

**EKSPLORASI CENDAWAN *DARK SEPTATE ENDOPYTE*
(DSE) DARI AKAR *Hevea brasiliensis* UNTUK PENGENDALI
JAMUR AKAR PUTIH (*Rigidoporus microporus*)
SECARA IN VITRO**

S K R I P S I

Oleh :

**EKA EFRIANI
1504290078
AGROTEKNOLOGI**



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2020**

**EKSPLORASI CENDAWAN DARK SEPTATE ENDOPYTE
(DSE) DARI AKAR *Hevea brasiliensis* UNTUK PENGENDALI
JAMUR AKAR PUTIH (*Rigidoporus microporus*)
SECARA IN VITRO**

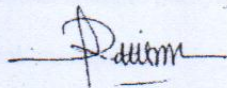
SKRIPSI

Oleh

**EKA EFRIANI
1504290078
AGROTEKNOLOGI**

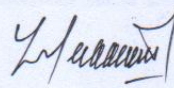
Disusun Sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan Strata 1 (S1) pada
Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Komisi Pembimbing



Dr. Radite Tistama, M.Si.

Ketua



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

Anggota

Disahkan Oleh :

Dekan



Ir. Asritanarni Munar, M.P.

Tanggal Lulus: 14-08-2020

PERNYATAAN

Dengan ini saya :

Nama : Eka Efriani

NPM : 1504290078

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi dengan judul “Eksplorasi Cendawan *Dark Septate Endopyte* (DSE) Dari Akar *Hevea brasiliensis* Untuk Pengendali Jamur Akar Putih (*Rigidoporus microporus*) Secara In Vitro” 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 ditemukan adanya penjiplakan (plagiarisme), maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah saya peroleh. Dengan pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak manapun.

Medan, Agustus 2020

Yang menyatakan



Eka Efriani

RINGKASAN

EKA EFRIANI: “Eksplorasi Cendawan Dark Septate Endopyte (DSE) dari Akar *Hevea brasiliensis* untuk Pengendalian Jamur Akar Putih (*Rigidoporus microporus*) Secara In Vitro’. Di bimbing oleh Bapak Dr. Radite Tistama, M.Si. selaku ketua komisi pembimbing dan Ibu Hilda Syafitri Darwis, S.P., M.P. selaku anggota komisi pembimbing.

Penelitian bertujuan untuk mengetahui cendawan Dark Septate Endophyte (DSE) dapat menekan pertumbuhan penyakit jamur akar putih secara in vitro. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Balai Penelitian Sungai Putih (BPSP) jl. Sei Putih Rispa. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) non faktorial dengan 12 perlakuan dan 3 ulangan yaitu: F₀ =Kontrol, F₁=Penggunaan cendawan *Dark Septate Endopyte* (DSE) APS 1, F₂= Penggunaan cendawan *Dark Septate Endopyte* (DSE) APS 2, F₃=Penggunaan cendawan *Dark Septate Endopyte* (DSE) APS 3, F₄=Penggunaan cendawan *Dark Septate Endopyte* (DSE) APS 4, F₅ =Penggunaan cendawan *Dark Septate Endopyte* (DSE) APS 5, F₆=Penggunaan cendawan *Dark Septate Endopyte* (DSE) APS 6, F₇=Penggunaan cendawan *Dark Septate Endopyte* (DSE) APS 7, F₈=Penggunaan cendawan *Dark Septate Endopyte* (DSE) APS 8, F₉=Penggunaan cendawan *Dark Septate Endopyte* (DSE) APS 9, F₁₀ =Penggunaan cendawan *Dark Septate Endopyte* (DSE) APS 10, F₁₁ =Penggunaan cendawan *Dark Septate Endopyte* (DSE) TM RP 2a. Parameter yang diamati adalah karakterisasi yang terisolasi, patogenitas cendawan DSE menggunakan benih sawi putih, persentase daya efikasi cendawan DSE, dan pengamatan hifa abnormal.

Hasil penelitian menunjukkan diperoleh isolat cendawan DSE tanaman karet sebanyak 18 isolat dengan karakteristik adanya pigmen gelap pada media agar, memiliki hifa genap bersepta memiliki konidia atau hifa steril dan membentuk mikrosklerotia didaerah jaringan akar. Isolat cendawan DSE yang memiliki persentase perkecambahan benih sawi putih sebesar 100% dan tumbuh normal ada sebanyak 9 isolat antara lain APS 1, APS 2, APS 3, APS 4, TMRP 2a, APS 5, APS 6, APS 7, dan APS 8. Diperoleh 11 isolat cendawan DSE yang bersifat tidak patogenik yaitu : APS 1, APS 2, APS 3, APS 4, TM RP 2a, APS 5, APS 6, APS 7, APS 8, APS 9, APS 10 dan 7 isolat cendawan DSE yang bersifat patogenik, yaitu : APS 11, APS 12, APS 13, APS 14, APS 15, APS 16, APDS 3.2. Persentase penghambatan pertumbuhan JAP tertinggi terdapat pada isolat APS 1 yaitu sebesar 5,88%.

Kata kunci : Eksplorasi, Karet, Dark Septate Endophyte, jamur akar putih

SUMMARY

EKA EFRIANI: "Exploration of Dark Septate Endopyte (DSE) Fungi from *Hevea brasiliensis* Root for Control of White Root Fungus (*Rigidoporus microporus*) In Vitro". Supervised by Mr. Dr. Radite Tistama, M.Si. as the head of the supervisory commission and Mrs. Hilda Syafitri Darwis, S.P., M.P. as a member of the supervisory commission.

The aim of this study was to determine the fungus Dark Septate Endopyte (DSE) can suppress the growth of white root fungal disease in vitro. This research was conducted at the Laboratory of the White River Research Institute (BPSP) jl. Sei Putih Risa. This study used a non-factorial completely randomized design (CRD) with 12 treatments and 3 replications, namely: F0 = Control, F1 = Use of the fungus Dark Septate Endopyte (DSE) APS 1, F2 = Use of the fungus Dark Septate Endopyte (DSE) APS 2, F3 = Use of Dark Septate Endopyte (DSE) Fungi APS 3, F4 = Use of Dark Septate Endopyte (DSE) Fungi APS 4, F5 = Use of Dark Septate Endopyte (DSE) Fungi APS 5, F6 = Use of Dark Septate Endopyte (DSE) Fungi APS 6, F7 = Use of Dark Septate Endopyte (DSE) Fungi APS 7, F8 = Use of Dark Septate Endopyte (DSE) Fungi APS 8, F9 = Use of Dark Septate Endopyte (DSE) Fungi APS 9, F10 = Use of Dark Septate Endopyte (DSE) fungi APS 10, F11 = Use of the fungus Dark Septate Endopyte (DSE) TM RP 2a. The parameters observed were isolated characterization, pathogenicity of DSE fungi using chicory seeds, percentage of efficacy of DSE fungi, and observation of abnormal hyphae.

The results showed that 18 rubber plant DSE fungi isolates were obtained with the characteristics of dark pigment on agar media, had even hyphae with conidia or sterile hyphae and formed microsclerotia in the root tissue area. There were 9 isolates of DSE fungi with 100% germination percentage of chicory seeds and normal growth, including APS 1, APS 2, APS 3, APS 4, TMRP 2a, APS 5, APS 6, APS 7, and APS 8. There were 11 isolates of DSE fungi that were non-pathogenic, namely: APS 1, APS 2, APS 3, APS 4, TM RP 2a, APS 5, APS 6, APS 7, APS 8, APS 9, APS 10 and 7 DSE fungi isolates. are pathogenic, namely: APS 11, APS 12, APS 13, APS 14, APS 15, APS 16, APDS 3.2. The highest percentage of JAP growth inhibition was found in the APS 1 isolate which was 5.88%.

Keywords : Exploration, Rubber, Dark Septate Endopyte, white root fungus

RIWAYAT HIDUP

Eka Efriani, lahir di Rantau prapat pada tanggal 08 Mei 1997, anak ke-4 dari 5 bersaudara dari pasangan orang tua Ayahanda Rangga dan Ibunda Harmaini.

Pendidikan yang telah ditempuh antara lain sebagai berikut :

1. Tahun 2009 menyelesaikan Pendidikan Sekolah Dasar (SD) di SD Negeri No.117470 Kampung Sawah, Rantau prapat.
2. Tahun 2012 menyelesaikan Pendidikan Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMP Swasta Kemala Bhayangkari-3.
3. Tahun 2015 menyelesaikan Pendidikan Sekolah Menengah Atas (SMA) di SMA Negri 1 Rantau Utara.
4. Tahun 2015 melanjutkan Pendidikan Strarta 1 (S1) pada Program Studi Agroteknologi di Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Kegiatan yang pernah diikuti selama menjadi Mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara antara lain :

1. Mengikuti Pengenalan Kehidupan Kampus bagi Mahasiswa Baru (PKKMB) Badan Eksekutif Mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara pada tahun 2015.
2. Mengikuti Masa Ta'aruf (MASTA) Pimpinan Komisariat Ikatan Mahasiswa Muhammadiyah Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara pada tahun 2015.
3. Mengikuti Kajian Intensif Al-Islam Kemuhammadiyahaan (KIAM) yang diselenggarakan oleh Pusat Studi Al-Islam Kemuhammadiyahahan (PSIM) pada bulan Oktober 2015.
4. Mengikuti Pendidikan Dasar (Diksar) Organisasi UMSU pada tahun 2015.
5. Melaksanakan Praktek Kerja Lapangan (PKL) di PT. PD. PAYA PINANG GROUP, Tebing Tinggi, Sumatera Utara.

KATA PENGANTAR



Alhamdulillah, puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat, karunia dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul, “Eksplorasi Cendawan *Dark Septate Endopyte* (DSE) Dari Akar *Hevea brasiliensis* Untuk Pengendali Jamur Akar Putih (*Rigidoporus microporus*) Secara In Vitro”.

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

1. Orang tua yang selalu memberikan dukungan dan doa kepada penulis dalam pengerjaan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Ibu Ir. Asritanarni Munar, M.P selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, yang selalu mendukung dan memberi arahan kepada penulis.
3. Ibu Dr. Ir. Wan Arfiani Barus, M.P selaku Ketua Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, yang selalu mendukung dan memberi arahan kepada penulis dalam penyelesaian skripsi ini.
4. Bapak Dr. Radite Tistama, M.Si. Selaku Ketua Komisi Pembimbing yang selalu mendukung dan memberi arahan kepada penulis dalam penyelesaian skripsi ini.
5. Ibu Hilda Syafitri Darwis, S.P., M.P. Selaku Anggota Komisi Pembimbing yang selalu mendukung dan memberi arahan kepada penulis dalam penyelesaian skripsi ini.

6. Seluruh Dosen dan Staf Tata Usaha Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu pengetahuan serta nasehat kepada penulis.
7. Teman-teman seperjuangan serta sahabat yang telah memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, hal ini disebabkan oleh keterbatasan yang ada pada penulis dengan demikian penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu.

Medan, Agustus 2020

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN.....	viii
PENDAHULUAN.....	1
Latar Belakang	1
Tujuan Penelitian.....	4
Hipotesis Penelitian.....	4
Kegunaan Penelitian.....	4
TINJAUAN PUSTAKA.....	5
Isolasi Dan Seleksi	5
Morfologi Tanaman Karet.....	5
Klasifikasi <i>Rigidoporus microporus</i>	6
Morfologi <i>Rigidoporus microporus</i>	6
Gejala Serangan <i>Rigidoporus microporus</i>	8
Morfologi Cendawan <i>Dark Septate Endopyte</i>	9
Fisiologi Dan Fungsi	10
Kolonisasi Tanaman Inang.....	11
Interaksi Dengan Jamur Lain	11
Peran Cendawan <i>Dark Septate Endopyte</i>	11
BAHAN DAN METODE PENELITIAN.....	13
Tempat dan Waktu	13
Bahan dan Alat	13
Metode Penelitian.....	13
Pelaksanaan Penelitian	15
Pengambilan Sampel.....	15
Sterilisasi Alat.....	15
Pembuatan Media <i>Corn Meal Agar (CMA)</i>	15
Pembuatan Media <i>Potato Dextrose Agar (PDA)</i>	16

Pembuatan Media <i>Oat Meal Agar</i> (OMA)	16
Penyediaan Isolat Jamur <i>Rigidoporus microporus</i>	17
Isolasi Cendawan DSE Dari Akar Karet.....	17
Pemurnian Cendawa DSE.....	17
Uji Patogenisitas Cendawan DSE.....	18
Uji <i>Dual Culture</i> Cendawan DSE.....	18
Parameter Pengamatan.....	18
Karakterisasi yang Terisolasi.....	18
Patogenisitas Cendawan DSE Menggunakan Benih Sawi Putih	19
Persentase Daya Efikasi Cendawan DSE	19
Pengamatan Hifa Abnormal.....	19
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	20
Karakter Cendawan <i>Dark Septate Endopyte</i> (DSE)	20
Uji Patogenesis Cendawan DSE	22
Persentase Daya Efikasi (Persentase Penghambatan) Cendawan DSE.....	25
Pengamatan Hifa Abnormal	26
KESIMPULAN DAN SARAN.....	28
Kesimpulan.....	28
Saran	28
DAFTAR PUSTAKA	29
LAMPIRAN.....	32

DAFTAR TABEL

No	Judul	Halaman
1	Presentase perkecambahan (%) dan hasil patogenesis dari cendawan <i>Dark Sepate Endophyte</i> (DSE) menggunakan benih sawi putih.....	22
2	Presentase penghambat isolat cendawan <i>Dark Septate Endophyte</i> (DSE) terhadap jamur akar putih (<i>R. microporus</i>).....	25

DAFTAR GAMBAR

No	Judul	Halaman
1	Karakter cendawan <i>Dark Septate Endophyte</i> (DSE).....	20
2	Patogenisitas isolat DSE terhadap pertumbuhan benih sawi putih.....	24
3	Pengaruh antagonis entomopatogen <i>Dark Septate Endophyte</i> (DSE) terhadap <i>R. Microporus</i>	26
4	Lesi abnormal <i>R. Microporus</i> yang disebabkan oleh isolat <i>Dark Septate Endophyte</i> (DSE).....	27
5	Teknik pengambilan sampel akar putih.....	40
6	Prosedur sterilisasi alat.....	40
7	Perimbangan media <i>Corn Meal Agar</i> (CMA)	40
8	Prosedur sterilisasi media <i>Corn Meal Agar</i> (CMA)	41
9	Pembuatan media <i>Oat Meal Agar</i> (OMA) dan media <i>Potato Dextrose Agar</i> (PDA)	41
10	Perbanyakan jamur <i>R. mikroporus</i>	41
11	Prosedur pencucian akar tanaman karet.....	42
12	Prosedur sterilisasi permukaan akar tanaman karet.....	42
13	Pengamatan akar karet di media <i>Corn Meal Agar</i> (CMA)	42
14	Isolasi cendawan DSE yang berwarna gelap.....	43

15	rilisasi permukaan benih sawi.....	43
16	tumbuhan sawi terhadap cendawan DSE.....	44

DAFTAR LAMPIRAN

No	Judul	Halaman
1	gan penelitian.....	32
2	ya hambat <i>Dark Septete Endophyte</i> (DSE) terhadap <i>nicroporus</i> 2 hsi.....	34
3	ya hambat <i>Dark Septete Endophyte</i> (DSE) terhadap <i>nicroporus</i> 4 hsi.....	36
4	ya hambat <i>Dark Septete Endophyte</i> (DSE) terhadap <i>nicroporus</i> 6 hsi.....	38
5	skripsi kode isolat.....	40
6	kumentasi penelitian.....	41

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Secara umum perkembangan luas areal karet di Indonesia menunjukkan peningkatan sejak tahun 1980-2017, dengan rata-rata pertumbuhan sebesar 1,20% per tahun. Pada periode 2013-2017 pertumbuhan luas areal karet di Indonesia lebih kecil, yaitu sebesar 0,93% per tahun. Bila dilihat berdasarkan status pengusaannya, luas areal karet di Indonesia sangat didominasi oleh Perkebunan Rakyat (PR). Pada periode tahun 1980-2017, rata-rata luas areal karet PR mencapai 84,22% dari total luas areal karet Indonesia. Sementara perkebunan Besar Negara (PBN) hanya sebesar 7,43%, dan Perkebunan Besar Swasta (PBS) sebesar 8,36% (Suwandi, 2017).

Sejalan dengan pertumbuhan luas areal karet, pertumbuhan produksi karet di Indonesia juga mengalami peningkatan sejak tahun 1980 hingga 2017 dengan rata-rata pertumbuhan sebesar 3,82 % per tahun. Dari segi pasar, produksi karet Indonesia terutama ditujukan untuk meningkatkan ekspor serta memenuhi kebutuhan dalam negeri. Seperti halnya luas areal, produksi karet di Indonesia juga didominasi oleh Perkebunan Rakyat (PR) dengan kontribusi rata-rata sebesar 77,07 % terhadap produksi karet nasional pada periode 1980- 2017. Sementara Perkebunan Besar (PBS) hanya sebesar 11,46%, dan Perkebunan Besar Negara (PBN) sebesar 11,47% terhadap total produksi karet nasional. Karena karet PR mendominasi produksi karet nasional, maka pertumbuhan karet nasional merupakan pencerminan perkembangan karet PR. Rata-rata pertumbuhan produksi karet Indonesia pada periode 2013-2017 sebesar 1,46 % per tahun lebih kecil dari periode 1980-2012 yaitu sebesar 3,63 % per tahun (Suwandi, 2017).

Namun bila dilihat secara rinci pada periode tersebut, terjadi penurunan yang cukup besar pada tahun 2000 sampai dengan 2004, berkisar antara 0,46% sampai 6,60%. Namun pada tahun 2005, luas areal karet mulai kembali meningkat hingga tahun 2017. Pengelolaan perkebunan karet sering mengalami kendala, terutama masalah penyakit. Penyakit tanaman karet telah menyebabkan kerugian ekonomi, tidak hanya disebabkan kehilangan produksi akibat kerusakan tanaman kehilangan produksi setiap tahunnya akibat kerusakan oleh penyakit karet mencapai 5-15 % per tahun. Penyakit tanaman karet yang umum ditemukan pada perkebunan diantaranya adalah Jamur Akar Putih (JAP) (Benny *dkk.*, 2013).

Upaya pengendalian JAP sulit di kendalikan umumnya masih menggunakan fungisida kimiawi dengan bahan aktif yaitu Triadimefon 250 g/l, penggunaan belerang dan pembongkaran tunggul, Pengendalian secara kimia cukup mahal dan dalam jangka panjang dapat menimbulkan efek samping yang merugikan terhadap lingkungan dan kesehatan manusia. Upaya pengendalian lain yang banyak diteliti pada saat ini yaitu secara biologi dengan memanfaatkan agens hayati yang berasal dari jaringan tanaman, salah satunya menggunakan bakteri endofit dari tanaman karet. Bakteri endofit dapat hidup dan berasosiasi dengan jaringan tanaman tanpa menimbulkan kerugian pada tanaman karet. Bakteri endofit memiliki sifat antagonis terhadap patogen tanaman dengan mekanisme antibiosis, kompetisi dan lisis (Hallman, 2001).

Akar tanaman berpembuluh umumnya dikolonisasi oleh berbagai jenis kelompok cendawan. Bentuk interaksi cendawan dengan akar tanaman yang paling umum adalah mikoriza. Cendawan mikoriza merupakan cendawan non patogen yang bersimbiosis dengan sekitar 80% akar tanaman berpembuluh (Smith

& Read 1997). Selain itu mikoriza, ada juga bentuk asosiasi non-mikoriza yang hidup dalam jaringan tubuh tanaman inang. Biasanya cendawan yang hidup di tubuh tanaman inang disebut dengan cendawan endofit. Salah satu cendawan endofit adalah cendawan DSE. Jumpponen & Trappe (1998) mendefinisikan DSE sebagai cendawan Askomiset dengan ciri hifa bersekat, memiliki konidia atau steril, membentuk struktur termelanisasi (hifa interseluler, hifa intraseluler dan mikroskleria) di dalam akar tanaman inang (Dezi, 2016).

Kelebihan DSE dibanding dengan yang lain Kolonisasi cendawan DSE pada akar tanaman dicirikan oleh adanya pertumbuhan hifa yang umumnya septat, berwarna hialin atau gelap dan mengalami melanisasi. Lipid ditemukan pada hifa dan berfungsi sebagai sumber energi untuk mempertahankan kelangsungan simbiosis antara kedua organisme pada saat kondisi lingkungan mengalami kekeringan. Makrosklerosis yang berwarna gelap umum dijumpai di dalam sel akar yang dikolonisasi oleh DSE. Bahwa mikrosklerosis yang dibentuk oleh DSE di bagian korteks akar tanaman karet memiliki bentuk yang bervariasi (Zhang *dkk.*, 2010).

Berdasarkan informasi di atas maka DSE di tanaman karet memiliki banyak manfaat terutama berkaitan dengan pengendalian JAP. Penelitian ini bertujuan untuk mempermudah para petani dan dapat mengurangi biaya yang terlalu mahal karena pengendalian JAP yang susah dan dapat meningkatkan hasil produksi dari tanaman karet dan mengurangi penyebaran penyakit JAP ke daerah daerah yang belum terserang JAP dan dapat membantu pertumbuhan tanaman inang. Hal ini dimungkinkan karena DSE tidak menyebabkan gejala sakit dan kerusakan tanaman. DSE diduga berfungsi sebagai cendawan mutualistik yang berperan

dalam pengambilan nutrisi dan air terutama dalam kondisi lingkungan tidak menguntungkan. Kolonisasi DSE bersamaan dengan cendawan mikoriza pada suatu tanaman inang diduga membuat DSE bertindak sebagai suatu sistem back up pada saat pertumbuhan cendawan mikoriza terhambat oleh kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan. Demikian DSE memiliki daya hambat terhadap pertumbuhan jamur akar putih (Scervino *dkk.*, 2009).

Tujuan Penelitian

Untuk mengisolasi dan seleksi cendawan *Dark Septate Endopyte* (DSE) akar tanaman karet (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg) serta potensinya dalam menghambat pertumbuhan Jamur Akar Putih (JAP).

Hipotesis Penelitian

1. Cendawan *Dark Septate Endopyte* (DSE) dapat menekan pertumbuhan penyakit jamur akar putih secara *in vitro*.

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 pengendalian JAP secara biologi.

TINJAUAN PUSTAKA

Isolasi dan Seleksi

Isolasi adalah mengambil mikroorganisme yang terdapat di alam dan menumbuhkannya dalam suatu medium buatan. Prinsip dari isolasi mikroba adalah memisahkan satu jenis mikroba dengan mikroba lainnya yang berasal dari campuran bermacam-macam mikroba. Hal ini dapat dilakukan dengan menumbuhkannya dalam media padat sel-sel mikroba akan membentuk suatu koloni sel yang tetap pada tempatnya. Isolasi bakteri atau biakan yang terdiri dari satu jenis mikroorganisme (bakteri) dikenal sebagai biakan murni atau biakan aksenik. Biakan yang berisi lebih dari satu macam mikroorganisme (bakteri) dikenal sebagai biakan campuran, jika hanya terdiri dari dua jenis mikroorganisme, yang dengan sengaja dipelihara satu sama lain dalam asosiasi, dikenal sebagai biakan dua jenis, setelah di isolasi lalu dilakukan seleksi mikroba yang tidak di butuhkan dan diidentifikasi (Fika, 2014)

Morfologi Tanaman Karet

Awal mulanya karet hanya hidup di Amerika Selatan, namun sekarang sudah berhasil dikembangkan di Asia Tenggara. Kehadiran karet di Asia Tenggara dibawa oleh Henry Wickham. Ini adalah Klasifikasi Tanaman Karet Divisio : Spermatophyta, Sub division : Angiospermae, Class : Dicotyledoneae, Ordo : Tricoccae, Famili : Euphorbiaceae, Genus : *Hevea*, Species : *Hevea brasiliensis* Muell. Arg. Karet merupakan pohon yang tumbuh tinggi dan berbatang cukup besar. Batang tanaman mengandung getah yang dinamakan lateks. Daun karet berwarna hijau terdiri dari tangkai daun. Panjang tangkai daun utama 3-20 cm. Panjang tangkai anak daun sekitar 3-10 cm dan ujungnya bergetah. Biasanya ada

tiga anak daun yang terdapat pada sehelai daun karet. Anak daun berbentuk eliptis, memanjang dengan ujung meruncing. Biji karet terdapat dalam setiap ruang buah. Jumlah biji biasanya ada tiga kadang enam sesuai dengan jumlah ruang. Akar tanaman karet merupakan akar tunggang. Akar tersebut mampu menopang batang tanaman yang tumbuh tinggi dan besar (Anwar, 2006).

Klasifikasi *Rigidoporus microporus*

Penyakit Jamur Akar Putih (JAP) dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

Divisio : Mycetaceae
 Sub Divisio : Amestigomycots
 Kelas : Basidiomycetes
 Ordo : Homobasidiomycetes
 Famili : Polyperales
 Genus : *Rigidoporus*
 Spesies : *Rigidoporus microporus*

(Amaria, 2013)

Morfologi *Rigidoporus microporus*

Penyakit JAP (Jamur Akar Putih) pada tanaman karet akan membentuk tubuhnya seperti kipas yang tebal dengan warna cokelat kekuning-kuningan dan pucat di permukaan bagian atasnya. Sedangkan untuk permukaan bagian bawahnya memiliki warna cokelat kemerah-merahan. Struktur serat jamur ini mempunyai ketebalan antara 2,8-4,5 μm . Bagian tepinya agak tipis dan berwarna kuning keputih-putihan. Jamur akar putih agak berkayu serta memiliki zona pertumbuhan yang sesuai dengan sekat yang tebal. *Rigidoporus lignosus* dan *Rigidoporus microporus* adalah jamur yang bersifat parasit fluktuatif. Artinya

jamur ini bisa hidup sebagai saprofit, tetapi kemudian dalam kondisi tertentu jamur akan berubah menjadi parasit. Jamur ini tidak dapat bertahan hidup apabila tidak ada sumber makanan di sekitarnya. Jika belum mendapatkan inang, jamur ini biasanya akan bertahan di sisa-sisa tanggul tanaman (Zaenal, 2018)

Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Penyakit Jamur akar putih (JAP) dapat menyerang tanaman karet pada bermacam-macam umur. Penyakit akar putih terutama timbul pada kebun-kebun muda. Pada umumnya gejala mulai tampak pada tahun-tahun ke-2. Sesudah tahun ke-5 atau ke-6 infeksi-infeksi baru mulai berkurang, meskipun dalam kebun-kebun tua penyakit dapat berkembang terus. JAP dapat mematikan tanaman karet yang berumur 3 tahun dalam waktu 6 bulan dan tanaman karet umur 6 tahun dalam waktu 12 bulan. Penyebaran JAP yang paling efektif yaitu melalui kontak akar. Apabila akar-akar tanaman sehat saling bersinggungan dengan akar tanaman karet yang sakit, maka rizomorf JAP akan menjalar pada tanaman yang sehat kemudian menuju leher akar dan selanjutnya menginfeksi akar lateral lainnya. Tanaman yang terinfeksi akan menjadi sumber infeksi pada tanaman jirannya, sehingga perkembangan penyakit semakin lama semakin meluas. Setelah patogen menginfeksi tanaman, perkembangan selanjutnya bergantung pada pH, kandungan bahan-bahan organik, kelembapan dan aerasi tanah. *R. micropous* dapat tumbuh baik pada kelembapan di atas 90%, kandungan bahan organik tinggi serta aerasi yang baik. Apabila kondisi ini sesuai, patogen dapat menjalar sejauh 30 cm dalam waktu 2 minggu (Rini *dkk.*, 2019)

Pada umumnya intensitas JAP memuncak pada umur tanaman 3-4 tahun pada saat ini terjadi pertautan akar antar gawangan, faktor yang mempengaruhi perkembangan penyakit, tanah yang gembur/ berpori, dan yang beraksi netral (pH

6-7), dengan suhu lebih dari 20⁰C sangat baik bagi perkembangan penyakit. Penyakit berkembang cepat pada awal musim hujan. Tunggul yang terbuka merupakan medium penularan JAP dan akar-akar yang terinfeksi merupakan sumber penularan lebih lanjut. Infeksi patogen lebih mudah terjadi melalui luka dan lentisel, walaupun penetrasi secara langsung mungkin terjadi. Pada tanaman karet yang sering di temukan bagian leher akar pecah dan ini merupakan tempat yang baik bagi infeksi jamur. Patogen kemudian ke bagian yang lebih dalam dari akar. Tanaman akan mengadakan pertahanan seperti pembentukan kambium dan gabus, akan tetapi hal ini sering tidak dapat menahan perkembangan lanjut patogen. Serangan lebih tinggi akan ditemukan pada tanaman okulasi dibandingkan dengan tanaman biji. Hal ini disebabkan pada bagian okulasi ada bagian-bagian yang luka, sehingga memudahkan patogen untuk mengadakan infeksi (Firdauz *dkk.*, 2013)

Gejala Serangan

Gejala serangan JAP pada tanaman karet ditandai dengan adanya perubahan pada warna daun. Daun berwarna hijau kusam, permukaan daun lebih tebal dari yang normal. Setelah itu daun-daun menguning dan rontok. Pada pohon dewasa gugurnya daun, yang disertai dengan matinya ranting menyebabkan pohon mempunyai mahkota yang jarang. Ada kalanya tanaman membentuk bunga/ buah lebih awal. Pada permukaan akar yang sakit terdapat benang-benang miselium jamur (Rizomorf) berwarna putih menjalar di sepanjang akar. Di sini benang-benang meluas atau bercabang seperti jala. Pada ujungnya benang meluas seperti bulu, benang-benang melekat erat pada permukaan akar. Kadang-kadang berwarna kekuningan, dalam tanah merah tanahnya dapat kemerahan atau

kecokelatan, kulit yang sakit akan busuk dan warnanya cokelat. Kayu dari akar yang baru saja mati tetap keras, berwarna cokelat, kadang-kadang agak kekelabuan. Pada pembusukan yang lebih jauh, kayu berwarna putih atau krem, tetapi padat dan kering, meskipun di tanah basah kayu yang terserang dapat busuk dan hancur. Rizomorf pada permukaan akar karet yang terserang *Rigidoporus microporus* Pada tanaman muda gejalanya mirip dengan tanaman yang mengalami kekeringan. Daun-daun berwarna hijau kusam dan lebih tebal dari yang normal. Daun tersebut akhirnya menjadi cokelat dan mengering. Pohon akhirnya tumbang dengan daun yang masih menggantung (Fairuzah *dkk.*, 2008).

Ada kalanya pohon tiba-tiba tumbang tanpa menimbulkan gejala kematian tajuk, karena akar tanaman telah busuk dan mati. Apabila leher akar tanaman yang terserang dibuka, akan tampak rizomorf jamur berwarna putih, baik diakar tunggang ataupun di akar lateral. Akar-akar tersebut akan busuk dan tanaman akan mati. Serangan lebih lanjut JAP akan membentuk badan buah, berbentuk setengah lingkaran yang tumbuh pada pangkal batang. Badan buah berwarna pink dengan tepi kuning mudah atau keputihan. Badan buah berisi spora-spora jamur yang akan berkembang dan keluar dari tubuh buah. Spora tersebut akan berpenyiar dan menyerang tanaman karet yang masih sehat (Fairuzah *dkk.*, 2008).

Morfologi cendawan *Dark Septate Endopyte* (DSE)

Endofit septet gelap telah ditemukan di subantarctic, hutan konifer boreal di Kanada. Cendawan DSE dapat ditemukan hidup diberbagai tempat, mulai dari daerah tropis sampai daerah kutub dan lingkungan pegunungan alpine. Studi dalam ekosistem alpine dan semi arid telah menunjukkan bahwa endofit septat gelap lebih umum dari pada mikoriza arbuskular di lingkungan ini. *Dark septate*

endophyte (DSE) adalah sekelompok jamur endofit yang ditandai dengan morfologi melanis, septate, hifa. Kelompok ini kemungkinan paraphyletic, dan mengandung jamur konidial dan steril yang menjajah akar secara intraseluler atau antar sel. Sangat sedikit yang diketahui tentang jumlah taksa jamur dalam kelompok ini, tetapi semuanya ada di Ascomycota. Mereka ditemukan lebih dari 600 spesies tanaman dan 114 keluarga angiospermae dan gymnospermae dan terjadi bersama dengan jenis-jenis lain dari jamur mikoriza. Mereka memiliki distribusi global yang luas dan dapat lebih berlimpah di lingkungan yang tertekan. Sebagian besar taksonomi, fisiologi, dan ekologi mereka tidak diketahui (Zhao, 2016)

Fisiologi dan fungsi

Spesies dan galur DSE yang berbeda telah ditemukan memiliki enzim termasuk lakase, lipase, amilase, dan polifenol oksidase. Mereka mampu memecah banyak senyawa organik termasuk pati, selulosa, laminari, xilan, gelatin, dan RNA. Dari kumpulan nutrisi detrital. Sumber nitrogennya beragam, dan endofit septat gelap dapat menggunakan asam amino (misalnya alanin, glisin, dan arginin) sama seefisien amonium, serta sumber lain seperti guanin dan asam urat. Beberapa DSE juga mampu menghidrolisis sulfat organik. Karakteristik utama DSE adalah mereka menunjukkan konten melanin tinggi dan tampak gelap dalam morfologi. Ini dihipotesiskan untuk melindungi hifa dari suhu dan kekeringan ekstrem dan meningkatkan daya tahan mereka di tanah (Wiwin *dkk.*, 2015)

Kolonisasi tanaman inang

Endofit septat gelap adalah jamur penjajah akar tanaman yang sering berpigmen gelap, dengan hifa septat, dan membentuk struktur di dalam sel akar tanaman seperti mikrosklerotia. Namun, ada variasi besar dalam morfologi dalam kelompok ini. Endofit septat gelap diamati lebih sering pada bagian matang dari sistem akar. Ada empat struktur fisiologis utama kolonisasi DSE di akar tanaman. *Runner hyphae* adalah individu, untaian jamur superfisial mengikuti depresi antara sel-sel epidermis. *Appressorium* adalah struktur bengkak sebelum penetrasi melalui dinding sel inang. *Tabung penetrasi* adalah struktur tipis yang menembus dinding sel. *Mikrosklerotia* adalah kelompok hifa intraseluler dengan sel bulat, berdinding tebal. Struktur inter dan intraseluler yang sering menunjukkan bahwa DSE mendapatkan nutrisi dari tanaman inang (Veronika *dkk.*, 2015)

Interaksi dengan jamur lain yang terkait

Endofit septat gelap sering terjadi bersamaan dengan jamur mikoriza seperti arbuscular, ericoid, orchid, dan ectomycorrhiza. Ada beberapa bukti bahwa jamur yang berasosiasi dengan akar berbeda berinteraksi. Sebagai contoh ectomycorrhiza dan strain DSE bersama-sama meningkatkan biomassa tanaman lebih dari keduanya saja (Widi *dkk.*, 2013)

Peranan cendawan *Dark Septate Endopyte* (DSE)

Efek DSE pada tanaman inang berkisar dari patogenik hingga mutualistik, tergantung pada faktor lingkungan serta genotipe inang dan jamur. Namun, mayoritas DSE yang diteliti menunjukkan bahwa inokulasi DSE meningkatkan total, root, dan shoot biomassa hingga 80%. Hifa endofit septat gelap memiliki

diameter yang jauh lebih kecil dibandingkan dengan akar tanaman yang memungkinkan mereka mengakses mikropori tanah yang tidak tersedia bagi tanaman untuk mencari air dan nutrisi. Oleh karena itu, hubungan dengan DSE dapat meningkatkan kandungan nitrogen dan fosfor dalam jaringan tanaman inang. Dalam ekosistem gersang, DSE dalam urutan Pleosporales umumnya ditemukan di tanah rhizosfer dan komunitas kerak tanah biologis permukaan, yang menunjukkan bahwa mereka dapat membantu penyerapan nutrisi oleh tanaman dengan menghubungkan akar tanaman dan kerak tanah biologis yang memperbaiki karbon dan nitrogen dalam jaringan hifa, yang membentuk dasar Hipotesis Loop Jamur. Dinding sel melanisasi DSE dapat memengaruhi disipasi panas atau membentuk kompleks dengan radikal oksigen di tanaman, yang dapat mengubah toleransi termal. Mirip dengan jamur mikoriza lainnya, DSE dapat melindungi inang dari patogen atau herbivor melalui produksi metabolit penghambat, pengecualian fisik mikroorganisme lain, atau hifa melan. Beberapa jamur dalam genus yang sama dengan DSE dikenal untuk menghasilkan senyawa anti bakteri atau anti jamur (Nuni *dkk.*, 2014).

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Balai Penelitian Sungei Putih (BPSP) Jl. Sei Putih Rispa, Sungei Putih, Galang, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara.

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan pada bulan Agustus 2019 Sampai Desember 2019.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah sampel akar tanaman Karet diambil dari kebun karet di beberapa daerah, Isolat JAP (*R.microporus*), benih sawi, bahan-bahan kimia seperti alkohol 96%, aquades, pemutih 5%, *corn meal agar* (CMA), *Potato Dextrose Agar* (PDA), *Oat Meal Agar* (OMA) larutan tween 20.

Beberapa alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah cawan petri, Erlenmeyer, vortex, beaker glass, gelas ukur, bunsen, hot plate, auto clave, mikro pipet, spatula, gunting, mikroskop, timbangan elektrik, alat tulis.

Metode Penelitian

Eksplorasi di lakukan mengikuti tahapan sebagai berikut :

1. Isolasi cendawan DSE menggunakan sampel akar dari Berbagai daerah
2. Uji patogenesisitas cendawan DSE dilakukan mengikuti Metode Suroño dan Narisawa (2017) yang dimodifikasi menggunakan benih sawi putih.
3. Isolasi Penyakit Akar Putih (*R. microporus*)
4. Uji penghambatan menggunakan *Dual Cultere*

Penelitian dilakukan dengan menggunakan Rancang Acak Lengkap (RAL) non faktorial yang terdiri dari 12 perlakuan dengan 3 ulangan. DSE di uji daya hambatnya terhadap JAP terdiri dari :

F_0 = Kontrol/Tanpa Perlakuan

F_1 = Penggunaan cendawan *Dark Septate Endopyte* (DSE) APS 1

F_2 = Penggunaan cendawan *Dark Septate Endopyte* (DSE) APS 2

F_3 = Penggunaan cendawan *Dark Septate Endopyte* (DSE) APS 3

F_4 = Penggunaan cendawan *Dark Septate Endopyte* (DSE) APS 4

F_5 = Penggunaan cendawan *Dark Septate Endopyte* (DSE) APS 5

F_6 = Penggunaan cendawan *Dark Septate Endopyte* (DSE) APS 6

F_7 = Penggunaan cendawan *Dark Septate Endopyte* (DSE) APS 7

F_8 = Penggunaan cendawan *Dark Septate Endopyte* (DSE) APS 8

F_9 = Penggunaan cendawan *Dark Septate Endopyte* (DSE) APS 9

F_{10} = Penggunaan cendawan *Dark Septate Endopyte* (DSE) APS 10

F_{11} = Penggunaan cendawan *Dark Septate Endopyte* (DSE) TM RP 2a

Model linier dari rancangan yang digunakan adalah untuk isolasi DSE :

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Keterangan :

Y_{ij} : Nilai pengamatan untuk faktor F (*jamur akar putih*) pada taraf ke-i dan ulangan ke-j

μ : Nilai tengah umum

α_i : Perlakuan ke-i

β_j : Perlakuan ke-j

Pelaksanaan Penelitian

Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan pada tanaman karet yang sehat di antara tanaman karet yang terserang penyakit akar putih atau tanaman karet yang paling sehat di antara tanaman yang sehat. Bagian tanaman yang diambil adalah bagian akar yang sehat bagian serabut akar dengan kedalaman 20-50 cm atau di bagian topsoil. Lokasi pengambilan sampel meliputi beberapa areal perkebunan karet di Rantau Prapat pada berbagai umur tanaman menghasilkan dan perkebunan karet Sungai Putih tanaman pembibitan.

Sterilisasi Alat

Alat yang digunakan terlebih dahulu disterilisasi dari patogen yang tidak diinginkan, dicuci bersih terlebih dahulu menggunakan alkohol 70% dan Clorox 1% kemudian dimasukkan dalam autoclave pada suhu 120⁰ C dengan tekanan 1 atm selama 20 menit lalu di keringkan dalam oven.

Pembuatan Media *Cron Meal Agar* (CMA)

- Ditimbang CMA sebanyak 8,5 gr dan 7,5 gr Agar powder, kemudian dilarutkan langsung kedalam akuades, setelah seluruh bahan dilarutkan kedalam akuades hingga 1000 ml masukkan ke dalam wadah tertutup.
- Diaduk menggunakan magnetic stirrer dengan suhu 200⁰C Dengan kecepatan 300 rpm sampai larutan media bening.
- Selanjutnya media disteril pada autoklaf pada tekanan 1,5 ATM dan suhu 121⁰ selama kurang lebih 15 menit.
- Dituang media secara aseptis pada cawan petri.

- Cawan petri yang sudah dituang media direkatkan menggunakan plastic wrap agar tidak terjadi kontaminasi.
- Simpan media selama 24 jam pada suhu ruang untuk memastikan media tersebut memadat sempurna dan tidak terjadi kontaminasi.

Pembuatan Media *Potato Dextrose Agar* (PDA)

Ada pun cara pembuatan *Potato Dextrose Agar* (PDA) adalah:

- Ditimbang bahan 250 gr kentang, 20 gr dextrose dan 1000 ml aquades, 20 gr agar.
- Dikupas kentang 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 dan dimasak selama 20 menit. Kentang disaring dengan menggunakan saringan dan diambil ekstraknya sebanyak 500 ml
- Ekstrak kentang dimasukkan kedalam erlenmeyer kemudian diaduk sampai homogen.
- Erlenmeyer disumbat dengan kapas dan ditutup kertas Aluminium foil untuk mencegah masuknya kontaminan kemudian dimasukkan ke dalam *autoclave* 121°C dengan tekanan 1 atm selama 15 menit kemudian didinginkan.

Pembuatan Media *Oat Meal Agar* (OMA)

Ada pun cara pembuatan Media *Oat Meal Agar* (OMA)

- Ditimbang oat meal 10 gr, agar powder 15 gr, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 1 gr, KH_2PO_4 1,5 gr, dan NaNO_3 1 gr.

- Ditambahkan akuades 1000 ml lalu di homogenkan dengan magnetic stirrer di atas hot plate selanjutnya di sterilisasi dengan autoclaf selama 15 menit dengan suhu 121⁰c.

Penyediaan Isolat Jamur *Rigidoporus microporus*

Isolat jamur *Rigidoporus microporus* didapatkan dari Balai Penelitian Karet Sungei Putih. Isolat jamur *Rigidoporus microporus* yang akan digunakan sudah dalam keadaan biakan murni.

Isolasi Cendawan DSE Dari Akar Karet

Isolasi DSE dari akar tanaman karet mengikuti metode Surono dan Narisawa (2017). Sampel akar tanaman yang sehat dicuci di bawah air mengalir dan disterilisasi tiga kali dengan 0,005% larutan tween 20. Dibilas tiga kali dengan air steril menggunakan vortex dan dikeringanginkan. Akar yang telah disterilisasi dipotong kurang lebih 1-2 cm per segmen dan ditumbuhkan pada media 50% *corn meal agar* (CMA) dan *Potato Dextrose Agar* (PDA) pada suhu 25⁰C dalam gelap untuk 30 hari. Selama kultivasi, sampel akar diperiksa setiap hari sampai dengan 30 hari dan hanya koloni cendawan yang berwarna gelap yang tumbuh dari jaringan tanaman yang dipindahkan ke media PDA. DSE dalam penelitian yang terpilih untuk diuji antagonis adalah isolat cendawan yang gelap dan tumbuh lambat (pertumbuhan rata-rata < 3 mm per hari), biasanya perkembangan dimulai setelah 7-14 hari inkubasi.

Pemurnian Cendawan

Pemurnian dilakukan pada semua koloni cendawan yang tumbuh dan dianggap berbeda berdasarkan penampakan morfologi cendawan meliputi warna dan bentuk koloni. Masing-masing cendawan tersebut diambil dan dipisahkan ke

dalam media PDA steril baru menggunakan pisau bedah, jika cendawan yang tumbuh masih bercampur dengan bakteri lain maka dilakukan pemurnian kembali (Pratiwi, 2015).

Uji Patogenisitas Cendawan DSE

Uji patogenisitas cendawan DSE dilakukan mengikuti metode Surono dan Narisawa (2017) yang dimodifikasi. Benih yang digunakan adalah benih sawi putih. Setiap benih dilakukan sterilisasi permukaan dengan 70% ethanol selama 1.5 menit dan 1% NaOCl selama 3 menit. Benih dibilas tiga kali dengan air steril lalu dikeringanginkan dan dilanjutkan dengan menanamkan benih ke media *Oat Meal Agar* (OMA) yang telah ditumbuhi oleh koloni DSE yang ditempatkan pada botol kultur steril. Bibit yang ditanam pada media yang tidak diinokulasi DSE dijadikan sebagai kontrol. Setiap perlakuan dengan tiga ulangan termasuk kontrol.

Uji *Dual Culture* Cendawan DSE

Pengujian metode *dual culture* dilakukan dengan cara menumbuhkan *R. microporus* dengan cendawan DSE pada bagian tepi yang berbeda dan berjarak 3 cm pada media PDA di dalam cawan petri berdiameter 9 cm. Cendawan DSE diinokulasi terlebih dahulu di media PDA selama 7 – 14 hari tergantung kecepatan tumbuh setiap DSE, setelah itu, *Rigidoporus microporus* diinokulasikan di media yang sama.

Parameter Pengamatan

Karakterisasi yang Terisolasi

Cendawan DSE yang terisolasi di karakterisasi berdasarkan pengamatan morfologi cendawan secara makrokopis dan mikrokopis (mikroskop) yaitu hifa, spora, konidia dan melalui koloni di media CMA yaitu warna dan bentuk.

Patogenesitas Cendawan DSE Menggunakan Benih Sawi Putih

Patogenesitas cendawan DSE diukur berdasarkan benih yang berkecambah. Isolat DSE yang tidak menimbulkan gejala penyakit akan digunakan pada pengujian selanjutnya.

Persentase Daya Efikasi Cendawan DSE

Pengamatan dilakukan dengan menghitung : luas pertumbuhan patogen (cm) dan diameter koloni (cm) dengan interval pengamatan 2, 4, dan 6 hsi (hari setelah inokulasi). Sebanyak tiga cendawan DSE yang memiliki daya hambat tertinggi atau daya hambat $\geq 50\%$ yang akan digunakan sebagai bahan pengujian *in situ*.

Data hasil pengamatan dianalisis dengan menggunakan ANOVA dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan dengan tingkat kepercayaan 1%.

Daya hambat cendawan patogen (%) dihitung dengan menggunakan rumus:

$$DE = \frac{x - y}{x} \times 100\%$$

Keterangan: DE = Daya Efikasi (Persentase Penghambatan), x = Luas pertumbuhan jamur kontrol (cm), y = Luas pertumbuhan jamur pada perlakuan cendawan DSE

Pengamatan Hifa Abnormal

Pengamatan mikroskopis hifa abnormal *R. microporus* dilakukan untuk melihat terhambat pertumbuhannya pada media PDA.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakter Cendawan Dark Septate Endophyte (DSE)

Karakteristik cendawan DSE dapat di lihat dengan pengamatan secara makrokopis dan mikrokopis. Makrokopis di amati dengan mengamati warna, dan bentuk koloni cendawan DSE pada media CMA, sedangkan pengamatan secara mikrokopis yaitu dengan melihat hifa, spora, konidia. Hasil dari beberapa isolat dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Karakter Cendawan *Dark Septate Endophyte*

Gambar 1. dapat dilihat karakteristik DSE ditandai dengan adanya pigmentasi gelap pada media agar, memiliki hifa gelap bersepta, memiliki konidia atau hifa steril, dan membentuk mikrosklerotia di dalam jaringan akar. Potensi DSE diketahui mampu meningkatkan performa tanaman, menekan penyakit dan cekaman abiotik seperti gersang, dan asam.

Hasil cendawan DSE hasil isolasi perakaran Tanaman Karet (*Hevea brasiliensis*) diperoleh sebanyak 18 isolat. Perolehan jumlah isolat ini dimungkinkan karena pengaruh budidaya, umur tanaman serta lingkungan yang sehat dalam pengambilan sampel isolat. Hal ini sesuai dengan pernyataan Irmawan (2007) yang menyatakan bahwa perolehan jumlah isolat cendawan endofit dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu varietas tanaman, lokasi pengambilan, budidaya, dan curah hujan.

Banyak faktor yang dapat mempengaruhi keragaman hayati dan sifat patogenik cendawan DSE pada tanaman karet salah satunya adalah pola terbentuknya akar tanaman yang bersimbiosis dengan cendawan DSE. Hal ini sesuai dengan pernyataan (Sondegaard, 2004) yang menyatakan selain faktor-faktor lingkungan seperti kondisi kesuburan tanah, tipe vegetasi, kondisi geografis lokasi juga mempengaruhi keragaman cendawan DSE yang berimbiosis dengan tanaman tanaman inang tertentu.

Uji Patogenesis Cendawan DSE Menggunakan Benih Sawi Putih

Uji patogenesis cendawan DSE di ketahui dengan melihat persentase pertumbuhan bibit benih sawi putih. Data hasil persentase dapat di lihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Persentase perkecambahan (%) dan hasil patogenesis dari cendawan *Dark Sepate Endophyte* menggunakan benih sawi putih

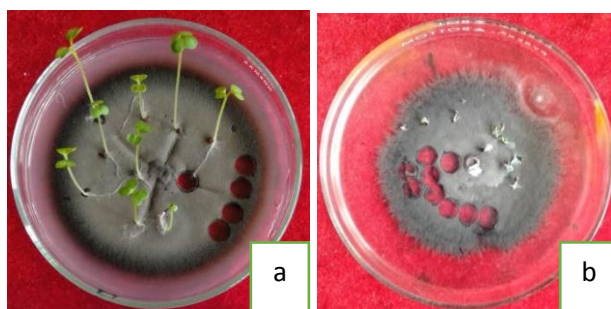
No	KODE ISOLAT	%	HASIL PATOGENISITAS
1	K	88,88	Non-Patogen
2	APS 1	100	Non-Patogen
3	APS 2	100	Non-Patogen
4	APS 3	100	Non-Patogen
5	APS 4	100	Non-Patogen
6	APS 5	100	Non-Patogen
7	APS 6	100	Non-Patogen
8	APS 7	100	Non-Patogen
9	APS 8	100	Non-Patogen
10	APS 9	88,88	Non-Patogen
11	APS 10	88,88	Non-Patogen
12	TM RP 2a	100	Non-Patogen
13	APS 11	0	Patogen
14	APS 12	0	Patogen
15	APS 13	0	Patogen
16	APS 14	0	Patogen
17	APS 15	0	Patogen
18	APS 16	0	Patogen
19	APDS 3.2	0	Patogen

Tabel 1. menunjukkan bahwa hasil uji patogenesis dari 18 isolat cendawan DSE pada tanaman sawi putih menunjukkan bahwa 11 isolat yaitu APS 1, APS 2, APS 3, APS 4, APS 5, APS 6, APS 7, APS 8, APS 9, APS 10, TM RP 2a tidak bersifat patogen pada tanaman, sedangkan 7 isolat bersifat patogenik yaitu APS 11, APS 12, APS 13, APS 14, APS 15, APS 16, APDS 3.2. Isolat cendawan DSE yang memiliki persentase perkecambahan benih sebesar 100% dan tumbuh normal ada sebanyak 9 isolat antara lain APS 1, APS 2, APS 3, APS 4,

TMRP 2a, APS 5, APS 6, APS 7, dan APS 8. Hal ini dikarenakan bahwa DSE memberikan respon yang baik terhadap pertumbuhan tanaman, hal ini didukung pernyataan Gomes *et al* (2017) yang menyatakan DSE memberikan respons positif pada tanaman dengan cara menurunkan indeks penyakit serta meningkatkan total jumlah buah per tanaman, berat basah buah, berat kering buah, kesehatan berat kering buah. Isolat DSE juga memberikan pengaruh terhadap ketahanan tanaman seperti aktivitas konsentrasi protein, enzim katalase, dan peroksidase.

Isolat DSE yang bersifat non patogen tidak mengakibatkan perkecambahan abnormal bahkan benih tanaman sawi putih dapat terpacu pertumbuhannya dibandingkan kontrol. Hal ini didukung pernyataan Windriyati (2015) yang menyatakan bahwa cendawan endofit bersifat memacu perkecambahan benih jika persentase kecambah dan panjang tajuk lebih dari kontrol.

Isolat DSE yang memiliki sifat patogenik memberikan persentase pertumbuhan benih tanaman sawi putih yang rendah sampai pada tidak tumbuh yaitu 0% dibandingkan kontrol. Isolat DSE yang patogenik dapat mengakibatkan pertumbuhan benih tanaman sawi putih menjadi abnormal, busuk sampai mati karena DSE yang bersifat mutualistik. Hal ini sesuai dengan pernyataan Jumpponen *et al* (1998) yang menyatakan bahwa DSE diduga berfungsi sebagai cendawan mutualistik yang berperan dalam pengambilan nutrisi dan air terutama dalam kondisi lingkungan tidak menguntungkan.



Gambar 2. Uji patogenisitas isolat DSE terhadap pertumbuhan benih sawi putih. Non patogen (a), Patogen (b)

Gambar 2 dapat dilihat hasil uji patogenesis entomapatogen DSE pada pertumbuhan benih sawi putih pada perlakuan kontrol menghasilkan pertumbuhan benih sawi putih yang cukup baik dan bersifat non patogen (a) dibandingkan tanpa perlakuan entomapatogen DSE (b). Hasil pertumbuhan perkecambahan terbaik dapat dilihat pada pemberian entomapatogen DSE dengan pertumbuhan 100% dan bersifat non patogen (b) dengan pemberian entomapatogen DSE dapat meningkatkan pertumbuhan akar dan perkecambahan benih sawi sehingga pertumbuhan menjadi lebih baik. Hal ini sesuai dengan literatur Nuni, dkk (2014) yang menyatakan DSE dapat meningkatkan total root dan shoot biomassa hingga 80% dan DSE dapat meningkatkan kandungan nitrogen dan fosfor dalam jaringan tanaman. Beberapa jamur dalam genus yang sama DSE juga dikenal dalam menghasilkan senyawa anti bakteri atau anti jamur.

Persentase Daya Efikasi Cendawan DSE

Berdasarkan hasil analisa sidik ragam menunjukkan bahwa nilai rata-rata persentase penghambatan cendawan DSE untuk jamur akar putih berpengaruh sangat nyata untuk menghambat pertumbuhan jamur akar putih. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 2.

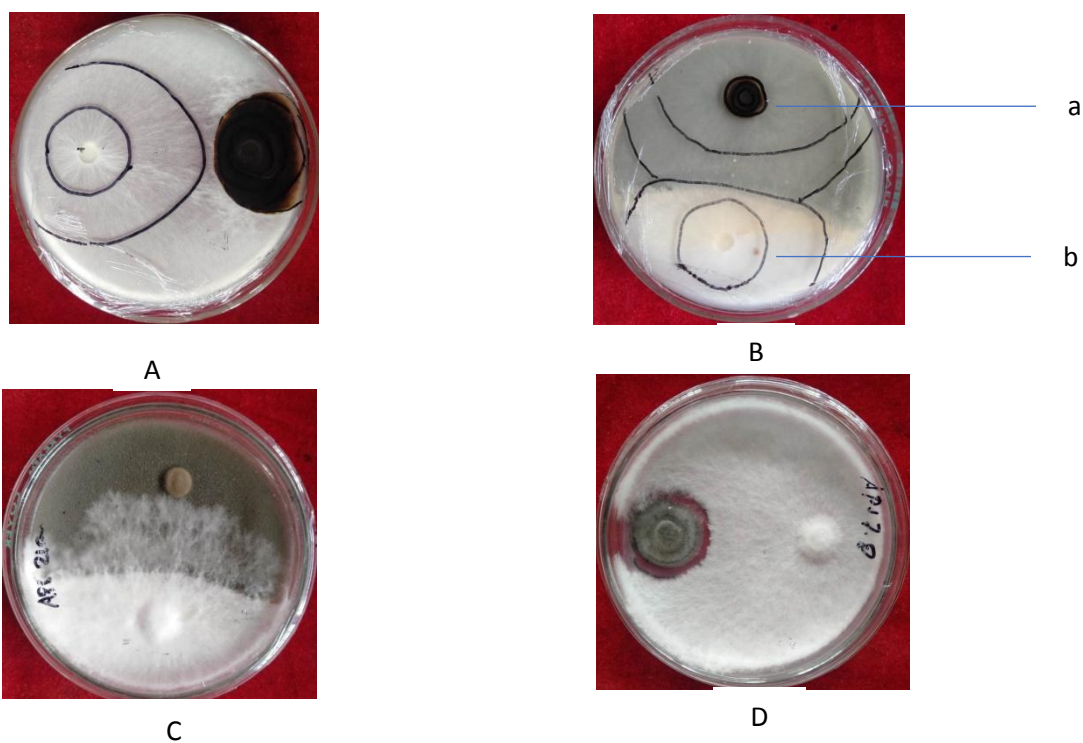
Tabel 2. Persentase penghambat isolat cendawan *Dark Septate Endophyte* (DSE) terhadap jamur akar putih (*Rigidoporus microporus*)

Perlakuan	Pengamatan ke		
	2 hsi	4 hsi	6 hsi
K	0,71D	0,71D	0,71B
APS 1	4,44A	5,00A	5,88A
APS 2	4,16A	4,70B	5,50A
APS 3	3,97B	4,86A	5,25A
APS 4	3,94B	4,79B	5,33A
TM RP 2a	2,83C	4,18C	5,20A
APS 5	3,95B	4,95A	5,60A
APS 6	4,29A	4,94A	5,47A
APS 7	4,95A	5,19A	5,54A
APS 8	3,73B	4,55B	5,59A
APS 9	4,62A	5,59A	5,23A
APS 10	4,06A	4,77B	5,60A

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama berbeda nyata pada uji Duncan pada taraf 1%.

Tabel 2 menunjukkan persentase penghambatan tertinggi pada 2 hsi ada pada isolat APS 7 yaitu sebesar 4,95 %. Pada 4 hsi persentase penghambatan tertinggi pada terdapat pada isolat APS 9 yaitu sebesar 5,59 %. Pada 6 hsi persentase penghambatan tertinggi terdapat pada isolate APS 1 yaitu sebesar 5,88 % yang tidak berbeda nyata terhadap isolat lainnya, sedangkan persentase penghambatan terendah ada pada perlakuan kontrol yaitu sebesar 0,71%. Hal ini dikarenakan pemberian DSE dapat menekan pertumbuhan patogen dan dapat menghasilkan metabolit sekunder toksik. Hal ini didukung pernyataan Mandyam dan Jumpponen (2005) yang menyatakan DSE diketahui memiliki beberapa

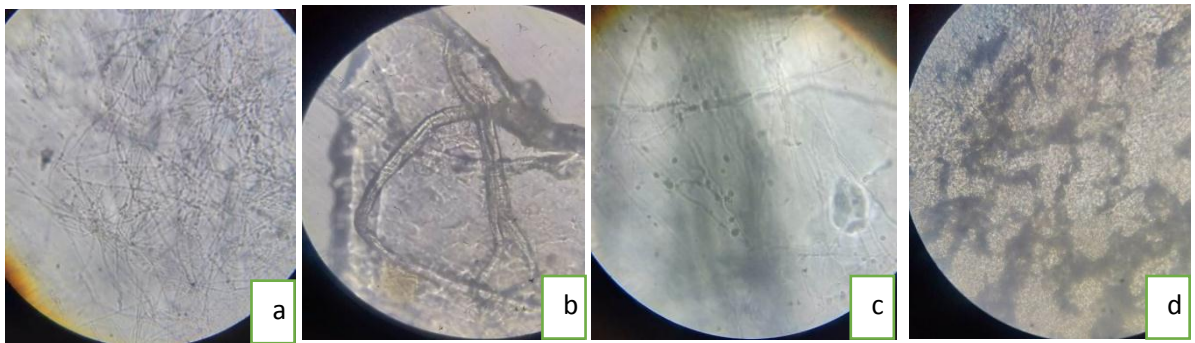
peranan yang menguntungkan bagi tanaman, diantaranya sebagai penyedia nutrisi baik organik maupun anorganik, meningkatkan toleransi tanaman inang terhadap tekanan lingkungan dan serangan patogen, serta memodulasi pembentukan pada tanaman inang.



Gambar 3. Pengaruh antagonis entomapatogen *Dark Septate Endophyte* (DSE) (a) terhadap *R. microporus* (b). (A) APS 5, (B) APS 3, (C) APS 6 (D) APS 1.

Pengamatan Hifa Abnormal

Hasil pengamatan hifa abnormal *R. microporus* dengan perlakuan pemberian cendawan DSE dapat dilihat secara mikroskopis. Hal tersebut dapat dilihat melalui Gambar 4.



Gambar 4. Hifa abnormal *R. microporus* yang disebabkan oleh isolat cendawan DSE. (a) APS 3 (b) APS 10 (c) TM RP 2a (d) APS 6

Gambar 4. Pengamatan mikroskopik struktur hifa *R. microporus* setelah diberi perlakuan antagonis dengan 11 isolat entomopatogen DSE selamat 6 hsi. Aktivitas antagonis dari 11 isolat cendawan Entomopatogen DSE memiliki penghambatan yang hampir sama, yang menyebabkan hifa *R. microporus* mengalami pertumbuhan abnormal dibandingkan dengan hifa Dark Septate Endophyte (DSE). Abnormalitas ditunjukkan sebagai hifa lisis, putus, bengkok, membengkak dan kering. Pertumbuhan abnormal tersebut memperlihatkan bahwa isolat bakteri endofit mampu merusak hifa sehingga berpotensi sebagai agen pengendali hayati terhadap fungsi patogen tanaman.

Keunggulan lain dari DSE yaitu mikrosklerotia sebagai bentuk kolonisasi pada jaringan akar tanaman. Pembentukan mikrosklerotia tersebut tidak dimiliki oleh cendawan endofit lainnya. Hasil pengujian di rumah paranet bahwa tanaman yang diinvestasi dengan DSE sebelum inokulasi patogen menunjukkan jumlah mikrosklerotia yang diperoleh lebih banyak dibandingkan dengan kontrol (hanya inokulasi patogen). Berdasarkan penelitian Zhang (2013) yaitu pada 29 tanaman yang tumbuh di lahan yang mengandung Pb-Zn, semuanya dikolonisasi oleh hifa melanin dan mikrosklerotia. Hal ini menunjukkan bahwa mikrosklerotia sebagai bentuk pertahanan DSE pada kondisi stres baik stres abiotik ataupun stres biotik.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Hasil isolasi cendawan DSE dari perakaran tanaman karet diperoleh sebanyak 18 isolat dengan karakteristik adanya pigmen gelap pada media agar, memiliki hifa gelap bersepta, memiliki konidia atau hifa steril dan membentuk mikrosklerotia di daerah jaringan akar.
2. Terdapat 11 isolat cendawan DSE yaitu : APS 1, APS 2, APS 3, APS 4, TM RP 2a, APS 5, APS 6, APS 7, APS 8, APS 9, APS 10 dinyatakan tidak patogenik sedangkan 7 isolat yaitu : APS 11, APS 12, APS 13, APS 14, APS 15, APS 16, APD 3.2 dinyatakan sebagai patogenik.
3. Persentase penghambatan hasil isolat cendawan DSE non patogenik mampu menghambat pertumbuhan jamur akar putih (JAP) tertinggi terdapat pada isolat APS 1 yaitu sebesar 5,88% yang tidak berbeda nyata terhadap 10 isolat lainnya yaitu : APS 2, APS 3, APS 4, APS 5, TM RP 2a, APS 9, APS 6, APS 7, APS 8 dan APS 10.

Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut pengaplikasian isolat Dark Septate Endophyte (DSE) untuk bio-fertilizer pada kondisi lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Amaria Widi, 2013. Seleksi dan Identifikasi Jamur Antagonis Sebagai Agens Hayati Jamur Akar Putih *Rigidoporus mikroporus* Pada Tanaman Karet. Jurnal Tanaman Industri dan Penyegar. Vol 4 No 1.
- Benny, Lahmuddin Lubis, Syahrial Oemry, Zaidah Fairuzah. 2013. Uji Dosis dan Cara Aplikasi Biofungisida *Bacillus Sp.* Terhadap Penyakit Jamur Akar Putih (*Rigidoporus lignosus*) Pada Tanaman Karet Di Pembibitan. Jurnal Online Agroteknologi. Vol.1, No.2, Maret 2013.
- Dezi Handayani, 2016. Keberadaan Cendawan Dark Septate Endophyte (DSE) Pada Sistem Perakaran Benih *Shorea selanica*. Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Padang. EKSAKTA Vol. 1 Tahun XVII Februari 2016.
- Fika, P . Viara, R . 2014. Laporan Praktikum Mikrobiologi Dasar. Kementriaan pendidikan dan kebudayaan. Universitas jendral seodirman. Fakultas pertanian. Purwekerto.
- Firdaus L.N., Sri W. D., Giska D. M . Jurnal Pertumbuhan Akar Tanaman Karet Pada Tanah Bekas Tambang Bauksit Dengan Aplikas Bahan Organik. Univerisat Riau Pekanbaru. Vol. 10. Nomor 1.
- Gomes DS, da silva PRA, Garcia AC, Zilli JE, Berbara RLL. 2017. Dark septate endophyte devreases stress on rice plants. Brazilian Journal of Microbiology 48: 333-341. <http://dx.doi.org/10/1016/j.bjm.2016.09.018>.
- Hallmann, J. 2001. Plant interaction with endophytic bacteria. In: Jeger, M.J., N.J. Spencer. (Editor). Biotic Interaction In Plant-Pathogen Associations. CAB International. p. 87-119.
- Intan Purnamasari, Lahmuddin Lubis, Maryani Cyccu Tobing, Zaidah Fairuzah. 2008. Uji Ketahanan Beberapa Genotipe Tanaman Karet Terhadap Penyakit *Corynespora cassiicola* dan *Colletotrichum gloeosporioides* Di Kebun Entres Sei Putih. Jurnal Online Agroekoteknologi . ISSN No. 2337-6597 Vol.2, No.2 : 851 - 862, Maret 2008.
- Irmawan DE. 2007. Kelimpahan dan Keragaman Cendawan Endofit pada Beberapa Varietas Padi Di Kuningan, Tasikmalaya, dan Subang, Jawa Barat [skripsi]. Bogor(ID): Institut Pertanian Bogor.
- Jumpponen A, Trappe JM. 1998. Dark septate endophytes: a review of facultative biotrophic root colonizing fungi. New Phytol 140:295– 310.
- Mandyam K, Jumpponen A. 2005. Seeking the elusive function of rootcolonising dark septate endophytic fungi. Studies in Mycology. 53: 173–189.

- Nuni Gofar, Munawar, Hary Widjajanti, dan Angga Prasetya Mulya. 2014. Eksplorasi Bakteri Antagonis Asal Jaringan dan Rizosfer Tanaman Karet Untuk Menekan Pertumbuhan Bakteri Proteolitik Pada Bahan Olah Karet (Bokar). Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya. ISSN 1410-7333.
- Purwanta, J.H., Kiswanto dan Slameto. 2008. Teknologi Budidaya Karet. Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian, Bogor.
- Rini Sri Putri., Fifi Puspita., Muhammad Ali . 2019. Penapisan Bakteri Endofit Asal Tanaman Karet Dan Uji Daya Antagonisnya Terhadap Jamur *Rigidoporus microporus* Penyebab Penyakit Jamur Akar Putih Pada Tanaman Karet (*Hevea brasiliensis* Muell Arg.) . Fakultas Pertanian, Universitas Riau.
- Scervino JM, Gottlieb A, Silvani VA, Périgola M, Fernández L, Godeas AM. 2009. Exudates of dark septate endophyte (DSE) modulate the development of the arbuscular mycorrhizal fungus (AMF) *Gigaspora rosea*. Komunikasi singkat. Soil Bio Biochem 41:1753- 1756.
- Sondergaard, T.E., Sculz, A., & Palmgren, M.G. (2004). Energization of transport processes in plants. Roles of the +plasma membrane H⁻ATPase. Plant Physiol., 136, 2475 – 2482. Doi : 10.1104/pp.104.048231.
- Suwandi, 2017. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Sekretariat Jenderal - Kementerian Pertanian 2017. ISSN : 1907-1507.
- _____, 2017. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Sekretariat Jenderal - Kementerian Pertanian 2017. ISSN : 1907-1507.
- Thomas Wijaya. 2017. Jurnal Penelitian Karet Indonesian Journal Of Natural Rubber Research Volume 35, Nomor 1, 2017.
- Veronika, Mukarlina, Riza Linda. 2015. Jamur Yang Di isolasi Dari Daun dan Batang Bergejala Sakit Pada Tanaman Karet (*Hevea brasiliensis* Muell.Arg.) di Kabupaten Sanggau. Fakultas MIPA, Universitas Tanjungpura. Vol. 4 (3) : 41-48.
- Widi Amaria, Efi Taufiq, dan Rita Harni. 2013. Seleksi dan Identifikasi Jamur Antagonis Sebagai Agens Hayati Jamur Akar Putih (*Rigidoporus microporus*) Pada Tanaman Karet. Buletin RISTR I 4 (1): 55-64
- Wiwin Kamila Putri1 , Siti Khotimah, Riza Linda. 2015. Jamur Rizosfer Sebagai Agen Antagonis Pengendali Penyakit Lapuk Fusarium Pada Batang Tanman Karet (*Hevea brasiliensis* MuellArg). Fakultas MIPA, Universitas Tanjungpura. Vol 4 (3) : 14-18.

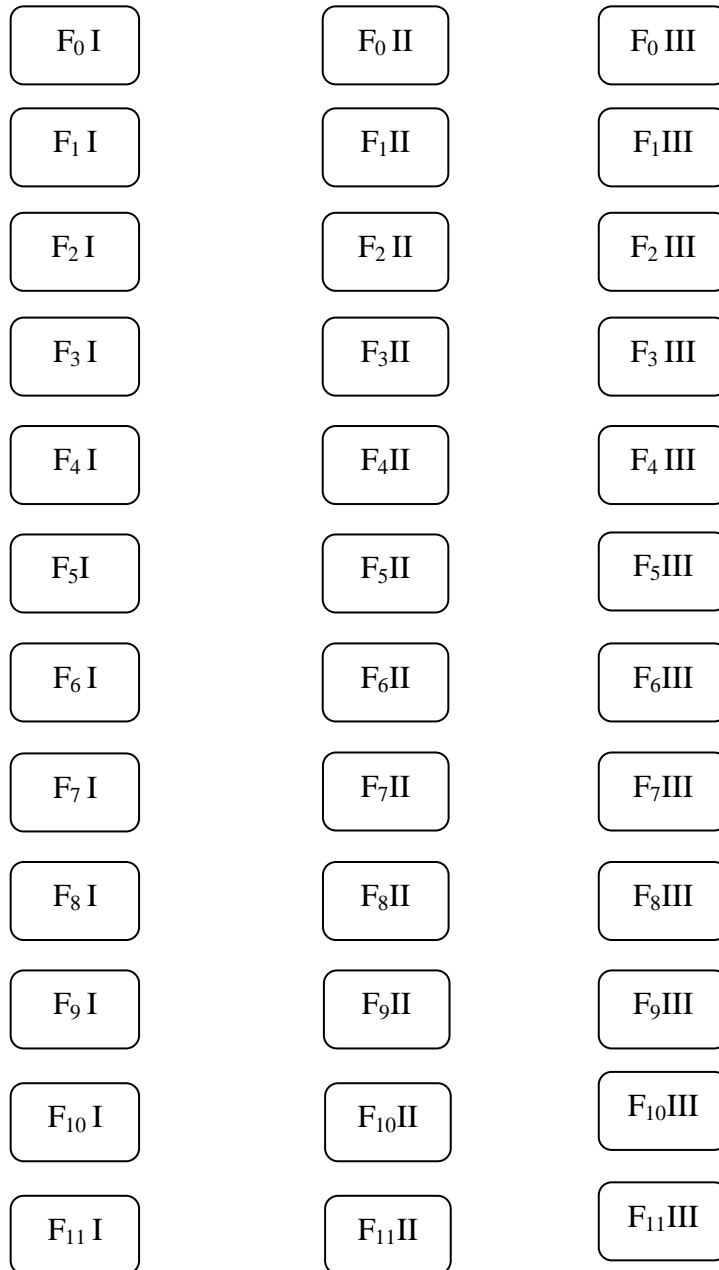
Zaenal Abidin . 2018. Ciri Ciri Jamur Akar Putih Pada Tanaman Karet. <http://blogkaret.blogspot.com/2018/04/ciri-ciri-jamur-akar-putih-pada-tanaman-html?m=1>. Di akses pada 30 juni 2019.

Zhao, 2016. Dark septate endophyte. From Wikipedia.

Zhang H, Tang M, Chen H, Wang Y and Ban Y. 2010. Arbuscular Mycorrhizas And Dark Septate Endophytes Colonization Status In Medicinal Plant *Lycium Barbarum L.* In Arid Northwestern China. *African Journal Of Microbiology Research* 4(18): 1914-1920.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Bagan Penelitian



Keterangan :

F₀ = Kontrol/Tanpa Perlakuan

F₁ = Penggunaan cendawan *Dark Septate Endopyte* (DSE) APS 1

F₂ = Penggunaan cendawan *Dark Septate Endopyte* (DSE) APS 2

F₃ = Penggunaan cendawan *Dark Septate Endopyte* (DSE) APS 3

F₄ = Penggunaan cendawan *Dark Septate Endopyte* (DSE) APS 4

F₅ = Penggunaan cendawan *Dark Septate Endopyte* (DSE) APS 5

F₆ = Penggunaan cendawan *Dark Septate Endopyte* (DSE) APS 6

F₇ = Penggunaan cendawan *Dark Septate Endopyte* (DSE) APS 7

F₈ = Penggunaan cendawan *Dark Septate Endopyte* (DSE) APS 8

F₉ = Penggunaan cendawan *Dark Septate Endopyte* (DSE) APS 9

F₁₀ = Penggunaan cendawan *Dark Septate Endopyte* (DSE) APS 10

F₁₁ = Penggunaan cendawan *Dark Septate Endopyte* (DSE) TM RP 2a

I, II, III : Ulangan

Lampiran 2. Daya Hambat *Dark Septete Endophyte* (DSE) Terhadap *R. microporus* 2 hsi.

PERLAKUAN	ULANGAN			TOTAL	RATAAN
	I	II	III		
Kontrol	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
APS 1	15,47	24,59	18,02	58,08	19,36
APS 2	13,09	12,29	26,74	52,12	17,37
APS 3	16,07	19,25	11,04	46,36	15,45
APS 4	16,07	20,85	9,3	46,22	15,41
TM RP 2a	4,16	8,55	10,46	23,17	7,72
APS 5	7,14	22,45	18,02	47,61	15,87
APS 6	7,73	20,32	29,06	57,11	19,04
APS 7	22,02	24,06	26,16	72,24	24,08
APS 8	19,64	19,25	4,65	43,54	14,51
APS 9	17,26	24,59	20,93	62,78	20,93
APS 10	9,52	18,18	21,51	49,21	16,40
Total	15,51	15,51	15,51	15,51	15,51

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

PERLAKUAN	ULANGAN			TOTAL	RATAAN
	I	II	III		
Kontrol	0,71	0,71	0,71	2,12	0,71
APS 1	4,00	5,01	4,30	13,31	4,44
APS 2	3,69	3,58	5,22	12,48	4,16
APS 3	4,07	4,44	3,40	11,91	3,97
APS 4	4,07	4,62	3,13	11,82	3,94
TM RP 2a	2,16	3,01	3,31	8,48	2,83
APS 5	2,76	4,79	4,30	11,86	3,95
APS 6	2,87	4,56	5,44	12,87	4,29
APS 7	4,75	4,96	5,16	14,86	4,95
APS 8	4,49	4,44	2,27	11,20	3,73
APS 9	4,21	5,01	4,63	13,85	4,62
APS 10	3,17	4,32	4,69	12,18	4,06
Total	40,94	49,45	46,56	136,95	3,80

Daftar Sidik Ragam

SK	DB	JK	KT	F HIT	0,05	0,01
Perlakuan	11,00	546,79	49,71	78,62**	2,22	3,09
Galat	24,00	15,17	0,63			
Total	35,00	561,97				

Keterangan :

** : Sangat Nyata

Tn: Tidak Nyata

Lampiran 3. Daya Hambat *Dark Septete Endophyte* (DSE) Terhadap *R. microporus* 4 hsi.

PERLAKUAN	ULANGAN			TOTAL	RATAAN
	I	II	III		
Kontrol	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
APS 1	17,48	25,65	31,49	74,62	24,87
APS 2	11,05	25,89	30,61	67,55	22,52
APS 3	17,48	21,37	31,49	70,34	23,45
APS 4	18,25	21,14	28,63	68,02	22,67
TM RP 2a	17,48	16,15	17,18	50,81	16,94
APS 5	16,96	23,04	33,25	73,25	24,42
APS 6	17,99	23,04	31,49	72,52	24,17
APS 7	20,82	25,89	33,25	79,96	26,65
APS 8	19,79	22,56	18,28	60,63	20,21
APS 9	26,73	29,21	36,78	92,72	30,91
APS 10	17,99	22,09	27,09	67,17	22,39
TOTAL	202,02	256,03	319,54	777,59	21,60

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

PERLAKUAN	ULANGAN			TOTAL	RATAAN
	I	II	III		
Kontrol	0,71	0,71	0,71	2,12	0,71
APS 1	4,24	5,11	5,66	15,01	5,00
APS 2	3,40	5,14	5,58	14,11	4,70
APS 3	4,24	4,68	5,66	14,57	4,86
APS 4	4,33	4,65	5,40	14,38	4,79
TM RP 2a	4,24	4,08	4,20	12,53	4,18
APS 5	4,18	4,85	5,81	14,84	4,95
APS 6	4,30	4,85	5,66	14,81	4,94
APS 7	4,62	5,14	5,81	15,56	5,19
APS 8	4,50	4,80	4,33	13,64	4,55
APS 9	5,22	5,45	6,11	16,77	5,59
APS 10	4,30	4,75	5,25	14,31	4,77
TOTAL	48,28	54,21	60,17	162,65	4,52

Daftar Sidik Ragam

SK	DB	JK	KT	F HIT	0,05	0,01
Perlakuan	11,00	765,86	69,62	179,33**	2,22	3,09
Galat	24,00	9,32	0,39			
Total	35,00	775,18				

Keterangan :

** : Sangat Nyata

Tn: Tidak Nyata

Lampiran 4. Daya Hambat *Dark Septete Endophyte* (DSE) Terhadap *R. microporus* 6 hsi.

PERLAKUAN	ULANGAN			TOTAL	RATAAN
	I	II	III		
Kontrol	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
APS 1	36,68	29,66	36,05	102,39	34,13
APS 2	18,25	33,15	39,96	91,36	30,45
APS 3	19,62	27,92	34,58	82,12	27,37
APS 4	28,49	23,03	32,78	84,30	28,10
TM RP 2a	29,69	18,49	32,62	80,80	26,93
APS 5	29,69	28,97	34,09	92,75	30,92
APS 6	25,59	23,90	40,13	89,62	29,87
APS 7	29,86	26,52	34,58	90,96	30,32
APS 8	33,10	26,52	32,95	92,57	30,86
APS 9	28,49	26,52	25,44	80,45	26,82
APS 10	29,86	26,17	37,19	93,22	31,07
TOTAL	309,32	290,85	380,37	980,54	27,24

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

PERLAKUAN	ULANGAN			TOTAL	RATAAN
	I	II	III		
Kontrol	0,71	0,71	0,71	2,12	0,71
APS 1	6,10	5,49	6,05	17,64	5,88
APS 2	4,33	5,80	6,36	16,49	5,50
APS 3	4,49	5,33	5,92	15,74	5,25
APS 4	5,38	4,85	5,77	16,00	5,33
TM RP 2a	5,49	4,36	5,75	15,61	5,20
APS 5	5,49	5,43	5,88	16,80	5,60
APS 6	5,11	4,94	6,37	16,42	5,47
APS 7	5,51	5,20	5,92	16,63	5,54
APS 8	5,80	5,20	5,78	16,78	5,59
APS 9	5,38	5,20	5,09	15,68	5,23
APS 10	5,51	5,16	6,14	16,81	5,60
TOTAL	59,30	57,67	65,75	182,72	5,08

Daftar Sidik Ragam

SK	DB	JK	KT	F HIT	0,05	0,01
Perlakuan	11,00	965,40	87,76	285,48**	2,22	3,09
Galat	24,00	7,38	0,31			
Total	35,00	29392,40				

Keterangan :

** : Sangat Nyata

Tn: Tidak Nyata

Lampiran 5. Deskripsi kode isolat

No	Isolat	Koode isolat	Arti kode
1.	APS 1	APS 7.8	Akar Pembibitan Sungai Putih
2.	APS 2	APS 22b	Akar Pembibitan Sungai Putih
3.	APS 3	APS 21a	Akar Pembibitan Sungai Putih
4.	APS 4	APS 7.9	Akar Pembibitan Sungai Putih
5.	APS 5	APS 20b	Akar Pembibitan Sungai Putih
6.	APS 6	APS 21c	Akar Pembibitan Sungai Putih
7.	APS 7	APS 26b	Akar Pembibitan Sungai Putih
8.	APS 8	APS 20a	Akar Pembibitan Sungai Putih
9.	APS 9	APS 27a	Akar Pembibitan Sungai Putih
10.	APS 10	APS 27c	Akar Pembibitan Sungai Putih
11.	APS 11	APS 8	Akar Pembibitan Sungai Putih
12.	APS 12	APS 5	Akar Pembibitan Sungai Putih
13.	APS 13	APS 10	Akar Pembibitan Sungai Putih
14.	APS 14	APS 21b	Akar Pembibitan Sungai Putih
15.	APS 15	APS 15b	Akar Pembibitan Sungai Putih
16.	APS 16	APS 27b	Akar Pembibitan Sungai Putih
17.	TM RP 2a	TM RP 2a	Tanaman Menghasilkan Rantau Prapat
18.	APDS 3.2	APDS 3.2	Akar Pembibitan Deli Serdang

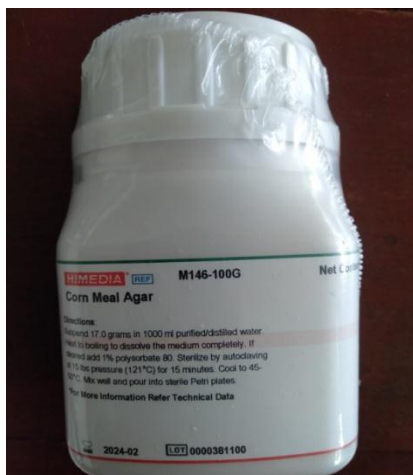
Lampiran 6. Dokumentasi Penelitian



Gambar 5. Lahan pengambilan sampel akar karet



Gambar 6. Serilisasi alat

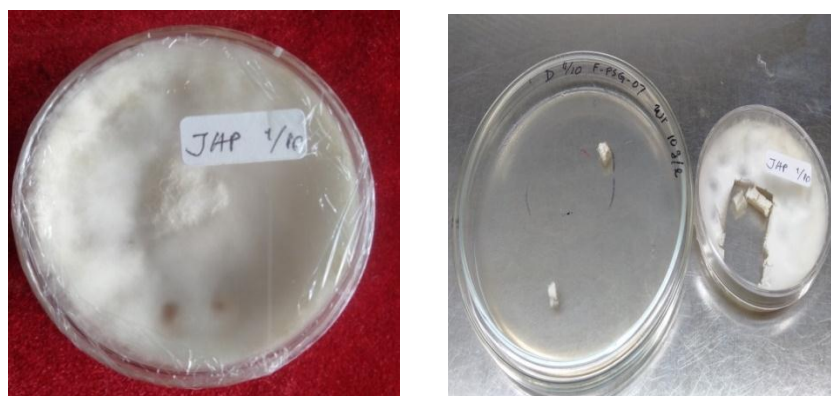
Gambar 7. Penimbangan media *corn meal agar* (CMA)



Gambar 8. Sterilisasi media *cron meal agar* (CMA)



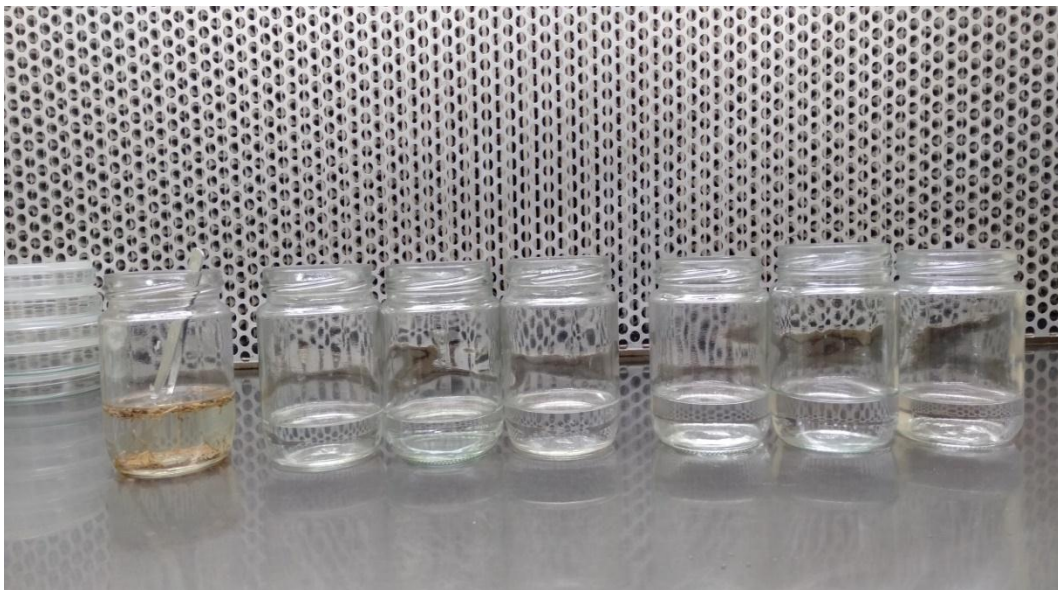
Gambar 9. Pembuatan media *oat meal agar* (OMA) dan media *potato dextrose agar* (PDA)



Gambar 10. Perbanyakan jamur *Rigidoporus mikroporus*



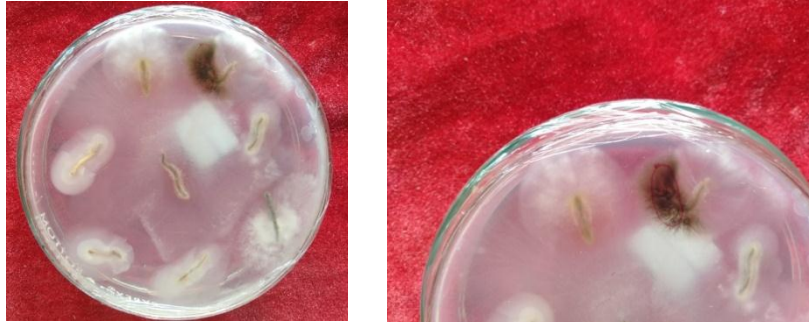
Gambar 11. Pencucian akar tanaman karet



Gambar 12. Sterilisasi permukaan akar tanaman karet



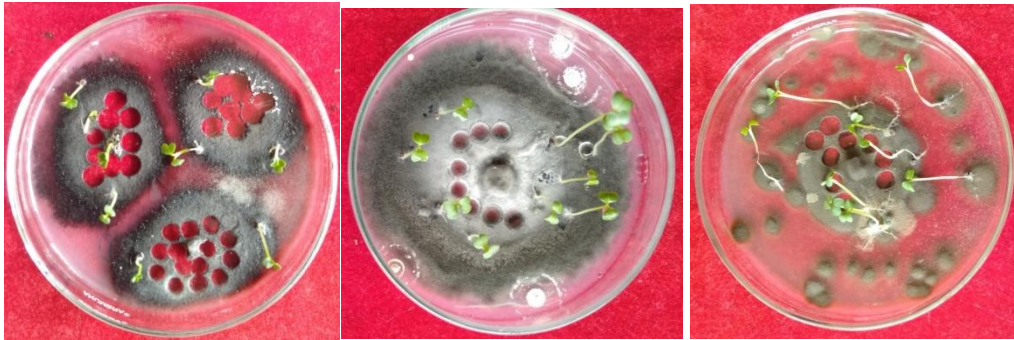
Gambar 13. Penanaman akar karet di media *corn meal agar* (CMA)



Gambar 14. Koloni cendawan DSE yang berwarna gelap



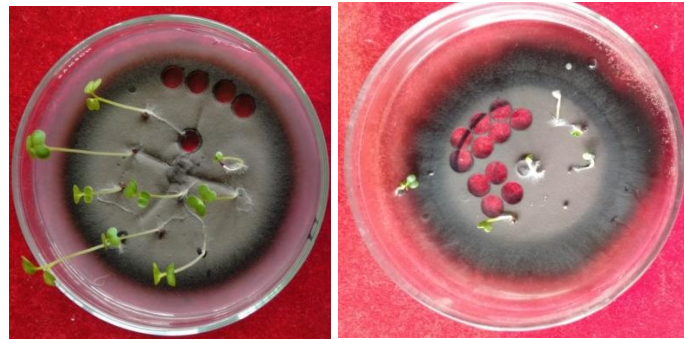
Gambar 15. Sterilisasi permukaan benih sawi



APS 26b

APS 21a

APS21



APS 7.9

APS 27c

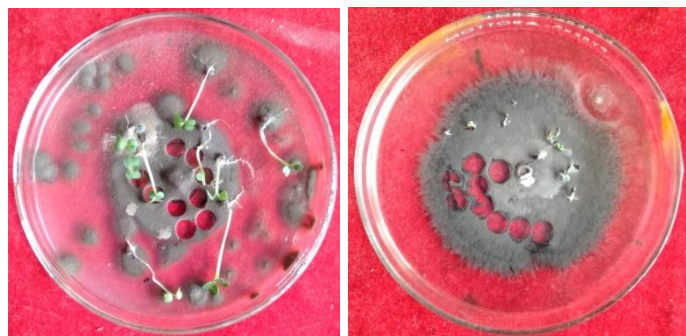
APS 20a



TM RP 2a

APS 22b

APS 7.8



APS 27a

APS 20 b

Gambar 16. Pertumbuhan sawi terhadap cendawan DSE