

**EKSPLORASI BAKTERI ENDOFIT ISOLAT DAUN
TANAMAN KARET (*Hevea brassiliensis* Muell. Arg) SERTA
POTENSI ANTAGONISMENYA TERHADAP PENYAKIT
GUGUR DAUN (*Pestalotiopsis* sp) SECARA *In Vitro***

S K R I P S I

Oleh :

BAYU RADITYO

NPM : 1504290076

Program Studi : AGROTEKNOLOGI



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2019**

**EKSPLORASI BAKTERI ENDOFIT ISOLAT DAUN
TANAMAN KARET (*Hevea brassiliensis* Muell. Arg) SERTA
POTENSI ANTAGONISMENYA TERHADAP PENYAKIT
GUGUR DAUN (*Pestalotiopsis* sp) SECARA *In Vitro***

SKRIPSI

Oleh :

BAYU RADITYO
1504290076
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 Svafitri Darwis, S.P., M.P.

Anggota

Disahkan Oleh:

Dekan



Ir. Asritanarni Munar, M.P.

Tanggal Lulus: 10-10-2019

PERNYATAAN

Dengan ini saya :

Nama : Bayu Radityo

NPM : 1504290076

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi dengan judul “Eksplorasi Bakteri Endofit Isolat Daun Tanaman Karet (*Hevea Brassiliensis* Muell. Arg) Serta Potensi Antagonismenya Terhadap Penyakit Gugur Daun (*Pestalotiopsis* sp) 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. Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak manapun.

Medan Oktober 2019

Yang menyatakan



Bayu Radityo

RINGKASAN

Bayu Radityo “Eksplorasi Bakteri Endofit Isolat Daun Tanaman Karet (*Hevea Brassiliensis* Muell. Arg) Serta Potensi Antagonismenya Terhadap Penyakit Gugur Daun (*Pestalotiopsis* sp) Secara *In Vitro*”. Dibawah bimbingan Dr, Radite Tistama, M.Si. selaku ketua komisi pembimbing dan Hilda Syafitri Darwis, S.P., M.P. selaku anggota komisi pembimbing. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Balai Penelitian Sungei Putih jalan sei putih rispa, Galang, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara pada bulan Februari 2019 sampai dengan bulan Mei 2019. Dengan tujuan mengisolasi dan menguji daya hambat bakteri endofit isolat daun tanaman karet terhadap jamur *Pestalotiopsis* sp.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) non faktorial dengan menggunakan bakteri endofit yang berbeda pada setiap perlakuannya, bakteri endofit didapat dari isolat daun tanaman karet sehat dari kebun karet di beberapa daerah. Penelitian ini memiliki 7 Perlakuan dengan 3 ulangan, antara lain yaitu P0 = kontrol, P1 = penggunaan bakteri endofit isolat B1, P2 = penggunaan bakteri endofit isolat B2, P3 = penggunaan bakteri endofit isolat B3, P4 = penggunaan bakteri endofit isolat R1, P5= penggunaan bakteri endofit isolat R2, P6 = penggunaan bakteri endofit isolat L1, Jumlah unit percobaan : 21 unit.

Bakteri endofit yang diisolasi dari Sungei Putih (B) diperoleh 3 isolat, sedangkan Rantau (R) dan Langkat (L) masing-masing 2 dan 1 isolat yang berbeda secara morfologi. Bakteri endofit yang berpengaruh nyata dalam menghambat pertumbuhan miselium jamur *Pestalotiopsis* sp pada 3-7HSA terlihat pada isolat P3B3, P5R2, P4R1, P6L, dan P2B2 sedangkan yang tidak berpengaruh nyata terlihat pada isolat P1B1 dibandingkan dengan kontrol. Abnormal dari hifa jamur *Pestalotiopsis* sp yang disebabkan oleh bakteri endofit antara lain yaitu hifa lisis, hifa patah, hifa membengkok, hifa kerdil, hifa keriting dan menipis. Reaksi hipersensitivitas pada tanaman tembakau ditunjukkan pada bakteri endofit isolat P3B3, P4R1, P5R2 dan P6L1 sedangkan P1B1 dan P2B2 menunjukkan reaksi negatif.

SUMMARY

Bayu Radityo "Exploration of Endophytic Bacterial Rubber Plant Leaves (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg) And Their Antagonistic Potential Against of Leaves Fall Disease (*Pestalotiopsis* sp) In Vitro". Under the guidance of Dr., Radite Tistama, M.Si. as chairman of the supervising commission and Hilda Syafitri Darwis, S.P, M.P. as a member of the supervising committee. This research was conducted at the Laboratory of Sungei Putih Research sei putih rispa Road, Galang, Deli Serdang, North Sumatra in February 2019 until May 2019. With the aim of isolating and testing the inhibitory effects of endophytic bacteria isolates rubber plants against fungal leaf *Pestalotiopsis* sp.

This study uses a completely randomized design (CRD) non factorial using different endophytic bacteria on each treatment, endophytic bacteria isolates obtained from healthy rubber plant leaves of rubber plantations in some areas. This study has 7 treatment with 3 replications, among others, P0 = control, P1 = the use of endophytic bacteria isolates B1, P2 = the use of endophytic bacteria isolates B2, P3 = the use of endophytic bacteria isolates B3, P4 = use of endophytic bacteria isolates R1, P5 = the use of endophytic bacteria isolates R2, P6 = use of endophytic bacteria isolates L1, Number of experimental units: 21 units.

Endophytic bacteria isolated from Sungei Putih (B) gained 3 isolates, whereas Rantau (R) and langkat (L) respectively 2 and 1 isolates were morphologically distinct. Endophytic bacteria significant effect in inhibiting the growth of fungal mycelium on *Pestalotiopsis* sp 3-7HSA seen in isolates P3B3, P5R2, P4R1, P6L, and P2B2 whereas no significant effect seen in isolates P1B1 compared with controls. Abnormal of fungal hyphae *Pestalotiopsis* sp caused by endophytic bacteria among others, the lysis of hyphae, hyphae are broken, bent hyphae, hyphae dwarf, curly hyphae and thin. Hypersensitivity reaction in tobacco plants are shown in endophytic bacteria isolates P3B3, P4R1, P5R2 and P6L1 while P1B1 and P2B2 a negative reaction.

RIWAYAT HIDUP

Bayu Radityo, lahir pada tanggal 15 Maret 1998 di desa Kebun Balok, Kecamatan Wampu, Kabupaten Langkat, Sumatera Utara. Merupakan anak pertama dari empat bersaudara dari pasangan ayahanda Dariat dan ibunda Murni.

Pendidikan yang ditempuh sebagai berikut :

1. Tahun 2009 menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar di SDN 055998 di Desa Kebun Balok, Kecamatan Wampu, Kabupaten Langkat.
2. Tahun 2012 menyelesaikan pendidikan Madrasah Tsanawiyah (MTs) Dewantara di Desa Kebun Balok, Kecamatan Wampu, Kabupaten Langkat.
3. Tahun 2015 menyelesaikan pendidikan Sekolah Menengah Atas (SMA) swasta Panca Karya di Sabat, Kabupaten Langkat.
4. Tahun 2015 melanjutkan pendidikan Strata-1 (S1) pada program studi Agroteknologi di Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Kegiatan yang sempat diikuti selama menjadi mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara antara lain :

1. Mengikuti Masa Perkenalan Mahasiswa Baru (MPMB) Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM) Fakultas Pertanian UMSU tahun 2015.
2. Mengikuti Masa Ta'aruf (MASTA) Ikatan Mahasiswa Muhammadiyah (IMM) Fakultas Pertanian UMSU tahun 2015.
3. Praktek kerja lapangan (PKL) di PT. Perkebuna Nusantara IV Kebun Air Batu, Kabupaten Asahan pada tanggal 15 Januari sampai dengan 10 Februari 2018.
4. Melaksanakan penelitian Skripsi di laboratorium balai penelitian sungei putih Galang, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara pada bulan Februari sampai dengan Mei 2019.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Eksplorasi Bakteri Endofit Isolat Daun Tanaman Karet (*Hevea Brassiliensis* Muell. Arg) Serta Potensi Antagonismenya Terhadap Penyakit Gugur Daun (*Pestalotiopsis* sp) Secara *In Vitro*”** sebagai mana mestinya, dimana merupakan salah satu syarat untuk meraih gelar sarjana /strata-1 (S1) di Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Skripsi ini dapat terselesaikan tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu 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. Asitanarni Munar, M.P. selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Ibu Dr. Dafni Mawar Tarigan, S.P., M.Si. selaku Wakil Dekan I Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Muhammad Thamrin , S.P., M.Si. selaku Wakil Dekan III Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Ibu Dr. Ir. Wan Arfiani Barus, M.P. selaku Ketua Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Dr. Radite Tistama, S.Si., M.Si. selaku Ketua Komisi Pembimbing.
7. Ibu Hilda Syafitri Darwis, S.P., M.P. selaku Anggota Komisi Pembimbing.

8. Seluruh Dosen Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu pengetahuan serta nasehat kepada penulis.
9. Seluruh staf serta karyawan Biro Fakultas Pertanian yang membantu penulis dalam menyelesaikan kegiatan administrasi dan akademis penulis
10. Sahabat saya Irvan Syahril, Heri Anggara, Hafsa Pohan, Widya Ruspita, Sujianto, Hendry Pratama, Rominalfin Zahri, Eka Efriani, Edi Kurnawan, Bayu Nugraha, Ivan Hanggara yang telah banyak membantu saya dan memberi semangat kepada saya.
11. Teman-teman seperjuangan Agroteknologi 2 angkatan 2015 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, Oktober 2019

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
PERNYATAAN	i
RINGKASAN	ii
RIWAYAT HIDUP	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
PENDAHULUAN	1
Latar Belakang	1
Tujuan Penelitian	4
Hipotesis penelitian	4
Kegunaan Penelitian	5
TINJAUAN PUSTAKA	6
Bakteri Endofit	6
Peran Bakteri Endofit	7
Tanaman Karet (<i>Hevea brasiliensis</i> Muel. Arg)	8
Klasifikasi Tanaman Karet	9
Syarat Tumbuh Tanamankaret	9
Morfologi Tanaman Karet	10
Penyakit Gugur Daun (<i>Pestalotiopsis</i> sp)	11
Klasifikasi <i>Pestalotiopsis</i> sp	11
Morfologi <i>Pestalotiopsis</i> sp	11
Gejala Seranagan	11
Pengendalian	12
BAHAN DAN METODE	13
Tempat dan Waktu	13
Bahan dan Alat	13
Metode Penelitian	13

Pelaksanaan Penelitian	14
Sterilisasi Alat	14
Pembuatan Media NA (Nutrien Agar).....	15
Pembuatan Media PDA (Potato Dextrose Agar).....	15
Pembuatan Media NB (Nutrien Broth).....	16
Penyediaan Isolat Jamur <i>Pestalotiopsis</i> sp	16
Pengambilan Sampel Daun	16
Isolasi Bakteri Endofit	16
Pemurnian Bakteri	17
Pewarnaan Bakteri.....	17
Parameter Pengamatan	18
Karakterisasi Jamur <i>Pestalotiopsis</i> sp	18
Karakterisasi Bakteri Endofit	18
Ujia Antagonis Bakteri Endofit Terhadap Jamur	
<i>Pestalotiopsis</i> sp Secara <i>In Vitro</i>	18
Pengamatan Hifa Abnormal	19
Uji Hipersensitivitas bakteri endofit	20
HASIL DAN PEMBAHASAN	21
Karakteristik Jamur <i>Pestalotiopsis</i> sp	21
Karakteristik Isolat Bakteri Endofit	21
Kemampuan Antagonis Bakteri Endofit Terhadap Jamur	
<i>Pestalotiopsis</i> sp Secara <i>In Vitro</i>	24
Pengamatan Hifa Abnormal	29
Reaksi Hipersensitivitas bakteri endofit terhadap tanaman	
tembakau.....	31
KESIMPULAN DAN SARAN	33
Kesimpulan.....	33
Saran.....	33
DAFTAR PUSTAKA	34
LAMPIRAN	40

DAFTAR GAMBAR

No	Judul	Halaman
1.	Template uji antagonis bakteri endofit terhadap jamur <i>Pestalotiopsis</i> sp	18
2.	Biakan jamur <i>Pestalotiopsis</i> sp ± umur 2 minggu (a), biakan jamur <i>Pestalotiopsis</i> umur lebih dari satu bulan (b), konidia jamur <i>Pestalotiopsis</i> perbesaran 10x100.....	21
3.	Penampakan morfologi koloni bakteri endofit (a) P1B2, (b) P2B2, (c) P3B3, (d) P4R1, (e) P5R2, (f) P6L1	23
4.	Histogram Persentase Hambatan Miselium Jamur <i>Pestalotiopsis</i> sp Oleh Bakteri Endofit	26
5.	Penghambatan miseliumjamur <i>Pestalotiopsis</i> sp oleh ke 6 bakteri endofit pada masa inkubasi 7 hari (↓) Jamur <i>Pestalotiopsis</i> , (↓) Bakteri endofit (a) Kontrol/P0, (b) P1B1, (c) P2B2, (d) P3B3, (d) P4R1, (e) P5R2, (F) P6L1	28
6.	Hifa jamur <i>Pestalotiopsis</i> sp pada uji antagonis dengan bakteri endofit (a) Hifa normal,(b) Hifa bengkok oleh bakteri P1B1, (c) Hifa keriting oleh bakteri P2B2, (d) Hifa patah dan lisis oleh bakteri P3B3, (e) Hifa menipis dan lisis oleh bakteri P4R1, (f) Hifa bengkok oleh bakteri P5R2, (g) Hifa patah, lisis dan kerdil oleh bakteri P6L1	30
7.	Respon hipersensitivitas daun tembakau terhadap bakteri endofit menunjukkan 2 isolat menghasilkan reaksi negatif (P1B dan P2B2), dan 4 isolat lainnya menghasilkan reaksi positif (P3B3, P4R1, P4R2, P6L1)	32
8.	Pengambilan sample daun tanaman karet dilapangan	50
9.	Pencucian alat yang akan digunakan	50
10.	Sterilisasi alat	50
11.	Penimbangan media.....	51
12.	Pengupasan kentang untuk membuat media	51
13.	Membuat media	51
14.	Sterilisasi media.....	52
15.	Penuangan media ke dalam cawan petri	52
16.	Pemotongan daun karet menjadi Potongan kecil.....	52

17.	Pemindahan cairan yang berasal dari daun Tanaman karet ke dalam cawan petri.....	53
18.	Pemurnian bakteri.....	53
19.	Pewarnaan bakteri.....	53
20.	Penanaman jamur <i>Pestalotiopsis</i> sp	54
21.	Penanaman bakteri endofit	54
22.	Pengamatan hambatan jamur <i>Pestalotiopsis</i> sp oleh bakteri endofit	54
23.	Pengukuran hambatan jamur <i>Pestalotiopsis</i> sp oleh bakteri endofit	55
24.	Bakteri endofit yang ada pada media cair Sedang di shaker	55
25.	Pengaplikasian bakteri endofit dalam uji Hipersensitivitas	55
26.	Pengambilan jamur <i>Pestalotiopsis</i> sp dalam pengamatan hifa abnormal	56
27.	Pewarnaan jamur <i>Pestalotiopsis</i> sp dalam pengamatan hifa abnormal	56

DAFTAR TABEL

No	Judul	Halaman
1.	Karakteristik Morfologi dan Pewarnaan Gram Bakteri Endofit Daun Tanaman Karet	22
2.	Persentase Daya Hambat Miselium Jamur <i>Pestalotiopsis</i> sp Oleh Bakteri Endofit Pada Masa Inkubasi 2-7 Hari	25
3.	Data Pengamatan Uji Hipersensitivitas Tanaman Tembakau	31

DAFTAR LAMPIRAN

No	Judul	Halaman
1.	Bagan Penelitian	40
2.	Persentase Hambatan Miselium Jamur <i>Pestalotiopsis</i> sp 2 HSA...	41
3.	Persentase Hambatan Miselium Jamur <i>Pestalotiopsis</i> sp 3 HSA...	42
4.	Persentase Hambatan Miselium Jamur <i>Pestalotiopsis</i> sp 4 HSA...	43
5.	Persentase Hambatan Miselium Jamur <i>Pestalotiopsis</i> sp 5 HSA...	44
6.	Persentase Hambatan Miselium Jamur <i>Pestalotiopsis</i> sp 6 HSA...	45
7.	Persentase Hambatan Miselium Jamur <i>Pestalotiopsis</i> sp 7 HSA...	46
8.	Deskripsi Tempat Pengambilan Isolat Bakteri Endofit (B) Sungei Putih	47
9.	Deskripsi Tempat Pengambilan Isolat Bakteri Endofit (R) Rantau	48
10.	Deskripsi Tempat Pengambilan Isolat Bakteri Endofit (L) Langkat	49
11.	Dokumentasi Kegiatan Penelitian	50

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Tanaman karet (*Hevea brassiliensis*) berasal dari negara Brazil, komoditas ini memberikan kontribusi yang signifikan sebagai salah satu sumber devisa non-migas. Perkebunan karet di Indonesia pada tahun 2012 memiliki luas 378.423,4 ha, dengan jumlah produksi sebesar 287.653,10 ton. Dilihat dari produktifitasnya pada perkebunan rakyat sebesar 0,76 ton/ha. Hal ini menunjukkan perlunya dukungan yang lebih besar kepada pertanaman karet rakyat untuk meningkatkan produktifitasnya baik dengan penggunaan teknologi yang lebih baik maupun peremajaan karet tua dengan klon yang lebih unggul (Dinas Perkebunan Provinsi Sumatera Utara, 2013).

Sayangnya, perkebunan karet yang luas ini tidak diimbangi dengan produktivitas yang baik. Produktivitas lahan karet di Indonesia rata-rata rendah karena terserang penyakit, penyakit sering menimbulkan kerugian yang cukup berarti pada tanaman karet. Setiap tahun kerugian yang ditimbulkan bisa mencapai jutaan rupiah setiap hektar tanaman karet (Defitri, 2014). Penyebab penyakit yang sering dijumpai pada tanaman karet adalah jamur, gangguan penyakit yang menjadi ancaman bagi budidaya tanaman karet adalah penyakit gugur daun yang disebabkan oleh cendawan *Corynespora cassiicola* dan *Colletotrichum gloeosporioides* (Purnamasari *et al.*, 2014).

Fenomena gugur daun sekunder dialami kebun-kebun di wilayah Sumatera, diduga merupakan dampak perubahan pola curah hujan pada tahun 2017 yang memicu meluasnya serangan penyakit yang menyebabkan gugur daun.

Penyakit gugur daun *Pestalotiopsis* sp ditandai dengan gejala hawar yang berubah dari terang menjadi coklat tua, pada kondisi normal jamur *pestalotiopsis* merupakan parasit lemah yang mengadakan infeksi melalui luka dan umum dijumpai berasosiasi dengan berbagai jenis tanaman. Intensitas serangan yang cukup tinggi kebanyakan disebabkan oleh kondisi lingkungan yang mendukung (Semangun, 2000). Pada Suhu udara 26.5-30.5 °C dan kelembapan udara berkisar antara 88-98% merupakan lingkungan yang paling optimum bagi perkembangan penyakit hawar daun yang disebabkan oleh cendawan *Pestalotiopsis* sp. (Sutarman *et al.*, 2004).

Penyakit gugur daun karet *pestalotiopsis* sp sebelumnya masih dianggap penyakit minor, namun pada bulan Januari 2018 perkembangannya cukup cepat sehingga serangan pada satu areal relatif merata, penyakit gugur daun karet ini menyerang tanaman belum menghasilkan dan tanaman menghasilkan baik daun muda maupun daun tua, gejala yang ditimbulkan bercak coklat muda pada daun muda dan tua serta tangkai daun kemudian menyebabkan daun gugur. Pengendalian yang dilakukan oleh kebanyakan perkebunan menggunakan cara penyemprotan dengan fungisida. Penanganan penyakit daun secara kimia sangat besar biayanya dan dalam skala luas, berkelanjutan sangat berbahaya untuk keseimbangan lingkungan. Pengendalian jamur patogen yang ramah lingkungan dapat menggunakan mikroba antagonis. Sumber daya mikroba yang terdapat di dalam jaringan tanaman mulai banyak mendapat perhatian yang dikenal dengan sebutan mikroba endofit. Hal ini merupakan salah satu alternatif pengendalian non kimiawi yang terus dikembangkan dalam beberapa dekade terakhir ini (Wulandari *et al.*, 2012).

Bakteri endofit yang baik sebagai agens pengendali hayati adalah bakteri yang mampu menghambat perkembangan patogen, merangsang respon ketahanan tanaman, sekaligus meningkatkan respon pertumbuhan bagi tanaman diantaranya melalui penyediaan fosfat dan nitrogen bagi tanaman, serta kemampuan berkembang pada kondisi terbatas (Etesami *et al.*, 2015). Bakteri endofit dapat diisolasi dari berbagai jenis tumbuhan mulai dari monokotil hingga dikotil. Tanaman tingkat tinggi mengandung beberapa mikroba endofit yang menghasilkan metabolit sekunder sebagai bentuk pertahanan terhadap mikroba patogen (Hanif, 2015). Keberadaan bakteri endofit dapat digunakan untuk melawan patogen penyakit tanaman inang dan tanaman bukan inang karena dapat bersifat sebagai antijamur. Beberapa mikroba endofit dari kelompok bakteri memiliki aktivitas antagonis terhadap jamur patogen. Penghambatan bakteri endofit secara *in vitro* ditandai dengan terbentuknya zona hambat, hal ini mengindikasikan bakteri tersebut memiliki kemampuan untuk menghambat jamur patogen penyebab penyakit (Desriani *et al.*, 2014).

Penggunaan agen hayati (Biologi kontrol) menggunakan bakteri endofit dapat menjadi alternatif yang tepat untuk mengendalikan mikroba patogen penyebab penyakit pada tanaman budidaya. Pemanfaatan jamur dan bakteri sebagai agensia pengendalian hayati mempunyai prospek yang cukup menjanjikan karena selain mudah diperoleh, agensia ini dapat mencegah timbulnya ledakan OPT sekunder, produk tanaman yang dihasilkan bebas dari residu pestisida, terdapat di sekitar pertanaman sehingga dapat mengurangi ketergantungan petani terhadap pestisida sintetis, menghemat biaya produksi. Beberapa keuntungan lain dari penggunaan agens hayati tersebut adalah mudah berkembang biak, sehingga

keberadaannya di lingkungan dapat bertahan lama serta aman bagi lingkungan, hewan dan manusia (Nurhayati, 2011).

Pengendalian hayati (Biologi kontrol) dengan menggunakan bakteri endofit berpeluang untuk mengendalikan penyakit gugur daun *Pestalotiopsis* sp. Pengendalian secara kimia berhasil untuk skala kecil, tetapi terserang kembali karena tanaman dari kebun lain tidak melakukan pengendalian yang sama dan juga beresiko terhadap kerusakan lingkungan jika diterapkan secara luas, pengendalian penyakit ini harus mudah, murah dan efektif. Bakteri endofit yang terdapat pada daun tanaman karet menarik untuk diisolasi karena hampir setiap bagian tanaman dapat ditemukan bakteri endofit. Sesuai dengan pernyataan Lestari *et al.* (2017) hampir setiap bagian tanaman ditemukan adanya bakteri endofit, baik pada daun, akar maupun batang. Keberadaan bakteri endofit dapat digunakan untuk melawan patogen penyakit tanaman inang dan tanaman bukan inang karena dapat bersifat sebagai antijamur, namun setiap jenis bakteri endofit memiliki kemampuan yang berbeda-beda berdasarkan asal inang dan jenis bakteri. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk mengisolasi bakteri endofit dari daun tanaman karet dan dikaji kemampuannya sebagai agen biokontrol terhadap patogen penyebab penyakit gugur daun *Pestalotiopsis* pada tanaman karet.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan mengisolasi dan menguji daya hambat isolat bakteri endofit daun tanaman karet terhadap jamur *Pestalotiopsis* sp.

Hipotesis Penelitian

Beberapa isolat bakteri endofit isolat daun tanaman karet dapat menghambat pertumbuhan jamur *Pestalotiopsis* sp.

Kegunaan Penelitian

1. Sebagai bahan dalam penyusunan skripsi yang merupakan salah satu syarat untuk menempuh ujian sarjana (S1) pada Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Untuk menemukan bakteri endofit isolat daun tanaman karet yang dapat menghambat pertumbuhan jamur *Pestalotiopsis* sp.
3. Sebagai informasi untuk pengembangan pengendalian penyakit secara hayati (Biologi kontrol).

TINJAUAN PUSTAKA

Bakteri Endofit

Bakteri endofit merupakan bakteri yang hidup di dalam jaringan tanaman tanpa merugikan bahkan memberikan banyak manfaat bagi tanaman inangnya. Bakteri endofit melakukan kolonisasi pada relung ekologi yang sama dengan patogen tanaman. Sehingga bakteri ini lebih cocok sebagai kandidat agens pengendali hayati. Hastuti *et al.* (2013) dilaporkan menemukan perbedaan struktur komunitas bakteri endofit pada tanaman pisang terinfeksi *Blood Disease Bacterium* (BDB) yang bergejala penyakit darah dengan pisang yang tidak bergejala. Dilaporkan ada bakteri endofit tertentu pada pisang yang tidak bergejala penyakit darah, tetapi bakteri tersebut tidak dijumpai pada pisang yang bergejala penyakit darah. Bakteri endofit ini diduga terlibat dalam menghambat infeksi BDB pada tanaman pisang (Hastuti *et al.*, 2013).

Bakteri endofit dapat diisolasi dari jaringan tanaman yang steril atau diekstraksi dari jaringan tanaman bagian dalam. Secara khusus, bakteri masuk ke jaringan melalui jaringan yang berkecambah, akar, stomata, maupun jaringan yang rusak. Bakteri endofit adalah mikroorganisme yang sebagian atau seluruh dari siklus hidupnya berada dalam jaringan tanaman tanpa menyebabkan gejala penyakit. Bakteri tersebut hidup pada jaringan tanaman sehat seperti pada bagian biji, akar, batang dan daun tanaman. Bakteri endofit yang hidup pada jaringan tanaman dapat berfungsi sebagai pemacu pertumbuhan tanaman, dan meningkatkan resistensi tanaman dari berbagai macam patogen (Juwita, 2010).

Peran Bakteri Endofit

Bakteri endofit saat ini banyak diteliti sebagai agens pengendalian hayati penyakit tanaman. Bakteri endofit dilaporkan dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman dan menginduksi ketahanan tanaman terhadap patogen tanaman. Bakteri endofit yang hidup dalam jaringan tanaman memiliki beberapa peran positif, diantaranya adalah sebagai agen biokontrol yang menunjang aktivitas metabolisme dalam jaringan tanaman, memproduksi fitohormon, membantu ketersediaan nutrisi bagi tanaman, sebagai pelarut fosfat, serta memiliki kemampuan dalam fiksasi nitrogen (Sumpethanaya *et al.*, 2016).

Pengendalian hayati memiliki kelebihan diantaranya lebih ramah lingkungan, Bersifat permanen untuk jangka waktu panjang, lebih murah, dan agens hayati mudah di dapat karena tersedia di alam. Marwan *et al.* (2011) menyatakan bakteri endofit memiliki beberapa kelebihan dibandingkan mikroorganisme lain di antaranya, banyak terdapat di tanah atau jaringan tanaman sehat, produksi massal lebih mudah dan lebih cepat daripada mikroorganisme lain, seperti jamur dan mudah berkembang biak sehingga keberadaannya di alam tetap terjaga.

Kemampuan menginduksi ketahanan tanaman merupakan salah satu keuntungan adanya bakteri endofit untuk melawan pertumbuhan organisme lain. Harni & Ibrahim (2011) menyebutkan mekanisme bakteri endofit dalam menginduksi ketahanan tanaman dilakukan dengan mengkolonisasi jaringan dalam tanaman sehingga menstimulasi tanaman untuk meningkatkan produksi senyawa metabolit yang berperan dalam ketahanan tanaman, seperti enzim peroksidase, peningkatan aktifitas kitinase, dan fitoaleksin. Enzim peroksidase

dibutuhkan oleh tanaman untuk menghasilkan senyawa-senyawa pertahanan tanaman, seperti lignin, kitin, dan beberapa senyawa penyusun dinding sel. Fitoaleksin mampu menghambat pertumbuhan dan perkembangan patogen, seperti *Phytophthora citrophthora* pada jeruk.

Bakteri endofit dapat berpengaruh pada kesehatan tanaman dalam hal: antagonisme langsung atau penguasaan atas patogen, menginduksi ketahanan sistemik dan meningkatkan toleransi tanaman terhadap lingkungan. Sifat-sifat tersebut yang menyebabkan bakteri endofit dapat dimanfaatkan sebagai pengendali hayati penyakit tanaman bahkan dapat mengurangi serangan hama tanaman. Bakteri endofit yang mampu melarutkan fosfat, mengeluarkan senyawa organik berberat molekul rendah dengan gugus hidroksil dan karboksil yang mampu mengkelat ion positif pada fosfat kemudian mengkonversinya menjadi bentuk fosfat yang lebih sederhana sehingga dapat digunakan oleh tanaman (Sarker *et al.*, 2014).

Tanaman Karet (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg)

Tanaman karet *Hevea* pertama kali masuk ke Asia Timur sekitar tahun 1883 dari material genetik hasil ekspedisi Wickham pada tahun 1876. Material ini kemudian berkembang melalui kegiatan pemuliaan, sehingga dihasilkan berbagai klon unggul, diantaranya BPM 24 dan PB 260 telah ditanam dalam skala luas di perkebunan besar dan karet rakyat. Untuk meningkatkan keragaman genetik karet pada tahun 1981 dilakukan ekspedisi ke Brasil melalui kerjasama organisasi IRRDB (International Rubber Research and Development Board) dan sejumlah aksesori telah diseleksi dan ditanam di kebun percobaan Balai Penelitian Sungei Putih. Walaupun kedua material genetik karet tersebut sangat berbeda dalam hal

waktu ekspedisi, kemungkinan masih terdapat hubungan kekerabatan karena masih berasal dari wilayah yang sama di daerah Amazon, Brasil. Hubungan kekerabatan dari berbagai aksesori plasma nutfah perlu diketahui secara molekuler, sehingga dalam program pemuliaan dapat dipilih berbagai sumber tetua yang berkerabatan genetik jauh dalam persilangan buatan (Daslin, 2012).

Klasifikasi Tanaman Karet

Klasifikasi tanaman karet menurut Suwandi (2017) dapat kita lihat sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
Phylum : Spermatophyta
Subphylum : Angiospermae
Class : Dicotyledonae
Order : Euphorbiales
Family : Euphorbiaceae
Genus : Hevea
Species : *Hevea brasiliensis* Muell. Arg

Syarat Tumbuh Tanaman Karet

Karet adalah tanaman tropis dataran rendah yang tumbuh antara 6° LU dan 6° LS. Suhu hari optimum adalah 26-28° C. Keadaan tanah yang sesuai dan baik bagi pertumbuhan tanaman karet dan hasilnya adalah tanah yang banyak mengandung bahan organik (humus), struktur tanah gembur, mudah mengikat air (porous), kedalaman tanah (solum tanah) cukup dalam (1,5 – 2 m), keadaan tanah tersebut memiliki sirkulasi udara dan peredaran air yang baik sehingga di dalam tanah tersedia cukup oksigen. Kisaran derajat keasaman (PH) tanah yang cocok

untuk pertumbuhan tanaman karet dan pertumbuhan hasilnya (lateks) adalah berkisar antara 5,5-7,0. Sebaiknya karet tidak ditanam pada ketinggian di atas 400-500 m karena suhu lingkungan yang rendah menghambat pertumbuhan ketebalan, penundaan penyadapan, dan mengurangi produksi lateks. Kebutuhan curah hujan tahunan berkisar antara 2000 sampai 3000 mm dengan 170-200 hari hujan. Curah hujan tahunan terdistribusi 1500 mm dianggap sebagai batas bawah produksi komersial (Bisong *et al.*, 2017).

Morfologi Tanaman Karet

Karet merupakan pohon yang tumbuh tinggi dan berbatang cukup besar. Tanaman karet adalah tanaman tahunan yang dapat tumbuh sampai umur 30 tahun. Tanaman ini merupakan pohon dengan tinggi tanaman dapat mencapai 15 – 20 meter. 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 (Cahyono, 2010).

Penyakit Gugur Daun (*Pestalotiopsis* sp).

Klasifikasi *Pestalotiopsis* sp.

Penyakit *Pestalotiopsis* sp dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom	: Fungi
Divisi	: Ascomycota
Klass	: Sordariomycetes
Ordo	: Xylariales
Family	: Sporocadaceae
Genus	: <i>Pestalotiopsis</i>
Spesies	: <i>Pestalotiopsis</i> sp (Douira, 2014).

Morfologi *Pestalotiopsis* sp

Analisis mikroskopis diketahui konidia sebagai fusoid, ellipsoid langsung sedikit melengkung (20- 30 x 6,5-8,5 μ M) dengan empat septa. Dua sampai empat hialin pelengkap berserabut apikal (kebanyakan tiga, 15.5- 26,5 m) yang melekat pada setiap hialin sel sub-silinder apikal, berdinding tipis, dan satu 3-7 μ M hialin lama melekat pada setiap sel basal. Panjang bervariasi dari 20,15 m sampai 30 m dan lebar dari 5,8 m menjadi 9,88 m. Sel dengan pelengkap apikal tunggal berkisar 2,7-6,9 μ M. (Marilia *et al.*, 2014).

Gejala serangan

Penyakit gugur daun *Pestalotiopsis* sp biasanya dimulai pada daun muda yang kemudian berkembang menjadi gejala seperti bintik coklat pada daun. Infeksi berkembang dan menjadi lesi hitam yang agak memanjang yang kemudian menyebabkan bercak pada daun. Bintik-bintik kecil akan berubah dari terang menjadi coklat tua. Bintik-bintik ini akan menyatu untuk membentuk daerah

nekrotik yang lebih besar pada daun. Hal ini sesuai dengan pernyataan dari Aurelia *et al.* (2017) yang menyatakan bahwa gejala *Pestalotiopsis* dapat dilihat pada serangan yang seperti bintik-bintik melingkar coklat menjadi keabu-abuan, bintik-bintik ini kemudian membentuk nekrotik.

Pengendalian

Pengendalian penyakit gugur daun *Pestalotiopsis* sp dapat dilakukan dengan aplikasi pemupukan yang sesuai dengan dosis rekomendasi. Elliot (2006) menyatakan bahwa kekurangan nutrisi pada tanaman merupakan salah satu faktor yang dapat melemahkan tanaman yang dapat menyebabkan klorosis dan nekrosis pada jaringan daun dan menimbulkan luka yang dibutuhkan oleh *Pestalotiopsis* menginfeksi tanaman. Manajemen nutrisi pada tanaman merupakan tindakan pencegahan penting untuk mencegah penyakit yang disebabkan oleh jamur ini. Aplikasi pestisida dilakukan untuk menurunkan sumber inokulum patogen dengan menggunakan *mist blower*, aplikasi pada permukaan tanah menggunakan fungisida berbahan aktif thiophanate methyl dengan *mist blower* secara menyeluruh, aplikasi menggunakan dosis fungisida 0,2% dengan interval dua kali pada saat setelah gugur akibat penyakit dan setelah gugur daun alami. Aplikasi pada tajuk tanaman menggunakan fungisida berbahan aktif benomyl atau propikonazol dengan *mist blower* (Indonesia Rubber Research Institute., and International Rubber and Development Board, 2018)

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Balai Penelitian Sungei Putih jalan Sei Putih Rispa, Galang, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara Penelitian dilakukan pada bulan Februari 2019 sampai dengan Mei 2019.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: daun tanaman karet sehat (*Hevea brassiliensis* Muell. Arg) dari kebun karet di beberapa daerah. isolat Penyakit Gugur Daun (*Pestalotiopsis* sp), Media Nutrien Agar (NA), Media Potato Dextrose Agar (PDA), Media Nutrien Broth (NB), akuades, alkohol 70%, alkohol 96%, larutan sodium hipoklorit (NaOCl) 5,25%, spiritus, aluminium foil, *plastic warp*, dan kantung plastic.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah: cawan petri, beaker glass, gelas ukur, mikropipet, spatula, jarum ose, penggaris, mikroskop, erlenmeyer, autoklaf, object glass, cover glass, gunting, pinset, sprayer, planimeter, laminar air flow dan alat tulis.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) non faktorial dengan menggunakan bakteri endofit yang berbeda pada setiap perlakuannya, bakteri endofit didapat dari isolat daun tanaman karet. Penelitian ini memiliki 7 Perlakuan dengan 3 ulangan:

P0 = kontrol

P1 = penggunaan bakteri endofit isolat B1

P2 = penggunaan bakteri endofit isolat B2

P3 = penggunaan bakteri endofit isolat B3

P4 = penggunaan bakteri endofit isolat R1

P5 = penggunaan bakteri endofit isolat R2

P6 = penggunaan bakteri endofit isolat L1

Jumlah ulangan : 3 ulangan

Jumlah unit percobaan : 21 unit

Model linier dari rancangan yang digunakan adalah :

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

Keterangan :

Y_{ij} : Nilai pengamatan untuk faktor P (*Pestalotiopsis* sp.) pada taraf ke-i dan ulangan ke-j

μ : Nilai tengah umum

α_i : Perlakuan ke-i

β_j : Perlakuan ke-j

ϵ_{ij} : Pengaruh galat perlakuan ke-i dan ulangan ke-j (Hasanah, 2018).

Pelaksanaan Penelitian

Sterilisasi Alat

Sebelum pembuatan media sebaiknya alat yang digunakan terlebih dahulu disterilisasi dari patogen/mikroorganisme yang tidak diinginkan, masukkan air kedalam autoklaf sampai garis batas, pasang saringan kemudian masukkan alat-alat yang ingin di sterilisasi sebelum itu dicuci bersih dalam autoklaf pada suhu 121⁰ C dengan tekanan 1 atm selama 30 menit (Thalib dan Hanif, 2018).

Pembuatan Media Nutrien Agar (NA)

Media Nutrien Agar dibuat dengan cara ditimbang NA sebanyak 20 gram dan dilarutkan langsung kedalam akuades, setelah seluruh bahan dilarutkan kedalam akuades hingga 1000 ml. Larutan tersebut kemudian dipanaskan di atas hot plate dan diaduk dengan magnetic stirrer hingga homogen. Media disterilisasi dengan autoklaf selama ± 30 menit pada tekanan dengan suhu 121^0 (Rustanti dan Mirna, 2007)

Pembuatan Media Potato Dextrose Agar (PDA)

Media dibuat dengan bahan yang terdiri dari 250 gram kentang, 20 g dextrose dan 1000 ml aquades, 15 gram agar. Kentang dikupas dan dicuci sampai bersih, kemudian dipotong kecil-kecil. Kentang yang sudah dipotong dimasukkan ke dalam panci yang berisi 1000 ml akuades dan dimasak sampai kentang menjadi lunak. Kentang disaring dengan menggunakan saringan dan diambil ekstraknya. Tambahkan air hingga 1000 ml, agar 15 gram dan dextrose sebanyak 20 gram, masak hingga mendidih dan diaduk sampai homogen. Media disterilisasi dengan autoklaf selama ± 30 menit pada tekanan dengan suhu 121^0 (Ramadhan dan Gama, 2011).

Pembuatan Media Nutrien Broth (NB)

Media Nutrien Broth dibuat dengan cara ditimbang sebanyak 8 gram Nutrien Broth, kemudian ditambahkan aquades hingga satu liter dan di homogenkan dengan magnetic stirrer diatas hot plate selanjutnya di sterilisasi dengan autoklaf selama 30 menit dengan suhu 121^0C .

Penyediaan Isolat Jamur *Pestalotiopsis* sp

Isolat jamur *Pestalotiopsis* sp didapatkan dari Balai Penelitian Karet Sungei Putih. Isolat jamur *Pestalotiopsis* yang akan digunakan sudah dalam keadaan biakan murni. Jamur ditumbuhkan pada media PDA dan disimpan pada suhu kamar selama 2 minggu.

Pengambilan Sampel Daun

Sampel daun yang digunakan untuk eksplorasi bakteri endofit dipilih daun tanaman yang sehat dengan ciri tidak menunjukkan gejala penyakit tanaman. Daun yang akan digunakan dalam penelitian ini diambil dari berbagai daerah. Daun tanaman karet yang sudah dikoleksi dibilas untuk menghilangkan kotoran yang ada dipermukaan daun dan dikering anginkan. Sampel daun yang telah bersih dimasukkan ke dalam kantung plastik yang steril dan dibawa ke Balai Penelitian Sungei Putih.

Isolasi Bakteri Endofit

Bakteri endofit diisolasi dari daun tanaman karet sehat. Daun karet dicuci dengan air sampai bersih, kemudian dipotong menjadi beberapa bagian dan disterilisasi permukaan dengan cara direndam dalam alkohol 70% selama 2 menit, larutan sodium hipoklorit (NaOCl) 1% selama 2 menit dan dibilas menggunakan aquades steril. Potongan sampel dikeringkan dengan kertas tisu steril. Kemudian bagian tanaman yang telah disterilisasi permukaan dimaserasi dengan mortar steril sampai halus dengan penambahan air 1:10. Suspensi dan suspensi yang telah diencerkan 10^{-1} diambil sebanyak 0.1 ml kemudian diratakan pada media Nutrien Agar kemudian diinkubasi pada suhu ruang selama 3 hari.

Pemurnian Bakteri

Pemurnian dilakukan pada semua koloni bakteri yang tumbuh dan dianggap berbeda berdasarkan kenampakan morfologi meliputi warna dan bentuk koloni. Masing-masing bakteri tersebut diambil dan dipisahkan ke dalam media NA steril baru menggunakan jarum ose. Jika bakteri yang tumbuh masih bercampur dengan bakteri lain maka dipurifikasi kembali. Hal ini berfungsi untuk memperoleh isolat bakteri endofit yang murni (Pratiwi, 2015). Koloni tunggal bakteri yang telah dimurnikan digunakan untuk pengujian antagonis.

Pewarnaan Bakteri

Pewarnaan bakteri bertujuan untuk menemukan gram positif maupun gram negatif dari suatu bakteri. Jika hasil yang didapat berwarna merah berarti gram negative sedangkan jika berwarna biru berarti gram positif. Tahapan pewarnaan bakteri yaitu:

1. Bakteri digores pada kaca objek lalu diberi dua tetes aquades steril.
2. Dua tetes Kristal violet (2 gr Kristal violet, 100 ml etanol) selama satu menit kemudian bilas dengan air dan kering anginakan.
3. Dua tetes iodine selama satu menit bilas dengan aquades dan kering anginakan, cuci dengan alkohol 96% selama 30 detik cuci dengan air mengalir, kering anginakan.
4. Dua tetes safranin selama 30 detik bilas dengan air mengalir dan kering anginakan.
5. Dimati menggunakan mikroskop.

Parameter Pengamatan

Karakterisasi Jamur *Pestalotiopsis* sp

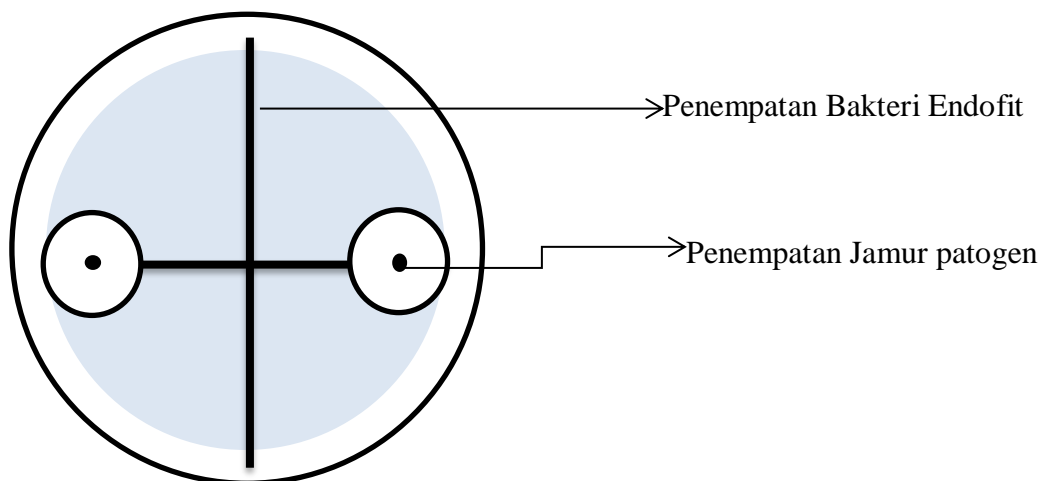
Diamati ciri khas dari jamur *Pestalotiopsis* sp yang digunakan dalam penelitian yang dapat berupa morfologi jamur dan bentuk konidia.

Karakterisasi Isolat Bakteri Endofit

Karakterisasi meliputi bentuk koloni, warna, bentuk tepi koloni maupun jenis gram dari bakteri endofit.

Uji Antagonis Bakteri Endofit Terhadap Jamur *Pestalotiopsis* sp Secara *In Vitro*

Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan konsorsium bakteri endofit yang berpotensi sebagai agens pengendali hayati terhadap jamur *Pestalotiopsis* sp. Pengujian dilakukan dengan cara menumbuhkan jamur *Pestalotiopsis* bersamaan dengan bakteri endofit pada media PDA. Bakteri endofit ditumbuhkan pada bagian tengah cawan petri, kemudian jamur *Pestalotiopsis* sp ditumbuhkan pada $\frac{1}{4}$ bagian dari cawan petri dan dilakukan tiga ulangan. Pengukuran pertumbuhan diameter jamur *Pestalotiopsis* dimulai pada hari ke dua sampai hari ke tujuh



Gambar 1. Templat uji antagonis bakteri endofit terhadap jamur *Pestalotiopsis* sp

Menurut, Montealegre *et al.* (2003) persentase daya hambat bakteri antagonis dapat diketahui melalui pertumbuhan koloni yang dihitung dengan menggunakan rumus:

$$DE = \frac{d1 - d2}{d1} \times 100\%$$

Keterangan :

DE : Daya efikasi (penghambatan) (%)

d1 : Luas pertumbuhan jamur pada kontrol (cm)

d2 : Luas pertumbuhan jamur pada isolat bakteri endofit (cm)

Pengamatan Hifa Abnormal

Pengamatan mikroskopis hifa abnormal jamur *Pestalotiopsis* sp dilakukan dengan mengamati bagian ujung miselium jamur *Pestalotiopsis* di daerah yang terhambat pertumbuhannya. Ujung miselium jamur *Pestalotiopsis* yang tumbuh pada permukaan media PDA dipotong berbentuk block square, kemudian diletakkan pada object glass. Selanjutnya diamati abnormalitas pertumbuhan miselium jamur *Pestalotiopsis* yang dapat berupa pembengkokan ujung miselium, miselium pecah, miselium berbelah, miselium bercabang, miselium lisis dan miselium tumbuh kerdil.

Uji Hipersensitivitas Bakteri Endofit Pada Daun Tembakau

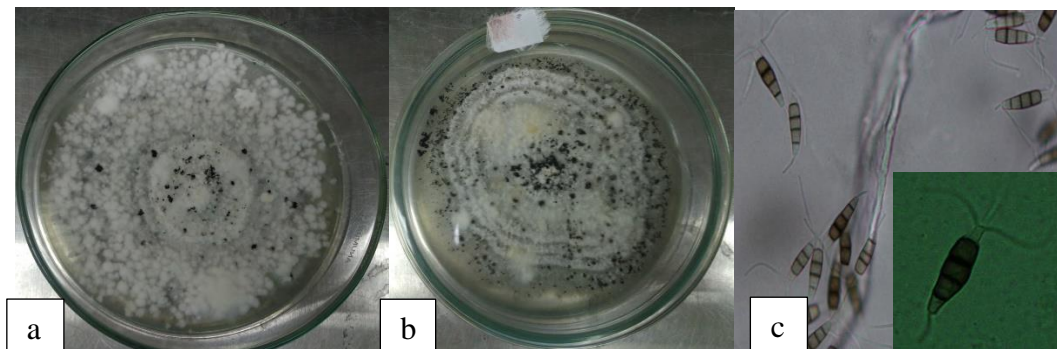
Isolat bakteri yang telah di dapatkan di uji untuk mengetahui sifat patogenitas isolat bakteri tersebut. Tanaman indikator yang digunakan adalah tanaman tembakau (Klement *et al.*, 1964) dan dilakukan berdasarkan metode Schaad *et al.* (2001). Bakteri endofit ditumbuhkan dalam media NB 100% dan di shaker selama ± 24 jam. Suspensi bakteri endofit sebanyak 1 ml diinfiltrasi ke jaringan daun tanaman tembakau menggunakan syringe steril dan kondisi daun

tanaman tembakau diamati setelah \pm 48 jam. Ketentuan yang digunakan adalah jika terjadi nekrosis maka bakteri tersebut berpotensi sebagai patogen pada tanaman.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Jamur *Pestalotiopsis* sp

Biakan jamur *Pestalotiopsis* sp berwarna putih kekuningan pada media PDA, ketika biakan jamur *Pestalotiopsis* sudah tua miselium jamur akan semakin menipis yang disebabkan karena hifa yang mulai mengalami kematian dan di atas koloni jamur *Pestalotiopsis* terdapat titik hitam yang merupakan aservulus dan konidia. Konidia jamur berbentuk lonjong dan agak meruncing, bersekat, bersel lima, bening pada kedua ujung konidia dan coklat pada bagian tengah, dan salah satu ujung konidia memiliki bulu cambuk yang jumlahnya dua hingga tiga. Ciri tersebut sudah dilaporkan oleh Panggabean, (2017) pada jamur *Pestalotiopsis* yang menyerang tanaman anggrek, Ngobisa *et al*, (2015) tanaman singkong dan Idris (2015) pada tanaman seraiwangi.



Gambar 2. Biakan jamur *Pestalotiopsis* sp ± umur 2 minggu (a), biakan jamur *Pestalotiopsis* umur lebih dari satu bulan (b), konidia jamur *Pestalotiopsis* perbesaran 10 x 100 (c).

Karakteristik Isolat Bakteri Endofit

Bakteri endofit yang berhasil diisolasi dari Sungei Putih (B) diperoleh 3 isolat, sedangkan Rantau (R) dan Langkat (L) masing-masing 2 dan 1 isolat. Berdasarkan ciri morfologi ke 6 isolat tersebut menunjukkan karakter yang

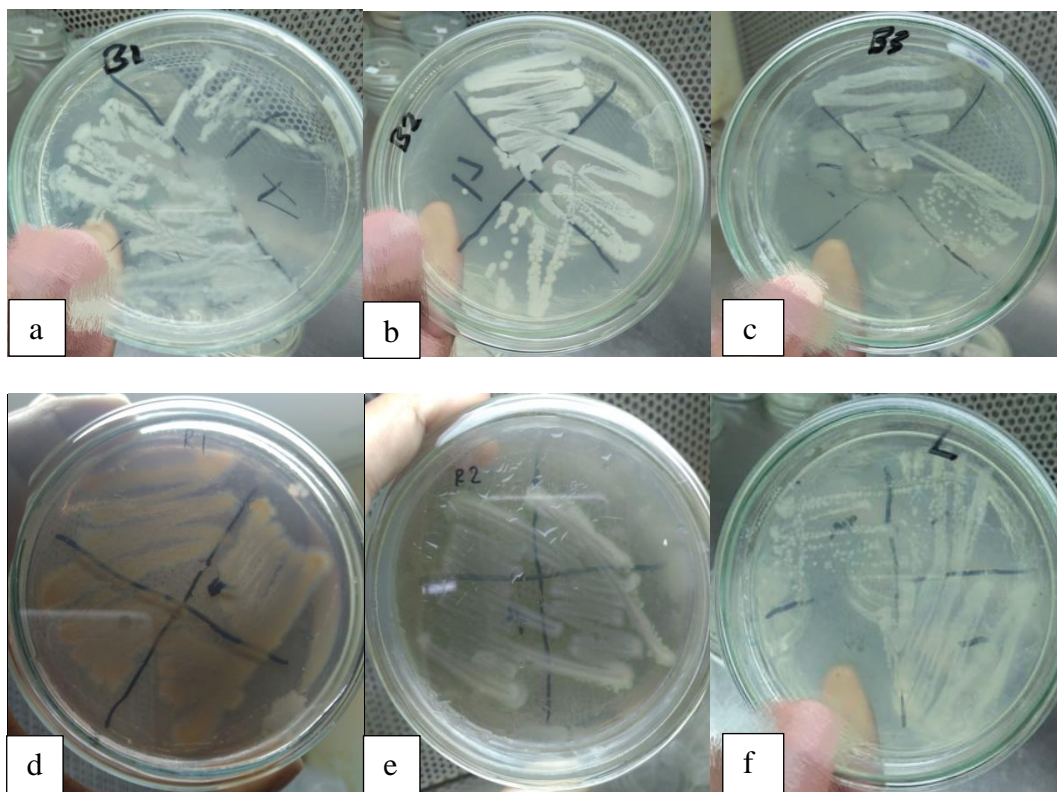
berbeda antara satu isolat dengan yang lain. Morfologi koloni bakteri endofit yang diperoleh memiliki bentuk bulat dan tidak beraturan. Tepi koloni didominasi dengan tipe rata dan selebihnya berbelah, dan bergerigi. Tipe elevasi bervariasi dari rata, timbul, dan cembung. Hasil pewarnaan Gram diketahui 6 isolat bakteri tersebut termasuk ke dalam kelompok bakteri Gram positif (Tabel 1).

Tabel 1. Karakteristik Morfologi Dan Pewarnaan Gram Bakteri Endofit Daun Tanaman Karet.

Karakterisasi					
Morfologi Koloni					
Isolat	Bentuk	Tepi	Elevasi	Warna	Gram
	Tidak				
P1B1	beraturan	Berbelah	Timbul	Putih Kusam	+
P2B2	Bulat	Bergerigi	Cembung	Putih Susu	+
P3B3	Bulat	Rata	Rata	Kuning Muda	+
				Hijau	
P4R1	Bulat	Rata	Rata	kekuningan	+
P5R2	Bulat	Rata	Timbul	Kuning Muda	+
P6L1	Bulat	Rata	Cembung	Kuning Muda	+

Hasil karakterisasi dari 6 isolat bakteri endofit yang diisolasi dari daun tanaman karet sangat bervariasi antara satu isolat dengan isolat lain dilihat dari ciri morfologinya, sehingga menunjukkan adanya kemungkinan bahwa isolat bakteri yang diisolasi merupakan spesies yang berbeda. Berdasarkan perbedaan morfologi tersebut dapat diduga bahwa terdapat lebih dari satu macam bakteri yang didapatkan dalam satu jaringan tanaman. Keragaman bakteri endofit pada tanaman telah dilaporkan oleh. Desriani *et al.* (2014) tanaman binahong ketepeng cina, Eeis *et al.* (2017) tanaman *Areceaceae*, Hastuti *et al.* (2013) tanaman pisang, Sumpethayana *et al.* (2016) tanaman ubi jalar, Wulandari *et al.* (2012) tanaman lada, Ramadhan dan Gama (2011) tanaman johar, dan Hanif (2015) tanaman jagung.

Keragaman bakteri endofit yang di dapat dipengaruhi juga dapat dipengaruhi oleh jaringan tanaman dan kondisi lingkungan. Balosi *et al.* (2014) menyatakan bahwa populasi bakteri endofit lebih banyak terdapat pada akar dan menurun pada batang dan daun. Munif (2012), menyatakan bahwa keberadaan bakteri endofit dalam jaringan tanaman dipengaruhi oleh faktor biotik dan abiotik. Faktor biotik yaitu jaringan tanaman, genotip tanaman dan umur tanaman yang digunakan untuk isolasi. Sementara itu, faktor abiotik yang mempengaruhi yaitu faktor lingkungan seperti bahan organik dalam tanah, pemupukan, aplikasi pestisida dan sifat tanah. Jumlah bakteri endofit di dalam tanaman tidak dapat ditentukan secara pasti, namun dapat diisolasi dengan menggunakan media agar.. Purwanto *et al.* (2014) menyatakan bahwa bakteri endofit yang mampu diisolasi merupakan bakteri yang dapat beradaptasi dengan lingkungan baru.



Gambar 3. Penampakan Morfologi koloni bakteri endofit pada media NA (a) P1B2, (b) P2B2, (c) P3B3, (d) P4R1, (e) P5R2, (f) P6L1.

Kemampuan Antagonis Bakteri Endofit Terhadap Jamur *Pestalotiopsis* sp Secara *In Vitro*

Data pengamatan uji antagonis bakteri endofit terhadap pertumbuhan miselium jamur *Pestalotiopsis* sp pada 2, 3, 4, 5, 6, dan 7 HSA serta sidik ragamnya dapat di lihat pada lampiran 2, 3, 4, 5, 6 dan 7.

Hasil uji antagonis bakteri endofit terhadap pertumbuhan miselium jamur *Pestalotiopsis* sp secara *in vitro* menunjukkan bahwa pada 2 HSA semua isolat bakteri endofit berpengaruh nyata dalam menghambat miselium jamur *Pestalotiopsis* jika dibandingkan dengan kontrol, namun pada 3 HSA terdapat satu isolat yang memberikan pengaruh tidak nyata dibandingkan kontrol yaitu P1B1, isolat yang persentase hambatannya menurun P2B2 dan isolat yang persentase hambatannya meningkat P3B3, P5R2, dan P6L1 (Tabel 2). Penurunan atau tidak terjadinya hambatan bisa terjadi karena jamur *Pestalotiopsis* mulai beradaptasi dengan kondisi lingkungan untuk bertahan hidup. Sukapiring (2015) menyatakan bahwa cendawan sebagai mikroorganisme telah diketahui memiliki kemampuan adaptasi yang tinggi dengan lingkungan hidupnya. Cendawan dapat bertahan hidup pada kondisi yang ekstrim dan dapat beradaptasi dengan lingkungannya dengan melakukan perubahan genetik untuk bertahan hidup.

Pada 3HSA-7HSA terlihat 5 isolat yang berpengaruh nyata dalam menghambat pertumbuhan miselium jamur *Pestalotiopsis* dibandingkan dengan kontrol dari kelima isolat tersebut ada beberapa isolat yang memiliki perbedaan yang cukup signifikan. Isolat yang memiliki persentase penghambatan tertinggi yaitu P3B3 (86.60%), P5R2 (85,72%), P4R1(82.02%), P6L1 (79.85%), dan P2B2 (48.64%) pada 7HSA. Perbedaan persentase hambatan disebabkan karena isolat bakteri endofit yang diuji berbeda, sehingga menghasilkan penghambatan dan

aktivitas metabolit yang berbeda. Sesuai dengan pernyataan Baker & Cook (1974) strain bakteri yang berbeda akan menghasilkan senyawa metabolit yang berbeda sehingga pengaruh yang dihasilkan juga berbeda – beda pada setiap isolat bakteri yang dijadikan bahan uji.

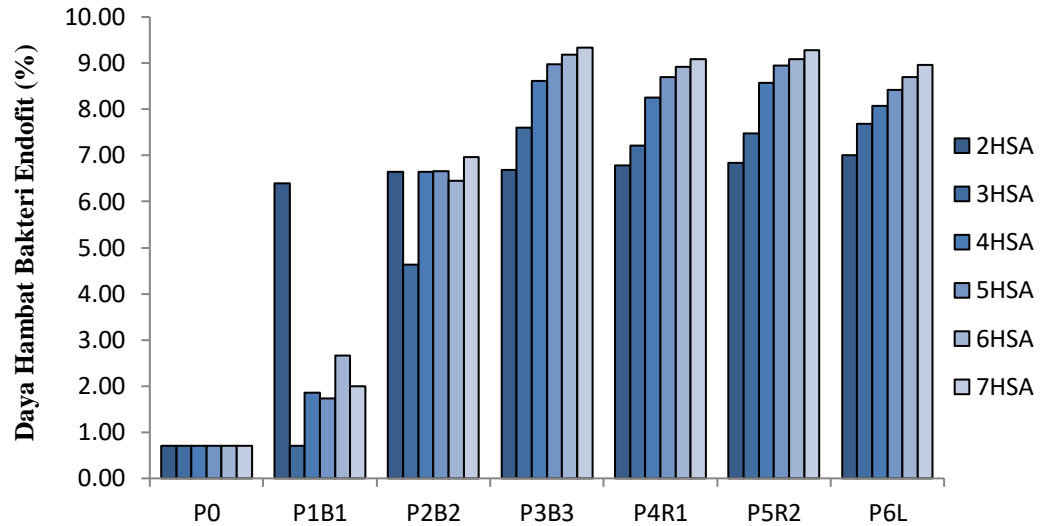
Tabel 2. Persentase Daya Hambat Miselium Jamur *Pestalotiopsis* sp Oleh Bakteri Endofit Pada 2-7 Hari Setelah Aplikasi.

Perlakuan	Daya hambat bakteri endofit (%) pada hari ke-					
	2	3	4	5	6	7
P0/Kontrol	0.00 (0.71B)	0.00 (0.71B)	0.00 (0.71B)	0.00 (0.71C)	0.00 (0.71B)	0.00 (0.71C)
P1B1	40.51 (6.39A)	0.00 (0.71B)	3.81 (1.86B)	4.61 (1.73C)	9.11 (2.66B)	5.32 (1.99C)
P2B2	43.87 (6.65A)	24.63 (4.63A)	44.53 (6.64A)	44.47 (6.66B)	42.77 (6.45A)	48.64 (6.96B)
P3B3	44.44 (6.68A)	57.67 (7.60A)	73.86 (8.62A)	80.12 (8.98A)	83.38 (9.16A)	86.60 (9.33A)
P4R1	45.71 (6.79A)	52.49 (7.22A)	67.80 (8,25A)	75.36 (8,70A)	79.20 (8,92A)	82.02 (9.08A)
P5R2	45.71 (6,84A)	56.59 (7.47A)	73.21 (8,57A)	79.71 (8,95A)	82.26 (9.09A)	85.72 (9.28A)
P6L1	48.77 (7.00A)	58.79 (7.69A)	64.64 (8,07A)	70.41 (8,42A)	75.23 (8,70A)	79.85 (8.96A)

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

Berdasarkan hasil pengamatan pada 7 HSA diperoleh persentase hambatan pada isolat bakteri endofit yang mampu menghambat pertumbuhan miselium jamur *Pestalotiopsis* sp dengan nilai lebih dari 70% terdapat pada isolat P3B3, P4R1, P5R2 dan P6L1. Tinggi rendahnya persentase hambatan dilihat dari besarnya zona hambat yang dihasilkan oleh bakteri. Dharmawan *et al.* (2009) menyatakan adanya variasi besar zona hambat yang diperoleh mungkin disebabkan oleh perbedaan sifat yang dimiliki bakteri uji yang digunakan baik

secara morfologi dan fisiologi. Selain itu, juga disebabkan oleh masing-masing isolat memiliki struktur kimia, komposisi dan kandungan/konsentrasi yang berbeda.



Gambar 4. Histogram Persentase Hambatan Miselium Jamur *Pestalotiopsis* sp Oleh Bakteri Endofit.

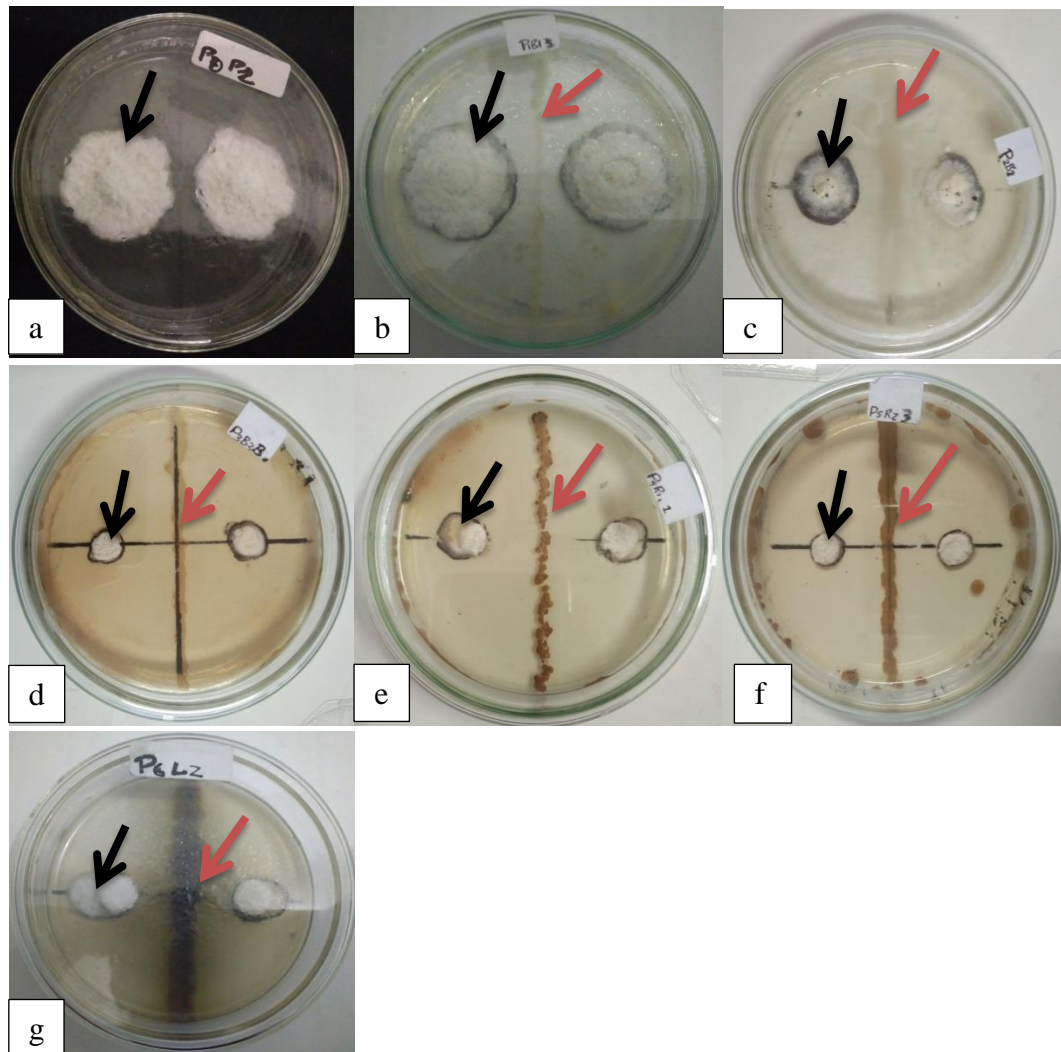
Berdasarkan persentase hambatan miselium jamur *Pestalotiopsis* sp menunjukkan bahwa ada beberapa bakteri endofit yang berpotensi untuk menghambat pertumbuhan jamur *Pestalotiopsis*. Hambatan pertumbuhan miselium jamur *Pestalotiopsis* dapat terjadi karena adanya sifat antagonisme dari bakteri endofit yang melibatkan pengaruh dari senyawa antijamur atau metabolit sekunder yang dihasilkan oleh bakteri dan bersifat toksik bagi jamur *Pestalotiopsis* atau juga diakibatkan karena kompetisi nutrisi, sesuai dengan pernyataan Mukerji & Garg (1988) mikroba dapat menekan perkembangan patogen atau penyakit dengan mekanisme kompetisi terhadap nutrisi atau ruang, antibiosis (memproduksi antibiosis), dan parasitisme.

Mekanisme antibiosis bakteri endofit terhadap cendawan patogen berkaitan dengan kemampuan isolat bakteri endofit menghasilkan enzim

degradasi seperti kitinase, protease, dan selulase serta senyawa lainnya yang berkaitan dengan induksi ketahanan tanaman inang (Hallmann *et al.*, 1997). Salah satu bentuk respon yang ditunjukkan bakteri adalah membentuk senyawa metabolit sekunder sebagai bentuk pertahanan terhadap serangan mikroba lain (Nofiani *et al.*, 2009). Misalnya bakteri *Aeromonas hydrophila* memproduksi enzim kitinase yang bersifat anti cendawan terhadap jamur patogen *A. Flavus* dan *F. Oxysporum* dengan penghancuran dinding sel patogen (Halder *et al.*, 2013).

Kemampuan bakteri endofit dalam menghambat pertumbuhan jamur *Pestalotiopsis* dapat dilihat dari pertumbuhan miselium jamur yang lebih pendek dari kontrol (Gambar 5). Penghambatan yang dilakukan masing-masing bakteri endofit memiliki perbedaan, bakteri isolat P3B3, P4R1, P5R2, melakukan hambatan dengan pelisisan miselium jamur sehingga miselium jamur tidak berkembang, hal ini Sesuai dengan pernyataan Hallmann dan Berg (2006) bahwa bentuk antagonisme bakteri terhadap patogen terjadi melalui mekanisme dapat berupa pelisisan komponen sel metabolisme sel sehingga patogen akan terganggu dan menyebabkan patogen mengalami kematian. Sedangkan isolat bakteri P2B2 dan P6L1 hambatan yang terjadi merupakan akibat dari kompetisi nutrisi maupun ruang, hal ini sesuai dengan pernyataan Schulz *et al.* (2006) selain terbentuknya zona hambat, kompetisi dianggap sebagai faktor yang sangat penting dalam pengendalian jamur patogen oleh bakteri endofit, kompetisi zona hambat terjadi ketika kedua organisme berada pada tempat yang sama dan menggunakan nutrisi yang sama. Leelasuphakul *et al.* (2008) melaporkan penghambatan bakteri terhadap perkembangan hifa cendawan dapat berupa perubahan warna dinding sel

hifa menjadi berwarna gelap, struktur hifa menjadi bengkak menyerupai klamidospora dan pemendekan sel.

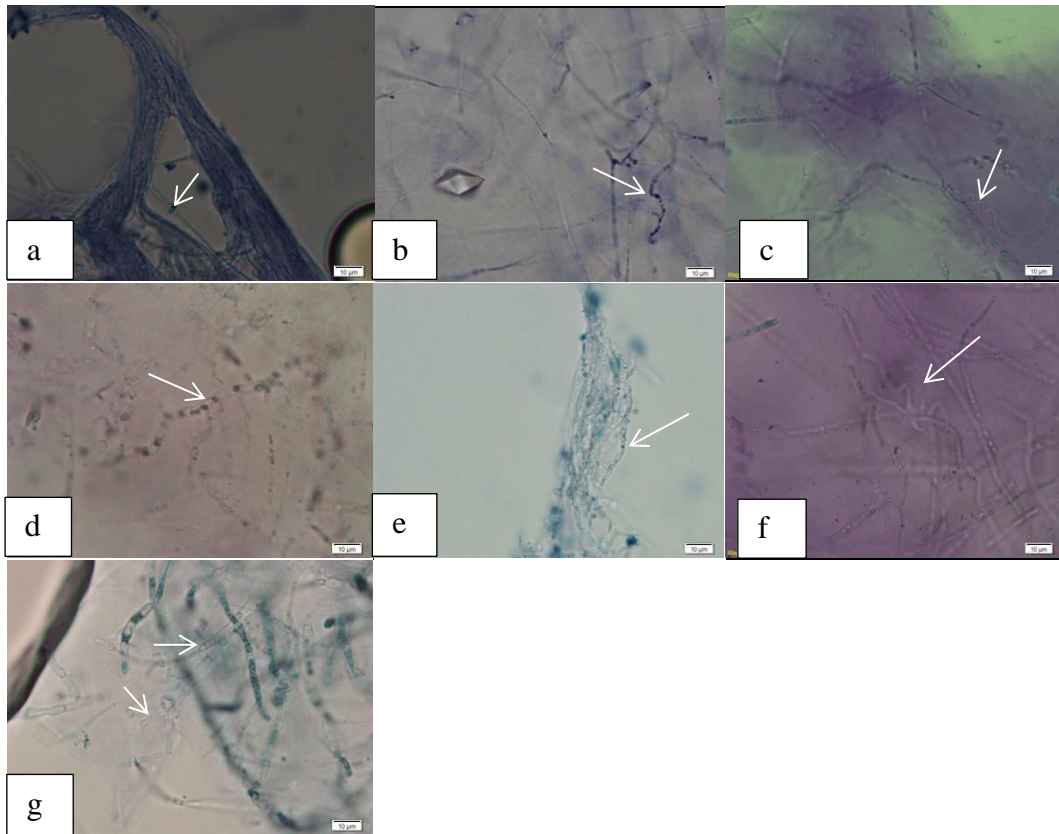


Gambar 5. Penghambatan miselium jamur *Pestalotiopsis* sp oleh ke 6 bakteri endofit pada masa inkubasi 7 hari. (↓) Jamur *Pestalotiopsis*, (↓) Bakteri endofit (a) Kontrol/P0, (b) P1B1, (c) P2B2, (d) P3B3, (e) P4R1, (f) P5R2, (g) P6L1.

Pengamatan Hifa Abnormal Jamur *Pestalotiopsis* sp

Pada daerah pertemuan antara isolat bakteri dan *Pestalotiopsis* sp terlihat bagian miselium yang tumbuhnya terhambat (Gambar 6). Secara mikroskopis terlihat bentuk abnormal dari hifa jamur *Pestalotia* antara lain yaitu hifa lisis, hifa patah, hifa membengkok, hifa kerdil, hifa keriting dan menipis, hal ini telah dilaporkan oleh Syahputri (2018) pada pengujian bakteri endofit rumput angin terhadap jamur *R. solani*, abnormalitas hifa jamur *Rhizoctonia solani* seperti hifa lisis, hifa patah dan hifa mengering menunjukkan bahwa isolat bakteri endofit memiliki kemampuan untuk menghidrolisis dinding sel jamur *R. solani*. Adriansyah (2002) menyatakan bahwa Abnormalitas ini disebabkan karena bakteri menghasilkan senyawa yang dapat menghambat atau merusak struktur dari dinding sel hifa jamur sehingga akan mempengaruhi, pertumbuhan fungi patogen secara keseluruhan.

Harni & Ibrahim (2011) menyebutkan bahwa bakteri endofit mengkolonisasi jaringan dalam tanaman sehingga menstimulasi tanaman untuk meningkatkan produksi senyawa metabolit yang berperan dalam ketahanan tanaman, diantaranya enzim peroksidase, peningkatan aktifitas kitinase, β -1,3 glucanase, fitoaleksin. Enzim peroksidase dibutuhkan oleh tanaman untuk menghasilkan senyawa-senyawa pertahanan tanaman seperti lignin, kitin, dan beberapa senyawa penyusun dinding sel. pengaruh antagonis isolat potensial terhadap jamur patogen mengakibatkan abnormalitas terhadap miselium atau hifa dari jamur tersebut. Abnormalitas hifa yang terjadi bisa dalam bentuk penyusutan, memendek, lisis, jumlah cabang terlalu banyak, hifa keriting (Getha & Vikineswary, 2002).



Gambar 6. Hifa jamur *Pestalotiopsis* sp pada uji antagonis dengan bakteri endofit perbesaran 10x100 (a) Hifa normal,(b) Hifa bengkok oleh bakteri P1B1, (c) Hifa keriting oleh bakteri P2B2, (d) Hifa patah dan lisis oleh bakteri P3B3, (e) Hifa menipis dan lisis oleh bakteri P4R1, (f) Hifa bengkok oleh bakteri P5R2, (g) Hifa patah, lisis dan kerdil oleh bakteri P6L1.

Reaksi Hipersensitivitas Tanaman Tembakau Terhadap Bakteri Endofit

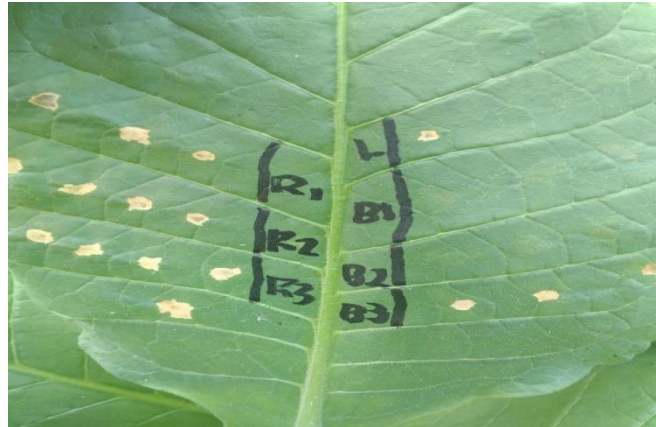
Hasil pengujian hipersensitivitas dari 6 isolat bakteri endofit ada 2 isolat bakteri endofit yang menunjukkan reaksi negatif yaitu P1B1 dan P2B2 karena tidak menimbulkan perubahan warna pada daun tembakau sementara P3B3, P4R1, P5R2 dan P6L1 menunjukkan reaksi positif karena menimbulkan gejala nekrosis dan menyebabkan perubahan warna pada daun tembakau. Respon positif pada uji hipersensitivitas berupa gejala nekrosis pada jaringan daun tembakau, menunjukkan potensi bakteri endofit yang diujikan sebagai patogen tumbuhan. Eris *et al.* (2017) menyatakan bakteri endofit yang digunakan sebagai agens pengendali hayati harus merupakan mikroorganisme yang aman bagi tumbuhan, manusia dan hewan.

Tabel 3. Data Pengamatan Uji Hipersensitivitas Tanaman Tembakau Terhadap Bakteri Endofit.

Perlakuan	Reaksi	
	Timbul bercak nekrotik (+)	Tidak timbul bercak nekrotik (-)
P1B1	×	✓
P2B2	×	✓
P3B3	✓	×
P4R1	✓	×
P5R2	✓	×
P6L1	✓	×

Nekrosis terjadi karena sistem pertahanan didalam tubuh tumbuhan untuk melawan serangan patogen yang dapat merugikan dirinya dengan cara mematikan jaringan tubuh yang terserang agar patogen penyebab penyakit tidak menyerang jaringan tanaman yang lain (Trinayanti 2012). Berdasarkan Schaad *et al.* (2000) Jika suatu isolat diinfiltrasikan pada daun tembakau dan menunjukkan gejala nekrosis dalam waktu 48 jam, maka isolat tersebut memiliki potensi patogenik.

Sesuai dengan pernyataan Klement *et al.* (1964) respon hipersensitiv diartikan sebagai reaksi pertahanan yang cepat dari tanaman menghadapi patogen yang tidak kompatibel disertai kematian sel yang cepat pada jaringan di daerah yang disuntikkan suspensi bakteri sehingga keberadaannya tidak mempengaruhi pertumbuhan tanaman inang.



Gambar 7. Respon hipersensitivitas daun tembakau terhadap bakteri endofit menunjukkan dua isolat menghasilkan reaksi negatif (P1B dan P2B2), dan 4 isolat lainnya menghasilkan reaksi positif (P3B3, P4R1, P4R2, P6L1).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang didapat dalam penelitian ini adalah:

1. Bakteri endofit yang diisolasi dari Sungei Putih (B) diperoleh 3 isolat, sedangkan Rantau (R) dan Langkat (L) masing-masing 2 dan 1 isolat.
2. Bakteri endofit yang menghambat pertumbuhan miselium jamur *Pestalotiopsis* sp pada 3HSA-7HSA adalah isolat P3B3, P5R2, P4R1, P6L1, dan P2B2 sedangkan yang tidak berpengaruh nyata terlihat pada isolat P1B1 dibandingkan dengan kontrol.
3. Abnormalitas dari hifa jamur *Pestalotiopsis* sp yang disebabkan oleh bakteri endofit antara lain yaitu hifa lisis, hifa patah, hifa membengkok, hifa kerdil, hifa keriting dan menipis.
4. Reaksi hipersensitivitas pada tanaman tembakau ditunjukkan pada bakteri endofit isolat P3B3, P4R1, P5R2 dan P6L1 sedangkan P1B1 dan P2B2 menunjukkan reaksi negatif.

Saran

Perlu penelitian lebih lanjut untuk mengidentifikasi bakteri endofit secara lebih terperinci menggunakan sidik DNA dan juga perlu dilakukan pengujian langsung kepada tanaman karet dilapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adriansyah, A. 2002. Uji Metabolit Sekunder *Trichoderma* sp. sebagai Antimikrobia Patogen Tanaman (*Fusarium oxysporum*) secara In Vitro. Skripsi. ITB. Bandung.
- Aurelie I. C., Ngobisa, N., Ndong, O. P. A., Doungous, O., Ntsefong, G.N., Njonje, S. W., and Ehabe, E. E. 2017. Characterization Of Pestalotiopsis Microspora, Causal Agent Of Leaf Blight On Rubber (*Hevea Brasiliensis*) In Cameroon. Proceedings of International Rubber Conference 2017.
- Baker, K.F., & Cook, R.J. 1974. Biological Control of Pathogen. San Fransisco: WH Freeman and Company. 433p.
- Balosi, F., Lakani, I., dan Panggeso, J.. 2014. Eksplorasi Bakteri Endofit sebagai Agen Pengendalian Hayati terhadap Penyakit Darah pada Tanaman Pisang secara In Vitro. e-J. Arotekbis. 2 (6): 579-58
- Bhore, S.J, Sathisha, G. 2010. Screening of Endophytic Colonizing Bacteria for Cytokinin-Like Compounds: Crude Cell-Free Broth of Endophytic Colonizing Bacteria is Unsuitable in Cucumber Cotyledon Bioassay. World J. Agric. Sci. 6 (4): 345-352
- Bisong, B.W., Asim, I.M., Edem, E.E., and Ayuk, E. 2017. Ecological Characteristics of Para Rubber (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg) Productivity in the Niger Delta Region of Nigeria. International Journal of Plant & Soil Science 14(4): 1-10, 2017; Article no.IJPSS.30582 ISSN: 2320-7035.
- Cahyono, Bambang. 2010. *Cara Sukses Berkebun Karet*. Pustaka Mina, Jakarta.
- Daslin, A. 2012. Kekebabatan Genetik 15 Aksesori Plasma Nutfah Karet Hasil Ekspedisi 1981 Berdasarkan Penanda Molekuler. Balai Penelitian Sungei Putih, Pusat Penelitian Karet. Agrium, Oktober 2012 Volume 17 No 3.
- Defitri, Y. 2014. Identifikasi Jamur Patogen Penyebab Penyakit Tanaman Karet (*Havea Brasiliensis*) Di Sukajaya Kecamatan Bayung Lincir Kabupaten Musi Banyuasin Sumatera Selatan. Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi Vol.14 No.4 Tahun 2014.
- Dharmawan, I.W.E., Kawuri, R., Parwanayoni, M.S. 2009. Isolasi *Streptomyces* spp. pada kawasan hutan Provinsi Bali serta uji daya hambatnya terhadap lima strain diarreagenic *Escherichia coli*. Jurnal Biologi 13: (1): 1-6.

- Desriani, P., Safira, U.M., Bintang, M., Rivai, A., Lisdiyanti, P. 2014. Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Endofit dari Tanaman Binahong dan Katepeng China. Dalam Jurnal Kesehatan Andalas.
- Dinas Perkebunan Provinsi Sumatera Utara. 2013. Perkebunan dan Kehutanan. [Http://sumutprov.go.id/untuk-dunia usaha/perkebunan-dan-kehutanan](http://sumutprov.go.id/untuk-dunia-usaha/perkebunan-dan-kehutanan).
- Douira, A. 2014. Study of *Pestalotiopsis* palmarum pathogenicity on *washingtonia robusta* (Mexican palm). International Journal Of Pure And Applied Bioscience. 2 (6): 138-145.
- Elliot, M.L. 2005. *Pestalotiopsis* (*Pestalotia*) Diseases of palm. Florida (FL): University of Florida.
- Eris, D.D., Munif, A., Soekarno, B.P.W., & Purwantara, A. 2017. Penapisan dan potensi bakteri endofit asal tanaman *Arecaceae* sebagai agens pengendali hayati cendawan *Pestalotiopsis* sp. penyebab penyakit bercak daun pada kelapa kopyor (*Cocos nucifera*). p-ISSN: 0215-9318/ e-ISSN: 1858-3768.
- Etesami, H., Alikhani H.A., & Hosseini, H.M. 2015. Indole-3-Acetic Acid (IAA) production trait, a useful screening to select endophytic and rhizosphere competent bacteria for rice growth promoting agents. *Methods X*, 2, 72-78.
- Getha, K., Vikineswary, S. 2002. Antagonistic effects of *Streptomyces violaceusniger* strain G10 on *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* race 4: indirect evidence for the role of antibiosis in the antagonistic process. *J Ind Microbiol Biotechnol* 28: 303–310.
- Halder, S.K., Maity, C., Jana, A., Das, A., Paul, T., Mahapatra, P.K.D., Pati, B.K., Mondal, K.C. 2013. Proficient biodegradation of shrimp shell waste by *Aeromonas hydrophila* SBK1 for the concomitant production of anti cendawan chitinase and antioxidant chitosaccharides. *International Biodeterioration & Biodegradation*.79:88-97. doi:10.1016/j.ibiod.2013.01.011
- Hallmann, J., Quadt-Hallmann, A., Mahaffe, W.F., Kloepper, J.W. 1997. Bacterial endophytes in agricultural crop. *Can J Microbiol*. 43: 895-914.
- Hallmann J, Berg G, 2006. Spectrum and Population Dynamic of Bacterial Root Endophytes. Di dalam: Schulz B, Boyle C, Sieber T. *Soil Biology Microbial Root Endophytes*. Vol 9. Berlin: Springer-Verlag.
- Hanif, A. 2015. Uji Antagonis Bakteri Endofit Asal Tanaman Jagung Terhadap *Fusarium* sp. Penyebab Penyakit Layu *Fusarium*.

- Harni, R., Ibrahim, M.S.D. 2011. Potensi bakteri endofit menginduksi ketahanan tanaman lada terhadap infeksi *Meloidogyne incognita*. Littri. 17(1): 118123.
- Hastuti, D., Saylendra, A., dan Rohman, E.S. 2013. Skrining Bakteri Endofit Perakaran Pisang Secara In Vitro Sebagai Agen Pengendali Hayati Terhadap Penyakit Layu Bakteri (*Ralstonia solanacearum*) Pada Tanaman Pisang, Universitas Sultang Ageng Tirtayasa. Jur. Agroekotek 6 (1) : 12 – 24.
- Hasanah, N. 2018. Eksplorasi Jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana* Pada Pertanaman Kopi. Skripsi Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Medan.
- Idris, H., dan Nurmansyah. 2015. Ketahanan Empat Klon Seraiwangi Terhadap *Fusarium* sp, *Pestalotia* sp dan *Curvularia* sp Patogen Penyebab Bercak Daun. Kebun Percobaan Laing, Solok-Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat.
- Indonesia Rubber Research Institute., International Rubber and Development Board. 2018. International Plant Protection Workshop On Integrated Disease Management In Rubber Plantation. Palembang.
- Junita, R., Lubis, L., Pinem, M.I., Dalimunthe, C.I. 2017. Hubungan antara Anatomi Daun dengan Ketahanan Penyakit Gugur Daun pada Tanaman Karet (*Hevea brassiliensis* Muell. Arg). Jurnal Agroekoteknologi FP USU, E-ISSN No. 2337- 6597 Vol.5.No.1, Januari 2017 (21): 160- 166.
- Juwita. 2010. Potensi bakteri endofit dalam meningkatkan ketahanan tanaman kentang (*Solanum tuberosum*) terhadap serangan nematoda sista kuning (*Globodera rostochiensis*). Skripsi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Malang. Jawa Timur. 83 halaman.
- Kirk, P.M. 2015. Species Fungorum (version Feb 2014) In: Species 2000 & ITIS Catalogue of Life, 26th August 2015 (Roskov Y., Abucay L., Orrell T., Nicolson D., Kunze T., Flann C., Bailly N., Kirk P., Bourgoin T).
- Klement, Z., Farkas, G.L., Lovrekovich, L. 1964. Hypersensitive reaction Induction by Phytopathogenic Bacteria in the Tobacco Leaf. Phytopathology. 76: 474-477.
- Leelasuphakul, W.P., Hemmanee & Chuenchitt, S. 2008. Growth inhibitory properties of *Bacillus subtilis* strains and their metabolites against the green mold pathogen (*Penicillium digitatum* Sacc.) of citrus fruit. Postharvest Biol Technol., 48, 113-121.

- Lestari, W.,Suryanto, D.,Munir, E. 2017. Isolasi Dan Uji Antifungal Ekstrak Metanol, Etil Asetat Dan N-Heksana Bakteri Endofit Dari Akar Tumbuhan Mentigi (*Vaccinium varingaefolium*). Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sumatera Utara, Medan, Jurnal Biosains Vol. 3 No. 3. Desember 2017, ISSN 2460-6804.
- Marilia, L., Marcieli, P.B., Marlove, F.B.M., Ricardo, H., Lia, R.S.R.,& Alvaro F .D.S. 2014. Identification and characterisation of pathogenic Pestalotiopsis species to pecan tree in Brazil. Presq. Agropec.bras., brasilia, 49 (6) :440-448.
- Marwan, H., Meity, S.S., Giyanto., Abdjad, A.N. 2011. Isolasi dan seleksi bakteri endofit untuk pengendalian penyakit darah pada tanaman pisang. J HPT Trop. 11(2): 113-121.
- Montealegre, J.R., Reyes, R., Perez, L.M., Herrera R., Silva P., Besoain X. 2003. Selection of Bioantagonistic Bacteria to be used in Biological Control of *Rhizoctonia solani* in Tomato. Journal of Biotechnology. 6: 116-127.
- Mukerji, K.G., & Garg. K.L. 1988. Biocontrol of Plant Disease. Volume 1. CRC Press, Florida. 159 p.
- Munif, A., Suryo Wiyono dan Suwarno. 2012. Isolasi Bakteri Endofit Asal Padi Gogo dan Potensinya sebagai Agens Biokontrol dan Pemacu Pertumbuhan. J. Fitopatol. Indonesia. 8 (3): 57-64.
- Nofiani, R., Nurbetty, S., and Sapar, A. 2009. Aktifitas Antimikroba Ekstrak Metanol Bakteri Berasosiasi Spons dari Pulau Lemukutan, Kalimantan Barat. E-Journal dan Teknologi kelautan Tropis. 1(2) : 33-41.
- Ngobisa, N.A.I.C., Djidjou, K.P., Godswill, N.N.,Mbenoun M.,Simon, Z.,and Dominic F. 2015. Isolation and identification of some pathogenic fungi associated with cassava (*Manihot esculenta* Crantz) root rot disease in Cameroon. Vol. 10(50), pp. 4538-4542.
- Nurhayati, Anwar, N., Abdul Mazid, A., dan Lina, M.E. 2011. Hubungan Jumlah Konidia Di Udara Dengan Keparahan Penyakit Gugur Daun *Colletotrichum* Pada Lima Klon Karet Eksperimental di BppSembawa. Jurnal Rafflesia Vol.17. No. 1, Januari 2011 ISSN 1411-2434.
- . 2011. Penggunaan Jamur Dan Bakteri Dalam Pengendalian Penyakit tanaman Secara Hayati Yang Ramah Lingkungan. Prosiding

Semirata Bidang Ilmu-ilmu Pertanian BKS-PTN Wilayah Barat Tahun 2011. ISBN:978-979-8389-18-4.

- Panggabean, A.D., 2017. Inventarisasi Penyakit Pada Tanaman Anggrek Di Kebun Raya Bogor. Skripsi, Departemen Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor Bogor.
- Pratiwi, A.E. 2015. Isolasi Seleksi dan Uji Aktivitas Antibakteri Mikroba Endofit Dari Daun Tanaman *Garcinia benthami* Pierre Terhadap *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Shigelia dysenteriae*, dan *Salmonella typhimurium*. Skripsi Program Studi Farmasi Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan UIN Syarif Hidayatullah, Jakarta.
- Purnamasari, I., Lubis, L., Tobing, M.C., Fairuzah, Z. 2014. Uji Ketahanan Beberapa Genotipe Tanaman Karet Terhadap Penyakit *Corynespora cassiicola* dan *Colletotrichum gloeosporioides* Di Kebun Entres Sei Putih.
- Purwanto, U.M.S., Pasaribu, F.H., dan Bintang, M. 2014. Isolasi Bakteri Endofit dari Tanaman Sirih Hijau (*Piper betle* L.) dan Potensinya sebagai Penghasil Senyawa Antibakteri. *Current Biochemistry*. 1 (1): 51-57.
- Ramadhan, M., Gama. 2011. Skrining dan Uji Aktivitas Penghambatan Glukosidae Dari Kapang Endofit Daun Johar (*Cassia siamea lamk*). Skripsi Program Studi Sarjana Farmasi Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia, Depok.
- Rustanti, Mirna. 2007. Isolasi Dan Seleksi Kapang Endofit Penghasil Antimikroba Pada Akar Tanaman Sesoot (*Garcinia picrorrhiza Miq.*). Skripsi Program Study Sarjana Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia, Depok.
- Sajar S., Lisawita, dan Purba E. 2017. Kisaran Inang *Corynespora cassiicola* (Berk. & Curt) Wei Pada Tanaman Di Sekitar Pertanaman Karet (*Hevea brassiliensis Muell*). *Jurnal Pertanian Tropik* Vol.4, No.1. April 2017. (2) : 9- 19. E-ISSN No : 2356-4725.
- Sarker, A., Talukder, N.M., &Islam, M.T. 2014. Phosphate solubilizing bacteria promote growth and enhance nutrient uptake by wheat. *Plant Science Today*, 1(2), 86-93.
- Schaad, N.W., Jones, J.B., Chun, W. 2000. Laboratory Guide for Identification of Plant Pathogenic Bacteria. Third edition. American Phytopathological Society, APS Press: St. Paul.
- Schulz.B J.E., Boyle, C.J.C., & Sieber, T.N. 2006. What are Endophytes?. *Microbial Roots Endophytes*. SpringerVerlag Berlin Heidelberg. Germany

- Semangun, H. 2000. Penyakit-penyakit tanaman perkebunan Indonesia. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta. 835 pp.
- Sukapiring, Dewi, N. 2015 Metabolit Cendawan Endofit Untuk Mengendalikan Patogen Terbawa Benih Cabai (*Capsicum annum* L.) Institut Pertanian Bogor.
- Sumpethanaya, D.B., Yuliani.,Lisdiana, L. 2016. Potensi Konsorsium Tiga dan Empat Isolat Bakteri Endofit dari Akar Tanaman Ubi Jalar varietas Papua Patippi dalam Memproduksi IAA, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Surabaya, ISSN: 2252-3973.
- Sutarman, Hadi, S., Saefuddin, A., Achmad, Suryani, A. 2004. Epidemiologi hawar daun bibit Pinus merucii yang disebabkan oleh Pestalotia theae. J Man Hut Trop 10 (1): 43-60.
- Suwandi., dan Zulbaidah. 2017. Analisis Risiko Organisme Pengganggu Tumbuhan Terhadap Pemasukanbibit Karet (*Hevea brasiliensis*) DariFilipina. Balai Karantina Pertanian Kelas Ii Medan Tahun 2017.
- Syahputri, Y.Y. 2018. Potensi Bakteri Endofit Isolat Rumput Angin (*Spinifex littoreus* (Burm F.) Merr) Dalam Menekan Pertumbuhan Rhizoctonia Solani Pada Tanaman Jagung. Skripsi Program Studi Biologi Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara.
- Tanganon N G. 2006. Incidence, Host, and Control of White Root Rot Disease of Rubber in the Philipines. Proceedings. International Workshop On White Root Disease of Hevea Rubber. Salatiga, Indonesia, 28th - 29th November 2006.
- Thalib, B., dan Hanif, A. 2018. Penuntun Praktikum Mikrobiologi Pertanian. Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- Trinayanti.T. 2012. Keanekaragaman dan Potensi Antimikroba Pada Bakteri Endofit Rizosfer Ageratum Conyzoides L. Universitas Pendidikan Indonesia
- Wulandari, H., Zakiatulyaqin.,dan Supriyanto. 2012. Isolasi Dan Pengujian Bakteri Endofit Dari Tanaman Lada (*Piper nigrum* L.) Sebagai Antagonis Terhadap Patogen Hawar Beludru (*Septobasidium* sp). Program Studi Agroteknologi.
- Yeh YH, Kirschner R. 2014. Sarocladium spinificis, A New Endophytic Species From The Coastal Grass Spinifex littoreus in Taiwan. Botany. 25: 1–6.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Bagan Penelitian

Ulangan I	Ulangan II	Ulangan III
P5R2	P1B1	P0
P6L1	P6L1	P1B1
P2B2	P6L1	P4R1
P3B3	P2B2	P5R2
P5R2	P3B3	P2B2
P0	P4R1	P3B3
P1B1	P0	P4R1

Keterangan :

P0 = Kontrol/tanpa perlakuan

P1B1 = Bakteri Endofit Isolat Sungei Putih (B1)

P2B2 = Bakteri Endofit Isolat Sungei Putih (B2)

P3B3 = Bakteri Endofit Isolat Sungei Putih (B3)

P4R1 = Bakteri Endofit Isolat Rantau (R1)

P5R2 = Bakteri Endofit Isolat Rantau (R2)

P6L1 = Bakteri Endofit Isolat Langkat (L)

Lampiran 2. Persentase Hambatan Miselium Jamur *Pestalotiopsis* sp 2 HSA.

Perlakuan	Ulangan			Total	Rataan
	I	II	III		
P0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P1B1	47.73	40.48	33.33	121.54	40.51
P2B2	50.00	45.24	36.36	131.60	43.87
P3B3	50.00	50.00	33.33	133.33	44.44
P4R1	47.73	50.00	39.39	137.12	45.71
P5R2	50.00	50.00	39.39	139.39	46.46
P6L1	54.55	52.38	39.39	146.32	48.77
Total	300.01	288.10	221.19	809.3	269.77

Transformasi $\sqrt{P + 0,5}$. Persentase Hambatan Miselium Jamur *Pestalotiopsis* sp 2 HSA.

Perlakuan	Ulangan			Total	Rataan
	I	II	III		
P0	0.71	0.71	0.71	2.12	0.71
P1B1	6.94	6.40	5.82	19.16	6.39
P2B2	7.11	6.76	6.07	19.94	6.65
P3B3	7.11	7.11	5.82	20.03	6.68
P4R1	6.94	7.11	6.32	20.37	6.79
P5R2	7.11	7.11	6.32	20.53	6.84
P6L1	7.42	7.27	6.32	21.01	7.00
Total	43.34	42.46	37.36	123.16	41.05

Tabel sidik ragam Persentase Hambatan Miselium Jamur *Pestalotiopsis* sp 2 HSA.

SK	DB	JK	KT	FHIT	F Tabel 0.01
Perlakuan	6	93.75	15.63	57.78	**
Galat	14	3.79	0.27		
Total	20	97.54			

Keterangan : ** : sangat nyata
KK: 8.87

Lampiran 3. Persentase Hambatan Miselium Jamur *Pestalotiopsis* sp 3 HSA.

Perlakuan	Ulangan			Total	Rataan
	I	II	III		
P0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P1B1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P2B2	3.13	32.31	38.46	73.90	24.63
P3B3	45.31	63.08	64.62	173.01	57.67
P4R1	34.38	61.54	61.54	157.46	52.49
P5R2	34.38	66.15	69.23	169.76	56.59
P6L1	64.06	63.08	49.23	176.37	58.79
Total	181.26	286.16	283.08	750.5	250.17

Transformasi $\sqrt{P + 0,5}$. Persentase Hambatan Miselium Jamur *Pestalotiopsis* sp 3 HSA.

Perlakuan	Ulangan			Total	Rataan
	I	II	III		
P0	0.71	0.71	0.71	2.12	0.71
P1B1	0.71	0.71	0.71	2.12	0.71
P2B2	1.91	5.73	6.24	13.88	4.63
P3B3	6.77	7.97	8.07	22.81	7.60
P4R1	5.91	7.88	7.88	21.66	7.22
P5R2	5.91	8.16	8.35	22.42	7.47
P6L1	8.03	7.97	7.05	23.06	7.69
Total	29.93	39.13	39.00	108.07	36.02

Tabel Sidik Ragam Persentase Hambatan Miselium Jamur *Pestalotiopsis* sp 3 HSA.

SK	DB	JK	KT	FHIT	tn	F Tabel 0.01
Perlakuan	6	81.51	13.59	2.93	tn	4.46
Galat	14	64.86	4.63			
Total	20	146.37				

Keterangan: tn : tidak nyata
KK : 41.83

Lampiran 4. Persentase Hambatan Miselium Jamur *Pestalotiopsis* sp 4 HSA.

Perlakuan	Ulangan			Total	Rataan
	I	II	III		
P0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P1B1	0.96	0.95	9.52	11.43	3.81
P2B2	27.88	47.62	58.10	133.60	44.53
P3B3	66.35	77.14	78.10	221.59	73.86
P4R1	59.62	67.62	76.17	203.41	67.80
P5R2	59.62	79.05	80.95	219.62	73.21
P6L1	59.62	66.67	67.62	193.91	64.64
Total	274.05	339.05	370.46	983.56	327.85

Transformasi $\sqrt{P + 0,5}$. Persentase Hambatan Miselium Jamur *Pestalotiopsis* sp 4 HSA.

Perlakuan	Ulangan			Total	Rataan
	I	II	III		
P0	0.71	0.71	0.71	2.12	0.71
P1B1	1.21	1.20	3.17	5.58	1.86
P2B2	5.33	6.94	7.66	19.92	6.64
P3B3	8.18	8.81	8.87	25.85	8.62
P4R1	7.75	8.25	8.76	24.76	8.25
P5R2	7.75	8.92	9.02	25.70	8.57
P6L1	7.75	8.20	8.25	24.20	8.07
Total	38.68	43.03	46.43	128.14	42.71

Tabel Sidik Ragam Persentase Hambatan Miselium Jamur *Pestalotiopsis* sp 4 HSA.

SK	DB	JK	KT	FHIT	F Tabel 0.01
Perlakuan	6	204.87	34.15	65.11	**
Galat	14	7.34	0.52		
Total	20	212.22			

Keterangan: ** : sangat nyata
KK : 11.87

Lampiran 5. Persentase Hambatan Miselium Jamur *Pestalotiopsis* sp 5 HSA.

Perlakuan	Ulangan			Total	Rataan
	I	II	III		
P0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P1B1	0.00	0.00	13.83	13.83	4.61
P2B2	34.27	40.80	58.33	133.40	44.47
P3B3	75.52	80.80	84.03	240.35	80.12
P4R1	70.63	72.80	82.64	226.07	75.36
P5R2	70.63	82.40	86.11	239.14	79.71
P6L1	69.23	65.60	76.39	211.22	70.41
Total	320.28	342.40	401.33	1064.01	354.67

Transformasi $\sqrt{P + 0,5}$. Persentase Hambatan Miselium Jamur *Pestalotiopsis* sp 5 HSA.

Perlakuan	Ulangan			Total	Rataan
	I	II	III		
P0	0.71	0.71	0.71	2.12	0.71
P1B1	0.71	0.71	3.79	5.20	1.73
P2B2	5.90	6.43	7.67	19.99	6.66
P3B3	8.72	9.02	9.19	26.93	8.98
P4R1	8.43	8.56	9.12	26.11	8.70
P5R2	8.43	9.10	9.31	26.85	8.95
P6L1	8.35	8.13	8.77	25.25	8.42
Total	41.25	42.65	48.55	132.45	44.15

Tabel Sidik Ragam Persentase Hambatan Miselium Jamur *Pestalotiopsis* sp 5 HSA.

SK	DB	JK	KT	FHIT	F
Perlakuan	6	230.12	38.35	59.77	**
Galat	14	8.98	0.64		
Total	20	239.10			

Keterangan : ** : sangat nyata

KK: 12.70

Lampiran 6. Persentase Hambatan Miselium Jamur *Pestalotiopsis* sp 6 HSA.

Perlakuan	Ulangan			Total	Rataan
	I	II	III		
P0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P1B1	0.00	6.45	20.88	27.33	9.11
P2B2	24.22	38.71	65.38	128.31	42.77
P3B3	78.26	84.52	87.36	250.14	83.38
P4R1	73.29	78.06	86.26	237.61	79.20
P5R2	73.91	83.87	89.01	246.79	82.26
P6L1	72.67	72.26	80.77	225.70	75.23
Total	322.35	363.87	429.66	1115.88	371.96

Transformasi $\sqrt{P + 0,5}$. Persentase Hambatan Miselium Jamur *Pestalotiopsis* sp 6 HSA.

Perlakuan	Ulangan			Total	Rataan
	I	II	III		
P0	0.71	0.71	0.71	2.12	0.71
P1B1	0.71	2.64	4.62	7.97	2.66
P2B2	4.97	6.26	8.12	19.35	6.45
P3B3	8.87	9.22	9.37	27.47	9.16
P4R1	8.59	8.86	9.31	26.77	8.92
P5R2	8.63	9.19	9.46	27.27	9.09
P6L1	8.55	8.53	9.01	26.10	8.70
Total	41.03	45.40	50.61	137.05	45.68

Tabel Sidik Ragam Persentase Hambatan Miselium Jamur *Pestalotiopsis* sp 6 HSA.

SK	DB	JK	KT	FHIT	F
Perlakuan	6	218.43	36.40	37.53	**
Galat	14	13.58	0.97		
Total	20	232.01			

Keterangan : ** : sangat nyata

KK : 15.09

Lampiran 7. Persentase Hambatan Miselium Jamur *Pestalotiopsis* sp 7 HSA.

Perlakuan	Ulangan			Total	Rataan
	I	II	III		
P0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P1B1	1.46	0.00	14.49	15.95	5.32
P2B2	34.15	51.03	60.75	145.93	48.64
P3B3	82.93	87.63	89.25	259.81	86.60
P4R1	79.02	82.47	84.58	246.07	82.02
P5R2	79.51	87.11	90.65	257.27	85.76
P6L1	78.54	77.84	83.18	239.56	79.85
Total	355.61	386.08	422.90	1164.59	388.20

Transformasi $\sqrt{P + 0,5}$. Persentase Hambatan Miselium Jamur *Pestalotiopsis* sp 7 HSA.

Perlakuan	Ulangan			Total	Rataan
	I	II	III		
P0	0.71	0.71	0.71	2.12	0.71
P1B1	1.40	0.71	3.87	5.98	1.99
P2B2	5.89	7.18	7.83	20.89	6.96
P3B3	9.13	9.39	9.47	28.00	9.33
P4R1	8.92	9.11	9.22	27.25	9.08
P5R2	8.94	9.36	9.55	27.85	9.28
P6L1	8.89	8.85	9.15	26.89	8.96
Total	43.88	45.30	49.80	138.98	46.33

Tabel Sidik Ragam Persentase Hambatan Miselium Jamur *Pestalotiopsis* sp 7 HSA.

SK	DB	JK	KT	FHIT	F Tabel 0.01
Perlakuan	6	247.50	41.25	73.68	**
Galat	14	7.84	0.56		
Total	20	255.33			

Keterangan : ** : sangat nyata

KK : 11.31

Lampiran 8. Deskripsi Tempat Pengambilan Isolat Bakteri Endofit (B) Sungei Putih

Keterangan

Alamat : Jl. Sei Putih Rispa, Galang, Kab Deli Serdang

Kebun : Balai Penelitian Karet Sungei Putih

Luas : 5 ha

Umur : 3 tahun

Pemangkasan : 1 tahun sekali

Klon : PB 260

Produksi : -

Jarak Tanam : 1×1m

Pemupukan : -

Jenis Tanah : -

Pengendalian OPT : -

Ketinggian : ± 80 mdpl

Gulma : Ilalang, Rumput Paitan

Titik Koordinat : 3° 25' 37".7 , 98° 52'05. 7"

Jenis OPT : JAP, *Colletotrichum*

Lampiran 9. Deskripsi Tempat Pengambilan Isolat Bakteri Endofit (R) Rantau.

Keterangan

Alamat : Simpang Manga Bawah, Rantau Prapat, Kec Rantau Selatan, Kab Labuhan Batu

Kebun : Sayuti

Luas : 2.5 Ha

Umur : \pm 17 tahun

Klon : -

Perawatan : -

Produksi : 400 kg/bulan

Jarak Tanam : 3 \times 4

Jenis Tanah : -

Pengendalian OPT : Tidak dikendalikan

Gulma : Babandotan dan Paitan

Ketinggian Tempat : \pm 22 mdpl

Titik Koordinat : 2° 04' 55" .132, 99° 51' 37. 298"

Jenis OPT : JAP dan Jamur Upas

Lampiran 10. Deskripsi Tempat Pengambilan Isolat Bakteri Endofit (L) Langkat

Keterangan

Alamat : Desa Kebun Balok, Kec Wampu, Kab. Langkat

Kebun : Dariat

Luas : 1 Ha

Umur : 25 tahun

Klon : -

Perawatan : -

Produksi : 200 kg/bulan

Jarak Tanam : 3×4

Jenis Tanah : -

Pengendalian OPT : Tidak dikendalikan

Gulma : Pakis, Senggani, Rumput Paitan

Ketinggian Tempat : ± 32 mdpl

Titik Koordinat : 3° 44' 08.6" , 98° 22' 55.6"

Jenis OPT : JAP, Jamur Upas, *Colletotrihum*.

Lampiran 11. Dokumentasi Kegiatan Penelitian.



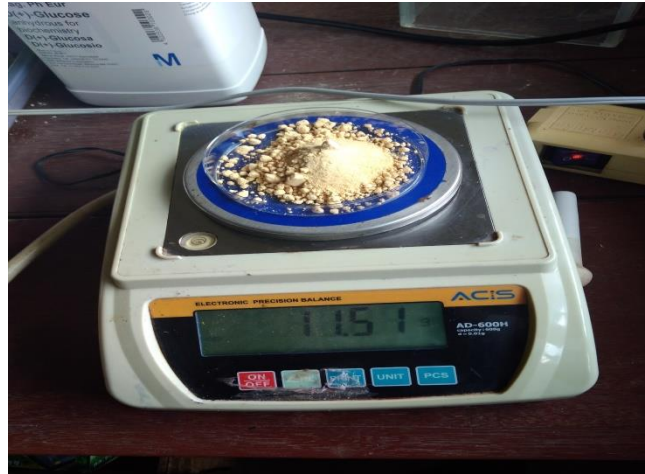
Gambar 8. Pengambilan sample daun tanaman karet dilapangan



Gambar 9. Pencucian alat yang akan digunakan



Gambar 10. Sterilisasi alat



Gambar 11. Penimbangan media



Gambar 12. Pengupasan kentang untuk membuat media



Gambar 13. Membuat media



Gambar 14. Sterilisasi media.



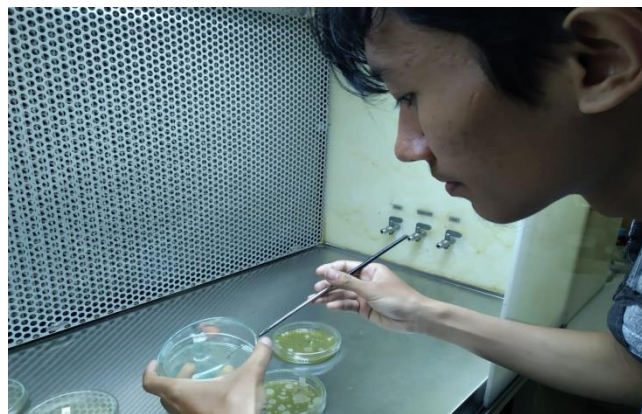
Gambar 15. Penuangan media ke dalam cawan petri.



Gambar 16. Pemotongan daun karet menjadi Potongan kecil.



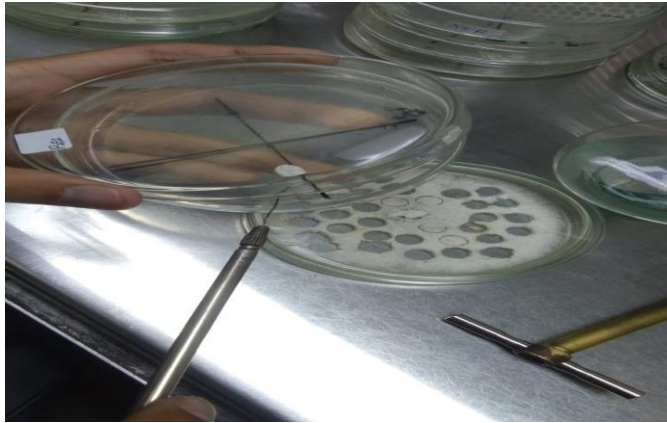
Gambar 17. Pemindahan cairan yang berasal dari daun Tanaman karet ke dalam cawan petri.



Gambar 18. Pemurnian bakteri.



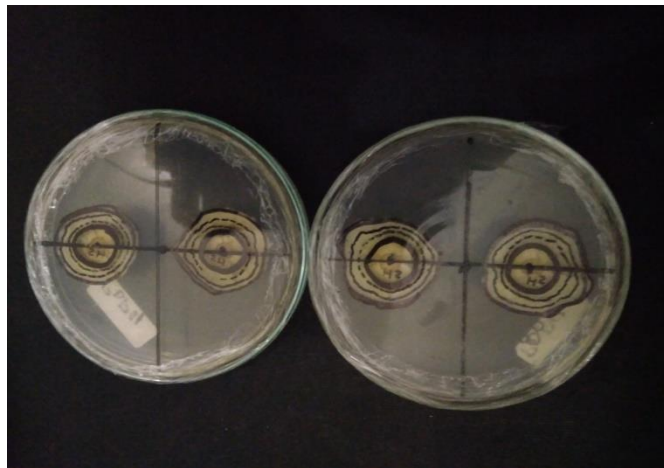
Gambar 19. Pewarnaan bakteri.



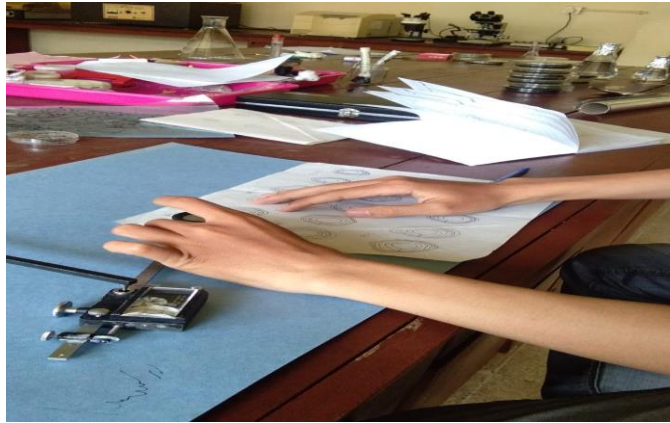
Gambar 20. Penanaman jamur *Pestalotiopsis* sp.



Gambar 21. Penanaman bakteri endofit.



Gambar 22. Pengamatan hambatan jamur *Pestalotiopsis* sp oleh bakteri endofit.



Gambar 23. Pengukuran hambatan jamur *Pestalotiopsis* sp oleh bakteri endofit.



Gambar 24. Bakteri endofit yang ada pada media cair Sedang di shaker.



Gambar 25. Pengaplikasian bakteri endofit dalam uji Hipersensitivitas.



Gambar 26. Pengambilan jamur *Pestalotiopsis* sp dalam pengamatan hifa abnormal.



Gambar 27. Pewarnaan jamur *Pestalotiopsis* sp dalam pengamatan hifa abnormal.