

**DAYA PERTUMBUHAN *Cordyceps militaris* PADA MEDIA
SOLID DAN MEDIA *FIBER* LIMBAH PABRIK KELAPA
SAWIT**

SKRIPSI

OLEH

ARIF KURNIAWAN

208210003



**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 6/5/26

Access From (repository.uma.ac.id)6/5/26

**DAYA PERTUMBUHAN *Cordyceps militaris* PADA MEDIA
SOLID DAN MEDIA *FIBER* LIMBAH PABRIK KELAPA
SAWIT**

SKRIPSI

OLEH

ARIF KURNIAWAN

208210003

*Diajukan sebagai salah satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana di Program Studi Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Medan Area*

**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 6/5/26

Access From (repository.uma.ac.id)6/5/26

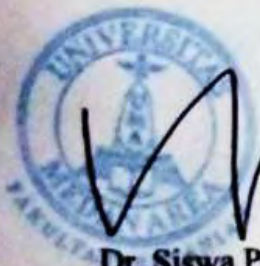
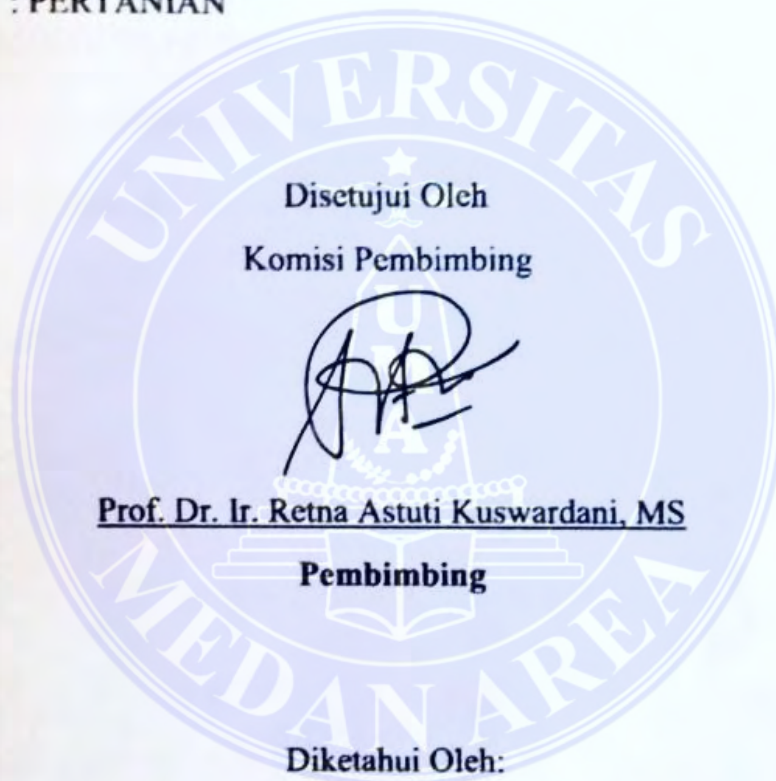
HALAMAN PENGESAHAN PROPOSAL SKRIPSI

Judul Skripsi : DAYA PERTUMBUHAN *Cordyceps Militaris* PADA MEDIA SOLID DAN MEDIA FIBER LIMBAH PABRIK KELAPA SAWIT

Nama : ARIF KURNIAWAN

NPM : 208210003

Fakultas : PERTANIAN



Dr. Siswa Panjang Hermosa, S.P., M.Si

Dekan

Angga Ade Sahfitra S.P., M.Sc

Ketua Program Studi

Tanggal Lulus : 08 Mei 2025

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

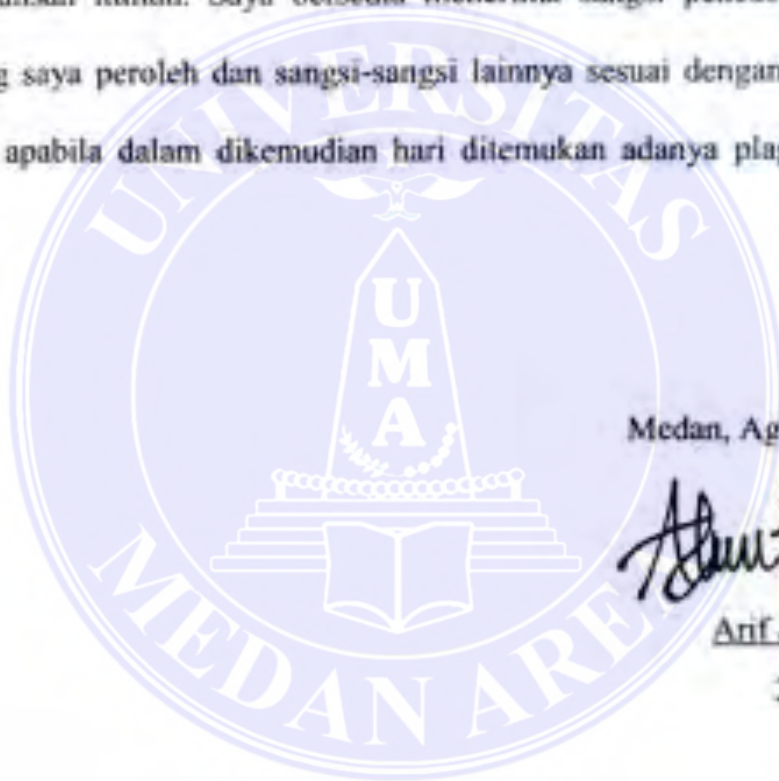
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 6/5/26

Access From (repository.uma.ac.id)6/5/26

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun ini, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah dan etika penulisan ilmiah. Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya sesuai dengan peraturan yang berlaku, apabila dalam dikemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.



Medan, Agustus 2025

Arif Kurniawan



Arif.kurniawan@uma.ac.id

208210003

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama	: Arif Kurniawan
NPM	: 208210003
Program Studi	: Agroteknologi
Fakultas	: Pertanian
Jenis Karya	: Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area Hak Bebas Royalti Non Eksklusif (Non-Exclusive Royalty-Free Right) atas karya ilmiah saya yang berjudul "Daya Pertumbuhan *Cordyceps militaris* Pada Media Solid dan Media Fiber Limbah Pabrik Kelapa Sawit" beserta perangkat yang ada (jika diperlukan).

Dengan hak bebas royalti non eksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih media atau formatkan, mengolah 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.

Dibuat di : Medan
Pada Bulan : Agustus 2025
Yang Menyatakan


Arif Kurniawan

ABSTRAK

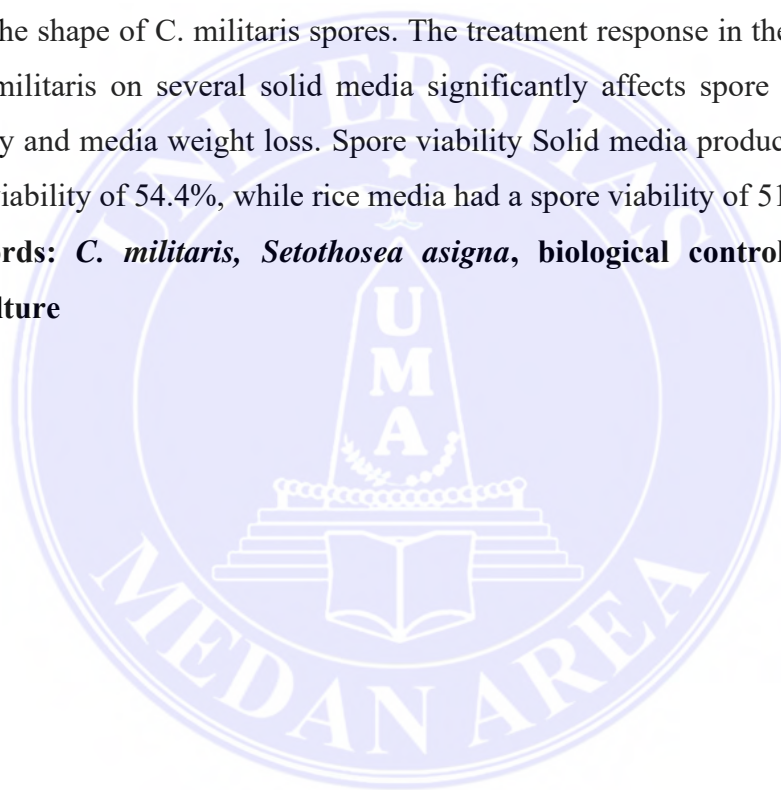
Jamur *Cordyceps militaris* dikenal di dunia perkebunan kelapa sawit sebagai musuh alami hama ulat api *Setothosea asigna*. Jamur ini merupakan salah satu dari 3 jamur entomopatogen utama yang digunakan untuk mengendalikan hama di perkebunan kelapa sawit. Penelitian bertujuan untuk mengetahui daya pertumbuhan *Cordyceps militaris* pada media *Solid* dan media *Fiber* Limbah Pabrik Kelapa Sawit. Pengembangan mengenai pengaruh media perbanyakan terhadap pertumbuhan *C. militaris*. Hasil penelitian spora yang dihasilkan dari perbanyakan media yang dilihat secara makroskopis (visual) mempunyai warna yang sama dengan media PDA, dan Spora yang dihasilkan dari perbanyakan tidak berpengaruh signifikan terhadap bentuk spora *C. militaris*. Respon perlakuan dalam pengembangan *C. militaris* pada beberapa media padat berpengaruh nyata terhadap kerapatan spora, viabilitas spora dan penyusutan berat media. Viabilitas spora Media solid menghasilkan viabilitas spora tertinggi sebesar 54,4%, sedangkan media beras memiliki viabilitas spora sebesar 51,4%.

Kata kunci : *C. militaris*, ulat api, pengendalian hayati, pertanian berkelanjutan

ABSTRACT

Cordyceps militaris fungus is known in the world of oil palm plantations as a natural enemy of the fire caterpillar pest *Setothosea asigna*. This fungus is one of the 3 main entomopathogenic fungi used to control pests in oil palm plantations. The study aims to determine the growth power of *Cordyceps militaris* on Solid media and Palm Oil Mill Waste Fiber media. Development of the effect of propagation media on the growth of *C. militaris*. The results of the study of spores produced from media propagation seen macroscopically (visually) have the same color as PDA media, and Spores produced from propagation do not significantly affect the shape of *C. militaris* spores. The treatment response in the development of *C. militaris* on several solid media significantly affects spore density, spore viability and media weight loss. Spore viability Solid media produced the highest spore viability of 54.4%, while rice media had a spore viability of 51.4%

Keywords: *C. militaris*, *Setothosea asigna*, biological control, sustainable agriculture



RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama Arif Kurniawan dilahirkan di Desa Aek Loba Perladangan, Kabupaten Asahan, Provinsi Sumatera Utara pada tanggal 25 Juni 2001. Penulis lahir dari orang tua bernama Suriani (Ibu) dan Ponimun (Ayah). Penulis merupakan anak ketiga dari tiga bersaudara. Penulis menyelesaikan Pendidikan Sekolah Dasar di SD 018457 Aek Loba Pekan pada tahun 2013. Setelah itu, penulis melanjutkan Pendidikan Sekolah Menengah Pertama di MTs Ismailiyah Aek Loba Pekan dan menyelesaikan pendidikan pada tahun 2016. Selanjutnya penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 1 Aek Kuasan pada tahun 2019. Pada tahun 2020, penulis menjadi mahasiswa di Fakultas Pertanian Universitas Medan Area pada Program Studi Agroteknologi. Selama menjalani perkuliahan, penulis pernah Mengikuti Program Merdeka Belajar Kampus Merdeka (MBKM) T.A Ganjil 2022/2023 yang ditempatkan di PT. PP London Sumatera Indonesia Tbk Estate Bangun Purba selama 5 bulan. Penulis menyelesaikan Praktek Kerja Lapang (PKL) di PT.Socfin Indonesia pada tanggal 25 Juli sd 05 September 2023.

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul” **Daya Pertumbuhan *Cordyceps militaris*. Pada Media Solid dan Media Fiber Limbah Pabrik Kelapa Sawit**”

Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk kelulusan pada program studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Medan Area. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih dan rasa hormat kepada:

1. Bapak Dr. Siswa Panjang Hernosa SP, M.Si selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Medan Area.
2. Bapak Angga Ade Sahfitra, SP., M.Sc selaku Ketua Prodi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Medan Area dan Komisi Pembimbing yang telah membimbing dan memperhatikan selama penyusunan skripsi ini.
3. Ibu Prof. Dr. Ir. Retna Astuti Kuswardani, MS selaku komisi pembimbing ke-1 yang telah membimbing dan memperhatikan selama masa penyusunan skripsi ini.
4. Bapak Mahardika Gama Pradana, Msi selaku komisi pembimbing ke-2 yang telah membimbing dan memperhatikan selama penyusunan skripsi ini.
5. Seluruh Bapak dan Ibu selaku Dosen fakultas Pertanian Universitas Medan Area yang telah membimbing dan memperhatikan selama masa

pendidikan di Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Medan Area.

6. Kedua orang tua Ayah dan Ibu yang selalu memberikan doa, suport, semangat dan motivasi yang luar biasa, dan tak pernah lelah mendidik penulis untuk mengejar ilmu sampai menjadi calon Sarjana Pertanian.
7. Teman-teman seperjuangan stambuk 20 kelas Agroteknologi A1 dan A2 Fakultas Pertanian Universitas Medan Area yang telah saling membantu dan meberikan saran selama di perkulihan.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Dengan demikian penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun demi kesempurnaan skripsi ini dimasa mendatang.

Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah meberikan dukungan dan bantuan baik selama penyusunan skripsi ini, semoga skripsi ini bermanfaat.

Medan, Agustus 2025


Arif Kurniawan

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
RIWAYAT HIDUP	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	7
1.3 Tujuan Penelitian.....	7
1.4 Hipotesis Penelitian.....	7
1.5 Manfaat Penelitian.....	7
II. TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Cendawan Entomopatogen.....	8
2.2 <i>Cordyceps militaris</i>	9
2.2.1 Mekanisme Infeksi	10
2.3 Hama dan Penyakit Tanaman Kelapa Sawit	11
2.3.1 Biologi Hama Ulat Api (<i>setothosea asigna</i>)	11
2.3.2 Siklus Hidup Ulat Api (<i>Setothosea asigna</i>)	12
2.3.3 Gejala Serangan.....	15
2.4 Teknik Eksplorasi.....	17
2.4.1 Media Perbanyak <i>Cordyceps militaris</i>	18
III. METODE PENELITIAN	23
3.1 Waktu dan Tempat	23
3.2 Bahan dan Alat	23

3.3 Metode Penelitian.....	23
3.4 Metode Analisis Data Penelitian	24
3.5 Pelaksanaan Penelitian	25
3.5.1 Pembuatan Media Potato Dextrose Agar (PDA).....	25
3.5.2 Pengadaan dan Perbanyak <i>Cordyceps militaris</i>	25
3.5.3 Pembuatan Media Perbanyak Pertumbuhan <i>Cordyceps militaris</i>	27
3.5.4 Inokulasi <i>Cordyceps</i> Pada Masing-masing Media Perbanyak	31
3.6 Parameter Pengamatan	32
3.6.1 Morfologi Cendawan.....	32
3.6.2 Kerapatan konidia.....	32
3.6.3 Viabilitas Konidia.....	33
3.6.4 Penyusutan Berat Media.....	34
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	35
4.1.1Morfologi Cendawan <i>C. militaris</i> Secara Makroskopis	35
4.1.2Morfologi Cendawan <i>C. militaris</i> Secara Mikroskopis	36
4.2 Kerapatan Spora	38
4.3 Viabilitas Spora	40
4.4 Penyusutan Berat Media.....	42
V. PENUTUP	46
5.1 Kesimpulan.....	46
5.2 Saran.....	46
DAFTAR PUSTAKA	48
LAMPIRAN	54

DAFTAR TABEL

No	Keterangan	Halaman
1.	Rata-rata kerapatan spora <i>C. militaris</i> yang Ditumbuhkan Pada Beberapa media Perbanyakan ($\times 10^6$ /ml).	38
2.	Rata-rata Viabilitas Spora <i>C. militaris</i> yang Ditumbuhkan Pada Beberapa Media Perbanyakan.	40
3.	Rata-rata Penyusutan Berat Media Perbanyakan <i>C. militaris</i>	42
4.	Hasil uji ANOVA Penyusutan Berat Media	44
5.	Rangkuman Kerapatan, viabilitas, dan penyusutan berat media <i>C. militaris</i>	45

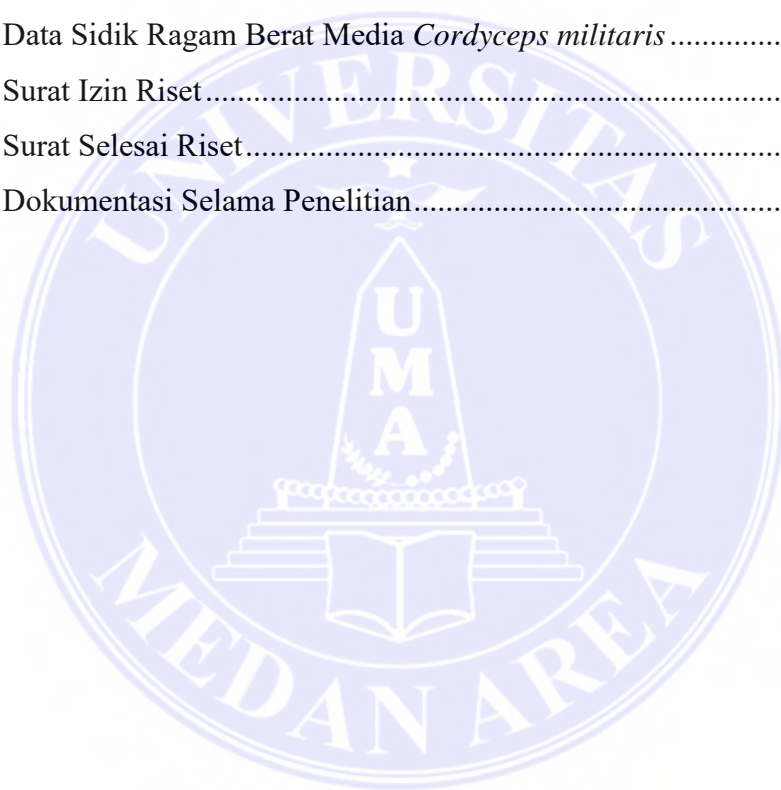


DAFTAR GAMBAR

NO	Keterangan	Halaman
1.	Gambar Badan Buah Jamur <i>C. militaris</i>	11
2.	Telur <i>Setothosea asigna</i>	13
3.	Larva <i>Setothosea asigna</i>	13
4.	Pupa <i>Setothosea asigna</i>	14
5.	Imago <i>Setothosea asigna</i>	15
6.	Solid (Limbah padat PKS)	21
7.	Fiber (Limbah Padat PKS).....	22
8.	Pembuatan PDA	25
9.	Gambar 9. Pencarian <i>C. militaris</i> dilapangan (a) pengambilan <i>C.militaris</i> dari permukaan tanah (b) <i>C. militaris</i> yang didapat dari lapangan	26
10.	Proses sterilisasi <i>C. militaris</i> dan inokulasi <i>C.militaris</i> di PDA	27
11.	Penjemuran Media Solid dan Penimbangan media solid	28
12.	Proses Penjemuran Media Fiber dan Penimbangan Media Fiber	30
13.	Penimbangan Media Menir Beras	30
14.	Penimbangan <i>C. militaris</i> dan Proses Inokulasi	32
15.	Bidang Hitung Penghitungan Spora pada <i>Haemocytometer</i>	33
16.	Morfologi <i>C. militaris</i> (a) biakan murni ; (b) biakan dari media (1) Menir beras (2)Solid ; A.(28 HSI) B. (30 HSI)	35
17.	Morfologi Bentuk Spora Yang dihasilkan Media Biakan.....	37
18.	Biakan Fiber Berumur 2 Minggu dan Biakan Setelah 2 Minggu.....	43

DAFTAR LAMPIRAN

No	Keterangan	Halaman
1.	Data Kerapatan Spora <i>Cordyceps militaris</i>	54
2.	Data Sidik Ragam Kerapatan Spora <i>Cordyceps militaris</i>	54
3.	Data Viabilitas Spora <i>Cordyceps militaris</i>	54
4.	Data Sidik Ragam Viabilitas Spora <i>Cordyceps militaris</i>	55
5.	Data Penyusutan Berat Media <i>Cordyceps militaris</i>	55
6.	Data Sidik Ragam Berat Media <i>Cordyceps militaris</i>	55
7.	Surat Izin Riset	56
8.	Surat Selesai Riset	57
9.	Dokumentasi Selama Penelitian	59



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jamur *Cordyceps militaris* dikenal di dunia perkebunan kelapa sawit sebagai musuh alami hama ulat api *Setothosea asigna*. Jamur ini menginfeksi ulat api yang turun ke bawah untuk menjadi pupa di sekitar piringan, sehingga pupa tidak berkembang menjadi imago dan siklus hidup hama akan terputus. Jamur ini merupakan salah satu dari 3 jamur entomopatogen utama yang digunakan untuk mengendalikan hama di perkebunan kelapa sawit. Tingkat infeksi *Cordyceps militaris* pada pupa ulat api cukup tinggi, hingga 80% (Priwiratama dan Susanto 2014). Fathullah et al., (2012) melaporkan virulensi *Cordyceps militaris* yang ditumbuhkan di media beras terhadap larva *Tirathaba rufivena* mencapai 100% pada minggu ke empat setelah perlakuan. Ginting et al., (2015) melaporkan tingkat patogenitas jamur *Cordyceps militaris* terhadap larva *Setothosea asigna* mencapai 100% pada hari ke enam setelah pemberian perlakuan. Chandler (2005) dalam Altinok et al., (2019) menyatakan bahwa pemanfaatan jamur entomopatogen sebagai bioinsektisida harus mempertimbangkan kebiasaan makan (*feeding behaviour*), struktur populasi, factor yang mempengaruhi distribusi, dan karakter-terkait virulensi. Chang et al.,(2021) menunjukkan bahwa jamur entomopatogen yang mampu memproduksi konidia yang lebih banyak pada jangka waktu yang sama dibanding lainnya memiliki virulensi yang lebih tinggi dan efektifitasnya sebagai bioinsektisida akan tergantung kepada ketahanannya terhadap stress abiotik seperti suhu dan cahaya ultra violet.

Serangan hama menjadi salah satu penyebab para petani susah untuk mendapatkan hasil yang maksimal. Pada tanaman kelapa sawit, hama yang

menyerang dari berbagai ordo serangga. Kelapa sawit menjadi habitat dan sumber pakan dari berbagai ordo Coleoptera, Lepidoptera, Isoptera dan Orthoptera (Nurhasnita, Yaherwandi and Efendi, 2020). Salah satu jenis hama yang paling sering menyerang dan dijumpai adalah ulat api (*Setothosea asigna*, *Setora nitens*, *Darna trima*, dan *Setothosea bisura*). Serangan ulat api bisa menurunkan 12% hingga 30% produksi tanaman kelapa sawit baik pada fase TBM maupun TM (Ditjenbun, 2021). 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).

Ulat api sebagai hama penting di perkebunan kelapa sawit sampai saat ini pengendaliannya masih menitik beratkan penggunaan insektisida. Penggunaan insektisida pada awalnya akan menekan populasi hama namun dalam jangka panjang kurang menguntungkan karena akan terjadi kompensasi populasi dan berdampak negative terhadap lingkungan (Kuswardani and Parinduri 2009). Ulat api biasanya akan memakan semua bagian daun dan hanya meninggalkan bagian lidinya saja, gejala serangan ini biasa disebut melidi (Sri Muliani, 2017). Kerugian yang timbul dari ulat api ini yaitu terganggunya fotosintesis dan terjadinya defoliasi yang mengakibatkan turunnya produksi TBS sebesar 40-60% (Ardi, Chairil Ezward, 2015).

Pengendalian ulat api pada dasarnya adalah upaya menekan tingkat populasi ulat api serendah mungkin melalui berbagai cara dan teknologi pengendalian. Pengendalian ulat api di perkebunan kelapa sawit di Indonesia sampai saat ini masih mengandalkan insektisida. Pengendalian secara kimiawi di perkebunan kelapa sawit misalnya dengan menggunakan insektisida selama lebih

dari 50 tahun telah diterapkan, disamping biaya mahal juga menimbulkan dampak negatif yang besar baik bagi lingkungan maupun kesehatan manusia (Kuswardani, 2013).

Menurut Pratiwi dkk. (2019) penggunaan pestisida kimia secara berlebihan dapat mencemari tanah dan air serta meningkatkan risiko kesehatan bagi petani yang terpapar pestisida. Untuk menjaga keberlanjutan budidaya kelapa sawit, diperlukan alternatif pengendalian hama yang lebih ramah lingkungan. Salah satu alternatif yang menarik adalah dengan menggunakan agensi hayati, seperti penggunaan jamur entomopatogen.

Cendawan entomopatogen merupakan strategi pengendalian efektif lainnya yang belum menunjukkan resistensinya. Kemampuan untuk menginfeksi menjadi parasite dan membunuh hama menunjukkan kegunaan EPF dalam pengendalian hama. Penggunaan *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Cordyceps sp.*, dan *Nomuraea rileyi* sebagai pengendali hama kelapa sawit telah dilaporkan. Hama berhasil dimusnahkan oleh spesies jamur entomopatogen melalui kontak. Jamur endofit memiliki banyak keuntungan, selain memiliki cara kerja melalui racun lambung, dapat mematikan melalui kontak, menekan perkembangan hama, bersifat *antifeedant*, mengurangi tingkat reproduksi serangga dan mengurangi preferensi untuk oviposisi imago betina dan menghambat pembentukan telur (Kuswardani and Vajri, 2025).

Eksplorasi merupakan langkah awal dari pelaksanaan teknik-teknik pengendalian hayati. Kegiatan ini didasarkan atas fenomena alam bahwa ada hubungan yang tidak dapat dipisahkan antara OPT dan musuh alaminya, jika ada

tekanan pada lingkungan yang ekstrem tentunya keberadaan musuh alami akan terguncang. Untuk itu perlu adanya upaya pelestarian, dengan cara mengeksplorasi musuh alami tersebut agar dapat dikembangkan dan diperbanyak, serta dimanfaatkan untuk pengendalian. Kegiatan eksplorasi dapat dilakukan dengan cara mencari spesimen di lapangan, berupa serangga yang diduga terinfeksi cendawan entomopatogen, dan serangga yang sehat (tidak terinfeksi cendawan), bagian tanaman (daun, akar, batang) dan tanah di sekeliling tanaman.

Cordyceps secara tradisional dikumpulkan di alam liar, tetapi sangat langka dan sulit diamankan. Karena keterbatasan ini, penelitian tentang produksi *Cordyceps* telah dilakukan sejak lama menggunakan berbagai metode (Tuli et al., 2013). Karena *Cordyceps* dapat tumbuh dalam kultur, budidaya banyak digunakan untuk mengamankan pasokannya. Selain itu, berbagai penelitian telah berupaya untuk mengoptimalkan kondisi kultur (Sung et al., 2010). Perubahan dalam media memiliki efek signifikan pada pertumbuhan dan kualitas *Cordyceps* (Sung et al., 2010). Sebagai substrat untuk kultur *Cordyceps*, biji-bijian telah digunakan secara luas karena kemudahan dan ketersediaannya. Serangga merupakan sumber nutrisi langsung bagi *Cordyceps* di alam; oleh karena itu, serangga seperti pupa juga telah ditambahkan untuk meniru kondisi alami (Jian dan Li, 2017).

Sebagian besar cendawan Ascomycetes dapat tumbuh pada media buatan (Purnomo, 2010). Sembel (2010) mengatakan, upaya untuk perbanyak cendawan entomopatogen dapat dilakukan menggunakan media biasa seperti jagung, gandum, beras, kentang dan ubi jalar atau media lain yang telah dimasak.

Penelitian tentang bahan-bahan organik terbaik sebagai media buatan untuk

perbanyak *C. militaris* belum banyak diteliti. Media yang dipakai untuk menumbuhkan *C. militaris* sangat menentukan laju pembentukan koloni dan jumlah spora selama pertumbuhan. Jumlah spora akan menentukan keefektifan jamur tersebut dalam mengendalikan larva ulat api. Media ini harus mengandung substansi organik sebagai sumber karbohidrat, sumber nutrisi, ion anorganik dalam jumlah yang cukup sebagai pemasok pertumbuhan dan sumber vitamin (Cahyo 2007).

Saat ini untuk perbanyak azim menggunakan media *Potato Dextrosa Agar* (PDA) yang dirasakan sulit bagi petani untuk menumbuhkan sendiri karena harga media tersebut cukup mahal. Untuk itu perlu adanya upaya untuk menemukan media yang cocok dalam perbanyak jamur. Bekatul padi dapat dimanfaatkan sebagai media tumbuh alternatif selain PDA. Media ini memiliki kandungan nutrisi berupa unsur hara makro dan mikro. Cendawan entomopatogen dapat tumbuh baik pada media perbanyak jika mendapat unsur-unsur seperti karbohidrat, protein, glukosa dan ion anorganik yang berguna untuk syarat tumbuh cendawan *C. militaris* (Nugroho, 2007 dalam Windarti, 2010).

Dalam perbanyak cendawan *Cordyceps*, media tumbuh merupakan faktor krusial yang memengaruhi pertumbuhan dan produksi metabolit sekundernya. Umumnya, *Cordyceps* dibudidayakan menggunakan media berbasis beras, jagung, *potato dekstroza agar* (PDA), dan campuran bahan organik lainnya yang kaya akan sumber karbon dan nitrogen. Namun, penggunaan media konvensional ini memiliki tantangan dalam efisiensi biaya dan ketersediaan bahan baku. Oleh karena itu, alternatif media tumbuh berbasis limbah industri kelapa sawit menjadi solusi yang menjanjikan.

Pabrik kelapa sawit (PKS) merupakan industri yang menghasilkan residu dalam proses pengolahannya. PKS menghasilkan produk utama berupa CPO sebesar 20-23% dan minyak inti sawit 5-7%. Sisanya 70-75% merupakan limbah berupa tandan kosong kelapa sawit sebanyak 23% atau 230 kg. Dari 230 kg limbah tandan kosong kelapa sawit, terdiri dari limbah cangkang (*shell*) sebanyak 6,5% atau 65 kg, *wet decanter solid* (lumpur sawit) 4% atau 40 kg, serabut (*fiber*) 13% atau 130 kg serta limbah cair sebanyak 50%) (Haryanti, 2014).

Limbah *decanter solid* dari pabrik pengolahan kelapa sawit memiliki potensi yang cukup besar untuk dimanfaatkan sebagai bahan pembenah tanah organik. *Decanter solid* merupakan limbah padat pabrik kelapa sawit (PKS). *Solid* berasal dari *mesocarp* atau serabut berondolan sawit yang telah mengalami pengolahan di PKS. *Solid* merupakan produk akhir berupa padatan dari proses pengolahan tandan buah segar di PKS yang memakai sistem *decanter*. *Decanter* digunakan untuk memisahkan fase cair (minyak dan air) dari fase padat sampai partikel-partikel terakhir. *Decanter* dapat mengeluarkan 90% semua padatan dari lumpur sawit dan 20% padatan terlarut dari minyak sawit (Pahan, 2008).

Unsur hara utama *decanter solid* kering antara lain Nitrogen (N) 1,47%, Pospor (P) 0,17%, Kalium (K) 0,99%, Kalsium (Ca) 1,19%, Magnesium (Mg) 0,24% dan C-Organik 14,4% (Anis, 2018). Limbah kelapa sawit ada berbagai macam baik limbah padat maupun limbah cair yang terdiri dari air kondensat, air lumpur dan air hidrosiklon. 1 ton tandan buah segar (TBS) menghasilkan 23% TKS, 4% *wet decanter solid*, 6,5% CKS, 13% SKS dan 50% limbah cair (La Ode dkk, 2019). *Solid* kelapa sawit mempunyai kandungan protein kasar sekira 11, 29 %, serat kasar 25,99% dan lemak kasar 19,74%.

Untuk memanfaatkan *solid* kelapa sawit perlu di lakukan usaha untuk meningkatkan nilai gizinya. Salah satu proses melalui fermentasi karena pada proses fermentasi terjadi perubahan kimiawi senyawa-senyawa organik (karbohidrat, lemak, protein dan serat kasar). Fermentasi dapat di lakukan dengan menggunakan mikroorganisme yang dapat membantu proses fermentasi supaya mendapatkan hasil yang baik (Marthen dkk, 2015). Kandungan bahan organik tersebut diharapkan bisa mendukung pertumbuhan *Cordyceps militaris*, karena cendawan entomopatogen memerlukan protein, karbohidrat, dan gula untuk mencukupi kebutuhan nutrisinya.

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana daya pertumbuhan cendawan *Cordyceps militaris* pada media *Solid* dan media *Fiber* Limbah Pabrik Kelapa Sawit.

1.3 Tujuan Penelitian

Untuk mengetahui daya pertumbuhan *Cordyceps militaris* pada media *Solid* dan media *Fiber* Limbah Pabrik Kelapa Sawit.

1.4 Hipotesis Penelitian

Didapatkan Limbah kelapa sawit dapat menjadi media perbanyakan *Cordyceps militaris*

1.5 Manfaat Penelitian

1. Memanfaatkan limbah sebagai upaya meminimalisir limbah yang potensial.
2. Memberikan pengetahuan dan informasi kepada masyarakat khususnya petani mengenai perbanyakan agen pengendali hayati *Cordyceps militaris* dengan media limbah untuk mengendalikan hama

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Cendawan Entomopatogen

Cendawan entomopatogen merupakan salah satu jenis bioinsektisida yang mampu menginfeksi serangga dengan cara masuk ke tubuh serangga inang melalui kulit, saluran pencernaan, spirakel dan lainnya. Inokulum cendawan yang menempel pada tubuh serangga inang akan berkecambah dan berkembang membentuk tabung kecambah, kemudian masuk menembus kulit tubuh. Penembusan dilakukan secara mekanis dan atau kimiawi dengan mengeluarkan enzim atau toksin. Cendawan akan berkembang dalam tubuh inang dan menyerang seluruh jaringan tubuh, sehingga serangga mati. Miselia cendawan menembus keluar tubuh inang, tumbuh menutupi tubuh inang dan memproduksi konidia. Beberapa jenis cendawan entomopatogen yang sudah diketahui efektif mengendalikan hama penting tanaman adalah *Beauveria sp.*, *Metarhizium anisopliae*, *Nomuraea rileyi*, *Paecilomyces fumosoroseus*, *Aspergillus parasiticus*, dan *Verticillium lecanii* (Herdatiarni et al., 2014).

Penyerangan pada serangga inang oleh jamur patogen serangga dilakukan melalui penetrasi langsung pada kutikula. Pada awalnya spora jamur melekat pada kutikula, selanjutnya spora berkecambah mempenetrasi kutikula dan masuk ke hemosol. Jamur akan bereproduksi di tubuh serangga dan membentuk hifa. Serangga akan mati, sedangkan jamur akan melanjutkan siklus hidupnya (BPTP Jabar, 1999 dalam Mandarina, 2008). Setelah tubuh serangga inang dipenuhi oleh massa miselium, tubuh tersebut akan mengeras dan berbentuk seperti mumi yang berwarna putih, hijau (Herlinda et al., 2008). Setelah itu, spora akan diproduksi untuk menginfeksi inang lainnya. Proses perkembangan jamur patogen masuk ke

dalam tubuh serangga langsung masuk kedalam tubuh melalui kulit atau integumen. Setelah konidia jamur masuk ke dalam tubuh serangga, jamur memperbanyak dirinya melalui pembentukan hifa dalam jaringan *epikutikula*, *epidermis*, *hemocoel*, serta jaringan-jaringan lainnya. Pada akhirnya semua jaringan dipenuhi oleh miselia jamur. Proses perkembangan jamur dalam tubuh inang sampai inang mati berjalan sekitar 7 hari. Setelah inang terbunuh, jamur membentuk konidia primer dan sekunder yang dalam kondisi cuaca yang sesuai menyebarkan sporanya melalui angin, hujan, air, dan lain - lain (Untung, 2006).

2.2 *Cordyceps militaris*

Menurut Holliday (2005), jamur *Cordyceps militaris* dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom : Fungi

Filum : Ascomycota

Kelas : Ascomycetes

Ordo : Hypocreales

Famili : Clavicipitaceae

Genus : *Cordyceps*

Spesies : *Cordyceps militaris*.

Semua jenis *Cordyceps* sp. adalah endoparasitoid, terutama pada serangga, sehingga mereka disebut sebagai jamur entomopatogen. *Cordyceps militaris* merupakan jamur entomopatogen khususnya pada larva dan pupa Lepidoptera (Schgal & Sagar, 2006). Jamur ini bersifat soil borne karena infeksi mulai terjadi

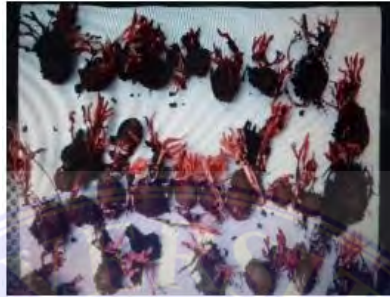
pada saat larva turun ketanah untuk berkepompong (Wibowo dkk, 1994). Pada kondisi lapangan, *C. militaris* tumbuh baik pada tempat-tempat lembab di sekitar piringan kelapa sawit dan di gawangan. Menurut hasil penelitian kepompong terinfeksi cukup tinggi dan bervariasi tergantung pada keadaan lingkungan dan media terutama kelembapan (Purba et al. 2006). *Cordyceps* dikenal sebagai jamur entomopatogen yang membentuk badan buah pada serangga inangnya dan dikenal terdapat 750 spesies dari jamur ini.

Askospora yang berada pada integument dari larva dan pupa melakukan penetrasi melalui pembuluh, dan mempunyai kemampuan untuk menghidrolisa lapisan kitin dari larva maupun pupa tersebut. Setelah infeksi, muncul badan hifa berbentuk silindris pada haemocoel pupa, kemudian badan hifa meningkat dan menyebar pada tubuh serangga (Schgal & Sagar, 2006).

2.2.1 Mekanisme Infeksi

Infeksi mulai terjadi pada saat larva turun ke tanah untuk berubah bentuk menjadi pupa (Wibowo et al. 1994). Ciri-ciri yang ditunjukkan akibat infeksi jamur ini adalah terjadinya mumifikasi pada pupa sehingga pupa gagal berkembang menjadi imago. Pupa menjadi keras karena semua jaringan dan cairan tubuh ulat api habis digunakan oleh jamur tersebut. Mekanisme infeksi jamur ini berawal dari penempelan askospora pada larva ulat api kemudian askospora akan berkecambah dan menembus dinding sel larva. Jamur ini dapat memproduksi enzim kitinase dan proteinase pada ujung hifa yang dapat merusak jaringan penyusun pada tubuh larva (Urquiza & Keyhani 2013; Schgal & Sagar 2006). Selanjutnya jamur akan tumbuh dan berkembang secara pesat di dalam tubuh inangnya (haemocoel). Tubuh buah berwarna oranye sampai kemerahan

yang keluar dari pupa ulat api merupakan hifa dari jamur *Cordyceps militaris* yang akan mengeluarkan askospora. Askospora akan menyebar di lingkungan sekitar pupa terinfeksi dan sangat berpotensi untuk menginfeksi larva ulat api lainnya.



Gambar 1. Badan Buah Jamur *Cordyceps militaris* (Sumber : Lestari Wibowo, 2022)

2.3 Hama dan Penyakit Tanaman Kelapa Sawit

Hama yang sering menyerang tanaman kelapa sawit di antaranya ulat api, dan ulat kantong, tikus, rayap, Adoretus dan Apogonia, serta babi hutan. Adapun penyakit yang menjadi masalah pada tanaman kelapa sawit di antaranya yaitu penyakit-penyakit daun pada pembibitan. Penyakit busuk pangkal batang (*Ganoderma*), penyakit busuk tandan buah (*Marasmius*), dan penyakit busuk pucuk (*spear rot*) (Pahan, 2006). Hama yang menyerang kelapa sawit antara lain kumbang badak *Oryctes rhinoceros Linnaeus* (Coleoptera: Scarabaeidae), dan ulat api (Lepidoptera: Limacodidae) (Susanto et al. 2010).

2.3.1 Biologi Hama Ulat Api (*Setothosea asigna*)

Setothosea asigna merupakan hama utama dalam perkebunan kelapa sawit yang dimana tingkat serangannya dapat mencapai hingga 100 %. Adapun Klasifikasi dari *S. asigna* menurut Tampubolon (2019) adalah sebagai berikut :

Kingdom : Animalia

Filum : Arthropoda

Kelas : Insecta

Ordo : Lepidoptera

Family : Limacodidae

Genus : *Setothosea*

Species : *Setothosea asigna*

Ulat api termasuk ke dalam famili Limacodidae, ordo Lepidoptera (bangsa ngengat). Ulat ini tidak berkaki atau apoda. Ulat pemakan daun kelapa sawit yang utama serta sering menimbulkan kerugian adalah ulat api. Hasil percobaan simulasi kerusakan daun yang dilakukan pada kelapa sawit umur 1,2 dan 8 tahun, diperkirakan penurunan produksi berturut-turut adalah lebih kurang 4%, 12-24% dan 30-40 % dua tahun sebesar 50%.

2.3.2 Siklus Hidup Ulat Api (*Setothosea asigna*)

A. Telur

Menurut (Prasetyo, 2020) menjelaskan bahwa siklus hidup *Setothosea asigna* diawali dengan peletakan telur secara berkelompok pada daun kelapa sawit. Pada bagian bawah permukaan daun biasanya imago betina meletakkan telur secara berderet 3-4 baris (Gambar 2). Biasanya pada daun ke 16 dan 17 imago betina meletakkan telurnya, imago betina mampu menghasilkan 300-400 butir

terlur. Kemudian 4-8 hari setelah betina meletakkan telurnya kebagian daun, telur akan menetas.



Gambar 2. Telur *Setothosea asigna* (Sumber. Eddie Purwanto, 2014)

B. Larva

Larva *Setothosea asigna* memiliki warna hijau muda dan memiliki ciri khas pada warna tubuh menyerupai berlian dengan warna coklat dan terdapat ditengah berwarna putih (Gambar 3). Menurut (Falahudin, 2012) menjelaskan bahwa tingkat kerusakan pada daun tanaman terjadi sejak larva *Setothosea asigna* baru menetas dan hidupnya berkelompok. Biasanya instar 2-3 daya pakan larva yang sangat tinggi dalam perkembangan untuk menuju ke instar berikutnya sebanyak 7-8 kali. Tingkat kerusakan hingga meninggalkan lidinya saja biasanya terjadi pada instar ke- 3.



Gambar 3. Larva *Setothosea asigna* (Sumber : Eddie Purwanto, 2014).

C. Pupa

Menurut (Hasibuan, 2016) menjelaskan bahwa keberadaan pupa di dalam kokon, yang dimana kokon tersebut terbuat dari campuran air liur larva dan tanah, kokon berbentuk oval dan memiliki warna coklat gelap serta terdapat benang halus berwarna putih pada bagian kokon. Pupa sering dijumpai dibagian bawah pangkal tanaman atau disekitar tajuk tanaman yang terdapat pada dalam tanah yang gembur. Stadia pupa berlangsung \pm 39 hari, untuk ukuran pupa jantan dan betina yaitu beragam berkisar 16 x 13 mm dan 20 x 16,5 mm (Gambar 4).



Gambar 4. Pupa *Setothosea asigna* (Sumber : Eddie Purwanto, 2014)

D. Imago

Imago merupakan stadia perubahan dari larva hingga pupa sehingga menjadi berupa ngengat. Imago melakukan sobekan kecil pada bagian kokon ketika ingin keluar. Imago atau dikenal dengan ngengat memiliki ukuran \pm 17 mm untuk imago jantan sedangkan pada imago betina memiliki ukuran yang lebih kecil yaitu \pm 14 mm. Imago memiliki warna abu-abu kecoklatan (Gambar 5). Menurut (Tampubolon, 2019) menjelaskan bahwa proses perkembangan dari hama ini mulai dari telur hingga menjadi ngengat berkisar antara 92-98 hari, tetapi pada kondisi yang kurang baik dapat mencapai 115 hari.



Gambar 5. Imago *Setothosea asigna* (Sumber : Eddie Purwanto, 2014)

2.3.3 Gejala Serangan

Serangan larva *Setothosea asigna* menyebabkan tanaman *defoliasi* sehingga berdampak pada penurunan produksi. Larva *Setothosea asigna* merusak bagian daun muda maupun daun yang telah tua pada perkebunan kelapa sawit, dimana pada serangan berat dapat menyebabkan *defoliasi* 70-90 % (Harmileni et al., 2019). Gejala yang ditimbulkan oleh larva *Setothosea asigna* yaitu menyerang daun mulai dari bagian bawah permukaan daun kelapa sawit, sehingga hanya tersisah pada bagian atasnya saja. Adapun ciri yang ditimbulkan oleh serangan hama pemakan daun yaitu terlihat seperti kilauan berbentuk jendela memanjang pada bagian helaian daun yang terserang. Biasanya tingkat serangan yang terjadi hingga menyisahkan lidinya saja, ini sering terjadi pada instar ke- 3 dikarenakan pada instar 3 hama ini sangat aktif untuk mengalami perubahan selanjutnya. (Muliani et al., 2017).

Menurut (Manurung et al., 2020) menjelaskan bahwa serangan larva *Setothosea asigna* dapat menyebabkan tanaman kelapa sawit *defoliasi* yang menyebabkan pertumbuhan tanaman terhambat, hal ini terjadi dikarenakan hilangnya daun yang disebabkan oleh hama pemakan daun sehingga berdampak pada penurunan produksi. Maka dari itu perlu dilakukannya suatu pengendalian yang lebih efektif serta dapat menjaga kelestarian ekosistem.

Lebih lanjut (Simbolon et al., 2020) menjelaskan bahwa pada fase larva *Setothosea asigna* menjadi organisme pengganggu tanaman (OPT) pada tanaman kelapa sawit. Pada instar 3 tingkat serangan larva *Setothosea asigna* biasanya menyisakan lidi saja, yang dikenal dengan gejala melidi. Hal ini disebabkan karena untuk mengalami pergantian instar 3 menuju instar selanjutnya larva ini membutuhkan energi yang sangat banyak. Dalam waktu 49-50 hari *Setothosea asigna* mengalami perubahan pergantian kulit sebanyak 9 kali.

Pengendalian organisme pengganggu tanaman pada tanaman perkebunan merupakan suatu teknik dalam menekan populasi dari serangan hama maupun penyakit. Pada umumnya dalam pengendalian *Setothosea asigna* menggunakan insektisida sintesis berupa fogging, yaitu sistem pengendalian dengan cara pengasapan dengan bahan kimia berbahan aktif deltametrin dan solar. Untuk serangan *Setothosea asigna* dengan pengutipan hama dan metode injeksi yang dilakukan dengan menyuntikkan cairan pada batang tanaman kelapa sawit (Agustina, 2021).

Pengendalian menggunakan fogging dapat menyebabkan pencemaran lingkungan serta dapat membunuh musuh alami dari *Setothosea asigna*. Penggunaan pestisida disarankan seminimal mungkin dan menjadi pilihan terakhir ketika tingkat populasi hama semakin tinggi. Meskipun demikian sampai saat ini dalam praktiknya penggunaan pestisida berbahan aktif kimia sangat dominan. Oleh sebab itu pengetahuan mengenai pestisida yang baik digunakan dan cara aplikasinya sangat penting bagi petani maupun perkebunan kelapa sawit di Indonesia untuk menjaga kelestarian agroekosistem yang berkelanjutan (Hasibuan, 2016).

Pada umumnya petani atau pekebun dalam menekan populasi hama yaitu menggunakan pestisida berbaham aktif kimia, dimana dalam pengerjaannya relatif mudah serta dapat menghasilkan kinerja yang cepat. Namun, penggunaan insektisida sintesis ini banyak menimbulkan masalah pada ekosistem seperti pencemaran lingkungan terjadinya resistensi dapat menimbulkan dampak negatif, seperti timbulnya resistensi, resurgensi hama utama dan peningkatan hama sekunder. Oleh sebab itu, perlu dilakukan suatu teknik dalam meminimalisir serangan hama yang ramah lingkungan sehingga lingkungan ekosistem pada tanaman terjaga dengan baik (Ngapiyatun et al., 2017).

2.4 Teknik Eksplorasi Jamur Entomopatogen

Jamur entomopatogen merupakan salah satu jamur yang bersifat heterotrof. Karena sifat heterotroph jamur entomopatogen hidup sebagai parasit pada serangga (Permadi et al., 2019). Pengendalian hayati yang banyak digunakan untuk mengendalikan serangga hama di lapangan yaitu, jamur entomopatogen (Reddy et al., 2016). Pemanfaat jamur entomopatogen untuk mengendalikan serangga memiliki kelebihan dalam kapasitas produksi yang tinggi, siklus dari jamur entomopatogen relatif singkat dan mampu membentuk spora yang tahan terhadap kondisi lingkungan yang buruk (Rosmayuningsih et al., 2014). Menurut Hidayah et al., (2019), Jamur entomopatogen yang digunakan sebagai agens hayati untuk membunuh Lepidoptera ada tiga jamur yaitu, *M. anisopliae*, *B. bassiana* dan *Streptomyces sp.* Berdasarkan hasil penelitian terhadap jamur *Beuvaria bassiana* dalam mengendalikan *Cylas* (Arsi et al., 2020). Eksplorasi dilakukan dengan dua metode guna mendapatkan spesies agens hayati. Pertama, menggunakan umpan serangga (insect bait method) seperti dilakukan Hasyim &

Azwana (2003). Serangga umpan yang biasa digunakan ialah larva *Tenebrio monilitor* Linn. (ulat hongkong). Kedua mencari serangga terinfeksi jamur, bakteri, maupun virus dilapang. Kemudian serangga terinfeksi yang ditemukan diisolasi untuk mendapatkan agens hayati yang diinginkan. Menurut Sijid (2018), eksplorasi jamur entomopatogen dapat dilakukan di rizofe tanaman sayuran dan diketahui ada tiga 3 genus jamur yang dapat menghambat pertumbuhan serangga yaitu, *Metarhizium*, *Beauveria* dan *Aspergillus*. Eksplorasi bertujuan untuk menyeleksi jamur yang menyerang serangga hama di lapangan dari berbagai wilayah memiliki tingkat entomopatogenik. Jamur dan bakteri sangat baik dalam proses pengembangan formulasi menjadi produk yang dapat dimanfaatkan dalam pengendalian hayati (Priyatno et al., 2016). Penerapan pengendalian hayati dimasyarakat masih belum di terima oleh petani, hal ini disebabkan masyarakat belum bisa mengaplikasikan pengendalian hayati di lapangan (Khastini dan Wahyuni, 2017).

2.4.1 Media Perbanyak *Cordyceps Militaris*

Cendawan *C. militaris*. bersifat entomopatogenik dari Kelas Ascomycetes, Ordo Clavicipitales dan Famili Clavicipitaceae, digunakan untuk mengendalikan hama pemakan daun kelapa sawit (Prawirosukarto dkk., 1996 dalam Suziani, 2011). Sebagian besar cendawan *Ascomycetes* dapat tumbuh pada media buatan (Purnomo, 2010). Sembel (2010) mengatakan, upaya untuk perbanyak cendawan entomopatogen dapat dilakukan menggunakan media biasa seperti jagung, gandum, beras, kentang dan ubi jalar atau media lain yang telah dimasak.

Penelitian tentang bahan-bahan organik terbaik sebagai media buatan untuk perbanyak *C. militaris* belum banyak diteliti. Media yang dipakai untuk

menumbuhkan *C. militaris* sangat menentukan laju pembentukan koloni dan jumlah spora selama pertumbuhan. Jumlah spora akan menentukan keefektifan jamur tersebut dalam mengendalikan larva ulat api. Media ini harus mengandung substansi organik sebagai sumber karbohidrat, sumber nutrisi, ion anorganik dalam jumlah yang cukup sebagai pemasok pertumbuhan dan sumber vitamin (Cahyo 2007).

Saat ini untuk perbanyak lazim menggunakan media *Potato Dextrosa Agar* (PDA) yang dirasakan sulit bagi petani untuk menumbuhkan sendiri karena harga media tersebut cukup mahal. Untuk itu perlu adanya upaya untuk menemukan media yang cocok dalam perbanyak jamur. Bekatul padi dapat dimanfaatkan sebagai media tumbuh alternatif selain PDA. Media ini memiliki kandungan nutrisi berupa unsur hara makro dan mikro.

Cendawan entomopatogen dapat tumbuh baik pada media perbanyak jika mendapat unsur-unsur seperti karbohidrat, protein, glukosa dan ion anorganik yang berguna untuk syarat tumbuh cendawan *C. militaris* (Nugroho, 2007 dalam Windarti, 2010). Bahan organik yang berpotensi untuk dijadikan sebagai media perbanyak cendawan entomopatogen adalah biji jagung, bekatul padi dan biji saga pohon. Biji jagung mengandung 10% protein, karbohidrat (pati 61%, gula 1,4%) (Koswara, 2009). Saga pohon mengandung 48,2% protein, gula (8,2g/100 g), dan 10% karbohidrat (Sutikno, 2009), sedangkan bekatul padi mengandung protein 8,77%, dan karbohidrat 84,36% (Hartanto, 2010). Kandungan bahan organik tersebut bisa mendukung pertumbuhan *C. militaris*., karena cendawan entomopatogen memerlukan protein, karbohidrat dan gula untuk mencukupi kebutuhan nutrisinya.

Bahan organik lainnya yang berpotensi untuk dijadikan sebagai media perbanyakan cendawan entomopatogen adalah *Solid* dan *Fiber* Limbah Pabrik kelapa sawit. Limbah *solid* dan *fiber* PKS saat ini belum dimanfaatkan secara optimal. Selama ini pemanfaatan limbah *solid* dan *fiber* hanya sebagai pupuk kompos perkebunan kelapa sawit. Ternyata juga sangat baik dimanfaatkan sebagai media perbanyakan bagi cendawan *cordyceps militaris*.

A. Solid Limbah Pabrik Kelapa Sawit

Pabrik kelapa sawit (PKS) merupakan industri yang menghasilkan residu dalam proses pengolahannya. PKS menghasilkan produk utama berupa CPO sebesar 20-23% dan minyak inti sawit 5-7%. Sisanya 70-75% merupakan limbah berupa tandan kosong kelapa sawit sebanyak 23% atau 230 kg. Dari 230 kg limbah tandan kosong kelapa sawit, terdiri dari limbah cangkang (shell) sebanyak 6,5% atau 65 kg, wet decanter solid (lumpur sawit) 4% atau 40 kg, serabut (fiber) 13% atau 130 kg serta limbah cair sebanyak 50% (Haryanti, 2014).

Limbah decanter solid dari pabrik pengolahan kelapa sawit memiliki potensi yang cukup besar untuk dimanfaatkan sebagai bahan pembenah tanah organik. Decanter solid merupakan limbah padat pabrik kelapa sawit (PKS). Solid berasal dari mesocarp atau serabut berondolan sawit yang telah mengalami pengolahan di PKS. Solid merupakan produk akhir berupa padatan dari proses pengolahan tandan buah segar di PKS yang memakai sistem decanter. Decanter digunakan untuk memisahkan fase cair (minyak dan air) dari fase padat sampai partikel-partikel terakhir. Decanter dapat mengeluarkan 90% semua padatan dari lumpur sawit dan 20% padatan terlarut dari minyak sawit (Pahan, 2008).

Unsur hara utama dekanter solid kering antara lain Nitrogen (N) 1,47%, Pospor (P) 0,17%, Kalium (K) 0,99%, Kalsium (Ca) 1,19%, Magnesium (Mg) 0,24% dan C-Organik 14,4% (Anis, 2018). Limbah kelapa sawit ada berbagai macam baik limbah padat maupun limbah cair yang terdiri dari air kondensat, air lumpur dan air *hidrosiklon*. 1 ton tandan buah segar (TBS) menghasilkan 23% TKS, 4% *wet dekanter solid*, 6,5% CKS, 13% SKS dan 50% limbah cair (La Ode dkk, 2019). Solid kelapa sawit mempunyai kandungan protein kasar sekira 11, 29 %, serat kasar 25,99% dan lemak kasar 19,74%. Untuk memanfaatkan solid kelapa sawit perlu di lakukan usaha untuk meningkatkan nilai gizinya. Salah satu proses melalui fermentasi karena pada proses fermentasi terjadi perubahan kimiawi senyawa-senyawa organik (karbohidrat, lemak, protein dan serat kasar). Fermentasi dapat di lakukan dengan menggunakan mikroorganisme yang dapat membantu proses fermentasi supaya mendapatkan hasil yang baik (Marthen dkk, 2015).



Gambar 6. Solid limbah padat PKS (Sumber: Nibungnews)

B. Fiber (Limbah Padat Sawit)

Serat buah sawit (*fiber*) memiliki karakteristik yang berpotensi untuk digunakan sebagai bahan media tanam (Direktorat Jendral Perkebunan, 2014).

Serat buah sawit dapat memperbaiki struktur tanah dengan meningkatkan kandungan bahan organik dan air tanah (Isro'i, 2007), dimana selama ini masih belum banyak dimanfaatkan. Penggunaan serat buah sawit telah dimanfaatkan sebagai media semai berupa blok untuk pertumbuhan semai tanaman nyamplung (Apriyanto et al, 2019).

Menurut Kamal et al, (2015) Serat buah sawit memiliki kandungan N, P, K, Mg, dan Ca yang rendah secara berurutan adalah 0,32; 0,08; 0,47; 0,02 dan 0,11% bobot kering. Penggunaan limbah serat buah sawit sebagai media tanam memerlukan tambahan unsur N dan K bagi pertumbuhan tanaman (Apriyanto et al., 2018). Ketersediaan limbah *solid* dan *fiber* memberikan peluang untuk dimanfaatkan sebagai media tanaman untuk cendawan entomopatogen *C. militaris*. Penggunaan limbah PKS diharapkan dapat menjadi media yang baik untuk pertumbuhan cendawan *C. militaris*. ini. Media tanam yang baik di perlukan guna mendukung pertumbuhan.



Gambar 7. Fiber Limbah Padat PKS (Sumber : Tanami)

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Proteksi Tanaman Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) Unit Marihat Jalan Pematang Siantar- Tanah Jawa KM 5 Marihat Ulu, Siantar Simalungun, Sumatera Utara.

3.2 Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini Pupa ulat api yang terinfeksi *Cordyceps militaris*, media *Potato Dextrose Agar* (PDA), media *Solid*, media *Fiber*, media Menir beras, aquadest, alcohol 70% dan bahan pendukung lainnya.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah mikroskop Olympus CX33, autoklaf, oven, *laminar air flow*, *shakers*, *vortex*, panci, timbangan analitik, bunsen, *baker glass*, cawan petri, tabung reaksi, gelas ukur, *cover glass*, jarum ose, bor gabus, *plastic wrapping*, *aluminium foil*, kapas, tisu, handsprayer, pipet mikro, blender, alat tulis dan bahan pendukung lainnya.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) non factorial, dengan 3 perlakuan yaitu:

N1 = Media Beras

N2 = Media Solid

N3 = Media Fiber

Banyak ulangan dari masing-masing perlakuan adalah:

$$(t-1)(r-1) \geq 15$$

$$(3 - 1)(r - 1) \geq 15$$

$$2r - (r - 1) \geq 15$$

$$2r - 2 \geq 15$$

$$2r \geq 15$$

$$r \geq 15/2$$

$$r \geq 7,5$$

$$r \geq 8$$

Keterangan :

t : Perlakuan

r : Ulangan

Satuan Penelitian :

Jumlah Perlakuan : 3 perlakuan

Jumlah Ulangan : 8 ulangan

Jumlah Unit Percobaan : 24 sample

3.4 Metode Analisis Data Penelitian

Data hasil penelitian ditransformasi dengan rumus akar kuadrat (SQRT) kemudian dianalisis dengan Analysis of Variance (ANOVA) berdasarkan model linear dari rancangan yang digunakan adalah :

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

Keterangan : Y_{ij} = Hasil pengamatan pada perlakuan ke-i dan ulangan ke-j.

μ = Nilai tengah umum.

τ_i = Nilai pengamatan pengaruh perlakuan ke-i.

ϵ_{ij} = Galat percobaan dari perlakuan ke-i dan ulangan ke-j.

Apabila hasil ANOVA menunjukkan hasil berbeda nyata dan sangat nyata, maka dilanjutkan dengan Uji beda rata-rata menurut Duncan's Multiple Range Test (DMRT) pada uji taraf 5 %

3.5 Pelaksanaan Penelitian

3.5.1 Pembuatan Media Potato Dextrose Agar (PDA)

Media PDA yang digunakan adalah media PDA sintesis berbentuk bubuk yang tersedia di Laboratorium Proteksi Pusat Penelitian Kelapa Sawit. PDA sebanyak 20 gr dimasukkan ke dalam gelas baker dan dicampur dengan akuades sebanyak 500 ml. Kemudian dilakukan perebusan menggunakan panci selama 15 menit hingga PDA larut dan tercampur homogen. Selanjutnya PDA dituang ke dalam erlenmeyer, tutup erlenmeyer dengan kapas dan aluminium foil lalu diikat dengan karet gelang (Gambar 8) . Setelah itu disterilisasi di autoklaf selama 2 jam dengan suhu 121°C, setelah itu keluarkan PDA dari autoklaf lalu didinginkan hingga hangat-hangat kuku kemudian dituang ke dalam cawan Petri untuk digunakan dalam peremajaan *C. militaris*



Gambar 8. Pembuatan PDA (Sumber : Pribadi)

3.5.2 Pengadaan *C. militaris*

Proses pencarian dilakukan di area kebun induk PPKS yang berlokasi di kebun Bah Jambi dengan kondisi lingkungan yang mendukung pertumbuhan

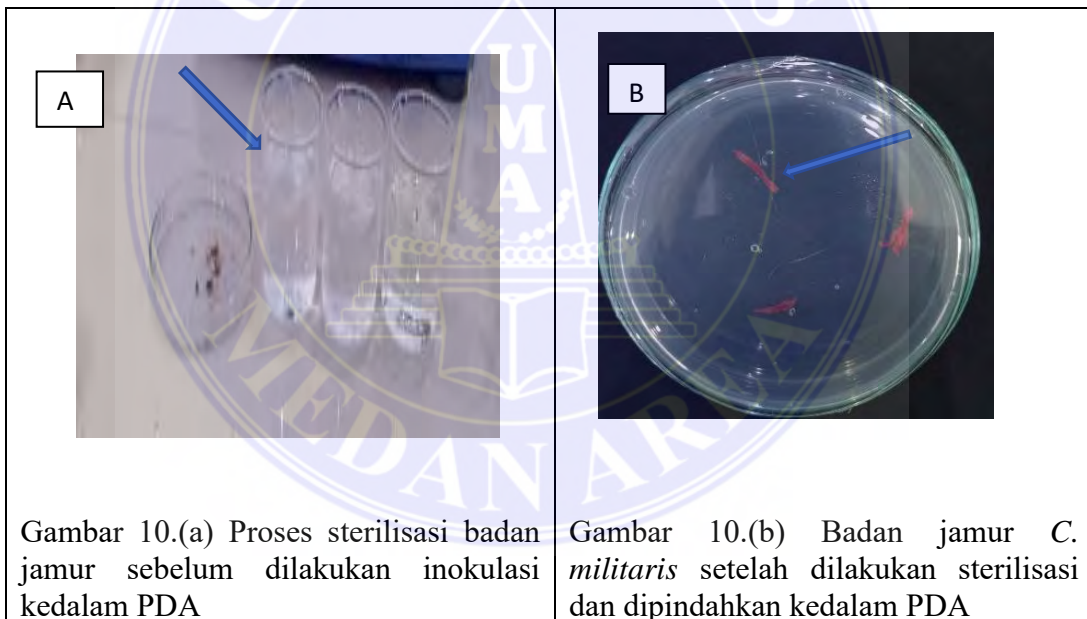
jamur ini. *C. militaris* umumnya ditemukan dengan suhu dan kelembapan tertentu. Oleh karena itu, survei awal dilakukan untuk menentukan lokasi-lokasi potensial. Setelah lokasi ditentukan, mulai melakukan eksplorasi di lapangan. Proses ini membutuhkan ketelitian dan kehati-hatian karena *C. militaris* memiliki bentuk yang menyerupai batang kecil dengan warna oranye khas. Selain itu, jamur ini sering kali tumbuh di permukaan tanah yang berada pada gawangan mati tempat pembuangan pelepah kelapa sawit dan piringan kelapa sawit. Oleh karena itu, metode pencarian dilakukan secara manual dengan pengamatan teliti (Gambar 9). Selama pengumpulan, menggunakan peralatan khusus seperti pisau kecil dan pinset agar tidak merusak struktur jamur. Setiap spesimen yang ditemukan kemudian ditempatkan dalam wadah khusus untuk menjaga keseegarannya. Setelah proses pengumpulan selesai, tahap selanjutnya adalah penyortiran dan pembersihan. Jamur yang masih tercampur dengan tanah atau sisa-sisa inang harus dibersihkan menggunakan pinset dan hand sprayer yang didalamnya terdapat air aquadest. Proses ini dilakukan dengan hati-hati agar tidak merusak struktur jamur, terutama bagian kepala dan batang jamur.



Gambar 9.(a) Pengambilan *C. militaris* di lapangan yang berada di gawangan mati. .(b) Hasil pengumpulan *C. militaris* yang didapat dari lapangan

3.5.3 Perbanyakkan *C. militaris*

C. militaris yang diperoleh dari pupa ulat api yang terinfeksi di lapangan. Selanjutnya badan jamur di ambil dari atas dengan diameter 1-2 cm selanjutnya dilakukan sterilisasi dengan menggunakan proclyn 5% yang dicampur dengan aquadest dengan perbandingan 1:9. Pencucian pertama menggunakan proclyn yang dicampur aquadest lalu pencucian kedua menggunakan alcohol 70% dan yang terakhir menggunakan aquadest dan di kering anginkan selama 5 menit. Badan jamur yang sudah di sterilkan selanjutnya dilakukan inokulasi kedalam PDA yang dilakukan didalam LAFC (Laminar Air Flow Cabinet) dan diinkubasi selama 21 hari hingga miselium memenuhi petri.



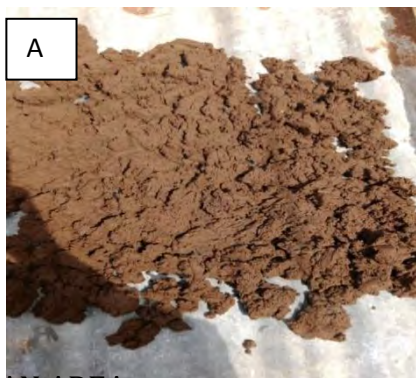
3.5.3 Pembuatan Media Perbanyakkan Pertumbuhan *C. militaris*

Cendawan *C. militaris* akan dibiakan pada media perbanyakkan. Media yang digunakan yakni media solid, fiber, dan menir beras. Masing-masing media di letakan ke dalam botol selai kaca 120 ml dan masing-masing botol di isi sebanyak 1/3 volume untuk digunakan dalam percobaan.

1) Pembuatan Media Solid

Media padat (solid) yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari limbah padat hasil pengolahan pabrik kelapa sawit. Limbah ini dikenal dengan istilah *decanter solid*, yaitu residu padat yang dihasilkan dari proses pemisahan minyak, air, dan padatan pada unit *decanter centrifuge*. Pada tahap tersebut, minyak sawit mentah (CPO) dipisahkan dari serat dan padatan halus. Hasil samping berupa padatan inilah yang disebut solid. Pengumpulan solid dilakukan langsung di pabrik kelapa sawit dengan cara mengambil limbah padat dari aliran keluaran mesin decanter. Bahan ini kemudian dikumpulkan dalam wadah bersih untuk menghindari kontaminasi. Solid yang diperoleh umumnya berwarna cokelat kehitaman, bertekstur lembek hingga agak menggumpal, serta masih mengandung sisa minyak dalam jumlah tertentu.

Pembuatan media solid diawali dengan mengambil solid langsung dari pabrik kelapa sawit lalu dengan menjemur solid di bawah sinar matahari selama 2 hari, setelah sedikit kurang kadar air dari solid selanjutnya menimbang media sebanyak $\frac{1}{3}$ volume botol selai kaca atau seberat 50 gr. Kemudian media disterilkan menggunakan autoklaf dengan suhu 121°C selama 2 jam. Lalu ditunggu selama 1 malam hingga media menjadi dingin sebelum dimasukan *cordyceps* di dalamnya.

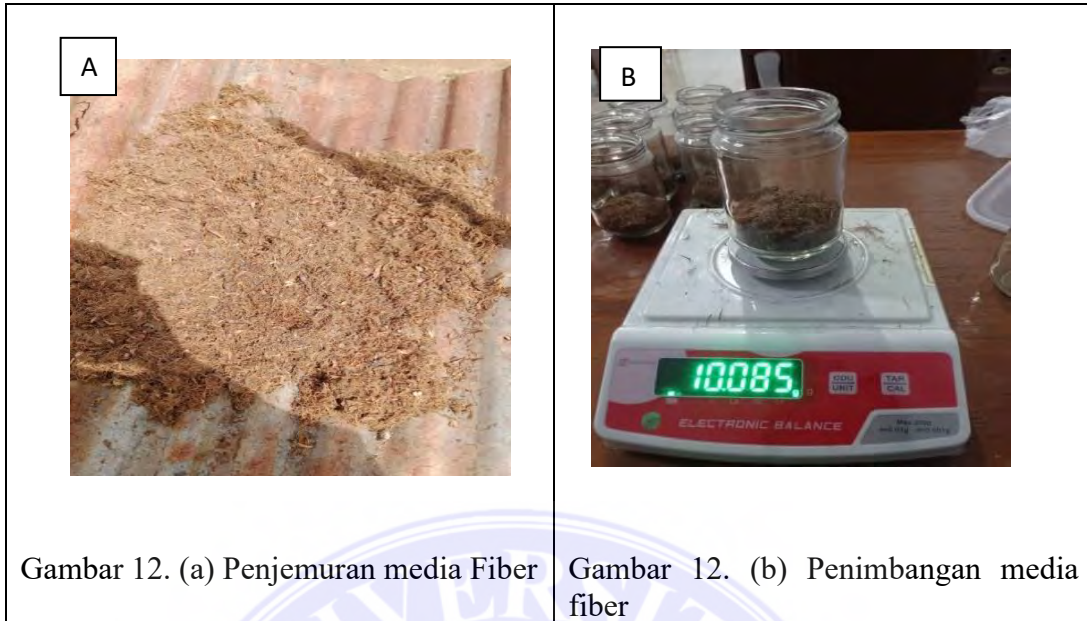


Gambar 11.(a) Penjemuran media solid Gambar 11.(b)) Penimbangan media solid

2) Pembuatan Media Fiber

Media fiber yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari limbah padat pabrik kelapa sawit, khususnya bagian fiber (serat). Limbah fiber merupakan hasil samping dari proses pengolahan buah kelapa sawit pada tahapan pengepresan (*pressing*). Pada tahap ini, tandan buah segar (TBS) yang sudah direbus diperas untuk diambil minyak mentah sawit (CPO). Sisa dari proses pengepresan tersebut terbagi menjadi dua fraksi utama, yaitu cangkang dan fiber (serat buah sawit). Fiber sawit yang terkumpul memiliki karakteristik berupa serat kasar berwarna coklat kehitaman dan masih mengandung sisa minyak dalam jumlah kecil. Serat ini umumnya digunakan sebagai bahan bakar boiler di pabrik kelapa sawit, namun pada penelitian ini dimanfaatkan sebagai bahan dasar pembuatan media pertumbuhan cendawan.

Pembuatan media fiber diawali dengan menjemur di bawah sinar matahari selama 1 hari, setelah dijemur fiber diblender supaya sedikit lebih halus, selanjutnya menimbang media fiber sebanyak 1/3 volume botol selai kaca atau seberat 10 gr. Kemudian media disterilkan menggunakan autoklaf dengan suhu 121°C selama 2 jam. Lalu ditunggu selama 1 malam hingga media menjadi dingin sebelum dimasukan *cordyceps* di dalamnya.



3) Pembuatan Media Menir Beras

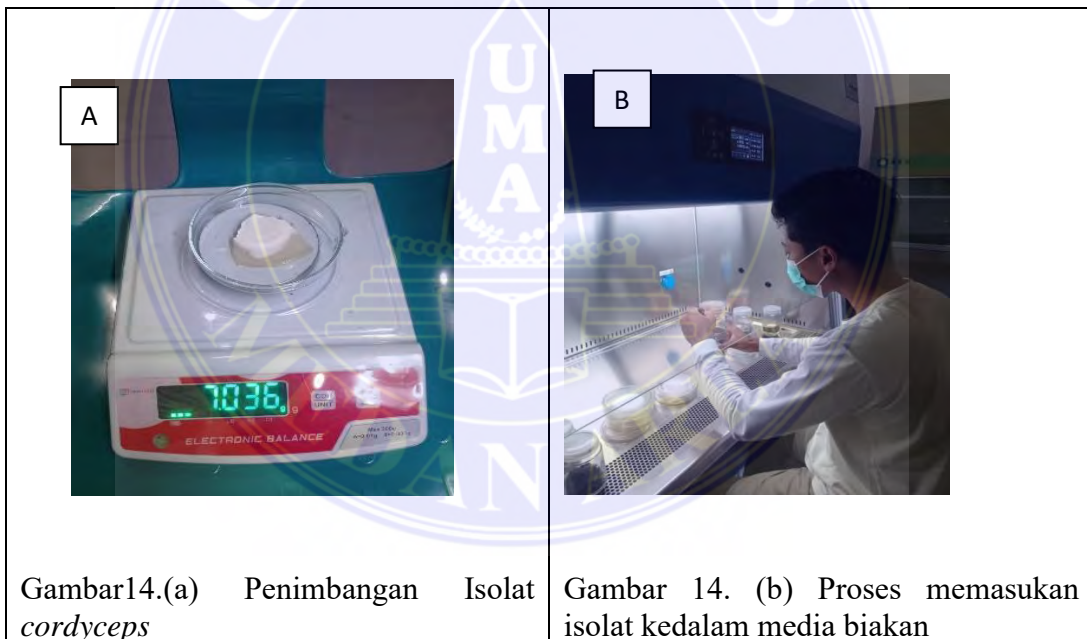
Pembuatan media di awali dengan mengukus 450gr menir beras kedalam dandang selama 25 menit menggunakan plastic tahan panas, selanjutnya menimbang media sebanyak 1/3 volume botol selai kaca atau seberat 55 gr (Gambar 13). Kemudian media disterilkan menggunakan autoklaf dengan suhu 121°C selama 2 jam. Lalu ditunggu selama 1 malam hingga media menjadi dingin sebelum dimasukan cordyceps di dalamnya.



Gambar 13. Penimbangan media menir beras dan selanjutnya dilakukan sterilisasi didalam autoklaf dengan suhu 121° selama 2 jam (Sumber : Pribadi)

3.5.4 Inokulasi *C. militaris* pada masing-masing media perbanyakan

Inokulasi *C. militaris* dilakukan secara aseptik di ruang isolasi menggunakan LAFC (Laminar Air Flow Cabinet). Isolat yang dipakai dalam media biakan menir beras dan solid ialah *cordyceps* murni yang berwarna putih. Selanjutnya isolat *C. militaris* dipotong menggunakan jarum ose dan diambil menggunakan spatula lab untuk dilakukan penimbangan menggunakan timbangan analitik sebanyak 7 gr dalam setiap ulangan. Penutup botol selai kaca dibuka, lalu potongan isolat diambil menggunakan spatula lab kemudian dimasukkan ke dalam masing-masing media perbanyakan. Penutup ditutup kembali menggunakan *plastic wrapping* lalu diinkubasi selama 21 hari.





Gambar 14. (c) *Cordyceps* murni berwarna putih dan kuning pada media PDA

Gambar 14. (a) Penimbangan *cordyceps*, (b) Proses inokulasi *cordyceps*, (c) *Cordyceps* murni pada media PDA (Sumber : Pribadi)

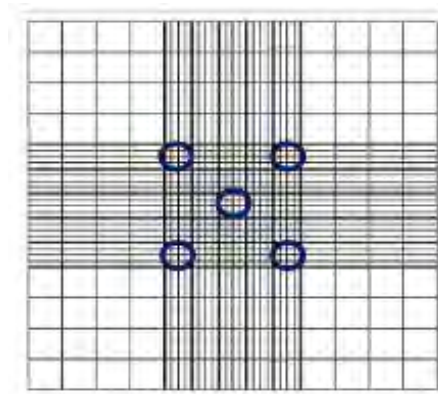
3.6 Parameter Pengamat

3.6.1 Morfologi Cendawan

Pengamatan morfologi cendawan dilakukan dengan mengamati bentuk morfologi spora *Cordyceps militaris* secara mikroskopis. Pengamatan secara mikroskopis yaitu dengan mengamati tipe spora yang dihasilkan dengan mikroskop perbesaran 400x.

3.6.2 Kerapatan Konidia

Penghitungan kerapatan konidia dilakukan dengan menyiapkan hemasitometer dan mengambil 0,2 ml isolat uji dengan menggunakan mikropipet 1 ml. Suspensi konidia dimasukkan pada bidang hitung dengan mikropipet melalui kedua kanal pada sisi atas dan bawah, sehingga bidang hitung terpenuhi suspensi secara kapiler dan mendiampkannya selama 1 menit agar posisi stabil. Kemudian dihitung jumlah konidia yang terletak pada garis batas kotak hitung (a+b+c+d+e) dengan mikroskop perbesaran 400x. Penghitungan kerapatan konidia dihitung dengan menggunakan rumus (Gabriel dan Riyanto, 1989):



Gambar 15. Bidang Hitung Penghitungan Spora pada Haemocytometer

(Sumber : Utami et al., 2018)

Penghitungan kerapatan spora dihitung dengan menggunakan rumus (Gabriel dan Riyanto, 1989):

$$J = \frac{t \times d}{0,25 \cdot 10^{-4} \times 0,1 \times n} 10^2$$

Keterangan:

J = Jumlah konidia (konidia/ml air)

t = Jumlah konidia dalam semua kotak kecil bujur sangkar yang dihitung.

n = Jumlah kotak bujur sangkar yang dihitung (n = 80)

d = Faktor pengencer bila harus diencerkan (d = 10)

3.6.3 Viabilitas Konidia

Viabilitas konidia ditentukan dengan cara suspensi konidia di inkubasi selama 24 jam. Setelah itu satu tetes suspensi tersebut diteteskan pada kaca preparat dan ditutup dengan gelas penutup, lalu dihitung jumlah konidia yang berkecambah dan tidak berkecambah pada bidang pandang dibawah mikroskop dengan pembesaran 400 kali. Perhitungan viabilitas konidia dilakukan setelah di

inkubasi selama 24 jam. Viabilitas konidia dihitung dengan menggunakan rumus (Gabriel dan Riyanto, 1989):

$$V = \frac{g}{g+u} \times 100\%$$

Keterangan :

V = Perkecambahan konidia (viabilitas)

g = Jumlah spora yang berkecambah

u = Jumlah spora yang tidak berkecambah

3.6.4 Penyusutan Berat Media

Penimbangan berat basah dilakukan pada awal ketika memulai, dengan mengambil beberapa sample lalu ditimbang. Berat basah yakni merupakan total penimbangan sample. Penimbangan berat basah dengan menggunakan neraca analitis. Penimbangan berat kering setelah penimbangan berat basah dilakukan, kemudian dikeringkan. Penimbangan berat kering yakni bahannya sesuai dengan pengukuran berat basah. Perhitungan berat basah dan kering dihitung dengan rumus :

$$Kadar\ air\ (\%) = \frac{Berat\ Basah - Berat\ Kering}{Berat\ Basah} \times 100\%$$

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. *Cordyceps militaris* yang ditumbuhkan dalam media solid dan media fiber limbah pabrik kelapa sawit secara makroskopis mempunyai warna yang sama dengan yang berada pada media PDA dan secara mikroskopis mempunyai ciri spora yang sama dengan *Cordyceps militaris* pada umumnya yaitu berbentuk elips hingga subbulat.
2. *Cordyceps militaris* dapat ditumbuhkan pada media solid limbah kelapa sawit sehingga solid limbah kelapa sawit dapat digunakan sebagai media pengganti yang biasa digunakan dalam perbanyakan *Cordyceps militaris* pada umumnya.

5.2 Saran

1. Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan, disarankan untuk pemilihan media. Media beras (N1) direkomendasikan untuk produksi spora *Cordyceps militaris*, karena mendukung kerapatan spora tinggi, meskipun penyusutan beratnya lebih besar. Media solid (N2) juga dapat digunakan, karena memiliki viabilitas spora tertinggi (54,4%) dan penyusutan lebih rendah dibandingkan media beras. Sedangkan untuk Media fiber (N3) tidak direkomendasikan karena tidak mendukung pertumbuhan maupun viabilitas spora *Cordyceps militaris*.

2. Berdasarkan dari penelitian yang sudah dilakukan, disarankan untuk melakukan penelitian lebih mendalam terkait komposisi nutrisi dalam media untuk memahami faktor-faktor yang mendukung atau menghambat pertumbuhan *Cordyceps militaris*.



DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, N.A. 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. Fakultas Agroteknologi, Universitas Prima Indonesia.
- Ahmad, R. Z. 2009. Cemaran Kapang pada Pakan dan Pengendaliannya. *Jurnal Litbang Pertanian*. 28(1): 18.
- Ahmad, R. Z. 2009. Cemaran Kapang pada Pakan dan Pengendaliannya. *Jurnal Litbang Pertanian*. 28(1): 18.
- Akhadiarto, S. (2018). Peningkatan Nilai Nutrisi Limbah Lumpur Minyak Sawit Sebagai Pakan Ternak. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, 6(2). <https://doi.org/10.29122/jrl.v6i2.1929>.
- Anis T. M. 2018. Efek Pemberian Decanter Solid Terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) dengan Media Tanah Bekas Lahan Tambang Batubara di Pembibitan Utama.
- Apriyanto, E; Wahyu, H, & Sudjarmiko S, 2019a. The Growth of Nyamplung (*Calophyllum inophyllum*) with Different Planting Techniques Using Oil Palm Fruits Mesocarp Fibers Waste In Sandy Soil. *Prosiding International Conference on Agriculture (ICA-2019) "Reshaping Agriculture in Disruption Era"*. 9st December 2019. Universitas Pembangunan Surabaya Pembangunan Nasional "Veteraan" Surabaya, Jawa Timur, Indonesia. 78-
- Apriyanto. E, Sudjarmiko S, Susatya A, Putranto B A N and Aulia E 2018a. The potency of oil palm fruit fiber as growth media for ketapang (*Terminalia catappa*) seedling. *International Journal of Agriculture, Forestry and Plantation*, Vol 7 Dec pp 73-78
- Cahyo., A.N, 2007. Pengaruh Penambahan Tepung Beras Dan Tepung Terigu Pada Media Jagung Giling Terhadap Peningkatan Jumlah Spora Jamur *Metarhizium anisopliae*. Skripsi, Jurusan Agronomi Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.
- Chang JC, Wu SS, Liu YC, Yang YH, Chen YS, Liu BL, Yang YH, Tsai YF, Li YH, Tseng CT, Tang LC, Nai YS. 2021. Construction and selection of an entomopathogenic fungal library from soil samples for controlling *Spodoptera litura*. *Front. Sustain. Food Syst.* 5: 596316. doi: 10.3389/fsufs.2021.596316
- Corley, R. H. V. and P. B. Tinker. 2016. *The Oil Palm*. 5 Ed. United Kingdom. Wiley Blackwell..
- Effendy, T. A., et al. "Jamur entomopatogen asal tanah lebak di Sumatera Selatan dan potensinya sebagai agensia hayati walang sangit (*Leptocoris*)

- oratorius (F.)." *Jurnal Hama Dan Penyakit Tumbuhan Tropika* 10.2 (2010): 154-161.
- Falahudin, I. 2012. Peranan Semut Rangrang (*Oecophylla smaragdina*) dalam Pengendalian Biologis pada Perkebunan Kelapa Sawit. Program Studi Tadris Biologi Fakultas Tarbiyah IAIN Raden Fatah Palembang. 1 (2). 2604-2618.
- Fathullah, Millah Z, Hastuti D. 2012. Virulensi jamur entomopatogen *Cordyceps militaris* dari berbagai media tumbuh terhadap larva *Tirathaba rufivena*. *Jur Agroekotek*. 4(1) : 22-31
- Gabriel, B dan P. Riyatnoo. 1989. *Metharizium anisopliae* (Meetsch) Sor. Taksonomi, Patologi, Produksi dan Aplikasinya. Proyek Pengembangan Perlindungan Tanaman Perkebunan. Departemen Pertanian. Jakarta
- Ginting LA, Oemry S, Lubis L. 2015. Uji patogenitas jamur *Cordyceps militaris* L. terhadap ulat api (*Setothosea asigna* E.) (Lepidoptera : Limacodidae) di rumah kaca. *Jurnal Online Agroekoteknologi*. ISSN No. 2337- 6597 Vol.3, No.2 : 785 - 789.
- Hari, P., Pradana, M. G., & Susanto, A. (2020). Kemunculan kembali ulat api *Narosa rosipuncta* Holloway (Lepidoptera: Limacodidae) dan pengendaliannya di perkebunan kelapa sawit Sumatera Utara. *Warta PPKS*. 2(2), 86–91.
- Harmileni., W. Kevin., P. Bayu., H. Sri dan F. Edy. 2019. Uji Efektivitas Daun Lamtoro (*Leucaena leucocephala* Lam.) sebagai Biopestisida dalam Pengendalian Hama Ulat Api (*Setothosea asigna* V. Eecke). Seminar Nasional Teknologi Komputer dan Sains (SAINTEKS). 1 (2). 177-181. ISBN: 978-602-52720-1-1.
- Hartanto, T. 2010. Efektivitas jamur *beauvaria bassiana* dalam mengendalikan uret J. *Agrotek. Trop*. 5 (2): 77-83 (2016)
- Hasibuan, M.R. 2016. Kajian Biaya Pengendalian Hama Ulat Api (*Setothosea asigna*) dengan Metode Fogging di Afdeling VI Kebun Bah Jambi PT. Perkebunan Nusantara IV. Tugas Akhir. Sekolah Tinggi Ilmu Pertanian Agrobisnis Perkebunan, Medan.
- Herdatiarni, Fadhila, Toto Himawan, and Rina Rachmawati. "Eksplorasi cendawan entomopatogen *Beauveria* sp. menggunakan serangga umpan pada komoditas jagung, tomat dan wortel organik di Batu, Malang." *Jurnal HPT (Hama Penyakit Tumbuhan)* 2.1 (2014): 130-140.
- Hidayah A., Harijani W, Widajati W, Ernawati D. 2019. Potensi jamur entomopatogen *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria*
- Holliday, J. (2005). Medicinal value of the caterpillar fungi species of the genus *Cordyceps* (Fr.) Link (Ascomycetes). A review. *International journal of medicinal mushrooms*, 10(3).

- I Gede Andri Wijaya, Jonatan Ginting*, Haryati (2015). Respons Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di Pre Nursery terhadap Pemberian Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit dan Pupuk NPKMg (15:15:6:4). Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, USU, Medan 20155 Jurnal Online Agroekoteknologi . ISSN No. 2337- 6597 Vol.3, No.1 : 400 - 415 Desember 2015.
- Iswanto, A. H., & Siswanto, D. (2018). Pengendalian Hayati *Setothosea asigna* (Walker) (Lepidoptera: Limacodidae) oleh Jamur Entomopatogen *Metarrhizium anisopliae*. Jurnal Keanekaragaman Hayati, 19(2), 676–683.
- Kamal, N. 2014. Karakterisasi dan potensi pemanfaatan limbah sawit. lib.itenas.ac.id/kti/wpcontent/uploads/2014/04/JURNALNetty-Kamal-ED-15.pdf
- Kalshoven, L. G. E. (1981). The Pests of Crops in Indonesia. Ichtar Baru.
- Khastini RO, Wahyuni I. 2017. Eksplorasi keragaman fungi entomopatogen di Desa Cikeusik-Baduy Dalam, Banten. Jurnal Scientium 6(1): 1–10.
- Khairunnisa, K., Martina, A., & Titrawani, T. (2014). Uji Efektivitas Jamur *Metarrhizium anisopliae* Cps. ta Isolat Lokal Terhadap Hama Rayap (*Coptotermes Curvignathus*) (Doctoral Dissertation, Riau University)
- Kuswardani, R. A. (2013). Pengembangan Teknik Konservasi dan Pemberdayaan Parasitoid *Chatexorista* sp (Diptera) dan *Trychogramma* sp (hymenoptera) Sebagai Agens Pengendali Hama Ulat Pemakan Daun Dalam Rangka Pengelolaan Perkebunan Kelapa Sawit Ramah Lingkungan.
- Kuswardani, R. A., & Indrawati, A. (2011). Uji Patogenitas *Beauveria bassiana*, *Metarrhizium anisopliae*, *Bacillus thuringiensis* Terhadap Larva *Setothosea asigna* dan Larva *Oryctes rhinoceros* (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Kuswardani, R. A., & Parinduri, S. (2009). Keanekaragaman Predator Parasut Patogen dan Ptensinya: Landasan Empiris Bagi Penyusunan Program Pengendalian Hayati Ulat Api di Perkebunan Kelapa Sawit.
- Kuswardani, R. A., & Vajri, I. Y. (2025, March). The endophytic fungi of palm oil from north Sumatera (Indonesia) and their potential as entomopathogens. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 1469, No. 1, p. 012023). IOP Publishing. Koswara, S. 2009. Teknologi Pengolahan Jagung (Teori dan Praktek). <http://tekpan.unimus.ac.id>. Diakses pada tanggal 16 Januari 2015.
- La Ode S, Faturrahman dan Sri Y. C. 2019. Potensi Limbah Padat Kelapa Sawit Sebagai Antibrowning dan Repellent *Aedes Aegypti*. Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia (JIPI), April 2019 ISSN 0853-4217.
- Manurung, S., A.S. Dina dan K.S. Andan. 2020. Efektivitas Kombinasi Cendawan *Beauveria bassiana* dan *Nomuraea rileyi* terhadap Tingkat Mortalitas Hama Ulat Api Jenis *Setothosea asigna*. J. Agrium. 17 (2). 118-126. E-ISSN2655-1837. Muliani, S., R. Andi dan J.S. Hendra. 2017. Tingkat

- Serangan Beberapa Jenis Hama pada Pertanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di PT. Widya Unggul Lestari, Kabupaten Mamuju. *J. Agroplantae*. 6 (1). 29–33.
- Marthen L, Marie N dan Fenny R. W. 2015. Peningkatan Nilai Nutrien (Protein Kasar dan Serat Kasar) Limbah Solid Kelapa Sawit Terfermentasi dengan *Trichoderma Reesei*. *Jurnal LPPM Bidang Sains dan Teknologi* Vol. 2 No. 1 Mei 2015. Fakultas Peternakan Unsrat Manado
- Mula, A., Simbolon, J., Irni, J., & Pratomo, B. (2020). Preferensi Pakan Larva Ulat Api (*Setothosea asigna*) Terhadap Daun Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Jurnal Agrinum*. 23(1), 1-7.
- Nasution, N. A., Ristamaya, W., & Pranata, A. (2020). Smart-Healthcare dalam diagnosis Bug and Infection *Elaeis Guineensis* menggunakan pendekatan P (A | B) berbasis Metode Teorema Bayes. *Cyber Tech*. 10(10), 1-11.
- Ngapiyatun, S., N. Hidayat dan F. Mulyadi. 2017. Pengendalian Palatabilitas Ulat Api pada Tanaman Kelapa Sawit dengan Aplikasi Beberapa Pestisida Nabati di Laboratorium. *J. Hutan Tropis*. 5 (2). 166-173. E-ISSN 2337-7992
- Ningtyas, V.A., dan Lia, Y.A. (2010). Pemanfaatan Tandan Kosong Kelapa Sawit Sisa Media Jamur Merang (*Vorvariella volvacea*) sebagai Pupuk Organik dengan Penambahan Aktivator Effect Microorganism EM-4. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.
- Pahan, I. 2006. Panduan Kelapa Sawit. Manajemen Agribisnis dari Hulu hingga Hilir. Penebar Swadaya, Jakarta
- Permadi MA, Lubis RA, Siregar IK. 2019. Studi keragaman cendawan entomopatogen dari berbagai rizosfer tanaman hortikultura di Kota Padangsidimpuan. *Jurnal Penelitian dan Pembelajaran MIPA* 4(1): 1-9
- Prasetyo, R. I. E. 2020. Efektivitas Ekstrak Buah Sirih Hutan (*Piper aduncum* L.) terhadap Mortalitas Hama Ulat Api (*Setothosea asigna* Van Eecke) pada Kelapa Sawit. Skripsi. Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau Pekanbaru.
- Pratiwi, E. S., Darma, I. D. S., & Utami, S. R. (2019). Residu pestisida pada tanah dan air di sawah, irigasi, dan daerah tangkapan air di Kabupaten Gianyar, Bali, Indonesia. *Seri Konferensi IOP: Ilmu Bumi Dan Lingkungan*.
- Prayogo, Yusmani. "Sebaran dan efikasi berbagai genus cendawan entomopatogen terhadap Riptortus linearis pada kedelai di Lampung dan Sumatra Selatan." *Jurnal Hama Dan Penyakit Tumbuhan Tropika* 6.1 (2006): 14-22.
- Priwiratama, H., Rozziasha, T. A. P., Susanto, A., & Prasetyo, A. E. (2019). Effect of bagworm *Pteroma pendula* Joannis attack on the decrease in oil palm productivity. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika*, 19(2), 101-108.

- Priwiratama H, Susanto A. 2014. Utilization of fungi for the biological control of insect pests and ganoderma disease in the Indonesian oil palm industry. *AgrSciTechA*. 4(2014):103–111
- Priyatno TP, Samudrai IM, Manzila I, Susilowati DN, Suryadi Y. 2016. Eksplorasi dan Karakterisasi entomopatogen asal berbagai inang dan lokasi. *Jurnal Ilmu-ilmu Hayati* 15(1): 69-79
- Purba, R.Y., A. Susanto dan Sudharto P., 2005. Hama-Hama pada Kelapa Sawit. Buku 1. Serangga Hama pada Kelapa Sawit. Pusat Penelitian Kelapa Sawit. Medan. 29 h.
- Ramadani F, Salbiah D, dan Sutikno A. 2016. Uji Beberapa Dosis Cendawan Entomopatogen *Cordyceps* sp. Lokal Pada Media Bekatul Padi Terhadap Larva *Oryctes rhinoceros* L. Di Laboratorium. *JOM Faperta*. 3 (2): 1-9.
- Rohman, F. L., T. B. Saputro dan Y. Prayogo. 2017. Pengaruh Penambahan Senyawa Berbasis Kitin terhadap Pertumbuhan Cendawan Entomopatogen *Beauveria bassiana*. *Jurnal Sains dan Seni ITS*. 6 (2): 13-16. ISSN : 2337-3520
- Reddy GVP, Antwi FB, Shrestha G, Kuriwada T. 2016. Evaluation of toxicity of biorational insecticides against larvae of the Alfalfa weevil. *Toxicology Reports* 3: 473–480
- Rosdiana, Apriyanto. E., Putri. S., dan Nur.W. 2020. Rekayasa Media Tanam Berbasis Limbah Serat Buah Sawit Untuk Pertumbuhan Tanaman Selada (*Lactuca Sativa* L). *Jurnal Agrosains dan Teknologi*, 5 (2): 65-76
- Rosmayuningsih A, Rahardjo BT, Rachmawati R. 2014. Patogenesis jamur *Metarhizium anisopliae* terhadap hama kepinding tanah (*Stibaropus molginus*) (Hemiptera: Cydnidae) dari beberapa formulasi. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan* 2(2): 28–37
- Schgal, A.K., dan A. Sagar. 2006. In vitro isolation and influence of nutritional conditions on the mycelial growth of the entomopathogenic and medicinal fungus *Cordyceps militaris*. *Plant Pathology Journal* 5(3). 315-351.
- Sembel, D.T. 2010. Pengendalian Hayati Hama-Hama Serangga Tropis dan Gulma. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Sijid STA. 2018. Cendawan Entomopatogen Sebagai Bioinsektisida Terhadap Serangga Perusak Tanaman. Prosiding Seminar Nasional Megabiodeversitas Indonesia. Universitas Islam Negeri Alaudin Makassar, Gowa, 9 April 2018 [Indonesian] Triasih U, Agustina D, Agustina D.
- Sopialena., 2018. Pengendalian Hayati dengan Memberdayakan Potensi Mikroba ISBN: 978-602-6834- XX-X © 2018. Mulawarman University Press.
- Sung G.-H., Shrestha B., Han S.-K., Kim S.-Y., Sung J.-M. (2010). Pertumbuhan dan karakteristik kultur *Cordyceps cardinalis* yang dikumpulkan dari Korea . *Mycobiology* 38 , 274–281. doi: 10.4489/MYCO/2010.38.4.274.

- Susanto. 2010. Pengurangan populasi larva *Oryctes rhinoceros* pada sistem lubang tanam besar. *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit*. 14 (1): 2-3.
- Sutikno. 2009. Fermentasi Tempe. <http://sutikno.blog.ums.ac.id>. Diakses pada tanggal 16 Januari 2015.
- Tampubolon, B. 2019. Uji Efektivitas Beberapa Entomo Patogen untuk Mengendalikan Hama Ulat Api (*Setothosea asigna*) pada Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Medan.
- Tuli HS, Sharma AK, Sandhu SS, Kashyap D. (2013). Cordycepin: metabolit bioaktif dengan potensi terapeutik. *Life Sci*. 93 , 863–869. doi: 10.1016/j.lfs.2013.09.030.
- Untung K. 2006. Pengantar Pengelolaan Hama Terpadu (Edisi Kedua). Yogyakarta (ID): UGM Gadjah Mada University Press.
- Wahyudi, P. 2008. Enkapsulasi Propagul Jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana* Menggunakan Alginat dan Pati Jagung sebagai Produk Mikoinspektisida. *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia* 6(2): 51-56.
- Waluyo, Djamhari S. 2011. Sifat Kimia Tanah Dan Kesesuaian Lahan Pada Masing-Masing Tipologi Lahan Rawa Lebak Untuk Budidaya Tanaman Padi, Kasus di Desa Tanjung Elai, Ogan Komering Ilir. *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia*. 13(3):204–209.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Kerapatan Spora *Cordyceps militaris*

Perlakuan	Ulangan								Total	Rata-rata
	1	2	3	4	5	6	7	8		
N1	35,4	23,9	34	67,1	38	22,4	40,3	33,4	261,1	36,8
N2	21,4	38,9	36,3	36,6	44,5	31	31,2	47,9	239,9	36,0
N3	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	0
Total	56,8	62,8	70,3	103,7	82,5	53,4	71,5	81,3	501,0	

Lampiran 2. Data Sidik Ragam Kerapatan Spora *Cordyceps militaris*

Anova							
Sk	Db	Jk	Kt	F hitung	F 5%	F 1%	Ket
Perlakuan	2	5257,278	2628,639	7,572*	3,467	5,780	*
Galat	21	7290,058	347,146				
Total	23	12547,335					

Keterangan :

tn = (tidak nyata)

* = (nyata)

** = (sangat nyata)

Lampiran 3. Data Viabilitas Spora *Cordyceps militaris*

Perlakuan	Ulangan								Total	Rata-rata
	1	2	3	4	5	6	7	8		
N1	52,4	46,7	53,3	49,4	52	53,7	51,9	52	411,4	51,4
N2	51,6	57,8	52,7	55,4	50,9	50,7	56,4	60	435,5	54,4
N3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	104	104,5	106	104,8	102,9	104,4	108,3	112	846,9	

Lampiran 4. Data sidik Ragam Viabilitas Spora *Cordyceps militaris*

ANOVA							
Sk	Db	Jk	Kt	F hitung	F 5%	F 1%	Ket
Perlakuan	2	14978,79	7489,396	1294,104**	3,467	5,780	**
Galat	21	121,5338	5,787				
Total	23	15100,33					

Keterangan :

tn = (tidak nyata)

* = (nyata)

** = (sangat nyata)

Lampiran 5. Data Penyusutan Berat Media Cordyceps militaris

Perlakuan	ULANGAN								Total	Rata-rata
	1	2	3	4	5	6	7	8		
N1	6,71	8,3	6,36	9,72	6,71	8,42	8,07	8,42	62,71	7,84
N2	3,27	2,83	2,87	3,24	2,5	4,02	2,81	3,99	25,53	3,19
N3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	9,98	11,13	9,23	12,96	9,21	12,44	10,88	12,41	88,24	

Lampiran 6. Data Sidik Ragam Penyusutan Berat Media Cordyceps militaris

ANOVA								
SK	Db	Jk	Kt	F hitung	F 5%	F 1%	Ket	
Perlakuan	2	248,6115583	124,305779	228,8604**	3,4668	5,7804157	**	
Galat	21	11,406175	0,54315119					
Total	23							

Keterangan :

tn = (tidak nyata)

* = (nyata)

** = (sangat nyata)



UNIVERSITAS MEDAN AREA

FAKULTAS PERTANIAN

Kampus I : Jalan Kolam Nomor 1 Medan Estate ☎ (061) 7360168, Medan 20223
Kampus II : Jalan Setiabudi Nomor 79 / Jalan Sei Serayu Nomor 70 A ☎ (061) 42402994, Medan 20122
Website: www.uma.ac.id E-Mail: univ_medanarea@uma.ac.id

Nomor : 1975/FP.2/01.10/VIII/2024

Medan, 06 Agustus 2024

Lamp : -

Hal : Pengambilan Data/Riset

Kepada yth.

Kepala Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) Medan
Medan Maimun, Medan

di_

Tempat

Dengan hormat,

Dalam rangka penyelesaian studi dan penyusunan skripsi di Fakultas Pertanian Universitas Medan Area, maka bersama ini kami mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk dapat memberikan izin dan kesempatan kepada mahasiswa kami atas nama:

Nama : Arif Kurniawan
NIM : 208210003
Program Studi : Agroteknologi

Untuk melaksanakan Penelitian dan atau Pengambilan Data di Kelti Proteksi Tanaman, Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) Marihat, Pematang Siantar, Sumatera Utara untuk kepentingan skripsi berjudul **"Daya Pertumbuhan Cordyceps sp. Pada Media Solid dan Media Fiber Limbah Pabrik Kelapa Sawit"**

Penelitian dan atau Pengambilan Data Riset ini dilaksanakan semata-mata untuk kepentingan kebutuhan akademik.

Demikian kami sampaikan, atas perhatian dan bantuan Bapak/Ibu diucapkan terima kasih.


Dr. Siswa Panjang Hernosa, SP, M.Si

Tembusan:





1. Ka. Prodi Agroteknologi
2. Mahasiswa ybs
3. Arsip


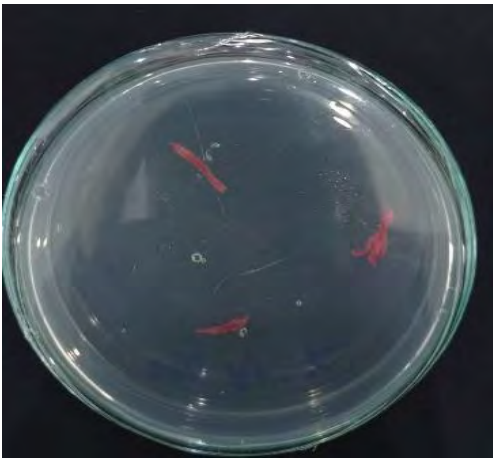

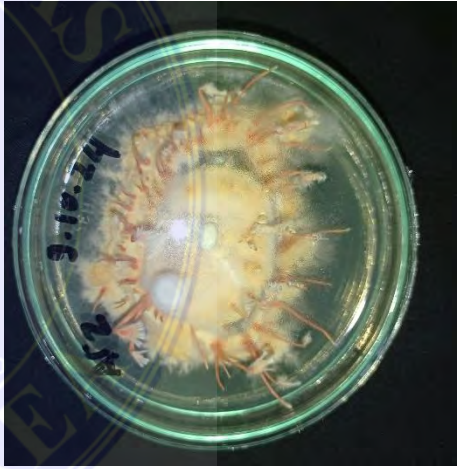
Lampiran 7. Surat Izin Riset



Lampiran 8. Surat Selesai Riset

DOKUMENTASI

	
<p>Pengambilan Cordyceps dilapangan</p>	<p>Cordyceps yang telah diambil dari lapangan</p>
	
<p>Pemanasan PDA sebelum di pindahkan ke cawan petri</p>	<p>Proses sterilisasi badan jamur Cordyceps yang sudah di potong untuk dilakukan inokulasi</p>

	
<p>Proses inokulasi Cordyceps di PDA pada ruangan laminar</p>	<p>Cordyceps yang sudah di inokulasi di PDA</p>
	
<p>Hasil pemurnian cordyceps yang di dapat dilapangan</p>	<p>Hasil pemurnian cordyceps yang di dapat dilapangan</p>



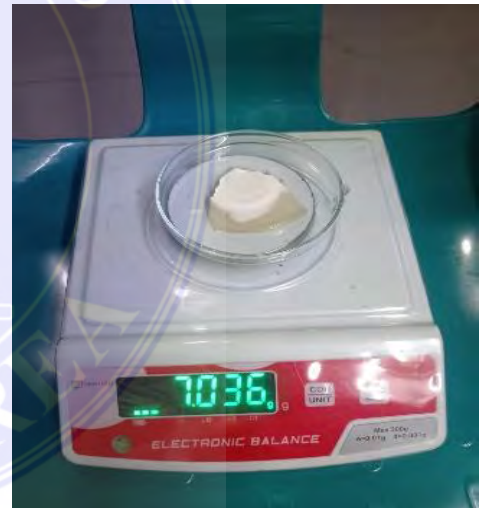
Penimbangan media menir beras sebelum dilakukan sterilisasi di autoklaf



Penimbangan media fiber sebelum dilakukan sterilisasi di autoklaf



Penimbangan media solid sebelum dilakukan sterilisasi di autoklaf



Penimbangan cordyceps sebelum dimasukkan ke dalam media biakan






Cordyceps yang sudah di inokulasikan kedalam media biakan solid



Cordyceps yang sudah di inokulasikan kedalam media biakan fiber

Cordyceps yang sudah di inokulasikan kedalam media biakan menir beras



<p>Cordyceps yang tumbuh pada media biakan solid dan menir beras</p>	<p>Sampel biakan cordyceps pada media solid yang akan di encerkan</p>
	
<p>Sampel biakan cordyceps pada media menir beras yang akan di encerkan</p>	<p>Sampel biakan yang sudah diencerkan dengan aquadest</p>
 <p>Alat hymasitometer</p>	