

**EKSPLORASI JAMUR ENTOMOPATOGEN
Metarhizium sp. PADA BEBERAPA TANAMAN
PERKEBUNAN**

S K R I P S I

Oleh :

DEBY ULFA SARI

NPM : 1404290120

Program Studi : AGROTEKNOLOGI



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2018**

**EKSPLORASI JAMUR ENTOMOPATOGEN
Metarhizium sp. PADA BEBERAPA TANAMAN
PERKEBUNAN**

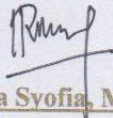
SKRIPSI

Oleh :

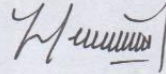
**DEBY ULFA SARI
1404290120
AGROTEKNOLOGI**

**Disusun Sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan Studi Strata 1 (S1)
pada Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara**

Komisi Pembimbing :



**Ir. Irna Syofia, M.P.
Ketua**



**Hilda Syafitri Darwis, S.P., M.P.
Anggota**

**Disahkan oleh :
Dekan**



Ir. Asritanarni Munar, M.P.

Tanggal Lulus: 19-10-2018

PERNYATAAN

Dengan ini saya :

Nama : DEBY ULFA SARI
NPM : 1404290149

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi dengan judul Eksplorasi Jamur Entomopatogen *Metarhizium* sp. Pada Beberapa Tanaman Perkebunan adalah berdasarkan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari saya sendiri. Jika terdapat karya orang lain, saya akan mencantumkan sumber yang jelas.

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

Medan, September 2018
Yang menyatakan



DEBY ULFA SARI

RINGKASAN

DEBY ULFA SARI, “Eksplorasi Jamur Entomopatogen *Metarhizium* sp. Pada Beberapa Tanaman Perkebunan” dengan ketua komisi pembimbing ibu Irna Syofia, M.P. dan anggota komisi pembimbing Ibu Hilda Syafitri Darwis, S.P., M.P.

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi jamur entomopatogen *Metarhizium* sp. pada beberapa tanaman perkebunan. Penelitian ini dilaksanakan di Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan, Medan Helvetia dari bulan Maret sampai September 2018. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Non Faktorial yang terdiri dari 7 perlakuan dan 3 ulangan yaitu : M₀: kontrol/ tanpa perlakuan, M₁: Isolat *Metarhizium* sp. kelapa Percut , M₂: Isolat *Metarhizium* sp. kelapa sawit Percut, M₃: Isolat *Metarhizium* sp. kelapa sawit Langkat, M₄: Isolat *Metarhizium* sp. kakao Langkat, M₅: *Metarhizium* sp. kelapa sawit Simalungun, M₆: Isolat *Metarhizium* sp. kopi Karo. Parameter yang digunakan adalah identifikasi *Metarhizium* sp., persentase mortalitas, waktu kematian, gejala kematian dan uji patogenisitas terhadap tanaman.

Hasil penelitian menunjukkan *Metarhizium* sp. efektif dalam menginfeksi serangga uji *Tenebrio molitor* sebesar 100%. Pengamatan makroskopis menunjukkan bahwa 6 isolat jamur *Metarhizium* sp. awal mula berwarna putih kemudian isolat berubah menjadi warna hijau gelap. Dan secara mikroskopis menunjukkan jamur *Metarhizium* sp. memiliki konidia berbentuk silinder atau lonjong seperti kapsul, bercabang dan berbentuk rantai, hialin dan bersel satu.

SUMARRY

Deby Ulfa Sari "Exploration of Entomopathogenic *Metarhizium* sp. For some plantation crops " with the chair of the maternal supervisory committee Irna Syofia, M.P. and member of the supervising commission Mrs. Hilda Syafitri Darwis, S.P., M.P

This study aims to uncover entomopathogenic fungi *Metarhizium* sp. on some plantation crops. This research was carried out at the Plantation Plant Seedling and Protection Center, Medan Helvetia from March to September 2018. M0: control / no treatment This study used a Completely Randomized Design Non-Factorial (CRD Non-Factorial), consisting of 7 treatments and 3 replications: M0: control / without treatment, M₁: Isolate *Metarhizium* sp. Percut coconut , M₂: Isolate *Metarhizium* sp. Percut Palm Oil, M₃: Isolate *Metarhizium* sp. Langkat Palm Oil M₄: Isolate *Metarhizium* sp. Langkat Cocoa, M₅: Isolate *Metarhizium* sp. Simalungun Palm Oil, M₆: Isolate *Metarhizium* sp. Karo Coffe. The parameters used were identification of *Metarhizium* sp., Percentage of mortality, time of death, symptoms of death and pathogenicity test for plants.

The results of the research show that *Metarhizium* sp. effective in infecting *Tenebrio molitor* test insects at 100%. Macroscopic observation showed that 6 *Metarhizium* sp. the beginning is white then the isolate turns to dark green. microscopically showed *Metarhizium* sp. have conidia cylindrical or oval shaped like capsules, branching and chain-shaped, hyaline and single-celled.

RIWAYAT HIDUP

Deby Ulfa Sari, lahir pada tanggal 25 Desember 1994 di medan. Putra dari Ayahanda Wagito dan Ibunda Sartina yang merupakan anak ketiga dari tiga bersaudara. Riwayat pendidikan formal yang pernah ditempuh penulis adalah sebagai berikut :

1. Tahun 2001 telah menyelesaikan pendidikan taman kanak-kanak Aisyiyah Bustanul Athfal di Medan.
2. Tahun 2007 telah menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar di SD Percobaan Negeri Medan.
3. Tahun 2010 telah menyelesaikan Sekolah Menengah Pertama di SMP swasta Kemala Bhayangkari 1 Medan.
4. Tahun 2013 telah menyelesaikan Sekolah Menengah Atas di SMA swasta Kemala Bhayangkari 1 Medan.
5. Tahun 2014 diterima sebagai mahasiswa pada jurusan Agroteknologi di Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Medan.

Beberapa kegiatan dan pengalaman lain yang pernah diikuti/dijalani penulis selama menjadi mahasiswa :

1. Mengikuti MASTA dan Ospek Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Melaksanakan Praktek Kerja Lapangan (PKL) di PT. Paya Pinang Group, Kecamatan Sei Suka, Kabupaten Batubara.
3. Melaksanakan penelitian di Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan. Jalan Asrama, Pondok Kelapa Medan.

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim. Assalamu'alaikum Wr.Wb

Puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT atas rahmat, hidayah dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi penelitian yang berjudul “Eksplorasi Jamur Entomopatogen *Metarhizium* sp. Pada Beberapa Tanaman Perkebunan” tepat pada waktunya.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Ir. Asritanarni Munar M.P. Selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Ibu Dr. Dafni Mawar Tarigan S.P.,M.Si Selaku Wakil Dekan I Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
3. Bapak Muhammad Thamrin, S.P., M.Si Selaku Wakil Dekan III Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Ibu Dr. Ir. Wan Afriani Barus, M.P. Selaku Ketua Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Ibu Ir. Irna Syofia, M.P. Selaku Ketua Komisi Pembimbing.
6. Ibu Hilda Syafitri Darwis, S.P., M.P. Selaku Anggota Komisi Pembimbing.
7. Seluruh dosen pengajar, karyawan, dan civitas akademika Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Ayahanda dan Ibunda yang selalu memberikan dukungannya baik moril maupun materil sehingga terselesainya skripsi penelitian ini.
9. Sahabat-sahabat terbaik penulis Nur Hasanah, Faqih Aulia Rahman, Muhammad Tri Dewantara, Robiatun Zamzami, Nurul Hikmah, Nurlaily, Vivi

Hutriah Pulungan, Rifa Raliana Jasni, Saimanita Rambe, Bismi Afdilla
terimakasih atas semangat dan dukungannya selama ini.

10. Abangda Muhammad Agus Nurhidayat S.P. yang telah membimbing dalam
teknis pelaksanaan penelitian.

11. Penangkar serta Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan
(BBPPTP) yang berkenan bekerjasama dengan penulis untuk melakukan
penelitian.

12. Teman-teman Fakultas Pertanian khususnya teman-teman Agroteknologi 3
dan teman-teman HPT 2014 yang selalu memberikan dukungan dan semangat.

Skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu sangat diharapkan
kritik dan saran yang bersifat membangun untuk lebih baiknya dan kelancaran
dalam penelitian ini.

Medan, September 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	ii
RIWAYAT HIDUP.....	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
PENDAHULUAN.....	1
Latar Belakang	1
Tujuan Penelitian	3
Hipotesis Penelitian	3
Kegunaan Penelitian	3
TINJAUAN PUSTAKA.....	4
Eksplorasi	4
Agen Pengendali Hayati	4
Jamur Entomopatogen <i>Metarhizium</i> sp.	5
Morfologi <i>Metarhizium</i> sp	5
Mekanisme Infeksi <i>Metarhizium</i> sp.	7
Aplikasi dan cara perbanyakan <i>Metarhizium</i> sp.	8
Potensi <i>Metarhizium</i> sp. pada Tanaman Perkebunan	9
BAHAN DAN METODE	11
Tempat dan Waktu.....	11
Bahan dan Alat.....	11
Metode Penelitian	12
Pelaksanaan Penelitian	13
Sterilisasi Alat	13
Pembuatan Media Potato Dextrose Agar (PDA).....	13
Eksplorasi Jamur <i>Metarhizium</i> sp.	13
Eksplorasi Dari Serangga yang Terinfeksi.....	14

Eksplorasi Dari Sampel Tanah	14
Identifikasi Jamur <i>Metarhizium</i> sp.	16
Pengujian Jamur <i>Metarhizium</i> sp. Terhadap Larva <i>Tenebrio molitor</i>	16
Pengujian Patogenisitas Pada Tanaman	16
Parameter Pengamatan	17
Identifikasi Jamur <i>Metarhizium</i> sp.	17
Uji Patogenisitas	17
Persentase Mortalitas	17
Waktu Kematian	17
LT ₅₀ (Lethal Time).....	18
Gejala Kematian Secara Visual.....	18
Uji Patogenisitas Terhadap Tanaman	18
HASIL DAN PEMBAHASAN	19
Identifikasi Jamur <i>Metarhizium</i> sp.	19
Persentase Mortalitas.....	23
Waktu Kematian	26
LT ₅₀ (Lethal Time)	27
Gejala Kematian	28
Uji Patogenisitas Terhadap Tanaman	29
KESIMPULAN DAN SARAN	31
Kesimpulan.....	31
Saran	31
DAFTAR PUSTAKA	32
LAMPIRAN	35

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul	Halaman
1.	Keterangan Isolat Hasil Eksplorasi	19
2.	Persentase Mortalitas <i>Tenebrio molitor</i> pada jamur <i>Metarhizium</i> sp.....	23
3.	Data waktu kematian larva <i>Tenebrio molitor</i>	26
4.	Data pengamatan Lethal Time (LT ₅₀) Larva <i>T.molitor</i>	27
5.	Data Pengamatan Uji Patogenisitas Terhadap Tanaman	29

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul	Halaman
1.	Konidia <i>Metarhizium</i> sp. dibawah Mikroskop.....	6
2.	Pengamatan Makroskopis Isolat <i>Metarhizium</i> sp.	20
3.	a) Pengamatan mikroskopis Isolat <i>Metarhizium</i> kelapa Percut perbesaran 10x b) Pengamatan mikroskopis <i>Metarhizium</i> sp. kelapa Percut perbesaran 100x.....	21
4.	c) Pengamatan mikroskopis <i>Metarhizium</i> sp. kelapa sawit Percut perbesaran 40x d) Pengamatan mikroskopis <i>Metarhizium</i> sp. kelapa sawit Percut perbesaran 100x.....	21
5.	e) Pengamatan mikroskopis <i>Metarhizium</i> sp. kelapa sawit Langkat perbesaran 40x f) Pengamatan mikroskopis <i>Metarhizium</i> sp. kelapa sawit Langkat perbesaran 100x.....	22
6.	g) Pengamatan mikroskopis <i>Metarhizium</i> sp. kakao Langkat perbesaran 40x h) Pengamatan mikroskopis <i>Metarhizium</i> sp. kakao Langkat perbesaran 100x.....	22
7.	i) Pengamatan mikroskopis <i>Metarhizium</i> sp. kelapa sawit Simalungun perbesaran 40x j) Pengamatan mikroskopis <i>Metarhizium</i> sp. kelapa sawit Simalungun perbesaran 100x.....	22
8.	k) Pengamatan mikroskopis <i>Metarhizium</i> sp. kopi Karo perbesaran 40x l) Pengamatan mikroskopis <i>Metarhizium</i> sp. kopi Karo perbesaran 100x.....	23
9.	Histogram Persentase Mortalitas larva <i>Tenebrio molitor</i> pada jamur <i>Metarhizium</i> sp.....	24
10.	Larva <i>T.molitor</i> yang terinfeksi jamur <i>Metarhizium</i> sp	28
11.	Daun Tembakau Uji a) <i>Metarhizium</i> sp. b) daun tembakau sebagai kontrol positif (<i>Fusarium</i> sp.) c) daun tembakau sebagai kontrol negatif (aquades).....	30
12.	Pengambilan sampel tanah.....	47
13.	Memasukan tanah keplastik untuk dibawa ke Laboratorium.....	47
14.	Sampel tanah yang dibawa ke Laboratorium.....	47
15.	Menghomogenkan tanah.....	48

16. Tanah yang sudah homogen dimasukan kedalam toples lalu diisi larva <i>Tenebrio molitor</i>	48
17. Larva <i>Tenebrio molitor</i> yang terinfeksi jamur	48
18. Larva <i>T.molitor</i> yang sudah diisolasi	49
19. Jamur <i>Metarhizium</i> sp. yang sudah dimurnikan	49
20. Persiapan bahan pembuatan suspensi.....	49
21. Pembuatan suspensi jamur <i>Metarhizium</i> sp.	50
22. Menghomogenkan suspensi menggunakan vortex.....	50
23. Pengambilan suspensi menggunakan spet untuk penghitungan Konidia.....	50
24. Menghitung kerapatan konidia.....	51
25. Menyaring suspensi jamur <i>Metarhizium</i> sp.	51
26. Penuangan suspensi yang sudah disaring ke handspayer.....	51
27. Persiapan aplikasi.....	52
28. Penyemprotan suspensi konidia ke larva <i>T.molitor</i>	52
29. Larva <i>T.molitor</i> yang sudah terinfeksi jamur entomopatogn <i>Metarhizium</i> sp.....	52
30. Penyiapan bahan dan alat untuk pengaplikasian suspensi <i>Metarhizium</i> sp. ke tanaman tembakau	53
31. Sterilisasi daun tembakau menggunakan kapas dan alkohol dibagian yang akan diberi suntikan suspensi <i>Metarhizium</i> sp	53
32. Melukai daun tembakau menggunakan kertas pasir dibagian yang akan diberi suntikan suspensi <i>Metarhizium</i> sp.	53
33. Pengambilan suspensi <i>Metarhizium</i> sp. yang akan disuntikan ke daun tembakau menggunakan spet.....	54
34. Penyuntikan suspensi <i>Metarhizium</i> sp. ke daun tembakau menggunakan spet sebanyak 10ml.....	54
35. Daun tembakau yang diberi suntikan suspensi <i>Metarhizium</i> sp.....	54
36. Daun tembakau sebagai kontrol positif yang diberi suntikan suspensi <i>Fusarium</i> sp.	55
37. Daun tembakau sebagai kontrol negatif yang diberi suntikan aquades.....	55

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul	Halaman
1.	Bagan Penelitian	35
2.	Persentase Mortalitas (%) 3 HSA	36
3.	Persentase Mortalitas (%) 6 HSA	37
4.	Persentase Mortalitas (%) 9 HSA	38
5.	Persentase Mortalitas (%) 12 HSA	39
6.	Persentase Mortalitas (%) 15 HSA	40
7.	Data Kebun Pengambilan Sampel Kebun Asal Isolat.....	41
8.	Dokumentasi Penelitian	47

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Penggunaan insektisida kimia secara terus menerus dalam pengendalian hama dikhawatirkan menimbulkan masalah yang lebih berat, antara lain terjadinya resistensi hama, pencemaran lingkungan dan ditolaknya produk pertanian akibat residu pestisida yang melebihi ambang toleransi oleh konsumen. Insektisida kimia menimbulkan berbagai pengaruh negatif sehingga perlu dicari teknologi alternatif yang ramah lingkungan, yaitu pengendalian hayati. Penggunaan entomopatogen sebagai agens pengendali hayati merupakan salah satu cara untuk menghindari dampak negatif bahan kimia terhadap lingkungan. Agens hayati tersebut meliputi organisme yang bersifat predator, parasit, parasitoid, dan patogen. Beberapa organisme yang dapat bertindak sebagai agens hayati meliputi hewan vertebrata, serangga, nematoda, bakteri, virus dan jamur atau cendawan (Utami *et al.*, 2014).

Salah satu teknik pengendalian hayati yang dapat digunakan yaitu dengan pemanfaatan jamur entomopatogen. Kelebihan penggunaan jamur entomopatogen sebagai pengendali populasi serangga hama adalah mempunyai kapasitas produksi yang tinggi, siklus hidup relatif pendek dan mampu membentuk spora yang tahan terhadap pengaruh lingkungan (Rosmayuningsih *et al.*, 2014).

Penggunaan jamur entomopatogen saat ini telah diaplikasikan baik di luar negeri maupun di dalam negeri sebagai salah satu alternatif pengendalian hama ramah lingkungan guna mengurangi dampak negatif penggunaan pestisida kimia. Kebanyakan jamur entomopatogen terutama *Metarhizium* sp. telah banyak digunakan untuk mengendalikan serangga hama. Jamur entomopatogen *Metarhizium* sp. dapat diisolasi dari tanah dan serangga yang terinfeksi serta

dapat persisten di dalam tanah terutama jika propagulnya kontak dengan inang yang rentan. Di dalam tanah jamur ini bersifat sebagai saprofit. Jamur *Metarhizium* sp. dapat melakukan penetrasi ke dalam tubuh inang dengan adanya tekanan mekanik dan bantuan toksin yang dikeluarkan oleh jamur (Hasyim *et al.*, 2016).

Metarhizium sp. adalah salah satu jamur patogen serangga yang dikenal sebagai jamur green muscardine karena mempunyai konidia (spora) berwarna hijau. Jamur *Metarhizium* sp. pertama kali diisolasi oleh Metschnikoff dari serangga hama yang menyerang tanaman gandum *Anisoplia austriaca* pada tahun 1879 dan diidentifikasi sebagai *Entomophthora anisopliae*, dan pada tahun 1888 jamur ini digunakan pertama kali dalam pengendalian hama secara hayati. Sejak saat itu eksplorasi isolat jamur *Metarhizium* sp. semakin berkembang ke kelompok serangga lainnya, seperti Lepidoptera, Hemiptera, Diptera, Hymenoptera, dan Coleoptera. Beberapa spesies *Metarhizium* sp. berhasil diidentifikasi dari berbagai hama kumbang Coleoptera, tetapi hanya spesies jamur *Metarhizium* sp. yang dilaporkan efektif menginfeksi kelompok Scarabaeidae (Coleoptera) (Indrayani, 2017).

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 (Herdatiarni *et al.*, 2014).

Tujuan Penelitian

Untuk mengeksplorasi jamur entomopatogen *Metarhizium* sp. pada beberapa tanaman perkebunan.

Hipotesis Penelitian

1. Ditemukan beberapa isolat *Metarhizium* sp. dari beberapa tanaman perkebunan.
2. Masing-masing isolat *Metarhizium* sp. mempunyai kemampuan daya virulensi yang berbeda dalam menginfeksi.

Kegunaan Penelitian

1. Sebagai penelitian ilmiah yang digunakan sebagai dasar penelitian skripsi yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pertanian (S1) pada Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Sebagai sumber informasi bagi pihak yang membutuhkan.

TINJAUAN PUSTAKA

Eksplorasi

Eksplorasi entomopatogen sangat bermanfaat antara lain untuk menyeleksi strain-strain baru yang adaptif terhadap perubahan lingkungan, meningkatkan efek mematikan kandidat agen biokontrol melalui rekayasa genetika, dan aplikasi teknologi formulasi mikroba yang lebih virulen untuk mengendalikan serangga hama. Berdasarkan hal tersebut penelitian untuk eksplorasi mikroba dari berbagai daerah di Indonesia yang memiliki potensi entomopatogenik, khususnya kelompok jamur dan bakteri sangat penting dilakukan. Selain itu upaya koleksi bakteri dan jamur entomopatogenik yang memiliki ciri-ciri potensi yang jelas sebagai agen pengendali hayatisangat diperlukan dalam mengembangkan formulasi tersebut menjadi produk yang bisa dimanfaatkan untuk pengendalian hama secara ekonomis dan efisien (Priyatno *et al.*, 2016).

Agen Pengendali Hayati

Mikroba antagonis atau agens pengendali hayati (APH) penyakit tanaman adalah jasad renik yang diperoleh dari alam, baik berupa bakteri, cendawan, actinomycetes maupun virus yang dapat menekan, menghambat atau memusnahkan organisme pengganggu tanaman (OPT). Pengendalian hayati adalah suatu tindakan yang bertujuan mereduksi kepadatan inokulum atau aktivitas patogen sehingga tidak menimbulkan gejala pada tanaman, dengan menggunakan satu atau lebih APH melalui manipulasi lingkungan, inang atau antagonistik. Adapun mekanisme penekanan perkembangan penyakit dapat berupa antibiosis, kolonisasi, atau mengaktifkan gen ketahanan.

Penggunaan APH untuk mengendalikan OPT lingkungan, aman bagi musuh alami OPT tertentu, mencegah timbulnya ledakan OPT sekunder, menghasilkan produk yang bebas residu senyawa kimiawi sintetis, aman bagi kesehatan manusia, terdapat di sekitarpertanaman sehingga mencegah ketergantungan petani pada pestisida kimiawi sintetis, dan dapat menurunkan biaya produksi karena aplikasi APH dilakukan satu atau dua kali dalam satu musim panen. Kelemahannya ialah reaksi efikasi mikroba antagonis terhadap jasad sasaran lebih lambat dan daya simpan produk lebih singkat dibandingkan dengan pestisida kimiawi sintetis. Masa kedaluwarsa biopestisida berkisar antara 6–12 bulan. Namun, kelemahan ini dapat diatasi dengan membuat formula yang efektif (Hanudin dan Budi, 2012).

Jamur Entomopatogen *Metarhizium* sp.

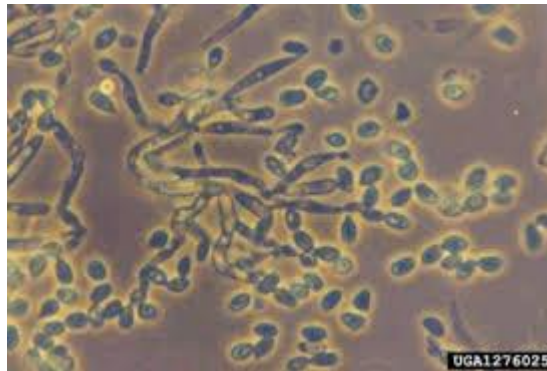
Morfologi *Metarhizium* sp.

Klasifikasi *Metarhizium* sp. menurut barnet, 1960 dalam Prasasya, 2008 adalah sebagai berikut:

Kingdom : Fungi
Kelas : Hyphomycetes
Divisi : Deuteromycotina
Ordo : Moniliales
Family : Moniliaceae
Genus : *Metarhizium*
Spesies : *Metarhizium* sp.

Hifa somatik jamur *Metarhizium* sp. kelihatan putih, namun bila spora sudah matang berwarna hijau zaitun. Konidiofor tumbuh tegak, hialin dan bercabang.

Konidia diproduksi dalam bentuk rantai, berbentuk silinder atau lonjong, hialin dan bersel satu. Kumpulan konidia ditopang oleh tangkai konidiofor yang membentuk phialid. Konidiofor dapat mencapai panjang 75 μm , bertumpuk - tumpuk diselubungi oleh konidia yang berbentuk apikal berukuran 6-9,50 μm x 1,50-3,90 μm , bercabang-cabang, berkelompok membentuk massa yang padat dan longgar. (Yanti, 2013).



Gambar 1. Konidia *Metarhizium* sp.

Sumber : <https://www.google.co.id/search?q=konidia+metarhizium>

Secara alami jamur *Metarhizium* sp. menghasilkan dua jenis spora. Aerial conidia yang dihasilkan pada phialid-phialid selama fase saprofitik atau pada inang yang telah mati, dan difenisikan sebagai spora-spora aseksual yang dihasilkan pada sporogenous dan hifa khusus yang dikenal sebagai phialid. Tipe spora yang kedua adalah spora yang dihasilkan di hemolymph serangga yang biasanya disebut “blastospora”.

Jamur *Metarhizium* sp. memiliki aktifitas larvasidal karena menghasilkan cyclopeptida, destruksin, yaitu A, B, C, D, E dan desmethydestruxin B⁹. Destruksin telah dipertimbangkan sebagai bahan insektisida generasi baru. Efek destruxin berpengaruh pada organella sel target (mitokondria, retikulum endoplasma dan membran nukleus), menyebabkan paralisa sel kelainan fungsi pencernaan bagian mesenteron (lambung tengah), fungsi ekskresi pada tubulus malphigi, dan

berpengaruh pada kandungan hemosit dan struktur jaringan otot serangga (Darwis dan Wahyunita 2015).

Mekanisme Infeksi *Metarhizium* sp.

Cendawan *Metarhizium* sp. masuk ke dalam tubuh serangga tidak melalui saluran makanan, tetapi melalui kulit. Setelah konidia cendawan masuk ke dalam tubuh serangga, cendawan memperbanyak diri melalui pembentukan hifa dalam jaringan epidermis dan jaringan lainnya sampai dipenuhi miselia cendawan. Perkembangan cendawan dalam tubuh inang sampai inang mati berjalan sekitar 7 hari dan setelah inang terbunuh, jaringan membentuk konidia primer dan sekunder yang dalam kondisi cuaca yang sesuai muncul dari kutikula serangga. Penyebaran dan infeksi cendawan sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain padatan inang kesediaan spora, angin dan kelembaban. Kelembaban tinggi dan angin yang kencang sangat membantu penyebaran konidia dan pemerataan infeksi patogen pada seluruh individu pada populasi inang (Mulyono, 2007).

Cendawan *Metarhizium* sp. menginfeksi inang melalui empat tahap yaitu inokulasi, penempelan, penetrasi, dan destruksi. Tahap pertama yaitu inokulasi kontak antara propagul cendawan dengan tubuh serangga. Tahap kedua adalah proses penempelan dan perkecambahan propagul cendawan pada integumen serangga. Tahap ketiga yaitu penetrasi dan invasi. Cendawan dalam melakukan penetrasi menembus integumen dapat membentuk tabung kecambah (*appressorium*). Titik penetrasi sangat dipengaruhi oleh konfigurasi morfologi integumen. Penembusan dilakukan secara mekanis atau kimiawi dengan mengeluarkan enzim dan toksin. Tahap keempat yaitu destruksi pada titik penetrasi dan terbentuknya blastospora yang kemudian beredar ke dalam

haemolymph dan membentuk hifa sekunder untuk menyerang jaringan lainnya. Sehingga pada umumnya semua jaringan dan cairan tubuh serangga habis digunakan oleh cendawan, sehingga serangga mati dengan tubuh yang mengeras (Setiawan, 2012).

Aplikasi dan cara perbanyakan *Metarhizium* sp.

Aplikasi jamur *Metarhizium* sp. dalam media jagung di semi lapangan menunjukkan bahwa jamur *Metarhizium* sp. dapat menginfeksi serangga hama. Aplikasi jamur *Metarhizium* sp. dalam media kaolin semi lapangan belum diperoleh informasi dosis serta belum ada informasi mengenai kerapatan dan viabilitas konidia jamur *Metarhizium* sp. dalam media kaolin. Efektivitas jamur *Metarhizium* sp. sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan yaitu suhu, kelembaban, sinar matahari dan pH untuk pertumbuhan dan perkecambahan konidia. (Putri, 2016).

Saat ini yang paling umum metode untuk produksi massal cendawan adalah melibatkan media cair dan padat (dua fase) atau berbasis teknik perbanyakan massal yang menghasilkan kerapatan spora yang lebih baik dan yang nantinya virulensinya juga akan tinggi, teknik perbanyakan ini diciptakan untuk menyelesaikan persoalan kebutuhan *Metarhizium* sp. dilapangan dalam jumlah yang banyak namun tidak memerlukan biaya yang mahal, serta memiliki kerapatan spora yang tinggi pula, oleh karena itu pengembangan teknik ini menggunakan media tumbuh yang mudah ditemukan dan harga yang ekonomis, seperti beras, biji-bijian, gandum dedak, dan beras dedak. Pada awal pertumbuhan, koloni cendawan berwarna putih, kemudian berubah menjadi hijau gelap dengan bertambahnya umur. Koloni dapat tumbuh dengan cepat pada

beberapa media seperti potato dextrose agar (PDA), jagung dan beras (Raharjo, 2016).

Potensi *Metarhizium* sp. di Tanaman Perkebunan

Dari tipe ekosistem perkebunan ditemukan *Metarhizium*, *Beauveria*, *Nomureae* dan *Sorosporella*. Informasi tersebut menunjukkan bahwa *Metarhizium* mempunyai daerah persebaran yang paling luas karena ditemukan pada semua tipe ekosistem transformasi hutan hujan tropis (tipe ekosistem hutan, hutan karet, kebun karet dan perkebunan kelapa sawit). Urutan tingkatan persebaran cendawan entomopatogen yang ditemukan berturut-turut setelah *Metarhizium* adalah *Nomureae*, *Verticillium*, *Beauveria* dan terakhir *Sorosporella* sama dengan *Paecilomyces*. Hal tersebut menunjukkan bahwa spesies cendawan *Metarhizium* dan *Nomureae* tersebar luas secara alami. Cendawan tersebut dapat hidup dan diisolasi dari tanah (Wilyus dan Stefan, 2015).

Spesies *Metarhizium* sp. umumnya dianggap sebagai saprofit di tanah dan paling sering ditemukan di habitat terganggu seperti bidang pertanian dibandingkan dengan ekosistem hutan. Selain itu, temuan terbaru menunjukkan bahwa jamur membentuk asosiasi dengan akar tanaman di rizosfer dan bertahan baik di lingkungan sekitarnya dalam waktu yang lama. Berhasil tidaknya suatu agens hayati juga tergantung dari kemampuan bertahan dan tetap aktif di lingkungan serangga hama sasaran. Setelah jamur diaplikasikan pada suatu lahan pertanian maka ia akan tetap berada dan berkembang di dalam lahan tersebut dalam jangka waktu lama. Kemampuan jamur atau agens mikroba tetap berada di dalam tanah, berubah – ubah bergantung pada faktor biotik dan faktor abiotik. Faktor biotik yang mempengaruhi keberadaan dan penyebaran jamur

entomopatogen di dalam tanah antara lain adalah mobilitas serangga, laju reproduksi serangga, kepadatan populasi serangga, jumlah inokulum jamur dan jumlah serangga yang terinfeksi. Sedangkan faktor abiotik yang mempengaruhi keberadaan jamur entomopatogen tetap berada di dalam tanah antara lain adalah: sinar matahari, radiasi ultraviolet, kelembaban, temperatur, pestisida atau organisme antagonis, angin dan air (Nur dan Aini, 2014).

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan (BBPPTP) jalan Asrama, No. 124 kelurahan Cinta Damai kecamatan Medan Helvetia, Medan. Tempat pengambilan sampel dilakukan di beberapa lokasi perkebunan milik petani. Isolat kelapa percut diambil di Desa Pagar Merbau Kec. Percut Sei Tuan dengan titik koordinat $3^{\circ}42'55''$, $98^{\circ}45'2''$ - $12,0\text{m},5^{\circ}$. Isolat kelapa sawit percut diambil di Desa Pagar Merbau Kec. Percut Sei Tuan dengan titik koordinat $3^{\circ}75'4'74''$, $98^{\circ}74'80'1''$ - $10,2\text{m}$. Isolat kelapa sawit langkat diambil di Desa Kuala Air Hitam, Kec. Selese, Kab. Langkat dengan titik koordinat $3^{\circ}39'43''$, $98^{\circ}25'21''$. Isolat kakao langkat diambil di Desa Lau mulgab, Kec. Selese, Kab. Langkat dengan titik koordinat $3^{\circ}34'44''$, $98^{\circ}23'59''$. Isolat kopi karo diambil di Desa Sukarame, Kec. Munte, Kab. Karo dengan titik koordinat $3^{\circ}5'8''$, $98^{\circ}25'2''$.

Penelitian dilaksanakan pada bulan April sampai bulan September 2018.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah sampel tanah yang diambil dari sekitaran pertanaman perkebunan, larva *Tenebrio molitor*, kentang, agar-agar, gula, alkohol 96%, klorox, aquades dan bahan pendukung lainnya.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah cawan petri, tabung reaksi, rak tabung reaksi, *Erlenmeyer*, *beaker glass*, gelas ukur, bunsen, hot plate, auto clave, *laminar air flow* (LAF), jarum ose, talam, *hand sprayer*, pinset, gunting, spatula, mikroskop, *objek glass/cover glass*, *haemocytometer*, plastik tahan panas,

timbangan elektik, kaca preparat, spet, toples, cangkul, alat tulis, kamera dan alat pendukung lainnya.

Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) non faktorial yang terdiri dari 7 perlakuan dengan 3 ulangan. Perlakuan yang diuji terdiri dari :

- M₀ = Kontrol/Tanpa perlakuan
- M₁ = *Metarhizium* sp. isolat kelapa Percut
- M₂ = *Metarhizium* sp. isolat kelapa sawit Percut
- M₃ = *Metarhizium* sp. isolat kelapa sawit Langkat
- M₄ = *Metarhizium* sp. isolat kakao Langkat
- M₅ = *Metarhizium* sp. isolat kelapa sawit Simalungun
- M₆ = *Metarhizium* sp. isolat kopi Karo

Pelaksanaan Penelitian

Sterilisasi Alat

Alat yang digunakan terlebih dahulu disterilisasi dari patogen yang tidak diinginkan, dicuci bersih terlebih dahulu menggunakan alkohol 96% dan Clorox 1% kemudian dimasukkan dalam autoclave pada suhu 120⁰ C dengan tekanan 1 atm selama 20 menit.

Pembuatan media Potato Dextrose Agar (PDA)

Bahan untuk membuat media terdiri dari 250 gram kentang, 20 g dextrose dan 1000 ml aquades, 20 g agar-agar. Kentang dikupas dan dicuci sampai bersih, kemudian dipotong kecil-kecil dengan ukuran (1 x 1 x 1 cm). Kentang yang sudah dipotong dimasukkan ke dalam panci serbaguna yang berisi Aquades, dextrose,

dan agar-agar kemudian dimasak selama 20 menit. Kentang disaring dengan menggunakan saringan dan diambil ekstraknya sebanyak 500 ml lalu dimasukkan ke dalam Erlenmeyer kemudian diaduk sampai homogen. Erlenmeyer disumbat dengan kapas dan ditutup kertas Aluminium foil dan dimasukkan ke dalam *autoclave* 121°C dengan tekanan 1 atm selama 15 menit kemudian didinginkan.

Eksplorasi Jamur *Metarhizium* sp.

Pengambilan sampel dalam penelitian ini menggunakan teknik “Purposive Sampling”. Menurut (Arikunto, 2006) teknik purposive sampling adalah teknik mengambil sampel dengan tidak berdasarkan random atau strata, melainkan berdasarkan atas adanya pertimbangan yang berfokus pada tujuan tertentu. Metode purposive sampling bertujuan agar data yang diperoleh nantinya bisa lebih representatif.

Dalam melakukan eksplorasi, penelitian ini menggunakan 2 metode eksplorasi, yaitu:

Eksplorasi Dari Serangga Yang Terinfeksi

Tahapan dalam melakukan eksplorasi dari serangga yang terinfeksi adalah isolasi, pemurnian dan identifikasi. Untuk mengisolasi entomopatogen, digunakan larva atau imago serangga hama yang sudah ditumbuhi miselia jamur. Permukaan larva/imago disterilkan dengan cara merendam dan mengaduknya dalam larutan 1% sodium hypoklorit (klorox yang diencerkan) selama 10 menit atau dalam larutan alkohol 96 % selama 2 menit. Larva dibilas dengan air steril dan keringanginkan dalam tempat steril (laminar air flow). Kulit larva/imago sedikit dipotong dengan pisau tajam (scalpel) atau gunting steril dan pinset yang sudah disteril. Sedikit daging (± 1 mm) tepat dibawah kulit diambil dan diletakkan di

atas PDA (*potato dextrose agar*) dalam cawan petri. Jamur-jamur yang tumbuh diperiksa setelah 4 hari diinkubasi. Bagian yang tidak terkontaminasi atau dari koloni yang bersih dan menunjukkan ciri-ciri jamur entomopatogen dipindahkan dengan memotong sedikit di tepi koloni (kira-kira $0,5 \text{ mm}^2$), diletakkan ditengah cawan petri berisi PDA. Buatlah dalam beberapa cawan. Pekerjaan ini dilakukan dengan hati-hati dan kalau perlu diulang sampai mendapatkan biakan murni.

Eksplorasi Dari Sampel Tanah

Tahapan dalam melakukan eksplorasi dari sampel tanah adalah trapping, isolasi, pemurnian dan identifikasi. Pengambilan sampel tanah dilakukan di beberapa perkebunan milik petani dengan cara melubangi tanah di sekitar perakaran tanaman perkebunan sedalam 10-15 cm pada lima titik tanaman, kemudian dimasukkan ke dalam plastik.

Sampel tanah yang didapatkan diletakkan ke dalam wadah plastik, diisi kira-kira setengah dari volume wadah. Sebelum melakukan trapping, tanah di dalam wadah dilembabkan dengan menambahkan air secukupnya. Selanjutnya dilakukan trapping yaitu dengan meletakkan larva *Tenebrio molitor* di permukaan tanah dalam wadah, ulat yang dimasukkan adalah larva yang baru molting (ganti kulit) yaitu yang berwarna putih. Selanjutnya wadah ditutup menggunakan kain kasa agar larva tidak keluar dari wadah, kemudian diinkubasikan selama 1-2 minggu di tempat gelap agar larva perangkap bergerak aktif, sehingga mudah kontak dengan jamur entomopatogen yang berada di dalam sampel tanah tersebut.

Untuk mengisolasi, permukaan larva disterilkan dengan cara merendam dan mengaduknya dalam larutan 1% sodium hypoklorit (klorox yang diencerkan) selama 10 menit atau dalam larutan alkohol 96 % selama 2 menit. Lalu di bilas

dengan air steril dan keringanginkan dalam tempat steril (laminar air flow). Pada bagian kulit serangga dipotong sedikit dengan pisau tajam (scalpel) atau gunting steril dan pinset yang sudah disteril. Sedikit daging (± 1 mm) tepat di bawah kulit diambil dan diletakkan di atas PDA dalam cawan petri. Jamur yang tumbuh diamati setelah 3 hari diinkubasi. Selanjutnya dilakukan pengamatan setiap hari. Pemurnian dilakukan dengan memotong sedikit di tepi koloni yang tidak terkontaminasi atau dari koloni yang bersih dan menunjukkan ciri-ciri jamur *Metarhizium* sp. Lalu diletakkan ditengah cawan petri berisi PDA. Pekerjaan dilakukan dengan hati-hati dan diulang sampai mendapatkan biakan murni. Tahapan akhir adalah melakukan identifikasi jamur *Metarhizium* sp.

Identifikasi Jamur *Metarhizium* sp.

Hasil eksplorasi dan isolasi starter dan hasil pembiakan massal jamur diidentifikasi di bawah mikroskop. Koloni muda jamur *Metarhizium* sp. berwarna putih kemudian menjadi hijau zaitun dengan permukaan koloni seperti bertepung (massa spora). Bentuk koloni seperti sebuah kerak (rantai konidia yang bersatu). Morfologi dari *Metarhizium* sp. yaitu konidiofor tumbuh tegak, spora berbentuk silinder atau lonjong dengan panjang 6-16 mm, warna hialin, bersel satu, massa spora berwarna hijau zaitun. *Metarhizium* sp. mempunyai miselia yang bersepta, dengan konidia yang berbentuk lonjong. Kumpulan konidia ditopang oleh tangkai konidiofor yang membentuk pialid (*whorls*).

Pengujian jamur *Metarhizium* sp. terhadap larva *Tenebrio molitor*

Larva *Tenebrio molitor* dimasukan sebanyak 20 ekor pada cawan petri masing-masing perlakuan. Lalu buat suspensi konidia APH *Metarhizium* sp. dalam Erlenmayer dengan kerapatan konidia 10^7 . Semprotkan suspensi konidia

menggunakan hand sprayer ke larva di dalam cawan cawan petri yang sudah disiapkan. Lakukan pengamatan setiap hari jumlah larva yang mati.

Pengujian patogenisitas Terhadap Tanaman

Sediakan bibit tembakau berumur 3-4 minggu dalam polybag lalu siram secukupnya. Siapkan spet yang sudah steril, lalu buat suspensi konidia *Metarhizium* sp. dalam erlenmayer dengan kerapatan konidia sesuai standard yaitu 1×10^7 . Masukkan suspensi konidia kedalam spet lalu suntikkan secara aseptik tulang daun tembakau pada permukaan bawah. Lakukan pengamatan 24 jam setelah aplikasi.

Parameter Pengamatan

Identifikasi Jamur *Metarhizium* sp.

Jamur yang sudah murni ditumbuhkan pada media, lalu diidentifikasi secara morfologi mikroskopis, serta karakter struktur jamur. Pengamatan secara mikroskopik dilakukan dengan cara melihat pertumbuhan warna dan bentuk koloni jamur. Pengamatan mikroskopis dilakukan dengan menggunakan mikroskop, yaitu mengamati setiap morfologi jamur seperti konidia, hifa, konidiofor dan bagian lainnya. Berdasarkan hasil pengamatan makroskopis dan mikroskopis selanjutnya jamur diidentifikasi dengan menyesuaikan beberapa literature yang ada.

Uji Patogenisitas

Persentase Mortalitas

Pengamatan persentase mortalitas dilakukan setiap hari sejak 1 hari setelah aplikasi. Persentase mortalitas dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$PK = \frac{\sum SM}{\sum SU} \times 100\%$$

Keterangan:

PK : Persentase kematian serangga uji

SM : Serangga uji yang terinfeksi

SU : Total serangga uji yang diamati

(Fagoone dan Lauge, 1981 dalam Sinaga, 2009) dalam penelitian Setiawan, 2014.

Waktu Kematian

Pengamatan waktu kematian masing-masing perlakuan dilakukan sejak 1 hari setelah aplikasi sampai semua serangga uji mengalami kematian.

LT₅₀ (Lethal Time)

Pengamatan Lethal Time 50 masing-masing perlakuan dilakukan 1 hari setelah aplikasi yaitu dengan mengamati waktu yang diperlukan masing-masing perlakuan untuk menyebabkan kematian 50% serangga uji.

Gejala Kematian Secara visual

Diamati perubahan apa yang terjadi pada Larva *Tenebrio molitor* setelah pengaplikasian *Metarhizium* sp. pada serangga uji.

Uji Patogenisitas Terhadap Tanaman

Pengamatan patogenisitas *Metarhizium* sp. terhadap tanaman dilakukan 24 jam setelah aplikasi, dengan mengamati ada tidaknya bercak nekrotik yang timbul pada bagian yang disuntik dengan suspensi konidia *Metarhizium* sp. Bila timbul bercak nekrotik, berarti reaksinya positif atau bersifat patogenik terhadap tanaman. Demikian sebaliknya, apabila tidak timbul bercak nekrotik berarti reaksinya negative atau tidak bersifat patogenik terhadap tanaman.

HASIL DAN PEMBAHASAN

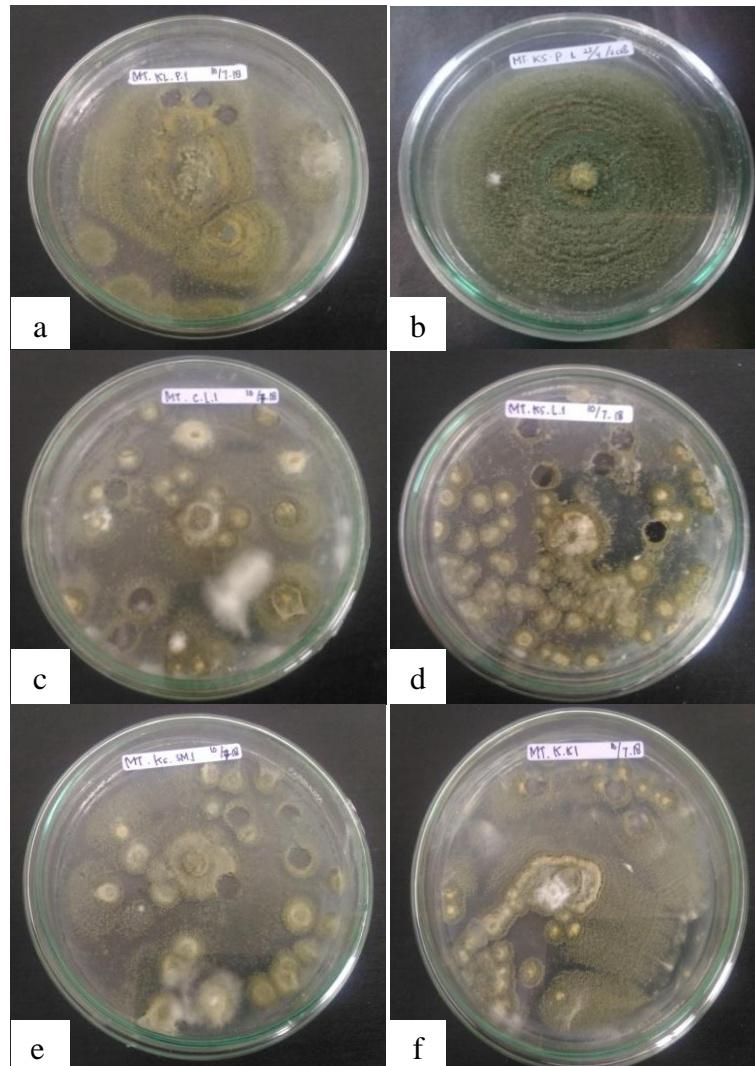
Identifikasi Jamur *Metarhizium* sp.

Setelah diperoleh 6 isolat jamur entomopatogen *Metarhizium* sp. dari beberapa tanaman perkebunan dan beberapa lokasi/daerah. Hasil yang didapat secara makroskopis dan mikroskopis isolat menunjukkan jamur *Metarhizium* sp. Keterangan isolat hasil eksplorasi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Keterangan Isolat Hasil Eksplorasi

Isolat	Asal Isolat	Asal Inang	Tanaman
<i>Metarhizium</i> sp.	Kecamatan Percut	<i>Bronthispa longissima</i>	Kelapa
<i>Metarhizium</i> sp.	Kecamatan Percut	Trapping larva <i>T.molitor</i> pada tanah	Kelapa Sawit
<i>Metarhizium</i> sp.	Kabupaten Langkat	Trapping larva <i>T.molitor</i> pada tanah	Kelapa Sawit
<i>Metarhizium</i> sp.	Kabupaten Langkat	Trapping larva <i>T.molitor</i> pada tanah	Kakao
<i>Metarhizium</i> sp.	Kabupaten Simalungun	Trapping larva <i>T.molitor</i> pada tanah	Kelapa Sawit
<i>Metarhizium</i> sp.	Kabupaten Karo	Trapping larva <i>T.molitor</i> pada tanah	Kopi

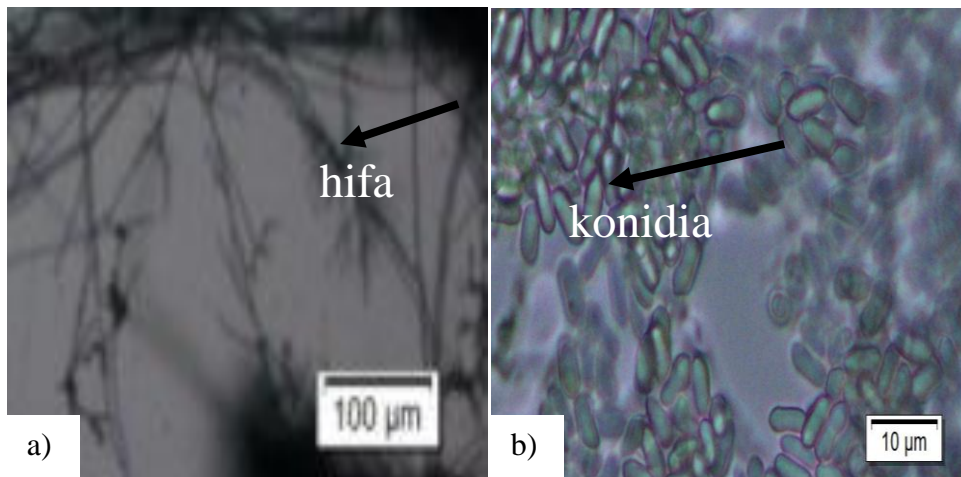
Hasil identifikasi berdasarkan morfologi makroskopis menunjukkan bahwa 6 isolat jamur *Metarhizium* sp. dengan melihat ciri-ciri jamur *Metarhizium* sp. Ciri-cirinya adalah awal mula isolat berwarna putih kemudian isolat berubah menjadi warna hijau gelap . Gejala tersebut adalah bentuk khas dari jamur *Metarhizium* sp. yaitu *green muscardine fungus*. Pengamatan secara makroskopis dapat dilihat pada Gambar 2.



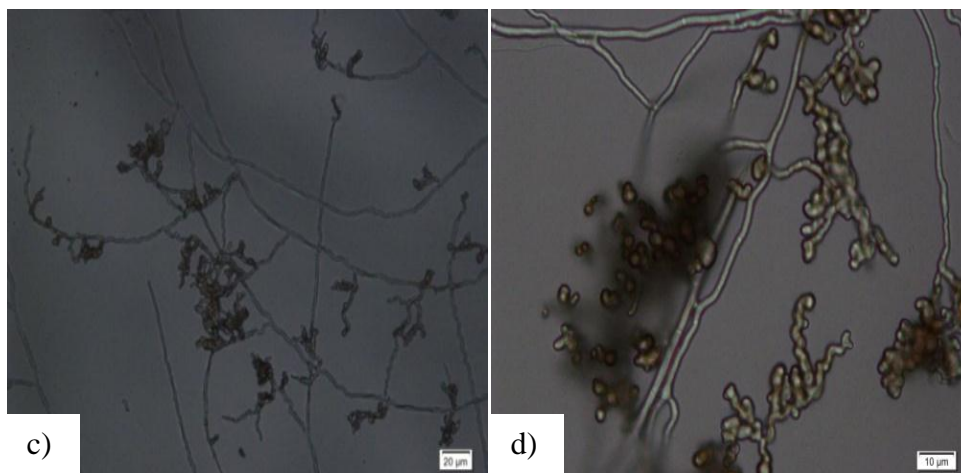
Gambar 2. Pengamatan Mikroskopis a) Isolat *Metarhizium* sp. kelapa Percut b) Isolat *Metarhizium* sp. kelapa sawit Percut c) Isolat *Metarhizium* sp. kelapa sawit Langkat d) Isolat *Metarhizium* sp. kakao Langkat e) Isolat *Metarhizium* sp. kelapa sawit Simalungun f) Isolat *Metarhizium* sp. kopi Karo
 Sumber : Dokumentasi Penelitian (Foto Langsung)

Hasil pengamatan identifikasi secara mikroskopis menunjukkan bahwa ciri-ciri tersebut merupakan jamur *Metarhizium* sp. yaitu konidia tumbuh tegak. Konidia berbentuk rantai, silinder atau lonjong seperti kapsul, hialin, bercabang-cabang dan bersel satu. Kumpulan konidia ditopang oleh tangkai konidiofor yang membentuk phialid. Hal ini sesuai dari pernyataan (Prayogo dan Tengkan, 2002) dalam skripsi Permadi (2016) bahwa *Metarhizium* sp. memiliki konidiofor tumbuh tegak, hialin dan bercabang. Konidia diproduksi dalam bentuk rantai, berbentuk

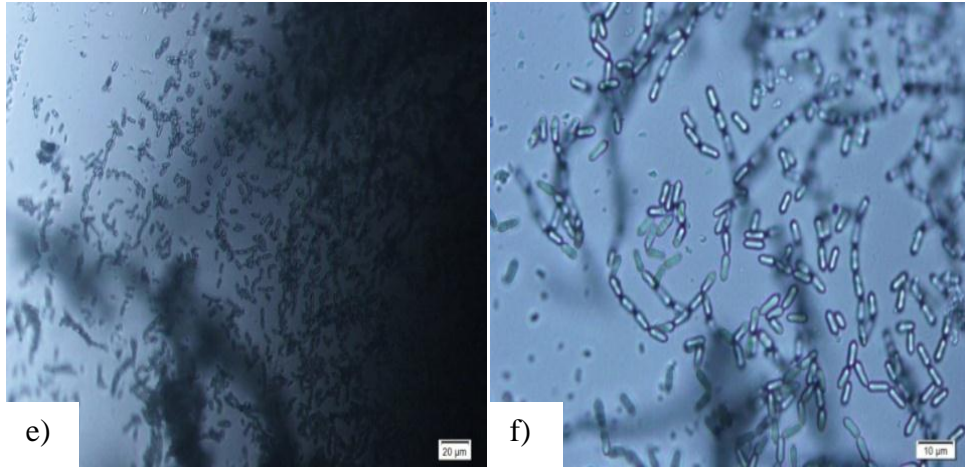
silinder atau lonjong, hialin dan bersel satu. Kumpulan konidia ditopang oleh tangkai konidiofor yang membentuk phialid. Konidiofor dapat mencapai panjang 75 μm , bertumpuk - tumpuk diselubungi oleh konidia yang berbentuk apikal berukuran 6-9,50 μm x 1,50-3,90 μm , bercabang-cabang, berkelompok membentuk massa yang padat dan longgar.



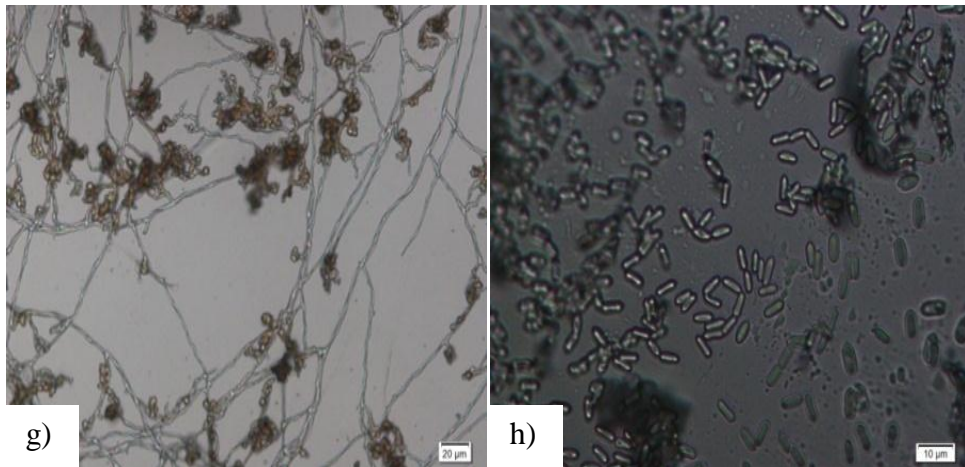
Gambar 3. a) pengamatan mikroskopis *Metarhizium* sp. kelapa Percut perbesaran 10x b) pengamatan mikroskopis *Metarhizium* sp. kelapa Percut perbesaran 100x



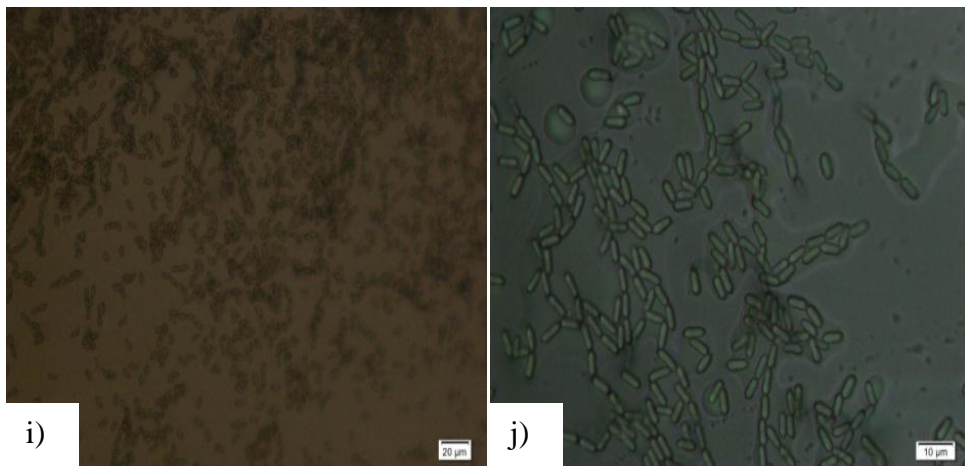
Gambar 4. c) pengamatan mikroskopis *Metarhizium* sp. kelapa sawit Percut perbesaran 40x d) pengamatan mikroskopis *Metarhizium* sp. kelapa sawit Percut perbesaran 100x



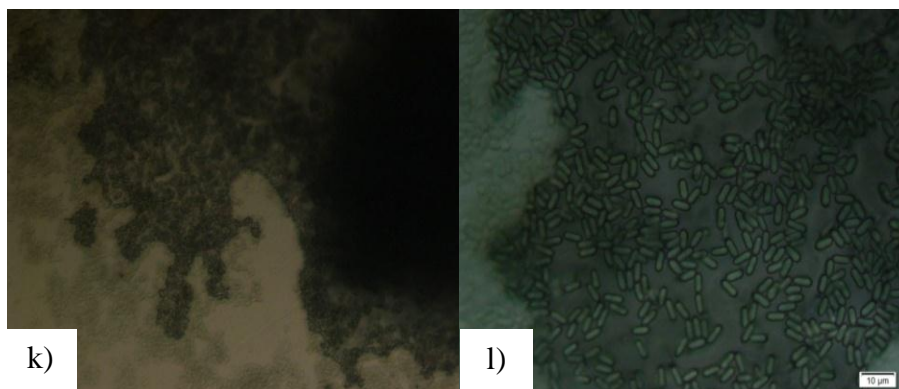
Gambar 5. e) pengamatan mikroskopis *Metarhizium* sp. kelapa sawit Langkat perbesaran 40x f) pengamatan mikroskopis *Metarhizium* sp. kelapa sawit Langkat perbesaran 100x



Gambar 6. g) pengamatan mikroskopis *Metarhizium* sp. kakao Langkat perbesaran 40x h) pengamatan mikroskopis *Metarhizium* sp. kakao Langkat perbesaran 100x



Gambar 7. i) pengamatan mikroskopis *Metarhizium* sp. kelapa sawit Simalungun perbesaran 40x j) pengamatan mikroskopis *Metarhizium* sp. kelapa sawit Simalungun perbesaran 100x



Gambar 8. k) pengamatan mikroskopis *Metarhizium* sp. kopi Karo perbesaran 40x l) pengamatan mikroskopis *Metarhizium* sp. kopi Karo perbesaran 100x
 Sumber : Dokumentasi Penelitian (Foto Langsung)

Persentase Mortalitas

Data mortalitas hama ulat *Tenebrio molitor* pada pengamatan 3-15 hari setelah aplikasi (HSA) beserta sidik ragamnya dapat dilihat pada lampiran 2 – lampiran 6. Berdasarkan hasil analisis sidik ragam Uji Jarak Duncan (DMRT) pada taraf 1% dapat diketahui bahwa pemberian perlakuan *Metarhizium* sp. berpengaruh sangat nyata terhadap mortalitas larva *T.molitor* 3-15 HSA dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Persentase Mortalitas *Tenebrio molitor* pada jamur *Metarhizium* sp

Perlakuan	Pengamatan..... (HSA)%				
	3 HSA	6 HSA	9 HSA	12 HSA	15 HSA
	%.....				
M ₀	0,00 (0,71)B	0,00 (0,71)B	0,00 (0,71)B	0,00 (0,71)B	0,00 (0,71)B
M ₁	8,33 (2,97)A	28,33 (5,37)A	56,67 (7,56)A	85,00 (9,25)A	96,67 (9,86)A
M ₂	58,33 (7,67)A	73,33 (8,59)A	76,67 (8,78)A	78,33 (8,88)A	83,33 (9,16)A
M ₃	31,67 (5,67)A	88,33 (9,43)A	95,00 (9,77)A	96,67 (9,86)A	100,00 (10,02)A
M ₄	6,67 (2,68)A	36,67 (6,10)A	55,00 (7,45)A	65,00 (8,09)A	73,33 (8,59)A
M ₅	26,67 (5,21)A	70,00 (8,40)A	76,67 (8,78)A	78,33 (8,88)A	78,33 (8,88)A
M ₆	25,00 (5,05)A	70,00 (8,40)A	76,67 (8,78)A	78,33 (8,88)A	86,67 (9,34)A

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang tidak sama pada kolom yang sama, berbeda nyata pada taraf 1% menurut Uji Jarak Duncan (DMRT).
 Angka dalam kurung hasil dari transformasi $\sqrt{y + 0,5}$

Pada Tabel 2. hasil pengamatan 3 HSA menunjukkan persentase mortalitas tertinggi pada perlakuan M₂ yaitu 58,33% berbeda sangat nyata dengan M₀ yaitu 0,00%. Dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan M₁, M₃, M₄, M₅, M₆.

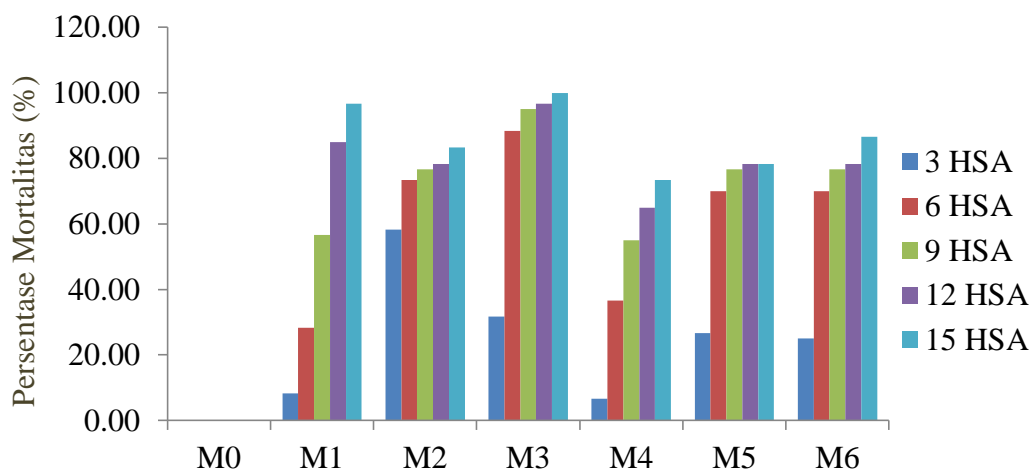
Pada hasil pengamatan 6 HSA menunjukkan persentase mortalitas tertinggi pada perlakuan M₃ yaitu 88,33% berbeda sangat nyata dengan M₀ yaitu 0,00%. Dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan M₁, M₂, M₄, M₅, M₆.

Pada hasil pengamatan 9 HSA menunjukkan persentase mortalitas tertinggi pada perlakuan M₃ yaitu 95,00% berbeda sangat nyata dengan M₀ yaitu 0,00%. Dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan M₁, M₂, M₄, M₅, M₆.

Pada hasil pengamatan 12 HSA menunjukkan persentase mortalitas tertinggi pada perlakuan M₃ yaitu 96,67% berbeda sangat nyata dengan M₀ yaitu 0,00%. Dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan M₁, M₂, M₄, M₅, M₆.

Pada hasil pengamatan 15 HSA menunjukkan persentase mortalitas tertinggi pada perlakuan M₃ yaitu 100,00% berbeda sangat nyata dengan M₀ yaitu 0,00%. Dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya.

Histogram perbedaannya dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9. Histogram Persentase Mortalitas larva *Tenebrio molitor* pada jamur *Metarhizium* sp.

Hasil pengamatan 3 HSA menunjukkan persentase tertinggi adalah M₂ tidak berbeda nyata dengan M₁, M₃, M₄, M₅, M₆ yaitu 58,33 % dan berbeda sangat nyata dengan M₀. Hal itu dikarenakan setiap jamur memiliki tingkat perkembangan yang berberda-beda. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua isolat cendawan entomopatogen *Metarhizium* sp. yang diaplikasikan pada larva *T.molitor* dapat menginfeksi larva *T.molitor*, sehingga mempengaruhi perkembangan serangga. Menurut Trizelia (2005) dalam penelitian (Erawati, 2016) bahwa kemampuan cendawan entomopatogen dalam mematikan serangga hama bervariasi dan sangat dipengaruhi oleh karakter fisiologi dan genetik cendawan.

Hasil persentase mortalitas 6 HSA, 9 HSA, 12 HSA, dan 15 HSA menunjukkan persentase tertinggi adalah M₃ tidak berbeda nyata dengan M₁, M₂, M₄, M₅, M₆ yaitu 88,33%, 95,00%, 96,67% hingga 100,00 % dan berbeda sangat nyata dengan M₀ yaitu 0,00 %. Semua isolat dianggap bersifat patogen terhadap larva *Tenebrio molitor*. Hal ini dikarenakan masing-masing isolat memiliki kerapatan konidia yang sama yaitu 10⁷. Keberhasilan proses infeksi sangat dipengaruhi oleh kemampuan konidia dari masing-masing isolat yang bertahan pada permukaan kulit larva *T.molitor* . Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Prayogo, Tengkan, dan Marwoto (2005) bahwa mortalitas serangga sangat ditentukan oleh kerapatan konidia cendawan entomopatogen yang diaplikasikan. Dan kerapatan konidia 10⁷ sudah dapat menginfeksi serangga hingga 100%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak ada hubungan yang kuat antara virulensi dengan sumber isolat. Adanya perbedaan virulensi dari beberapa isolat *Metarhizium* sp. yang diuji disebabkan karena adanya perbedaan karakter genetik

dan fisiologi antar isolat. Gedel *et all* (2015) dalam penelitian Kapriyanto, Haryadi, dan Hasjim (2013) bahwa selain adanya perbedaan karakter genetik, perbedaan virulensi antar isolat *Metarhizium* sp. terhadap larva *T.molitor* disebabkan adanya perbedaan karakter fisiologi seperti daya kecambah konidia dari masing-masing isolat. Isolat yang virulen memiliki daya kecambah konidia yang lebih tinggi dari pada isolat yang tidak virulen. Daya kecambah konidia merupakan salah satu faktor penentu virulensi.

Waktu Kematian

Waktu kematian masing-masing uji larva *Tenebrio molitor* dilakukan sejak 1 hari setelah aplikasi (HSA). Data waktu kematian larva *T.molitor* dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Data waktu kematian larva *Tenebrio molitor*

Perlakuan	Waktu Kematian (HSA)
M ₀	0
M ₁	1
M ₂	1
M ₃	1
M ₄	3
M ₅	1
M ₆	1

Dari Tabel 3. dapat dilihat bahwa waktu kematian pada perlakuan M₁, M₂, M₃, M₅, M₆ sudah mengalami kematian satu hari setelah aplikasi. Tapi pada perlakuan M₄ waktu kematian terjadi tiga hari setelah aplikasi. Hal ini dikarenakan adanya perbedaan virulensi dari masing-masing isolat *Metarhizium* sp. terhadap serangga uji . Perbedaan virulensi disebabkan karena adanya perbedaan karakter genetik dan fisiologi antar masing-masing isolat.

Sesuai dengan hasil penelitian (Trizelia, Syahrawati, dan Mardiah, 2011) selain dari faktor tanaman yang berbeda, adanya perbedaan patogenisitas antar isolat diduga disebabkan perbedaan karakter fisiologi antar isolat, diantaranya jumlah konidia yang dihasilkan dan daya kecambah konidia masing-masing isolat.

LT₅₀ (Lethal Time)

Data pengamatan Lethal Time (LT₅₀) dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Data pengamatan Lethal Time (LT₅₀) Larva *T.molitor*

Perlakuan	Lethal Time (LT ₅₀) (hari)
M ₀	0
M ₁	8
M ₂	1
M ₃	5
M ₄	9
M ₅	5
M ₆	5

Dari Tabel 4. diketahui bahwa adanya perbedaan LT₅₀. Terlihat bahwa perlakuan M₂ untuk mencapai kematian 50% memerlukan waktu 1 hari setelah aplikasi. Sedangkan perlakuan lainnya yaitu M₁, M₃, M₄, M₅, dan M₆ memerlukan waktu 5 hari hingga 9 hari untuk mencapai kematian 50%. Adanya perbedaan LT₅₀ berhubungan dengan kemampuan penetrasi dari masing-masing perlakuan. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian (Simamora, Ramadhan, Hendarti, 2013) bahwa setiap isolat mempunyai LT₅₀ yang berbeda-beda. Walaupun jumlah konidia yang semakin berkurang, akibat lama inkubasi yang terlalu panjang, tapi masih dapat menyebabkan kematian karena agens hayati yang digunakan adalah mikroorganisme yang dapat berkembangbiak di dalam tubuh inang dan terus

hidup jika kondisi lingkungan mendukung. Kondisi lingkungan tersebut sangat mempengaruhi perkembangan *Metarhizium* sp.

Gejala Kematian

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, tampak perubahan warna larva *Tenebrio molitor* setelah diaplikasi *Metarhizium* sp. Larva *T. molitor* setelah terinfeksi tampak berwarna hitam. Pada hari ketiga setelah aplikasi pada permukaan tubuh larva *T. molitor* keluar miselium jamur *Metarhizium* sp. berwarna putih. Pada hari tertentu, permukaan tubuh larva telah dipenuhi oleh miselium jamur *Metarhizium* sp. sehingga seluruh permukaan tubuhnya menjadi hijau. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Thalib et.al (2013) bahwa jamur *Metarhizium* sp. berwarna putih lalu berubah menjadi kehijauan. (Widiyanti dan Muyadihardja, 2004) dalam penelitian Masyitah (2017) menyatakan jamur *Metarhizium* sp. merupakan bioinsektisida saat ini. Larva yang terinfeksi jamur entomopatogen ini tidak mengeluarkan bau, tubuh mengkerut dan kering. Larva *T.molitor* yang terserang jamur *Metarhizium* sp. dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 10. Larva *T.molitor* yang terinfeksi jamur *Metarhizium* sp.
Sumber : Dokumentasi Penelitian (Foto Langsung)

Hasil penelitian Tampubolon (2013) menyatakan bahwa serangga yang terinfeksi *Metarhizium* sp. mula-mula gerakan menjadi lamban dan aktifitas makan menurun. Serangga dimulai dari bagian tubuh yang lunak. Konidia masuk ke dalam tubuh dan menyebar keseluruh rongga tubuh (haemosil) dan menembus integument. Gejala khas dari jamur *Metarhizium* sp. adalah larva yang terserang akan mati mengeras dan kaku, akan tetapi tidak berbau. Konidia jamur *Metarhizium* sp. memiliki aktifitas lervisidal membunuh larva karena menghasilkan *cyclopeptida*, *destruxin* A, B, C, D, E dan *desmethyl destruxin*. *Destruxin* telah dipertimbangkan sebagai bahan insektisida generasi baru. Efek *destruxin* berpengaruh pada organel sel target (mitokondria, retikulum endoplasma dan membran nucleus, menyebabkan paralisa sel dan kelainan fungsi lambung tengah, tubulus malphigi, hemocyt dan jaringan otot).

Uji Patogenisitas Terhadap Tanaman

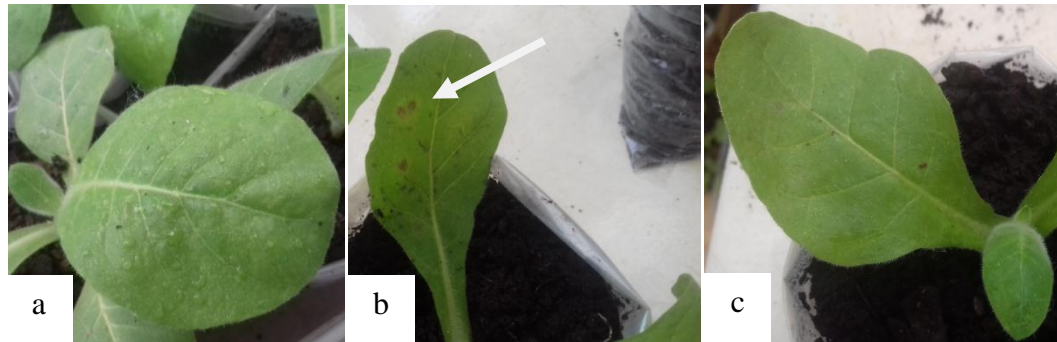
Data hasil pengamatan uji patogenisitas terhadap tanaman dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Data Pengamatan Uji Patogenisitas Terhadap Tanaman

Perlakuan	Reaksi	
	Timbul bercak nekrotik (+)	Tidak timbul bercak nekrotik (-)
Kontrol Positif (<i>Fusarium</i> sp.)	✓	x
Kontrol Negatif (Aquades)	X	✓
M ₁ (<i>Metarhizium</i> sp. Kelapa Percut)	X	✓
M ₂ (<i>Metarhizium</i> sp. Kelapa Sawit Percut)	X	✓
M ₃ (<i>Metarhizium</i> sp. Kelapa Sawit Langkat)	X	✓
M ₄ (<i>Metarhizium</i> sp. Kakao Langkat)	X	✓
M ₅ (<i>Metarhizium</i> sp. Kelapa Sawit Simalungun)	X	✓
M ₆ (<i>Metarhizium</i> sp. Kopi Karo)	X	✓

Dari Tabel 5. dapat diketahui bahwa pengujian *Metarhizium* sp. dalam waktu 24 jam setelah aplikasi yang dilakukan menghasilkan reaksi negatif, yaitu tidak

menimbulkan bercak nekrotik. Perbedaan dapat dilihat dari kontrol positif (*Fusarium* sp.) yang menghasilkan reaksi positif dan menimbulkan bercak nekrotik. Berdasarkan (Kurniawati, 2015) jika suatu isolat diinfiltrasikan pada daun tembakau dan menunjukkan gejala nekrosis dalam waktu 24 jam, maka isolat tersebut memiliki potensi patogenik.



Gambar 11. Daun Tembakau Uji a) *Metarhizium* sp. b) daun tembakau sebagai kontrol positif (*Fusarium* sp.) c) daun tembakau sebagai kontrol negatif (aquades)

Sumber: Dokumentasi Penelitian (Foto Langsung)

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Ditemukan isolat *Metarhizium* sp. dari beberapa lokasi yaitu *Metarhizium* sp. kelapa Percut, *Metarhizium* sp. kelapa sawit Percut, *Metarhizium* sp. kelapa sawit Langkat, *Metarhizium* sp. kakao Langkat, *Metarhizium* sp. kelapa sawit Simalungun, *Metarhizium* sp. kopi Karo.
2. *Metarhizium* sp. efektif dalam mematikan serangga uji larva *Tenebrio molitor* dengan mortalitas tertinggi pada perlakuan isolat *Metarhizium* sp. kelapa sawit Langkat yaitu 100%.
3. Pengamatan uji patogenisitas terhadap tanaman didapat hasil bahwa *Metarhizium* sp. tidak menimbulkan bercak nekrotik terhadap daun tembakau.

Saran

Setelah diketahui kemampuan jamur *Metarhizium* sp. dapat menghambat pertumbuhan serangga uji larva *Tenebrio molitor*. Maka perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan melakukan pengaplikasian terhadap beberapa serangga hama dan dengan kerapatan konidia yang berbeda pada tanaman perkebunan maupun pangan.

DAFTAR PUSTAKA

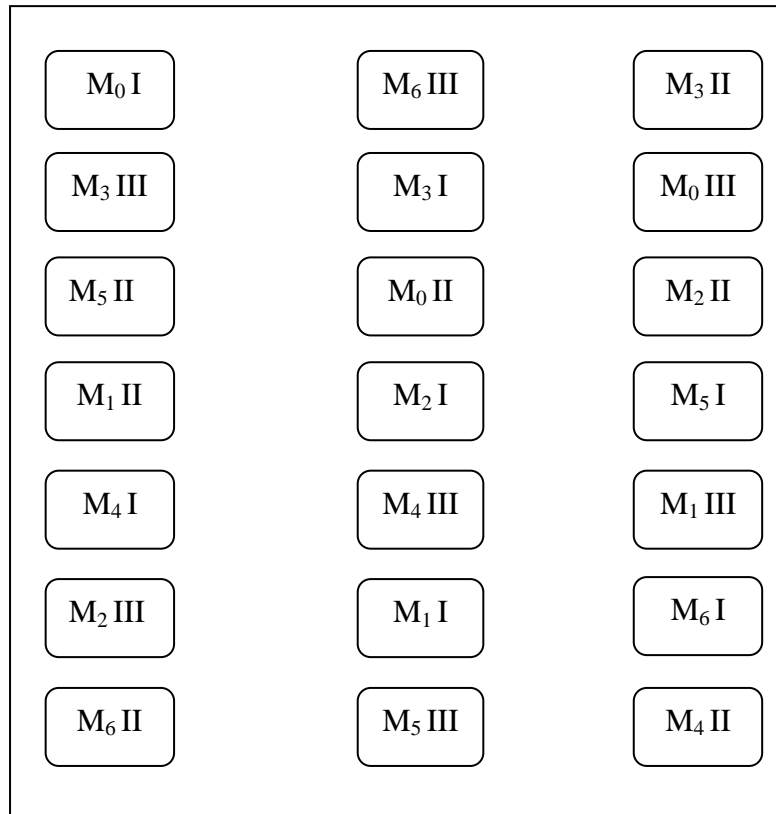
- Darwis, H.S dan Wahyunita. 2015. Isolasi dan Identifikasi beberapa Jamur Entomopatogen Hama *Brontispa longissima* Gestro (Coleoptera: Chrysomelidae) pada Tanaman Kelapa. Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan (BBPPTP) Medan.
- Erawati, D.N., dan Wardati. I. 2016. Teknologi Pengendali Hayati *Metarhizium anisopliae* dan *Beauveria bassiana* terhadap Hama Kumbang Kelapa Sawit (*Oryctes Rhinoceros*). Fakultas Pertanian. Politeknik Negeri Jember. ISBN 978-602-14917-2-0
- Hanudin dan Budi, M. 2012. Prospek Penggunaan Mikroba Antagonis sebagai Agens Pengendali Hayati Penyakit Utama pada Tanaman Hias dan Sayuran. Jurnal Litbang Pertanian. 31 (1): 8-13
- Hasyim, A., Wiwin, S., Abdi, H dan Luthfy. 2016. Sinergisme Jamur Entomopatogen *Metarhizium anisopliae* dengan Insektisida Kimia untuk Meningkatkan Mortalitas Ulat Bawang *Spodoptera exigua*. Jurnal Hortikultura. 26 (2): 257-266
- Herdatiarni, F., Toto. H dan Rina, R. 2014. Eksplorasi Cendawan Entomopatogen *Beauveria* sp. Menggunakan Serangga Umpan pada Komoditas Jagung, Tomat dan Wortel Organik di Batu, Malang. Jurnal HPT. 1 (3): 1-11. ISSN : 2338 – 4336
- Indrayani, I. 2017. Potensi Jamur *Metarhizium anisopliae* (metsch.) Sorokin untuk Pengendalian secara Hayati Hama Uret Tebu *Lepidiota stigma* (Coleoptera: Scarabaeidae). Jurnal Perspektif. 16 (1): 24 – 32. ISSN: 1412-8004
- Kapriyanto., Haryadi, N.T., dan Hasjim, S. 2013. Patogenesitas Isolat Cendawan *Metarhizium anisopliae* Entomopatogen terhadap Larva Uret Famili *Scarabaeida*. Berkala Ilmiah Pertanian. Fakultas Petanian. Universitas Jember.
- Khastini, R.O dan Indria, W. 2017. Eksplorasi Keragaman Fungi Entomopatogen di Desa Cikeusik-Baduy Dalam, Banten. Jurnal Scientium. 6 (1): 1-10
- Kurniawati, S., Kikin, H. M., dan Giyanto. 2015. Eksplorasi dan Uji Senyawa Bioaktif Bakteri Agensia Hayati untuk Pengendalian Penyakit Kresek pada Padi. Jurnal HPT Tropika. 15(2): 170-179. ISSN: 1411-7525
- Masyitah, I., Sitepu, S.F., dan Safni, I. 2017. Potensi Jamur Entomopatogen untuk Mengendalikan Ulat Grayak *Spodoptera litura* F. pada Tanaman Tembakau *In Vivo*. Jurnal Agroekoteknologi FP USU. 5 (3). (63): 484-493 ISSN: 2337- 6597

- Mulyono. 2007. Kajian Patogenisitas Cendawan *Metarhizium anisopliae* terhadap Hama *Oryctes rhinoceros* L. Tanaman Kelapa pada berbagai Teknik Aplikasi. Tesis. Program Studi Agronomi. Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Nur, A., dan Aini, S. 2014. Potensi dari *Metarhizium anisopliae* sebagai Agen Pengendali *Oryctes rhinoceros*. Skripsi. Jurusan. Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Permadi, M.A. 2016. Pemanfaatan Cendawan Entomopatogen *Lecanicillium Lecanii*, *Beauveria bassiana* dan *Metarhizium anisopliae* sebagai Mikoinspektisida terhadap Kutu Loncat Jeruk, *Diaphorina Citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae). Skripsi. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Prayogo, Y., Tengkano, W., dan Marwoto. 2005. Prospek Cendawan Entomopatogen *Metarhizium anisopliae* untuk Mengendalikan Ulat Grayak *Spodoptera litura* pada Kedelai. Jurnal Litbang Pertanian. 24(1)
- Priyatno, T.P., I Made, S., Ifa, M., Dwi, N. S., dan Yadi, S. 2016. Eksplorasi dan Karakterisasi Entomopatogen Asal berbagai Inang dan Lokasi. Berita Biologi. 15 (1)
- Putri, R.I.P. 2016. Uji Patogenitas Jamur *Metarhizium anisopliae* Terhadap Mortalitas Larva *Oryctes rhinoceros* L. Skripsi. Jurusan Biologi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Semarang.
- Raharjo, R.I. 2016. Perbanyakkan *Metarhizium anisopliae* (Metschn.) Sorokin Menggunakan Teknik Dua fase. Skripsi. Program Studi Agroteknologi. Fakultas Pertanian. Universitas Jember.
- Rosmayuningsih, A., Bambang. T. R., dan Rina, R. 2014. Patogenisitas Jamur *Metarhizium anisopliae* terhadap Hama Kepinding Tanah (*Stibaropus molginus*) (Hemiptera:Cydnidae) dari beberapa Formulasi. Jurnal HPT. 2 (2). ISSN : 2338 - 4336
- Setiawan, A. 2012. Selektivitas Infeksi Cendawan *Metarhizium* sp. terhadap Hama Wereng Batang Cokelat *Nilaparvata lugens* Stål (hemiptera: delphacidae) dan Predator *Paederus fuscipes* Curtis (coleoptera: Staphylinidae). Departemen Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Setiawan, A.N., dan Supriyadi, A. 2014. Uji Efektivitas berbagai Konsentrasi Pestisida Nabati Bintaro (*Cerbera manghas*) terhadap Hama Ulat Grayak (*Spodoptera litura*) pada Tanaman Kedelai. Planta Tropika Journal of Agro Science. 2 (2).

- Simamora, C.J.K., Ramadhan, T.H., Hendarti, I. 2013. Persistensi Cendawan *Metarhizium anisopliae* (metsch.) pada Tanah Gambut serta Tingkat Patogenisitasnya terhadap Larva *Tenebrio molitor* (linn.) di Laboratorium. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Tanjungpura Pontianak.
- Tampubolon, D.Y., Pangestiningih, Y., Zahara, F., dan Manik, F. 2013. Uji Patogenisitas *Bacillus thuringiensis* dan *Metarhizium anisopliae* terhadap Mortalitas *Spodoptera litura* Fabr(Lepidoptera: Noctuidae) di Laboratorium. Jurnal Online Agroekoteknologi. 1(3). ISSN No. 2337-6597
- Thalib, R., Fernando, R., Khodijah, Meidalima, D., dan Herlinda, S. 2013. Patogenisitas Isolat *Beauveria bassiana* dan *Metarhizium anisopliae* Asal Tanah Lebak dan Pasang Surut Sumatera Selatan untuk Agens Hayati *Scirpophaga Incertulas*. Jurnal HPT Tropika.13(1): 10-18. ISSN 1411-7525
- Trizelia., Syahrawati, M., dan Mardiah, A. 2011. Patogenisitas beberapa Isolat Cendawan Entomopatogen *Metarhizium* spp. terhadap Telur *Spodoptera litura* Fabricius (Lepidoptera: Noctuidae). Jurnal Entomol. Indon. 8(1): 45-54
- Utami, R.S., Isnawati, dan Reni, A. 2014. Eksplorasi dan Karakterisasi Cendawan Entomopatogen *Beauveria bassiana* dari Kabupaten Malang dan Magetan. LenteraBio. 3 (1): 59–66
- Wilyus dan Stefan, S. 2015. Potensi Cendawan Entomopatogen pada Sistem Transformasi Hutan Hujan Tropis di Provinsi Jambi. Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal. ISBN: 979-587-580-9
- Yanti, I. 2013. *Metarhizium anisopliae* terhadap Mortalitas Serangga Penyerbuk *Trigona* sp. Skripsi. Jurusan Biologi. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Bagan Penelitian



Keterangan :

M₀ = Kontrol/Tanpa perlakuan

M₁ = *Metarhizium* sp. isolat kelapa Percut

M₂ = *Metarhizium* sp. isolat kelapa sawit Percut

M₃ = *Metarhizium* sp. isolat kelapa sawit Langkat

M₄ = *Metarhizium* sp. isolat kakao Langkat

M₅ = *Metarhizium* sp. isolat kelapa sawit Simalungun

M₆ = *Metarhizium* sp. isolat kopi Karo

I, II, III : Ulangan

Lampiran 2. Persentase Mortalitas (%) 3 HSA

Perlakuan	Ulangan			Σ	Rataan
	I	II	III		
M ₀	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
M ₁	0,00	5,00	20,00	25,00	8,33
M ₂	70,00	5,00	100,00	175,00	58,33
M ₃	50,00	15,00	30,00	95,00	31,67
M ₄	5,00	0,00	15,00	20,00	6,67
M ₅	0,00	25,00	55,00	80,00	26,67
M ₆	10,00	20,00	45,00	75,00	25,00
Σ	135	70	265	470	470,00

Transformasi ($\sqrt{y + 0,5}$) Persentase Mortalitas 3 HSA

Perlakuan	Ulangan			Σ	Rataan
	I	II	III		
M ₀	0,71	0,71	0,71	2,12	0,71
M ₁	0,71	2,35	4,53	7,58	2,97
M ₂	8,40	2,35	10,02	20,77	7,67
M ₃	7,11	3,94	5,52	16,57	5,67
M ₄	2,35	0,71	3,94	6,99	2,68
M ₅	0,71	5,05	7,45	13,21	5,21
M ₆	3,24	4,53	6,75	14,51	5,05
Σ	23,21	19,62	38,91	81,74	21,69

Daftar Sidik Ragam Persentase Mortalitas

SK	DB	JK	KT	FHIT	F Tabel
					0,01
Perlakuan	6	82,33	13,72		4,2
Galat	14	79,98	5,71	2,40tn	
Total	20	162,31			

** : Sangat Nyata

KK : 51,32 %

Lampiran 3. Persentase Mortalitas (%) 6 HSA

Perlakuan	Ulangan			Σ	Rataan
	I	II	III		
M ₀	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
M ₁	5,00	25,00	55,00	85,00	28,33
M ₂	90,00	30,00	100,00	220,00	73,33
M ₃	100,00	80,00	85,00	265,00	88,33
M ₄	55,00	25,00	30,00	110,00	36,67
M ₅	30,00	95,00	85,00	210,00	70,00
M ₆	50,00	70,00	90,00	210,00	70,00
Σ	330	325	445	1100	1100,00

Transformasi ($\sqrt{y + 0,5}$) Persentase Mortalitas 6 HSA

Perlakuan	Ulangan			Σ	Rataan
	I	II	III		
M ₀	0,71	0,71	0,71	2,12	0,71
M ₁	2,35	5,05	7,45	14,84	5,37
M ₂	9,51	5,52	10,02	25,06	8,59
M ₃	10,02	8,97	9,25	28,24	9,43
M ₄	7,45	5,05	5,52	18,02	6,10
M ₅	5,52	9,77	9,25	24,54	8,40
M ₆	7,11	8,40	9,51	25,02	8,40
Σ	42,67	43,47	51,71	137,85	33,17

Daftar Sidik Ragam Persentase Mortalitas

SK	DB	JK	KT	FHIT	F Tabel
					0,01
Perlakuan	6	82,33	13,72	2,40	4,2
Galat	14	79,98	5,71		
Total	20	162,31			

** : Sangat Nyata

KK : 30,31 %

Lampiran 4. Persentase Mortalitas (%) 9 HSA

Perlakuan	Ulangan			Σ	Rataan
	I	II	III		
M ₀	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
M ₁	20,00	80,00	70,00	170,00	56,67
M ₂	90,00	40,00	100,00	230,00	76,67
M ₃	100,00	95,00	90,00	285,00	95,00
M ₄	85,00	45,00	35,00	165,00	55,00
M ₅	50,00	95,00	85,00	230,00	76,67
M ₆	55,00	75,00	100,00	230,00	76,67
Σ	400	430	480	1310	1310,00

Transformasi ($\sqrt{y + 0,5}$) Persentase Mortalitas 9 HSA

Perlakuan	Ulangan			Σ	Rataan
	I	II	III		
M ₀	0,71	0,71	0,71	2,12	0,71
M ₁	4,53	8,97	8,40	21,90	7,56
M ₂	9,51	6,36	10,02	25,90	8,78
M ₃	10,02	9,77	9,51	29,31	9,77
M ₄	9,25	6,75	5,96	21,95	7,45
M ₅	7,11	9,77	9,25	26,13	8,78
M ₆	7,45	8,69	10,02	26,16	8,78
Σ	48,58	51,02	53,87	153,47	36,20

Daftar Sidik Ragam Persentase Mortalitas

SK	DB	JK	KT	FHIT	$\frac{F \text{ Tabel}}{0,01}$
Perlakuan	6	166,05	27,68		4,2
Galat	14	32,88	2,35	11,78**	
Total	20	198,93			

** : Sangat Nyata

KK : 25,47 %

Lampiran 5. Persentase Mortalitas (%) 12 HSA

Perlakuan	Ulangan			Σ	Rataan
	I	II	III		
M ₀	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
M ₁	70,00	95,00	90,00	255,00	85,00
M ₂	90,00	45,00	100,00	235,00	78,33
M ₃	100,00	100,00	90,00	290,00	96,67
M ₄	95,00	65,00	35,00	195,00	65,00
M ₅	50,00	100,00	85,00	235,00	78,33
M ₆	60,00	75,00	100,00	235,00	78,33
Σ	465	480	500	1445	1445,00

Transformasi ($\sqrt{y + 0,5}$) Persentase Mortalitas 12 HSA

Perlakuan	Ulangan			Σ	Rataan
	I	II	III		
M ₀	0,71	0,71	0,71	2,12	0,71
M ₁	8,40	9,77	9,51	27,68	9,25
M ₂	9,51	6,75	10,02	26,28	8,88
M ₃	10,02	10,02	9,51	29,56	9,86
M ₄	9,77	8,09	5,96	23,82	8,09
M ₅	7,11	10,02	9,25	26,38	8,88
M ₆	7,78	8,69	10,02	26,49	8,88
Σ	53,30	54,06	54,99	162,34	38,02

Daftar Sidik Ragam Persentase Mortalitas

SK	DB	JK	KT	FHIT	F Tabel
					0,01
Perlakuan	6	178,57	29,76		4,2
Galat	14	21,90	1,56	19,03**	
Total	20	200,48			

** : Sangat Nyata

KK : 20,28 %

Lampiran 6. Persentase Mortalitas (%) 15 HSA

Perlakuan	Ulangan			Σ	Rataan
	I	II	III		
M ₀	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
M ₁	90,00	100,00	100,00	290,00	96,67
M ₂	100,00	50,00	100,00	250,00	83,33
M ₃	100,00	100,00	100,00	300,00	100,00
M ₄	100,00	65,00	55,00	220,00	73,33
M ₅	50,00	100,00	85,00	235,00	78,33
M ₆	70,00	90,00	100,00	260,00	86,67
Σ	510	505	540	1555	1555,00

Transformasi ($\sqrt{y + 0,5}$) Persentase Mortalitas 15 HSA

Perlakuan	Ulangan			Σ	Rataan
	I	II	III		
M ₀	0,71	0,71	0,71	2,12	0,71
M ₁	9,51	10,02	10,02	29,56	9,86
M ₂	10,02	7,11	10,02	27,16	9,16
M ₃	10,02	10,02	10,02	30,07	10,02
M ₄	10,02	8,09	7,45	25,57	8,59
M ₅	7,11	10,02	9,25	26,38	8,88
M ₆	8,40	9,51	10,02	27,93	9,34
Σ	22,59	22,48	23,25	68,33	39,44

Daftar Sidik Ragam Persentase Mortalitas

SK	DB	JK	KT	FHIT	F Tabel
Perlakuan	6	1327,79	221,30		4,2
Galat	14	15,40	1,10	201,16**	
Total	20	1343,19			

** : Sangat Nyata

KK : 16,70 %

Lampiran 7. Data Kebun Pengambilan Sampel/ Kebun Asal Isolat

1. MT.KL.P.1 (*Metrhizium* sp. kelapa Percut isolat 1)

Keterangan

Alamat	: Desa Pagar Merbau Kec. Percut Sei Tuan
Kebun	: Gareng/ Hartono
Luas	: 2500 pohon
Umur	: 2 tahun
Budidaya/ pemangkasan	: Tanaman terawat
Produksi	: -
Jarak Tanam	: -
Pemupukan	: NPK rutin
Jenis Tanah	: Liat
Jenis OPT	: Oryctes, Bronthispa
Pengendalian OPT	: Decis, Metindo, Metomil 40%
Ketinggian Tempat	: -
Titik Kordinat	: 3 ⁰ 42' 55", 98 ⁰ 45' 2"

2. MT.KS.P.1 (*Metarhizium* sp. kelapa sawit Percut isolat 1)

Keterangan

Alamat	: Desa Pagar Merbau Kec. Percut Sei Tuan
Kebun	: Sinambela
Luas	: 60 Ha
Produksi	: 1,2 Ton/Ha/bulan
Jarak Tanam	: 8 x 9 m
Budidaya/ pemangkasan	: Tanaman terawat
Pemupukan	: NPK 2 kali setahun
Jenis OPT	: Ulat kantong, tikus, oryctes, ganoderma
Pengendalian	: Burung hantu
Titik Kordinat	: 3 ⁰ 75'' 474', 98 ⁰ 74'' 801'
Ketinggian Tempat	: 102 mdpl

3. MT.KS.L.1 (*Metarhizium* sp. kelapa sawit Langkat isolat 1)

Keterangan

Alamat	: Desa Kuala Air Hitam, Kec.Seleseui, Kab.Langkat
Kebun	: Kebun Induk Disbun Tingkat 1 Sumut
Luas	: 50 Ha
Umur	: 26 tahun
Budidaya/ pemangkasan	: Kurang
Produksi	: 1,5 Ton/Ha/bulan
Jarak Tanam	: 8 x 9 m
Pemupukan	: Kurang
Jenis Tanah	: -
Jenis OPT	: BPB Ganoderma, babandotan, pakisan, paspalum
Pengendalian OPT	: Tidak pernah
Ketinggian Tempat	: 11,5 mdpl
Gulma	: Pakisan, babandotan, paspalum
Titik Kordinat	: 3 ⁰ 39' 43" , 98 ⁰ 25' 21"

4. MT.C.L.1 (*Metarhizium* sp. Kakao langkat isolat 1)

Keterangan

Alamat	: Desa Lau mulgab, Kec. Selese, Kab. Langkat
Kebun	: PT. Haspam Suko Kulon
Luas	: 40 Ha
Umur	: 20 tahun
Budidaya/ pemangkasan	: Dilakukan pemangkasan
Produksi	: 25-50 kg/Ha
Jarak Tanam	: 3 x 3 m
Pemupukan	: Urea dan KCL (1 tahun sekali)
Jenis OPT	: PBK, Jamur upus dan VSD
Pengendalian OPT	: Pernah disemprot insektisida (Desis) dan Fungisida (Dithane m 45)
Ketinggian Tempat	: 46,9 mdpl
Gulma	: -
Titik Kordinat	: 3 ⁰ 34' 44" , 98 ⁰ 23' 59"

5. MT.KS.SM.1 (*Metarhizium* sp. kelapa sawit Simalungun isolat 1)

Keterangan

Alamat	:
Kebun	: Bapak Kusri
Luas	: 1,2 Ha
Umur	: ± 8-9 tahun
Budidaya/ pemangkasan	: Sewaktu panen sekaligus pangkas tunas
Produksi	: 2050 kg/bulan harga : Rp.1326
Jarak Tanam	: 5 x 5 x 5
Pemupukan	: NPK dan kompos (dari tandan)
Jenis Tanah	: Liat
Pengendalian OPT	: -
Ketinggian Tempat	: 0-150 mdpl
Gulma	: Teki, pakis, babandotan
Titik Kordinat	: 3 ⁰ 7' 47", 99 ⁰ 18' 54"

6. MT.K.K.1 (*Metarhizium* sp. kopi Karo isolat 1)

Keterangan

Alamat	: Desa Sukarame, Kec.Munte, Kab.Karo
Kebun	: Hana Sitepu
Luas	: ± 2 Rante
Umur	: 20 tahun
Budidaya/ pemangkasan	: Pemangkasan dilakukan sekalian panen
Produksi	: 40 kg / 2 minggu
Jarak Tanam	: -
Pemupukan	: -
Jenis Tanah	: -
Jenis OPT	: PBKo, Antraknos buah, Antraknos pucuk, dan ranting, Helopelthis
Pengendalian OPT	: Sanitasi kebun teratur, dilakukan penanaman pohon pelindung yaitu enau dan pisang
Ketinggian Tempat	: 1.047,7 mdpl
Gulma	: -
Titik Kordinat	: 3 ⁰ 5' 8", 98 ⁰ 25' 2"

Lampiran 8. Dokumentasi Penelitian



Gambar 12. Pengambilan sampel tanah



Gambar 13. Memasukan tanah keplastik untuk dibawa ke Laboratorium



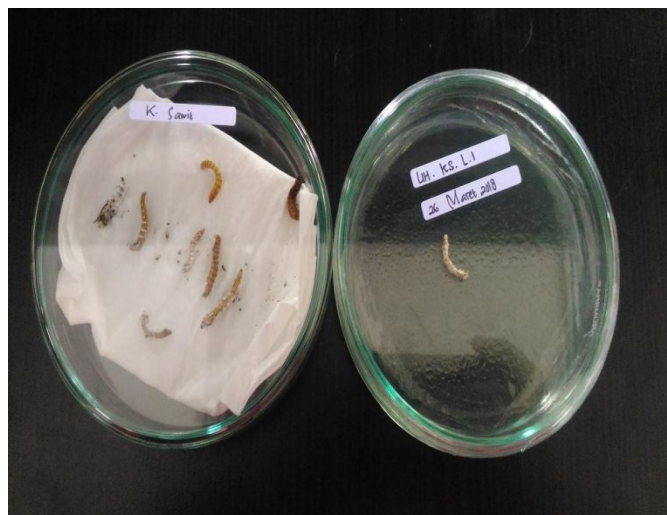
Gambar 14. Sampel tanah yang dibawa ke Laboratorium



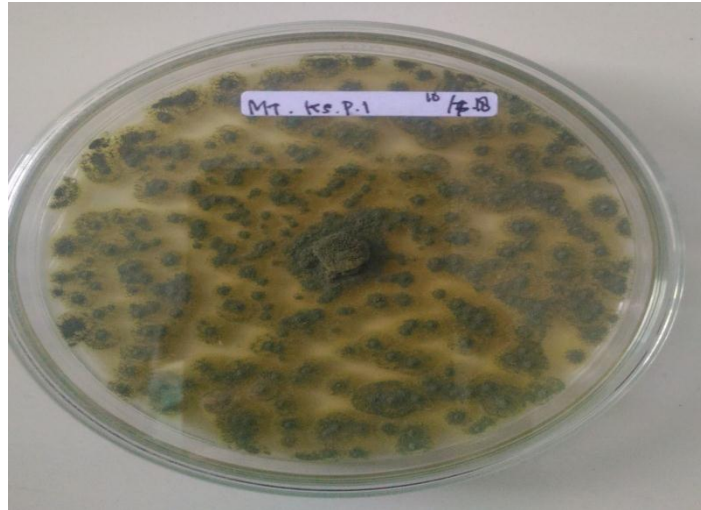
Gambar 15. Menghomogenkan tanah



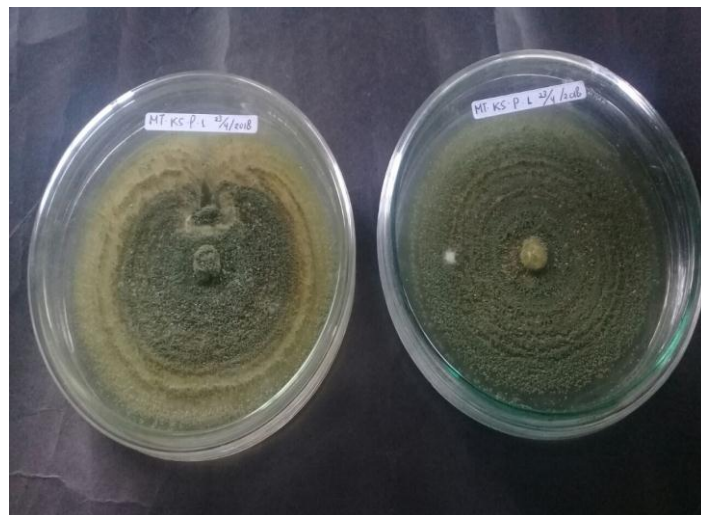
Gambar 16. Tanah yang sudah homogen dimasukkan kedalam toples lalu diisi larva *T.molitor*



Gambar 17. Larva *Tenebrio molitor* yang terinfeksi jamur



Gambar 18. Larva *Tenebrio molitor* yang sudah diisolasi



Gambar 19. Jamur *Metarhizium* sp. yang sudah dimurnikan



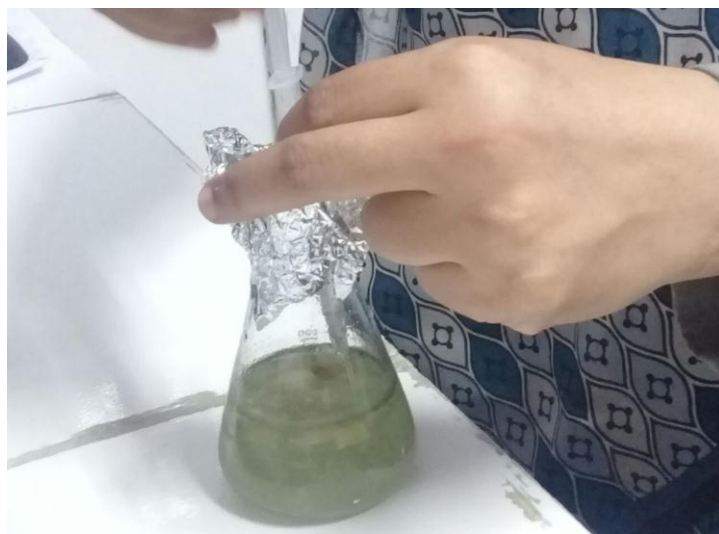
Gambar 20. Persiapan bahan pembuatan suspensi



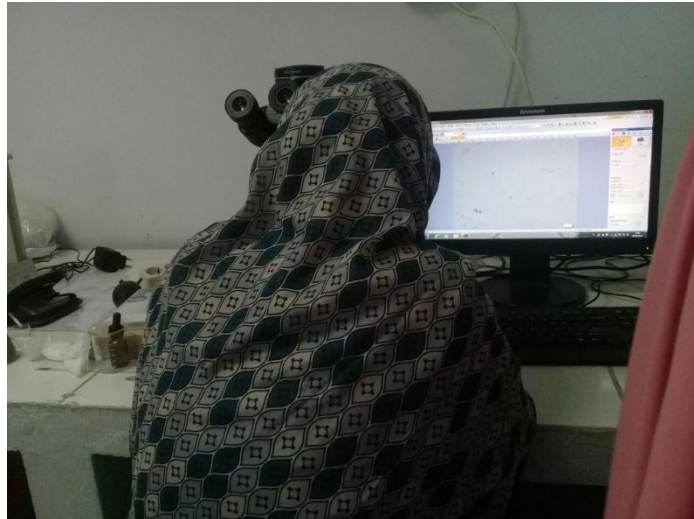
Gambar 21. Pembuatan suspensi jamur *Metarhizium* sp.



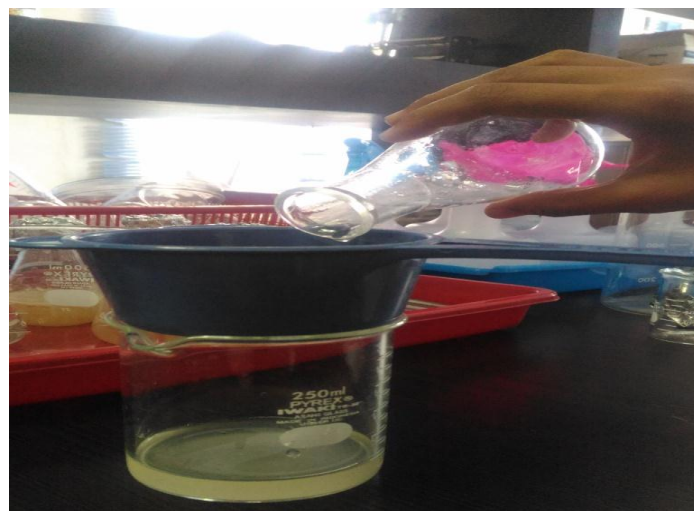
Gambar 22. Menghomogenkan suspensi menggunakan vortex



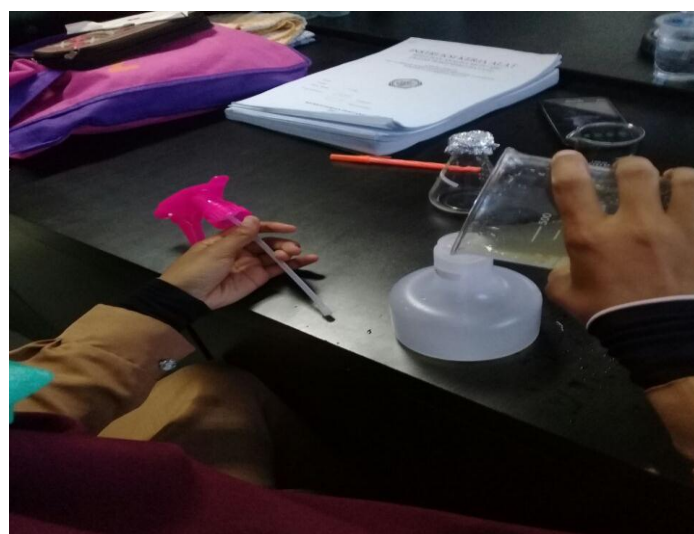
Gambar 23. Pengambilan suspensi menggunakan spet untuk penghitungan konidia



Gambar 24. Menghitung kerapatan konidia



Gambar 25. Menyaring suspensi jamur *Metarhizium* sp.



Gambar 26. Penuangan suspensi yang sudah disaring ke handspayer



Gambar 27. Persiapan aplikasi



Gambar 28. Penyemprotan suspensi konidia ke larva *Tenebrio molitor*



Gambar 29. Larva *T.molitor* yang sudah terinfeksi jamur *Metarhizium* sp.



Gambar 30. Penyiapan bahan dan alat untuk pengaplikasian suspensi *Metarhizium* sp. ke tanaman tembakau



Gambar 31. Sterilisasi daun tembakau menggunakan kapas dan alkohol dibagian yang akan diberi suntikan suspensi *Metarhizium* sp.



Gambar 32. Melukai daun tembakau menggunakan kertas pasir dibagian yang akan diberi suntikan suspensi *Metarhizium* sp.



Gambar 33. Pengambilan suspensi *Metarhizium* sp. yang akan disuntikan ke daun tembakau menggunakan spet



Gambar 34. Penyuntikan suspensi *Metarhizium* sp. ke daun tembakau menggunakan spet sebanyak 10 ml



Gambar 35. Daun tembakau yang diberi suntikan suspensi *Metarhizium* sp.



Gamabr 36. Daun tembakau sebagai kontrol positif yang diberi suntikan suspensi *Fusarium* sp.



Gambar 37. Daun tembakau sebagai kontrol negatif yang diberi suntikan aquades