

**UJI EFEKTIFITAS TARAF KONSENTRASI *Bacillus subtilis*
UNTUK MENGHAMBAT PATOGEN PENYAKIT
GUGUR DAUN TANAMAN KARET
(*Hevea brasiliensis* Muell.Arg)**

S K R I P S I

Oleh:

**MUHAMMAD AGUS NURHIDAYAT
NPM : 1304290175
Program Studi : AGROEKOTEKNOLOGI**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2017**

**UJI EFEKTIFITAS TARAF KONSENTRASI *Bacillus subtilis*
UNTUK MENGHAMBAT PATOGEN PENYAKIT
GUGUR DAUN TANAMAN KARET
(*Hevea brasiliensis* Muell.Arg)**

S K R I P S I

Oleh:

**MUHAMMAD AGUS NURHIDAYAT
1304290175
AGROEKOTEKNOLOGI**

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

Komisi Pembimbing

**Ir. Efrida Lubis, M.P
Ketua**

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

**Disahkan Oleh:
Dekan**

Ir. Alridiwirsah, M.M

PERNYATAAN

Dengan ini saya:

Nama : **Muhammad Agus Nurhidayat**
NPM : **1304290175**

Judul Skripsi : **“Uji Efektivitas Taraf Konsentrasi *Bacillus subtilis* untuk Menghambat Patogen Penyakit Gugur Daun Tanaman Karet (*Hevea brasiliensis* Muell.Agr)**

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

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

Medan, Agustus 2017
Yang menyatakan

Muhammad Agus Nurhidayat
1 3 0 4 2 9 0 1 7 5

RINGKASAN

Muhammad Agus Nurhidayat “Uji Efektivitas Taraf Konsentrasi *Bacillus subtilis* Untuk Menghambat Patogen Penyakit Gugur Daun Tanaman Karet (*Hevea brasiliensis* Muell. Agr)” dengan ketua komisi pembimbing ibu Ir. Efrida Lubis, M.P. dan anggota komisi pembimbing ibu Ir. Irna Syofia, M.P. Penelitian ini dilaksanakan di Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan, Medan Helvetia dari bulan Maret sampai Mei 2017. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui taraf konsentrasi *Bacillus subtilis* yang efektif untuk menghambat patogen gugur daun tanaman karet (*Hevea brasiliensis* Muell. Agr).

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial yang terdiri dari dua faktor dan tiga ulangan. Faktor pertama adalah Konsentrasi bakteri 10^6 Cfu/ml, 10^8 cfu/ml dan 10^{10} cfu/ml. faktor kedua adalah jenis Patogen *Corynespora cassicola*, *Colletotrichum gloeosporoides* dan *Helminthosporium heveae*. Parameter yang digunakan adalah diameter pertumbuhan patogen, persentase daya hambatan miselium dan pengamatan mikroskopis miselium patogen. Hasil menunjukkan *Bacillus subtilis* efektif menghambat pertumbuhan patogen *Corynespora cassicola* pada kerapatan 10^{10} cfu/ml dengan daya hambatan sebesar 55.01%. Pengamatan mikroskopis menunjukkan bentuk miselium abnormal seperti terjadi pembengkakan, membengkok, mengkerut, keriting, mengecil dan lisis pada setiap perlakuan.

SUMMARY

Muhammad Agus Nurhidayat, “ **The Effectiveness Test *Bacillus subtilis* Concentration level to inhibit the Pathogen of Rubber Plant Leaf Deciduous Disease (*Heveae brasiliensis* Muell. Agr)**” with maternity commission Mrs Ir. Efrida Lubis, M.P. and Mrs Ir. Irna Syofia, M.P. The research was conducted at the Large Hatchery Hall and Plantation Protection, Medan Helvetia since march to mei 2017. The purpose of this study was to determine the level of effective concentration of *Bacillus subtilis* to inhibit the deciduous leaves of the rubber plant (*Heveae brasiliensis* Muell. Agr).

This study used a Completely Randomized Design factorial consisting of two factor and three replications. The first factor was bacterial concentration 10^6 cfu/ml, 10^8 cfu/ml dan 10^{10} cfu/ml. The second factor is the type of pathogens *Corynespora cassicola*, *Colletotrichum gloeosporoides* dan *Helminthosporium heveae*. The parameters used were pathogen growth diameter, percentage of mycelium barrier resistance and microscopic observation of mycogenic mycelium. The result showed *Bacillus subtilis* effectively inhibits the growth of pathogen *Corynespora cassicola* at a density of 55.01%. microscopic observation showed abnormal mycelium form such as swelling, bending, shrinking, curling, and lysis on each treatment.

RIWAYAT HIDUP

Muhammad Agus Nurhidayat, lahir pada tanggal 20 Agustus 1992 di medan. Putra dari Ayahanda Margono dan Ibunda Mariyani yang merupakan anak pertama dari dua bersaudara.

Riwayat pendidikan formal yang pernah ditempuh penulis adalah sebagai berikut :

1. Tahun 1998 telah menyelesaikan pendidikan taman kanak-kanak Aisyiyah Bustanul Athfal di Medan.
2. Tahun 2004 telah menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar di SD swasta Pahlawan 01 Medan.
3. Tahun 2007 telah menyelesaikan Sekolah Menengah Pertama di SMP swasta Joshua 01 Medan.
4. Tahun 2010 telah menyelesaikan Sekolah Menengah Atas di SMA swasta Joshua 01 Medan.
5. Tahun 2013 diterima sebagai mahasiswa pada jurusan Agroekoteknologi di Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Medan.

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

1. Mengikuti MASTA dan Ospek Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Melaksanakan Praktek Kerja Lapangan (PKL) di PT. Perkebunan Nusantara III unit kebun Gunung Pamela kabupaten Serdang Bedagai.
3. Melaksanakan penelitian di Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan. Jalan Asrama, Pondok Kelapa Medan.

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim. Assalamu'alaikum Wr.Wb

Puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT atas rahmat, hidayah dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi penelitian yang berjudul **“UJI EFEKTIFITAS TARAF KONSENTRASI *Bacillus subtilis* UNTUK MENGHAMBAT PATOGEN GUGUR DAUN TANAMAN KARET (*Hevea brasiliensis* Muell.Arg) “** tepat pada waktunya.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. Alridiwirsa, M.M sebagai Dekan Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara serta sebagai Anggota Komisi Pembimbing.
2. Ibu Ir. Asritanarni Munar, M.P sebagai Wakil Dekan I Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Hadriman Khair, S.P., M.Sc sebagai Wakil Dekan III Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Ibu Dr. Ir. Wan Afriani Barus, M.P sebagai Ketua Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Ibu Ir. Efrida Lubis, M.P selaku ketua komisi pembimbing yang telah banyak memberikan masukan.
6. Ibu Ir. Irna Syofia, M.P selaku anggota komisi pembimbing yang telah banyak memberikan masukan.
7. Biro Adminsration Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

8. kedua orang tua penulis, Ayahanda Margono tercinta dan Ibunda Mariyani tercinta serta keluarga yang telah bersusah payah membimbing dan membesarkan dengan penuh kesabaran dan kasih sayang serta semangat dan doa maupun bantuan moril dan materil kepada penulis hingga saat ini.
9. Ibu Hilda Syafitri Darwis, S.P., M.P yang telah membimbing dalam teknis pelaksanaan penelitian.
10. Kakanda Novi Malinda S.Si., M.Si yang telah membimbing dalam teknis pelaksanaan penelitian.
11. Penangkar serta Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan (BBPPTP) yang berkenan bekerjasama dengan penulis untuk melakukan penelitian.
12. Rekan-rekan mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Program Studi Agroekoteknologi stambuk 2013, khususnya Agroekoteknologi 4.

Penulis menyadari bahwa skripsi penelitian ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat membantu dan dibutuhkan dalam penyempurnaan skripsi penelitian ini. Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan. Semoga skripsi penelitian ini dapat bermanfaat bagi semua pihak dan terkhusus penulis sendiri.

Medan, Agustus 2017

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	ii
RIWAYAT HIDUP	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
PENDAHULUAN	1
Latar Belakang	1
Tujuan Penelitian	5
Hipotesis Penelitian	5
Kegunaan Penelitian	5
TINJAUAN PUSTAKA	7
Penyakit Gugur Daun	7
<i>Corynespora cassiicola</i>	7
<i>Colletotrichum gloeosporoides</i>	10
<i>Helminthosporium heveae</i>	12
Mikroorganisme Agen Hayati	15
<i>Bacillus subtilis</i>	17
BAHAN DAN METODE PENELITIAN	20
Tempat dan waktu	20
Bahan dan Alat	20

Metode Penelitian.....	20
Pelaksanaan Penelitian.....	22
Sterilisasi Alat	22
Persiapan Bahan Patogen	22
Persiapan Media biakan Patogen	22
Isolasi Patogen	23
Persiapan Bakteri	23
Persiapan Media Biakan Bakteri.....	23
Perbuatan Suspensi Kerapatan Bakteri	23
Inokulasi Patogenitas Bakteri Terhadap Patogen.....	24
Parameter Pengamatan	25
Diameter Pertumbuhan Miselium Patogen	25
Presentase Daya Hambatan Miselium.....	25
Pengamatan Mikroskopis Bentuk Miselium Patogen.....	26
HASIL DAN PEMBAHASAN	27
KESIMPULAN DAN SARAN	37
Kesimpulan	37
Saran	37
DAFTAR PUSTAKA	38

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul	Halaman
1.	Diameter Pertumbuhan Miselium Patogen Pada Interaksi Antara Perlakuan Konsentrasi Bakteri (B) Dan Jenis Patogen (P)	27
2.	Diameter Persentase Daya Hambatan Miselium Pada Interaksi Antara Perlakuan Konsentras Bakteri (B) Dan Jenis Patogen (P)	31

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul	Halaman
1.	Gejala Serangan Patogen <i>Corynespora cassiicola</i>	7
2.	Gejala Serangan Patogen <i>Colletotrichum gloeosporoides</i>	10
3.	Gejala Serangan Patogen <i>Helminthosporium heveae</i>	12
4.	Metode Disk Cakram	25
5.	Histogram Diameter Pertumbuhan Patogen Pada Interaksi Antara Perlakuan Konsentrasi Bakteri (B) dan Jenis Patogen (P).....	29
6.	Histogram Persentase Daya Hambatan Miselium Pada Interaksi Antara Perlakuan Konsentrasi Bakteri (B) dan Jenis Patogen (P)	33
7.	Bentuk Miselium Jamur Patogen Dengan Perlakuan (1) Kontrol, (2) 10^6 cfu/ml, (3) 10^8 cfu/ml, (3) 10^{10} cfu/ml.....	35

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul	Halaman
1.	Bagan Penelitian.....	41
2.	Pertumbuhan Miselium Patogen <i>C. cassiicola</i>	42
3.	Pertumbuhan Miselium Patogen <i>C. gloeosporoides</i>	43
4.	Pertumbuhan Miselium Patogen <i>H. heveae</i>	44
5.	Perhitungan koloni Bakteri Dengan Menggunakan Metode Cawan Sebar	45
6.	Diameter Pertumbuhan Patogen 2 HSI	46
7.	Diameter Pertumbuhan Patogen 4 HSI	47
8.	Diameter Pertumbuhan Patogen 6 HSI	48
9.	Diameter Pertumbuhan Patogen 8 HSI	49
10.	Diameter Pertumbuhan Patogen 10 HSI	50
11.	Diameter Pertumbuhan Patogen 12 HSI	51
12.	Diameter Pertumbuhan Patogen 14 HSI	52
13.	Persentase Daya Hambatan Miselium 2 HSI	53
14.	Persentase Daya Hambatan Miselium 4 HSI	55
15.	Persentase Daya Hambatan Miselium 6 HSI	57
16.	Persentase Daya Hambatan Miselium 8 HSI	59
17.	Persentase Daya Hambatan Miselium 10 HSI	61
18.	Persentase Daya Hambatan Miselium 12 HSI	63
19.	Persentase Daya Hambatan Miselium 14 HSI	65
20.	Gejala Serangan Dan Bentuk Miselium Patogen Penyakit Gugur Daun Tanaman Karet	67

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Tanaman karet merupakan komoditi perkebunan yang penting dalam industri otomotif. Karet (*Hevea brasiliensis* Muell.Arg) berasal dari benua Amerika dan saat ini menyebar luas ke seluruh dunia. Karet di kenal di Indonesia sejak masa kolonial belanda, dan merupakan salah satu komoditas perkebunan yang memberikan sumbangan besar bagi perekonomian Indonesia. Diperkirakan ada lebih 3,4 juta hektar perkebunan karet yang dikelola oleh rakyat atau petani skala kecil, sisanya dikelola oleh perkebunan milik Negara dan swasta. Sumatera dan Kalimantan adalah daerah penghasil karet terbesar di Indonesia dengan sentra produksi tersebar di Sumatera selatan (668 ribu hektar), Sumatera Utara (465 ribu hektar), jambi (444 ribu hektar), Riau (390 ribu hektar), dan Kalimantan barat (388 ribu hektar), dan Kalimantan Barat (388 ribu hektar). Sementara Sulawesi Selatan adalah provinsi yang memiliki luas perkebunan karet sekitar 19 ribu hektar (Andi. 2013).

Perkebunan karet juga menjadi sumber keragaman hayati yang bermanfaat dalam pelestarian lingkungan, karena mampu menciptakan *Rubber Forest Plantation* sekaligus mendukung program *Clean Development Mechanism* (CDM). Tanaman karet berperan dalam penyerapan CO₂ (*Carbon sequestration*) dan penghasil O₂, pendukung konservasi lahan dan air (hidrologis), perbaikan struktur tanah, serta mempertahankan *biodiversity*. Berdasarkan penelitian kemampuan tanaman karet dalam menyerap CO₂ adalah sekitar 7 ton CO₂ per 1 ton karet alam. Selain itu tanaman karet ke depan akan merupakan sumber kayu

potensial yang mensubstitusi kebutuhan kayu yang selama ini mengandalkan hutan alam sebagai sumber kayu utama (Rafael. 2013).

Agribisnis karet di masa datang akan mempunyai prospek yang makin cerah karena adanya kesadaran akan kelestarian lingkungan dan sumber daya alam, kecenderungan penggunaan *green tyres*, meningkatkan industri polimer pengguna karet semakin langka sumber-sumber minyak bumi dan makin mahalnya harga minyak bumi sebagai bahan pembuatan karet sintetis. Pada tahun 2002, jumlah konsumsi karet dunia lebih tinggi dari produksi. Indonesia akan mempunyai peluang menjadi produsen terbesar dunia karena Negara pesaing utama seperti Thailand dan Malaysia makin kekurangan lahan dan makin sulit mendapatkan tenaga kerja yang murah sehingga keunggulan komparatif dan kompetitif Indonesia akan makin baik, kayu karet juga akan mempunyai prospek yang baik sebagai sumber kayu asal hutan (Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 2007).

Namun demikian produktivitas tanaman karet tergolong relatif rendah. Perkebunan negara produktivitasnya rata-rata hanya sekitar 1260 kg/ha/tahun, sedangkan perkebunan swasta 1050/ha/tahun dan perkebunan rakyat hanya 590 kg/ha/tahun. Salah satu penyebab rendahnya produktivitas karet tersebut karena adanya gangguan penyakit (Fatma. 2010).

Produktifitas tanaman karet ditentukan oleh faktor genetik klon karet yang ditanaman serta faktor lingkungan tempat tumbuh, baik lingkungan biotik maupun abiotik. Karakteristik iklim yang optimal untuk pertumbuhan tanaman karet adalah sebagai berikut. Curah hujan sekitar 2000 mm/tahun dengan jumlah hari hujan sekitar 125-150 hari/tahun, suhu rata-rata bulanan 25-28°C dengan suhu

maksimal 20°C, kelembaban udara sekitar 80%, kecepatan angin rendah sampai sedang, serta lama penyinaran matahari minimal 2000 jam pertahun atau rata-rata sekitar 6 jam perhari (Rao & vijayakumar 1992). Kondisi lingkungan demikian pada umumnya merupakan tipologi agroekosistem daerah tropika basah. Elevasi kebun yang optimal untuk budidaya tanaman karet terletak antara 0-200 m diatas permukaan laut. Pada daerah yang kering pertumbuhan tanaman karet lambat serta produktivitas tanaman rendah. Sebaliknya kebun yang mempunyai curah hujan terlalu tinggi juga kurang baik, karena mempunyai resiko lebih tinggi terhadap adanya serangan penyakit daun (Achmad. 2008).

Penyakit penting yang sering dijumpai dipertanaman karet yaitu penyakit akar, penyakit jamur upas, penyakit mouldy rot, penyakit kanker garis, penyakit kulit dalam coklat dan beberapa penyakit pada daun. Penyakit gugur daun yang disebabkan oleh cendawan *Oidium heveae* atau cendawan *Colletotrichum gloeosporoides* dapat menurunkan produksi lateks sekitar 30 sampai 40 persen, sumber Danimihardja, dkk. 1978 (Dirmawati. 1985).

Penyakit gugur daun dapat menimbulkan kerugian yang amat besar pada perkebunan karet karena serangan pada klon rentan menyebabkan pengguguran daun secara terus menerus sehingga tajuk tanaman menjadi gundul. Keadaan yang demikian menyebabkan tanaman mengalami pertumbuhan yang sangat terhambat dan apabila serangan terjadi pada tanaman belum menghasilkan maka kriteria matang sadap sangat sulit dicapai sehingga lateks sebagai produk utama dari pohon karet tidak dapat dipanen. Serangan pada tanaman dewasa menyebabkan penurunan produksi lateks secara nyata, dapat mencapai 20 persen,

dan apabila serangan berlanjut dapat menyebabkan kematian tanaman secara total (Nurhaimi. 2006).

Dalam menanggulangi penyakit tanaman, maka tindakan pencegahan jauh lebih baik dari tindakan pengobatan baik ditinjau dari segi teknis maupun biaya yang dikeluarkan. Dan perlu ditekankan bahwa dalam pelaksanaan PHT tersebut pemakaian pestisida merupakan alternatif terakhir, jika cara-cara yang lain tidak efektif. meskipun sangat efektif cepat dilihat hasilnya, tetapi penggunaan pestisida secara terus menerus tidaklah bijaksana, karena dapat menyebabkan timbulnya penyakit dengan ras baru, kerusakan lingkungan, dan berbahaya bagi binatang dan manusia. Dengan demikian pengendalian penyakit tanaman tidak harus/mesti menggunakan pestisida, tetapi justru diprioritaskan pada cara yang non-kimia (Lindung. 2016).

Pengendalian hayati merupakan salah satu alternatif bijak dalam melestarikan lingkungan (Gerhardson, 2002). Salah satu komponen penendalian hayati adalah dengan penggunaan mikroorganisme. Pengendalian penyakit tanaman secara hayati dalam arti sempit adalah penambahan suatu mikroflora antagonis ke dalam lingkungan untuk mengendalikan patogen. Tujuan pengendalian penyakit secara hayati tidak lain adalah mengurangi laju perkembangan penyakit melalui penurunan daya hidup patogen pada tanaman, menurunkan propagul yang diproduksi serta mengurangi penyebaran inokulum, mengurangi infeksi pada tanaman serta mengurangi serangan yang berat oleh patogen (Suryadi. 2012).

Bakteri-bakteri yang bermanfaat untuk tanaman diantaranya adalah *Pseudomonas fluorescens* dan *Bacillus subtilis*. Bakteri-bakteri antagonis tersebut

diketahui mampu menghambat jamur patogen dengan menghasilkan senyawa yang diketahui sebagai antifungal. Beberapa diantaranya adalah bakteri *Bacillus* sp. mampu menghasilkan senyawa *fengycin* dan *bacillomycin* yang diketahui sebagai antifungal, dan banyak senyawa peptid antibiotik lainnya yang diproduksi oleh *Bacillus* sp (Zainul, 2015).

Mekanisme pengendalian secara hayati dapat dibagi menjadi beberapa mekanisme, yakni (1) antibiosis, (2) kompetisi, (3) mikroparasitisme atau enzim pendegradasi dinding sel dan (4) ketahanan terinduksi. Pengendalian secara hayati terhadap patogen tanaman menjadi lebih penting karena tidak menimbulkan residu, aman bagi lingkungan dan berpengaruh positif bagi tanaman (Lo, 1998).

Tujuan Penelitian

Untuk mengetahui taraf konsentrasi *B. subtilis* yang efektif untuk menghambat patogen gugur daun tanaman karet (*Hevea brasiliensis* Muell.Arg).

Hipotesis Penelitian

1. Ada pengaruh konsentrasi *B.subtilis* terhadap pertumbuhan patogen penyakit gugur daun tanaman karet.
2. Ada pengaruh jenis patogen terhadap pertumbuhan patogen penyakit gugur daun tanaman karet.
3. Ada interaksi antara konsentrasi *B. subtilis* dan jenis patogen terhadap pertumbuhan patogen penyakit gugur daun tanaman karet.

Kegunaan Penelitian

1. Sebagai bahan penulisan skripsi untuk melengkapi persyaratan dalam menempuh ujian serjana di Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

2. Sebagai bahan informasi bagi seluruh pihak yang membutuhkan tentang efektifitas *B.subtilis* terhadap perkembangan patogen penyakit gugur daun.

TINJAUAN PUSTAKA

Penyakit Gugur Daun

Pada tanaman karet gangguan penyakit lebih penting dari pada hama karet karena kerugian/kerusakan yang ditimbulkan lebih besar. Oleh karena itu dalam materi ini lebih dititik beratkan pada gangguan masalah penyakit tanaman karet. Pengendalian penyakit karet dilakukan secara terpadu (PHT) yaitu memadukan beberapa cara pengendalian yang sesuai untuk menekan populasi penyebab penyakit. Istilah pengendalian bukanlah berarti memusnahkan sampai habis (pemberantasan), tetapi menekan penyebab penyakit sampai populasi yang secara ekonomis tidak merugikan. Cara pengendalian yang dimaksud adalah mekanis-fisis, kultur teknis, biologis/hayati, dan kimiawi (Lindung. 2016).

Penyakit Gugur Daun *Corynespora cassiicola*



Gambar 1. Gejala serangan penyakit *Corynespora cassiicola*
Sumber : Dokumentasi Penelitian

Klasifikasi jamur *C. cassiicola* menurut Alexopoluw dan Mims (1979)

adalah sebagai berikut.

Kingdom : Fungi

Divisi : Eumycophyta

Kelas : Deutromycetes

Ordo : Coryneales

Famili : Hipomycetes

Genus : *Corynespora*

Spesies : *Corynespora cassiicola* (Berk. & Curt.) Wei

Ciri-ciri cendawan, miselium *C. cassiicola* berwarna pucat gelap, tumbuh didalam jaringan atau permukaan daun. Tangkai konidiannya berwarna coklat, bersepta dengan ujung membengkak dan biasa muncul dipermukaan daun. Konidiofor berwarna coklat, keluar dari permukaan bawah daun dengan ujung membengkak. Konidiannya terletak diujung tangkai konidia dalam bentuk rangkaian atau tunggal, berwarna coklat, berbentuk gada atau silindris (berukuran 40-120 x 8-16 μm) dengan ujung agak meruncing atau tumpul. Konidia tersebut berdinding tebal, bersepta 2-14 (Barnet dan Hunter. 1972) (Dirmawati. 1985).

Penyakit gugur daun *C. cassiicola* umumnya pertama kali menyerang daun karet yang masih muda, dengan gejala berupa bercak hitam pada urat atau tulang daun. Gejala tersebut baru akan terlihat setelah daun berwarna hijau muda atau hijau tua. Pada periode selanjutnya gejala tersebut akan berkembang mengikuti tulang atau urat daun meluas kebagian lainnya sehingga bercak akan tampak seperti tulang ikan. Apabila kondisi menguntungkan maka gejala ini akan bertambah meluas dimana bercak akan berbentuk bulat atau tidak teratur. Pada bagian tepi bercak berwarna cokelat atau terdapat sirip-sirip berwarna cokelat atau

hitam dengan bagian pusat kering. Selanjutnya daun-daun yang sakit tersebut akan menguning atau cokelat dan akhirnya gugur (Djakfar. 2006).

Penyakit terutama di sebarakan dengan spora (konidium) yang dapat terangkut oleh angin, karyawan kebun dan sebagainya. Penyakit dapat juga terangkut oleh bahan-bahan tanaman yang sakit. Karena penyakit ini belum lama dikenal di Indonesia, seluk-beluknya belum banyak diketahui disini, namun dapat di duga bahwa sumber spora selalu terdapat dalam kebun sebagai daun-daun sakit yang selalu terdapat sepanjang tahun. Infeksi ini dapat terjadi pada semua tingkatan umur daun dari muda sampai tua (Semangun. 2008).

Faktor-faktor yang mempengaruhi penyakit gugur daun *Corynespora* adalah cuaca, tofografi, umur tanaman, kondisi tanaman, jenis klon dan terknik budidaya. Pertanaman karet yang terdapat pada daerah yang beriklim basah biasanya mengalami serangan *Corynespora* yang berat. Serangan penyakit yang berat sering terjadi pada peralihan musim hujan kemusim kemarau. Beberapa pengamatan menunjukkan cuaca yang lembab atau mendung, dengan curah hujan yang tidak terlalu tinggi dan sepanjang hari, serta suhu udara sekitar 26–29° C merupakan kondisi yang sesuai untuk perkembangan penyakit. Infeksi dapat terjadi pada suhu dengan kisaran 20–35° C dan suhu optimum 25° C. Apabila ada udara jenuh, infeksi dapat terjadi tanpa adanya air. Jamur ini umumnya terdapat di alam sebagai saprofit, yang juga dapat memarasit bermacam-macam tumbuhan. Selain karet jamur ini dapat menyebabkan penyakit pada kakao, jeruk, alpukat, dan terung (Semangun. 2001).

Didaerah yang beriklim agak kering tanaman dapat membentuk daun-daun kembali setelah terjangkit penyakit yang berat, sedang didaerah beriklim basah

tanaman terus meranggas sepanjang tahun. Kebun-kebun yang letaknya di atas 300 m dari permukaan laut kurang mendapat serangan *C cassiicola*. Gejala pada daun pun sedikit berbeda. Bercak hitam pada daun kurang lebih bundar dengan sirip-sirip hitam yang kurang jelas pada tepinya dan biasanya daun tidak gugur (Semangun. 2008).

Selain itu jamur *C cassiicola* mempunyai banyak tumbuhan inang yang termasuk kedalam beberapa suku, antara lain papaya, kedelai, miana (*Coleus* sp), hanjuang (*Codyline terminalis*), akasia (*Acacia auriculiformis*), kasia (*Cassia* sp), flamboyan (*Delonix regia* Boj. Raf.), ubi kayu, palma bintang (*Livistonia sinensis*), *Eupatorium odoratum* L., suplir (*Adiantum cuneatum*), dan angšana (*Pterocarpus indicus*). Di Sumatera selatan tumbuhan yang sering terdapat dikebun karet terbukti rentan terhadap jamur ini di antaranya adalah gelotrak (*Borreria alanta*), *Pueraria phaseoloides*, *Panicum maximum*, dan *Ottochloa nodosa*. Dandy (Darmono *et.al.*, 1996; sinulingga *et.al.*,1996; Situmorang dan Budiman, 1984). Di Srilanka jamur ini diketahui mempunyai 57 tumbuhan inang (Semangun. 2008).

Penyakit Gugur Daun *Colletotrichum gloeosporoides*



Gambar 2. Gejala serangan penyakit *Colletotrichum gloeosporoides*
Sumber : Dokumentasi Penelitian

Klasifikasi penyakit *C. gloeosporioides* (Penz.) Sacc menurut Dwidjoseputro (1978) sebagai berikut :

Kingdom : Fungi

Divisio : Mycota

Kelas : Deutromycetes

Ordo : Melanconiales

Famili : Melanconiaceae

Genus : *Colletotrichum*

Spesies : *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Sacc.

Jamur ini merupakan jamur parasit fakultatif dari ordo Melanconiales dengan ciri-ciri konidia tersusun dalam aservulus (struktur aseksual pada jamur parasit). Jamur ini memiliki hifa yang tidak bersekat dan memiliki konidia yang transparan dan memanjang dengan ujung membulat atau meruncing panjangnya antara 10-16 μm dan lebarnya 5-7 μm . massa dari konidia berwarna hitam dan hifanya berwarna abu-abu (Efendi. 2013).

Gejala pertama pada daun muda adanya bercak khusus pada daun muda agak dewasa, dapat dikenal dengan adanya spora (konidium) jamur berwarna merah jambu. Pada cuaca yang basah massa spora ini dapat dilihat jelas dengan mata telanjang. Daun muda yang terserang berwarna coklat kehitaman, keriput, bagian ujungnya mati, menggulung dan akhirnya gugur. Pada daun yang lebih dewasa menyebabkan tepi daun ujung daun berkeriput dan pada permukaan daun terdapat bercak-bercak bulat berwarna coklat dengan tepi kuning. Bergaris tengah 1-2 mm. bila daun bertambah umurnya, bercak akan berlubang di tengahnya dan bercak tampak menonjol dari permukaan daun (Efendi. 2013).

Penyakit gugur daun dapat mengakibatkan penurunan lateks hingga 40 % dari potensi produksi yang sesungguhnya (balai Penelitian Perkebunan Sembawa,

2000). Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa adanya hubungan yang erat antara kepekatan atau banyaknya spora atau konidia patogen di udara serta lingkungan dengan berat ringannya keparahan penyakit yang terjadi. Pelepasan dan penyebaran patogen biasanya terjadi setelah ada hujan di hari sebelumnya, dan penyebarannya lebih sedikit pada musim hujan dari pada musim kemarau (Chee,1988, Radziah et al, 1996). Menurut chang (2003) kelembaban selama 48 jam secara terus menerus sangat rentan bagi tanaman untuk terserang penyakit. Meskipun demikian, daun yang terinfeksi gugur lebih banyak pada periode hujan (Radziah et al. 1996). Suhu yang baik untuk pertumbuhan dan sporulasi *C. gloeosporioides* antara 26-32° C, serta perkecambahan optimum 21,5-32° C (Abdul. 2011).

Jamur ini umumnya terdapat di alam sebagai saprofit, yang juga dapat memarasit bermacam-macam tumbuhan, meskipun tidak dapat dikatakan dengan pasti apakah jenis yang dikenal pada tumbuhan-inang yang berbeda itu termasuk kedalam strain yang sama. Selain pada karet *C. gloeosporioides* antara lain dapat menyerang pada tanaman kakao, kopi, jeruk, apokat, dan terung. Diberitakan strain *Heveae* dapat menyerang kakao tetapi tidak sebaliknya (Semangun, 2008).

Penyakit Gugur Daun *Helminthosporium*



Gambar 3. Gejala serangan penyakit *Helminthosporium heveae*
Sumber : Dokumentasi Penelitian

Klasifikasi jamur *Helminthosporium* menurut Alexopolus dan Mims (1979) adalah sebagai berikut.

Kingdom : Fungi
Divisi : Ascomycota
Kelas : Deuteromycetes
Ordo : Hyphales
Famili : Dematiaceae
Genus : Drechslera
Spesies : *Drechslera heveae*

Penyakit disebabkan oleh jamur *Drechslera heveae* yang sampai sekarang masih banyak dikenal dengan nama *Helminthosporium heveae*. Di Sri Lanka menurut Petch (1911) konidium jamur berwarna coklat, berbentuk kumaran yang sering agak bengkok, berdinding tebal, bersekat 8-11, berukuran 100-200 x 15-18 μm . Konidiofor panjangnya 80-200 μm . Menurut La Rue (1923) *D. Heveae* di Sumatera mempunyai konidium yang ukurannya lebih kecil, bersekat 1-10, dengan ukuran 38-114 x 12-17 μm . Sedang Hilton (1952) di Malaysia menyatakan bahwa konidium bersepta 8-11, berukuran 50-150 x 10-18 μm , dan konidiofor mempunyai panjang 100-200 μm (Semangun, 2008).

Gejala yang khas dari penyakit ini adalah bercak-bercak bulat, bergaris tengah 1-3 mm, dengan pusat yang tembus cahaya dan tepi coklat sempit yang jelas, yang mirip dengan mata burung. Gejala seperti ini terjadi bila infeksi berlangsung pada waktu daun sudah mencapai ukurannya yang penuh, tetapi masih tergantung lemas. Jika infeksi terjadi sebelum atau sesudah tingkatan ini, gejala akan berbeda. Pada daun muda tidak terjadi bercak daun dengan batas yang tegas. Tepi atau seluruh permukaan daun menjadi hitam dan keriput. Pada daun yang lebih tua, yang kutikulanya sudah berkembang dan helaian daunnya sudah lebih kurang mendatar (horizontal), bercak-bercak tetap kecil dan berwarna coklat

tua. Di pusat bercak yang tembus cahaya pada sisi bawah daun sering terlihat tepung hitam yang terdiri atas konidium jamur (Semangun. 2008).

Konidium penyakit terutama disebarkan oleh angin, tetapi hanya dapat terangkut beberapa meter karena ukurannya yang besar. Spora ini dapat juga terbawa oleh air hujan, embun, dan para pekerja kebun. Spora mempunyai ketahanan yang tinggi terhadap keadaan yang kurang baik karena mempunyai dinding yang tebal. Infeksi terutama terjadi pada daun-daun muda, melalui sisi atas maupun sisi bawah. Sepanjang yang diketahui *D. Heveae* hanya menyerang marga *Heveae* (Semangun. 2008).

Berbeda dengan pada kebanyakan penyakit lain, perkembangan penyakit bercak daun *Drechslera* tidak banyak dipengaruhi oleh kelembapan. Sekali muncul di pembibitan penyakit akan meluas dengan cepat tanpa tergantung dari cuaca, sehingga hampir tidak ada daun yang bebas dari infeksi. Infeksi terjadi pada daun yang permukaannya kering. Buluh kecambah *Drechslera* yang berkembang dalam air tidak dapat mengadakan infeksi. Agar buluh kecambah dapat mengadakan penetrasi perlu adanya sinar matahari. Penyakit yang paling berat timbul di tanah yang ringan, kurus, dan tidak dapat menahan air. Meskipun selalu ada, juga di pembibitan yang di pupuk baik, tidak diragukan bahwa penyakit kurang merugikan jika keadaan lingkungan membantu pertumbuhan bibit. Pada percobaan penanaman di pasir (*sand culture*) diketahui bahwa tambahan nitrogen saja akan meningkatkan serangan *Drechslera*, sedang kalsium tidak tampak pengaruhnya. Semua klon *Hevea brasiliensis* tidak ada yang tahan atau kebal terhadap penyakit ini (Semangun. 2008).

Mikroorganisme Agen Hayati

Berbagai spesies mikroorganisme telah berhasil ditemukan dan telah dievaluasi keefektifitasannya sebagai agen pengendali hayati tanaman. Beberapa agen pengendali hayati yang telah diteliti sebagai berikut : Bakteri (*Bacillus sp*, *Pseudomonas*), Jamur (*Trichoderma harzianum* dan *Gliocladium sp*), dan lain-lain (Balai Penelitian Tanaman Hias. 2017).

Bacillus termasuk dalam kelompok bakteri kitinolitik yang mampu menghasilkan enzim kitinase untuk menguraikan zat kitin (Budiani *et al.*, 2004). Kitinase adalah enzim yang mendegradasi kitin menjadi N-asetilglukosamin, Degradasi kitin dapat dilakukan oleh organisme kitinolitik dengan melibatkan enzim kitinase. Organisme pendegradasi kitin umumnya berasal dari kelompok mikroorganisme diantaranya adalah dari kelompok bakteri. Enzim kitinase juga berperan sebagai agen biokontrol terhadap jamur. Hal ini dikarenakan kitin yang merupakan komponen utama dinding sel jamur dapat didegradasi oleh enzim kitinase (Utamy. 2016).

Menurut Ferniah *et al.* (2003) dalam Harni (2012) mekanisme penghambatan pertumbuhan jamur patogen oleh bakteri kitinolitik adalah menghasilkan senyawa bioaktif yang dapat merusak komponen sel. Senyawa yang dihasilkan dapat berfungsi sebagai inhibitor suatu enzim dan menghambat sintesa protein (Harni. 2012).

Bacillus juga menghasilkan antibiotik antara lain berupa iturin, surfactin, fengicin, polymyxin, difficidin, subtilin, dan mycobacilin (Keet, 1990). Bakteri ini dapat menghasilkan fitohormon yang berpotensi untuk mengembangkan sistem pertanian berkelanjutan. Fitohormon yang dihasilkan bakteri ini dapat membantu

pertumbuhan tanaman, baik secara langsung maupun tidak langsung. Secara tidak langsung, bakteri ini mampu menghambat aktivitas patogen pada tanaman. Sedangkan secara langsung dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman dan bertindak sebagai fasilitator dalam penyerapan beberapa unsur hara dari lingkungan. Bakteri ini juga memiliki kemampuan dalam menghasilkan antibiotik yang berperan dalam nitrifikasi (proses pembentukan senyawa nitrat dari ammonium) dan denitrifikasi (proses reduksi nitrat menjadi nitrogen/ N_2 atau N_2O), Pengikat nitrogen, pengoksidasi selenium (Se), pengoksidasi dan pereduksi mangan (Mn), bersifat Khemolitotrof, aerob dan fakultatif anaerob, dapat melarutkan karbonat, dapat melarutkan fosfat, dan menurunkan pH subtract akibat asam organik yang dihasilkannya, dapat melakukan mineralisasi terhadap bahan organik kompleks baik berupa senyawa polisakarida, protein maupun selulosa (Khadim. 2014).

Mikroba agens hayati yang telah digunakan diantaranya adalah golongan bakteri *Bacillus subtilis*. Spesies bakteri ini sudah banyak dikembangkan menjadi produk komersial, diantaranya sudah memiliki merek dagang seperti Companion, KodiakTM, Quantum 4000 dan Sistem 3TM, Prima-BAPF (Nakkeeran *et al.* 2006, Hanudin *et al.* 2011). keunggulan *B. subtilis* dibanding dengan jenis bakteri lainnya adalah sifatnya yang mampu menekan berbagai jenis patogen tanaman, bersifat *plant growth promoting rhizobacter* (PGPR), dan mampu bertahan pada kondisi lingkungan yang ekstrim (Wartono. 2014).

Zongzheng *et al* (2009) menyatakan bahwa *B. subtilis* dapat menghambat reproduksi cendawan patogen melalui efek persaingan dan antibiotik. Keefektifan *B. subtilis* dalam menghambat reproduksi cendawan patogen dalam

mengendalikan penyakit pada berbagai tanaman menunjukkan hasil yang cukup signifikan. Pemanfaatan *B. subtilis* dalam pengendalian patogen tular tanah pada tanaman jagung telah banyak diteliti. Cavaglieri et al (2005) dalam suriani (2016) melaporkan bahwa *B. subtilis* dengan konsentrasi 10^8 dapat menghambat perkembangan *Fusarium verticillioides* hingga 98,55%, 10^7 sebesar 11,20% dan 10^6 sebesar 3,45% (dalam hasil penelitiannya). Hal ini menunjukkan perbedaan jumlah koloni bakteri mempengaruhi besaran daya hambat bakteri tersebut (Suriani. 2016).

Bacillus subtilis

Menurut (Paul de Vos, et. al. 2009) *B. subtilis* diklasifikasikan sebagai berikut :

Domain : Bacteria
Phylum : Firmicutes
Kelas : Bacilli
Ordo : Bacillales
Famili : Bacillaceae
Genus : Bacillus
Spesies : *Bacillus subtilis*

B. subtilis adalah bakteri antagonis yang dapat ditemukan di air, tanah, udara, dan residu tanaman yang telah membusuk . Beberapa spesies dari *Bacillus* sp. diketahui berpotensi sebagai agens hayati. *Bacillus* sp. dilaporkan efektif terhadap *Puccinia pelargonizionalis* penyebab penyakit karat pada pelargonium (Rytter et al., 2001), terhadap *Eutypa lata* penyebab penyakit mati pucuk pada anggur (Ferreira et al., 1991 dalam Suhardi et al., 2001), penyakit pustule daun kedelai yang disebabkan *Xanthomonas campestris* pv. *Glycines* (Salerno, 2003). Selain itu penggunaan *Bacillus* sp. mampu menekan penyakit bulai jagung yang

disebabkan oleh jamur patogen *Peronosclerospora sorghii* (Sadoma *et al.*, 2011). (Zainul. 2015).

B. subtilis merupakan bakteri gram positif, berbentuk batang, bersel satu, berukuran 0,5-2,5 μm x 1,2-10 μm , bereaksi katalase positif, bersifat aerob atau anaerob fakultatif, dan heterotroph. *B. subtilis* memiliki fisiologi yang berbeda dari bakteri lain yang bukan patogen, yakni mudah dimanipulasi secara genetika dan mudah pula dikembangkan pada skala industri. Bakteri antagonis ini dapat bertahan pada kondisi lingkungan tertentu, yakni pada suhu -5 sampai 75° C dengan tingkat keasaman (pH) antara 2-8 (Suriani. 2016).

Menurut Damordjati (1993) *B. subtilis* merupakan mikroba yang memiliki sifat antagonis dan memiliki kisaran aktivitas yang sangat luas. Keunggulan *B. subtilis* di banding bakteri lain adalah kemampuannya menghasilkan endospora yang tahan terhadap panas atau dingin, juga terhadap pH yang ekstrim, pestisida, pupuk dan waktu penyimpanan. *B. subtilis* merupakan salah satu genus yang sangat penting untuk pengendalian hayati pada permukaan daun disamping untuk penyakit pada perakaran maupun penyakit pasca panen. Bakteri ini sangat berpotensi karena mudah diformulasikan dan relatif dapat mengkolonisasi berbagai spesies tanaman (Fitri. 2005).

Papuangan (2009) disebutkan dalam penelitian Malinda (2013) Kemampuan *B. subtilis* dalam menghambat pertumbuhan jamur patogen ditandai dengan adanya zona hambatan disekitar daerah tumbuhnya hifa jamur yang menunjukkan adanya aktivitas hidrolisis oleh kitinase terhadap dinding sel jamur. Zona hambat ada yang terus bertambah dan ada juga yang terus berkurang. Hal ini disebabkan oleh jenis strain bakteri, jumlah senyawa antimikroba yang dihasilkan,

konsentrasi dan kualitas senyawa antimikroba, serta adanya mekanisme penghambatan yang berbeda dari jamur patogen (Malinda. 2013).

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu

Penelitian telah dilakukan di laboratorium Balai Besar Perbenihan Dan Proteksi Tanaman Perkebunan (BBPPTP). Jalan Asrama No.124, Helvetia, Sikambing Medan. Dilaksanakan pada 06 Maret sampai 05 Mei 2017.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah isolate bakteri *B.subtilis*, isolat jamur patogen penyakit gugur daun, PDA (*Potato Dextrose Agar*), NA (*Nutrition Agar*), NB (*Nutrition Broth*), *aquadest steril*, alkohol 96%, bayclean, kapas, tissue, metil *Red/Blue*, kertas label, kertas cakram, aluminium foil, plastic wrap, spiritus, dan air.

Alat yang digunakan adalah cawan petri, tabung reaksi, rak tabung reaksi, *Erlenmeyer*, *beaker glass*, gelas ukur, bunsen, hot plate, auto clave, *laminar air flow* (LAF), jarum ose, talam, *colony counter*, *hand sprayer*, pinset, gunting, *Hockey stick*, *mikropipet*, spatula, mikroskop, *objek glass/cover glass*, plastik tahan panas, spidol, penggaris, alat tulis.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial yang terdiri dari :

faktor 1 : konsentrasi *Bacillus subtilis* (B)

B₀ : Kontrol

B₁ : *Bacillus subtilis* konsentrasi 10⁶ cfu/ml.

B₂ : *Bacillus subtilis* konsentrasi 10⁸ cfu/ml.

B₃ : *Bacillus subtilis* konsentrasi 10¹⁰ cfu/ml.

faktor 2 : Patogen penyakit gugur daun (P)

P_1 : *Corynespora cassicola*

P_2 : *Colletotrichum gloeosporioides*

P_3 : *Helminthosporium heveae*

Model Linier dari rancangan yang digunakan :

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Keterangan :

Y_{ijk} : Nilai pengamatan dari faktor B (*B.subtilis*) taraf ke-I dan faktor P (Patogen Penyakit) taraf ke-j pada ulangan ke-k.

μ : Nilai tengah umum.

α_i : Pengaruh faktor B pada taraf ke-i.

β_j : Pengaruh faktor P pada taraf ke-j.

$(\alpha\beta)_{ij}$: Interaksi antara faktor B taraf ke-I dan faktor P taraf ke-j.

ϵ_{ijk} : Pengaruh galat faktor B taraf ke-I dan faktor P taraf ke-j pada ulangan ke-k.

Setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali. Jumlah ulangan diperoleh

dengan menggunakan rumus :

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

$$(12-1) (n-1) \geq 15$$

$$11 (n-1) \geq 15$$

$$11 (n-11) \geq 15$$

$$11 n \geq 26$$

$$n \geq 26/11$$

$$n \geq 2,363$$

n dibulatkan menjadi 3

Jumlah ulangan : 3 ulangan

Jumlah perlakuan :4 perlakuan

Jumlah keseluruhan :12 perlakuan

Maka didapat kombinasi sebagai berikut :

B₀P₁ B₀P₂ B₀P₃

B₁P₁ B₁P₂ B₁P₃

B₂P₁ B₂P₂ B₂P₃

B₃P₁ B₃P₂ B₃P₃

Pelaksanaan Penelitian

Sterilisasi Alat

Alat terlebih dahulu dicuci dengan *bayclean* atau Clorox 1% kemudian didiamkan selama 10 menit lalu dicuci bersih. Setelah itu disemprotkan dengan alkohol 96% kemudian di bungkus dengan menggunakan kertas. Setelah itu dimasukkan kedalam *autoklaf* pada suhu 120°C dengan tekanan 1 atm selama 60 menit.

Persiapan Bahan Patogen

Persiapan bahan patogen dilakukan dengan cara mengambil bagian tanaman yang terserang penyakit pada daun dengan dilihat gejala serangannya kemudian dipotong lalu dibungkus dengan kertas Koran.

Persiapan Media Biakan jamur

Bahan-bahan yang digunakan untuk media biakan jamur adalah PDA (*potato Dextrose Agar*) dalam bentuk granul (sintetis) dengan konsentrasi 39 g/liter air. PDA ditimbang sesuai kebutuhan kemudian di masukkan kedalam *Erlenmeyer* lalu di campur dengan air, aduk hingga homogen. *Erlenmeyer* kemudian ditutup menggunakan kapas dan aluminium foil. Media PDA kemudian

dimasukkan ke dalam autoklaf bersamaan dengan sterilisasi alat dengan suhu 121 °C selama \pm 1 jam. Media PDA yang telah disterilkan kemudian didinginkan hingga suhu 37 °C. Setelah itu media PDA dipindahkan ke dalam cawan petri dan dibiarkan hingga PDA mengeras. Media PDA yang telah mengeras siap digunakan.

Isolasi Patogen

Bagian daun tanaman yang sakit dipotong kemudian sterilisasi permukaan dengan alkohol 96% selama 10 detik, dan ditanam pada media PDA kemudian diinkubasikan selama 2x24 jam. Setelah miselium tumbuh diinokulasikan kembali pada media PDA baru sampai mendapatkan biakan murni (kurang lebih selama seminggu proses sampai dapat biakan murni).

Persiapan Bakteri

Bakteri *B. subtilis* diperoleh dari laboratorium Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) Marihat Siantar, kecamatan Siantar kabupaten Simalungun Sumatera Utara dalam bentuk agar miring pada media NA (*Nutrition Agar*) dalam keadaan baru.

Persiapan Media Biakan Bakteri

Media biakan bakteri yang digunakan pertama adalah NA (*Nutrient Agar*) dalam bentuk granule dengan takaran 28 g/L air. Dan NB (*Nutrient Broth*) dalam bentuk powder dengan takaran 13g/L air.

Pembuatan Suspensi Kerapatan Bakteri

Isolat bakteri di subkulturkan/di pindahkan kembali ke cawan petri yang sudah terdapat NA sebelumnya dengan cara digores dengan menggunakan jarum

ose bulat kemudian di inkubasi 24 jam. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan bakteri yang masih baru (Sunatmo, 2009).

Pembuatan suspensi dilakukan dengan cara memasukkan 1 mL aquadest steril kedalam cawan petri yang terdapat bakteri kemudian diambil dengan menggunakan jarum spuit sebanyak 1 mL lalu di pindahkan kedalam 1 tabung reaksi yang sudah terisi sebanyak 9 mL NB. Lalu di shaker selama 24 jam (Sunatmo, 2009).

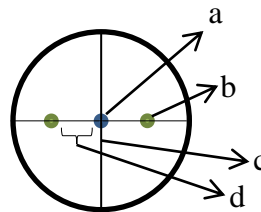
Perhitungan bakteri dilakukan dengan metode pengenceran berseri dengan menggunakan 10 tabung reaksi yang berisi 9 mL NB. Bakteri yang berumur 24 jam tersebut dipindahkan sebanyak 1 mL ke tabung reaksi pertama dengan menggunakan mikropipet lalu dihomogenkan dengan menggunakan vortex. Pengenceran dilakukan secara berurutan dengan cara yang sama yaitu ambil 1 mL dari tabung sebelumnya dan masukkan kedalam tabung reaksi yang kedua dan seterusnya sampai kesepuluh tabung reaksi terpenuhi. Selanjutnya pada hari yang sama dari masing-masing 10 tabung reaksi tersebut di ambil sebanyak 0,1 mL dan di masukkan kedalam petri yang sudah berisi NA lalu sebar dengan menggunakan *hockey stick* sampai kesat (± 15 menit). selanjutnya inkubasi selama 24 jam (Sunatmo, 2009).

Hasil inkubasi bakteri selama 24 jam dilakukan untuk perhitungan koloni bakteri dengan menggunakan *colony counter*. Tujuan perhitungan koloni dilakukan untuk mengetahui kerapatan bakteri tersebut (Sunatmo, 2009).

Inokulasi Bakteri Patogenitas Terhadap Jamur

Jamur di isolasi terlebih dahulu tepat di tengah cawan petri yang sudah berisi media PDA steril (4,5 cm dari sisi cawan petri).

Kertas cakram di rendam di dalam masing-masing suspensi bakteri dengan kerapatan yang berbeda (10^6 , 10^8 , 10^{10}) selama 15 menit. Setelah itu kertas cakram yang sudah direndam di letakkan pada cawan petri yang sudah terdapat jamur (2,25 cm jarak dengan jamur patogen) dengan metode *disk diffusion cakram* (tes Kirby dan Bauer).



gambar 4. Metode *disk diffusion cakram*. a. jamur patogen (4,5 cm);
 b. bakteri antagonis; c. diameter ukuran petri (9 cm);
 d. diameter jarak antara jamur dan bakteri (2,25 cm).

Parameter Pengamatan

Diameter Pertumbuhan Patogen

Pengukuran diameter pertumbuhan patogen dilakukan pada umur 2 hari setelah isolasi (HSI) sampai pada perlakuan kontrol memenuhi *petridish*. Pengukuran dilakukan setiap 48 jam dengan menggunakan alat penggaris. Pengukuran menggunakan satuan sentimeter (cm).

Persentase Daya hambatan Miselium

Perhitungan zona hambatan miselium patogen dengan menggunakan rumus pandey *et al.*, dalam Wasilah *et al.*, 2013 sebagai berikut :

$$ZH = \frac{a-b}{a} \times 100\%$$

Keterangan : ZH = zona hambatan

a = diameter miselium patogen pada kontrol

b = diameter miselium patogen pada perlakuan

Pengamatan Mikroskopis Bentuk Miselium Patogen

Pengamatan miselium patogen di lakukan dengan menggunakan mikroskop dengan pembesaran $10\times 100\ \mu\text{m}$ di hari terakhir pengamatan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Diameter Pertumbuhan Patogen

Data pengamatan diameter pertumbuhan patogen beserta sidik ragamnya dapat dilihat pada lampiran 6 – 12 HSI. Dari hasil analisa sidik ragam dapat dilihat bahwa perlakuan interaksi antara konsentrasi bakteri (B) dan jenis patogen (P) tidak berbeda nyata pada pengamatan 2 HSI dan berbeda sangat nyata pada hari pengamatan berikutnya. Untuk mengetahui perlakuan mana yang berbeda sangat nyata pada pengamatan diameter pertumbuhan patogen dapat dilakukan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*). hasilnya dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Diameter Pertumbuhan Patogen pada Interaksi Antara Perlakuan Konsentrasi Bakteri (B) dan Jenis Patogen (P).

Perlakuan	Pengamatan..... HSI (cm)						
	2	4	6	8	10	12	14
B ₀ P ₁	1.07	2.00 (D)	4.00 (BC)	4.50 (B)	6.00 (A)	8.00 (B)	8.97 (AB)
B ₁ P ₁	1.07	2.00 (D)	3.87 (D)	4.33 (BC)	4.67 (F)	5.03 (F)	5.27 (G)
B ₂ P ₁	1.00	2.00 (D)	3.77 (DE)	4.30 (D)	4.67 (F)	4.97 (F)	5.07 (HI)
B ₃ P ₁	1.00	2.00 (D)	3.67 (EF)	4.30 (D)	4.63 (FG)	4.93 (F)	5.03 (I)
B ₀ P ₂	1.03	2.00 (D)	3.30 (G)	4.30 (D)	4.80 (E)	5.33 (E)	5.80 (EF)
B ₁ P ₂	1.00	2.00 (D)	3.30 (G)	4.33 (C)	4.53 (GH)	5.00 (F)	5.30 (G)
B ₂ P ₂	1.00	2.00 (D)	3.07 (H)	3.77 (F)	4.50 (HI)	4.97 (F)	5.20 (GH)
B ₃ P ₂	1.00	2.00 (D)	3.10 (H)	4.03 (E)	4.37 (J)	4.93 (F)	5.13 (H)
B ₀ P ₃	1.53	3.93 (A)	4.30 (A)	4.70 (A)	5.60 (B)	8.60 (A)	9.00 (A)
B ₁ P ₃	1.53	3.53 (BC)	4.10 (B)	4.53 (B)	5.27 (C)	6.03 (C)	6.80 (C)
B ₂ P ₃	1.50	3.63 (B)	4.00 (BC)	4.47 (BC)	5.00 (D)	6.00 (D)	6.30 (D)
B ₃ P ₃	1.50	3.53 (BC)	4.00 (BC)	4.47 (BC)	4.73 (EF)	5.20 (E)	5.90 (E)

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang tidak sama pada kolom yang sama, berbeda sangat nyata pada taraf 1% menurut Uji Jarak Duncan (DMRT).

Pada Tabel 1 pengamatan 2 HSI menunjukkan angka terbaik pada B₂P₁, B₃P₁, B₁P₂, B₂P₂, B₃P₂ yaitu 1.00 cm tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya pada interaksi antara perlakuan konsentrasi bakteri dan jenis patogen.

Pada pengamatan 4 HSI menunjukkan angka terbaik pada B₀P₁ tidak berbeda nyata dengan B₁P₁, B₂P₁, B₃P₁, B₀P₂, B₁P₂, B₂P₂, B₃P₂ yaitu 2.00 cm dan berbeda sangat nyata dengan B₀P₃, B₁P₃, B₂P₃, B₃P₃.

Pada pengamatan 6 HSI menunjukkan angka terbaik pada B₂P₂ yaitu 3.07 cm tidak berbeda nyata dengan B₃P₂, dan berbeda sangat nyata dengan perlakuan lainnya.

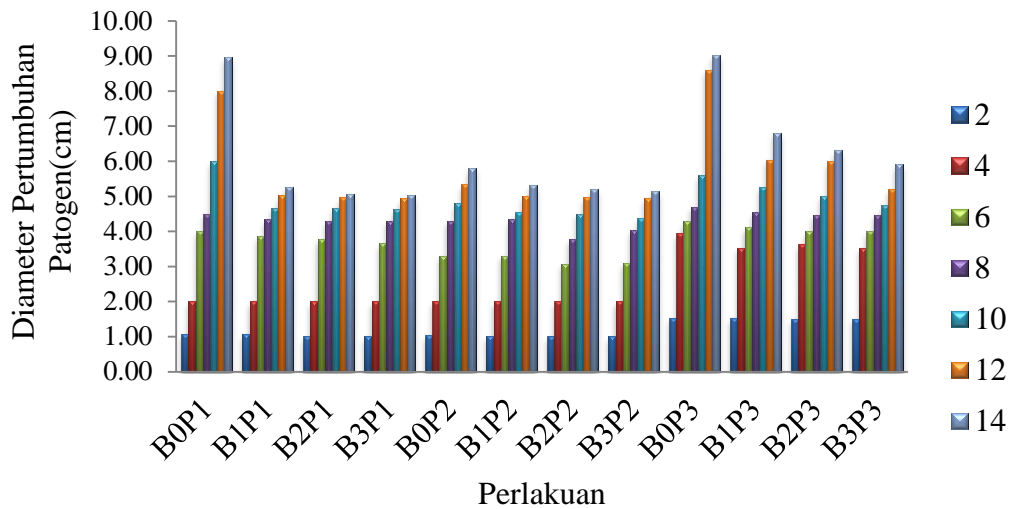
Pada pengamatan 8 HSI menunjukkan angka terbaik pada B₂P₂ yaitu 3.77 cm berbeda sangat nyata dengan perlakuan lainnya.

Pada pengamatan 10 HSI menunjukkan angka terbaik pada B₃P₂ yaitu 4.37 cm berbeda sangat nyata dengan perlakuan lainnya.

Pada pengamatan 12 HSI menunjukkan angka terbaik pada B₃P₂ yaitu 4.93 cm tidak berbeda nyata dengan B₁P₁, B₂P₁, B₃P₁, B₁P₂, B₂P₂ dan berbeda sangat nyata dengan perlakuan lainnya.

Pada pengamatan 14 HSI menunjukkan angka terbaik pada B₃P₁ yaitu 5.03 cm tidak berbeda nyata dengan B₂P₁, berbeda sangat nyata dengan perlakuan lainnya.

Histogram perbedaannya dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Histogram Diameter Pertumbuhan Patogen Pada Interaksi Antara Konsentrasi Bakteri (B) Dengan Jenis Patogen (P)

Hasil pengamatan 4 HSI menunjukkan angka terbaik adalah B₀P₁ tidak berbeda nyata dengan B₁P₁, B₂P₁, B₃P₁, B₀P₂, B₁P₂, B₂P₂, B₃P₂ yaitu 2.00 cm dan berbeda sangat nyata dengan B₀P₃, B₁P₃, B₂P₃, B₃P₃. Hal itu dikarenakan setiap jamur memiliki tingkat perkembangan yang berbeda-beda, seperti halnya B₀P₃, B₁P₃, B₂P₃, B₃P₃ yang merupakan jenis patogen *helminthosporium* yang memiliki tingkat perkembangan yang baik. Semangun 2008 dalam tulisannya menyatakan bahwa perkembangan jenis patogen ini tidak di pengaruhi oleh kelembaban. Sekali muncul di pembibitan, penyakit akan meluas dengan cepat tanpa tergantung dari cuaca, sehingga hampir tidak ada daun yang bebas dari serangannya. Oleh karena itu diduga menjadi alasan jenis patogen ini lebih cepat pertumbuhannya dari pada jenis patogen lainnya.

Hasil pengamatan 6 HSI menunjukkan angka terbaik adalah B₂P₂ yaitu 3.07 cm tidak berbeda nyata dengan B₃P₂ dan berbeda sangat nyata dengan B₁P₂ dan B₀P₂. Hal itu dikarenakan senyawa yang dihasilkan oleh bakteri tersebut mulai

menghambat perkembangan dari patogen. Khadim, 2014 menyatakan *Bacillus* mampu menghasilkan fitohormon secara tidak langsung yang mampu menghambat aktivitas patogen yaitu dengan menghasilkan senyawa berupa *subtilin* yang bersifat antibiotik.

Hasil pengamatan 8 HSI menunjukkan angka terbaik pada B₃P₂ yaitu 4.03 cm. hal ini berbeda dengan pengamatan sebelumnya yang menunjukkan angka terbaik pada B₂P₂. Hal ini dikarenakan semakin tinggi konsentrasi yang diberikan maka akan semakin besar hambatan pertumbuhan yang dihasilkan. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh suriani, 2016 yang menunjukkan hasil penelitiannya bahwa jumlah koloni bakteri mempengaruhi besaran daya hambatan bakteri tersebut.

Hasil pengamatan 10 HSI masih menunjukkan angka terbaik pada B₃P₂ yaitu 4.37 cm. namun pada pengamatan 12 HSI B₃P₂ tidak berbeda sangat nyata dengan B₂P₂, B₁P₂, B₃P₁, B₂P₁, B₁P₁. Hal ini diduga jamur tersebut melakukan perlawanan untuk bertahan hidup. B₃P₂ merupakan jenis patogen *Colletotrichum gloeosporoides* memiliki tingkat ketahanan yang cukup tinggi dimana sumangun, 2008 menjelaskan patogen ini merupakan penyakit karet yang paling luas penyebarannya, dapat tumbuh pada fase pembibitan sampai tanaman tua. Selain itu, patogen ini dapat menyerang semua bagian hijau tanaman karet termasuk buah.

Hasil pengamatan 14 HSI menunjukkan angka terbaik B₃P₁ yaitu 5.03 cm yang tidak berbeda nyata dengan B₃P₂. Hal ini diduga bahwa B₃P₁ yang merupakan jenis patogen *Corynespora cassiicola* mulai tidak mampu bertahan terhadap senyawa yang dihasilkan bakteri tersebut.

Persentase Daya hambatan Miselium

Data pengamatan persentase daya hambatan miselium beserta sidik ragamnya dapat dilihat pada lampiran 13 – 19 HSI. Dari hasil analisa sidik ragam dapat dilihat bahwa perlakuan interaksi antara konsentrasi bakteri (B) dan jenis patogen (P) tidak berbeda nyata pada pengamatan 2 HSI dan Berbeda sangat nyata pada pengamatan berikutnya. Untuk mengetahui perlakuan mana yang berbeda sangat nyata pada perlakuan persentase daya hambatan miselium dapat dilakukan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*). Hasilnya dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Diameter Persentase Daya Hambatan Miselium pada Interaksi Antara Perlakuan Konsentrasi Bakteri (B) dan Jenis Patogen (P).

Perlakuan	Pengamatan..... HSI (%)						
	2	4	6	8	10	12	14
B ₀ P ₁	0.00 (0.71)	0.00 (0.71C)	0.00 (0.71C)	0.00 (0.71C)	0.00 (0.71E)	0.42 (0.71D)	0.37 (0.71E)
B ₁ P ₁	0.00 (0.71)	1.67 (0.72C)	3.33 (0.73B)	2.96 (0.73B)	28.98 (0.89AB)	43.75 (0.97A)	49.44 (1.00A)
B ₂ P ₁	0.00 (0.71)	3.33 (0.73C)	4.17 (0.74A)	13.33 (0.80A)	33.89 (0.92A)	49.17 (1.00A)	53.53 (1.02A)
B ₃ P ₁	0.00 (0.71)	5.00 (0.74B)	5.43 (0.74A)	14.07 (0.80A)	35.00 (0.92A)	50.83 (1.00A)	55.01 (1.02A)
B ₀ P ₂	0.00 (0.71)	0.00 (0.71C)	0.00 (0.71C)	0.00 (0.71C)	0.00 (0.71E)	0.68 (0.71D)	0.00 (0.71E)
B ₁ P ₂	0.00 (0.71)	0.00 (0.71C)	3.03 (0.73B)	0.78 (0.71C)	10.42 (0.78CD)	2.75 (0.73C)	13.14 (0.79D)
B ₂ P ₂	0.00 (0.71)	0.00 (0.71C)	3.03 (0.73B)	2.33 (0.72B)	10.42 (0.78CD)	6.19 (0.75BC)	17.13 (0.82CD)
B ₃ P ₂	0.00 (0.71)	0.00 (0.71C)	3.03 (0.73B)	4.65 (0.74B)	14.58 (0.80C)	8.28 (0.76B)	18.28 (0.83C)
B ₀ P ₃	2.22 (0.72)	0.83 (0.71C)	0.00 (0.71C)	0.00 (0.71C)	0.60 (0.71E)	0.78 (0.71D)	0.00 (0.71E)
B ₁ P ₃	0.00 (0.71)	9.32 (0.77A)	6.98 (0.75A)	0.00 (0.71C)	19.64 (0.83B)	47.29 (0.99A)	47.78 (0.99B)
B ₂ P ₃	0.00 (0.71)	8.46 (0.76AB)	6.98 (0.75A)	2.13 (0.72B)	22.62 (0.85B)	48.84 (0.99A)	48.15 (0.99B)
B ₃ P ₃	4.31 (0.74)	8.46 (0.76AB)	6.98 (0.75A)	4.26 (0.74B)	22.62 (0.85B)	49.22 (1.00A)	48.89 (0.99B)

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang tidak sama pada kolom yang sama, berbeda nyata pada taraf 1% menurut Uji Jarak Duncan (DMRT). Angka didalam kurung hasil dari transformasi $\sqrt{y+0.5}$

Hasil pengamatan 2 HSI menunjukkan angka terbaik pada B₀P₁, B₁P₁, B₂P₁, B₃P₁, B₀P₂, B₁P₂, B₃P₂, B₁P₃, B₂P₃ yaitu 0.00% tidak berbeda nyata pada interaksi antara perlakuan konsentrasi bakteri dengan jenis patogen.

Hasil pengamatan 4 HSI menunjukkan angka terbaik pada B₁P₃ yaitu 9.32% tidak berbeda nyata dengan B₂P₃, B₃P₃ dan berbeda nyata dengan B₃P₁. Sedangkan dengan nilai terendah B₀P₁ yaitu 0.00% berbeda sangat nyata dan juga B₁P₁, B₂P₁, B₀P₂, B₁P₂, B₂P₂, B₃P₂, B₀P₃.

Hasil pengamatan 6 HSI menunjukkan angka terbaik pada B₁P₃, B₂P₃, B₃P₃ yaitu 6.98% tidak berbeda nyata dengan B₂P₁, B₃P₁ dan berbeda sangat nyata dengan B₀P₁, B₁P₂, B₂P₂, B₃P₂ sedangkan dengan B₀P₂, B₀P₃ yang merupakan nilai terendah berbeda sangat nyata.

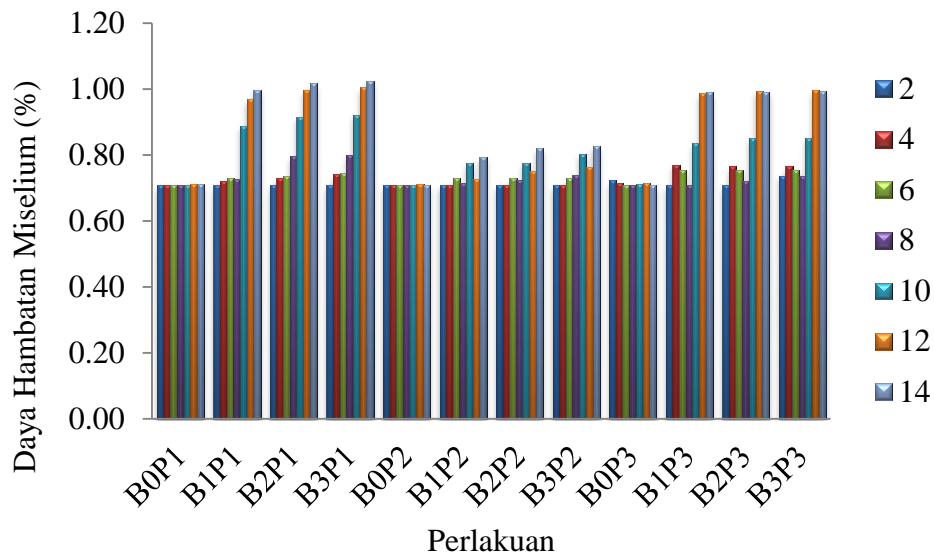
Hasil pengamatan 8 HSI menunjukkan nilai terbaik pada B₃P₁ yaitu 14.07% tidak berbeda nyata dengan B₂P₁ dan berbeda sangat nyata dengan B₁P₁, B₂P₂, B₃P₂, B₂P₃, B₃P₃. Sedangkan dengan B₀P₁, B₀P₂, B₁P₂, B₀P₃, B₁P₃ yang merupakan nilai terendah yaitu 0.00% berbeda sangat nyata.

Hasil pengamatan 10 HSI menunjukkan nilai terbaik pada B₃P₁ yaitu 35.00% tidak berbeda nyata dengan B₁P₁, B₂P₁ dan berbeda sangat nyata dengan B₁P₃, B₂P₃, B₃P₃. Sedangkan dengan B₀P₁, B₀P₂, yang merupakan nilai terendah yaitu 0.00% sangat berbeda nyata dan juga B₁P₂, B₂P₂, B₃P₂, B₀P₃.

Hasil pengamatan 12 HSI menunjukkan nilai terbaik pada B₃P₁ yaitu 50.83% tidak berbeda nyata dengan B₁P₁, B₂P₁, B₃P₁, B₁P₃, B₂P₃, B₃P₃ dan berbeda sangat nyata dengan B₃P₂. Sedangkan pada B₀P₁ yang merupakan nilai terendah yaitu 0.42% berbeda sangat nyata dan juga pada B₀P₂, B₁P₂, B₂P₂, B₀P₃.

Hasil pengamatan 14 HSI menunjukkan nilai terbaik pada B₃P₁ yaitu 55.01% tidak berbeda nyata dengan B₁P₁, B₂P₁ dan berbeda sangat nyata dengan B₁P₃, B₂P₃, B₃P₃. Sedangkan dengan B₀P₂, B₀P₃ yang merupakan nilai terendah yaitu 0.00% sangat berbeda nyata dan juga pada B₀P₁, B₁P₂, B₂P₂, B₃P₂.

Histogram perbedaannya dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Histogram Persentase Daya Hambatan Miselium Pada Interaksi Antara Konsentrasi Bakteri (B) Dengan Jenis Patogen (P)

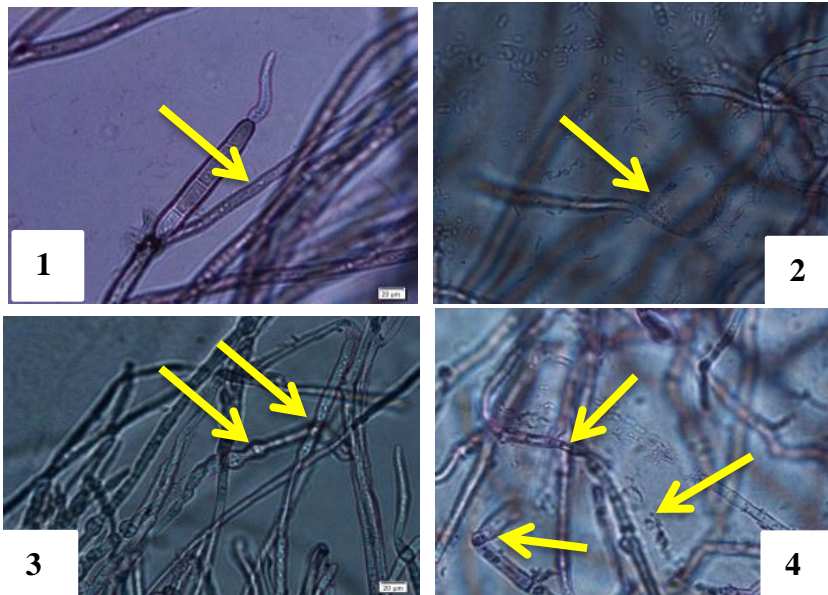
Hasil pengamatan pada 4 HSI menunjukkan persentase terbaik pada perlakuan B₁P₃ tidak berbeda sangat nyata dengan B₂P₃, B₃P₃ tetapi berbeda sangat nyata dengan B₀P₃ dan perlakuan lainnya. Hal ini dikarena perbedaan tingkat pertumbuhan patogen dimana pertumbuhan *Helminthosporium* lebih cepat dibandingkan dengan pertumbuhan lainnya. Semangun 2008 dalam tulisannya mengatakan, perkembangan *Helminthosporium* tidak banyak dipengaruhi oleh kelembaban, sekali muncul di pembibitan penyakit akan meluas dengan cepat tanpa tergantung dari cuaca. Ini yang menyebabkan pertumbuhan *Helminthosporium* lebih cepat dari pertumbuhan lainnya. Dari data di atas diketahui B₀P₃ berbeda sangat nyata dengan B₁P₃, B₂P₃, B₃P₃. Hal itu dikarenakan pada jenis patogen ini

sudah terjadi kontak dengan bakteri, sehingga sudah mulai terlihat daya hambatan yang di hasilkan oleh bakteri. Kitin yang merupakan komponen utama dinding sel jamur dapat di degradasi oleh enzim kitinase. Budiani. 2014 menerangkan *Bacillus* termasuk kedalam kelompok bakteri kitinolitik yang mampu menghasilkan enzim kitinase untuk menguraikan zat kitin. Kitinase adalah enzim yang dapat mendegradasi dinding sel jamur yang tersusun atas suatu polimer polisakarida menjadi N-asetilglukosamin.

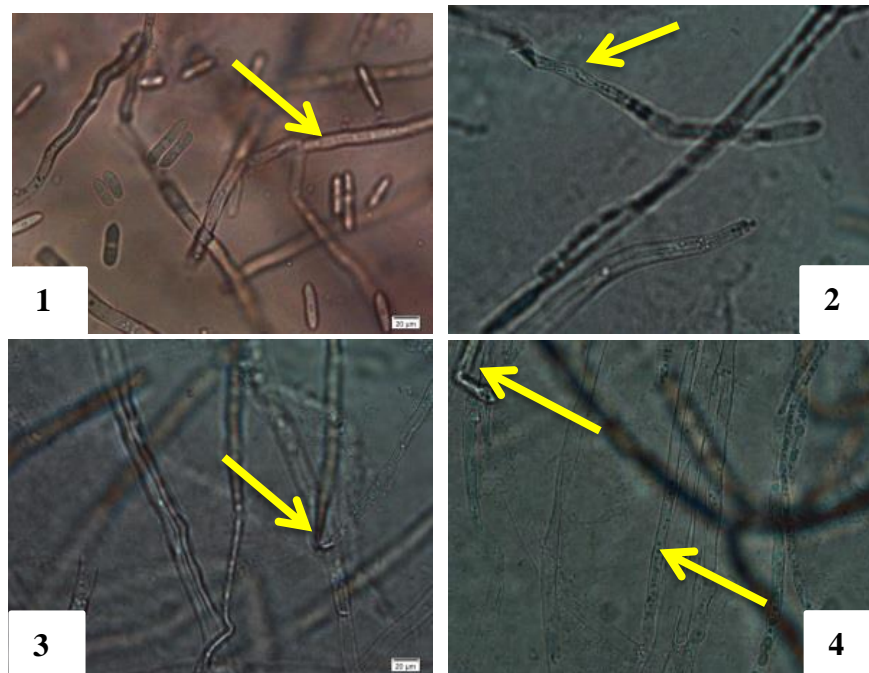
Hasil pengamatan 6 HSI menunjukkan persentase terbaik pada perlakuan B₃P₁ yaitu 5.43% tidak berbeda sangat nyata dengan B₂P₁, B₁P₃, B₂P₃, B₃P₃. Hal ini menunjukkan P₁ yang merupakan jenis patogen *Corynespora cassiicola* sudah mulai terjadi kontak dengan bakteri, sehingga daya hambatan terjadi. Jika dibandingkan B₂P₁, B₃P₁ dengan B₁P₁ hasilnya berbeda sangat nyata. Hal ini dikarenakan perbedaan konsentrasi yang diberikan mempengaruhi daya hambatan yang terjadi. Papuangan (2009) dalam penelitian Malinda 2013 mengatakan jenis strain bakteri, jumlah senyawa antimikroba yang dihasilkan, konsentrasi dan kualitas senyawa antimikroba, serta adanya mekanisme penghambatan yang berbeda dari jamur patogen menentukan bertambah dan berkurangnya penghambatan yang berbeda dari jamur. Tetapi pada 8 HSI B₃P₁ berbeda sangat nyata dengan B₁P₃, B₂P₃, B₃P₃. Hal ini diduga jenis patogen ini melakukan perlawanan untuk bertahan yang merupakan sifat alamiah makhluk hidup. Walaupun pada akhir pengamatan 14 HSI persentase terbaik terjadi pada B₃P₁ yaitu 55.01% yang tidak berbeda nyata dengan B₂P₁ yaitu 53.53%.

Pengamatan Mikroskopis Bentuk Miselium Patogen

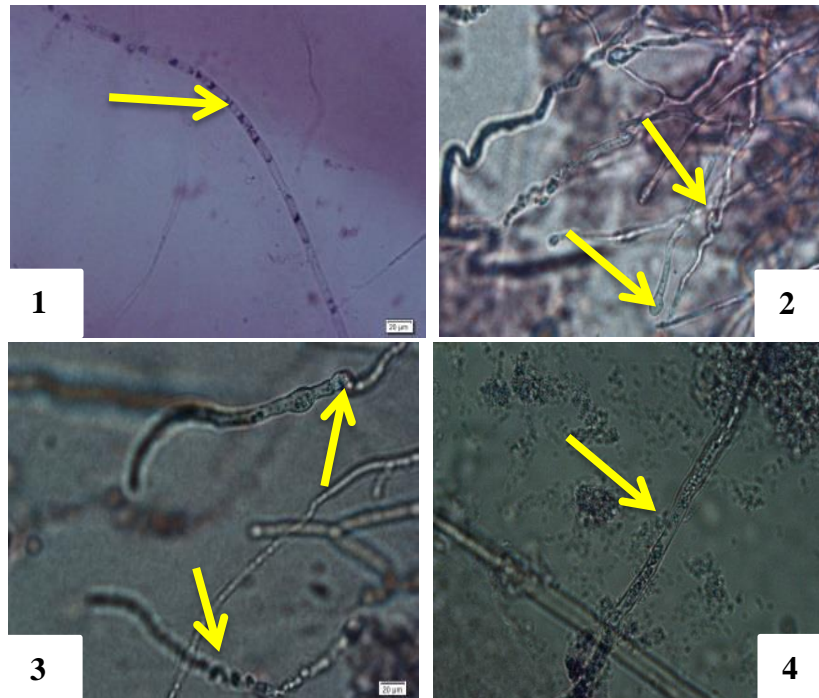
Corynespora cassiicola



Colletotrichum gloeosporoides



Helminthosporium heveae



Gambar 7. (1) kontrol, (2) kerapatan 10^6 cfu/ml, (3) kerapatan 10^8 cfu/ml, (4) kerapatan 10^{10} cfu/ml.
Sumber Penelitian

Hasil pengamatan bentuk miselium menunjukkan adanya perubahan bentuk normal pada kontrol (1) menjadi mengkeriting, membengkak, mengecil, bengkok, patah dan lisis akibat terjadinya degradasi dinding sel jamur oleh senyawa enzim yang dihasilkan *B. subtilis*.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. *Bacillus subtilis* efektif menghambat pertumbuhan patogen *Corynespora cassicola* pada konsentrasi 10^{10} cfu/ml dengan daya hambatan sebesar 55.01%.
2. Pengamatan secara mikroskopis mengakibatkan kerusakan akibat dari *Bacillus subtilis* yaitu menunjukkan bentuk miselium abnormal seperti terjadi pembengkakan, membengkok, mengkerut, keriting, mengecil dan lisis pada setiap perlakuan.

Saran

Setelah diketahui adanya kemampuan bakteri ini dalam menghambat pertumbuhan patogen penyakit gugur daun tanaman karet (*H.brassiliensis*). Maka selanjutnya dapat dilakukan dengan menaikkan tingkat konsentrasi bakteri untuk mendapatkan daya hambatan pertumbuhan yang lebih baik terhadap patogen penyakit gugur daun tanaman karet (*H.brassiliensis*).

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul mazid. dkk. 2011. Hubungan Jumlah Konidia di Udara Dengan keparahan Penyakit Gugur Daun *Colletotrichum* pada Lima Klon Karet Eksperimental di BPP Sembawa. Jurnal Rafflesia. Vol.17.no.1.Januari 2011.hal362.ISSN 1411-2434.
- Abdul rahman. dkk. 2013. Efektifitas Limbah Cair Pertanian sebagai Media Perbanyak dan Formulasi *Bacillus subtilis* sebagai Agens Hayati Patogen Tanaman. Jurnal Agroteknos. November1013. Vol.3.No.3. Hal 144-151. ISSN 2087- 7706.
- Achmad fauzi. 2008. Kesesuaian Lahan Tanaman Karet (*Hevea brasiliensis*) Berdasarkan Aspek Agroklimat di Sulawesi Tenggara. Skripsi 2008. Departemen Geofisika Dan Meteorologi. Fakultas Matematika Dan Ilmu pengetahuan Alam. Institut Pertanian Bogor.
- Andi prahmono. dkk. 2013. panduan budidaya karet untuk petani skala kecil. Rubber cultivation guide for small-scale farmers. Lembar informasi Agrofor center (ICRAF) southeast asia regional program.
- Badan Penelitian Dan Pengembangan Pertanian. 2007. Prospek dan Arah Pengembangan Agribisnis Karet Edisi kedua. Departemen pertanian 2007.
- Balai penelitian Tanaman Hias. 2017. Jalan Raya Ciherang Segunung. Pacet-Cianjur 43253.
- Djakfar, Z.R. dan Suparman. 2006. Uji Kerentanan Daun Karet terhadap Jamur *Corynespora cassiicola*. Balai Penelitian Karet Sembawa, Banyuasin Sumatera Selatan. Tanaman Tropika 9(2) 102-109. Oktober 2006. ISSN:1410-7368.
- Dirmawati, S.R. 1985. Pengamatan Penting Karet (*Hevea brasiliensis* Muell.Arg) dan Usaha Pengendaliannya di Perkebunan Ngobo.PTP XVIII (Persero). Laporan Praktek Kerja Lapangan. 1985. Institut Pertanian Bogor. Semarang-Jawa Tengah.
- Effendi wibowo dan Fitri yuniarti. 2013. Perkembangan Serangan *colletotrichum sp* pada Tanaman Karet Triwulan II tahun 2013 di Wilayah Kerja BBPPTP Surabaya.
- Fatma. Nurhayati. dan Idrus, M.A. 2010. Ketahanan Enam Klon Karet Terhadap Infeksi *Corynespora cassiicola* Penebab Penyakit Gugur Daun. Vol.10, No.1 : 47-51. Maret 2010.J.HPT Tropika. ISSN 1411-7525.

- Fitri, F.K. 2005. Peningkatan Peran Bakteri *Bacillus subtilis* untuk Mengendalikan Penyakit Antraknosa (*Colletotrichum capsici*) pada Cabai Merah dengan Penambahan Tepung. Karya Tulis Ilmiah (Skripsi). Juni 2005. Departemen Pendidikan Nasional. Universitas Jember Fakultas Pertanian.
- Harni, R dan Amalia, W. 2012. Potensi Bakteri Kitinolitik Untuk Mengendalikan Penyakit Busuk Pangkal Batang Lada (*Phytophthora capsici*). Balai Penelitian Tanaman Industri Dan Penyegar. Buletin RISTRI. Vol3(1)2012.
- Khadim M, P.A. dkk. 2014. Efektivitas Beberapa Isolat *Bacillus spp* Untuk Mengendalikan Patogen Jamur *Rhizoctonia solani* Pada Tanaman Kedelai. *Berkala Ilmiah Pertanian* 1(1):xx-xx
- Lindung, Ir. MP. Teknik Pengendalian Hama Penyakit Tanaman Karet. Modul Teknik Pengendalian Hama & Penyakit Tanaman Karet. Kode : BUN-KAR-01b/LN. Penyuluh Pertanian.
- Malinda, N. dkk. 2013. Penghambatan Serangan *Sclerotium rolfsii* Penyebab Rebah Kecambah pada Kedelai Dengan Bakteri Kitinolitik. *Jurnal Saintia Biologi*. Fakultas MIPA. Universitas Sumatera Utara. Vol 52-58. 2013.
- Nurhaimi. 2006. Ekspresi Gen-gen Responsif Terhadap *Corynespora cassiicola* pada Tanaman Karet (*Hevea brasiliensis* Muell.Arg). Disertasi pada Program Studi Agronomi. Institut Pertanian Bogor.
- Rafael sibagariang. dkk. 2013. Analisis Produktifitas Tanaman Karet (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) di Distrik Tapanuli Selatan PT. Perkebunan Nusantara III (Persero). *Agrica (Jurnal Aribisnis Sumatera Utara)* Vol.1 No.1/juli 2013. ISSN No:1979-8164.
- Semangun, H. 2001. Penyakit-penyakit Tanaman Perkebunan di Indonesia. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Semangun, H. 2008. Penyakit-penyakit Tanaman Perkebunan di Indonesia. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Sunatmo, T.I. 2009. Eksperimen Mikrobiologi dalam Laboratorium. Departemen Biologi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Institut Pertanian Bogor. Penerbit Ardy Agency. Jakarta. 2009.
- Suriani dan Muis Amran. 2016. Prospek *Bacillus Subtilis* Sebagai Agen Pengendalian Patogen Tular Tanah Pada Tanaman Jagung. *J litbang pert.* Vol.35 No.1. Maret 2016 : 3745. Balai Penelitian Tanaman Serelia.
- Suryadi yadi. dkk. 2012. Keefektifitasan Formulasi *Burkholderia cepacia* Isolat E76 Terhadap *Rhizoctonia solani* pada Pertumbuhan Tanaman Padi di

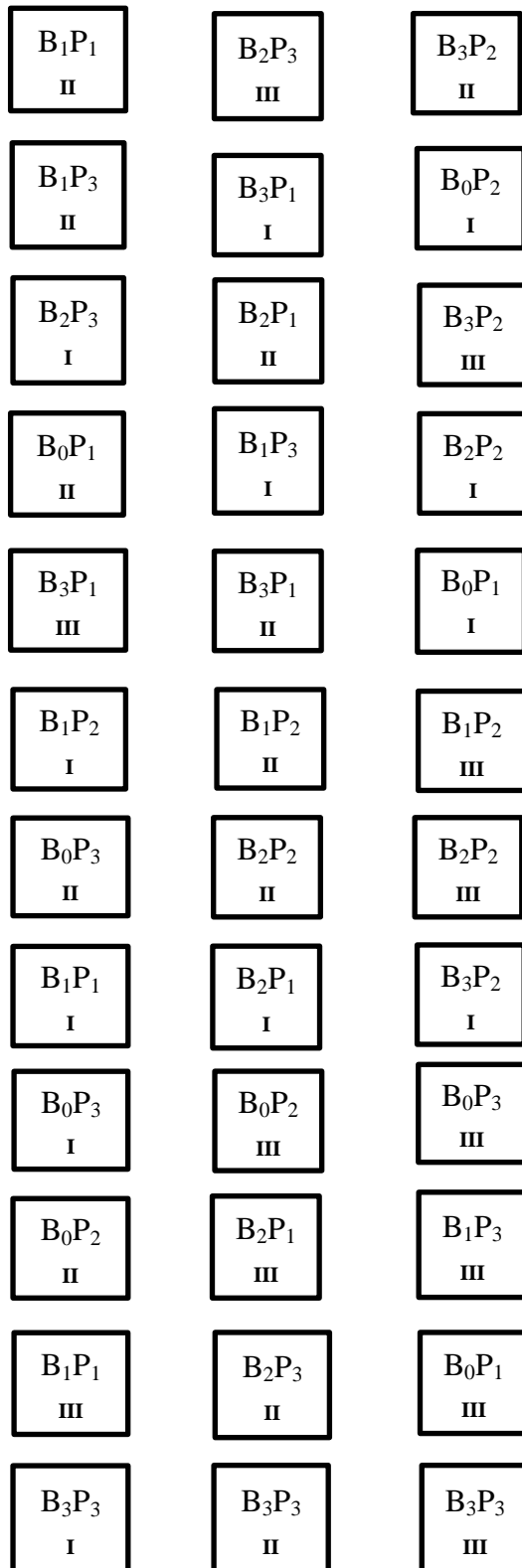
Laboratorium. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian. Jurnal Agrotropika 17(2): 39-42, Juli-Desember 2012.

Utamy, S.P. 2016. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Kitinolitik Asal Sungai Pohara Sulawesi Tenggara Serta Optimasi Produksi Enzim Kitinase. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Halu Oleo. Kendiri. 2016.

Wartono. Giyanto. dan Kikin, H.M. 2014. Efektifitas Formulasi Spora *Bacillus subtilis* B12 Sebagai Agen Pengendalian hayati Penyakit Hawar Daun Bakteri pada Tanaman Padi. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian. Institut Pertanian Bogor.

Zainul abidin. Luqman, Q.A. dan Abdul, L.A. 2015. Pengaruh Bakteri *Bacillus* sp dan *Pseudomonas* sp Terhadap Pertumbuhan Jamur Patogen *Sclerotium rolfsii* Sacc. Penyebab Penyakit Rebah Semai Pada Tanaman Kedelai. Januari 2015. Jurnal HPT Volume 3 Nomor 1. ISSN : 2338-4336.

Lampiran 1. Bagan Penelitian



Keterangan :

B₀ : kontrol

B₁ : konsentrasi 10⁶ cfu/ml

B₂ : konsentrasi 10⁸ cfu/ml

B₃ : konsentrasi 10¹⁰ cfu/ml




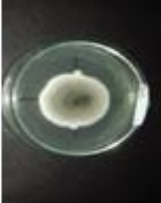
























P₁ : *Corynespora cassiicola*

P₂ : *Colletotrichum gloeosporoides*





























P₃ : *Helminthosporium heveae*

I, II, III : Ulangan






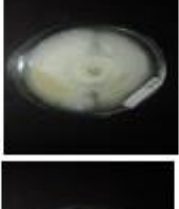






















Lampiran 2. Pertumbuhan Miselium Patogen *Corynespora cassicola*

Perlakuan	HSI.....						
	2	4	6	8	10	12	14
B ₀							
B ₁							
B ₂							
B ₃							

Lampiran 3. Pertumbuhan Miselium Patogen *Colletotrichum glaeosporoides*

Perlakuan	HSL.....						
	2	4	6	8	10	12	14
B ₀							
B ₁							
B ₂							
B ₃							

Lampiran 4. Pertumbuhan Miselium Patogen *Helminthosporium heveae*

Perlakuan	HSI.....						
	2	4	6	8	10	12	14
30							
31							
32							
33							

Lampiran 5. Perhitungan Bakteri Dengan Menggunakan Metode Cawan Sebar

No	Kerapatan	Suspensi									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	10^6 cfu/ml	TBUD	312	133	48	-	-	-	-	-	-
2	10^8 cfu/ml	TBUD	316	305	300	165	73	-	-	-	-
3	10^{10} cfu/ml	TBUD	TBUD	298	278	250	187	154	35	-	-

keterangan

TBUD : Terlalu Banyak Untuk diHitung

TSUD : Terlalu Sedikit Untuk Dihitung

Lampiran 6. Diameter Pertumbuhan Patogen 2 HSI

Perlakuan	Ulangan			Σ	Rataan
	I	II	III		
B₀P₁	1.00	1.10	1.10	3.20	1.07
B₁P₁	1.00	1.10	1.10	3.20	1.07
B₂P₁	1.00	1.00	1.00	3.00	1.00
B₃P₁	1.00	1.00	1.00	3.00	1.00
B₀P₂	1.00	1.10	1.00	3.10	1.03
B₁P₂	1.00	1.00	1.00	3.00	1.00
B₂P₂	1.00	1.00	1.00	3.00	1.00
B₃P₂	1.00	1.00	1.00	3.00	1.00
B₀P₃	1.50	1.50	1.60	4.60	1.53
B₁P₃	1.50	1.60	1.50	4.60	1.53
B₂P₃	1.50	1.50	1.50	4.50	1.50
B₃P₃	1.50	1.50	1.50	4.50	1.50
Total	14.00	14.40	14.30	42.70	
Rataan	1.17	1.20	1.19		1.19

Daftar Sidik Ragam Diameter Pertumbuhan Patogen

SK	DB	JK	KT	F. Hit	F. Tabel 0.01
Perlakuan	11	1.99	0.18	130.24**	2.09
B	3	0.01	0.00	3.40tn	4.72
P	2	1.97	0.99	709.40**	5.61
B x P	6	0.00	0.00	0.60tn	3.67
Galat	24	0.03	0.00		
Total	46				

tn : Tidak Nyata
 ** : Sangat Nyata
 KK : 3.14 %

Lampiran 7. Diameter Pertumbuhan Patogen 4 HSI

Perlakuan	Ulangan			Σ	Rataan
	I	II	III		
B ₀ P ₁	2	2	2	6	2.00
B ₁ P ₁	2	2	2	6	2.00
B ₂ P ₁	2	2	2	6	2.00
B ₃ P ₁	2	2	2	6	2.00
B ₀ P ₂	2	2	2	6	2.00
B ₁ P ₂	2	2	2	6	2.00
B ₂ P ₂	2	2	2	6	2.00
B ₃ P ₂	2	2	2	6	2.00
B ₀ P ₃	3.9	4	3.9	11.8	3.93
B ₁ P ₃	3.5	3.7	3.4	10.6	3.53
B ₂ P ₃	3.6	3.8	3.5	10.9	3.63
B ₃ P ₃	3.6	3.6	3.4	10.6	3.53
Total	30.60	31.10	30.20	91.90	
Rataan	2.55	2.59	2.52		2.55

Daftar Sidik Ragam Diameter Pertumbuhan Patogen

SK	DB	JK	KT	F. Hit	F. Tabel 0.01
Perlakuan	11	22.32	2.03	384.51**	2.09
B	3	0.11	0.04	6.79**	4.72
P	2	22.00	11.00	2084.26**	5.61
B x P	6	0.21	0.04	6.79**	3.67
Galat	24	0.13	0.01		
Total	46				

** : Sangat Nyata

KK : 2.85 %

Lampiran 8. Diameter Pertumbuhan Patogen 6 HSI

Perlakuan	Ulangan			Σ	Rataan
	I	II	III		
B₀P₁	4	4	4	12	4.00
B₁P₁	3.9	3.8	3.9	11.6	3.87
B₂P₁	3.8	3.8	3.7	11.3	3.77
B₃P₁	3.7	3.7	3.6	11	3.67
B₀P₂	3.3	3.3	3.3	9.9	3.30
B₁P₂	3.3	3.3	3.3	9.9	3.30
B₂P₂	3.1	3	3.1	9.2	3.07
B₃P₂	3.2	3	3.1	9.3	3.10
B₀P₃	4.3	4.3	4.3	12.9	4.30
B₁P₃	4.1	4.1	4.1	12.3	4.10
B₂P₃	4	4	4	12	4
B₃P₃	4	4	4	12	4
Total	44.70	43.30	44.40	133.40	
Rataan	3.73	3.69	3.70		3.71

Daftar Sidik Ragam Diameter Pertumbuhan Patogen

SK	DB	JK	KT	F. Hit	F. Tabel 0.01
Perlakuan	11	5.71	0.52	267.06**	2.09
B	3	0.46	0.15	78.67**	4.72
P	2	5.21	2.60	1339.00**	5.61
B x P	6	0.05	0.01	3.95**	3.67
Galat	24	0.05	0.00		
Total	46				

** : Sangat Nyata

KK : 1.19%

Lampiran 9. Diameter Pertumbuhan Patogen 8 HSI

Perlakuan	Ulangan			Σ	rataan
	I	II	III		
B₀P₁	4.5	4.5	4.5	13.5	4.50
B₁P₁	4.3	4.3	4.4	13	4.33
B₂P₁	4.3	4.3	4.3	12.9	4.30
B₃P₁	4.3	4.3	4.3	12.9	4.30
B₀P₂	4.3	4.3	4.3	12.9	4.30
B₁P₂	4.3	4.4	4.3	13	4.33
B₂P₂	3.7	3.9	3.7	11.3	3.77
B₃P₂	4	4.1	4	12.1	4.03
B₀P₃	4.7	4.7	4.7	14.1	4.70
B₁P₃	4.5	4.6	4.5	13.6	4.53
B₂P₃	4.5	4.5	4.4	13.4	4.47
B₃P₃	4.5	4.5	4.4	13.4	4.47
Total	51.90	52.40	51.80	156.10	
Rataan	4.33	4.37	4.32		4.34

Daftar Sidik Ragam Diameter Pertumbuhan Patogen

SK	DB	JK	KT	F. Hit	F. Tabel 0.01
Perlakuan	11	1.96	0.18	64.03**	2.09
B	3	0.55	0.18	65.70**	4.72
P	2	1.14	0.57	204.40**	5.61
B x P	6	0.27	0.05	16.40**	3.67
Galat	24	0.07	0.00		
Total	46				

** : Sangat Nyata

KK : 1.22%

Lampiran 10. Diameter Pertumbuhan Patogen 10 HSI

Perlakuan	Ulangan			Σ	Rataan
	I	II	III		
B₀P₁	6	6	6	18	6.00
B₁P₁	4.7	4.6	4.7	14	4.67
B₂P₁	4.7	4.6	4.7	14	4.67
B₃P₁	4.7	4.6	4.6	13.9	4.63
B₀P₂	4.8	4.8	4.8	14.4	4.80
B₁P₂	4.5	4.6	4.5	13.6	4.53
B₂P₂	4.5	4.5	4.5	13.5	4.50
B₃P₂	4.3	4.4	4.4	13.1	4.37
B₀P₃	5.6	5.6	5.6	16.8	5.60
B₁P₃	5.2	5.3	5.3	15.8	5.27
B₂P₃	5	5	5	15	5.00
B₃P₃	4.7	4.7	4.8	14.2	4.73
Total	58.70	58.70	58.90	176.30	
Rataan	4.89	4.89	4.91		4.90

Daftar Sidik Ragam Diameter Pertumbuhan Patogen

SK	DB	JK	KT	F. Hit	F. Tabel 0.01
Perlakuan	11	7.92	0.72	370.43**	2.09
B	3	4.16	1.39	713.67**	4.72
P	2	2.32	1.16	596.71**	5.61
B x P	6	1.44	0.24	123.38**	3.67
Galat	24	0.05	0.00		
Total	46				

** : Sangat Nyata

KK : 0.90%

Lampiran 11. Diameter Pertumbuhan Patogen 12 HSI

Perlakuan	Ulangan			Σ	rataan
	I	II	III		
B ₀ P ₁	8	8	8	24	8.00
B ₁ P ₁	5	5.1	5	15.1	5.03
B ₂ P ₁	4.9	5	5	14.9	4.97
B ₃ P ₁	4.9	4.9	5	14.8	4.93
B ₀ P ₂	5.3	5.3	5.4	16	5.33
B ₁ P ₂	5	5	5	15	5.00
B ₂ P ₂	5	5	4.9	14.9	4.97
B ₃ P ₂	5	4.9	4.9	14.8	4.93
B ₀ P ₃	8.6	8.6	8.6	25.8	8.60
B ₁ P ₃	6.1	6	6	18.1	6.03
B ₂ P ₃	6	6	6	18	6.00
B ₃ P ₃	5.1	5.3	5.2	15.6	5.20
Total	68.90	69.10	69.00	207.00	
Rataan	5.74	5.76	5.75		5.75

Daftar Sidik Ragam Diameter Pertumbuhan Patogen

SK	DB	JK	KT	F. Hit	F. Tabel 0.01
Perlakuan	11	52.32	4.76	1712.40**	2.09
B	3	29.83	9.94	3580.13**	4.72
P	2	11.77	5.88	2117.70**	5.61
B x P	6	10.72	1.79	643.43**	3.67
Galat	24	0.07	0.00		
Total	46				

** : Sangat Nyata

KK : 0.92%

Lampiran 12. Diameter Pertumbuhan Jamur Patogen 14 HSI

Perlakuan	Ulangan			Σ	rataan
	I	II	III		
B₀P₁	9	9	8.9	26.9	8.97
B₁P₁	5.3	5.2	5.3	15.8	5.27
B₂P₁	5	5.1	5.1	15.2	5.07
B₃P₁	5	5	5.1	15.1	5.03
B₀P₂	5.8	5.8	5.8	17.4	5.80
B₁P₂	5.3	5.3	5.3	15.9	5.30
B₂P₂	5.2	5.2	5.2	15.6	5.20
B₃P₂	5.2	5.1	5.1	15.4	5.13
B₀P₃	9	9	9	27	9.00
B₁P₃	6.7	6.8	6.9	20.4	6.80
B₂P₃	6.2	6.4	6.3	18.9	6.30
B₃P₃	5.8	6	5.9	17.7	5.90
Total	73.50	73.90	73.90	221.30	
Rataan	6.13	6.16	6.16		6.15

Daftar Sidik Ragam Diameter Pertumbuhan Patogen

SK	DB	JK	KT	F. Hit	F. Tabel 0.01
Perlakuan	11	67.64	6.15	1581.11**	2.09
B	3	38.67	12.89	3314.36**	4.72
P	2	16.24	8.12	2088.50**	5.61
B x P	6	12.73	2.12	545.36**	3.67
Galat	24	0.09	0.00		
Total	46				

** : Sangat Nyata

KK : 1.01%

Lampiran 13. Persentase Daya Hambatan Miselium 2 HSI

Perlakuan	Ulangan			Σ	Rataan
	I	II	III		
B₀P₁	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
B₁P₁	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
B₂P₁	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
B₃P₁	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
B₀P₂	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
B₁P₂	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
B₂P₂	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
B₃P₂	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
B₀P₃	6.67%	0.00%	0.00%	6.67%	2.22%
B₁P₃	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
B₂P₃	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
B₃P₃	0.00%	6.67%	6.25%	12.92%	4.31%
Total	0.07	0.07	0.06	0.20	
Rataan	0.01	0.01	0.01		0.01

Transformasi ($\sqrt{p + 0.5}$) Persentase Daya Hambatan Miselium 2 HSI

Perlakuan	Ulangan			Σ	Rataan
	I	II	III		
B₀P₁	0.71	0.71	0.71	2.12	0.71
B₁P₁	0.71	0.71	0.71	2.12	0.71
B₂P₁	0.71	0.71	0.71	2.12	0.71
B₃P₁	0.71	0.71	0.71	2.12	0.71
B₀P₂	0.71	0.71	0.71	2.12	0.71
B₁P₂	0.71	0.71	0.71	2.12	0.71
B₂P₂	0.71	0.71	0.71	2.12	0.71
B₃P₂	0.71	0.71	0.71	2.12	0.71
B₀P₃	0.75	0.71	0.71	2.17	0.72
B₁P₃	0.71	0.71	0.71	2.12	0.71
B₂P₃	0.71	0.71	0.71	2.12	0.71
B₃P₃	0.71	0.75	0.75	2.21	0.74
Total	8.53	8.53	8.53	25.59	
Rataan	0.71	0.71	0.71		0.71

Daftar Sidik Ragam Persentase Daya Hambatan Miselium

SK	DB	JK	KT	F. Hit	F. Tabel 0.01
Perlakuan	11	0.00	0.00	2.27**	2.09
B	3	0.00	0.00	1.78tn	4.72
P	2	0.00	0.00	4.45tn	5.61
B x P	6	0.00	0.00	1.78tn	3.67
Galat	24	0.00	0.00		
Total	46				

tn : Tidak Nyata

KK : 1.49%

Lampiran 14. Persentase Daya Hambatan Miselium 4 HSI

Perlakuan	Ulangan			Σ	rataan
	I	II	III		
B₀P₁	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
B₁P₁	0.00%	5.00%	0.00%	5.00%	1.67%
B₂P₁	5.00%	0.00%	5.00%	10.00%	3.33%
B₃P₁	5.00%	5.00%	5.00%	15.00%	5.00%
B₀P₂	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
B₁P₂	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
B₂P₂	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
B₃P₂	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
B₀P₃	0.00%	2.50%	0.00%	2.50%	0.83%
B₁P₃	10.26%	10.00%	7.69%	27.95%	9.32%
B₂P₃	7.69%	10.00%	7.69%	25.38%	8.46%
B₃P₃	7.69%	10.00%	7.69%	25.38%	8.46%
Total	0.36	0.43	0.33	1.11	
Rataan	0.03	0.04	0.03		0.03

Transformasi ($\sqrt{p + 0.5}$) Persentase Daya Hambatan Miselium 4 HSI

Perlakuan	Ulangan			Σ	rataan
	I	II	III		
B₀P₁	0.71	0.71	0.71	2.12	0.71
B₁P₁	0.71	0.74	0.71	2.16	0.72
B₂P₁	0.74	0.71	0.74	2.19	0.73
B₃P₁	0.74	0.74	0.74	2.22	0.74
B₀P₂	0.71	0.71	0.71	2.12	0.71
B₁P₂	0.71	0.71	0.71	2.12	0.71
B₂P₂	0.71	0.71	0.71	2.12	0.71
B₃P₂	0.71	0.71	0.71	2.12	0.71
B₀P₃	0.71	0.72	0.71	2.14	0.71
B₁P₃	0.78	0.77	0.76	2.31	0.77
B₂P₃	0.76	0.77	0.76	2.29	0.76
B₃P₃	0.76	0.77	0.76	2.29	0.76
Total	8.73	8.77	8.71	26.21	
Rataan	0.73	0.73	0.73		0.73

Daftar Sidik Ragam Persentase Daya Hambatan Miselium

SK	DB	JK	KT	F. Hit	F. Tabel 0.01
Perlakuan	11	0.02	0.00	20.65**	2.09
B	3	0.00	0.00	16.08**	4.72
P	2	0.01	0.01	68.56**	5.61
B x P	6	0.00	0.00	6.96**	3.67
Galat	24	0.00	0.00		
Total	46				

** : Sangat Nyata

KK : 1.33%

Lampiran 15. Persentase Daya Hambatan Miselium 6 HSI

Perlakuan	Ulangan			Σ	Rataan
	I	II	III		
B₀P₁	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
B₁P₁	2.50%	5.00%	2.50%	10.00%	3.33%
B₂P₁	5.00%	5.00%	2.50%	12.50%	4.17%
B₃P₁	7.50%	5.00%	3.80%	16.30%	5.43%
B₀P₂	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
B₁P₂	3.03%	3.03%	3.03%	9.09%	3.03%
B₂P₂	3.03%	3.03%	3.03%	9.09%	3.03%
B₃P₂	3.03%	3.03%	3.03%	9.09%	3.03%
B₀P₃	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
B₁P₃	6.98%	6.98%	6.98%	20.93%	6.98%
B₂P₃	6.98%	6.98%	6.98%	20.93%	6.98%
B₃P₃	6.98%	6.98%	6.98%	20.93%	6.98%
Total	0.45	0.45	0.39	1.29	
Rataan	0.04	0.04	0.03		0.04

Transformasi $\sqrt{p+0.5}$ Persentase Daya Hambatan Miselium 6 HSI

Perlakuan	Ulangan			Σ	rataan
	I	II	III		
B₀P₁	0.71	0.71	0.71	2.12	0.71
B₁P₁	0.72	0.74	0.72	2.19	0.73
B₂P₁	0.74	0.74	0.72	2.21	0.74
B₃P₁	0.76	0.74	0.73	2.23	0.74
B₀P₂	0.71	0.71	0.71	2.12	0.71
B₁P₂	0.73	0.73	0.73	2.18	0.73
B₂P₂	0.73	0.73	0.73	2.18	0.73
B₃P₂	0.73	0.73	0.73	2.18	0.73
B₀P₃	0.71	0.71	0.71	2.12	0.71
B₁P₃	0.75	0.75	0.75	2.26	0.75
B₂P₃	0.75	0.75	0.75	2.26	0.75
B₃P₃	0.75	0.75	0.75	2.26	0.75
Total	8.79	8.80	8.75	26.34	
Rataan	0.73	0.73	0.73		0.73

Daftar Sidik Ragam Persentase Daya Hambatan Miselium

SK	DB	JK	KT	F. Hit	F. Tabel 0.01
Perlakuan	11	0.01	0.00	33.67**	2.09
B	3	0.01	0.00	83.64**	4.72
P	2	0.00	0.00	42.19**	5.61
B x P	6	0.00	0.00	5.84**	3.67
Galat	24	0.00	0.00		
Total	46				

** : Sangat Nyata

KK : 0.74%

Lampiran 16. Diameter Persentase Daya Hambatan Miselium 8 HSI

Perlakuan	Ulangan			Σ	Rataan
	I	II	III		
B₀P₁	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
B₁P₁	4.44%	2.22%	2.22%	8.89%	2.96%
B₂P₁	13.33%	13.33%	13.33%	40.00%	13.33%
B₃P₁	13.33%	13.33%	15.56%	42.22%	14.07%
B₀P₂	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
B₁P₂	0.00%	0.00%	2.33%	2.33%	0.78%
B₂P₂	0.00%	2.33%	4.65%	6.98%	2.33%
B₃P₂	4.65%	6.98%	2.33%	13.95%	4.65%
B₀P₃	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
B₁P₃	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
B₂P₃	2.13%	2.13%	2.13%	6.38%	2.13%
B₃P₃	4.26%	4.26%	4.26%	12.77%	4.26%
Total	0.42	0.45	0.47	1.34	
Rataan	0.04	0.04	0.04		0.04

Transformasi ($\sqrt{p+0.5}$) Persentase Daya Hambatan Miselium 8 HSI

Perlakuan	Ulangan			Σ	rataan
	I	II	III		
B₀P₁	0.71	0.71	0.71	2.12	0.71
B₁P₁	0.74	0.72	0.72	2.18	0.73
B₂P₁	0.80	0.80	0.80	2.39	0.80
B₃P₁	0.80	0.80	0.81	2.40	0.80
B₀P₂	0.71	0.71	0.71	2.12	0.71
B₁P₂	0.71	0.71	0.72	2.14	0.71
B₂P₂	0.71	0.72	0.74	2.17	0.72
B₃P₂	0.74	0.75	0.72	2.22	0.74
B₀P₃	0.71	0.71	0.71	2.12	0.71
B₁P₃	0.71	0.71	0.71	2.12	0.71
B₂P₃	0.72	0.72	0.72	2.17	0.72
B₃P₃	0.74	0.74	0.74	2.21	0.74
Total	8.77	8.79	8.80	26.36	
Rataan	0.73	0.73	0.73		0.73

Daftar Sidik Ragam Persentase Daya Hambatan Miselium

SK	DB	JK	KT	F. Hit	F. Tabel 0.01
Perlakuan	11	0.04	0.00	52.89**	2.09
B	3	0.02	0.01	89.23**	4.72
P	2	0.01	0.01	96.63**	5.61
B x P	6	0.01	0.00	20.14**	3.67
Galat	24	0.00	0.00		
Total	46				

** : Sangat Nyata

KK : 1.07%

Lampiran 17. Diameter Persentase Daya Hambatan Miselium 10 HSI

Perlakuan	Ulangan			Σ	Rataan
	I	II	III		
B₀P₁	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
B₁P₁	26.67%	26.67%	33.33%	86.67%	28.89%
B₂P₁	33.33%	33.33%	35.00%	101.67%	33.89%
B₃P₁	35.00%	35.00%	35.00%	105.00%	35.00%
B₀P₂	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
B₁P₂	6.25%	6.25%	18.75%	31.25%	10.42%
B₂P₂	6.25%	6.25%	18.75%	31.25%	10.42%
B₃P₂	10.42%	12.50%	20.83%	43.75%	14.58%
B₀P₃	1.79%	0.00%	0.00%	1.79%	0.60%
B₁P₃	19.64%	19.64%	19.64%	58.93%	19.64%
B₂P₃	21.43%	23.21%	23.21%	67.86%	22.62%
B₃P₃	21.43%	23.21%	23.21%	67.86%	22.62%
Total	1.82	1.86	2.28	5.96	
Rataan	0.15	0.16	0.19		0.17

Transformasi ($\sqrt{p+0.5}$) Persentase Daya Hambatan Miselium 10 HSI

Perlakuan	Ulangan			Σ	rataan
	I	II	III		
B₀P₁	0.71	0.71	0.71	2.12	0.71
B₁P₁	0.88	0.88	0.91	2.66	0.89
B₂P₁	0.91	0.91	0.92	2.75	0.92
B₃P₁	0.92	0.92	0.92	2.77	0.92
B₀P₂	0.71	0.71	0.71	2.12	0.71
B₁P₂	0.75	0.75	0.83	2.33	0.78
B₂P₂	0.75	0.75	0.83	2.33	0.78
B₃P₂	0.78	0.79	0.84	2.41	0.80
B₀P₃	0.72	0.71	0.71	2.13	0.71
B₁P₃	0.83	0.83	0.83	2.50	0.83
B₂P₃	0.85	0.86	0.86	2.56	0.85
B₃P₃	0.85	0.86	0.86	2.56	0.85
Total	9.65	9.67	9.92	29.24	
Rataan	0.80	0.81	0.83		0.81

Daftar Sidik Ragam Persentase Daya Hambatan Miselium

SK	DB	JK	KT	F. Hit	F. Tabel 0.01
Perlakuan	11	0.20	0.02	36.96**	2.09
B	3	0.13	0.04	88.84**	4.72
P	2	0.05	0.03	51.78**	5.61
B x P	6	0.02	0.00	6.08**	3.67
Galat	24	0.01	0.00		
Total	46				

** : Sangat Nyata

KK : 2.74%

Lampiran 18 . Diameter Persentase Daya Hambatan Miselium 12 HSI

Perlakuan	Ulangan			Σ	Rataan
	I	II	III		
B₀P₁	0.00%	0.00%	1.25%	1.25%	0.42%
B₁P₁	43.75%	43.75%	43.75%	131.25%	43.75%
B₂P₁	48.75%	50.00%	48.75%	147.50%	49.17%
B₃P₁	51.25%	51.25%	50.00%	152.50%	50.83%
B₀P₂	0.00%	0.00%	2.04%	2.04%	0.68%
B₁P₂	2.08%	2.08%	4.08%	8.25%	2.75%
B₂P₂	4.17%	6.25%	8.16%	18.58%	6.19%
B₃P₂	8.33%	8.33%	8.16%	24.83%	8.28%
B₀P₃	0.00%	2.33%	0.00%	2.33%	0.78%
B₁P₃	43.02%	50.00%	48.84%	141.86%	47.29%
B₂P₃	47.67%	50.00%	48.84%	146.51%	48.84%
B₃P₃	48.84%	50.00%	48.84%	147.67%	49.22%
Total	2.98	3.14	3.13	9.25	
Rataan	0.25	0.26	0.26		0.26

Transformasi ($\sqrt{p+0.5}$) Persentase Daya Hambatan Miselium 12 HSI

Perlakuan	Ulangan			Σ	Rataan
	I	II	III		
B₀P₁	0.71	0.71	0.72	2.13	0.71
B₁P₁	0.97	0.97	0.97	2.90	0.97
B₂P₁	0.99	1.00	0.99	2.99	1.00
B₃P₁	1.01	1.01	1.00	3.01	1.00
B₀P₂	0.71	0.71	0.72	2.14	0.71
B₁P₂	0.72	0.72	0.74	2.18	0.73
B₂P₂	0.74	0.75	0.76	2.25	0.75
B₃P₂	0.76	0.76	0.76	2.29	0.76
B₀P₃	0.71	0.72	0.71	2.14	0.71
B₁P₃	0.96	1.00	0.99	2.96	0.99
B₂P₃	0.99	1.00	0.99	2.98	0.99
B₃P₃	0.99	1.00	0.99	2.99	1.00
Total	10.26	10.35	10.35	30.95	
Rataan	0.85	0.86	0.86		0.86

Daftar Sidik Ragam Persentase Daya Hambatan Miselium

SK	DB	JK	KT	F. Hit	F. Tabel 0.01
Perlakuan	11	0.63	0.06	797.93**	2.09
B	3	0.27	0.09	1249.86**	4.72
P	2	0.27	0.13	1878.43**	5.61
B x P	6	0.09	0.02	211.79**	3.67
Galat	24	0.00	0.0		
Total	46				

** : Sangat Nyata

KK : 0.98%

Lampiran 19 . Diameter Persentase Daya Hambatan Miselium 14 HSI

Perlakuan	Ulangan			Σ	Rataan
	I	II	III		
B₀P₁	0.00%	1.11%	0.00%	1.11%	0.37%
B₁P₁	50.00%	50.00%	48.31%	148.31%	49.44%
B₂P₁	54.44%	53.33%	52.81%	160.59%	53.53%
B₃P₁	55.56%	55.56%	53.93%	165.04%	55.01%
B₀P₂	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
B₁P₂	13.79%	12.07%	13.56%	39.42%	13.14%
B₂P₂	17.24%	15.52%	18.64%	51.40%	17.13%
B₃P₂	18.97%	17.24%	18.64%	54.85%	18.28%
B₀P₃	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
B₁P₃	48.89%	47.78%	46.67%	143.33%	47.78%
B₂P₃	48.89%	47.78%	47.78%	144.44%	48.15%
B₃P₃	50.00%	48.89%	47.78%	146.67%	48.89%
Total	3.58	3.49	3.48	10.55	
Rataan	0.30	0.29	0.29		0.29

Transformasi ($\sqrt{p+0.5}$) Persentase Daya Hambatan Miselium 14 HSI

Perlakuan	Ulangan			Σ	Rataan
	I	II	III		
B₀P₁	0.71	0.71	0.71	2.13	0.71
B₁P₁	1.00	1.00	0.99	2.99	1.00
B₂P₁	1.02	1.02	1.01	3.05	1.02
B₃P₁	1.03	1.03	1.02	3.07	1.02
B₀P₂	0.71	0.71	0.71	2.12	0.71
B₁P₂	0.80	0.79	0.80	2.38	0.79
B₂P₂	0.82	0.81	0.83	2.46	0.82
B₃P₂	0.83	0.82	0.83	2.48	0.83
B₀P₃	0.71	0.71	0.71	2.12	0.71
B₁P₃	0.99	0.99	0.98	2.97	0.99
B₂P₃	0.99	0.99	0.99	2.97	0.99
B₃P₃	1.00	0.99	0.99	2.98	0.99
Total	10.61	10.56	10.56	31.73	
Rataan	0.88	0.88	0.88		0.88

Daftar Sidik Ragam Persentase Daya Hambatan Miselium

SK	DB	JK	KT	F. Hit	F. Tabel 0.01
Perlakuan	11	0.58	0.05	2026.22**	2.09
B	3	0.36	0.12	4653.76**	4.72
P	2	0.16	0.08	3129.16**	5.61
B x P	6	0.05	0.01	344.81**	3.67
Galat	24	0.00	0.00		
Total	46				

** : Sangat Nyata

KK : 0.58%

Lampiran 20. Gejala Serangan Dan Bentuk Miselium Patogen Penyakit Gugur Daun Tanaman Karet

Gejala Serangan *Corynespora cassiicola*



Gejala Serangan *Colletotrichum gloesporoides*



Gejala Serangan *Helminthosporium heveae*

