

EFEKTIVITAS AGEN HAYATI TERHADAP HAMA
***Setothosea asigna* PADA TANAMAN KELAPA**
SAWIT (*Elaeis guineensis* Jacq.)

SKRIPSI

OLEH:
FANNY KRISNA NAPITUPULU
198210090



PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI

FAKULTAS PERTANIAN

UNIVERSITAS MEDAN AREA

MEDAN

2025

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 3/9/25

Access From (repository.uma.ac.id)3/9/25

**EFEKTIVITAS AGEN HAYATI TERHADAP HAMA
Setothosea asigna PADA TANAMAN KELAPA
SAWIT (*Elaeis guineensis* Jacq.)**

SKRIPSI

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana di Progam Studi Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Medan Area*



OLEH :

FANNY KRISNA NAPITUPULU

198210090

PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI

FAKULTAS PERTANIAN

UNIVERSITAS MEDAN AREA

MEDAN

2025

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 3/9/25

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)3/9/25

HALAMAN PENGESAHAN

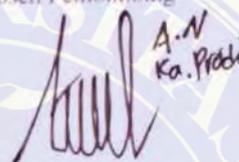
JUDUL SKRIPSI : EFEKTIVITAS AGEN HAYATI TERHADAP
Setothosea asigna PADA TANAMAN KELAPA
SAWIT (*Elaeis guineensis* Jacq.)

NAMA : FANNY KRISNA NAPITUPULU

NPM : 198210090

FAKULTAS : PERTANIAN

Disetujui Oleh :
Dosen Pembimbing



Ir. Azwana, MP
Pembimbing

Diketahui Oleh :



Dr. Siswa Panjang Hernosa, SP, M.Si
Dekan



Angga Ade Sahfitra, SP, M.Sc
Ketua Program Studi

Tanggal Lulus : 26 Maret 2025

HALAMAN PERNYATAAN ORISINILITAS

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun sebagai syarat memperoleh gelar sarjana di fakultas pertanian universitas medan area merupakan hasil karya tulis saya sendiri. adapun bagian-bagian dalam penulisan skripsi ini saya kutip dari hasil karya orang lain yang telah di tuliskan sumbernya secara jelas sesuai norma kaidah dan etika penulisan ilmiah.

Saya menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya sesuai dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam Skripsi.

Medan, 5 Juni 2025



Fanny Krisna Napitupulu
198210090

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan
dibawah ini:

Nama : Fanny Krisna Napitupulu
Npm : 198210090
Program Studi : Agroteknologi
Fakultas : Pertanian
Jenis karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area Hak Bebas Royalti Nonklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul *Efektivitas Agen Hayati Terhadap *Setothosea asigna* Pada Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.)*. Dengan hak bebas royalti nonklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih media atau formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*data base*), 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.

Di buat : Medan
Pada tanggal : 5 Juni 2025
Yang menyalakan



Fanny Krisna Napitupulu
198210090

ABSTRAK

Efektivitas agen hayati terhadap *Setothosea asigna* pada tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). Tujuan penelitian untuk mengetahui efektivitas agen hayati terhadap mortalitas ulat api pada tanaman kelapa sawit. Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei sampai Juli 2024 bertempat di Laboratorium Mikrobiologi Universitas Sumatera Utara. Metode penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) Non-Faktorial dengan 8 perlakuan ; H₀⁽⁻⁾ (kontrol), H₀⁽⁺⁾ Deltametrin, H₁ *Beauveria bassiana* 50 g/l air, H₂ *B. bassiana* 70 g/l air, H₃ *Metarhizium anisopliae* 50 g/l air, H₄ *M. anisopliae* 70 g/l air, H₅ *Bacillus thuringiensis* 50 g/l air, H₆ *B. thuringiensis* 70 g/l air dan 3 ulangan. Parameter yang diamati adalah Persentase Mortalitas, Konsumsi Pakan Setelah Aplikasi, Perilaku *S. asigna* Setelah Aplikasi, Waktu Kematian, Pengamatan Gejala Kematian, Dan Waktu Keluar Hifa/Hari Setelah Aplikasi. Agen hayati *B. bassiana* dan *M. anisopliae* yang digunakan merupakan hasil biakan dari media beras, sedangkan *B. thuringiensis* dalam bentuk kemasan didapat melalui toko Agromart. Hasil penelitian menunjukkan agen hayati yang menyebabkan kematian paling tinggi adalah H₄ *M. anisopliae* konsentrasi 70 g/l air sebesar 100% dan yang paling rendah pada perlakuan H₁ *B. bassiana* 50 g/l air sebesar 44,45% 4 Hari Setelah Aplikasi (HSA).

Kata kunci : Efektivitas, Mortalitas, Agen Hayati

ABSTRACT

The effectiveness of biological agents against *Setothosea asigna* on oil palm plants (*Elaeis guineensis* Jacq.). The purpose of the research was to determine the effect of biological agents on the mortality of nettle caterpillars on oil palm plants. The research was conducted from May to July 2024 at the Microbiology Laboratory of the University of North Sumatra. The research method used was a Completely Randomized Design (CRD) Non-Factorial with 8 treatments; H0(-) (control), H0(+) Deltamethrin, H1 *Beauveria bassiana* 50 g/l water, H2 *B. bassiana* 70 g/l water, H3 *Metarhizium anisopliae* 50 g/l water, H4 *M. anisopliae* 70 g/l water, H5 *Bacillus thuringiensis* 50 g/l water, H6 *B. thuringiensis* 70 g/l water and 3 replications. The observed parameters were mortality percentage, feed consumption after application, behavior of *S. asigna* after application, time of death, observation of death symptoms, and time of hyphae emergence/day after application. The biological agents *B. bassiana* and *M. anisopliae* used were cultured from rice media, while *B. thuringiensis* in packaged form was obtained from an Agromart store. The results of the research showed that the biological agent causing the highest mortality was H4 *M. anisopliae* at a concentration of 70 g/l water with 100%, and the lowest was in H1 *B. bassiana* 50 g/l water with 44.45% 4 Days After Application (DAA).

Keywords: Effectiveness. Mortality. Biological Agents



RIWAYAT HIDUP



Fanny Krisna Napitupulu lahir pada 20 Desember 2000 di Ujung Negeri Hulu, Kecamatan Bintang Bayu, Kabupaten Serdang Bedagai, Provinsi Sumatera Utara, anak ke-5 dari 6 bersaudara, anak dari pasangan Bapak Bilman Napitupulu dan Ibu Tianggur Rajagukguk. Tahun 2007-2013 menempuh pendidikan di SD Negeri 105395 Bandar Negeri, Kecamatan Bintang Bayu, Serdang Bedagai, Tahun 2013-2016 SMP Negeri 1 Bintang Bayu, Tahun 2016-2017 SMA Negeri Bintang Bayu, Tahun 2017-2019 SMA Negeri 1 Laguboti, Kecamatan Laguboti, Kabupaten Toba, Tahun 2019-2025 Kuliah di Universitas Medan Area S-1 Agroteknologi Fakultas Pertanian. Selama Kuliah Aktif dalam PKL di PTPN III Unit Kebun Gunung Monako, Kab. Serdang Bedagai, Studi Lapangan PT Socfi Indonesia SSPL Martebing Bangun Bandar, Pejuang Muda Kementerian Sosial Serdang Bedagai Oktober-Desember 2021.

KATA PENGANTAR

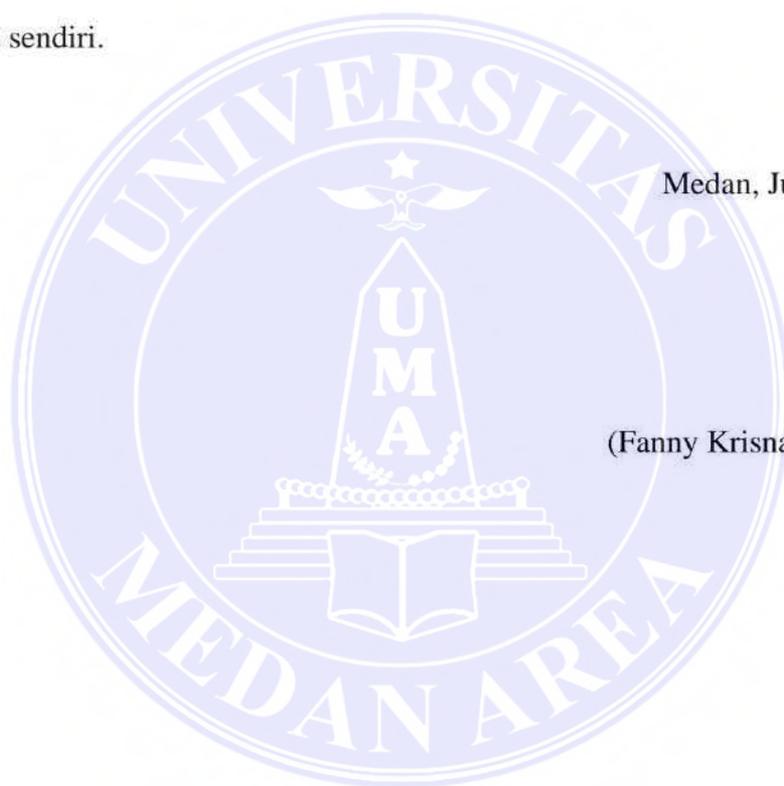
Segala puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang tak henti- hentinya memberikan segala kenikmatan dan rahmat kepada seluruh hamba-Nya. Dengan Rahmat dan Hidayah NYA, skripsi yang berjudul “Efektivitas Agen Hayati Terhadap *Setothosea asigna* Pada Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) dapat terselesaikan dengan baik. Adapun skripsi penelitian ini disusun sebagai salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk menyelesaikan skripsi pada Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Medan Area.

Skripsi ini merupakan salah satu syarat kelulusan Strata Satu (S1) pada program studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Medan Area. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terimakasih dan rasa hormat kepada:

1. Bapak Dr. Siswa Panjang Hernosa SP.,M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Medan Area.
2. Ibu Ir. Azwana, MP selaku Pembimbing yang telah meluangkan di tengah kesibukan beliau,memberikan motivasi ,pengajaran, kritikan, saran yang bersifat membangun selama penyusunan proposal penelitian ini kepada penulis.
3. Bapak Angga Ade Safitra, S.P, M.Sc., selaku Ketua Prodi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Medan Area.
4. Kedua Orang Tua Bilman Napitupulu dan Ibunda Tianggur Raja Guk-guk dan semua keluarga yang telah memberikan dukungan, Doa dan moril kepada Penulis.
5. Seluruh Staf dan Pegawai Prodi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Medan Area.

6. Rekan-rekan seperjuangan Mahasiswa Prodi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Medan Area khususnya Stambuk 2019.

Penulis menyadari bahwa penulisan Skripsi ini masih dari sempurna, untuk itu penulis mengharapkan kritik, saran dan masukan yang bersifat membangun demi kesempurnaan penulisan di masa yang akan datang. Akhir kata semoga proposal ini dapat digunakan sebagai mana mestinya dan dijadikan sebagai bahan pembelajaran, wawasan, dan ilmu yang baru bagi semua pihak serta khususnya bagi penulis sendiri.



Medan, Juni 2025

(Fanny Krisna Napitupulu)

DAFTAR ISI

Halaman

COVER	
HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINILITAS	ii
HALAMAN PERNYATAAN PUBLIKASI	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
RIWAYAT HIDUP	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Hipotesis Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Klasifikasi <i>Setothosea asigna</i>	6
2.1.1 Siklus Hidup <i>S. a signa</i>	6
2.1.2 Larva <i>S. asigna</i>	7
2.1.3 Pupa <i>S. asigna</i>	8
2.1.4 Imago <i>S. asigna</i>	9
2.2 Gejala Serangan	9
2.3 Pengendalian <i>S. asigna</i>	12
2.4 Sistematika <i>Beauveria bassiana</i>	13
2.5 Jamur <i>Metarhizium anisopliae</i>	17
2.6 Cara Kerja <i>Bacillus thuringiensis</i>	18
III. METODE PENELITIAN	21
3.1 Waktu Dan Tempat Penelitian.....	21
3.2 Bahan Dan Alat.....	21
3.3 Metode Penelitian	21
3.4 Metode Analisa	22
3.5 Pelaksanaan Penelitian.....	22
3.5.1 Penyediaan Larva <i>S. asigna</i>	23
3.5.2 Penyediaan Agen Hayati.....	23
3.5.3 Persiapan Media Perlakuan.....	24
3.5.4 Aplikasi Perlakuan.....	24
3.5.5 Persentase Mortalitas	24
3.6 Parameter Pengamatan.....	25

3.6.1 Konsumsi Pakan Setelah Aplikasi	25
3.6.2 Perilaku <i>S. asigna</i> Setelah Aplikasi	26
3.6.3 Waktu Kematian	26
3.6.4 Pengamatan Gejala Kematian.....	26
3.6.5 Waktu Keluar Hifa/Hari Stelah Aplikasi (HSM).....	27
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	28
4.1 Hasil	28
4.1.1 Persentase Mortalitas	28
4.1.2 Konsumsi Pakan Setelah Aplikasi	29
4.1.3 Perilaku <i>S. asigna</i> Setelah Aplikasi	30
4.1.4 Waktu Kematian.....	30
4.1.5 Gejala Kematian.....	33
4.1.6 Waktu Keluar Hifa/Hari Setelah Aplikasi (HSA).....	34
4.2 Pembahasan.....	35
4.2.1 Persentase Mortalitas	35
4.2.2 Konsumsi Setelah Pakan	38
4.2.3 Perilaku <i>S. asigna</i> Setelah Aplikasi	38
4.2.4 Waktu Kematian.....	39
4.2.5 Pengamatan Perilaku <i>S. asigna</i>	39
V. KESIMPULAN DAN SARAN	39
5.1 Kesimpulan	40
5.2 Saran.....	40
DAFTAR PUSTAKA	41
LAMPIRAN	45

DAFTAR TABEL

	Halaman
1. Siklus Hidup <i>S. asigna</i>	6
2. Hasil Pengamatan Persentase Mortalitas Dari Perlakuan Pemberian Agen Hayati Terhadap <i>S. asigna</i>	28
3. Hasil data Anova Fhit mortalitas akibat dari perlakuan pemberian agen hayati terhadap <i>S. asigna</i>	29
4. Data pengamatan konsumsi pakan setelah aplikasi bahan kimia, dan agen hayati.....	29
5. Hasil data Anova Fhit Konsumsi Pakan Setelah Aplikasi akibat dari perlakuan pemberian agen hayati terhadap <i>S. asigna</i>	30
6. Data parameter pengamatan waktu kematian <i>S. asigna</i> pada ulangan 1.....	31
7. Data parameter pengamatan waktu kematian <i>S. asigna</i> pada ulangan 2.....	32
8. Data parameter pengamatan waktu kematian <i>S. asigna</i> pada ulangan 3.....	32

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. Siklus Hidup hama <i>Setothosea asigna</i>	6
2. Telur Hama <i>S. asigna</i>	7
3. Larva <i>S. asigna</i>	8
4. Pupa <i>S. asigna</i>	9
5. Imago betina (a) jantan (b)	9
6. Gejala Serangan <i>S. asigna</i>	10
7. Jamur Entomopatogen <i>Beauveria bassiana</i>	14
8. Jamur <i>B. bassiana</i> (a) Makroskopis pada PDA, (b) bentuk Mikroskopis Hifa dan Konidia, (c) Bentuk Mikroskopis	15
9. <i>Metarhizium anisopliae</i>	17
10. Ulat api yang terserang <i>B. bassiana</i> (kiri), ulat api sebelum pengaplikasian agen hayati (kanan)	34
11. Pengamatan Hifa <i>B. bassiana</i> (kiri), dan <i>M. anisopliae</i> (kanan) menggunakan Mikroskop	35
12. <i>S. asigna</i> yang terinfeksi deltametrin 1 HSA	35
13. <i>S. asigna</i> yang terinfeksi <i>Beauveria bassiana</i>	37

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Uraian Kegiatan	52
2. Hasil data dari pengamatan berat bahan pakan sebelum aplikasi, sesudah aplikasi, dan pakan awal pada ulangan 1 yang diberikan pada <i>Setothosea asigna</i>	53
3. Hasil data dari pengamatan berat bahan pakan sebelum aplikasi, sesudah aplikasi, dan pakan awal pada ulangan 2 yang diberikan pada ulat	53
4. Hasil data dari pengamatan berat bahan pakan sebelum aplikasi, sesudah aplikasi, dan pakan awal pada ulangan 3 yang diberikan pada <i>S. asigna</i>	53
5. Data pengamatan persentase konsumsi pakan setelah aplikasi bahan kimia dan agen hayati pada hari ke-1	54
6. Data pengamatan persentase konsumsi pakan setelah aplikasi bahan kimia dan agen hayati pada hari ke-2	54
7. Data pengamatan persentase konsumsi pakan setelah aplikasi bahan kimia dan agen hayati pada hari ke-3	55
8. Data pengamatan persentase konsumsi pakan setelah aplikasi bahan kimia dan agen hayati pada hari ke-4	55
9. Lampiran Dokumentasi Penelitian	56

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) merupakan komoditas unggulan penghasil devisa Indonesia. Tanaman ini dapat tumbuh dan menghasilkan dengan baik di Indonesia, namun pengelolaan perkebunan yang baik tetap diperlukan untuk mencapai produktivitas tinggi. Berbagai faktor yang mempengaruhi produktivitas kelapa sawit, antara lain bentuk wilayah, iklim, kondisi tanah, bahan tanam, dan teknik budidaya (Khalida & Lontoh, 2018).

Indonesia merupakan produsen minyak kelapa sawit terbesar di dunia dan industrinya telah menjadi andalan dalam perekonomian karena kelapa sawit menjadi salah satu sumber penghasil devisa dari ekspor sector pertanian. Pada tahun 2015, Indonesia menghasilkan lebih dari 31 juta ton minyak sawit (Crude Palm Oil, CPO) (Ditjen Perkebunan 2015). Saat ini Indonesia merupakan negara exportir utama minyak kelapa sawit dengan nilai ekspor CPO Indonesia tahun 2020 mencapai US\$5,11 miliar, bertambah US\$597 juta atau tumbuh 13,3% dibanding tahun sebelumnya (Kusnandar, 2021).

Ekspor minyak sawit nasional sepanjang 2019 mencapai US\$ 19 miliar, atau turun 17,39% dari 2018 yang sebesar US\$ 23 miliar. Harga minyak sawit di pasar internasional yang relatif rendah membuat ekspor sawit secara nilai turun signifikan, meskipun secara volume ekspor naik 4,21 % yakni dari 34,71 juta ton pada 2018 menjadi 36,17 juta ton pada 2019. Tahun ini, kinerja ekspor diharapkan lebih baik seiring realisasi program mandatori pencampuran biodiesel hingga 30% (B30) secara penuh yang diyakini mendongkrak harga minyak sawit di pasar global. Untuk komoditas ini, Indonesia menjadi salah satu negara terdepan dalam indeks

daya saing yang berarti Indeks Spesialisasi Perdagangan (ISP) untuk komoditas ini positif. Selama periode analisis tahun 2012 hingga 2016. Indonesia mengekspor CPO dan karet sebanyak 29.823.993 ton dan 34.628.849 ton dengan koefisien ISP berkisar antara 0.71 hingga 0.78 (dihitung berdasarkan nilai ekspor), jika dihitung berdasarkan volume maka ISP subsektor perkebunan selama periode analisis berkisar antara 0.71 hingga 0.98 (Zulgani, Emilia, Parmadi, 2018).

Tahun 2023 beberapa daerah di Indonesia terkena dampak akibat fenomena iklim El Nino. El Nino masih menjadi tantangan besar bagi produksi pertanian maupun perkebunan karena berdampak signifikan terhadap persebaran berbagai penyakit dan hama, yang dapat merusak tanaman dan mengurangi hasil panen, serta kesejahteraan pekebun. Dampak dari El Nino berupa cuaca ekstrem menyebabkan kekeringan dan munculnya berbagai serangan hama pada kebun tanaman perkebunan. Hal ini terlihat dari munculnya hama ulat api pada tanaman kelapa sawit di Kabupaten Mamuju Tengah Provinsi Sulawesi Barat. Dampak kerugian yang ditimbulkan akibat serangan ulat api yaitu terganggunya fotosintesis dan terjadinya defoliasi yang mengakibatkan turunnya produksi Tandan Buah Segar (TBS).

Berdasarkan analisa taksasi kehilangan hasil yang dilakukan oleh Ditjenbun (2021), serangan ulat api bisa menurunkan 12% hingga 30% produksi tanaman kelapa sawit baik pada fase Tanaman Belum Menghasilkan (TBM) maupun Tanaman Menghasilkan (TM). Selain menurunnya produksi akibat serangan ulat api, biaya yang membengkak untuk mencegah gagal produksi juga menjadi kerugian dari serangan hama ini (Efendi, Febriani and Yusniwati, 2020).

Serangan Ulat Pemakan Daun Kelapa Sawit (UPDKS) menjadi permasalahan penting dalam perkebunan kelapa sawit (Priwiratama dkk., 2020). UPDKS yang sering ditemukan pada perkebunan kelapa sawit adalah ulat api yang berjenis *Setothosea asigna*, *Setora nitens* dan *Darna trima*. Serangan ulat api dapat menurunkan jumlah produksi hingga 40% atau sekitar 6,4 ton/Ha (Agustina, 2021).

S. asigna termasuk serangga (metamorfosis sempurna) dengan fase telur, larva, pupa dan dewasa. Telur *S. asigna* umumnya berderet 3-4 baris pada pelepah 16-17 dan akan menetas 4-8 hari setelah diletakkan. Telur menetas menjadi larva. Larva ini mengalami 7-8 instar. Ciri khas ulat ini mempunyai bulu yang bila tersentuh kulit manusia dapat menyebabkan rasa seperti tersengat api, panas dan gatal (Simbolon dkk., 2020). *S. asigna* yang akan memasuki fase pupa akan jatuh dari daun dan membentuk pupa (Sahid & Natawigena, 2018). Fase pupa akan berlangsung \pm 40 hari. Pupa akan menetas menjadi imago berbentuk ngengat dengan siklus pendek sekitar 8 hari (Dzulhija, 2018).

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 corbetti*) dan ulat bulu (*Dasychira inclusa*) merupakan hama yang paling sering menyerang kelapa sawit (Susanto *et al*, 2012).

Ulat ini menyerang tanaman kelapa sawit dengan memakan daun hingga rusak dan bahkan tinggal lidinya saja. Akhirnya 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 1-2 tahun lagi untuk mencapai tingkat produksi semula. Pengendalian yang umum dilakukan untuk menekan populasi hama UPDKS yang sering dilakukan untuk masyarakat pada umumnya memakai insektisida kimia sintetis. Hal ini disebabkan karena hasilnya cepat terlihat dan mudah pengaplikasian-nya. Namun penggunaan insektisida kimia sintetis yang tidak bijaksana dapat menimbulkan efek negatif seperti resistensi, resurgensi hama dan pencemaran lingkungan (Wahyudianto,2014).

Mikroorganisme entomopatogenik dapat mengurangi atau bahkan menggantikan insektisida 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 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 diperkebunan 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 agen hayati, karena dapat menginfeksi dan menyebabkan kematian beberapa larva dari ordo lepidoptera, coleopatra, 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 beracun bagi serangga. Sejak diketahui 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).

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana respon hama ulat api terhadap pengaplikasian agen hayati *B. bassiana*, *M. anisopliae*, dan *B. thuringiensis*.
2. Apakah Agen Hayati *B. bassiana*, *M. anisopliae* dan *B. thuringiensis* efektif dalam mengendalikan hama *S. asigna* pada tanaman kelapa sawit (*E. guinensis*).
3. Perlakuan Dosis Agen Hayati mana yang paling sesuai dan efektif dalam mengendalikan *S. asigna* pada tanaman kelapa sawit (*E. guinensis*).

1.3 Tujuan Penelitian

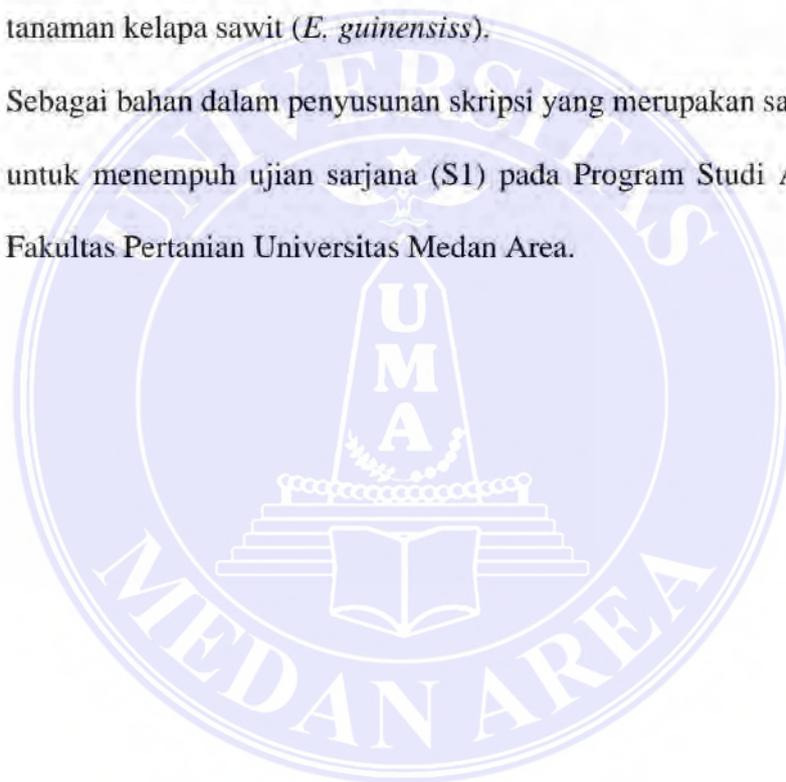
Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektifitas Agen Hayati terhadap mortalitas *S. asigna* pada tanaman kelapa sawit (*E. guinensis*).

1.4 Hipotesis Penelitian

1. *B. bassiana* merupakan agen hayati yang efektif dalam mengendalikan hama *S. asigna* dibanding Agen Hayati lainnya.
2. *B. bassiana* konsentrasi 50 g/l merupakan konsentrasi yang efektif dalam mengendalikan hama *S. asigna* dengan Agen Hayati.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Untuk mengetahui informasi tentang mortalitas hama *S. asigna* pada tanaman kelapa sawit (*E. guinensiss*).
2. Sebagai bahan dalam penyusunan skripsi yang merupakan salah satu syarat untuk menempuh ujian sarjana (S1) pada Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Medan Area.



II. TINJAUAN PUSTAKA

2. 1 Klasifikasi *Setothosea asigna*

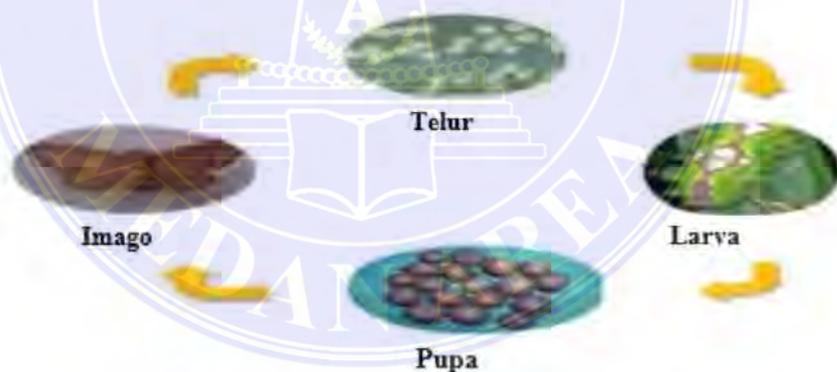
Klasifikasi *S. asigna* menurut Wanty (2012) adalah sebagai berikut :

Kingdom : *Animalia*, Filum : *Arthropoda*, Kelas : *Insecta*, Ordo : *Lepidoptera*,

Family : *Limacodidae*, Genus : *Setothosea*, Species : *Setothosea asigna* van Eecke.

2.1.1 Siklus Hidup *Setothosea asigna*

Siklus hidup *S. asigna* berlangsung antara 40 s/d 70 hari dengan periode larva hingga instar ke 9 selama 18 s/d 32 hari. 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. Siklus Hidup hama *Setothosea asigna*
Sumber : PPKS Medan, 2020

Tabel 1. Siklus Hidup *Setothosea asigna*

Stadia	Lama (hari)	Keterangan
Telur	6	Jumlah telur 300-400 butir
Larva	50	Terdiri dari 6 instar, konsumsi daun 300-500 Cm
Pupa	40	Habitat di Tanah
Imago	-	Jantan lebih kecil dari betina
Total	96	Tergantung pada kondisi dan lingkungan

Sumber : Buana dan Siahaan, 2003

Siklus hidup *Setothosea asigna* diawali dengan pelekatan telur secara berkelompok pada daun kelapa sawit. Telur diletakan berderet 3-4 baris sejajar dengan permukaan daun sebelah bawah. Telur biasanya diletakan pada pelepah daun ke 16-17. Satu kelompok telur terdiri dari 4 butir. Telur biasanya menetas 4-8 hari setelah diletakan. Siklus hidup masing-masing spesies ulat api berbeda. *S. asigna* mempunyai siklus hidup 106-138 hari (Buana dan Siahaan, 2003).



Gambar 1. Telur Hama *Setothosea asigna*
Sumber : Andriyansyah, 2013

2.1.2 Larva *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 daun nya saja. Larva *S. asigna* dewasa berwarna hijau agak jingga dan memiliki median ungu yang memanjang dan terputus-putus. Serangan berat *S. asigna* biasanya terjadi saat musim kemarau dan mencapai ambang kendalanya 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*
Sumber : Andriyansyah, 2013

2.1.3 Pupa *Setothosea asigna*

Pupa berada di dalam kokon yang terbuat dari campuran air liur ulat dan tanah, 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*
Sumber : Susanto *et al.*, 2012.

2.1.4 Imago *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 5). 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 betina (a) jantan (b)
Sumber : Situmorang, 2016)

2.2 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).



Gambar 5. Gejala Serangan *Setothosea asigna*
Sumber : PPKS, Medan 2020

2.3 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 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).

2.4 Sistematika *Beauveria bassiana*

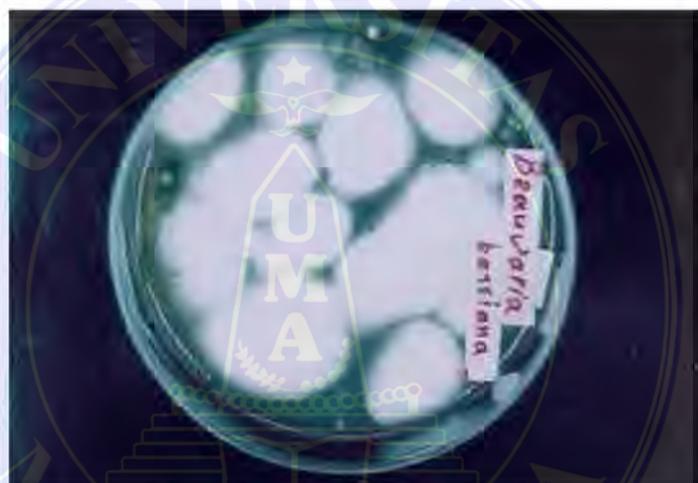
Sistematika *Beauveria bassiana* adalah sebagai Berikut :

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

B. 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, viabilitas dan virulensi (Salim *et al.*, 2008).

Isolasi jamur *B. bassiana* sebagai sumber inokulum yang berasal dari tanah sudah berhasil dilakukan dengan metode umpan serangga dengan *Tenebrio molitor* L. dan *Galleria mellonella* (L.) (Zimmermann 1986; Hasyim & Azwana 2003).

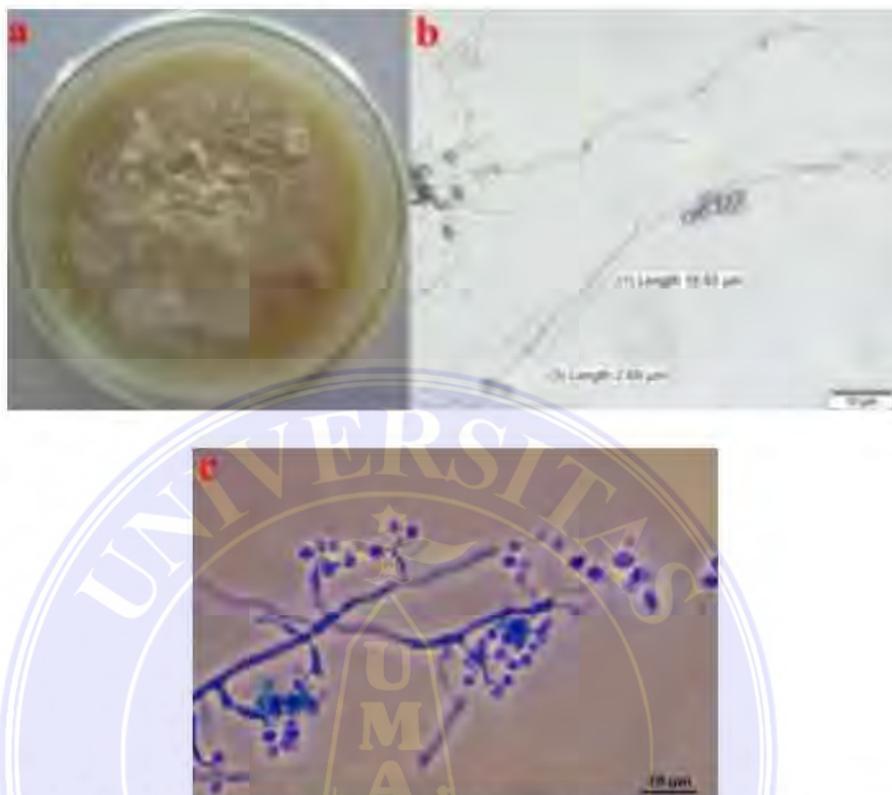
Jamur *B. bassiana* yang diperoleh mempunyai patogenisitas yang tinggi untuk mengendalikan hama penggerek bonggol pisang, *C. sordidus* (Hasyim & Azwana 2003; Nankinga *et al.* 1994). *Beauveria bassiana* dapat diisolasi dari serangga yang mati karena terinfeksi *B. bassiana* (Hasyim dan Azwana, 2003), dan dari tanaman maupun tanah (Soetopo dan Indrayani, 2007). Metode yang direkomendasikan untuk mengisolasi cendawan entomopatogen dari populasi asli atau lokal adalah metode pemancingan dengan serangga (*insect bait method*) yang digunakan untuk mengisolasi cendawan dari tanah (Meyling, 2007).



Gambar 6. Jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana*
Sumber : Ahmad, 2000

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).



Gambar. 8 Jamur *Beauveria bassiana* (a) Makroskopis pada PDA, (b) bentuk Mikroskopis Hifa dan Konidia, (c) Bentuk Mikroskopis menurut Ellis (2023)

Sumber : Ellis 2023

Mekanisme infeksi *B. 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 dekstruksi 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 diselubungi oleh spora dan hifa jamur (Maharani *et al*, 2013).

Infeksi dari jamur *B. bassiana* di 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). Hal yang sama juga diteliti oleh Harrison *et al.* (1993) bahwa *B. bassiana* dapat menginfeksi larva 4 dan serangga dewasa kumbang Pecan, *Curculio caryae* (Horn.) dengan konsentrasi 10^5 konidia / ml dengan LT 50 berturut-turut berkisar antara 3,9– 5,5 hari dan 5,2–7,0.

Salah satu faktor yang mempengaruhi efikasi *B. bassiana* yaitu virulensi cendawan akibat terjadinya keragaman antar isolat (Ortiz *et al.* 2016; Prabhukarthikeyan *et al.* 2017; Dhar *et al.* 2019; Boston *et al.* 2020). Sementara itu, keragaman antarisolat berpengaruh langsung terhadap produksi jenis enzim dan toksin yang dihasilkan sebagai senjata utama dalam membunuh serangga dan patogen sasaran (Khan *et al.* 2016; Saleem dan Ibrahim 2019; da Silva *et al.* 2020; Sayed *et al.* 2021).

Kisaran temperatur 15-30 °C, namun bagi isolat *B. bassiana* yang virulen dengan penambahan minyak umumnya lebih toleran terhadap temperatur di atas

32°C (Ugine 2011; Oliveira *et al.* 2018). Cendawan *B. bassiana* dapat ditemukan di seluruh dunia karena bersifat kosmopolit dan merupakan cendawan entomopatogen yang memiliki jenis inang terbanyak di antara cendawan entomopatogen lain (Singh *et al.* 2015; Mahankuda dan Bhatt 2019).

2.5 Jamur *Metarizium anisopliae*

Klasifikasi Jamur *Metarizium anisopliae* sebagai berikut :

Kingdom : *Fungi*, Divisi : *Eumycota*, Kelas : *Deuteromycetes*, Ordo : *Moniliales*, Famili : *Moniliaceae*, Genus : *Metarhizium*, Spesies : *Metarhizium anisopliae*.

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).



Gambar 9. *Metarhizium anisopliae*
Sumber : Yuningsih, 2014

M. anisopliae telah dikenal sebagai entimo patogen pada berbagai jenis serangga hama 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 *Oryctes 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 agen hayati hama tersebut (Sambiran, 2007).

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).

2.6 Cara Kerja *Bacillus thuringiensis*

Cara kerja *B. thuringiensis* dapat diuraikan sebagai berikut: *B. thuringiensis* harus dimakan oleh hama serangga yang peka agar dapat efektif bekerja. *Insecticidal Crystal Protein* 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 septicemia yang pada akhirnya mengakibatkan kematian serangga (Rahmi, 2013).

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 basa pada usus organisme sasaran yang memiliki nilai pH antara 9,0 dan 10,5, sedangkan spora akan mengalami germinasi pada pH tersebut. Pada serangga target, protein tersebut akan teraktifkan melalui pemisahan proteolitik oleh enzimprotease. Berat molekul protein menurun dari 130 kDa menjadi 65 kDa. Protein yang teraktifkan akan menempel pada protein receptor yang berada pada langit-langit sel epitel usus serangga. Masuknya toksin kedalam membran sel usus terjadi dalam dua tahap ikatan, yaitu ikatan yang bersifat reversible dan irreversible. 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 dan bentuk tubuhnya setelah mati yaitu menjadi mengerut dan mengering (Tarigan, 2012).

Pada penelitian ini saya menggunakan perbandingan dosis berdasarkan jurnal refrensi penelitian oleh Barita Tampubolon, (2019). Dimana penggunaan *Beauveria bassiana* dengan konsentrasi 40 g/l air dengan tingkat mortalitas 85% sesudah 3 Hari Setelah Aplikasi (HSA), *M. anisopliae* dengan konsentrasi 40 g/l air dengan tingkat mortalitas yang paling tinggi yaitu sebesar 100% sesudah 3 Hari Setelah Aplikasi (HSA) dan *B. thuringiensis*, dengan konsentrasi 40 g/l air dengan tingkat mortalitas 85% pada hama ulat api (*Elaeis gueneensis* jacq).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu penelitian ini dilaksanakan selama 3 bulan terhitung mulai dari bulan Mei hingga bulan Juli 2024. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara dan Kontrakan Durung Gang Ibu, Sidorejo, Kec. Medan Tembung, Kota Medan, Sumatera Utara.

3.2 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Setothosea asigna*, *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Bacillus thuringiensis*, alkohol 95%, deltametrin inovate 25 EC dan tisu. Alat yang digunakan dalam penelitian ini: toples jar plastic 1000 ml, timbangan digital 3 kg, gelas ukur 1000 ml, pinset/penjepit, sprayer genggam, kertas label, pisau, gunting, lilin, parang, kamera, cawan Petri, kaca pembesar, kain kasa, alat tulis, buku catatan, dan alat bantu lainnya.

3.3 Metode Penelitian

Metode penelitian ini adalah rancangan acak lengkap (RAL) non-factorial Dengan 8 perlakuan dan 3 ulangan :

$H_0^{(-)}$ = Kontrol (Aquadest)

$H_0^{(+)}$ = Penggunaan insektisida DECIS 25 EC isi 50 ml (bahan aktif deltametrin 25 g/l air) konsentrasi 0,01 ml/l

H_1 = Penggunaan *B. bassiana* konsentrasi 50 g/l air.

H_2 = Penggunaan *B. bassiana* konsentrasi 70 g/l air.

H_3 = Penggunaan *M. anisopliae* konsentrasi 50 g/l air.

H₄= Penggunaan *M. anisopliae* konsentrasi 70 g/l air.

H₅= Penggunaan *B. thuringiensis* konsentrasi 50 g/l air.

H₆= Penggunaan *B. thuringiensis* konsentrasi 70 g/l air.

Jumlah Ulangan : 3 ulangan

Jumlah Unit Percobaan : 24 unit

3.4 Metode Analisa

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap

(RAL) Non-Factorial dengan metode rancangan :

$$Y_{ij} = \mu + A_i + \epsilon_{ij}$$

Dimana :

ϵ_{ijk} : Pengaruh galat II pada Faktor Utama taraf ke-i, Ulangan ke-j dan faktor tambahan pada taraf ke-k

μ : Rataan umum

A_i : Pengaruh perlakuan ke-i

ϵ_{ij} : Pengaruh Galat I pada Faktor Utama ke-i dan Ulangan ke-j

3.5 Pelaksanaan Penelitian

3.5.1 Penyediaan Larva *Setothosea asigna*

Setothosea asigna diambil dengan metode jelajah yaitu langsung mencari tanaman kelapa sawit yang terserang *S. asigna*. Pada penelitian ini saya membutuhkan larva instar 3, yang banyak di temukan pada anak daun pelepah ke-17 tanaman kelapa sawit yang terserang. Kemudian *S. asigna* dimasukkan kedalam wadah toples jar plastik 1000 ml yang sudah dilubangi untuk sirkulasi pernapasan.

Setelah *S.asigna* di ambil dari kebun lalu di bawa ke tempat penelitian untuk pengaplikasian jamur dan bakteri sesuai konsentrasi perlakuan.

3.5.2 Penyediaan Agen Hayati

Agen hayati yang digunakan ialah *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* dalam bentuk padat didapat dari Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan (BBPPTP) Jl. Asrama Nomor 124 Kec. Medan Helvetia Kel. Cinta Damai Medan, 20126 – Indonesia. Kemudian *Bacillus thuringiensis* kemasan dalam bentuk bubuk didapat dari jual beli online. Setelah agen hayati telah tersedia kemudian di lakukan pembiakan pada beras (Hasyim & Azwana, 2003).

Cara Pembiakan *B. bassiana* dan *M. anisopliae*:

1. Beras dicuci bersih hingga air cuci bening.
2. Rendam beras 24 jam.
3. Tiriskan beras.
4. Beras dimasukkan ke plastic lalu digulung.
5. Beras yang telah dimasukkan ke plastic dikukus 30 menit.
6. Angkat media biakan dan dinginkan.
7. Setelah dingin media biakan beras dapat di inokulasi dengan jamur entomopatogen yang di uji.
8. Ujung plastik tempat biakan jamur ditutup dan di sterilkan.
9. Letakan biakan jamur pada tempat yang bersih dan terhindar dari sinar matahari
10. Setelah 14 hari biakan jamur sudah dapat digunakan.

Bacillus thuringiensis:

Agen hayati *B. thuringiensis* di dapatkan dari jual beli online. Pada agen hayati *B. Thuringiensis* tidak dilakukan pembiakan, melainkan langsung diaplikasikan sesuai konsentrasi perlakuan.

3.5.3 Persiapan Media Perlakuan

Wadah yang digunakan berupa toples jar plastik 1000 ml yang sudah di sterilkan dengan menggunakan alkohol 95% agar tidak terkontaminasi dengan patogen lain.

3.5.4 Aplikasi Perlakuan

Agen hayati yang telah disediakan di aplikasikan pada ulat api instar 3 di dalam toples jar plastik. Setiap toples jar plastik berisi 5 ekor ulat api dan daun sawit dengan berat 100 gram. Kemudian agen hayati yang sudah di siapkan dalam bentuk cair di sesuaikan berdasarkan konsentrasi sesuai perlakuan, lalu di semprotkan merata pada daun sawit, sesuai dengan perlakuan masing-masing yang sudah ditentukan. Penyemprotan dilakukan 1 kali/hari kemudian hasil konsumsi ulat setelah satu hari setelah aplikasi ditimbang beratnya, setelahnya daun pakan diganti dan ditimbang berat awal, dan berat pakan sebelum aplikasi. Kemudian dilakukan kembali pengaplikasian agen hayati dengan cara yang sama, sampai rata rata mortalitas pada salah satu perlakuan agen hayati 100% selama penelitian.

3.6 Parameter Pengamatan

3.6.1 Persentase Mortalitas

Mortalitas adalah tingkat kematian populasi atau kelompok dalam suatu periode waktu. Mortalitas mengukur jumlah kematian dalam suatu populasi dan digunakan untuk menghitung angka kematian dalam skala yang lebih besar. Pada

penelitian ini dilakukan pengamatan persentase mortalitas ulat api (*Setothosea asigna*) setelah diaplikasikan agen hayati.

Persentase mortalitas dihitung dengan rumus berikut ini :

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

P = persentase mortalitas larva

a = jumlah larva yang mati

b = jumlah larva yang hidup

pada rumus diatas bahwa, persentase mortalitas sama dengan jumlah larva yang mati dibagi jumlah larva yang hidup dan yang mati, dikali 100% sehingga didapati persentase mortalitas ulat api (*S. asigna*).

3.6.1 Konsumsi Pakan Setelah Aplikasi

Pada penelitian ini dilakukan pengamatan persentasi konsumsi pakan u (*Setothosea asigna*). Pengamatan dilakukan setiap satu hari sekali (1x24 jam) sampai perlakuan salah satu agen hayati menghasilkan kematian 100%.

Konsumsi pakan dihitung menggunakan rumus :

$$K = \frac{BPA - BPSA}{SA} \times 100\%$$

K : Konsumsi

BPA : Berat Pakan Awal

BPSA : Berat Pakan Setelah Aplikasi

SA : Sebelum Aplikasi

Pengamatan dilakukan dengan cara menghitung berat pakan sebelum aplikasi (SA), berat pakan awal (BPA) dan berat pakan setelah aplikasi (BPSA). Daun sawit sebagai pakan ulat sudah ditentukan berat pakan SA (Sebelum Aplikasi) nya.

BPA (Berat Pakan Awal) merupakan berat pakan yang ditimbang setelah disemprotkan agen hayati secara merata pada daun sawit/pakan ulat. Kemudian BPSA (Berat Pakan Setelah Aplikasi) merupakan berat daun sawit yang telah dikonsumsi ulat api (*S. asigna*). Berat pakan ditimbang menggunakan timbangan digital 3 kg lalu dicatat beratnya. Berat pakan yang ditimbang meliputi berat pakan Sebelum Aplikasi (SA), Berat Pakan Awal (BPA), dan Berat Pakan Setelah Aplikasi (BPSA).

3.6.2 Perilaku *Setothosea asigna* Setelah Aplikasi

Pengamatan perilaku *S. asigna* dilakukan dengan mengamati perubahan perubahan yang terjadi pada *S. asigna* setelah aplikasi. Perilaku yang diamati meliputi gerak tubuh. Perubahan tingkah laku yang diamati setiap 24 jam setelah aplikasi sampai awal kematian.

3.6.3 Waktu Kematian

Pengamatan waktu kematian hama dilakukan setiap 1x24 jam (satu hari) dengan cara menghitung jumlah hama yang mati untuk setiap kali pengamatan sampai salah satu perlakuan agen hayati menyebabkan mortalitas 100% pada *Setothosea asigna*.

3.6.4 Gejala Kematian

Pengamatan visual dengan melihat gejala hama terserang agen hayati dengan cara mengamati *S. asigna* yang telah diaplikasikan agen hayati. *S. asigna* kemudian dipindahkan pada cawan petri yang sudah disterilkan dan dilapisi dengan tisu yang dibasahi aquadest. Setelah itu diberi nama menggunakan double tip pada setiap perlakuan aplikasi agen hayati terhadap *S. asigna*, kemudian diamati setiap hari sampai rata-rata mortalitas kematian *S. asigna* 100% dan difoto sebagai

dokumentasi setiap pengamatan. Kemudian membandingkan ulat api sebelum dan sesudah terkena aplikasi Agen hayati.

3.6.5 Waktu Keluar Hifa/Hari Setelah Mati (HSM)

Pengamatan waktu keluar hifa dilakukan dengan cara menghitung jumlah hifa yang keluar untuk setiap hari pengamatan ulat api setelah mati. Pengamatan dengan cara yang sama dilakukan untuk semua perlakuan pengamatan ke 3 agen hayati. Kemudian tubuh ulat yang mati pada perlakuan *Beauveria bassiana* dan *Metharizium anisopliae* di giling dengan larutan steril dan diamati dibawah mikroskop.



V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

1. Tingkat mortalitas tertinggi pada ulat api yang disebabkan agen hayati terdapat pada perlakuan H₄ *Metarhizium anisopliae* konsentrasi 70 g/l air sebesar 100% dan yang paling rendah pada perlakuan H₁ *Beauveria bassiana* 50 g/l air sebesar 44,45% 4 Hari Setelah Aplikasi (HSA)
2. Agen hayati *M. Anisopliae* 70 g/l air menyebabkan kematian yang signifikan pada setothosea asigna dari 1 sampai 4 hari setelah aplikasi agen hayati, dimana setiap harinya terjadi kenaikan mortalitas yang disebabkan pada setothosea asigna.
3. Berdasarkan data *Analysis Of Variance* F hitung mortalitas ulat api paling tinggi dari setiap ulangan terdapat pada 1 hari setelah aplikasi sebesar 5,646 sehingga menghasilkan sangat nyata pada perlakuan dan yang terendah pada 2 hari setelah aplikasi sebesar 1,820 menghasilkan nyata pada perlakuan.

5.2 Saran

Perlunya penelitian lebih lanjut untuk mengetahui konsentrasi yang efektif terhadap pengendalian ulat api , serta memperhatikan suhu,dan kelembapan udara pada tempat 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.
- Ariyani Agustina, N. (2021). Tingkat Serangan Hama Ulat Api *Setothosea asigna* Dan Hama Ulat Kantung *Metisa plana* Pada Perkebunan kelapa sawit (*Elaeis Guineensis* Jacq) Di PTPN IV Unit Usaha Bah Birung Ulu. Dalam *Jurnal Ilmiah Rhizobia* (Vol. 3, Nomor 1), 54-61
- Arsyogi, B. 2014. Mortalitas *Aphis craccivora* Koch. Pada Beberapa Konsentrasi *Beauveria bassiana* Balsamo Pada Tanaman Kacang Panjang. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Bengkulu.
- Ahmad, R. Z. 2008. Pemanfaatan Cendawan untuk Meningkatkan Produktivitas dan Kesehatan Ternak. *J Litbang Pert* 27(3): 86.
- Buana, L., D. Siahaan dan S, Adiputra . 2003. Kultur Teknis Kelapa Sawit. Pusat penelitian kelapa sawit.
- 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.
- Dzulhia, Y. (2018). *Pengujian Efikasi Cendawan Metarhizium anisopliae SL pada Hama Ulat Api (Setothosea asigna) di Laboratorium. Jurnal AGROTEK TROPIKA*. (Vol. 7, Nomor 1), 239-247
- 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.
- Ditjen Perkebunan, 2015. Buku publikasi statistik 2015-2017.
- Efendi S, Febriani F, Yusniwati Y. 2020 Inventarisasi hama kelapa sawit (*Elaeis guineensis* jacq.) pada daerah endemik serangan di Kabupaten Dharmasraya. *Agrifor*. 19(1): 1. DOI: 10.31293/af.v19i1.4476.
- Ellis, D., Hermanis, R., 2003. Doctor Fungus Corporation. The Geraldine Kaminski Medical Mycology Library. Canada.

- 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 Riyanta. 2005. Variasi Virulensi Strain-Strain *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. terhadap Larva *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). *J. Agri top.* 24(2):52-57.
- Hasyim A dan Azwana, 2003. Patogenitas Isolat *Beauveria bassiana* bals. dalam Mengendalikan Hama penggerek bonggol pisang *Cosmopolites sordidus* Germar di Sumatera Barat, Indonesia. *Farming.* 1(1). Universitas Mahaputera Muhammad Yamin, Solok.
- Harrison, R.D., Gardner, A.W., and Kinard, J.D. 1993. Relative susceptibility of Pecan weevil fourth instar and adults to selected isolated of *Beauveria bassiana*. *BiolControl* 3 (1):34-38
- Hasan M. 2006. Efek Paparan Insektisida Deltametrin pada Kerbau Terhadap Angka Gigitan Nyamuk *Anopheles vagus* pada Manusia. Tesis. Program Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- 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.
- Khalida, R., & Lontoh, A.P. 2019. Manajemen pemupukan kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.), studi kasus pada kebun Sungai Sagu, Riau. *Buletin Agrohorti.* 7(2):238-245. <https://doi.org/10.29244/agrob.7.2.238-245>
- Kusnandar BV. 2021. 10 Negara dengan Nilai Ekspor CPO Terbesar menurut OEC World 2020). Sumber : OEC World.
- Khan S, Nadir S, Lihua G, Xu J, Holmes KA, Dewen Q. 2016. Identification and characterization of an insect toxin protein, Bb 70p, from the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* using *Galleria mellonella* as a model system. *Journal of Invertebrate Pathology* 133(2016):87-94.
- Meyling NV, 2007. *Methods for Isolation of Entomopathogenic Fungi From The Soil Environment. Laboratory manual. Department of Ecology, Faculty of Life Sciences, University of Copenhagen, Thorvaldsensvej 40, DK-1871 Frederiksberg C, Denmark.*
- Prayogo Y, Tengkano W & Marwoto. 2005. Prospek cendawan entomopatogen *Metarhizium anisopliae* untuk mengendalikan ulat grayak Spodoptera litura pada kedelai. *J. Litbang. Pertanian* 24:19-26.

- Plate, J. 1976. *Fungi. Biological Control: A guide to natural enemies in North America*. Cornell University. 4pp
- Priwiratama, H., Pradana, M. G., & Susanto, A. (2020). Kemunculan Kembali Ulat Api *Narosa rosipuncta holloway* (Lepidoptera: Limacodidae) dan Pengendaliannya di Perkebunan Kelapa Sawit Sumatera Utara. *WARTA Pusat Penelitian Kelapa Sawit*, 25(2), 86–91.
- Pusat Penelitian Kelapa Sawit. 2011. EWS: Ulat Api, Ulat Kantong, Ulat Bulu. Pematang Siantar.
- Pahan, I. 2008. *Panduan Lengkap Budidaya Kelapa Sawit, Manajemen Agribisnis dari Hulu Hingga Hilir*. Jakarta (ID): Penebar Swadaya.
- Parine NR, Kumar D, Khan PAA, Bobbarala V. 2010. Antifungal efficacy of secondary metabolites from entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana*. *Journal of Pharmacy Research* 3(4):855-856.
- 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.
- Rahmi, S. 2013. Penggunaan *Bacillus thuringiensis* untuk Mengendalikan dan Ulat Grayak (*S. litura Fabr.*) di Laboratorium. *Buletin Teknik Pertanian* 15(1):37–40.
- Simbolon, A. M. J., Irni, J., & Pratomo, B. (2020). Preferensi Pakan Stadia Larva Ulat Api (*Setothosea asigna*) terhadap Daun Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). *AGRIUM: Jurnal Ilmu Pertanian*, 23(1), 1–7.
- Sahid, A., & Natawigena, W. D. (2018). Laboratory rearing of *Sycanus annulicornis* (Hemiptera: Reduviidae) on two species of prey: Differences in its biology and efficiency as a predator of the nettle caterpillar pest *Setothosea asigna* (Lepidoptera: Limacodidae). *European Journal of Entomology*, 115, 208-216.
- Soetopo dan Indrayani, 2007. Status Teknologi dan Prospek *Beauveria bassiana* untuk Pengujian Serangga Hama Tanaman Perkebunan yang Ramah Lingkungan. *Perspektif*, 6(1): 29-46.
- Susanto A;AE Prasetyo; D Simanjuntak; TAP Rozziasha; 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.

- 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).
- 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.
- 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.
- Sambiran, W.J dan Hosang, M.L.A., 2007. Patogenisitas *Metarhizium anisopliae* dari beberapa Media Air Kelapa terhadap *Oryctes rhinoceros* L. Balai.
- Singh HB, Keswani C, Ray S, Yadav SK, Singh SP, Singh S. 2015. *Beauveria bassiana*: Biocontrol beyond Lepidopteran pests. In: Sree KS, Varma A (eds). Biocontrol of Lepidopteran Pests, Soil Biology 43.. Springer International Publishing Switzerland.
- Taulu, L.A. 2005. Strategi Pengendalian hama kelapa *Oryctes rhinoceros* L. Balai Penelitian Tanaman Kelapa dan Palma Lain. Prosiding seminar nasional PHT kelapa. p 51-56.
- Tarigan, B. 2012. Uji Efektifitas *Beauveria basianna* dan *Bacillus thuringiensis* terhadap Ulat Api (*Setothosea asigna* Eeck) di Laboratorium. Skripsi. Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Ugine TA. 2011. The effect of temperature and exposure to *Beauveria bassiana* on tarnished plant bug *Lygus lineolaris* (Heteroptera: Miridae) population dynamics, and the broader implications of treating insects with entomopathogenic fungi over a range of temperatures. Biological Control 59(3):373-383.
- 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.
- Wahyudianto, 2013. Uji beberapa Konsentrasi Ekstrak Tepung Akar Tuba (*Derris eliptica* Benth.) untuk Mengendalikan Hama Ulat Api *Setora nitens* Wlk.

(Lepidoptera; Limacodidae) pada Tanaman kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.).

Wahyudianto, 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).

Wang Q, Xu L. 2012. Beauvericin, a bioactive compound produced by fungi: A short review. *Molecules* 17:2367- 2377.

Wahyudi, P. 2008. Enkapsulasi propagul jamur entomopatogen *Beauveria bassiana* Menggunakan Alginate dan Pati Jagung Sebagai Produk Mikoinsektisida. *Jurnal ilmu kefarmasian indonesia* 6 (2): 52.

Yuningsih, R. 2014. Patogenisitas Jamur *Metarhizium anisopliae* Terhadap Hama Kepinding Tanah (*Stibaropus Molginus*) (Hemiptera: Cydnidae) Dari Beberapa Formulasi. *Jurnal Hpt Volume 2 Nomor 2 April 2014* ISSN : 2338 – 4336.

Zulgani, Emilia, & Parmadi. (2018). Daya saing produk unggulan sektor pertanian Indonesia dalam hubungannya dengan pertumbuhan Ekonomi. *Jurnal Paradigma Ekonomika*, 13(2), 77–86.

Lampiran

Lampiran 1. Uraian Kegiatan

Kegiatan	Bulan											
	Mei 2024				Juni 2024				Juli 2024			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Penyediaan Larva	■	■										
Penyediaan Agen Hayati		■	■	■								
Pembuatan Media Perlakuan					■	■	■	■				
Aplikasi Perlakuan								■	■			
Pengamatan Parameter									■	■	■	■

Lampiran 2. Hasil data dari pengamatan berat bahan pakan sebelum aplikasi, sesudah aplikasi, dan pakan awal pada ulangan 1 yang diberikan pada *Setothosea asigna*.

NO	PERLA KUAN	H-1			H-2			H-3			H-4		
		BPSA	SA	BPA	BPSA	SA	BPA	BPSA	SA	BPA	BPSA	SA	BPA
1	H ₀ ⁽⁻⁾	78,00	100,00	110,34	81,76	100	109,00	95,76	100	110,34	90,45	100	110,23
2	H ₀ ⁽⁺⁾	75,67	100	111,23	93,23	100	111,65	95,34	100	111,23	97,87	100	113,45
3	H ₁	70,67	100	113,45	82,76	100	114,56	96,54	100	109,87	98,00	100	114,54
4	H ₂	68,45	100	109,78	79,65	100	113,56	87,00	100	113,20	95,88	100	112,76
5	H ₃	77,23	100	110,86	72,87	100	112,76	89,67	100	112,00	96,89	100	109,45
6	H ₄	81,24	100	111,00	86,00	100	111,05	88,65	100	112,20	98,45	100	110,87
7	H ₅	63,45	100	113,20	72,54	100	115,04	87,34	100	113,76	95,00	100	111,34
8	H ₆	72,34	100	109,23	79,54	100	112,23	88,00	100	110,86	97,87	100	115,78

Lampiran 3. Hasil data dari pengamatan berat bahan pakan sebelum aplikasi, sesudah aplikasi, dan pakan awal pada ulangan 2 yang diberikan pada *S. asigna*.

NO	PERLA KUAN	H-1			H-2			H-3			H-4		
		BPSA	SA	BPA									
1	H ₀ ⁽⁻⁾	75,76	100	111,56	79,78	100	112,67	89,67	100	111,12	92,00	100	113,87
2	H ₀ ⁽⁺⁾	83,98	100	110,65	94,23	100	110,56	98,00	100	110	99,32	100	110,65
3	H ₁	74,78	100	109,98	83,00	100	109,87	90,67	100	112,76	97,65	100	115,23
4	H ₂	68,00	100	113,87	79,53	100	114	88,24	100	112	98,57	100	111,56
5	H ₃	80,54	100	114	89,58	100	115,23	91,00	100	113,87	99,27	100	112,89
6	H ₄	76,89	100	112,76	86,35	100	112,67	90,78	100	110,65	96,00	100	112,76
7	H ₅	76,00	100	111,12	74,00	100	112,89	91,75	100	113,78	98,56	100	113
8	H ₆	72,87	100	112	80,29	100	111,67	86,00	100	109,98	98,32	100	112,67

Lampiran 4. Hasil data dari pengamatan berat bahan pakan sebelum aplikasi, sesudah aplikasi, dan pakan awal pada ulangan 3 yang diberikan pada *S. asigna*.

NO	PERLA KUAN	H-1			H-2			H-3			H-4		
		BPSA	SA	BPA									
1	H ₀ ⁽⁻⁾	60,00	100	112,67	73,44	100	112,78	86,59	100	112,87	88,00	100	113,89
2	H ₀ ⁽⁺⁾	65,68	100	113,77	71,78	100	114,90	96,00	100	111,87	98,60	100	110,00
3	H ₁	74,34	100	112,87	79,00	100	112,90	89,43	100	112,90	98,65	100	110,90
4	H ₂	69,00	100	110,00	77,51	100	114,00	86,35	100	115,87	97,30	100	112,89
5	H ₃	74,26	100	109,76	81,00	100	113,10	89,00	100	113,87	97,00	100	115,00
6	H ₄	67,89	100	113,87	74,62	100	112,89	85,34	100	112,89	97,56	100	113,78
7	H ₅	81,00	100	112,90	86,34	100	111,90	90,64	100	112,23	98,45	100	112,24
8	H ₆	77,54	100	111,78	82,00	100	113,00	87,00	100	112,87	98,00	100	113,87

Lampiran 5. Data pengamatan persentase konsumsi pakan setelah aplikasi bahan kimia, dan agen hayati pada hari ke-1

No	Perlakuan	U-1	U-2	U-3	Jumlah	Rata-Rata
1	H ₀ ⁽⁻⁾	0,32	3,43	4,16	7,91	2,64
2	H ₀ ⁽⁺⁾	0,36	2,96	3,97	7,29	2,43
3	H ₁	0,43	3,40	3,56	7,39	2,46
4	H ₂	0,41	3,88	3,67	7,96	2,65
5	H ₃	0,34	3,31	3,41	7,07	2,36
6	H ₄	0,30	3,43	3,89	7,62	2,54
7	H ₅	0,50	3,40	3,24	7,13	2,38
8	H ₆	0,37	3,58	3,35	7,31	2,44
	jumlah	3,02	27,40	29,25	59,67	7,46
	rata-rata	0,38	3,42	3,66		1,86

Lampiran 6. Data pengamatan persentase konsumsi pakan setelah aplikasi bahan kimia, dan agen hayati pada hari ke-2

No	Perlakuan	U-1	U-2	U-3	Jumlah	Rata-Rata
1	H ₀ ⁽⁻⁾	0,27	3,29	3,59	7,15	2,38
2	H ₀ ⁽⁺⁾	0,18	2,32	3,76	6,26	2,09
3	H ₁	0,32	2,97	3,34	6,62	2,21
4	H ₂	0,34	3,36	3,46	7,17	2,39
5	H ₃	0,40	2,90	3,25	6,55	2,18
6	H ₄	0,25	2,94	3,55	6,74	2,25
7	H ₅	0,43	3,57	2,90	6,90	2,30
8	H ₆	0,33	3,21	3,19	6,73	2,24
	jumlah	2,52	24,56	27,04	54,11	6,76
	rata-rata	0,31	3,07	3,38		1,69

Lampiran 7. Data pengamatan persentase konsumsi pakan setelah aplikasi bahan kimia, dan agen hayati pada hari ke-3

No	Perlakuan	U-1	U-2	U-3	Jumlah	Rata-Rata
1	H0 (-)	0,15	2,65	2,94	5,74	1,91
2	H0 (+)	0,16	1,98	2,28	4,43	1,48
3	H1	0,13	2,79	2,78	5,70	1,90
4	H2	0,26	2,79	3,11	6,17	2,06
5	H3	0,22	2,74	2,86	5,82	1,94
6	H4	0,24	2,55	3,01	5,80	1,93
7	H5	0,26	2,69	2,66	5,62	1,87
8	H6	0,23	2,81	2,91	5,95	1,98
	jumlah	1,65	21,01	22,55	45,21	5,65
	rata-rata	0,21	2,63	2,82		1,41

Lampiran 8. Data pengamatan persentase konsumsi pakan setelah aplikasi bahan kimia, dan agen hayati pada hari ke-4

No	Perlakuan	U-1	U-2	U-3	Jumlah	Rata-Rata
1	H0 (-)	0,20	2,68	2,92	5,79	1,93
2	H0 (+)	0,16	1,93	1,93	4,02	1,34
3	H1	0,17	2,40	2,00	4,57	1,52
4	H2	0,17	2,06	2,26	4,50	1,50
5	H3	0,13	2,11	2,43	4,67	1,56
6	H4	0,12	2,35	2,31	4,78	1,59
7	H5	0,16	2,18	2,13	4,47	1,49
8	H6	0,18	2,17	2,28	4,63	1,54
	jumlah	1,28	17,88	18,26	37,42	4,68
	rata-rata	0,16	2,24	2,28		1,17

Lampiran Dokumentasi Penelitian

Dokumentasi Penimbangan Agen Hayati



Gambar. *Beauveria bassiana* 50 gram



Gambar. *B. bassiana* 70 gram



Gambar. *Metharizium anisopliae* 50 gram



Gambar. *M. anisopliae* 70 gram



Gambar. *Bacillus thuringiensis* 50 gram



Gambar. *B. thuringiensis* 70 gram



Gambar. Konidia jamur *Beauveria bassiana* 50 gram



Gambar. Konidia jamur *B. bassiana* 70 gram



Gambar. Konidia jamur *Metharizium anisopliae* 50 gram



Gambar. Konidia jamur *M. anisopliae* 70 gram



Gambar. Pakan Sebelum aplikasi



Gambar. Berat pakan setelah aplikasi



Gambar. Insektisida
Decis 25 EC isi 50 ml



Gambar. Insektisida
Turex isi 100 gr



Gambar. Alkohol 96%
1000 ml

