. bassiana* terjadi pada suhu 25 –30° C dan kelembaban relatif 100%. Spora bersel satu, bentuknya oval agak bulat (globose) sampai dengan bulat telur (obovate), berwarna hialin dengan diameter 2 – 3 µm. Sporangiofor berbentuk zig-zag tersebut merupakan ciri khas dari genus *Beauveria* (Ahmad, 2008).

B. bassiana memiliki daya bunuh tinggi terhadap serangga hama terutama ordo Lepidoptera, Hemiptera dan Coleoptera. Pertumbuhan dalam media berbentuk koloni putih seperti kapas, konidiofor yang fertile bercabang-cabang

secara zig-zag dan pada bagian ujungnya terbentuk konidia. Konidia bersel satu berbentuk bulat sampai oval, hialin, berukuran 2-3 mikron (Arsyogi, 2014).

Mekanisme infeksi *Beauveria bassiana*

Terdapat empat tahap proses infeksi serangga yang disebabkan oleh jamur entomopatogen. Tahap pertama adalah inokulasi, yaitu kontak antara propagul jamur entomopatogen dengan tubuh inang. Tahap kedua yaitu proses penempelan dan perkecambahan propagul cendawan pada integumen serangga. Pada tahap ini konidia jamur entomopatogen akan memanfaatkan senyawa-senyawa yang terdapat pada lapisan integumen serangga. Tahap ketiga yaitu penetrasi dan invasi pada tubuh serangga. Pada waktu melakukan penetrasi dan menembus integumen, jamur entomopatogen membentuk tabung kecambah (*appressorium/ germ tube*). Penembusan dilakukan secara mekanis atau kimiawi dengan mengeluarkan enzim atau toksin. Tahap keempat adalah destruksi pada titik penetrasi dan terbentuknya blastospora yang kemudian beredar dalam haemolimfa dan membentuk hifa sekunder untuk menyerang jaringan lainnya. Tumbuhnya jamur di dalam tubuh serangga dapat menyebabkan kematian pada serangga yang terinfeksi. Pada kondisi yang sesuai inang yang mati akan diselimuti oleh spora dan hifa jamur (Maharani *et al*, 2013).

Infeksi dari jamur *B. bassiana* mulai setelah integument serangga terkontaminasi oleh konidia jamur. Konidia akan berkecambah dan membentuk tabung kecambah serta menghasilkan enzim proteinase, lipase dan kitinase. Enzim-enzim ini berguna untuk melunakkan integument serangga yang dimana terdiri dari kitin (Tarigan, 2012).

Mekanisme pengendalian serangga hama oleh *B. bassiana* adalah melalui infeksi langsung hifa atau spora *B. bassiana* ke dalam kutikula melalui kulit luar serangga. Pertumbuhan hifa akan mengeluarkan enzim yang menyerang dan menghancurkan kutikula, sehingga hifa tersebut mampu menembus dan masuk serta berkembang di dalam tubuh serangga. Pada perkembangannya di dalam tubuh serangga, *B. bassiana* akan mengeluarkan racun yang disebut *beauvericin* yang menyebabkan terjadinya paralisis pada anggota tubuh serangga. Paralisis menyebabkan kehilangan koordinasi sistem gerak, sehingga gerakan serangga tidak teratur dan lama kelamaan melemah, kemudian berhenti sama sekali. Setelah lebih kurang lima hari terjadi kelumpuhan total dan kematian. Toksin juga

menyebabkan kerusakan jaringan, terutama pada saluran pencernaan, otot, sistem saraf, dan sistem pernafasan (Wahyudi, 2008).

Setelah serangga inang mati, *B. bassiana* akan mengeluarkan antibiotik, yaitu *Oosporein* yang menekan populasi bakteri dalam perut serangga inang. Dengan demikian, pada akhirnya seluruh tubuh serangga inang akan penuh oleh propagula *B. bassiana*. Pada bagian lunak dari tubuh serangga inang, jamur ini akan menembus keluar dan menampakkan pertumbuhan hifa di bagian luar tubuh serangga inang yang biasa disebut "white bloom". Pertumbuhan hifa eksternal akan menghasilkan konidia yang bila telah masak akan disebarkan ke lingkungan dan menginfeksi serangga sasaran baru (Wahyudi, 2008).

Setelah serangga inang mati, *B. bassiana* akan mengeluarkan antibiotik, yaitu *Oosporein* yang menekan populasi bakteri dalam perut serangga inang. Dengan demikian, pada akhirnya seluruh tubuh serangga inang akan penuh

olehpropagul *B. bassiana*. Pada bagian lunak dari tubuh serangga inang, jamur ini akan menembus keluar dan menampakkan pertumbuhan hifa di bagian luar tubuhserangga inang yang biasa disebut ”*white bloom*”. Pertumbuhan hifa eksternal akan menghasilkan konidia yang bila telah masak akan disebarkan ke lingkungan dan menginfeksi serangga sasaran baru (Wahyudi, 2008).

Jamur *Metarizium anisopliae*

Klasifikasi Jamur *Metarizium anisopliae* sebagai berikut :

Kingdom	: Fungi
Divisi	: Eumycota
Kelas	: Deuteromycetes
Ordo	: Moniliales
Famili	: Moniliaceae
Genus	: <i>Metarhizium</i>
Spesies	: <i>Metarhizium anisopliae</i>

Jamur *Metarhizium anisopliae* ialah satu diantara jamur yang bersifat entomopatogen. Jamur ini dapat dijadikan sebagai salah satu agen hayati pengendalian serangga, baik serangga yang menyerang tanaman maupun organisme antagonis yang ada di dalam tanah. Jamur ini dapat menyebabkan penyakit bila menginfeksi serangga, sehingga dapat menurunkan populasi serangga hama dalam suatu areal pertanian (Yuningsih, 2014).

Jamur *M. anisopliae* telah dikenal sebagai patogen pada berbagai jenis seranggahama dan dapat diproduksi secara komersial sebagai bioinsektisida. Walaupun jamur ini dapat menginfeksi begitu banyak serangga, ternyata intensitas serangan terbesar pada inang yang terbaik untuk berkembang biak adalah larva *O.*

rhinoceros. Semua stadia *O. rhinoceros* kecuali telur dapat diinfeksi oleh jamur ini. Sifat jamur ini yang dapat menginfeksi hampir semua stadia *O. rhinoceros* itulah yang menjadi dasar untuk memanfaatkan jamur ini sebagai agens hayati hama tersebut (Sambiran, 2007).

Cendawan *M. anisopliae* merupakan salah satu agens hayati yang dapat digunakan dalam pengendalian hama kumbang *O. rhinoceros*. Cendawan ini dapat menginfeksi larva dan imago di lapangan. Larva yang terinfeksi cendawan *M. anisopliae* memperlihatkan gejala bercak coklat pada tubuhnya dan gerakannya lambat. Larva akan keluar dari media dan akhirnya mati dalam keadaan tubuh yang mengeras dan kering. Dua atau tiga hari kemudian cendawan akan menembusi kulit dan membentuk lapisan konidia berwarna putih, satu hari kemudian berubah menjadi hijau (Taulu, 2005).

Pengendalian menggunakan insektisida sintetik akan menyebabkan serangga hama sasaran menjadi resisten dan residu insektisida sintetik akan terakumulasi di lingkungan dan organisme lain non target. Salah satu alternatif untuk mengurangi penggunaan insektisida sintetik dengan menggunakan agen hayati yang bersifat patogen hanya pada serangga sasaran, antara lain adalah jamur entomopatogen. *Metarhizium anisopliae* merupakan jamur entomopatogen dapat mengendalikan hama serangga karena menyebabkan penyakit “*green muscardin fungus*” terhadap serangga sasaran. Berdasarkan uji virulensi ternyata *M. anisopliae* dan *Beauveria bassiana* memberikan virulensi yang tinggi terhadap rayap uji berturut-turut sebesar 52% dan 26 % (Rozalia, 2014).

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu

Penelitian ini akan dilaksanakan di Balai Besar Karantina Belawan jalan Sampul No. 18 Kel. Sei Putih, Kec. Medan Petisah, Medan. Penelitian dilaksanakan pada bulan April 2018 sampai dengan November 2018.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah ulat api (*Sethotosea asigna*), *B. thuringiensis*, *B. bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, daun kelapa sawit dan bahan pendukung lainnya.

Alat yang digunakan terdiri dari stoples, handsprayer, karet gelang, gelas ukur, kertas label, Petridis, timbangan analitik, pisau, kain kasa, gunting, kaca pembesar, Erlenmeyer, kamera, alat tulis dan alat pendukung lainnya.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) non factorial dengan 7 Perlakuan dengan 4 ulangan:

A0= kontrol

A1= penggunaan *Bacillus thuringiensis* dengan konsentrasi 20g/l air

A2= penggunaan *Bacillus thuringiensis* dengan konsentrasi 40 g/l air

A3= penggunaan *Beaveria bassiana* dengan konsentrasi 20 g/l air

A4= penggunaan *Beaveria bassiana* dengan konsentrasi 40 g/l air

A5= penggunaan *Metarhizium anisopliae* dengan konsentrasi 20 g/l air

A6= penggunaan *Metarhizium anisopliae* dengan konsentrasi 40 g/l air

Jumlah ulangan : 4 ulangan

Jumlah unit percobaan : 28 unit

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) non factorial dengan metode rancangan :

$$Y_{ij} = \mu + B_i + M_j + \epsilon_{ij}$$

Dimana :

Y_{ij} : Hasil pengamatan pada perlakuan ke-i dan kelompok ke-j

μ : Rataan umum

B_i : Pengaruh perlakuan ke-i

M_j : Pengaruh perlakuan ke-j

ϵ_{ij} : Pengaruh acak pada perlakuan ke-I dan kelompok ke-j

Pelaksanaan Penelitian

Penyediaan LarvaUlat Api

Ulat Api (*Sethotosea asigna*)diambil dengan metode jelajah yaitu langsung mencari pohon kelapa sawit yang terserang ulat api dan mengumpulkan ulat api yang ditemukan dilapangan , kemudian dimasukkan kedalam wadah dan di bawa ke laboratorium untuk di lakukan pengujian.

Penyediaan Entomopatogen

Entomopatogen yang digunakan ialah *Metharhizium anisoplie* yang sudah jadi dalam bentuk padat.*B. thuringiensis* yang digunakan juga yang sudah jadi dalam bentuk padat. *B. bassiana* yang digunakan juga yang sudah jadi dalam bentuk padatKetiga entomopatogen tersebut didapat dari hasil pembiakan yang sudah ada di jual di balai penelitian maupun online.

PersiapanMedia Perlakuan

Media yang digunakan berupa toples yang sudah di sterilkan dengan menggunakan cairan anti septik agar tidak terkontaminasi dengan patogen lain.

Toples tersebut kemudian diisi dengan daun sawit yang muda sebagai tempat ulat api.

Aplikasi Perlakuan

Ulat api yang sudah tersedia dimasukan ke dalam wadah yang sudah di isi dengan daun sawit dan ulat api. Setiap wadah berisi 10 ekor ulat api. Kemudian entomopatogen di semprotkan merata kebagian tubuh ulat api serta daun sawit, sesuai dengan perlakuan masing-masing yang sudah ditentukan dengan penyemprotan 1 kali selama penelitian.

Parameter Pengamatan

Persentase Mortalitas

Persentase mortalitas dihitung dengan rumus berikut ini :

$$P = \frac{a}{a + b} \times 100\%$$

Keterangan :

P = Persentase mortalitas larva

a = Jumlah larva yang mati

b = Jumlah larva yang hidup

Pengamatan pada persentase mortalitas dilakukan 1 hari sekali setelah aplikasi sampai waktu 3 hari setelah aplikasi. Kemudian dihitung persentase mortalitas pada ulat api *Setothosea asigna* pada setiap perlakuan

Pengamatan Gejala Kematian Secara Visual

Pengamatan visual dengan melihat gejala hama terserang dengan cara membandingkan *Setothosea asigna* sebelum terkena aplikasi dengan yang sudah terkena aplikasi *Metharizium anisopliae* *B. thuringiensis*. *B. bassiana*

Waktu Kematian

Pengamatan waktu kematian hama dilakukan dengan cara menghitung jumlah hama yang mati untuk setiap hari pengamatan. Pengamatan dengan cara yang sama dilakukan untuk semua perlakuan.

Perilaku Ulat Api Setelah Aplikasi

Pengamatan perilaku Ulat Api dilakukan dengan mengamati perubahan-perubahan yang terjadi pada ulat api setelah aplikasi dengan menggunakan kaca pembesar. Perilaku yang diamati meliputi gerak tubuh. Perubahan tingkah laku dan morfologi diamati setiap 1 jam setelah aplikasi sampai awal kematian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Persentase Mortalitas *Setothosea asigna*

Penggunaan beberapa entomopatogen dalam pengendalian ulat api berpengaruh sangat nyata terhadap persentase mortalitas *S. asigna* untuk setiap pengamatan. Hal ini dapat dipastikan setelah melalui analisis sidik ragam dan uji jarak Duncan (UJD 1%). Hal ini dapat dilihat pada Tabel 1 dan lampiran 2, 3, dan 4.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari beberapa perlakuan yang diaplikasikan yakni *Bacillus thuringiensis*, *Beaveria bassian* dan *Metarhizium anisopliae* dapat mengendalikan ulat api (*Setothosea asigna*) dengan persentase mortalitas yang cukup tinggi pada setiap perlakuan, dapat dilihat ada akhir pengamatan (3 HSA) dimana yang berpengaruh sangat nyata ada pada perlakuan *Metarhizium anisopliae* dibandingkan dengan perlakuan entomopatogen lainnya. Hal ini dikarenakan perlakuan tersebut mengandung bahan aktif yang dapat membunuh *S. Asigna* dengan cara kerja masing-masing. Suwarno (2015) menyatakan *Bacillus thuringiensis* (Bt) adalah bakteri gram positif yang berbentuk batang, aerobik dan membentuk spora. Potensi dari protein kristal Bt sebagai agen pengendali serangga, berbagai isolate Bt dengan berbagai jenis protein kristal yang dikandungnya telah teridentifikasi. Trizelia (2011) menyatakan *Metarhizium* spp. dilaporkan dapat menginfeksi beberapa serangga hama seperti *S. litura* Fabricus, *Spodoptera exigua* Hubner dan *Coptotermes gestroi* Wasmann menunjukkan bahwa isolat *Metharhizium* spp. dapat mematikan larva *S. litura* berkisar antara 15 – 42,5%. Salah satu keuntungan penggunaan cendawan *Metarhizium* spp. Salim *et al* (2008) menyatakan *B. bassiana* sangat

efektif dalam menekan perkembangan larva Lepidoptera. Jamur ini belum pernah dilaporkan resisten terhadap serangga hama, namun dalam perbanyakannya secara *in vitro* banyak kendala yang harus diatasi, seperti penurunan kualitas spora (kerapatan dan viabilitas) dan virulensi.

Tabel 1. Persentase Mortalitas *S. asigna* pada perlakuan *Bacillus thuringiensis*, *Beaveria bassiana* dan *Metarhizium anisopliae*

Perlakuan	Pengamatan		
	1 HSA	2 HSA	3 HSA
A0	0,00	0,00	55,00
	0,707 A	0,701 A	6,607 A
A1	40,00	60,00	82,50
	6,363 B	7,778 B	9,107 BC
A2	40,00	62,50	85,00
	6,363 B	7,932 BC	9,242 BC
A3	42,50	62,50	82,50
	6,549 B	7,932 BC	9,107 BC
A4	45,00	65,00	85,00
	6,735 B	8,087 BC	9,242 BC
A5	47,50	70,00	97,50
	6,920 B	8,385 BC	9,897 BC
A6	47,50	72,50	100,00
	6,920 B	8,540 C	10,024 C

Keterangan :Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji jarak Duncan pada taraf 1%.

Dari Tabel 1. Dapat dilihat bahwa perlakuan (A1) *Bacillus thuringiensis* (A3) *Beaveria bassiana* dengan konsentrasi 20 g/l air dengan tingkat mortalitas paling rendah yaitu sebesar sebesar 82,5% pada pengamatan 3 HSA. Hal ini karena entomopatogen *Bacillus thuringiensis* tidak berdampak langsung pada serangga, spora *B. thuringiensis* akan bekerja dan dapat tumbuh didalam tubuh serangga melalui makanan yang telah terinfeksi. Spora bakteri tersebut akan

berkecambah, sehingga membran usus serangga menjadi rusak dikarenakan kristal endotoksin yang larut didalam tubuh serangga akan berubah menjadi polipeptida yang lebih pendek sedangkan pada serangga yang terinfeksi *Beaveria bassiana* infeksi akan terjadi langsung dimana hifa atau spora akan masuk melalui kulit luar serangga sehingga membutuhkan waktu untuk menembus dan menghancurkan kutikula agar hifa dapat berkembang ditubuh serangga. Adam *et al* (2014) menyatakan Kristal protein atau *B. thuringiensis* jika tidak berdampak langsung terhadap serangga uji, maka spora *B. thuringiensis* yang akan bekerja karena spora dapat tumbuh di dalam tubuh serangga uji. Didalam tubuh serangga uji spora bakteri tersebut akan berkecambah, sehingga mengakibatkan membran usus serangga uji menjadi rusak. Pernyataan tersebut didukung pernyataan Gabriel (2014) yang menyatakan Masuknya toksin kedalam membran sel usus terjadi dalam dua tahap ikatan, yaitu ikatan yang bersifat *reversible* dan *irreversibel*. Ikatan *reversible* sangat penting pada aktivitas racun selanjutnya, karena hilangnya ikatan akan menurunkan toksisitas racun, sebaliknya jika afinitas meningkat maka daya toksisitas racun pun meningkat. Wahyudi (2008) menyatakan Mekanisme pengendalian serangga hama oleh *B. bassiana* adalah melalui infeksi langsung hifa atau spora *B. bassiana* ke dalam kutikula melalui kulit luar serangga. Pertumbuhan hifa akan mengeluarkan enzim yang menyerang dan menghancurkan kutikula, sehingga hifa tersebut mampu menembus dan masuk serta berkembang di dalam tubuh serangga.

Dari Tabel 1. dilihat bahwa dengan pengaplikasian perlakuan (A5) *Metarhizium anisopliae* dengan konsentrasi 20 g/l air dan (A6) *Metarhizium anisopliae* dengan konsentrasi 40 g/l air dengan tingkat mortalitas yang paling

tinggi yaitu sebesar 97,5% dan 100%. Hal ini dikarenakan dengan pengaplikasian *Metarhizium anisopliae* dapat menginfeksi secara langsung *S. Asigna* sehingga dapat menurunkan serangan hama dalam lahan kelapa sawit. Yuningsih (2014) menyatakan Jamur *Metarhizium anisopliae* ialah satu diantara jamur yang bersifat entomopatogen. Jamur ini dapat dijadikan sebagai salah satu agen hayati pengendalian serangga, baik serangga yang menyerang tanaman maupun organisme antagonis yang ada di dalam tanah. Jamur ini dapat menyebabkan penyakit bila menginfeksi serangga, sehingga dapat menurunkan populasi serangga hama dalam suatu areal pertanian,

Gejala Visual Kematian *S. asigna*



Gambar 6. Gejala *S. asigna* yang terserang *Beaveria bassiana*
Sumber : Foto langsung

Setothosea asigna yang terinfeksi *Beaveria bassiana* ditandai dengan perubahan warna tubuh. Warna *S. Asigna* yang tadinya hijau kemudian memudar dan ulat menjadi warna keputihan. Perubahan warna tubuh ulat api *S.asigna* dipengaruhi oleh perlakuan cendawan entomopatogen *B. Bassiana*. Pada awalnya *Setothosea asigna* akan mengalami gejala kurang aktif bergerak kemudian ulat

akan diam lalu akan berhenti makan serta akan mati. Nurjayantiet al (2017) menyatakan bahwa serangga yang terinfeksi gerakannya lamban, nafsu makannya berkurang bahkan berhenti, lama-kelamaan diam dan mati serta tubuh serangga yang terinfeksi berubah menjadi pucat.



Gambar 7. Gejala *S. asigna* yang terserang *Bacillus thuringiensis* (M2)
Sumber : Foto langsung

Setothosea asigna yang terserang *B. thuringiensis* gejala awal akan terlihat lemas dan tidak bergerak aktif kemudian ulat berubah warna dari hijau menjadi coklat, coklat kehitaman hingga hitam (Gambar 10). Ciri khusus yang terdapat pada ulat yang terinfeksi *B. thuringiensis* yakni berlendir dan berbau busuk. Hal ini disebabkan oleh kristal protein beracun yang terkandung dalam *B. thuringiensis* yang menyerang sistem pencernaan serangga, karena kristal beracun tersebut mengakibatkan pH usus masam sehingga terjadi kerusakan dalam sistem pencernaan yang berujung pada *S. asigna* mati menjadi lunak dan mengandung cairan. Steinhaus (2002) menyatakan bahwa gejala luar infeksi *B. thuringiensis* pada Lepidoptera adalah penghilangan selera makan dan mobilitas larva berkurang dengan cepat setelah aplikasi. Setelah larva mati, larva kelihatan mengkerut dan perubahan warnapun semakin jelas terlihat. Tubuh serangga yang mati menjadi

lunak dan mengandung cairan. Kadang – kadang terjadi penghancuran integumen (dinding tubuh serangga bagian luar) di beberapa bagian tubuh larva.



Gambar 8. Gejala *S. asigna* yang terserang *Metarhizium anisopliae*
Sumber : Foto langsung

Setothosea asigna yang terserang *Metarhizium anisopliae* pada awalnya lemas dan gerakannya melambat kemudian ulat berubah dari berwarna hijau sampai menimbulkan bercak coklat, coklat kehitaman hingga hitam. Larva akhirnya mati dalam keadaan tubuh mengeras dan kering berwarna hitam (Gambar 8). Hal ini diakibatkan hifa dari *Metarhizium anisopliae* menembus kulit dan membentuk lapisan konidia berwarna putih kemudian berubah menjadi hijau sampai coklat. Taulu (2005) menyatakan Cendawan ini dapat menginfeksi larva dan imago di lapangan. Larva yang terinfeksi cendawan *M. anisopliae* memperlihatkan gejala bercak coklat pada tubuhnya dan gerakannya lambat. Larva akan keluar dari media dan akhirnya mati dalam keadaan tubuh yang mengeras dan kering. Dua atau tiga hari kemudian cendawan akan menembusi kulit dan membentuk lapisan konidia berwarna putih, satu hari kemudian berubah menjadi hijau

Waktu Kematian *Setothosea asigna* (3 HSA)

Waktu Kematian hama *S.asignatercepat* terdapat pada perlakuan (A5) *Metarhizium anisopliae* dengan konsentrasi 20 g/l air dan (A6) *Metarhizium anisopliae* dengan konsentrasi 40 g/l air yaitu 1 hari setelah aplikasi. Hal ini disebabkan perlakuan A5 dan A6 dapat menginfeksi hama *Setothosea asigna* secara langsung dimana akan timbul gejala bercak coklat pada tubuh hama dan gerakannya akan melambat dan akhirnya hifa yang dikeluarkan *M. Anisopliae* akan membuat tubuh hama mengeras dan kering sehingga menyebabkan kematian pada ulat api tersebut (*Setothosea asigna*). Taulu (2005) menyatakan Cendawan *M. anisopliae* merupakan salah satu agens hayati yang dapat digunakan dalam pengendalian hama kumbang *O. rhinoceros*. Cendawan ini dapat menginfeksi larva dan imago di lapangan. Larva yang terinfeksi cendawan *M. anisopliae* memperlihatkan gejala bercak coklat pada tubuhnya dan gerakannya lambat. Larva akan keluar dari media dan akhirnya mati dalam keadaan tubuh yang mengeras dan kering. Dua atau tiga hari kemudian cendawan akan menembusi kulit dan membentuk lapisan konidia berwarna putih, satu hari kemudian berubah menjadi hijau

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Pengaplikasian perlakuan (A5) *Metarhizium anisopliae* dengan konsentrasi 20 g/l air dan (A6) *Metarhizium anisopliae* dengan konsentrasi 40 g/l air dengan tingkat mortalitas yang paling tinggi yaitu sebesar 97,5% dan 100% sedangkan persentase mortalitas paling rendah ada pada perlakuan (A1) *Bacillus thuringensis* (A3) *Beaveria bassiana* dengan konsentrasi 20 g/l air yaitu sebesar sebesar 82,5% pada pengamatan 3 HSA.
2. *Setothosea asigna* yang terinfeksi *Beaveria bassiana* ditandai dengan perubahan warna tubuh. Warna *S. Asigna* yang tadinya hijau kemudian memudar dan ulat menjadi warna keputihan. Sedangkan pada perlakuan *B. thuringensis* pada awalnya lemas dan tidak bergerak aktif kemudian ulat berubah warna dari hijau menjadi coklat, coklat kehitaman hingga hitam. Pada perlakuan *Setothosea asigna* yang terserang *Metarhizium anisopliae* pada awalnya lemas dan gerakannya melambat kemudian ulat berubah dari berwarna hijau sampai menimbulkan bercak coklat, coklat kehitaman hingga hitam. Larva akhirnya mati dalam keadaan tubuh mengeras dan kering berwarna hitam.
3. Waktu Kematian hama *S. asigna* tercepat terdapat pada perlakuan (A5) *Metarhizium anisopliae* dengan konsentrasi 20 g/l air dan (A6) *Metarhizium anisopliae* dengan konsentrasi 40 g/l air yakni 1 hari setelah aplikasi.

Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan dan pengaplikasian di lapangan dengan skala yang lebih luas dengan konsentrasi yang efektif sesuai dengan hasil penelitian

DAFTAR PUSTAKA

- Adam, T., Juliana, R., Nurhayati. 2014. Bioinsektisida Berbahan Aktif *Bacillus thuringiensis* Asal Tanah Lebak terhadap Larva Spodoptera litura. Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal. Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fak. Pertanian, Universitas Sriwijaya, Palembang
- Andriyansyah, 2013. Informasi Organisme Pengganggu Tanaman. http://willsenekasaputra.blogspot.co.id/2012/11/informasi-organisme-pengganggu-tanaman_657.html. Diakses Pada Tanggal 23 April 2018.
- Arsyogi, B. 2014. Mortalitas *Aphis Craccivora* Koch. Pada Beberapa Konsentrasi *Beauveria Bassiana* Balsamo Pada Tanaman Kacang Panjang. *Skripsi*. Fakultas Pertanian. Universitas Bengkulu.
- Budi, A. S., A. Afhandi dan R. D. Puspitarini. 2013. Patogenisitas Jamur Entomopatogen *Beauveria Bassiana* Balsamo (Deuteromycetes: Moniliales) Pada Larva *Spodoptera Litura* Fabricius (Lepidoptera: Noctuidae). *J. HPT*. 1(1):57-65.
- Donnarina, S., Agus, S. 2013. Penyakit Kering Pelepah pada Tanaman Kelapa Sawit di Provinsi Kalimantan Timur dan Sumatera Utara. Volume 9, Nomor 3, Juni 2013. ISSN: 2339-2479.
- Gabriel, B. 2014. *Bacillus thuringiensis* Biologi Produksi dan Aplikasinya. Proyek Pengembangan Perlindungan Tanaman Perkebunan. Departemen Pertanian. Jakarta.
- Herlinda, S., E. M. Sari, Y. Pujiastuti, Suwandi, E. Nurnawati Dan A. Riyanta. 2005. Variasi Virulensi Strain-Strain *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. Terhadap Larva *Plutella Xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). *J. Agritop*. 24(2):52-57.
- Jumar. 2000. Entomologi Pertanian. Penerbit Rineka Cipta. Jakarta.
- Kashwar, Rahayuningsih M, Yulianti. 2001. Pengaruh Aerasi Terhadap Produksi Bioinsektisida oleh *Bacillus thuringiensis* Subsp. *Israelensis* Pada Bioindikator Tangki Berpengaduk dan Kolom Gelombang. Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor, volume 11 (3), 92-100.
- Lay. B. M. 1993. *Serological Distribution of Bacillus thuringiensis in Indonesian*. *Jurnal of Tropical Agriculture*. Bogor Agricultural University. Vol 3(2) hal. 29.
- Lubis, A.U. 2000. Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) di Indonesia. Pusat Penelitian Marihat Bandara Kuala. Pematang Siantar.

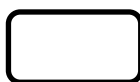
- Pusat Penelitian Kelapa Sawit. 2011. EWS: Ulat Api, Ulat Kantong, Ulat Bulu. Pematang Siantar.
- Rahmi, S. 2013. Penggunaan *Bacillus thuringiensis* untuk Mengendalikan dan Ulat Grayak (*S. litura* Fabr.) di Laboratorium. Buletin Teknik Pertanian 15(1):37–40.
- Rozalia., Atria, M. 2014. Uji Efektivitas Jamur *Metarhizium anisopliae* Cps.T.B Isolat Lokal terhadap Rayap (*Coptotermes Curvignathus*). Jom Fmipa Volume 1 No. 2 Oktober 2014.
- Salim, A., R. Septiadi, Effendy T. A, S. Herlinda dan R. Thalib. 2008. Penurunan Kualitas Jamur Entomopatogen, *Beauveria Bassiana* (Bals.) Vuill. Akibat Subkultur Terhadap Nimfa Walang Sangit. Prosiding Seminar Nasional. Palembang 18 Oktober 2008. Hlm. 175-180.
- Sambiran, W.J dan Hosang, M.L.A., 2007. Patogenisitas *Metarhizium anisopliae* dari beberapa Media Air Kelapa terhadap *Oryctes rhinoceros* L. Balai Penelitian Tanaman Kelapa dan Palma Lain. Dalam Buletin Palma No.32.
- Siregar A. 1986. Kajian Pengendalian Hama Terpadu *S. asigna* Van Eecke (Lepidoptera: Limacodidae) Pada Tanaman Kelapa Sawit. Bul. Perk. 56(4):103-114.
- Situmorang Rustam, R. , S. S. 2016. Inventarisasi Parasitoid Ulat Api Setora *Nitens Wlk.* (Lepidoptera: Limacodidae) Asal Perkebunan Kelapa Sawit Di Kecamatan Perhentian Raja Kabupaten Kampar Provinsi Riau .The inventory of *Setora nitens* WLK. (Lepidoptera: Limacodidae) Parasitoid Larvae from Palm Oil Plantation in Perhentian Raja Subdistrict Jurnal Dinamika Pertanian Volume XXXII Nomor 2 Agustus 2016 (87–96).
- Susanto A; AE Prasetyo; D Simanjuntak; TAP Rozziansha; H Priwiratama; Sudharto; RD Chenon; A Sipayung; AT Widi dan RY Purba. 2012. EWS Ulat Kantong, Ulat Api, Ulat Bulu. Pusat Penelitian Kelapa Sawit. Pematang Siantar.
- Suwarno., Maridi., Dewi, P. 2015. Uji Toksisitas Isolat Kristal Protein *Bacillus thuringiensis* (Bt) sebagai Agen Pengendali Hama Terpadu Wereng Hijau (*Nepotettix virescens*) Vektor Penyakit Tungro sebagai Upaya Peningkatan Ketahanan Pangan Nasional. Volume 8, Nomor 1. ISSN: 1693-2654.
- Syahputra, 2013. Keefektifan Insektisida Campuran Emamektin Benzoat + Beta Sipermetrin terhadap Hama Ulat Api *Setothosea asigna* pada Tanaman Kelapa Sawit. Agrovigor Volume 6 No. 1 Maret 2013 Issn 1979 5777.
- Tarigan, B. 2012. Uji Efektifitas *Beauveria basianna* dan *Bacillus thuringiensis* terhadap Ulat Api (*Setothosea asigna* Eeck) di Laboratorium. Skripsi. Universitas Sumatera Utara, Medan.

- Taulu, L.A. 2005. Strategi Pengendalian hama kelapa *Oryctes rhinoceros* L. Balai Penelitian Tanaman Kelapa dan Palma Lain. Prosiding seminar nasional PHTkelapa.p 51-56.
- Trizelia.,Syahrawati., Aina. 2011. Patogenisitas beberapa Isolat Cendawan Entomopatogen *Metarhizium* Spp. terhadap Telur *Spodoptera Litura* Fabricius (Lepidoptera: Noctuidae). *J. Entomol. Indon.*, April 2011, Vol. 8, No. 1, 45-54.
- Wahyudianto, 2013. Uji beberapa Konsentrasi Ekstrak Tepung Akar Tuba (*Derris elliptica* Benth.) untuk Mengendalikan Hama Ulat Api *Setora nitens* Wlk. (Lepidoptera; Limacodidae) pada Tanaman kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.).
- _____, Jeltje, H., Rusli. 2014. Uji beberapa Konsentrasi Ekstrak Tepung Akar Tuba (*Derris elliptica* Benth.) untuk Mengendalikan Hama Ulat Api *Setora nitens* Wlk. (Lepidoptera; Limacodidae) pada Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Pertanian* Vol 1, No 1 (2014).
- Wahyuono, D.2015. Kajian Formulasi *Bacillus thuringiensis* dengan Carrier Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit untuk Pengendalian Ulat Api (*Setora nitens*). *Planta Tropika Journal of Agro Science* Vol. 3 No 1 / Februari 2015.
- Wanty, 2012.Laporan.<http://wanty-pristiariini.blogspot.co.id/2012/01/laporan-5.html>. Diakses Pada Tanggal 23 April 2018.
- Yuningsih, R. 2014. Patogenisitas Jamur *Metarhizium anisopliae* terhadap Hama Kepinding Tanah (*Stibaropus Molginus*) (Hemiptera:Cydnidae) dari beberapa Formulasi. *Jurnal Hpt* Volume 2 Nomor 2April 2014ISSN : 2338 – 4336.

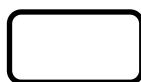
LAMPIRAN

Lampiran 1. Bagan Penelitian

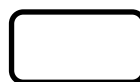
Ulangan 1



Ulangan 2



Ulangan 3



Ulangan 4



A1			

Keterangan :

A0= kontrol

A1= penggunaan *Bacillus thuringiensis* dengan konsentrasi 20 g/l air

A2= penggunaan *Bacillus thuringiensis* dengan konsentrasi 40 g/l air

A3= penggunaan *Beaveria bassiana* dengan konsentrasi 20 g/l air

A4= penggunaan *Beaveria bassiana* dengan konsentrasi 40 g/l air

A5= penggunaan *Metarhizium anisopliae* dengan konsentrasi 20 g/l air

A6= penggunaan *Metarhizium anisopliae* dengan konsentrasi 40 g/l air

Lampiran 2. Data Persentase Mortalitas Ulat Api (*S. asigna*) Untuk Setiap Perlakuan Pada Pengamatan 1 HSA

Perlakuan	Ulangan	Total	Rataan
-----------	---------	-------	--------

	I	II	III	IV		
A0	0	0	0	0	0	0
A1	40	40	40	40	16	40
A2	40	40	40	40	16	40
A3	40	50	40	40	17	42,5
A4	40	40	50	50	18	45
A5	50	50	50	40	19	47,5
A6	50	40	50	50	19	47,5
Total	260	260	270	260	1050	262,5
Fk	1406,25					

Transformasi $\sqrt{(y+0.5)}$

Perlakuan	Ulangan				Total	Rataan
	I	II	III	IV		
A0	0,707	0,707	0,707	0,707	2,828	0,707
A1	6,363	6,363	6,363	6,363	25,455	6,363
A2	6,363	6,363	6,363	6,363	25,455	6,363
A3	6,363	7,106	6,363	6,363	26,198	6,549
A4	7,106	6,363	7,106	7,106	26,940	6,735
A5	7,106	7,106	7,106	6,363	27,682	6,920
A6	2,345	6,363	7,106	7,106	27,682	6,920
Total	40,375	140,375	41,118	40,375	162,244	13,938
Fk	33,57					

Daftar Sidik Ragam

SK	DB	JK	KT	F. Hit	F.0,05	F.0,01
Perlakuan	6	674,563	112,427	6,634**	2,572	3,811
Galat	21	355,860	16,945			
Total	27	1030,424				

KK 64,63%

Keterangan :

** : Sangat Nyata

Uji Jarak Duncan

LSR 0,01	SSR 0,01	Perlakuan	Rataan	SY	Notasi	
2	1,82	3,51	A0	0,71	2,53	A

3	1,89	3,65	A1	6,36	8,25	B
4	1,98	3,81	A2	6,36	8,34	B
5	2,10	4,04	A3	6,54	8,64	B
6	2,27	4,37	A4	6,73	9,00	B
7	2,53	4,87	A5	6,92	9,45	B
8	3,00	5,78	A6	6,92	9,92	B

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji jarak Duncan pada taraf 1%.

Lampiran 3. Data Mortalitas Ulat Api (*S. asigna*) Untuk Setiap Perlakuan Pada Pengamatan 2 HSA

Perlakuan	Ulangan				Total	Rataan
	I	II	III	IV		

A0	0	0	0	0	0	0
A1	60	60	60	60	240	60
A2	70	60	60	60	250	62,5
A3	70	60	60	60	250	62,5
A4	60	60	70	70	260	65
A5	80	70	70	60	280	70
A6	80	70	70	70	290	72,5
Total	420	380	390	380	1570	392,5

Fk 3144

Transformasi $\sqrt{(y+0.5)}$

Perlakuan	Ulangan				Total	Rataan
	I	II	III	IV		
A0	0,707	0,707	0,707	0,707	2,828	0,707
A1	7,778	7,778	7,778	7,778	10,198	7,778
A2	8,396	7,778	7,778	7,778	10,387	7,932
A3	8,396	7,778	7,778	7,778	10,387	7,932
A4	7,778	7,778	8,396	8,396	10,576	8,087
A5	8,972	8,396	8,396	7,778	10,942	8,385
A6	8,972	8,396	8,396	8,396	11,131	8,540
Total	51,000	48,612	49,230	48,612	197,456	49,364

Fk 49,73

Daftar Sidik Ragam

SK	DB	JK	KT	F.Hit	F. 0,05	F 0,01
Perlakuan	6	1004,991	167,498	6,645**	2,57	3,81
Galat	21	529,278	25,203			
Total	27	1534,269				

KK 71,45%

Keterangan :

** : Sangat Nyata

Uji Jarak Duncan

LSR 0,01	SSR 0,01	Perlakuan	Rataan	SY	Notasi	
2	1,82	3,51	A0	0,71	2,53	A

3	1,89	3,65	A1	7,77	9,66	B
4	1,98	3,81	A2	7,93	9,91	BC
5	2,10	4,04	A3	7,93	10,03	BC
6	2,27	4,37	A4	8,08	10,35	BC
7	2,53	4,87	A5	8,38	10,91	BC
8	3,00	5,78	A6	8,54	11,54	C

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji jarak Duncan pada taraf 1%.

Lampiran 4. Data Mortalitas Ulat Api (*S. asigna*) Untuk Setiap Perlakuan Pada Pengamatan 3 hsa

Perlakuan	Ulangan				Total	Rataan
	I	II	III	IV		
A0	0	60	80	80	220	55

A1	80	80	80	90	330	82,5
A2	80	80	90	90	340	85
A3	90	80	80	80	330	82,5
A4	80	80	90	90	340	85
A5	100	90	100	100	390	97,5
A6	100	100	100	100	400	100
Total	530	570	620	630	2350	587,5

Fk 7044

Transformasi $\sqrt{(y+0.5)}$

Perlakuan	Ulangan				Total	Rataan
	I	II	III	IV		
A0	0,707	7,778	8,972	8,972	26,429	6,607
A1	8,972	8,972	8,972	9,513	36,429	9,107
A2	8,972	8,972	9,513	9,513	36,970	9,242
A3	9,513	8,972	8,972	8,972	36,429	9,107
A4	8,972	8,972	9,513	9,531	36,970	9,242
A5	10,024	9,513	10,024	10,024	39,588	9,897
A6	10,024	10,024	10,024	10,024	40,099	10,024
Total	57,186	63,205	65,992	66,533	252,918	63,229

Fk 81,591

Tabel Sidik Ragam

SK	DB	JK	KT	F.Hit	F 0,05	F 0,01
Perlakuan	6	1462,01	243,66	6,23**	2,57	3,81
Galat	21	820,392	39,066			
Total	27	2282,40				

KK 78,60 %

Keterangan :

** : Sangat Nyata

Uji Jarak Duncan

LSR 0,01	SSR 0,01	Perlakuan	Rataan	SY	Notasi	
2	1,82	3,51	A0	6,60	8,24	A

3	1,89	3,65	A1	9,10	10,99	BC
4	1,98	3,81	A2	9,24	11,22	BC
5	2,10	4,04	A3	9,10	11,20	BC
6	2,27	4,37	A4	9,24	11,51	BC
7	2,53	4,87	A5	9,89	12,42	BC
8	3,00	5,78	A6	10,02	13,02	C

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji jarak Duncan pada taraf 1%.

Lampiran 5.



Foto Penelitian

Gambar 9. Pencarian Larva *Setothosea asigna*



Gambar 10. Penimbangan Entomopatogen



Gambar 11. Photo Semua Percobaan



Gambar 12. Supervisi Penelitian Oleh Ketua Pembimbing
Bapak Ir. Lahmuddin Lubis M.P



Gambar 13. Supervisi Penelitian Oleh Ketua Pembimbing
Bapak Ir. Lahmuddin Lubis M.P

