

**EKSPLORASI JAMUR *Trichoderma* spp. PADA BEBERAPA
LAHAN PERKEBUNAN DAN POTENSINYA DALAM
MENGENDALIKAN PENYAKIT *Fusicoccum* SP.**

S K R I P S I

Oleh:

**VIVI HUTRIAH PULUNGAN
NPM : 1404290181
Program Studi : AGROTEKNOLOGI**



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

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

**EKSPLORASI JAMUR *Trichoderma* spp. PADA BEBERAPA
LAHAN PERKEBUNAN DAN POTENSINYA DALAM
MENGENDALIKAN PENYAKIT *Fusicoccum* SP.**

SKRIPSI

Oleh:

VIVI HUTRIAH PULUNGAN
NPM : 1404290181
Program Studi : AGROTEKNOLOGI

Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan Strata 1 (S1) Pada
Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Komisi Pembimbing



Ir. Efrida Labis, M.P
Ketua



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

Disahkan Oleh
Bekas



Ir. Asritawati Muar M.P

PERNYATAAN

Dengan ini saya:

Nama : **Vivi Hutriah Pulungan**

NPM : **1404290181**

Judul Skripsi : **“EKSPLORASI JAMUR *Trichoderma* spp. PADA BEBERAPA LAHAN PERKEBUNAN DAN POTENSINYA DALAM MENGENDALIKAN PENYAKIT *Fusicoccum* sp.”**

Menyatakan dengan ini sebenarnya bahwa skripsi ini berdasarkan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari saya sendiri, baik untuk naskah laporan maupun kegiatan programming yang tercantum sebagai bagian dari skripsi ini. Jika terdapat karya orang lain, saya akan mencantumkan sumber yang jelas.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari ternyata ditemukan adanya 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, 19 Oktober 2018

Yang menyatakan
**METERAI
TEMPEL**
10. 21
2104SAFF561174183
6000
ENAM RIBU RUPIAH

Vivi Hutriah Pulungan

1404290181

RINGKASAN

Vivi Hutriah Pulungan, 1404290181 **“EKSPLOKASI JAMUR *Trichoderma* spp. PADA BEBERAPA LAHAN PERKEBUNAN DAN POTENSINYA DALAM MENGENDALIKAN PENYAKIT *Fusicoccum* sp.”** Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Dibimbing oleh Ir. Efrida Lubis, M.P selaku ketua komisi pembimbing dan Hilda Syafitri Darwis, S.P, M.P selaku anggota komisi pembimbing. Penelitian dilaksanakan di Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan (BBPPTP) Kecamatan Medan Helvetia, Medan pada bulan April sampai September 2018. Penelitian ini bertujuan untuk mencari isolat unggul jamur antagonis *Trichoderma* sp dari beberapa pertanaman perkebunan.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Non Faktorial yang terdiri dari tujuh perlakuan dengan tiga ulangan. Perlakuan yang diuji yaitu : Kontrol/tanpa *Trichoderma* sp., *Trichoderma* sp isolat karet Langkat, *Trichoderma* sp isolat Kelapa Sawit Langkat, *Trichoderma* sp isolat Kakao Langkat, *Trichoderma* sp isolat kelapa sawit Percut, *Trichoderma* sp isolat Kopi Karo dan *Trichoderma* sp isolat kakao Karo. Parameter yang digunakan adalah identifikasi jamur *Trichoderma* sp., uji patogenesitas terhadap tanaman tembakau dan persentase daya hambat patogen.

Hasil penelitian Identifikasi isolat dari beberapa tanaman perkebunan secara makroskopis maupun mikroskopis merupakan isolat jamur *Trichoderma* spp. Isolat T₁ (*Trichoderma* Isolat Karet Asal Langkat) merupakan persentase daya hambat miselium terbaik. Uji *Trichoderma* spp. terhadap tanaman tembakau memperoleh hasil negatif (tidak menimbulkan bercak nekrotik).

Kata kunci : *Trichoderma* spp., persentase daya hambat.

SUMMARY

Vivi Hutriah Pulungan, 1404290181 ". EXPLORATION OF *Trichoderma* spp. ON SOME PLANTATIONS AND THEIR POTENTIAL IN CONTROLLING *Fusicoccum* sp.". Faculty of Agriculture, North Sumatra Muhammadiyah University, Supervised by Ir. Efrida Lubis, M.P as chairman of the supervising commission and Hilda Syafitri Darwis, S.P, M.P as a member of the supervising commission. The research was carried out at the Plantation Plant Seedling and Protection Center (BBPPTP) Medan Helvetia Subdistrict, Medan from April to September 2018. This study aimed to isolate *Trichoderma* sp antagonists from several plantation crops

This study used a Non Factorial Completely Randomized Design (CRD) consisting of seven treatments with three replications. The treatments tested were: Control / without *Trichoderma* sp., *Trichoderma* sp. Langkat rubber isolates, *Trichoderma* sp. Langkat Palm Oil isolates, *Trichoderma* sp. Langkat Cocoa isolates, *Trichoderma* sp. Percut palm oil isolates, *Trichoderma* sp. Karo Coffee isolates and *Trichoderma* sp Karo cacao isolates. The parameters used are identification of *Trichoderma* sp. Fungi, pathogenicity test on tobacco plants and percentage of pathogenic inhibitory power.

Results of the study Identification of isolates from several plantations macroscopically and microscopically was *Trichoderma* spp. Isolate T1 (*Trichoderma* Rubber Isolate from Langkat) is the best inhibitory percentage of mycelium. *Trichoderma* spp. to tobacco plants obtain negative results (do not cause necrotic patches).

Keywords: *Trichoderma* spp., Percentage inhibitory.

RIWAYAT HIDUP

Vivi Hutriah Pulungan, lahir di Hutaibus pada tanggal 25 Agustus 1995. Anak keenam dari sembilan bersaudara, putri dari Ayahanda Khotdin Pulungan dan Ibunda Rosida Hasibuan.

Pendidikan yang telah ditempuh penulis adalah sebagai berikut :

1. Tahun 2008 lulus dari SD Negeri 101260 Tangga Bosi, Kecamatan Lubuk Barumon, kabupaten Padang Lawas.
2. Tahun 2011 lulus dari MTs Negeri Sibuhuan, Kabupaten Padang Lawas.
3. Tahun 2014 lulus dari SMA Negeri Sibuhuan, Kabupaten Padang Lawas.
4. Tahun 2014 melanjutkan pendidikan sebagai mahasiswa Agroteknologi di Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Kegiatan yang pernah penulis ikuti selama menjadi mahasiswa Fakultas Pertanian adalah sebagai berikut :

1. Mengikuti Masa ta'aruf (Masta) Pimpinan Komisariat Ikatan Mahasiswa Muhammadiyah Fakultas Pertanian UMSU 2014.
2. Mengikuti SEKACA (Studi Embrio Kader Cinta Alam) Pimpinan Komisariat Ikatan Mahasiswa Muhammadiyah Fakultas Pertanian UMSU pada 13-14 September 2014.
3. Praktek Kerja Lapangan (PKL) di PT. Perkebunan Nusantara III Kebun Rambutan pada tahun 2016.
4. Melaksanakan penelitian Skripsi di Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan (BBPPTP) Kecamatan Medan Helvetia, Medan pada April sampai September 2018.

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis ucapkan atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat, hidayah dan karunia -Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini tepat pada waktunya. Adapun judul skripsi ini yaitu **“EKSPLORASI JAMUR *Trichoderma* spp. PADA BEBERAPA LAHAN PERKEBUNAN DAN POTENSINYA DALAM MENGENDALIKAN PENYAKIT *Fusicoccum* SP.”** skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi S-1 di Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Medan.

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. Ibu Dr. Ir. Wan Afriani Barus., M.P selaku ketua program studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Ibu Ir. Efrida Lubis., M.P selaku ketua komisi pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan banyak masukan.
5. Ibu Hilda Syafitri Darwis., S.P. M.P selaku anggota komisi pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan banyak masukan.

6. Kedua orangtua penulis, ayahanda Khotdin dan ibunda Rosida yang senantiasa memberikan doa, cinta dan semangat serta dukungan baik moral dan materil.
7. Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan (BBPPTP) yang berkenan bekerjasama dengan penulis untuk melakukan penelitian.
8. Biro administrasi yang mempermudah segala urusan administrasi perkuliahan.
9. Sahabat-sahabat penulis, Siti Warisma, Amanda Pratiwi, Atan Hasibuan, Nazri Pulungan, Fazri Pulungan, grup edelweis (Rifa Raliana Jasni, Nur Hasanah, Nur Laily, Nurul Hikmah, Deby Ulfah Sari, Asmidar Lubis, Sayma Anita Rambe) dan lainnya yang tidak bisa penulis sebut satu persatu yang sudah banyak membantu serta memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis.
10. Rekan seperjuangan stambuk 2014 khususnya Agroteknologi 5 (lima) dan peminatan Hama Penyakit Tanaman

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun agar skripsi ini menjadi lebih baik dan dapat bermanfaat bagi kita semua.

Medan, September 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	i
RIWAYAT HIDUP	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
PENDAHULUAN	1
Latar Belakang	1
Tujuan Penelitian	3
Hipotesis Penelitian.....	3
Kegunaan Penelitian.....	3
TINJAUAN PUSTAKA	4
Eksplorasi	4
Penyakit <i>Fusicoccum</i> sp.	6
Gejala penyakit <i>Fusicoccum</i>	6
Gejala <i>Fusicoccum</i>	6
Agen Pengendalian Hayati	7
Jamur Antagonis <i>Trichoderma</i> spp.	7
Cara Infeksi Jamur Antagonis <i>Trichoderma</i> spp.....	10
Perbanyakan dan Cara Aplikasi <i>Trichoderma</i> spp	11
Potensi <i>Trichoderma</i> spp pada Tanaman Karet dan Kelapa sawit	14
BAHAN DAN METODE PENELITIAN.....	18
Tempat dan Waktu	18
Bahan dan Alat.....	18
Metode Penelitian	18
Pelaksanaan Penelitian	19
Sterilisasi Alat	19
Pembuatan media Potato Dextrose Agar (PDA)	19

Eksplorasi Jamur <i>Trichoderma</i> spp	20
Pembiakan Isolat Patogen <i>Fusicoccum</i> sp.	20
Pengujian Jamur <i>Trichoderma</i> spp Terhadap <i>Fusicoccum</i> sp.	21
Pengujian Jamur <i>Trichoderma</i> spp Terhadap Tanaman Tembakau.	21
Parameter Pengamatan.....	22
Identifikasi Jamur <i>Trichoderma</i> spp	22
Persentase Daya Hambat Patogen	22
Uji Patogeneitas Terhadap Tanaman Tembakau	22
HASIL DAN PEMBAHASAN	23
KESIMPULAN DAN SARAN	31
Kesimpulan	31
Saran	31
DAFTAR PUSTAKA.....	32
LAMPIRAN	35

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul	Halaman
1.	Dosis Pencegahan, Pengobatan dan Eradikasi pada berbagai tingkat umur tanaman karet, kakao dan kopi.....	13
2.	Dosis Pencegahan, Pengobatan pada berbagai tingkat umur tanaman kelapa sawit	13
3.	Keterangan Isolat Hasil Eksplorasi	23
4.	Data Persentase Daya Hambat Patogen <i>Fusicoccum</i> sp.	27
5.	Data Pengamatan Uji Patogenisitas Terhadap Tanaman Tembakau	31

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul	Halaman
1.	Pertumbuhan Koloni <i>Fusicoccum</i> pada Media PDA pada Delapan Hari setelah Inokulasi (kiri) dan Konidia Patogen <i>Fusicoccum</i> pada Perbesaran 400 X	7
2.	Enam isolat <i>Trichoderma</i> spp. Hasil eksplorasi (A) Penampang bagian depan (B) penampang bagian belakang	24
3.	Enam isolat <i>Trichoderma</i> spp. secara mikroskopis (A) perbesaran 10x (B) perbesaran 100x	26
4.	Histogram Persentase Daya Hambatan Patogen <i>Fusicoccum</i>	29
5.	Penghambatan Pertumbuhan Jamur Patogen <i>Fusicoccum</i> oleh 6 Isolat <i>Trichoderma</i> sp.....	30
6.	Daun Tembakau Uji a) daun tembakau yang disuntik jamur <i>Trichoderma</i> spp. b) daun tembakau sebagai kontrol positif (<i>Fusarium</i> sp.) c) daun tembakau sebagai kontrol negatif (aquades)	32
7.	Pengambilan Sampel Tanah di Areal Pertanaman Kelapa Sawit .	52
8.	Sampel Tanah Kelapa Sawit dari Lima Titik	52
9.	Pencampuran (menghomogenkan) Sempel Tanah.....	52
10.	Pengenceran Bertingkat 10^3	53
11.	Menghomogenkan dengan Vortex	53
12.	Biakan Hasil Pengenceran	53
13.	Isolasi Biakan Murni	54
14.	Biakan Murni <i>Trichoderma</i> sp.....	54
15.	Mikroskopis Jamur <i>Tricoderma</i> sp	54

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul	Halaman
1.	Bagan Penelitian	35
2.	Persentase Daya Hambat Miselium 1 HSI	36
3.	Persentase Daya Hambat Miselium 2 HSI	37
4.	Persentase Daya Hambat Miselium 3 HSI	38
5.	Persentase Daya Hambat Miselium 4 HSI	39
6.	Persentase Daya Hambat Miselium 5 HSI	40
7.	Persentase Daya Hambat Miselium 6 HSI	41
8.	Persentase Daya Hambat Miselium 7 HSI	42
9.	Persentase Daya Hambat Miselium 8 HSI	43
10.	Persentase Daya Hambat Miselium 9 HSI	44
11.	Pertumbuhan Patogen <i>Fusicoccum</i>	45
12.	Deskripsi Isolat 1 (<i>Trichoderma</i> sp. Karet Langkat)	46
13.	Deskripsi Isolat 2 (<i>Trichoderma</i> sp. Kelapa Sawit Langkat) ..	47
14.	Deskripsi Isolat 3 (<i>Trichoderma</i> sp. Kakao Langkat)	48
15.	Deskripsi Isolat 4 (<i>Trichoderma</i> sp. Kelapa Sawit Percut)	49
16.	Deskripsi Isolat 5 (<i>Trichoderma</i> sp. Kopi karo)	50
17.	Deskripsi Isolat 6 (<i>Trichoderma</i> sp. Kakao Karo)	51
18.	Dokumentasi Eksplorasi Jamur Antagonis <i>Trichoderma</i> sp. .. dari Lapangan Hingga Biakan Murni	52

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pengendalian patogen tular tanah kurang efektif dan efisien apabila hanya dengan mengandalkan pestisida sintetis karena habitat patogen dalam tanah dan menyerang pada kondisi lingkungan yang menguntungkan. Untuk itu perlu cara pengendalian yang efektif dan efisien melindungi tanaman dalam jangka panjang. Penggunaan pestisida kimia dapat dikurangi dengan pemanfaatan agen antagonis alami, seperti jamur dari tanah. Salah satu mikroorganisme yang digunakan sebagai pengendali hayati adalah jamur *Trichoderma* spp. Penggunaan jamur *Trichoderma* spp. sebagai agen antagonis karena mempunyai kemampuan anatagonis yang tinggi dalam menghambat pertumbuhan jamur patogen (Mariana,2013).

Penggunaan pestisida yang tidak bijaksana dapat mengakibatkan berbagai masalah kesehatan, pencemaran lingkungan dan gangguan keseimbangan ekologi, oleh karena itu perlunya pengendalian yang bersifat ramah lingkungan dengan menggunakan pengendalian hayati. Pengendalian biologi (hayati) merupakan alternatif pengendalian yang dapat dilakukan tanpa harus memberikan pengaruh negatif terhadap lingkungan dan sekitarnya, salah satunya adalah dengan pemanfaatan agens hayati seperti virus, jamur atau cendawan, bakteri. Jamur *Trichoderma* spp. digunakan sebagai jamur atau cendawan antagonis yang mampu menghambat perkembangan patogen melalui proses mikroparasitisme, antibiosis, dan kompetisi (fitriani, 2017).

Trichoderma spp. adalah jamur saprofit tanah yang secara alami merupakan parasit dan menyerang banyak jenis jamur penyebab penyakit tanaman atau memiliki spektrum pengendalian yang luas. Jamur *Trichoderma* spp. dapat menjadi hiperparasit pada beberapa jenis jamur penyebab penyakit tanaman dan pertumbuhannya sangat cepat. Dalam keadaan lingkungan yang kurang baik, miskin hara atau kekeringan, *Trichoderma* spp. akan membentuk klamidospora sebagai propagul untuk bertahan dan berkembang kembali jika keadaan lingkungan sudah menguntungkan. Oleh karena itu dengan sekali aplikasi *Trichoderma* spp. akan tetap tinggal dalam tanah. Hal ini merupakan salah satu kelebihan pemanfaatan *Trichoderma* spp. sebagai agen pengendalian hayati khususnya untuk patogen tular tanah (Berlian, 2013).

Banyak organisme tanah yang dapat menguntungkan dan dijadikan bahan dalam pengendalian hayati maka perlu dilakukan eksplorasi. Eksplorasi merupakan langkah awal dari pelaksanaan teknik-teknik pengendalian hayati. 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 dilapangan, berupa serangga yang diduga terinfeksi cendawan entomopatogen, dan serangga yang sehat (tidak terinfeksi cendawan), bagian tanaman (daun, akar, batang) dan tanah di sekeliling tanaman (Darmawan, 2016).

Penyakit gugur daun yang selama ini banyak menyerang pertanaman karet di Indonesia adalah *Corynespora*, *Oidium*, dan *Colletotrichum*. Perubahan iklim global yang cukup ekstrim pada tahun 2017 mengakibatkan terjadinya ledakan penyakit salah satu penyakit daun yang sebelumnya tidak berat serangannya

menjadi endemi yaitu penyakit hawar daun *Fusicoccum*. Insiden ledakan penyakit hawar daun *Fusicoccum* di Indonesia pertama sekali terjadi di wilayah Sumatera Utara dikarenakan letak Provinsi Sumatera Utara yang relatif paling dekat dengan Malaysia dibandingkan wilayah Indonesia lainnya. Serangan patogen *Fusicoccum* di hampir seluruh perkebunan karet Sumatera Utara mulai bulan April 2017 itu masih berlangsung hingga sekarang. Patogen ini mengakibatkan tanaman meranggas sepanjang tahun sehingga tajuk terlihat sangat tipis dan bahkan tidak ada sama sekali (Fairuzah, 2018).

Tujuan Penelitian

Untuk mengeksplorasi jamur *Trichoderma* spp. dari beberapa lahan perkebunan dan potensinya dalam mengendalikan penyakit hawar daun *Fusicoccum* sp.

Hipotesis Penelitian

1. Ditemukan beberapa jamur *Trichoderma* spp. dari beberapa lahan perkebunan.
2. Masing-masing jamur *Trichoderma* spp. mempunyai kemampuan yang berbeda dalam menginfeksi.

Kegunaan penelitian

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

TINJAUAN PUSTAKA

Eksplorasi

Eksplorasi merupakan langkah awal untuk mendapatkan antagonis yang berkualitas. Oleh karena itu, diperlukan kecermatan dan ketelitian dalam menentukan waktu, tempat, metode, serta penanganan sampel hasil eksplorasi. Selanjutnya, jamur antagonis hasil eksplorasi perlu diuji di laboratorium (*in vitro*), rumah kaca (*in planta*), dan di lapangan (*in situ*). Jamur antagonis yang terpilih sebaiknya memiliki sifat: (1) dapat menghambat pertumbuhan patogen tanaman, (2) berkecambah dan tumbuh dengan cepat, (3) tahan atau toleran terhadap antagonis lain, (4) persisten dalam keadaan ekstrim, (5) dapat diproduksi secara massal, dan (6) tidak menyebabkan gangguan terhadap tanaman (Dreamer, 2017).

Untuk menemukan jamur *Trichoderma* di lapangan dapat diambil dari tanah supresif. Menurut Shurleff dan Averre (1997) dalam Hadiwiyono (2008) tanah supresif adalah tanah tempat penyakit tertentu tertekan oleh mikrob antagonis. Artinya apabila dalam satu kebun terdapat tanaman yang sehat padahal di sekitarnya banyak terdapat tanaman yang terserang penyakit akar. Dari daerah perakaran tanaman yang sehat dikorek sedalam 20-40 cm dan tanahnya diambil. Jamur *Trichoderma* dapat juga diperoleh dari tanah yang mengandung banyak bahan organik (Darwis, 2014).

Langkah awal yang perlu dilakukan adalah menentukan jenis tanaman dan jenis tanah. Tanah di sekitar perakaran (*rizosfer*) tanaman digali sedalam 0-30 cm. Sampel tanah yang telah didapatkan kemudian diisolasi di laboratorium dengan metode pengenceran bertingkat (*serial dilution*) hingga 10³-10⁶. Suspensi hasil pengenceran dituangkan/ditumbuhkan pada media *Water Agar* (WA) dan

diinkubasikan selama 3-5 hari. Koloni-koloni yang tumbuh diisolasi kembali dengan ditanamkan pada media *Potato Dextrose Agar* (PDA) dan diinkubasikan selama 3-5 hari. Koloni yang tumbuh diidentifikasi secara makroskopis dan secara mikroskopi (Dreameer, 2017).

Eksplorasi dari bahan tanaman. Beberapa jamur antagonis mampu tumbuh pada bahan tanaman yang telah lapuk, bahan tanaman sakit, bahkan dapat tumbuh pada badan buah patogen tanaman tertentu. Jamur antagonis yang paling sering tumbuh pada kondisi seperti ini adalah genus *Trichoderma*. Antagonis ini biasanya ditandai dengan tumbuhnya koloni berwarna hijau pada media tempat tumbuhnya. Koloni jamur yang diduga sebagai antagonis ini diisolasi di laboratorium dengan menanamkannya pada media *Potato Dextrose Agar* (PDA) dan diinkubasikan selama 3-5 hari. Koloni yang tumbuh diidentifikasi secara makroskopis dengan mengamati tipe dan warna koloni, dan secara mikroskopis dengan mengamati struktur hifa, bentuk dan ukuran pialid dan konidia (Bagus, 2016).

Eksplorasi dengan cara pemerangkapan (*baiting method*) Teknik pemerangkapan biasanya dilakukan untuk mendapatkan jamur antagonis tertentu secara selektif. Pada umumnya, pemerangkapan dilakukan dengan menggunakan buah (misalnya apel), sayuran segar (misalnya timun dan wortel), atau bahan tanaman lain (misalnya daging buah kelapa), yakni dengan melukai bahan tersebut kemudian ditanamkan sebagian atau diletakkan di atas tanah rizosfer atau tanah berpenekanan (*suppressive soil*), kemudian diamati setiap hari hingga tumbuh koloni jamur yang dicurigai sebagai antagonis. Koloni tersebut diisolasi di laboratorium dengan menanamkannya pada media *Potato Dextrose Agar* (PDA) dan diinkubasikan selama 3-5 hari. Koloni yang tumbuh diidentifikasi

secara makroskopis dengan mengamati tipe dan warna koloni, dan secara mikroskopis dengan mengamati struktur hifa, bentuk dan ukuran pialid dan konidia (Bagus, 2016).

Penyakit *Fusicoccum* sp.

Gejala Penyakit *Fusicoccum*

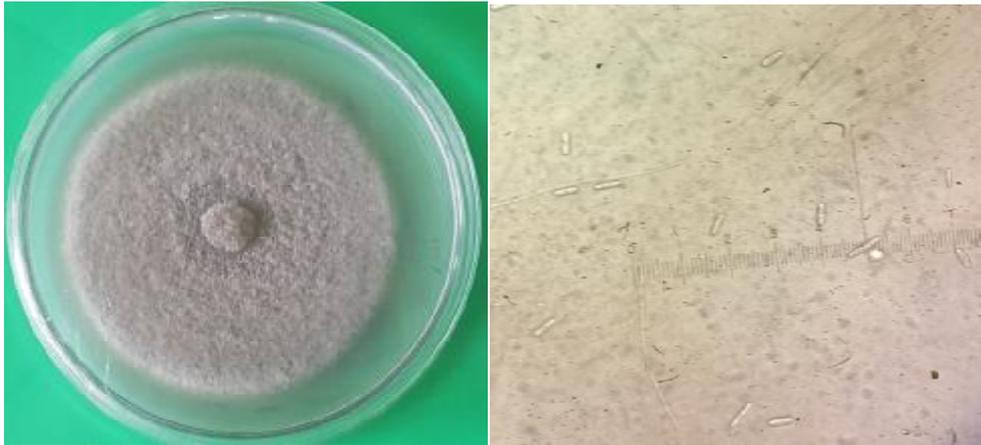
Penyakit hawar daun *Fusicoccum* memiliki gejala serangan bercak yang berbeda dengan penyakit gugur daun *Colletotrichum*. Semangun menyatakan bahwa bercak yang diakibatkan oleh penyakit gugur daun *Colletotrichum* berbentuk bulat berwarna coklat dengan tepi kuning, bergaris tengah 1-2 mm dan bercak tampak menonjol dari permukaan daun (Semangun, 2000). Sedangkan bercak penyakit hawar daun *Fusicoccum* berbentuk lingkaran tidak beraturan di permukaan daun karet dengan warna putih dengan tepian coklat dan transparan. Bila bercak tersebut diamati dengan seksama maka akan terlihat seperti berbentuk papan sasaran (*target board*) (Fairuzah, 2015).

Biologi Patogen *Fusicoccum*

Patogen hawar daun *Fusicoccum* memiliki karakteristik konidia berbentuk elips dengan ujung bundar berukuran $16,5-24,0 \times 3,5-6,5 \mu\text{m}$ yang diproduksi pada awalnya hialin dan tidak bersekat dan berubah warna menjadi coklat muda dan memiliki 1 atau 2 sekat seiring bertambahnya usia (Ngobisa *et al.*, 2013).

Pertumbuhan patogen ini pada media PDA menunjukkan sebaran jamur yang melingkar persis seperti pertumbuhannya pada daun dengan gejala yang ditimbulkannya dan konidia patogen ini menyerupai konidia *Colletotrichum*. Ngobisa *et al.* (2013) juga menggambarkan bahwa koloni patogen ini ditandai dengan pertumbuhan koloni cepat (16,5-17,0 mm / hari), yang menutupi cawan

petri setelah 5 hari. Selain itu, miselium yang berwarna putih mengkilap menjadi sedikit kuning atau kecoklatan di bagian bawah setelah 4 hari. Pada hari ke 5, bagian tengah menjadi coklat muda dan terpadatkan; benang-benang miselium berwarna putih hanya terdapat di bagian tepinya. Selanjutnya, piknidia muncul dalam 7-12 hari di PDA.



Gambar 1. Pertumbuhan koloni *Fusicoccum* pada media PDA pada 8 hari setelah inokulasi (kiri) dan konidia patogen *Fusicoccum* pada perbesaran 400 x (Fairuzah,2018).

Agen Pengendalian Hayati.

Jamur Antagonis *Trichoderma* spp.

Jamur adalah organisme yang sel-selnya berinti sejati (*eukariotic*), biasanya berbentuk benang, bercabang-cabang, tidak berklorofil, dinding selnya mengandung kitin, selulosa, atau keduanya. Jamur adalah organisme heterotrof, absorptif, dan membentuk beberapa macam spora. Dalam klasifikasi yang baru semua jamur di kelompokkan dalam dunia jamur (fungi) atau *Mycetae* (Soesanto, 2013).

Jamur *Trichoderma* tergolong ke dalam klas Deuteromycetes (*Fungy Imperfecti*) penggolongan yang selengkapnya menurut Barnett and Hunter, (1971) dalam Darwis, *Dkk.*, (2013) adalah :

Kingdom : Fungi
Divisio : Amastygomicota
Subdivisio : Deuteromycotina
Kelas : Deuteromycetes
Ordo : Moniliaeae
Famili : Moniliales
Genus : *Trichoderma*
Spesies : *Trichoderma* spp., (Darwis,2016).

Fase hidup seksual jamur ini tidak ada yang digunakan sebagai strain pengendali hayati. Klasifikasi fase seksual adalah sebagai berikut Klas : Ascomycetes; Ordo : Hypocreacea; Famili : Hypocreales; Genus : *Hypocrea*: Spesies : *Hypocrea* spp.

Pada umur muda koloni *Trichoderma* berwarna putih, Kemudian warna hifa menjadi hijau pekat atau hijau kebiru-biruan. Pada biakan tua *Trichoderma* akan mengeluarkan bau (aroma) khas (Syahnen, 2015).

Trichoderma sp. memiliki kaloni berwarna transparan pada awal pertumbuhannya. Konidia *Trichoderma* dapat terbentuk dalam waktu satu minggu dan berwarna hijau atau kuning. Konidiofor bercabang, cabang utama dari kondiofor menghasilkan banyak cabang. *Trichoderma* Memiliki konidiofor yang khas berbentuk seperti piramid di ujung kondiofor terdapat fialid. *Trichoderma* memiliki keunggulan yang dapat dimanfaatkan sebagai agensia hayati. Pemanfaatan *Trichoderma* sebagai agensia hayati merupakan salah satu alternatif untuk mengendalikan jamur penyebab penyakit tanpa menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan (Purwantisari dan Hastuti, 2009). Harman (1998) dalam

Gultom (2008) mekanisme utama pengendalian penyebab penyakit tanaman yang bersifat tular tanah dapat menggunakan *Trichoderma* melalui mikroparasit, antibiotik, kemampuan berkompetisi dengan memperebutkan tempat hidup dan sumber makanan (Rahmawati,2017).

Trichoderma termasuk kedalam jenis jamur

r imperfekti (tak sempurna) dari Subdivisio *Deuteromycotinae*, Kelas *Hyphomycetes*, Ordo *Moniliales*. Konidiofor tegak, bercabang banyak, agak berbentuk kerucut, dapat membentuk kladospora, pada umumnya koloni dalam biakan tumbuh dengan cepat, berwarna putih sampai hijau. Bentuk Sempurna dari jamur ini secara umum dikenal sebagai *Hypocreales* atau kadang-kadang *Eurotiales*, *Cladociales* dan *Sphaeriales*. Spesies dalam satu kelompok yang sama dari *Trichoderma* dapat menunjukkan spesies yang berbeda pada *Hypocrea* sebagai anamorf. Hal ini dimungkinkan karena terdapat banyak perbedaan bentuk seksual dari *Trichoderma*, sebagai contoh misalnya pada *T. harzianum* dapat menunjukkan enam perbedaan bentuk seksual yang masing-masing bentuk ini menunjukkan anamorf yang berbeda (Chet, 1987).

Jamur ini selain bersifat hiperparasitik terhadap beberapa patogen, diketahui pula dapat menghasilkan antibiotik yang dapat mematikan dan menghambat pertumbuhan jamur lain, dalam hal ini dikenal dengan mikopatogen. Mekanisme penekanan patogen oleh *Trichoderma* terjadi melalui proses kompetisi, parasitisme, antibiosis, atau mekanisme lain yang merugikan bagi patogen. Selain itu, jamur ini mempunyai sifat-sifat mudah didapat, penyebarannya luas, toleran terhadap zat penghambat pertumbuhan, tumbuh cepat, kompetitif dan menghasilkan spora yang berlimpah, sehingga

mempermudah penyediaan jamur sebagai bahan pengendali hayati dalam proses produksi massal (Ramadhan, 2015).

Cara Infeksi Jamur *Trichoderma* spp.

Pada sebuah penelitian ditemukan bahwa *Trichoderma* merupakan salah satu jamur yang dapat menjadi agens biokontrol karena bersifat antagonis bagi jamur lainnya, terutama yang bersifat patogen. Aktivitas yang dimaksud meliputi persaingan, parasitisme, predasi, atau pembentukan toksin seperti antibiotik. Untuk keperluan bioteknologi, agen biokontrol ini dapat diisolasi dari *Trichoderma* dan akan digunakan untuk menangani masalah kerusakan tanaman akibat parogen (Darwis, 2014).

Mekanisme utama dalam pengendalian patogen tanaman yang bersifat menular di dalam tanah (*soil-born pathogen*) oleh jamur *Trichoderma* terjadi melalui mekanisme *antibiosis*, *parasitisme*, *competisi* dan *interferensi* Hifa. Berikut akan dijelaskan berbagai mekanisme tersebut berperan.

- a. *Trichoderma* dapat menghasilkan beberapa antibiotik seperti *alamethicin*, *paracelsin*, *trichotoxin* yang dapat menghancurkan sel jamur melalui pengrusakan terhadap permeabilitas membran sel, dan enzim *chitinase*, *laminarinase* yang dihasilkan *Trichoderma* dapat menyebabkan lisis dinding sel. Antibiotik *Trichodermin* dan *peptide* berperan dalam menghambat pertumbuhan jamur akar.
- b. *Trichoderma* dapat menjadi parasit pada miselium jamur lain dengan menembus dinding sel dan masuk ke dalam sel patogen untuk mengambil zat makanan dari dalam sel sehingga jamur menjadi mati.

- c. *Trichoderma* mempunyai kemampuan berkompetisi memperebutkan tempat hidup, dan sumber makanan di dalam tanah atau di sekitar perakaran tanaman (rhizosfer).
- d. *Trichoderma* mempunyai kemampuan melakukan interferensi hifa. Hifa *Trichoderma* akan mengakibatkan perubahan permeabilitas dinding sel, pemptiran sel, terbentuknya vakuola, kehilangan warna dan berakhir dengan hancurnya hifa jamur patogen (Syahnen, 2015).

Perbanyak dan Cara Aplikasi *Trichoderma* spp.

- a) Perbanyak *Trichoderma* spp.

Trichoderma spp. adalah jamur saprofit tanah yang secara alami merupakan parasit yang menyerang banyak jenis jamur penyebab penyakit tanaman (spektrum pengendalian luas). Jamur *Trichoderma* dapat menjadi hiperparasit pada beberapa jenis jamur penyebab penyakit tanaman, pertumbuhannya sangat cepat dan tidak menjadi penyakit untuk tanaman tingkat tinggi. Mekanisme antagonis yang dilakukan adalah berupa persaingan hidup, parasitisme, antibiosis dan lisis. Menurut Rifai, 1969 jenis *Trichoderma* yang umum dijumpai di Indonesia adalah: *T. piluliferum*, *T. polysporum*, *T. hamatum*, *T. koningii*, *T. aureoviride*, *T. harzianum*, *T. longibrachiatum*, *T. pseudokoningii*, dan *T. viride*. (Darwis, 2014).

Langkah awal sebelum diperbanyak terlebih dahulu dicari sumber isolat dengan cara memisahkan jamur (isolasi) dari tanah. Dari hasil pemisahan diperoleh beberapa isolat. Dari setiap isolat dipisahkan isolat yang stabil dengan teknik monospora. Dari isolat yang stabil dipisahkan isolat yang kuat dengan cara uji antagonisme jamur *Trichoderma* dengan jamur patogen yang ingin

dikendalikan. Isolat jamur yang daya antagonismenya tertinggi selanjutnya diperbanyak untuk mengendalikan jamur penyebab penyakit akar dimaksud (Syahnen,2015).

Isolasi jamur *Trichoderma* dari tanah dilakukan dengan metoda pengenceran bertingkat. Tingkat pengenceran sudah tepat bila koloni-koloni jamur tumbuh terpisah. Koloni yang terpisah akan memudahkan pemurnian.

Jamur *Trichoderma* adalah jamur tanah dan banyak persamaannya dari segi warna (secara visual) dengan jamur lain yang diisolasi dari tanah. Untuk memastikan bahwa jamur yang diperoleh benar-benar jamur *Trichoderma* dari spesies yang diinginkan dilakukan identifikasi dengan melihat morfologi jamur di bawah mikroskop, perubahan warna media yang ditumbuhi jamur dan bau yang keluar dari biakan murni. Khusus untuk *T. koningii* dasar media tumbuh berwarna kuning sedangkan *T. harzianum* dan *T. viride* dasar media tidak berubah warna.

Isolat yang dipilih untuk diperbanyak adalah isolat yang unggul yaitu isolat yang stabil dan kuat. Pada awalnya hanya akan diperoleh isolat yang variabilitasnya besar. Isolat yang variabilitas besar kemungkinan mengandung isolat yang stabil dan tak stabil, isolat yang kuat dan lemah. Dari isolat yang diperoleh (variabilitasnya besar), dipisahkan isolat yang stabil dengan teknik monospora. Selanjutnya dari isolat yang stabil dipisahkan isolat yang kuat dengan melakukan uji antagonisme jamur *Trichoderma* dengan jamur patogen tanah (syahnen,2016).

b) Cara Aplikasi Jamur *Trichoderma* spp.

Aplikasi dilakukan dengan cara menaburkan jamur di sekeliling leher akar tanaman terserang jamur akar putih. Dosis untuk pencegahan tanaman yang belum

terserang adalah separuh dari dosis untuk pengobatan. Sebelum jamur ditabur pada tanah maka sebaiknya dikorek sedikit tanah yang berada disekitar leher akar (dibuat parit kecil) dengan menggunakan solet (kayu) kemudian ditutup dengan tanah galian sehingga formulasi tidak terbawa hanyut oleh aliran hujan pada permukaan tanah, atau dimakan semut atau hewan lain. Pohon yang diaplikasi sebaiknya diberi tanda (label).

Dosis aplikasi *Trichoderma* untuk berbagai tujuan pengendalian jamur akar dipengaruhi oleh umur tanaman atau diperkirakan dari ukuran lingkaran batang dan keadaan perakaran tanaman. Dosis yang dianjurkan untuk tanaman karet, kakao dan kopi adalah sebagaimana terlihat pada Tabel 1 berikut :

Tabel 1. Dosis Pencegahan, Pengobatan dan Eradikasi pada berbagai tingkat umur tanaman karet, kakao dan kopi

Umur tanaman	Pencegahan (gr/pohon)	Pengobatan (gr/pohon)	Eradikasi (gr/pohon)
Polibag	25	-	-
0-2 tahun	25	50	-
4 tahun	50	100	-
> 4 tahun	100	150	-
Tunggul tanaman	-	-	150

Sumber : Syahnen (2010)

Tabel 2. Dosis Pencegahan, Pengobatan pada berbagai tingkat umur tanaman kelapa sawit

Sasaran Perlakuan	Umur Tanaman (gr/pohon)	Pencegahan (gr/pohon)	Pengobatan (gr/pohon)
Tanaman Polibeg	3-12 bulan	10	-
Lubang tanam	-	500	-
Piringan TBM Tahun I-III	1-3 tahun	200	-
Piringan TM I-II	3-5 tahun	200	400
Piringan TM III+	> 5 tahun	250	500

Sumber : Syahnen (2010)

Aplikasi sebaiknya dilaksanakan pada keadaan iklim yang lembab dan tanah dalam keadaan basah, hal ini biasanya terjadi setelah ada hujan yang cukup. Dalam keadaan seperti ini pertumbuhan *Trichoderma* akan maksimal dan memberikan hasil yang memuaskan (syahnen, 2015).

Potensi *Trichoderma* spp pada Tanaman Karet dan Kelapa Sawit

Pengendalian secara biologi dari penyakit jamur akar dengan menggunakan *Trichoderma* telah banyak yang berhasil. Jamur ini dapat membunuh jamur penyebab penyakit akar pada tanaman perkebunan seperti kelapa sawit, kopi, karet, kakao, lada, vanili, dan lain-lain (Darwis, 2014).

Jamur *Trichoderma* merupakan satu dari sekian banyak agen pengendali hayati yang telah dikembangkan dan diaplikasikan secara luas. Keberhasilan penggunaan agen hayati ini telah banyak dilaporkan di berbagai penelitian diantaranya untuk mengendalikan penyakit akar putih *Rigidoporus micropus* di perkebunan karet dan teh. Jamur ini juga sebagai agen hayati untuk mengendalikan patogen penyebab rebah kecambah *Rhizoctania solani*, busuk batang *Fusarium* sp., akar gada *Plasmodiophora brassicae*, dan patogen *Pythium* yang merupakan patogen tular tanah yang dapat menyebabkan penyakit rebah kecambah (*Dumping off*) pada kacang-kacangan (Kelana, 2010).

Jamur *Trichoderma* sp. mempunyai kemampuan untuk meningkatkan kecepatan pertumbuhan dan perkembangan tanaman, terutama kemampuannya untuk menyebabkan produksi perakaran sehat dan meningkatkan angka kedalaman akar (lebih dalam di bawah permukaan tanah). Akar yang lebih dalam ini menyebabkan tanaman menjadi lebih resisten terhadap kekeringan, seperti pada tanaman jagung dan tanaman hias. *Trichoderma* sp. merupakan jamur yang

paling banyak terdapat di dalam tanah dan bersifat antagonistik terhadap jamur lain. Selain daya adaptasinya luas, *Trichoderma sp.* mempunyai daya antagonis tinggi dan dapat mengeluarkan racun, sehingga dapat menghambat bahkan mematikan patogen lain (Kelana,2010).

Menurut Ismujiwanto, et.al., (1996) dalam Kriwandi (2013), mengungkapkan bahwa aplikasi *Trichoderma sp.* dengan kompos jerami dapat menurunkan intensitas serangan *Fusarium oxysporum* pada pangkal batang dan akar tanaman panili. Penelitian yang dilakukan oleh Darmono (1994) tentang aplikasi *Trichoderma sp.* dengan menggunakan dedak ternyata dapat menekan serangan *Phytophthora sp.* di dalam jaringan buah kakao. Hasil penelitian Djatmiko dan Rohadi (1997) menunjukkan pelet *T. harzianum* yang diperbanyak dalam sekam padi dan bekatul mempunyai kemampuan menekan patogenitas *Plasmodiophora brassicea* dan penyakit akar gada.

Kelompok jamur *Trichoderma* mempunyai mekanisme antagonis kompetisi, antibiosis dan mikoparasit yang efektif menekan perkembangan patogen. Dilaporkan oleh Suwandi (2008) bahwa agens hayati *T. virens* dapat menekan penyakit JAP pada bibit karet karena bersifat mikoparasit. Selain itu juga efektif mengendalikan jamur patogen tular tanah *Rhizoctoni solani*, *Sclerotium rolfsii*, *Pythium spp.* dan *Fusarium oxysporum* dengan mekanisme antibiosis dan mikoparasit serta dapat menginduksi ketahanan tanaman (Amaria,2013).

Salah satu fungsi *Trichoderma* adalah dapat meningkatkan ketahanan tanaman melalui mekanisme ISR (*induced systemic resistance*) dan SAR (*systemic acquired resistance*) sehingga dapat dimanfaatkan sebagai pencegah

atau pelindung tanaman dari patogen tertentu. Dilaporkan bahwa *T. virens* merupakan *Trichoderma* antagonis yang efektif digunakan sebagai *pre-treatment* terhadap penyakit JAP demikian juga halnya dengan *T. koningii* yang dapat digunakan sebagai agens pencegah penyakit JAP pada tanaman karet Balai Perlindungan Perkebunan dan Pengawasan Bibit [BP3B] Kalimantan Tengah. Penelitian penggunaan *Trichoderma* sebagai agens pencegah penyakit JAP pada tanaman karet relatif masih terbatas bila dibandingkan penggunaannya sebagai agens pengendali. Padahal, informasi seperti ini sangat penting dan bermanfaat karena dapat mencegah berkembangnya penyakit serta akan membantu dalam mengefisiensikan biaya maupun waktu pengendalian. Di samping itu, karena cukup beragamnya jenis *Trichoderma* maka diduga akan memiliki potensi yang berbeda-beda, apakah sebagai agens pencegah atau sebagai agens pengendali penyakit JAP pada bibit tanaman karet (Amaria,2014).

Trichoderma viridae dapat mengendalikan penyakit busuk pangkal batang pada tanaman lada yang disebabkan oleh *Phytophthora capsici*. *Trichoderma koningii* selain untuk mengendalikan jamur akar putih pada tanaman karet juga dapat digunakan untuk mengendalikan penyakit-penyakit yang menyerang akar seperti : *Giberlla fujikori*, *Phytium ultimum*, *Rhizoctania solani*, *Seletreotium rofsii* dan lain-lain. Penyakit jamur akar merah (*Ganoderma*) baik pada tanaman kelapa sawit atau teh juga dapat di kendalikan dengan jamur *Trichoderma harzianum*. Belakangan ini untuk pengendalian penyakit busuk pangkal batang kelapa sawit (*Ganoderma boninense*) digabungkan penggunaan *Trichoderma pseudokoningii* dan *Trichoderma harzianum*.

Setelah menggunakan *Trichoderma* belum ada satupun perusahaan perkebunan ataupun rakyat yang mengeluhkan keefektipan *Trichoderma* dalam mengendalikan penyakit akar. Yang sering menjadi masalah adalah terlambatnya penanggulangan penyakit yakni penyakit telah meluas baru dilakukan pengendalian. Padahal penggunaan agens hayati haruslah dilakukan secara dini selagi tanaman belum terserang atau masih tingkat serangan ringan. Kesulitannya adalah pengamatan tingkat serangan sulit dilakukan secara langsung pada akar. Bila gejala telah terlihat pada tajuk berarti serangan sudah tergolong berat. Oleh karena itu pencegahan adalah tindakan yang paling memungkinkan untuk dilaksanakan.(Syahnen,2015)

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan (BBPPTP) Kecamatan Medan Helvetia, Medan.

Penelitian akan dilaksanakan pada bulan April 2018 sampai bulan September 2018.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sampel tanah yang diambil dari sekitaran pertanaman perkebunan, media PDA, alkohol 96 %, isolat patogen lain, spritus, aquades, klorampenikol dan bahan pendukung lainnya.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah cawan petri, erlenmeyer, tabung reaksi, vortex, objek gelas, lampu bunsen, autoklaf, timbangan analitik, *laminar air flow*, mikroskop, jarum inokulasi, bor gabus, cangkul, alat tulis dan camera.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) non Faktorial yang terdiri dari 7 perlakuan dengan 3 ulangan. Perlakuan yang diuji antara lain yaitu :

T₀ = Kontrol/tanpa perlakuan

T₁ = *Trichoderma* spp isolat karet Langkat

T₂ = *Trichoderma* spp isolat Kelapa Sawit Langkat

T₃ = *Trichoderma* spp isolat Kakao Langkat

T₄ = *Trichoderma* spp isolat kelapa sawit Percut

T₅ = *Trichoderma* spp isolat Kopi Karo

T₆ = *Trichoderma* spp isolat kakao Karo

Model linier dari rancangan yang digunakan adalah :

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_{ij}$$

Keterangan :

Y_{ij} : Nilai pengamatan untuk faktor T (*Trichoderma* spp) pada taraf ke-i dan ulangan ke-j

μ : Nilai tengah umum

α_i : perlakuan ke-i

β_{ij} : Pengaruh galat perlakuan ke-i dan ulangan ke-j

Pelaksanaan Penelitian.

Sterilisasi Alat

Alat yang digunakan disterilisasi dari mikroba kontaminan yang tidak diinginkan dengan cara dicuci bersih terlebih dahulu menggunakan klorox 1 %. Setelah itu di semprotkan dengan alkohol 96 % dan selanjutnya dibungkus dengan kertas kemudian dimasukkan ke dalam *autoclave* pada suhu 120⁰ C dengan tekanan 1 atm selama 60 menit.

Pembuatan media Potato Dextrose Agar (PDA)

Media PDA (*Potato Dextrose Agar*) instan dalam bentuk granul (sintetis) dengan konsentrasi 39 g/liter air. PDA ditimbang sesuai kebutuhan kemudian di masukkan kedalam *Erlenmeyer* lalu di campur dengan aquadest, aduk hingga homogen. *Erlenmeyer* kemudian ditutup menggunakan kapas dan aluminium foil. Media PDA kemudian dimasukkan ke dalam autoklaf bersamaan dengan sterilisasi alat dengan suhu 121⁰C selama \pm 1 jam. Media PDA yang telah disterilkan kemudian didinginkan hingga suhu 37⁰C untuk memperkecil

kontaminasi bakteri ditambah antibiotik (*klorampenicol*). Setelah itu media PDA dipindahkan kedalam cawan petri dan dibiarkan hingga PDA mengeras. Media PDA yang telah mengeras siap digunakan.

Eksplorasi Jamur *Trichoderma* spp

Pada penelitian ini eksplorasi yang dilakukan untuk mendapatkan isolat *Trichoerma* yaitu metode eksplorasi dari tanah supresif. Langkah awal yang perlu dilakukan adalah menentukan jenis tanaman dan jenis tanah. Tanah di sekitar perakaran (rizosfer) tanaman perkebunan dari berbagai daerah digali sedalam 0-30 cm. Sampel tanah diambil sebanyak 500 gram pada setiap titik kemudian dimasukan ke kantong plastik dan dibawa ke laboratorium untuk diisolasi jamurnya.

Isolasi jamur *Trichoderma* dilakukan dengan pengenceran bertingkat. Isolasi *Trichoderma* dari tanah dilakukan dengan cara menambahkan aquadest 100 ml pada 10 gram tanah. Dari larutan yang diperoleh di ambil 1 ml dan ditambahkan 9 ml aquadest, demikian seterusnya hingga diperoleh tingkat pengenceran yang diinginkan (10^3). Kemudian dengan pipet di ambil larutan tanah dan ditetaskan di atas media PDA sampai di peroleh biakan murni (6 HSI).

Pembiakan Isolat Patogen *Fusicoccum* sp.

Biakan murni jamur *Fusicoccum* diperoleh dengan metode eksplorasi dari tanaman karet. Isolat diperoleh dengan cara mengisolasi patogen dari bagian tulang daun dan daun tanaman karet yang menunjukkan gejala penyakit *Fusicoccum* (sesuai dengan penyebab penyakit) lalu dipotong dengan gunting. Tulang daun dan daun tanaman karet dipotong setengah bagian yang sakit dengan ukuran 1x1 cm, lalu dicuci dengan merendamnya dalam aquades steril. Kemudian

potongan tulang daun dan daun diletakkan dalam cawan petri yang berisi media PDA. Tiap cawan petri berisi 3 potongan tulang daun dan daun yang disusun terpisah. Cawan petri tersebut diinkubasi dalam inkubator pada suhu kamar selama 3 hari. Miselium cendawan yang tumbuh diisolasi kembali pada media PDA dan diinkubasikan selama seminggu. Hasil dari isolasi kemudian diidentifikasi secara makroskopis untuk memastikan isolat yang didapat.

Pengujian Jamur *Trichoderma* spp Terhadap *Fusicoccum* sp.

Sebelum melakukan pengujian siapkan media PDA dalam cawan petri kemudian ambil isolat *Trichoderma* yang berumur 7-9 hari menggunakan bor gabus berdiameter 0,5 cm dari bagian tepi koloni. Setelah itu letakkan potongan isolat *Trichoderma* pada medium PDA dengan jarak 2 cm dari tepi cawan petri kemudian beri tanda T. Isolat patogen lain (*fusicoccum*) yang sudah disiapkan, diletakkan pada medium PDA dalam cawan petri dengan jarak 2 cm dari tepi cawan petri pada sisi yang berseberangan dengan *Trichoderma* Kemudian beri tanda F. Sebagai kontrol letak isolat patogen pada medium PDA tanpa *Trichoderma* Pengamatan dilakukan setiap harinya hingga terjadi kontak antara *Trichoderma* spp. dengan *fusicoccum*.

Pengujian Jamur *Trichoderma* spp Terhadap Tanaman Tembakau.

Disiapkan bibit tembakau berumur 3-4 minggu dalam polibag, dan siramlah dengan air secukupnya. Alat *Syringe* yang sudah disterilkan. Buat suspensi konidium APH (Agen Pengendalian Hayati) *Trichoderma* spp dalam erlenmeyer dengan kerapatan konidium sesuai standart. Kemudian disuntikkan secara aseptik tulang daun tembakau pada permukaan bawah dengan suspensi

konidium APH (Agen Pengendalian Hayati) *Trichoderma* spp. Pengamatan dilakukan setiap hari selama 5 hari.

Parameter Pengamatan

Identifikasi Jamur *Trichoderma* spp

Identifikasi isolat yang diperoleh dari tiap sampel tanah dilakukan untuk mengetahui apakah cendawan yang diperoleh merupakan cendawan yang diinginkan yaitu dengan mengidentifikasi berdasarkan warna koloni dan bentuk koloni dari jamur *Trichoderma* spp.

Persentase Daya Hambat Patogen

Pengamatan persentase penghambat dilakukan pada saat jamur *Fusicoccum* dan *Trichoderma* spp. telah terjadi kontak/bersinggungan . persentase penghambat dapat dihitung dengan rumus menurut Ekowati 2000 (dalam Herlina, 2009) sebagai berikut :

$$Z = \frac{(r1 - r2)}{r1} \times 100\%$$

Keterangan :

Z : persentase penghambatan

R1 : Jari-jari *Fusicoccum* tanpa *Trichoderma* spp.(kontrol)

R2 : Jari-jari *Fusicoccum* dengan *Trichiderma* spp.

Uji Patogenesitas Terhadap Tanaman Tembakau

Pengamatan patogenesitas terhadap tanaman tembakau dengan mengamati ada tidaknya bercak nekrotik pada bagian tanaman yg di suntikkan dengan suspensi konidium APH *Trichoderma* spp. apabila tidak timbul bercak nekrotik, berarti reaksinya negatif atau tidak patogenik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

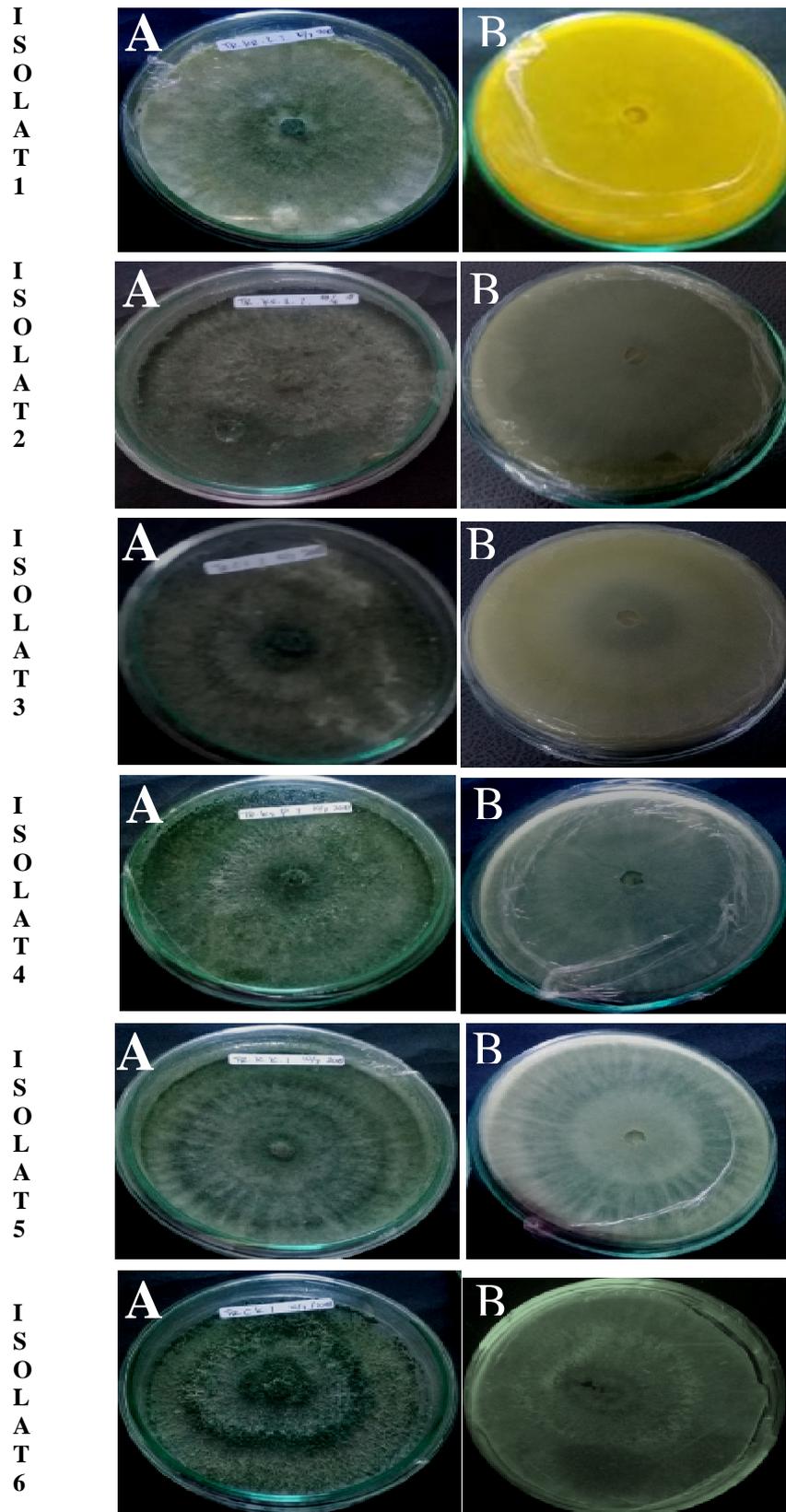
Identifikasi Jamur *Trichoderma* spp

Dari hasil eksplorasi jamur antagonis ini, di peroleh 6 isolat *Trichoderma* spp. dari beberapa tanaman perkebunan dan beberapa lokasi/daerah. Hasil yang didapat secara makroskopis dan mikroskopis menunjukkan isolat jamur *Trichoderma* Spp. keterangan isolat hasil eksplorasi dapat di lihat pada tabel 3.

Tabel 3. Keterangan Isolat Hasil Eksplorasi.

Isolat	Asal Isolat	Asal Inang	Tanaman
TR.KR.L.1	Kabupaten Langkat	Pengenceran dari Tanah	Karet
TR.KS.L.1	Kabupaten Langkat	Pengenceran dari Tanah	Kelapa Sawit
TR.C.L.1	Kabupaten Langkat	Pengenceran dari Tanah	Kakao
TR.KS.P.1	Kecamatan Percut	Pengenceran dari Tanah	Kelapa Sawit
TR.K.K.1	Kabupaten Karo	Pengenceran dari Tanah	Kopi
TR.C.K.1	Kabupaten Karo	Pengenceran dari Tanah	Kakao

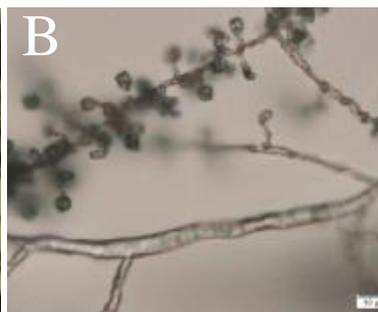
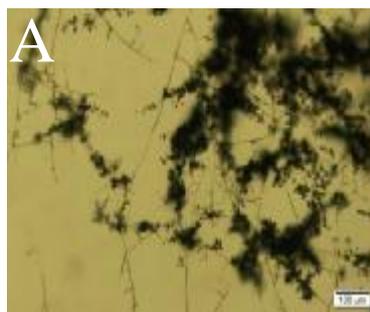
Hasil identifikasi secara makroskopis dan mikroskopis menunjukkan bahwa isolat jamur *Trichoderma* spp. memiliki karakteristik dan ciri-ciri yang berbeda pada media PDA (*potato dextrose agar*). Adapun ke-6 isolat jamur *Trichoderma* tersebut dapat dilihat pada gambar 2 berikut.



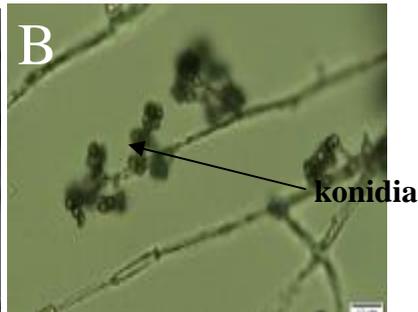
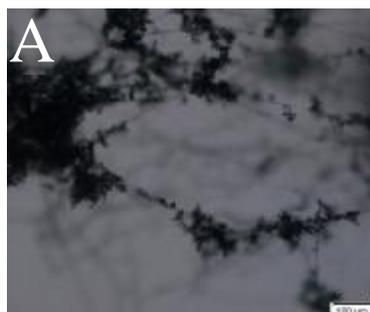
Gambar 2. Enam isolat *Trichoderma* spp. hasil eksplorasi (A) Penampang bagian depan (B) penampang bagian belakang.
Sumber: Dokumentasi Penelitian (Foto Langsung)

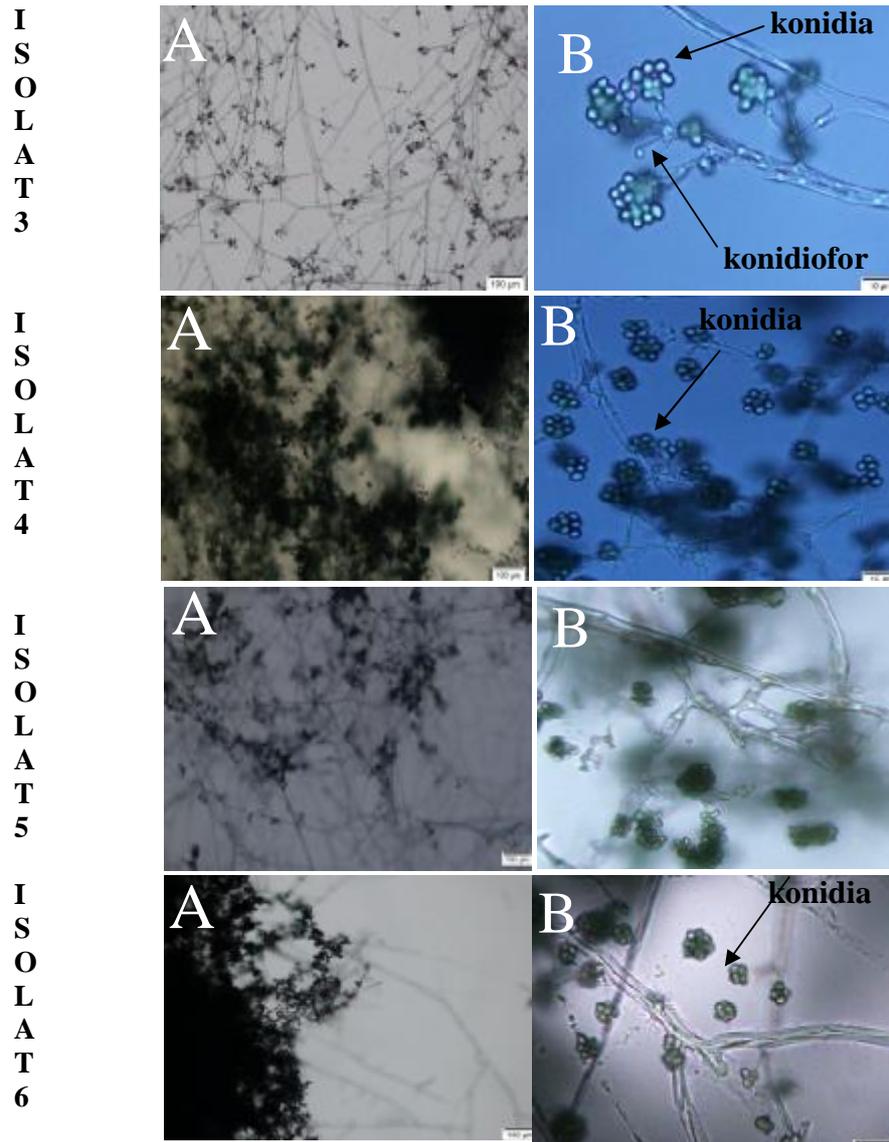
Dari enam isolat eksplorasi jamur antagonis tersebut dapat di ketahui bahwa hasilnya merupakan jamur *Trichoderma* spp. Karena secara makroskopis pertumbuhan jamur *Trichoderma* sp. pada media PDA (*Potato Dextrose Agar*) (gambar.2) memiliki warna koloni hijau, hijau tua dan hijau kekuningan. (Gusnawaty,2014) Perkembangan warna koloni diawali dengan warna putih, putih agak kehijauan, hijau muda, hijau dan hijau tua setelah umur 7 hari. Pertumbuhan koloni jamur ini juga sangat cepat hanya membutuhkan waktu kurang lebih seminggu untuk memenuhi seluruh petri dan membentuk warna hijau. (Purwantisari dan Hastuti, 2009) *Trichoderma* sp. memiliki kaloni berwarna transparan pada awal pertumbuhannya. Konidia *Trichoderma* sp. dapat terbentuk dalam waktu satu minggu dan berwarna hijau atau kuning. Keenam isolat tersebut memiliki warna yang berbeda-beda dan bentuk pertumbuhan koloninya juga berbeda. (Gusnawaty,2014) sebagian besar anggota dari genus *Trichoderma* membentuk koloni yang mempunyai warna yang berbeda dan membentuk koloni dengan zona lingkaran yang terlihat dalam cahaya

I
S
O
L
A
T
1



I
S
O
L
A
T
2





Gambar 3. Enam isolat *Trichoderma* spp. secara mikroskopis(A) perbesaran 10x (B) perbesaran 100x.

Sedangkan pada pengamatan secara mikroskopis, hasil eksplorasi *Trichoderma* sp. memiliki konidia yang bergerombol dan berbentuk bulat hingga agak bulat. Konidiofornya tegak dan bercabang-cabang. (Suharjo,2015) mengatakan hasil pengamatan morfologi memiliki warna koloni hijau hingga hijau gelap, dengan konidiofor yang agak bulat hingga bulat, filid berbentuk labu dengan konidiofor yang bercabang.

Dari ke enam isolat *Trichoderma* menunjukkan bahwa setiap isolat memiliki karakteristik yang berbeda dengan isolat lainnya baik secara makroskopis maupun mikroskopis. Watanabe (2002) dan Domsch *et al.*, (1980) dalam penelitian (Gusnawaty,2014) menyatakan bahwa *Trichoderma* sp. mempunyai konidiofor bercabang menyerupai piramida yaitu pada bagian bawah cabang lateral yang berulang-ulang, sedangkan semakin ke ujung percabangan menjadi bertambah pendek. Fialid tampak langsing dan panjang terutama pada aspek dari cabang, konidia berbentuk semi bulat hingga oval. Konidia yang berdinding halus, koloni mula-mula berwarna putih lalu menjadi kehijauan dan selanjutnya setelah dewasa miselium memiliki warna hijau kekuningan atau hijau tua terutama pada bagian yang menunjukkan banyak terdapat konidia.

Persentase Daya Hambat Patogen *Fusicoccum*

Data pengamatan persentase daya hambatan patogen *Fusicoccum* beserta sidik ragamnya dapat dilihat pada lampiran 2 – 11 HSI. Dari hasil analisa sidik ragam uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) pada taraf 1% dapat diketahui bahwa perlakuan *Trichoderma* spp. berpengaruh sangat nyata pada pengamatan 3 HSI dan berbeda sangat nyata pada pengamatan berikutnya. Untuk mengetahui perlakuan mana yang berbeda sangat nyata pada perlakuan persentase daya hambatan miselium dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Data Persentase Daya Hambat Patogen *Fusicoccum* sp.

Perlakuan	Pengamatan HSI...(%)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
T ₀	0,30 0,89	0,60 (1,05A)	1,53 (1,43A)	2,17 (1,63A)	2,63 (1,63A)	3,30 (1,94A)	4,40 (2,21A)	5,33 (2,41A)	6,00 (2,55A)
T ₁	0,11 0,78	0,16 (0,81B)	0,52 (1,01B)	0,65 (1,07B)	0,71 (1,07B)	0,76 (1,12B)	0,83 (1,15B)	0,86 (1,17B)	0,87 (1,17B)
T ₂	0,08 0,76	0,12 (0,79B)	0,35 (0,92B)	0,51 (1,01B)	0,58 (1,01B)	0,66 (1,04B)	0,75 (1,12B)	0,79 (1,14B)	0,82 (1,15B)
T ₃	0,08 0,76	0,12 (0,79B)	0,30 (0,89B)	0,49 (0,99B)	0,57 (0,99B)	0,65 (1,03B)	0,74 (1,11B)	0,79 (1,14B)	0,82 (1,15B)
T ₄	0,06 0,71	0,10 (0,78B)	0,37 (0,93B)	0,55 (1,02B)	0,62 (1,03B)	0,69 (1,06B)	0,77 (1,13B)	0,82 (1,15B)	0,84 (1,16B)
T ₅	0,08 0,76	0,10 (0,77B)	0,35 (0,92B)	0,53 (1,02B)	0,61 (1,01B)	0,68 (1,05B)	0,76 (1,12B)	0,81 (1,14B)	0,83 (1,15B)
T ₆	0,06 0,71	0,10 (0,77B)	0,35 (0,92B)	0,51 (1,01B)	0,60 (1,0(B)	0,67 (1,05B)	0,76 (1,12B)	0,80 (1,14B)	0,83 (1,15B)

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

Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa pengamatan pada hari 1 sampai hari 9 setelah inokulasi menunjukkan angka terbaik pada perlakuan T₀ (tanpa pemberian *Trichoderma* sp.) yaitu 0,30, 0,60, 1,53, 2,17, 2,63, 3,30, 4,40, 5,33, 6,00 berbeda nyata pada perlakuan T₁, T₂, T₃, T₄, T₅, dan T₆.

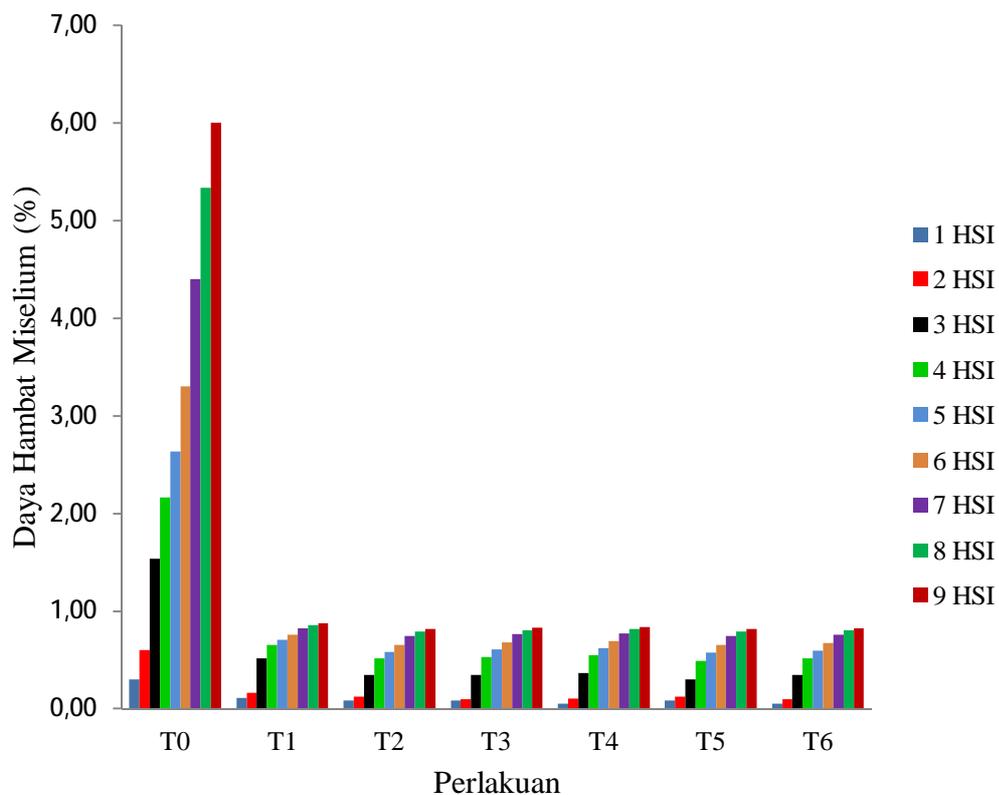
Pada hasil pengamatan T₁ (*Trichoderma* sp. isolat karet asal Langkat) menunjukkan angka terbaik dibandingkan dengan isolat tanaman lainnya. Persentase daya hambat perlakuan T₁ di hari ke-3 sudah mencapai 50% dengan nilai 0,5 dan persentase terendah pada perlakuan T₃ (*Trichoderma* sp. isolat kakao asal Langkat) dengan nilai 0,30.

Hasil pengamatan 4 hari setelah inokulasi menunjukan persentase daya hambat patogen *Fusicoccum* pada perlakuan T₃ (*Trichoderma* sp. isolat kakao asal

Langkat) belum mencapai 50%. Namun pada pengamatan 5 perlakuan T₃ sudah mencapai 50 % yaitu dengan nilai 0,57.

Hasil pengamatan 9 hari setelah inokulasi menunjukkan persentase daya hambat setiap perlakuan *Trichoderma* sp, mencapai 80% dengan dengan nilai T₁ : 0,87, T₂ : 0,82, T₃ : 0,82, T₄ : 0,84, T₅ : 0,83 dan T₆ : 0,83.

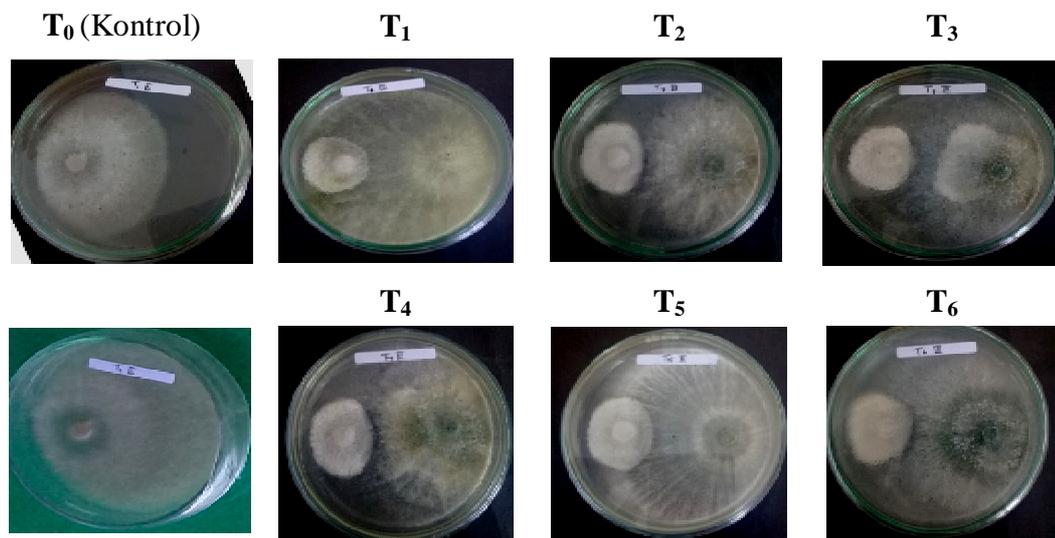
Dari keseluruhan pengamatan 1 sampai 9 hari setelah inokulasi, urutan perlakuan yang terbaik terdapat yaitu T₁ (*Trichoderma* sp. isolat karet asal Langkat), T₄ (*Trichoderma* sp. isolat kelapa saw it asal percut), T₅ (*Trichoderma* sp. isolat kopi asal Karo) , T₆ (*Trichoderma* sp. isolat kopi asal Karo), T₂ (*Trichoderma* sp. isolat kelapa sawit asal Langkat), dan T₃ (*Trichoderma* sp. isolat kakao asal Langkat).



Gambar 4. Histogram Persentase Daya Hambatan Patogen *Fusicoccum*.

Dari histogram dan data persentase daya hambat patogen *Fusicoccum* menunjukkan *Trichoderma* sp. mampu menghambat dan menekan pertumbuhan patogen *Fusicoccum*. Kemampuan jamur *Trichoderma* dalam menghambat pertumbuhan patogen *Fusicoccum* ini karena jamur *trichoderma* memiliki senyawa antibiotik dan bersifat parasit. Purwantisari (2009), mengatakan bahwa *Trichoderma* sp. merupakan cendawan parasit yang dapat menyerang dan mengambil nutrisi dari cendawan lain. Kemampuan dari *Trichoderma* sp. ini yaitu mampu memarasit cendawan patogen tanaman dan bersifat antagonis, karena memiliki kemampuan untuk mematikan atau menghambat pertumbuhan cendawan lain.

Keuntungan menggunakan *Trichoderma* sp. yang berpotensi sebagai agen hayati adalah pertumbuhannya yang cepat, mudah di biakkan. Selain itu, beberapa jenis *Trichoderma* sp. dapat bertahan hidup dengan kondisi yang tidak menguntungkan dan cukup tahan terhadap fungisida dan herbisida.



Gambar 5. Penghambatan Pertumbuhan Jamur Patogen *Fusicoccum* oleh 6 Isolat *Trichoderma* sp.

Sumber: Dokumentasi Penelitian (Foto Langsung)

Pada pengamatan 3 hari setelah inokulasi telah terjadi persinggungan antara jamur *Trichoderma* dengan *Fusicoccum*. Pada metode *dual culture* ini miselium *Fusicoccum* yang berinteraksi langsung dengan *Trichoderma* sp. secara makroskopis dapat menekan pertumbuhan *Fusicoccum*. Menurut Sukamto, *et.al*, (1999) dalam penelitian (Khairul,2017) mengatakan *Trichoderma* sp. memiliki kemampuan dalam mengeluarkan senyawa antibiotik yang berfungsi sebagai antifungal dalam menghambat pertumbuhan dan bahkan menjadi mikroparasit jamur pathogen *C. capsici* sehingga dalam pengamatan hari keenam jamur *Trichoderma* sp. telah dapat menutupi semua permukaan media. Menurut Baker dan Cook (1982) dalam penelitian (Berlian, 2013) menjelaskan pada umumnya mekanisme antagonisme *Trichoderma* spp. Dalam menekan patogen yaitu sebagai mikriparasitik dan kompetitor yang agresif.

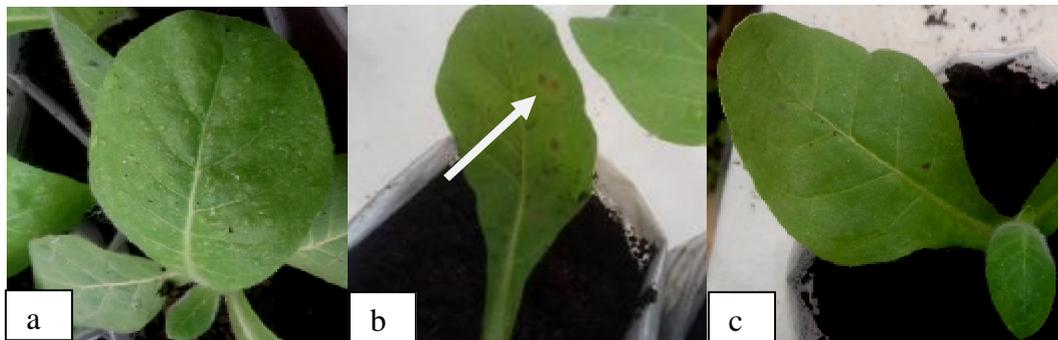
Uji Patogenisitas Terhadap Tanaman Tembakau

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

Tabel 5. Data Pengamatan Uji Patogenisitas Terhadap Tanaman Tembakau

Perlakuan	Reaksi	
	Timbul bercak nekrotik (+)	Tidak timbul bercak nekrotik (-)
Kontrol Positif (<i>Fusarium</i> sp.)	ü	x
Kontrol Negatif (Aquades)	x	ü
T ₁ (TR.KR.L.1)	x	ü
T ₂ (TR.KS.L.1)	x	ü
T ₃ (TR.C.L.1)	x	ü
T ₄ (TR.KS.P.1)	x	ü
T ₅ (TR.K.K.1)	x	ü

Dari Tabel di atas dapat diketahui bahwa pengujian *Trichoderma* spp. 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 8. Daun Tembakau Uji a) daun tembakau yang disuntik jamur *Trichoderma* spp. b) daun tembakau sebagai kontrol positif (*Fusarium* sp.) c) daun tembakau sebagai kontrol negatif (aquades)
Sumber: Dokumentasi Penelitian (Foto Langsung)

KESIMPULAN SARAN

Kesimpulan

1. Identifikasi isolat dari beberapa tanaman perkebunan secara makroskopis maupun mikroskopis merupakan isolat jamur *Trichoderma* spp.
2. Isolat T₁ (*Trichoderma* Isolat Karet Asal Langkat) merupakan persentase daya hambat miselium terbaik.
3. Uji *Trichoderma* spp. terhadap tanaman tembakau memperoleh hasil negatif (tidak menimbulkan bercak nekrotik).

Saran

Setelah diketahui adanya kemampuan jamur antagonis *Trichoderma* spp. ini dalam menghambat pertumbuhan patogen penyakit hawar daun tanaman karet (*H.brassiliensis*). Maka selanjutnya dapat dilakukan dengan uji antagonis lanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Amaria, W dan Wardiana, E. 2014. Pengaruhwaktu Aplikasi Dan Jenis *Trichoderma* Terhadap Penyakit Jamur Akar Putih Pada Bibit Tanaman Karet. *J. TIDP 1(2)*, 79-86
- Amaria, W., Taufiq, E. dan Harni, R. 2013. Seleksi dan Identifikasi Jamur Antagonis Sebagai Agens Hayati Jamur Akar Putih (*Rigidoporus Microporus*) Pada Tanaman Karet. *Buletin RISTRRI 4 (1)*: 55-64.
- Bagus, E.R. 2016. Metode Eksplorasi Jamur Antagonis. <https://dokumen.tips/documents/metode-eksplorasi-jamur-antagonis.html>. Diakses pada Tanggal 10 Februari 2018..
- Berlian, I., B. Setyawan., Dan H. Hadi. 2013. Mekanisme Antagonisme *Trichoderma* Spp.Terhadap Beberapa Patogen Tular Tanah. *Warta Perkaretan 2013*, 32(2), 74 – 82
- Chet, I. 1987. *Innovative Approaches to Plant Diseases Control*. USA: John Wiley and Sons, A Wiley-Interscience Publication.
- Darmawan, E. 2016. Eksplorasi Jamur Entomopatogen *Beauveria Bassiana*, *Metarrizium Anisopliae* Dan Jamur Antagonis *Trichoderma* Sp Pada Beberapa Sampe Tanah Pertanamn Tembakau.Digital Repository Universitas Jember.
- Darwis, H.S dan Matondang, C.O. 2016. Eksplorasi Jamur Antagonis *Trichoderma* spp. dan Potensinya dalam Mengendalikan Patogen *Fusarium sp* Penyebab Penyakit Lapuk Batang Tanaman Karet Di laboratorium. Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan. Medan.
- Darwis, H.S., Matondang, C.O., dan Muklasin. 2013. Efektifitas *Trichoderma* spp. Terhadap Patogen Penyebab Penyakit Mati Ujung Tanaman Kopi. Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan. Medan.
- Darwis,H.S dan Syahnen. 2014. Perbanyakkan Beberapa Agen Pengendalian Hayati (Aph) dan Musuh Alami. Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan. Medan.
- Dreamer. 2017. Metode Eksplorasi Jamur Antagonis. <https://id.scribd.com/document/357907008/METODE-EKSPLORASI-JAMUR-ANTAGONIS-docx>. Diakses pada Tanggal 10 Februari 2018.

- Fairuzah, Z. 2015. Identifikasi Perbedaan Serangan Dan Konidia Penyakit Daun Colletotrichum Dan Fusicoccum Pada Tanaman Karet. Scientific Note. Balai Penelitian Sungei Putih (Unpublished).
- Fairuzah, Z. 2018. Pengenalan dan Pengendalian Penyakit Hawar Daun *Fusicoccum* Pada Tanaman Karet. Balai Penelitian Sungei Putih Pusat Penelitian Karet. Medan.
- Fitriani., R. Suryantini, R.S. Wulandari. 2017. Pengendalian Hayati Patogen Busuk Akar (*Ganoderma* Sp.) Pada *Acacia Mangium* Dengan *Trichoderma* Spp. Isolat Lokal Secara In Vitro. Jurnal Hutan Lestari Vol. 5 (3) : 571 – 570..
- Gusnawaty, H., Taufik,M., Triana, L., dan Asniah. 2014. Karakterisasi Morfologis *Trichoderma* Spp. Indigenus Sulawesi Tenggara. Jurnal Agroteknos Juli 2014 Vol. 4 No. 2. Hal 87-93 Issn: 2087-7706.
- Herlina, L. 2009. Potensi *Trichoderma harzianum* sebagai Biofungisida pada Tanaman Tomat (*Trichoderma harzianum Potency as a Biofungicide on Tomato Plant*). BIOSAINTEFIKA . Volume 1, Nomor 1, Halaman 62 – 69. ISSN xxxx-xxxx.
- Kelana, A. 2010. Antagonisme *Jamur Trichoderma sp.* Dalam Mengendalikan Jamur Patogen *Phytophthora infestans* Penyebab Penyakit Umbi Tanaman Kentang. https://klanapujungga.wordpress.com/2010/12/13/pengendalian_hayati/ Diakses pada Tanggal 10 Februari 2018.
- Khairul, I., Montong, V. B., Ratulangi, M. M. 2017. Uji Antagonisme *Trichoderma* sp. Terhadap *Colletotrichum capsici* Penyebab Penyakit Antraknosa Pada Cabai Keriting Secara *In Vitro*. Jurnal Hama dan Penyakit Fakultas Pertanian, Samratulangi. Halaman 6-8. 846539.
- Kriwandi, A. 2013. *Pemanfaatan Trichoderma sp. Dalam Mengendalikan Penyakit Tanaman.* <http://www.slideshare.net/ukmkesenian/trichoderma-27573055> Diakses pada Tanggal 10 Februari 2018.
- Kurniawati, S., Kikin, H. M., dan Giyanto. 2015. Eksplorasi dan Uji Senyawa Bioaktif Bakteri Agensia Hayati untuk Mengendalikan Kresak pada Padi. Jurnal HPT Tropika Volume 15 Nomor 2 : 170-179. ISSN 1411-7525.
- Mariana Dan I. S. Budi. 2013. Eksplorasi Cendawan Antagonis Terhadap *Ganoderma* Sp. Penyebab Penyakit Busuk Pangkal Batang Kelapa Sawit. Volume 20 Nomor 2.

- Rahmawati, A. 2017. Skrining Jamur Antagonis Terhadap Jamur *Xylaria* Sp. Penyebab Penyakit Lapuk Akar dan Pangkal Batang Tebu. Universitas Lampung. Lampung.
- Ramadhan, J.T. 2015. Mekanisme Jamur *Trichoderma* Sp. Sebagai Agen Pengendali Hayati. Universitas Tidar. Magelang.
- Purwantisari S. 2009. Isolasi dan identifikasi cendawan indigenous rhizosfer tanaman kentang dari lahan pertanian kentang organik di Desa Pakis. Magelang. Jurnal BIOMA. ISSN: 11 (2): 45.
- Purwantisari, S, dan Hastuti, RB, 2009, 'Uji Antagonisme Jamur Patogen *Phytophthora infestans* Penyebab Penyakit Busuk Daun dan Umbi Tanaman Kentang dengan Menggunakan *Trichoderma* spp. Isolat Lokal', Jurusan Biologi, Universitas Diponegoro, Semarang, *Bioma*, vol. 11, no. 1, hal. 24-32
- Semangun, H. 2000. Penyakit – Penyakit Tanaman Perkebunan di Indonesia. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Soesanto, L. 2013. Pengantar Pengendalian Hayati Penyakit Tanaman Edisi kedua. Rajawali Pers. Jakarta.
- Suharjo, R., Fitriana¹, Y., Rini, M. V. Dan Hidayat, F. K. 2015. Karakterisasi Dan Identifikasi Isolat Jamur *Trichoderma* Sp. Terpilih. Badan Pengelola Dana Perkebunan Sawit (BPDPKS). Lampung.
- Syahnen dan Darwis, H.S. 2015. Manfaat, Cara Perbanyakan, Aplikasi Dan Evaluasi Penggunaan Jamur *Trichoderma*. Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan. Medan.
- Syahnen. 2010. Prospek APH dalam Mengendalikan OPT Perkebunan. Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan (BBP2TP) Medan. Makalah Disampaikan pada "Pertemuan Jejaring Laboratorium di Wilayah Binaan BBP2TP Medan", Dilaksanakan oleh BBP2TP Medan, Tanggal 10-13 Nov 2010 di Medan.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Bagan Penelitian

Ulangan I	Ulangan II	Ulangan III
T ₅ II	T ₁ III	T ₀ I
T ₆ III	T ₆ II	T ₁ I
T ₂ III	T ₆ I	T ₄ II
T ₃ II	T ₂ I	T ₅ III
T ₅ I	T ₃ III	T ₂ II
T ₀ II	T ₄ III	T ₃ I
T ₁ II	T ₀ III	T ₄ I

Keterangan :

- T₀ = Kontrol/tanpa perlakuan (*Trichoderma* spp)
- T₁ = *Trichoderma* spp isolat karet Langkat
- T₂ = *Trichoderma* spp isolat kelapa Sawit Langkat
- T₃ = *Trichoderma* spp isolat Kakao langkat
- T₄ = *Trichoderma* spp isolat kelapa Sawit Percut
- T₅ = *Trichoderma* spp isolat kopi Karo
- T₆ = *Trichoderma* spp isolat kakao Karo

Lampiran 2. Persentase Daya Hambat Miselium 1 HSI

Perlakuan	Ulangan			Σ	Rataan
	1	2	3		
T0	40%	20%	30%	0,90	0,30
T1	0%	0%	33%	33%	11%
T2	25%	0%	0%	25%	8%
T3	25%	0%	0%	25%	8%
T4	0%	50%	-33%	17%	6%
T5	25%	0%	0%	25%	8%
T6	0%	50%	-33%	17%	6%
Total	115%	120%	-3%	232%	77%

Transformasi $\sqrt{(p + 0,5)}$ Persentase Daya Hambatan Miselium 1 HSI

Perlakuan	Ulangan			Σ	Rataan
	1	2	3		
T0	0,95	0,84	0,89	2,68	0,89
T1	0,71	0,71	0,91	2,33	0,78
T2	0,87	0,71	0,71	2,28	0,76
T5	0,87	0,71	0,71	2,28	0,76
T4	0,71	1,00	0,41	2,12	0,71
T3	0,87	0,71	0,71	2,28	0,76
T6	0,71	1,00	0,41	2,12	0,71
Total	5,67	5,67	4,75	16,08	5,36

Daftar Sidik Ragam Persentase Daya Hambatan Miselium

SK	DB	JK	KT	F Hitung	F Tabel
					0,01
Perlakuan	6	0,0714	0,0119	0,38 ^{tn}	4,46
Galat	14	0,4352	0,0311		
Total	20	0,5066			

Keterangan : tn : Tidak Nyata

KK : 7,6159

Lampiran 3. Persentase Daya Hambat Miselium 2 HSI

Perlakuan	Ulangan			Σ	Rataan
	1	2	3		
T0	70 %	60%	50%	180%	60%
T1	29%	0%	20%	49%	16%
T2	0%	17%	20%	37%	12%
T3	0%	17%	20%	37%	12%
T4	14%	17%	0%	31%	10%
T5	29%	0%	0%	29%	10%
T6	29%	0%	0%	29%	10%
Total	170%	110%	110%	390%	130%

Transformasi $\sqrt{(p + 0,5)}$ Persentase Daya Hambatan Miselium 2 HSI

Perlakuan	Ulangan			Σ	Rataan
	1	2	3		
T0	1,10	1,05	1,00	3,14	1,05
T1	0,89	0,71	0,84	2,43	0,81
T2	0,71	0,82	0,84	2,36	0,79
T3	0,71	0,82	0,84	2,36	0,79
T4	0,80	0,82	0,71	2,33	0,78
T5	0,89	0,71	0,71	2,30	0,77
T6	0,89	0,71	0,71	2,30	0,77
Total	5,97	5,62	5,63	17,22	5,74

Daftar Sidik Ragam Persentase Daya Hambatan Miselium

SK	DB	JK	KT	F Hitung	F Tabel 0,01
Perlakuan	6	0,1860	0,0310	4,77**	4,46
Galat	14	0,0910	0,0065		
Total	20	0,2770			

Keterangan : ** : Sangat Nyata

KK : 3,3657

Lampiran 4. Persentase Daya Hambat Miselium 3 HSI

Perlakuan	Ulangan			Σ	Rataan
	1	2	3		
T0	160%	140%	160%	460%	153%
T1	63%	43%	50%	155%	52%
T2	31%	29%	44%	104%	35%
T3	31%	29%	44%	104%	35%
T4	44%	36%	31%	111%	37%
T5	38%	14%	38%	89%	30%
T6	31%	29%	44%	104%	35%
Total	398%	319%	410%	1126%	375%

Transformasi $\sqrt{(p + 0,5)}$ Persentase Daya Hambatan Miselium 3 HSI

Perlakuan	Ulangan			Σ	Rataan
	1	2	3		
T0	1,45	1,38	1,45	4,28	1,43
T1	1,06	0,96	1,00	3,02	1,01
T2	0,90	0,89	0,97	2,76	0,92
T3	0,90	0,89	0,97	2,76	0,92
T4	0,97	0,93	0,90	2,80	0,93
T5	0,94	0,80	0,94	2,67	0,89
T6	0,90	0,89	0,97	2,76	0,92
Total	7,12	6,73	7,19	21,04	7,01

Daftar Sidik Ragam Persentase Daya Hambatan Miselium

SK	DB	JK	KT	F Hitung	F Tabel 0,01
Perlakuan	6	0,6526	0,1088	45,150 **	4,46
Galat	14	0,0337	0,0024		
Total	20	0,6864			

Keterangan : ** : Sangat Nyata

KK : 1,8535

Lampiran 5. Persentase Daya Hambat Miselium 4 HSI

Perlakuan	Ulangan			Σ	Rataan
	1	2	3		
T0	220%	180%	250%	650%	217%
T1	73%	56%	68%	196%	65%
T2	50%	44%	60%	154%	51%
T3	55%	33%	60%	148%	49%
T4	59%	50%	56%	165%	55%
T5	50%	44%	64%	158%	53%
T6	50%	44%	60%	154%	51%
Total	556%	452%	618%	1627%	542%

Transformasi $\sqrt{(p + 0,5)}$ Persentase Daya Hambatan Miselium 4 HSI

Perlakuan	Ulangan			Σ	Rataan
	1	2	3		
T0	1,64	1,52	1,73	4,89	1,63
T1	1,11	1,03	1,09	3,22	1,07
T2	1,00	0,97	1,05	3,02	1,01
T3	1,02	0,91	1,05	2,98	0,99
T4	1,04	1,00	1,03	3,07	1,02
T5	1,00	0,97	1,07	3,04	1,01
T6	1,00	0,97	1,05	3,02	1,01
Total	7,82	7,37	8,06	23,25	7,75

Daftar Sidik Ragam Persentase Daya Hambatan Miselium

SK	DB	JK	KT	F Hitung	F Tabel 0,01
Perlakuan	6	0,9705	0,1617	45,97 **	4,46
Galat	14	0,0493	0,0035		
Total	20	1,0197			

Keterangan : ** : Sangat Nyata

KK : 2,1307

Lampiran 6. Persentase Daya Hambat Miselium 5 HSI

Perlakuan	Ulangan			Σ	Rataan
	1	2	3		
T0	290%	200%	300%	790%	263%
T1	79%	60%	73%	213%	71%
T2	62%	45%	67%	174%	58%
T3	66%	40%	67%	172%	57%
T4	69%	55%	63%	187%	62%
T5	62%	50%	70%	182%	61%
T6	62%	50%	67%	179%	60%
Total	690%	500%	707%	1897%	632%

Transformasi $\sqrt{(p + 0,5)}$ Persentase Daya Hambatan Miselium 5 HSI

Perlakuan	Ulangan			Σ	Rataan
	1	2	3		
T0	1,84	1,58	1,87	5,30	1,77
T1	1,14	1,05	1,11	3,30	1,10
T2	1,06	0,97	1,08	3,11	1,04
T3	1,07	0,95	1,08	3,10	1,03
T4	1,09	1,02	1,06	3,18	1,06
T5	1,06	1,00	1,10	3,15	1,05
T6	1,06	1,00	1,08	3,14	1,05
Total	8,32	7,58	8,38	24,28	8,09

Daftar Sidik Ragam Persentase Daya Hambatan Miselium

SK	DB	JK	KT	F Hitung	F Tabel 0,01
Perlakuan	6	1,3063	0,2177	36,77**	4,46
Galat	14	0,0829	0,0059		
Total	20	1,3892			

Keterangan : ** : Sangat Nyata

KK : 2,7048

Lampiran 7. Persentase Daya Hambat Miselium 6 HSI

Perlakuan	Ulangan			Σ	Rataan
	1	2	3		
T0	380%	230%	380%	990%	330%
T1	84%	65%	79%	228%	76%
T2	71%	52%	74%	197%	66%
T3	74%	48%	74%	195%	65%
T4	76%	61%	71%	208%	69%
T5	71%	57%	76%	204%	68%
T6	71%	57%	74%	201%	67%
Total	827%	569%	827%	2224%	741%

Transformasi $\sqrt{(p + 0,5)}$ Persentase Daya Hambatan Miselium 6 HSI

Perlakuan	Ulangan			Σ	Rataan
	1	2	3		
T0	2,07	1,67	2,07	5,82	1,94
T1	1,16	1,07	1,14	3,37	1,12
T2	1,10	1,01	1,11	3,22	1,07
T3	1,11	0,99	1,11	3,21	1,07
T4	1,12	1,05	1,10	3,28	1,09
T5	1,10	1,03	1,12	3,26	1,09
T6	1,10	1,03	1,11	3,24	1,08
Total	8,77	7,86	8,77	25,40	8,47

Daftar Sidik Ragam Persentase Daya Hambatan Miselium

SK	DB	JK	KT	F Hitung	F Tabel
Perlakuan	6	1,8732	0,3122	31,71 **	4,46
Galat	14	0,1378	0,0098		
Total	20	2,0111			

Keterangan : ** : Sangat Nyata

KK : 3,4099

Lampiran 8. Persentase Daya Hambat Miselium 7 HSI

Perlakuan	Ulangan			Σ	Rataan
	1	2	3		
T0	490%	330%	500%	1320%	440%
T1	88%	76%	84%	248%	83%
T2	78%	67%	80%	224%	75%
T3	80%	64%	80%	223	74%
T4	82%	73%	78%	232%	77%
T5	78%	70%	82%	229%	76%
T6	78%	70%	80%	227%	76%
Total	972%	748%	984%	2704%	901%

Transformasi $\sqrt{(p + 0,5)}$ Persentase Daya Hambatan Miselium 7 HSI

Perlakuan	Ulangan			Σ	Rataan
	1	2	3		
T0	2,32	1,95	2,35	6,62	2,21
T1	1,17	1,12	1,16	3,45	1,15
T2	1,13	1,08	1,14	3,35	1,12
T3	1,14	1,07	1,14	3,34	1,11
T4	1,15	1,11	1,13	3,39	1,13
T5	1,13	1,09	1,15	3,37	1,12
T6	1,13	1,09	1,14	3,36	1,12
Total	9,17	8,51	9,20	26,89	8,96

Daftar Sidik Ragam Persentase Daya Hambatan Miselium

SK	DB	JK	KT	F Hitung	F Tabel 0,01
Perlakuan	6	3,0021	0,5004	63,87 **	4,46
Galat	14	0,1097	0,0078		
Total	20	3,1118			

Keterangan : ** : Sangat Nyata

KK : 8,3591

Lampiran 9. Persentase Daya Hambat Miselium 8 HSI

Perlakuan	Ulangan			Σ	Rataan
	1	2	3		
T0	580%	420%	600%	1600%	533%
T1	90%	81%	87%	257%	86%
T2	81%	74%	83%	238%	79%
T3	83%	71%	83%	238%	79%
T4	84%	79%	82%	245%	82%
T5	81%	76%	85%	242%	81%
T6	81%	76%	83%	241%	80%
Jumlah	1080%	877%	1103%	3060%	1020%

Transformasi $\sqrt{(p + 0,5)}$ Persentase Daya Hambatan Miselium 8 HSI

Perlakuan	Ulangan			Σ	Rataan
	1	2	3		
T0	2,51	2,17	2,55	7,23	2,41
T1	1,18	1,14	1,17	3,50	1,17
T2	1,14	1,11	1,15	3,41	1,14
T3	1,15	1,10	1,15	3,41	1,14
T4	1,16	1,13	1,15	3,44	1,15
T5	1,14	1,12	1,16	3,43	1,14
T6	1,14	1,12	1,15	3,42	1,14
Total	9,44	8,91	9,49	27,84	9,28

Daftar Sidik Ragam Persentase Daya Hambatan Miselium

SK	DB	JK	KT	F Hitung	F Tabel 0,01
Perlakuan	6	4,1111	0,6852	103,04**	4,46
Galat	14	0,0931	0,0066		
Total	20	4,2042			

Keterangan : ** : Sangat Nyata

KK : 7,6344

Lampiran 10. Persentase Daya Hambat Miselium 9 HSI

Perlakuan	Ulangan			Σ	Rataan
	1	2	3		
T0	650%	500%	650%	1800%	600%
T1	91%	84%	88%	262%	87%
T2	83%	78%	85%	246%	82%
T3	85%	76%	85%	245%	82%
T4	86%	82%	83%	251%	84%
T5	83%	80%	86%	249%	83%
T6	83%	80%	85%	248%	83%
Total	1161%	980%	1161%	3302%	1101%

Transformasi $\sqrt{(p + 0,5)}$ Persentase Daya Hambatan Miselium 9 HSI

Perlakuan	Ulangan			Σ	Rataan
	1	2	3		
T0	2,65	2,35	2,65	7,64	2,55
T1	1,19	1,16	1,17	3,52	1,17
T2	1,15	1,13	1,16	3,45	1,15
T3	1,16	1,12	1,16	3,44	1,15
T4	1,17	1,15	1,15	3,47	1,16
T5	1,15	1,14	1,17	3,46	1,15
T6	1,15	1,14	1,16	3,45	1,15
Total	9,62	9,19	9,96	28,43	9,48

Daftar Sidik Ragam Persentase Daya Hambatan Miselium

SK	DB	JK	KT	F Hitung	F Tabel 0,01
Perlakuan	6	4,9738	0,8290	184,86 **	4,46
Galat	14	0,0628	0,0045		
Total	20	5,0365			

Keterangan : ** : Sangat Nyata

KK : 2,1754

Lampiran 12. Deskripsi Isolat 1 (*Trichoderma* sp. Karet Langkat)

Keterangan

Alamat	: Desa Kuala Air Hitam, Kec. Selesai, Kab. Langkat
Kebun	: Harlin
Luas	: 4 Ha
Umur	: 15 tahun
Budidaya/Pemangkasan	: -
Produksi	: 200 kg/Ha/bulan
Jarak Tanam	: 3×4
Pupuk	: Pupuk Kandang Setiap 6 Bulan
Jenis Tanah	: -
Pengendalian OPT	: Tidak dikendalikan
Ketinggian	: 11,5 mdpl
Gulma	: Babandotan dan Paitan
Titik Koordinat	: 3° 39' 43" , 98° 25' 21"
Jenis OPT	: JAP, KAS, DAN Jamur Upas

Lampiran 13. Deskripsi Isolat 2 (*Trichoderma* sp. Kelapa Sawit Langkat)

Keterangan

Alamat	: Desa Kuala Air Hitam, Kec. Selesai, Kab. Langkat
Luas	: 50 Ha
Umur	: 26 tahun
Budidaya/Pemangkasan	: Kurang
Produksi	: 1,5 ton/Ha/bulan
Jarak Tanam	: 8×9
Pupuk	: Kurang
Jenis Tanah	: -
Pengendalian OPT	: Tidak Pernah
Ketinggian	: 11,5 mdpl
Gulma	: Pakisan, Babandotan, Pakisan, dan Paspalum
Titik Koordinat	: 3° 39' 43" , 98° 25' 21"
Jenis OPT	: BPB <i>Ganoderma</i> , Tikus, Kumbang, Oryctes

Lampiran 14. Deskripsi Isolat 3 (*Trichoderma* sp. Kakao Langkat)

Keterangan

Alamat	: Desa Lau Mulgab, Kec. Selesai, Kab. Langkat
Kebun	: PT. Haspam Suko Kulon
Luas	: 40 Ha
Umur	: 20 tahun
Budidaya/Pemangkasan	: Dilakukan Pemangkasan
Produksi	: 25-50 ton/Ha/
Jarak Tanam	: 3×3 m
Pupuk	: 1 Tahun Sekali (Urea dan KCl)
Jenis Tanah	: -
Pengendalian OPT	: Pernah disemprot insektisida (Decis) dan Fungisida (Dithane m45)
Ketinggian	: 46,9 mdpl
Gulma	: -
Titik Koordinat	: 3° 34' 44" , 98° 23' 59"
Jenis OPT	: PBK, Jamur Upas dan VSD

Lampiran 15. Deskripsi Isolat 4 (*Trichodermasp.* Kelapa Sawit Percut)

Keterangan

Alamat	: Kec. Percut Sei Tuan, Kab. Deli serdang
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

Lampiran 16. Deskripsi Isolat 5 (*Trichoderma* sp. Kopi Karo)

Keterangan

Alamat	: Desa Sukarame, Kec. Munte, Kab. Karo
Kebun	: Hana Sitepu
Luas	: ± 2 Rante
Umur	: -
Budidaya/Pemangkasan	: Pemangkasan dilakukan Sekalian Panen
Produksi	: 40 kg / 2 minggu
Jarak Tanam	: -
Pupuk	: -
Jenis Tanah	: -
Pengendalian OPT	: Sanitasi Kebun Teratur, dilakukan Penanaman Pohon Pelindung yaitu Enau dan Pisang
Ketinggian	: 1.045,7 mdpl
Gulma	:
Jenis OPT	: PBKo, Antraknos Buah, Antraknos Pucuk, dan Ranting, Helopeltis.
Titik Koordinat	: 3° 5' 8" , 98° 25' 2"

Lampiran 17. Deskripsi Isolat 6 (*Trichoderma* sp. Kakao Karo)

Keterangan

Alamat	: Desa Buluh Naman, Kec. Munte, Kab. Karo
Kebun	: Keke Sembiring
Luas	: 4 Ha
Umur Tanaman	: -
Produksi	: 38-40 kg/ 1 bulan sekali
Jarak Tanam	: -
Budidaya/Pemangkasan	: Pemangkasan 3 Kali dalam 1 Tahun
Pupuk	: Ponska, Urea dan Garam dilakukan 3 Bulan sekali
Jenis Tanah	: -
Jenis OPT	: Antraknos
Pengendalian OPT	: Sanitasi Kebun Kurang dilakukan Menanan Tanaman Penaung yaitu Pohon Durian, Duku, Kelapa, Pisang, dan Kayu Air
Titik Koordinat	: 3° 5' 25" , 98° 21' 45"
Ketinggian	: 871,9 mdpl

Lampiran 18. Dokumentasi Eksplorasi Jamur Antagonis *Trichoderma* sp. dari Lapangan Hingga Biakan Murni.



Gambar 7. Pengambilan Sampel Tanah di Areal Pertanaman Kelapa Sawit.



Gambar 8. Sampel Tanah Kelapa Sawit dari Lima Titik



Gambar 9. Pencampuran (menghomogenkan) Sempel Tanah



Gambar 10. Pengenceran Bertingkat 10^3



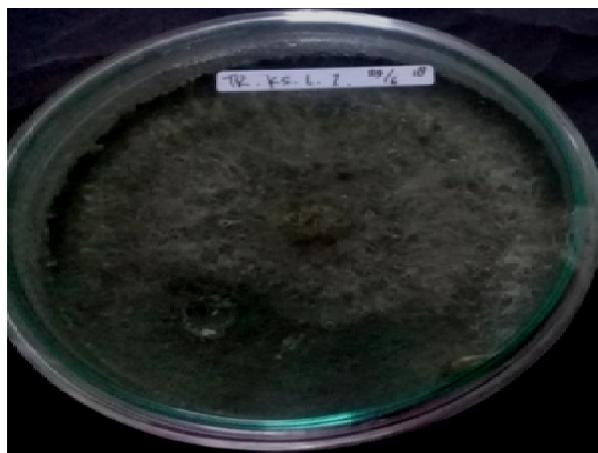
Gambar 11. Menghomogenkan dengan Vortex



Gambar 12. Biakan Hasil Pengenceran



Gambar 13. Isolasi Biakan Murni



Gambar 14. Biakan Murni *Trichoderma* sp.



Gambar 15. Mikroskopis Jamur *Trichoderma* sp.

Lampiran 11. Pertumbuhan Patogen *Fusicoccum*

