

**EKSPLORASI JAMUR ENDOFIT PADA DAUN TANAMAN
PISANG DAN UJI POTENSI ANTAGONISMENYA TERHADAP
PENYAKIT LAYU *Fusarium oxysporum* f.sp *cubense***

**Oleh :
DITA CHAIRUNNISA**



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
MALANG**

2018

**EKSPLORASI JAMUR ENDOFIT PADA DAUN TANAMAN
PISANG DAN UJI POTENSI ANTAGONISMENYA TERHADAP
PENYAKIT LAYU *Fusarium oxysporum* f.sp *cubense***

OLEH

DITA CHAIRUNNISA

145040201111036

**MINAT STUDI HAMA DAN PENYAKIT TANAMAN
PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Pertanian Strata Satu (S-1)**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
MALANG
2018**

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri, dengan bimbingan komisi pembimbing. Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar di perguruan tinggi manapun dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali dengan jelas ditunjukkan rujukannya dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, Desember 2018

Dita Chairunnisa



LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Penelitian : Eksplorasi Jamur Endofit Pada Daun Tanaman Pisang Dan Uji Potensi Antagonismenya Terhadap Penyakit Layu *Fusarium oxysporum* f.sp *cubense*

Nama Mahasiswa : Dita Chairunnisa

NIM : 145040201111036

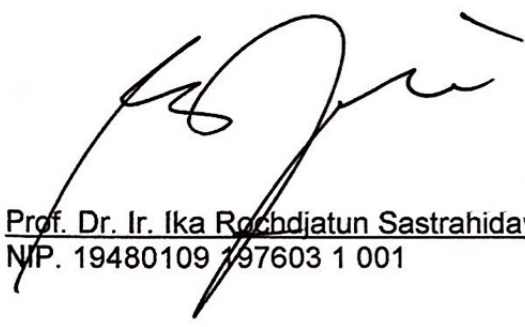
Jurusan : Hama dan Penyakit Tumbuhan

Program Studi : Agroekoteknologi

Disetujui

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,



Prof. Dr. Ir. Ika Rochdjatun Sastrahidayat
NIP. 19480109 197603 1 001



Antok Wahyu Sektiono., SP., MP.
NIK. 201304 841014 1 001

Diketahui,

Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan




Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS.
NIP. 19551018 198601 2 001

Tanggal Persetujuan:



LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan
MAJELIS PENGUJI

Penguji I,



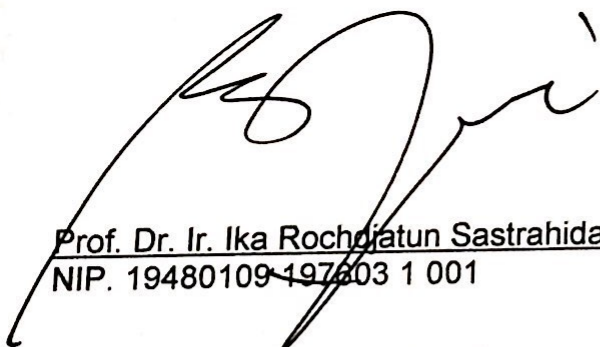
Dr. Ir. Retno Dyah Puspitarini, MS.
NIP. 19580112 198203 2 002

Penguji II,



Antok Wahyu Sektiono, SP., MP.
NIK. 201304 841014 1 001

Penguji III,



Prof. Dr. Ir. Ika Rochdjatun Sastrahidayat
NIP. 19480109 197603 1 001

Penguji IV,



Luqman Qurata Aini, SP. MSi. PhD.
NIP. 19720919 199802 1 001

Tanggal Lulus: 03 JAN 2019



RINGKSAN

Dita Chairunnisa. 145040201111036. Eksplorasi Jamur Endofit Pada Daun Tanaman Pisang dan Uji Potensi Antagonismenya terhadap Penyakit Layu *Fusarium oxysporum* f.sp *cubense*. Dibawah bimbingan Prof. Dr. Ir. Ika Rochdjatun Sastrahidayat sebagai Pembimbing Utama dan Antok Wahyu Sektiono, SP., MP. sebagai Pembimbing Pendamping.

Pisang *Musa paradisiaca* L. (Musaceae) adalah salah satu komoditas buah yang banyak di konsumsi oleh masyarakat. Buah pisang memiliki kandungan gizi yang cukup tinggi yaitu karbohidrat, gula, protein, lemak, garam-garam mineral serta vitamin A, B, dan C. Pisang memiliki potensi komersial baik sebagai buah segar maupun produk olahan. Pada 5 tahun terakhir yaitu dari tahun 2013 sampai 2017 produksi pisang mengalami fluktuasi. Faktor penurunan produksi diperkirakan menjadi penyebab persoalan hama dan penyakit pada saat pertumbuhannya. Salah satunya penyakit yang menyerang tanaman pisang yaitu layu fusarium disebabkan oleh cendawan *Fusarium oxysporum* f.sp *cubense*. Pengendalian penyakit layu fusarium yang biasa dilakukan selama ini masih secara kimiawi yaitu dengan aplikasi fungisida. Pengendalian secara biologi (hayati) merupakan alternatif pengendalian yang dapat dilakukan karena tidak memberikan pengaruh negatif terhadap lingkungan. Salah satu agens pengendalian hayati terhadap penyakit tumbuhan yaitu dengan menggunakan jamur endofit. Jamur endofit bersifat antagonis untuk meningkatkan ketahanan tanaman terhadap patogen. Jamur endofit merupakan jamur yang terdapat di dalam jaringan tumbuhan seperti akar, batang, daun maupun bunga.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei sampai November 2018. Pengambilan sampel daun pisang yang sehat dilakukan di areal kebun Pancursari PT. Perkebunan Nusantara XII, Sumbermanjing Wetan, Kabupaten Malang. Isolasi, perbanyakan jamur endofit dan uji antagonis dilaksanakan di Laboratorium Penyakit Tumbuhan, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya Malang. Penelitian ini terbagi menjadi 4 tahap, yaitu: pengambilan sampel daun tanaman pisang, isolasi jamur endofit dari daun pisang, purifikasi, preparasi, pengamatan, identifikasi jamur yang ditemukan dan uji penghambatan jamur endofit terhadap pertumbuhan *Fusarium oxysporum* f.sp *cubense*. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan 8 perlakuan dan 3 ulangan. Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan analisis sidik ragam. Apabila respon dari perlakuan berbeda nyata, maka dilanjutkan dengan uji Duncan's Multiple Range Test (DMRT) pada taraf kesalahan 5%.

Hasil isolasi jamur endofit tanaman pisang, diperoleh 8 jamur. Isolat jamur yang teridentifikasi berasal dari 7 genus yaitu *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp., *Fusarium* sp., *Gongronella* sp., *Rhizoctonia* sp., *Cladosporium* sp. dan *Helminthosporium* sp. Jenis jamur antagonis pada endofit tanaman pisang yang dapat menekan pertumbuhan jamur patogen Foc secara *in-vitro* diperoleh 3 jamur yaitu pada perlakuan *Gongronella* sp., *Rhizoctonia* sp dan *Aspergillus* sp.

SUMMARY

Dita Chairunnisa. 145040201111036. Exploration of Endophytic Fungi on the leaves of Banana and the Potential test of Antagonism against of Wilt disease *Fusarium oxysporum* f. sp *cubense*. Under the guidance of Prof. Dr. Ir. Ika Rochdjatun Sastrahidayats as the main supervisor and Antok Wahyu Sektiono, SP., MP. as the second supervisor.

Banana *Musa paradisiaca* L. (Musaceae) is one of the fruit commodities that are widely consumed by the public. Banana fruit has a fairly high nutrient content, namely carbohydrates, sugar, protein, fat, mineral salts and vitamins A, B, and C. Bananas have the commercial potential both as fresh fruit and processed products. In the last 5 years, from 2013 to 2017 banana production has fluctuated. The production decline factor is estimated to be the cause of problems of pests and diseases at the time of growth. One of the diseases that attack banana plants is fusarium wilt caused by *Fusarium oxysporum* f. sp *cubense*. The control of fusarium wilt which has been done so far is by chemical control, known as the application of fungicides. Biological control is an alternative control that can be done because it does not have a negative influence for the environment. One of the biological control agents for plant diseases is by using endophytic fungi. Endophytic fungi are antagonistic that have function to increase plant resistance to pathogens. Endophytic fungi are fungi found in plant tissues such as roots, stems, leaves, and flowers.

This research was done from May to November 2018. Take the healthy banana leaf samples was done in the Pancursari garden area of PT. Perkebunan Nusantara XII, Sumbermanjing Wetan, Malang Regency. Isolation, multiplication of endophytic fungi and antagonistic tests were done at the Laboratory of Plant Diseases, Department of Plant Pests and Diseases, Faculty of Agriculture, Universitas Brawijaya Malang. This study was divided into 4 stages, which are: The sampling of banana plant leaves, the isolation of endophytic fungi from banana leaves, the purification, the preparation, the observation, the identification of fungi founded and the inhibition test of endophytic fungal on the growth of *Fusarium oxysporum* f.sp *cubense*. This study used a Completely Randomized Design with 8 treatments and 3 replications. Data from the observations were analyzed using variance analysis. If the response from the treatment is significantly different, then proceed the result with the Duncan Multiple Range Test (DMRT) at the 5% error level.

The results of the isolation of endophytic fungi from banana plants is 8 fungi. The endophytic fungi isolates identified from 7 genera, which are *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp., *Fusarium* sp., *Gongronella* sp., *Rhizoctonia* sp., *Cladosporium* sp. and *Helminthosporium* sp. Antagonistic fungi in the banana plant that endophytic can suppressed the growth of Foc pathogenic fungi for *in vitro* obtained from 3 genera fungi, there are from the treatment of *Gongronella* sp., *Rhizoctonia* sp and *Aspergillus* sp.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan YME atas segala rahmat dan hidayah-Nya yang telah dilimpahkan kepada penulis sehingga mampu menyelesaikan skripsi berjudul “Eksplorasi Jamur Endofit Pada Daun Tanaman Pisang dan Uji Potensi Antagonismenya terhadap Penyakit Layu *Fusarium oxysporum* f.sp *cubense*”.

Penyusunan skripsi dilaksanakan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 pada Program Studi Agroekoteknologi di Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang. Setiap proses penyusunan skripsi ini, penulis menyampaikan terima kasih kepada Prof. Dr. Ir. Ika Rochdjatun Sastrahidayat selaku dosen pembimbing utama dan Antok Wahyu Sektiono, SP., MP selaku dosen pembimbing pendamping, Dr. Ir. Retno Dyah Puspitarini, MS. dan Luqman Qurata Aini, SP. MSi. PhD. selaku dosen penguji, serta Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS. selaku Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, atas segala nasihat dan bimbingan yang diberikan kepada penulis. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada seluruh dosen atas segala bimbingan dan arahan, serta tenaga kependidikan Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan (HPT), Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya atas bantuan yang diberikan kepada penulis.

Terima kasih yang tulus penulis sampaikan kepada kedua orang tua dan keluarga tercinta atas doa dan dukungan yang telah diberikan kepada penulis. Kepada Alfiyah Rahmani A., Reza Elvira J., Dina Farahdilla, Herni Mulyasari, Revhida P., Mba Anna Ratvarah dan juga kepada rekan-rekan HPT khususnya angkatan 2014 atas bantuan, dukungan dan kebersamaan selama ini.

Semoga hasil penelitian ini dapat bermanfaat bagi semua pembaca.

Malang, Desember 2018

Penulis

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Jakarta pada tanggal 16 April 1996 putri pertama dari pasangan Bapak (almarhum) Dudi Haryadi dan Ibu Yunita Sari. Penulis merupakan putri pertama dari satu bersaudara.

Riwayat pendidikan penulis yang pernah ditempuh yaitu pendidikan Taman Kanak-kanak di TK Ar-Ridlo Malang (2001-2002), selanjutnya pendidikan dasar di SDN Kauman 1 Malang (2002-2008), selanjutnya di SMPN 14 Kota Tangerang Selatan (2008-2011), selanjutnya di SMAN 7 Kota Tangerang Selatan (2011-2014). Pada tahun 2014 penulis melanjutkan pendidikan di Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang melalui jalur undangan SNMPTN (Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri) dan pada semester V penulis masuk Jurusan HPT (Hama dan Penyakit Tumbuhan).

Penulis pernah mengikuti, organisasi fakultas BEM (Badan Eksekutif Mahasiswa) Sebagai pengurus di Kementrian SOSMA (Sosial Masyarakat) (2015-2016), dan aktif di kegiatan himpunan jurusan Himapta pada tahun 2017 Sebagai pengurus Departemen ADKES (Administrasi dan Kesekretariatan). Penulis aktif mengikuti berbagai kepanitian, Dies Natalis FP UB sebagai divisi Humas (2015), Lomba Futsal Jawa dan Bali Hore Cup sebagai divisi Humas (2015), Lomba Plant Protection Olimpiad sebagai ketua divisi Humas (2017). Selain itu, penulis juga melakukan magang kerja selama dua bulan (Juli-September 2017) di Balai Besar Karantina Pertanian Surabaya.

DAFTAR ISI

RINGKASAN	i
<i>SUMMARY</i>	ii
KATA PENGANTAR	iii
RIWAYAT HIDUP	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	3
1.3 Hipotesis Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Penyakit Layu Fusarium pada Tanaman Pisang	4
2.2 Penyebaran dan Faktor yang Mempengaruhi Perkembangan Penyakit Layu Fusarium	5
2.3 Gejala Serangan Penyakit Layu Fusarium	6
2.4 Jamur Endofit	7
2.5 Hubungan Jamur Endofit dengan Inangnya	8
2.6 Jamur Endofit pada Tanaman Pisang	8
III. BAHAN DAN METODE	10
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	10
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	10
3.3 Metode Penelitian	10
3.4 Analisi Data	16
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	17
4.1. Isolasi dan Identifikasi Jamur Endofit pada Tanaman Pisang	17
4.2. Uji Antagonis Jamur Endofit Terhadap Pertumbuhan Foc	24
V. KESIMPULAN DAN SARAN	29
5.1. Kesimpulan	29
5.2. Saran	29
DAFTAR PUSTAKA	30
LAMPIRAN	34



DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
	Teks	
1.	Berbagai isolat jamur endofit yang ditemukan pada daun tanaman pisang ...	13
2.	Kategori persentase daya hambat	16
3.	Hasil identifikasi jamur endofit pada daun tanaman Pisang	17
4.	Daya hambat isolat jamur endofit terhadap isolat jamur patogen Foc	24
5.	Mekanisme pertumbuhan jamur endofit terhadap Foc	25
6.	Kategori persentase daya hambat berbagai jamur endofit terhadap Foc	28
	Lampiran	
1.	Analisis sidik ragam penghambatan pertumbuhan jamur Foc pada hari ke-3	35
2.	Analisis sidik ragam penghambatan pertumbuhan jamur Foc pada hari ke-5	35
3.	Analisis sidik ragam penghambatan pertumbuhan jamur Foc pada hari ke-7	35

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Daur hidup jamur Foc pada tanaman pisang	5
2.	Gejala penyakit layu fusarium pada tanaman pisang	6
3.	Isolat jamur Foc	14
4.	Skema uji antagonis metode oposisi langsung	15
5.	Isolat jamur <i>Aspergillus</i> sp. isolat D1E1	18
6.	Isolat jamur <i>Aspergillus</i> sp. isolat D2E1	19
7.	Isolat jamur <i>Penicillium</i> sp.	20
8.	Isolat jamur <i>Fusarium</i> sp.	20
9.	Isolat jamur <i>Gongronella</i> sp.	21
10.	Isolat jamur <i>Cladosporium</i> sp.	22
11.	Isolat jamur <i>Rhizoctonia</i> sp.	23
12.	Isolat jamur <i>Helminthosporium</i> sp.	23
13.	Penampakan pertumbuhan uji antagonis jamur Foc	26
14.	Penampakan pertumbuhan uji antagonis jamur Foc pada 7 HSI	27

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pisang dengan nama latin *Musa paradisiaca* L. (Musaceae) adalah salah satu komoditas buah yang banyak di konsumsi oleh masyarakat. Buah pisang memiliki kandungan gizi yang cukup tinggi yaitu karbohidrat, gula, protein, lemak, garam-garam mineral serta vitamin A, B, dan C (Riastiwi,2017). Konsumsi pisang mengalami peningkatan dari waktu ke waktu, seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk, pendapatan dan kesadaran akan manfaat buah sebagai sumber karbohidrat, vitamin, mineral dan gizi lainnya, (Satuhu dan Supriyadi, 2008). Negara-negara penghasil pisang yang terkenal di antaranya adalah Brasil, Filipina, Honduras, India, Equador, Thailand, Kolumbia, Kosta Rika, Meksiko, Karibia, Pantai Gading, Uganda, dan Hawaii. Tanaman pisang dapat beradaptasi pada musim kering, sehingga sangat strategis untuk peningkatan ketahanan pangan suatu daerah (Arseni dan Nugrahini, 2016).

Di Indonesia pisang juga merupakan salah satu komoditi yang berpeluang sangat tinggi untuk diversifikasi pangan (Prabawati *et al.*, 2008). Pada tahun 2013 sampai 2017 produksi pisang mengalami fluktuasi. Produksi pisang yang dihasilkan di Indonesia 90% adalah untuk dikonsumsi pada dalam negeri, sedangkan sisanya untuk diekspor (Sulyanti *et al.*, 2011). Pada 5 tahun terakhir ini terjadi 1 kali penurunan produksi pisang yaitu pada tahun 2016 sebesar 292.149 ton dari tahun sebelumnya (BPS, 2018). Faktor penurunan produksi pisang diperkirakan disebabkan oleh persoalan hama dan penyakit (Riastiwi, 2017).

Semua jenis pisang komersial rentan terhadap *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* (Foc) dan Foc adalah satu dari enam penyakit paling berbahaya dan menghancurkan tanaman pertanian di dunia (Simmonds. 1966 dalam Nasir *et al.*, 2005). Sekitar 40.000 hektar di antaranya terjadi di Amerika Latin, 15.000 hektar di Taiwan dan Malaysia serta negara Asia lainnya. Di Indonesia, penyakit ini dilaporkan menghancurkan ribuan hektar pertanaman pisang baik perkebunan pisang komersial maupun pertanaman pisang rakyat (Nurhadi *et al.* 1994 dalam Nasir *et al.*, 2005). Foc mempunyai kemampuan bertahan dalam tanah tanpa inang utama hingga 40 tahun (Su *et al.*, 1986 dalam Ploetz, 1990 dalam Nasir dan Jumjunidang, 2003). Pada tahun 2006, penyakit layu fusarium ditemukan di seluruh areal pertanaman pisang di Kabupaten Tanah Datar, Sumatera Barat dengan rata-rata persentase serangan yaitu 33,05% (Sulyanti *et al.*, 2011).

Gejala utama yang diakibatkan oleh patogen Foc diawali dengan daun menguning, layu dan kering serta batang mulai pecah (Jumjunidang *et al.*, 2012).

Upaya pengendalian penyakit layu fusarium dapat dilakukan dengan berbagai cara seperti penggunaan varietas tahan, membongkar dan membakar tanaman yang terserang sekurang-kurangnya dalam radius 10 m dari tanaman yang sehat, penyiraman tanah bekas tanaman pisang tersebut dengan fungisida, tidak menanam bonggol, anakan, atau bibit serta membawa tanah dari daerah yang sudah terinfeksi penyakit layu Fusarium (Arseni dan Nugrahini, 2016).

Salah satu agens pengendalian hayati terhadap penyakit tumbuhan yaitu dengan menggunakan jamur endofit. Jamur endofit bersifat antagonis untuk meningkatkan ketahanan tanaman terhadap patogen (Yulianti, 2012). Jamur endofit merupakan jamur yang terdapat di dalam jaringan tumbuhan seperti akar, batang, daun maupun bunga (Petrini, 1992). Jamur menginfeksi tumbuhan sehat pada jaringan tertentu dan mampu menghasilkan mototoksin, enzim dan antibiotika (Tombe, 2008). Salah satu jamur endofit yang digunakan sebagai agens hayati yaitu *Colletotrichum trunctatum* yang diisolasi dari tanaman jarak untuk mengendalikan pertumbuhan patogen *Fusarium oxysporum* (Hanada *et al.*, 2010 dalam Kumar dan Kaushik, 2013).

Mikroba antagonis merupakan organisme yang dapat menghambat pertumbuhan mikroba penyebab penyakit pada tanaman contohnya jamur patogen (Putri *et al.*, 2015). Dengan demikian mikroba antagonis dapat berpeluang sebagai agen hayati dalam mengendalikan mikroba penyebab penyakit tanaman. Mikroba antagonis dapat berupa jamur atau cendawan, bakteri, actinomycetes, dan virus. Berbagai spesies mikroba antagonis telah berhasil diisolasi dan dievaluasi keefektifannya sebagai agen hayati pengendali penyakit tanaman (Hanudin *et al.*, 2009).

Potensi jamur endofit pada daun tanaman pisang perlu dikaji kemampuannya sebagai agen antagonis jamur Foc. Dengan demikian adanya penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jamur endofit pada jaringan daun tanaman pisang serta potensi antagonismenya terhadap jamur Foc penyebab penyakit Layu dan dimanfaatkan sebagai pengendalian secara hayati.

1.2 Tujuan

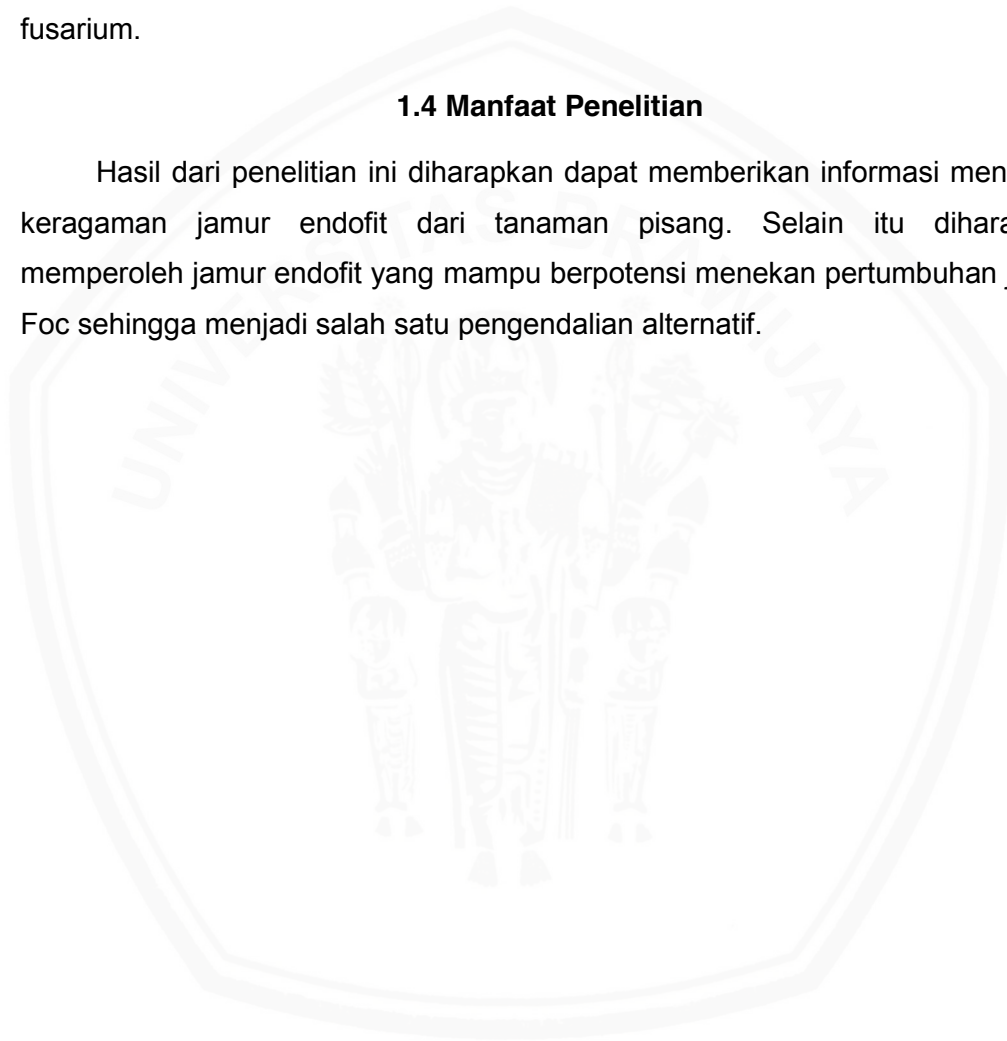
Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji keragaman jenis jamur endofit dari daun tanaman pisang dan mengkaji kemampuan jamur endofit yang dapat menghambat pertumbuhan jamur *Foc*.

1.3 Hipotesis Penelitian

Hipotesis yang diajukan pada penelitian ini adalah terdapat jamur endofit pada tanaman pisang yang berpotensi menekan pertumbuhan penyakit layu fusarium.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai keragaman jamur endofit dari tanaman pisang. Selain itu diharapkan memperoleh jamur endofit yang mampu berpotensi menekan pertumbuhan jamur *Foc* sehingga menjadi salah satu pengendalian alternatif.



II. TINJAUAN PUSTAKA

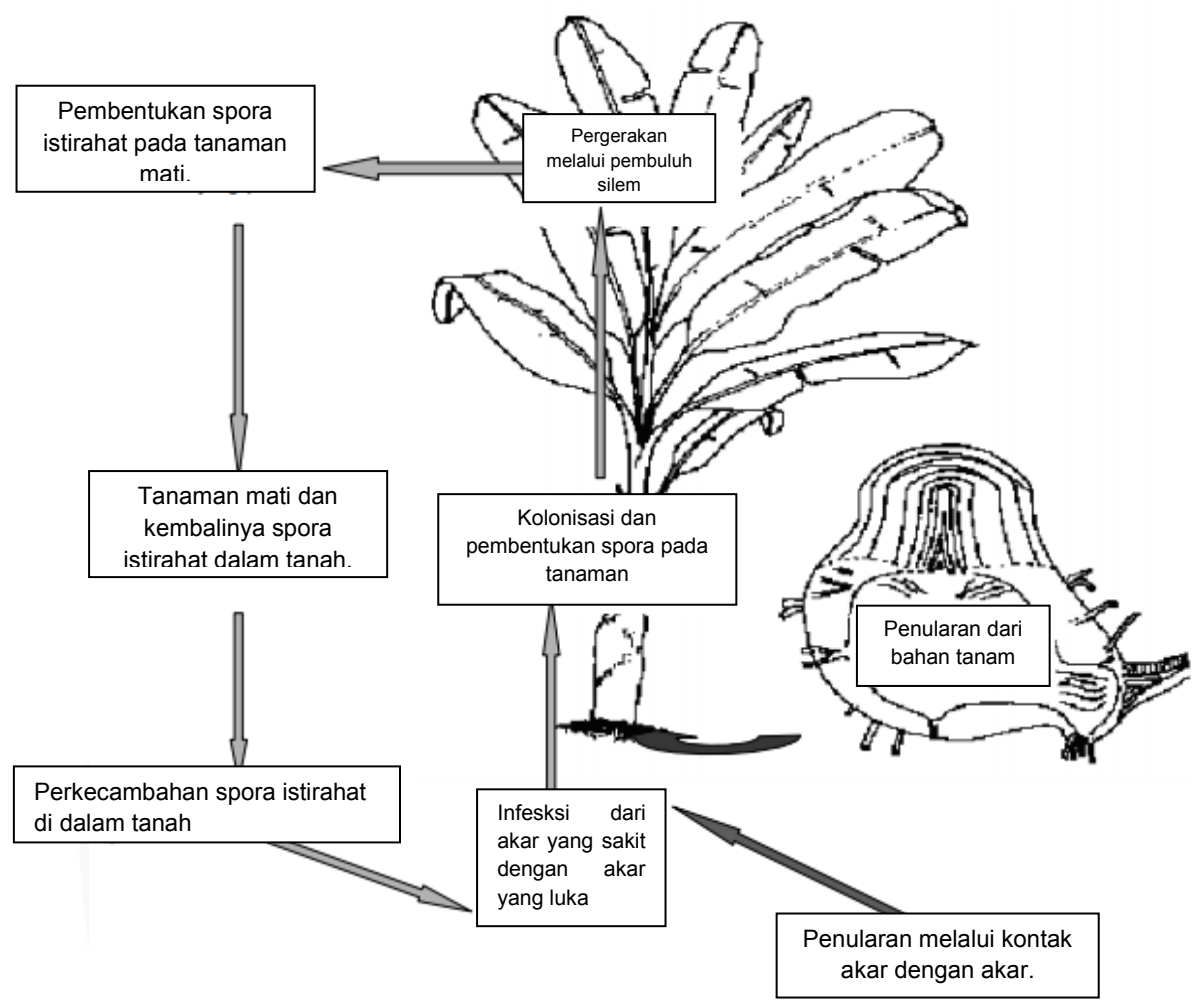
2.1 Penyakit Layu Fusarium Pada Tanaman Pisang

Klasifikasi Penyakit Layu Fusarium. Penyakit layu fusarium yang disebabkan oleh jamur Foc, termasuk dalam Kerajaan: Fungi, Filum: Ascomycota, Kelas: Sordariomycetes, Ordo: Hypocreales, Famili: Nectriaceae, Genus: *Fusarium*, Spesies: *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* (Agrios, 1996).

Bioekologi Penyakit Layu Fusarium. Jamur Foc menyerang tanaman lewat akar. Jamur ini tidak mempunyai kemampuan untuk menyerang sel-sel hidup pada akar pokok oleh karena itu infeksi pada akar pokok tersebut selalu melalui luka (Sastrahidayat, 2015). Penyakit ini terus menyebar dan berkembang pada tanaman dengan mengkolonisasi diri hingga tanaman mati dan membentuk spora yang beristirahat sampai menemukan inang baru. Propagul dapat menyebar melalui air, angin, kontak akar sehat dengan akar yang sakit melalui alat pertanian dan manusia (Lobu, 2012).

Jamur Foc dapat bertahan lama di dalam tanah dan mengalami fase patogenesis dan saprogenesis. Fase patogenesis adalah fase dimana jamur hidup sebagai parasit pada tanaman inang. Jamur ini juga dapat bertahan hidup di dalam tanah sebagai saprofit pada sisa-sisa tanaman dengan membentuk klamidospora apabila tidak ada tanaman inang dan masuk ke fase saprogenesis yang dapat menjadi sumber inokulum yang menimbulkan penyakit pada tanaman lain (Shabiyah, 2014).

Spora Foc didalam tanah bertunas dan tumbuh menuju akar tanaman pisang terdekat sebagai respons terhadap senyawa kimia yang keluar dari akar (Gambar 1). Infeksi terjadi pada akar sekunder dan yang lebih halus dan berlanjut ke akar primer yang lebih besar melalui pembuluh silem sebelum memasuki rimpang. Akar utama dan rimpang tidak tampak terinfeksi langsung oleh patogen. Jaringan xilem terdiri dari serangkaian pembuluh individu dengan dinding ujung berlubang di mana getah mengalir. Perpindahan spora dengan aliran getah dihentikan sementara ketika mereka bersarang di dinding akhir. Spora kemudian berkecambah dan hifa tumbuh melalui lubang kecil ke pembuluh yang bersebelahan di mana spora lanjut diproduksi. Tanaman ini sering mampu mencegah infeksi memasuki rimpang oleh produksi gel dan tyloses (mekanisme resistensi) untuk menutup infeksi (NTG, 2006).



Gambar 1. Daur hidup jamur Foc pada tanaman pisang (NTG, 2006)

2.2 Penyebaran dan Faktor yang Mempengaruhi Perkembangan Penyakit Layu Fusarium

Foc dapat menyebar pada jarak jauh ke perkebunan baru ketika akar rimpang terinfeksi dan alat yang digunakan untuk menanam bahan. Penggunaan planlet kultur jaringan dari sumber bersertifikat menjamin bahan tanam bebas dari penyakit. Penyebaran juga dapat terjadi pada jarak jauh di dalam tanah ketika terbawa kendaraan dan alas kaki. Ada alasan untuk percaya bahwa tanah terbawa dan menempel di kaki hewan adalah cara lain terjadinya penyebaran. Jamur dapat bergerak dalam jarak pendek di dalam area yang terinfeksi dari tanaman satu ke tanaman lain melalui jaringan akar yang saling terhubung dan genagan air permukaan (NTG, 2006).

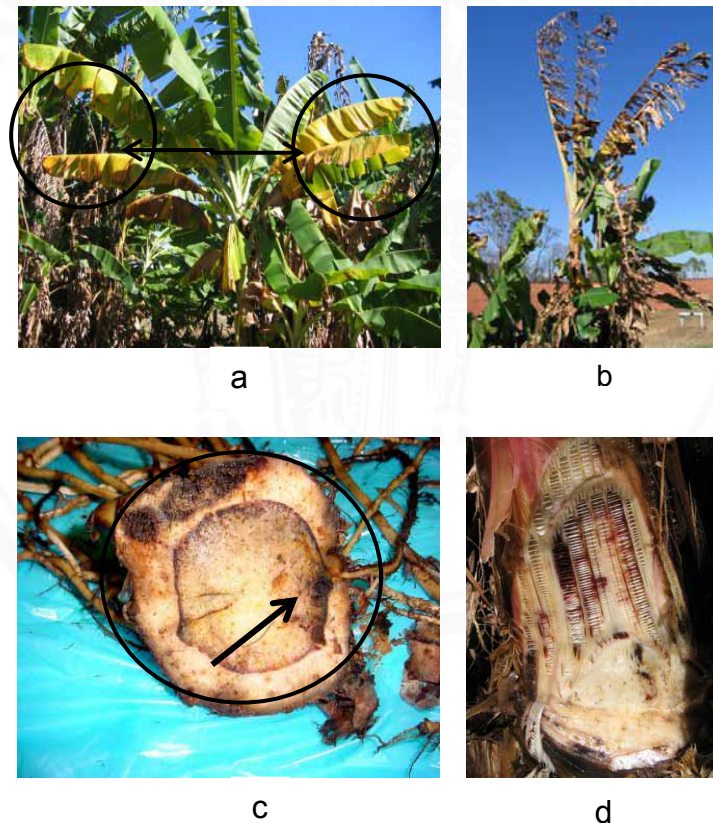
Penyebaran dan faktor yang mempengaruhi penyakit yaitu lingkungan, terutama suhu dan kelembaban. Pertumbuhan dan daya tahan jamur dalam



tanah dipengaruhi oleh suhu dan kelembaban tanah. Pertumbuhan dan kemampuan bertahan hidup jamur tersebut dalam tanah non steril mencapai optimum dalam tanah yang memiliki tingkat kejenuhan 25%, maka pertumbuhan dan daya tahan hidup akan berkurang (Sastrahidayat, 2015).

2.3 Gejala Serangan Penyakit Layu Fusarium

Gejala penyakit layu fusarium ini di lapangan dimulai pada tanaman umur 10 bulan ke atas. Gejala yang tampak yaitu terjadi penguningan daun yang dimulai dari daun-daun yang terletak pada posisi paling bawah (Gambar 2a). Penguningan terjadi lebih cepat disertai terjadinya patah pangkal pelepah sehingga daun tersebut cepat terkulai. Gejala luar pada batang semu dan bongkol tanaman yang terserang umumnya tidak tampak tetapi apabila dilakukan pemotongan secara melintang atau miring berkas-berkas vaskuler pada upih berwarna merah tua sampai coklat (Gambar 2c dan 2d). Pada tanaman pisang yang sudah berbuah, tangkai tandan yang terletak dalam batang semu berwarna kuning kemerahan dan menjadi lunak (Sastrahidayat, 2015).



Gambar 2. Gejala penyakit layu fusarium pada tanaman pisang. a: Tanaman menunjukkan gejala awal. b: Tanaman menunjukkan gejala lebih lanjut. c: Bongkol berwarna Coklat. d: Pangkal batang berwarna kecoklatan (NTG, 2006)

Gejala lanjut penyakit layu fusarium akan nampak pada daun yang mulai menguning secara menyeluruh dan kemudian akhirnya tanaman layu dan mati. Apabila batang palsu ini dibelah membujur dan melintang maka akan terlihat garis-garis berwarna ungu pada permukaan jaringan pembuluh batang (Riastiwi, 2017).

Timbulnya gejala layu dan penguningan daun dapat diasosiasikan dengan terjadinya pertumbuhan miselium jamur Foc dalam pembuluh pengangkut di bongkol dan di batang semu tanaman. Miselium jamur Foc tersebut disamping merupakan faktor penghambatan saluran air dan mineral, juga dapat dipengaruhi oleh senyawa racun yang dihasilkan dari jamur Foc tersebut. Diduga senyawa tersebut adalah asam fusarik (fusarinik) yang diproduksi selama metabolisme patogen (Sastrahidayat, 2015).

2.4 Jamur Endofit

Endofit adalah simbiosis mutualistik yang seluruh atau sebagian siklus hidupnya berada di dalam jaringan tanaman sehat, menerima nutrisi dan tempat hidupnya dari tanaman. Asosiasinya dengan tanaman inang diketahui untuk meningkatkan pertumbuhan dan vigor tanaman (Ting *et al.*, 2008), meningkatkan pengambilan nutrisi tanaman (Chanway, 1996) dan berpotensi memberikan resistensi pada tanaman melawan infeksi patogen (Ting *et al.*, 2007). Endofit juga menghasilkan produk aktif biokontrol dari bahan antimikroba, dapat berkompetisi untuk kolonisasi tempat dan makanan, serta menstimulasi pertahanan inang terhadap bermacam patogen (Benhamau *et al.*, 2000).

Jamur ini menginfeksi jaringan tanaman sehat dan mampu menghasilkan mikotoksin, enzim, serta antibiotik (Carrol, 1988). Dengan adanya jamur endofit di dalam jaringan tanaman akan memberikan keuntungan bagi tanaman, yaitu meningkatnya toleransi tanaman terhadap logam berat, meningkatnya ketahanan terhadap kekeringan, menekan serangan hama, dan resistensi sistemik terhadap patogen (Arnold *et al.*, 2003 dalam Sudantha, 2006).

Ekologi Jamur Endofit. Jamur endofit merupakan jamur yang hidup di dalam jaringan tanaman salah satunya yaitu dalam jaringan daun. Jamur endofit terdapat di dalam sistem jaringan tumbuhan, seperti daun, bunga, ranting ataupun akar tumbuhan (Clay, 1988). Jamur ini menginfeksi tumbuhan sehat pada jaringan tertentu dan mampu menghasilkan mikotoksin, enzim serta antibiotika. Fungi endofit hidup intraseluler di dalam jaringan tanaman sehat yang

menginduksi inang untuk menghasilkan senyawa metabolit sekunder (Murdiyah,2017).

2.5 Hubungan Jamur Endofit dengan Inangnya

Endofit dapat ditemukan pada berbagai spesies tanaman dan dapat mempengaruhi fisiologi tanaman inangnya. Pengaruh tersebut seperti peningkatan ketahanan terhadap stress, ketahanan terhadap hama dan penyakit tanaman, peningkatan produktivitas, dan peningkatan aktivitas herbisida saat berasosiasi dengan tanaman inangnya (Sunasih *et al.*, 2014). Saat berasosiasi dengan tanaman inangnya, jamur endofit juga memiliki pengaruh terhadap jamur patogen tumbuhan. Bukti pengaruh antimikroba endofit terhadap patogen telah terungkap dari beberapa tanaman.

Penggunaan mikroba antagonis perlu diupayakan dan salah satunya adalah memanfaatkan jamur endofit. Jamur endofit mampu meningkatkan resistensi tanaman inang dari serangan hama (Clay, 1988). Interaksi antara cendawan endofit dan inang umumnya bersifat simbiosis mutualisme. Jamur endofit dapat menginfeksi tumbuhan sehat pada jaringan tertentu dan mampu menghasilkan mikotoksin, enzim serta antibiotika (Clay, 1988). Keunggulan jamur ini sebagai agens pengendali hayati yaitu mampu meningkatkan ketersediaan nutrisi, dan menghasilkan hormon pertumbuhan tanaman inang (Lingga, 2010).

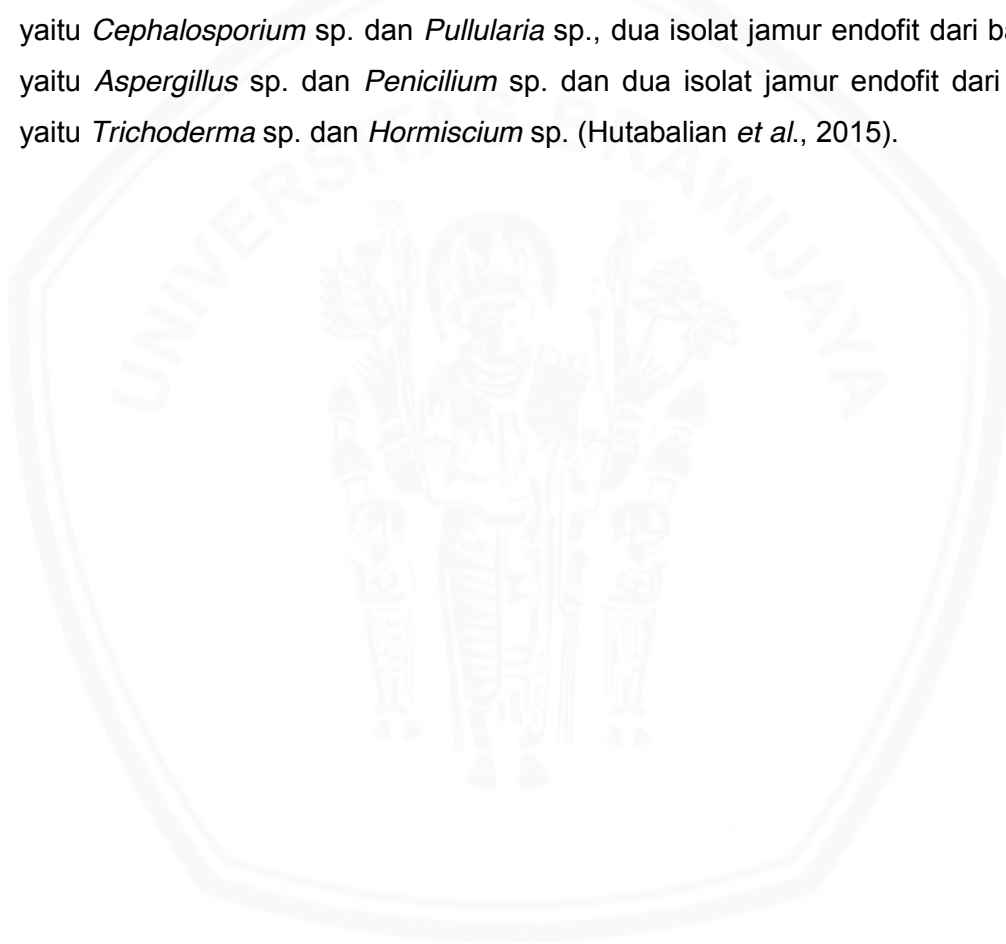
Mikroorganisme endofit akan mengeluarkan suatu metabolit sekunder yang merupakan senyawa yang merupakan senyawa antibiotik itu sendiri. Metabolit sekunder adalah senyawa yang disintesis oleh suatu mikroba, tidak untuk memenuhi kebutuhan primernya (tumbuh dan berkembang) melainkan sebagai mempertahankan eksistensinya dalam berinteraksi dengan lingkungannya. Metabolit sekunder yang dihasilkan oleh mikroorganisme endofit merupakan senyawa antibiotik yang dapat melindungi tanaman dari serangan hama, insekta, mikroba patogen dan sehingga dapat dimanfaatkan sebagai biokontrol (Purwanto, 2000).

2.6 Jamur Endofit pada Tanaman Pisang

Jamur endofit adalah mikroorganisme yang hidup di dalam jaringan tanaman tanpa menyebabkan kerusakan bagi inang (Khairy, 2012). Jamur endofit berperan dalam ketahanan tanaman dari cekaman lingkungan biotik dan abiotik. Jamur endofit terdapat di dalam jaringan tanaman meliputi daun, bunga, ranting, akar dan bagian-bagian tanaman lainnya.

Sehubungan dengan pengaruh jamur endofit terhadap tanaman yang dapat menginduksi ketahanan tanaman terhadap serangan Organisme pengganggu tanaman (OPT), maka beberapa peneliti tertarik melakukan eksplorasi dan pengujian efektivitas mikroba endofit sebagai agensi pengendali hayati, termasuk eksplorasi dari tanaman pisang. Penelitian sebelumnya berhasil mengisolasi dari bagian tanaman pisang sejumlah 46 isolat jamur yang terdiri atas 10 isolat dari anakan, 15 isolat dari daun dan 21 isolat dari tangkai daun pisang. Isolat-isolat yang teridentifikasi termasuk dalam kelompok *Colletotrichum* sp., *Fusarium* sp., *Guignardia* sp., *Penicillium* sp. dan *Talaromyces* sp. (Suciatmih *et al.*, 2014).

Dari hasil eksplorasi peneliti diperoleh dua isolat jamur endofit dari akar yaitu *Cephalosporium* sp. dan *Pullularia* sp., dua isolat jamur endofit dari batang yaitu *Aspergillus* sp. dan *Penicilium* sp. dan dua isolat jamur endofit dari daun yaitu *Trichoderma* sp. dan *Hormiscium* sp. (Hutabalian *et al.*, 2015).



III. METODOLOGI

3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di areal kebun Pancursari PT. Perkebunan Nusantara XII, Sumbermanjing Wetan, Kabupaten Malang untuk pengambilan sampel daun pisang yang sehat. Isolasi, perbanyak jamur endofit dan uji antagonis dilaksanakan di Laboratorium Penyakit Tumbuhan, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya Malang. Waktu pelaksanaan pada bulan Mei 2018 sampai November 2018.

3.2 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah timbangan analitik, kompor listrik, panci, pengaduk, pisau, api Bunsen, korek api, penggaris ($p=30$ cm), plastik, gelas ukur ($v=1000$ ml), labu Erlenmeyer ($v=250$ ml), cawan Petri ($d=9$ cm), autoklaf, *laminar air flow cabinet* (LAFC), jarum Ose, pinset, *hand sprayer*, gelas objek, gelas penutup ($L=18 \times 18$ mm), *Cork Borer*, pipet tetes, mikroskop compound dan kamera.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu media *potato dextrose agar* (PDA), EtOH 70%, NaOCl 2%, NaOCl 1%, spirtus, akuades steril, antibiotik kloramfenikol, plastik tahan panas, aluminium foil, tisu, plastik perekat, kertas label, bagian daun tanaman pisang yang sehat untuk isolasi jamur endofit, bagian daun tanaman pisang yang bergejala Foc untuk isolasi patogen.

3.3 Metode Penelitian

Kegiatan penelitian ini terdiri dari sterilisasi alat, pembuatan media pertumbuhan jamur, pengambilan sampel daun tanaman pisang, isolasi dan identifikasi jamur endofit, isolasi dan identifikasi jamur patogen, uji antagonis jamur endofit terhadap Foc dan analisis data. Penelitian ini dilakukan pada kondisi *in vitro*.

Sterilisasi Alat. Alat-alat yang disterilisasi adalah cawan Petri, tabung Erlenmeyer, pengaduk, jarum Ose, pinset dan *Cork Borer*. Sterilisasi dilakukan dengan menggunakan autoklaf pada temperatur 121°C dan tekanan 1,5 atm selama 60 menit. Alat-alat yang akan disterilisasi sebelumnya dimasukkan ke dalam plastik tahan panas dan diikat.

Pembuatan media pertumbuhan jamur. Media isolasi patogen, isolasi jamur endofit dan uji antagonis menggunakan media PDA. Bahan untuk membuat 1 lt PDA yaitu kentang 250 g, dextrose 20 g, agar 20 g, kloramfenikol 2 kapsul per kapsul 0,25 g, akuades 1 lt. Kentang yang sudah dikupas dan dicuci bersih kemudian dipotong berbentuk dadu dengan volume sekitar 1 cm³. Kentang yang sudah dipotong kemudian direbus dalam 1 lt akuades hingga mendidih, lalu disaring hingga diperoleh sari kentang. Sari kentang selanjutnya ditambah akuades hingga mencapai volume 1000 mL dan dimasak hingga mendidih. Dextrose dan agar ditambahkan ke dalam sari kentang dan diaduk hingga mendidih. Media yang sudah homogen didinginkan, ditambah chloramphenicol, diaduk dan selanjutnya dimasukkan ke dalam Erlenmeyer. Erlenmeyer kemudian ditutup dengan aluminium foil dan plastik wrapping, lalu disterilkan dengan autoclave selama 20 menit dengan suhu 12°C.

Pengambilan Sampel Daun, Isolasi dan identifikasi jamur endofit.

Pengambilan Sampel Daun. Daun pisang diambil dengan metode secara sengaja dipilih (*purposive sampling*) pada tanaman yang sehat. Bagian tanaman yang diambil untuk proses eksplorasi berada dalam kondisi sehat, serta tidak menunjukkan gejala serangan hama dan penyakit (Selim *et al.*, 2012). Sampel daun pisang kemudian dibawa ke laboratorium dan diisolasi.

Isolasi Jamur Endofit. Sampel daun pisang dicuci di air mengalir sampai bersih. Kemudian daun pisang dikeringkan dengan tisu steril. Setelah kering daun pisang digunting berukuran lebih kurang 1 cm. Kemudian daun yang telah digunting tersebut dibawa ke LAFC. Potongan daun kemudian disterilkan dengan cara merendam potongan daun dalam NaOCl 1% selama 1 menit. Kemudian daun tersebut direndam dalam EtOH 70% selama 1 menit dan selanjutnya dengan menggunakan akuades steril dua kali selama 1 menit pada akuades yang berbeda. Setelah itu, potongan daun dikeringkan di atas tisu steril kemudian ditanam pada media PDA. Akuades rendaman terakhir diambil 1ml dan dituang pada media PDA yang baru untuk digunakan sebagai kontrol.

PDA yang ditanami daun tanaman pisang dan yang dituang akuades bilasan terakhir diinkubasi selama 5-7 hari hingga koloni jamur endofit tumbuh memenuhi cawan Petri yang selanjutnya akan dimurnikan.

Pemurnian Isolat Jamur Endofit. Jamur yang tumbuh pada media PDA dimurnikan dengan cara mengambil jamur dalam biakan dengan menggunakan

jamur Ose dan dipindahkan ke dalam cawan Petri lain yang berisi PDA baru sehingga diperoleh biakan murni jamur endofit yang selanjutnya akan diidentifikasi.

Identifikasi Jamur Endofit. Isolat jamur endofit yang telah dimurnikan, diamati secara makroskopis dan mikroskopis. Pengamatan makroskopis dilakukan dengan melihat warna permukaan koloni, warna sebalik koloni, tipe persebaran koloni jamur dan tekstur permukaan koloni jamur.

Identifikasi secara mikroskopis dilakukan dengan pembuatan preparat terlebih dahulu. Pembuatan preparat berfungsi untuk mempermudah dalam identifikasi jamur pada mikroskop. Tahapan pembuatan preparat jamur yaitu jamur diambil dengan menggunakan jarum Ose kemudian diletakkan pada gelas objek yang telah diberi sedikit media PDA sebagai media pertumbuhan koloni dan ditutup dengan gelas penutup. Preparat kemudian diinkubasi selama 2-3 hari didalam wadah yang telah dialasi dengan tisu lembab dan ditutup rapat agar tidak terkontaminasi oleh spora jamur dari udara. Preparat kemudian diamati dengan mikroskop compound perbesaran 400 kali.

Pengamatan mikroskopis dilakukan dengan melihat hifa bersekat atau tidak, warna hifa, percabangan hifa (bercabang atau tidak), konidia (warna dan bentuk konidia), konidiofor (bentuk dan warna). Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Gandjar *et al.* (1999) bahwa identifikasi jamur secara mikroskopis meliputi persekatan hifa, pertumbuhan hifa (bercabang atau tidak bercabang), warna hifa dan konidiofor (bentuk, sekat, percabangan dan warna), konidia dan bentuk konidia (bulat, lonjong, berantai atau tidak beraturan). Sedangkan identifikasi secara makroskopis dapat dilihat dari warna permukaan koloni, tipe persebaran koloni jamur dan tekstur permukaan koloni jamur.

Isolat jamur yang telah diidentifikasi diberi nama sesuai dengan genusnya, dan jumlah jamur endofit yang ditemukan adalah 8 isolat (Tabel 1).

Tabel 1. Berbagai isolat jamur endofit yang ditemukan pada daun tanaman pisang

Kode Isolat	Genus
D1E1	<i>Aspergillus</i> sp.
D2E1	<i>Aspergillus</i> sp.
D4E1	<i>Cladosporium</i> sp.
D4E2	<i>Fusarium</i> sp.
D3E1	<i>Gongronella</i> sp.
D4E3	<i>Helminthosporium</i> sp.
E2E2	<i>Penicillium</i> sp.
D1E2	<i>Rhizoctonia</i> sp.

Isolasi dan Identifikasi Jamur Patogen

Isolasi Jamur Patogen. Patogen diisolasi dari daun tanaman pisang yang diduga terserang penyakit layu fusarium di lapangan. Isolasi jamur dari daun pisang yang sakit dilakukan dengan cara memotong daun pisang antara yang sehat dan yang sakit.

Potongan daun pisang direndam dengan menggunakan NaOCl 2%, kemudian direndam EtOH 70 %, dan direndam dengan akuades 2 kali, kemudian dikeringanginkan pada tisu steril. Potongan daun pisang yang sudah dikeringanginkan masing-masing ditanam dalam cawan Petri yang berisi PDA dan diinkubasikan selama 10 hari yang selanjutnya akan dimurnikan.

Pemurnian Isolat Jamur Patogen. Jamur yang tumbuh pada media PDA dimurnikan dengan cara mengambil jamur dalam biakan dengan menggunakan jamur Ose dan dipindahkan ke dalam cawan Petri lain yang berisi PDA baru sehingga diperoleh biakan murni jamur patogen yang selanjutnya akan diidentifikasi.

Identifikasi Jamur Patogen. Isolat jamur patogen, diamati secara makroskopis dan mikroskopis. Pengamatan makroskopis dilakukan dengan melihat warna permukaan koloni, warna sebalik koloni, tipe persebaran koloni jamur dan tekstur permukaan koloni jamur.

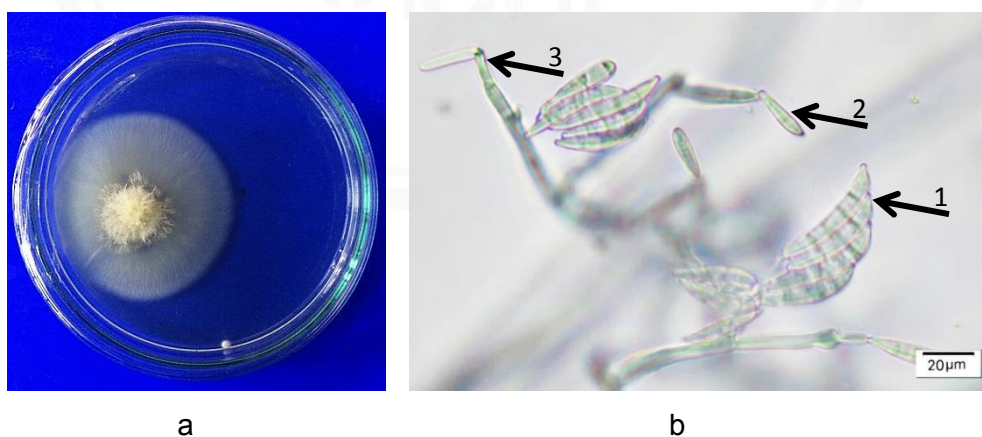
Identifikasi secara mikroskopis dilakukan dengan pembuatan preparat terlebih dahulu. Pembuatan preparat berfungsi untuk mempermudah dalam identifikasi jamur pada mikroskop. Tahapan pembuatan preparat jamur yaitu

jamur diambil dengan menggunakan jarum Ose kemudian diletakkan pada gelas objek yang telah diberi sedikit media PDA sebagai media pertumbuhan koloni dan ditutup dengan gelas penutup. Preparat kemudian diinkubasi selama 2-3 hari didalam wadah yang telah dialasi dengan tisu lembab dan ditutup rapat agar tidak terkontaminasi oleh spora jamur dari udara. Preparat kemudian diamati dengan mikroskop compound perbesaran 400 kali.

Pengamatan mikroskopis dilakukan dengan melihat hifa bersekat atau tidak, warna hifa, percabangan hifa (bercabang atau tidak), konidia (warna dan bentuk konidia), konidiofor (bentuk dan warna).

Hasil pengamatan makroskopis Foc yaitu koloni berwarna putih sedikit krem. Koloni bagian bawah pada bagian tengah berwarna putih kekuningan. Tipe persebaran konsentris, membulat dengan tekstur permukaan koloni kasar seperti kapas dan ketebalannya timbul. Pada 7 HSP diameter Foc di cawan Petri sebesar 6 cm (Gambar 3a). Hal tersebut sesuai dengan Gandjar *et al.* (1999) pada medium PDA mula-mula miselium berwarna putih atau salem semakin tua warna menjadi krem atau kuning pucat, dalam keadaan tertentu berwarna merah muda agak ungu. Miselium seperti kapas kemudian menjadi beludru.

Pada pengamatan mikroskopis diperoleh makrokonidia, mikrokonidia dan hifa. Makrokonidia Foc bersekat, hialin dan memiliki bentuk seperti sabit. Mikrokonidia tidak bersekat, hialin dan lonjong. Sedangkan hifanya bersekat dan hialin (Gambar 3b). Ciri tersebut sesuai dengan pernyataan Sastrahidayat (2015) mikrokonidium, berbentuk bulat telur atau lonjong, hialin, tidak bersekat. Makrokonidium, terdiri dari 3-5 sekat, hialin, berbentuk "fusoid-subulate" atau "fusoid-falcate" (agak mirip dengan bentuk bulan sabit).



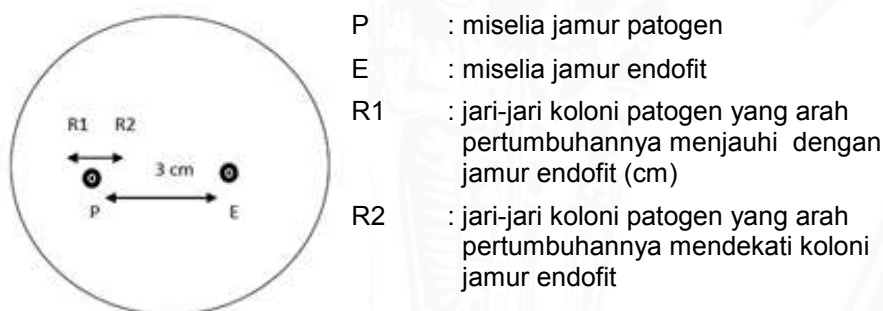
Gambar 3. Isolat jamur Foc. a. makroskopis Foc (biakan murni 7 hari pada media PDA), b. mikroskopis (perbesaran 40x10 mm). (1) makrokonidia, (2) mikrokonidia, (3) hifa

Hasil biakan murni Foc yang telah diidentifikasi digunakan sebagai sumber inokulum uji antagonis penghambatan jamur endofit terhadap patogen Foc.

Uji Antagonis Jamur Endofit terhadap Jamur Foc secara *in vitro*.

Percobaan tahap ini adalah untuk melihat adanya penghambatan serta besarnya hambatan isolat jamur endofit terhadap pertumbuhan Foc pada media PDA. Pengujian jamur antagonis dilakukan secara *in vitro* dengan metode oposisi langsung, yaitu menumbuhkan isolat jamur Foc dengan isolat jamur endofit secara berhadapan dengan jarak 3 cm pada cawan Petri yang berisi PDA secara bersamaan lalu diinkubasi selama 7 hari.

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 8 perlakuan jamur endofit yang ditemukan (Tabel 1) dan kontrol. Setiap perlakuan diulang sejumlah 3 kali sehingga diperoleh 27 satuan percobaan. Pengamatan daya hambat jamur endofit dilakukan pada hari ke 3, 5 dan 7 HSI pada masing-masing ulangan. Pengamatan dilakukan dengan cara menghitung jari-jari koloni patogen yang pertumbuhannya menjauhi jamur endofit (R1) dan menghitung jari-jari koloni yang pertumbuhannya mendekati jamur endofit (R2) (Gambar 4).



Gambar 4. Skema uji antagonis metode oposisi langsung.

Kemampuan antagonis jamur endofit terhadap Foc diketahui melalui pertumbuhan koloni yang dihitung berdasarkan rumus:

$$\text{Rumus: } I = \frac{R1-R2}{R1} \times 100$$

yang I adalah persentase penghambatan, R1 adalah jari-jari koloni patogen yang arah pertumbuhannya menjauhi dengan jamur endofit (cm) dan R2 adalah jari-jari koloni patogen yang arah pertumbuhannya mendekati koloni jamur endofit (cm) (Kurnia *et al.*, 2014).

Setelah dihitung persentase daya penghambatan jamur antagonis terhadap jamur Foc dikategorikan berdasarkan Živković *et al.* (2010 dalam Nuraini *et al.*, 2017) (Tabel 2).

Tabel 2. Kategori persentase daya penghambatan antagonis

Persentase	Kategori
<30%	Daya penghambatan antagonis rendah
30% - <50%	Daya penghambatan antagonis sedang
50% - <70%	Daya penghambatan antagonis tinggi
>70%	Daya penghambatan antagonis sangat tinggi

3.4 Analisis Data

Data uji antagonis jamur endofit terhadap jamur patogen Foc dianalisis menggunakan sidik ragam. Apabila respon dari perlakuan berbeda nyata, maka dilanjutkan pada uji Duncan pada taraf kesalahan 5%.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Isolasi dan Identifikasi Jamur Endofit Pada Daun Tanaman Pisang

Dari hasil isolasi dan identifikasi jamur endofit dari daun tanaman pisang, diperoleh 8 isolat jamur yang tergolong dalam 7 genus (Tabel 3).

Tabel 3. Hasil identifikasi jamur endofit pada daun tanaman Pisang

Jamur yang ditemukan	Ciri – ciri mikroskopis
<i>Aspergillus</i> sp. isolat D1E1	Konidia berbentuk bulat dan bergerombol pada ujung konidiofor. Konidia berwarna coklat.
<i>Aspergillus</i> sp. isolat D2E1	Konidia berbentuk bulat dan bergerombol pada ujung konidiofor. Konidia berwarna hijau.
<i>Cladosporium</i> sp.	Hifa bersekat, konidiofor bercabang dan berwarna gelap konidia berbentuk bulat telur memanjang menyerupai rantai.
<i>Fusarium</i> sp.	Hifa bersekat dan hialin, konidiofor bersekat, hialin, dan bercabang. Konidia hialin berbentuk lonjong.
<i>Gongronella</i> sp.	Hifa tidak bersekat dan hialin. Sporangiofor sederhana, tidak bersekat dengan panjang 36, 61 μm . Sporangium berbentuk globose berdiameter 15,2 μm .
<i>Helminthosporium</i> sp.	Hifa bersekat, diperoleh konidia berbentuk oval atau elips, konidia lurus agak melengkung dan terdiri dari 7 septa.
<i>Penicillium</i> sp.	Hifa bersekat dan hialin, konidiofor tidak bersekat, bercabang, dan hialin. Memiliki fialid, konidia berbentuk bulat
<i>Rhizoctonia</i> sp.	Hifa bercabang membentuk sudut seperti siku-siku, hialin dan bersekat.

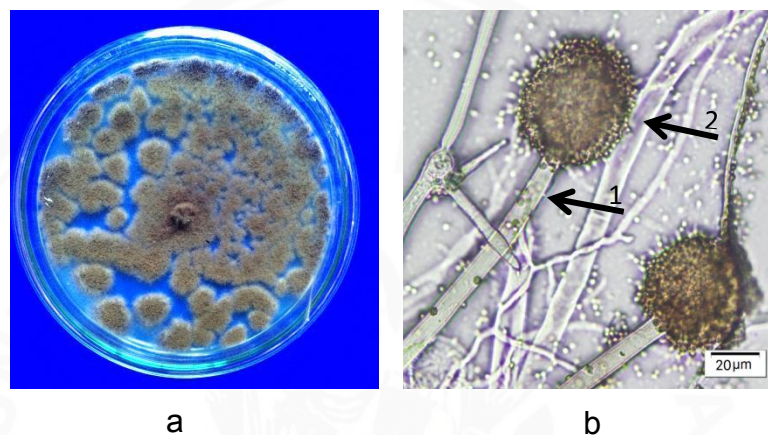
Berikut ini adalah ciri makroskopis dan mikroskopis jamur endofit yang ditemukan dari daun tanaman pisang:

1. *Aspergillus* sp. isolat D1E1

Genus *Aspergillus* sp. isolat D2E1 menunjukkan koloni berwarna hitam, bagian tepi berberwarna putih dan koloni bagian bawah berwarna putih. Tipe persebaran *Aspergillus* sp. isolat D2E1 tidak merata, sebaran menyebar keseluruhan Petri. Tekstur permukaan *Aspergillus* sp. isolat D2E1 kasar seperti seperti serbuk ketebalannya timbul (Gambar 5a). *Aspergillus* sp. isolat D2E1 diameter berukuran 4,5 cm saat berumur 7 hari setelah purifikasi. Menurut Gandjar *et al.* (1999), *Aspergillus* sp. memiliki ukuran 4-5 cm dalam waktu 7 hari,

dan terdiri dari suatu lapisan basal yang kompak berwarna putih hingga kuning dan suatu lapisan konidiofor yang lebat yang berwarna coklat tua hingga hitam. kepala konidia berwarna hitam, berbentuk bulat, dan cenderung merekah.

Pada pengamatan mikroskopis didapati konidiofor dan konidia. Konidiofor *Aspergillus* sp. isolat D2E1 tegak sederhana, hialin, tidak bersekat, dan tidak bercabang. Konidia *Aspergillus* sp. isolat D2E1 berwarna coklat dan berbentuk bulat hingga semibulat (Gambar 5b). Menurut Gandjar *et al.* (1999), *Aspergillus* sp. memiliki konidiofor berdinding halus, berwarna hialin, tetapi dapat juga kecoklatan. Konidia berbentuk bulat hingga semibulat, berukuran 3,5-5 μm .



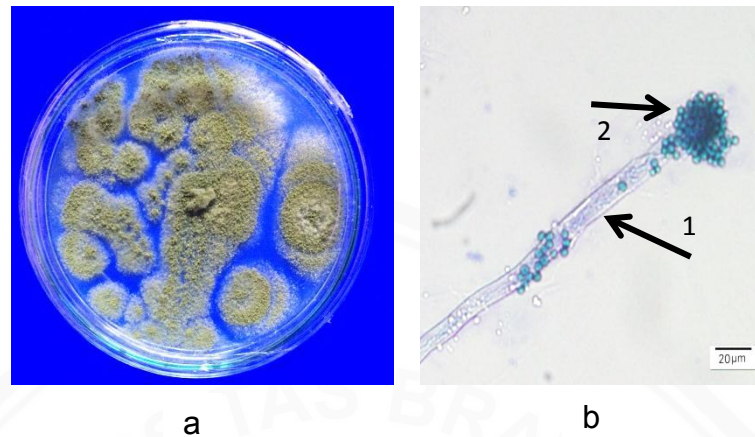
Gambar 5. Isolat jamur *Aspergillus* sp. isolat D1E1. a: makroskopis (biakan murni 7 hari pada media PDA) dan b: mikroskopis (perbesaran 40x10 mm). 1. konidiofor dan 2. konidia

2. *Aspergillus* sp. isolat D2E2

Makroskopis *Aspergillus* sp. isolat D2E2 menunjukkan koloni berwarna hijau, bagian tepi berwarna putih dan koloni bagian bawah berwarna kuning. Tipe persebaran *Aspergillus* sp. isolat D2E2 tidak berbentuk, sebaran menyebar keseluruh Petri. Tekstur permukaan *Aspergillus* sp. isolat D2E2 kasar seperti serbuk dan ketebalannya timbul (Gambar 6a). Ukuran *Aspergillus* sp. isolat D2E2 diameter berukuran 4,65 saat berumur 7 hari setelah purifikasi. Gandjar *et al.* (1999), menyatakan bahwa *Aspergillus* sp. memiliki ukuran 4-5 cm dalam waktu 7 hari setelah purifikasi, dan berwarna hijau karena lebatnya konidiofor yang terbentuk. Kepala konidia khas berbentuk bulat, kemudian merekah dan berwarna hijau hingga hijau tua kekuningan.

Morfologi jamur *Aspergillus* sp. isolat D1E2 didapati konidiofor dan konidia. Konidiofor *Aspergillus* sp. isolat D2E2 tegak sederhana, hialin, tidak bersekat, dan tidak bercabang. Konidia *Aspergillus* sp. isolat D2E2 berwarna hijau dan

berbentuk bulat hingga semibulat (Gambar 6b). Gandjar *et al.* (1999), menyatakan *Aspergillus* sp. memiliki konidiofor berdinding halus, berwarna hialin, tetapi dapat juga kecoklatan. Konidia berbentuk bulat hingga semibulat, berukuran 3,5-5 μm dan berwarna hijau pucat.

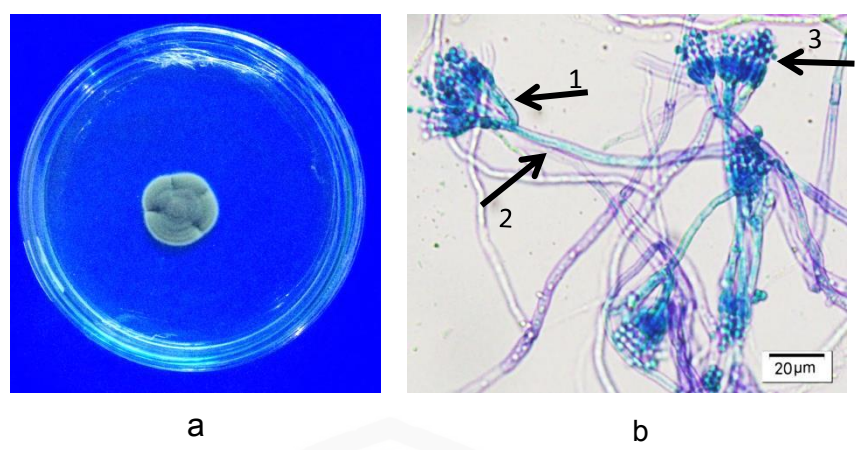


Gambar 6. Isolat jamur *Aspergillus* sp. isolat D1E2. a: makroskopis (biakan murni 7 hari pada media PDA) dan b: mikroskopis (perbesaran 40x10 mm). 1. konidiofor dan 2. konidia

3. *Penicillium* sp.

Koloni *Penicillium* sp. menunjukkan warna hijau keabuan, bagian tepinya berberwarna putih dan koloni pada bagian bawah berwarna coklat tua. Tekstur permukaan *Penicillium* sp. halus seperti bludru dan ketebalannya timbul seperti kawah (Gambar 7a). *Penicillium* sp. berdiameter 3,5 cm saat berumur 7 hari setelah purifikasi. Gandjar *et al.* (1999), mengemukakan koloni *Penicillium* sp. memiliki diameter 4-5 cm dalam waktu 10 hari, memiliki permukaan seperti beludru walaupun kadang-kadang agak seperti kapas, dan berwarna hijau kekuningan atau hijau agak biru pucat, bila berumur tua warna akan semakin gelap.

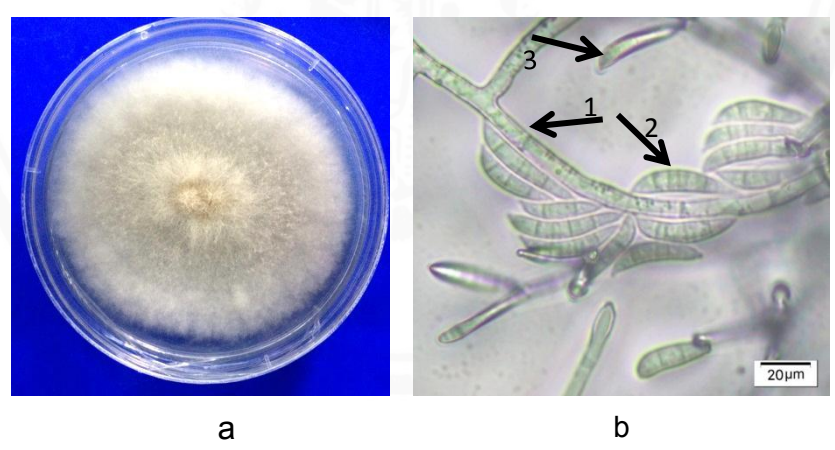
Mikroskopis *Penicillium* sp. didapati fialid, konidiofor dan konidia. Konidiofor tidak bersekat, bercabang dan berbentuk tegak. Fialid *Penicillium* sp. serta konidia hialin, berbentuk bulat. Konidia *Penicillium* sp. tersebar dan menggerombol dekat dengan konidiofor (Gambar 7b). Gandjar *et al.* (1999), mengemukakan *Penicillium* sp. memiliki konidiofor muncul dari substrat, umumnya mempunyai veertisil 3 hingga 4, pada beberapa *strain* memiliki percabangan lebih banyak. Konidia semula berbentuk semibulat atau elips, kemudian menjadi bulat, berwarna hialin atau sedikit kehijauan, berdinding halus, serta terbentuk dalam kolom kolom yang tidak padat.



Gambar 7. Isolat jamur *Penicillium* sp. a: makroskopis (biakan murni 7 hari pada media PDA) dan b: mikroskopis (perbesaran 40x10 mm). 1. fialid, 2. konidiofor dan 3. konidia

4. *Fusarium* sp.

Isolat *Fusarium* sp. menunjukkan warna koloni putih, bagian tepi berberwarna putih dan dan koloni bagian bawah berwarna putih. Tipe persebaran *Fusarium* sp. bulat. Tekstur permukaan *Fusarium* sp. halus seperti kapas dan ketebalannya timbul (Gambar 8a). Diameter *Fusarium* sp. adalah 8,5 cm saat berumur 7 hari setelah purifikasi. Menurut Gandjar *et al.* (1999), menegaskan *Fusarium* sp. miliki koloni berdiameter 3,5-5,5 cm dalam waktu 4 hari. Miselia seperti kapas, berwarna putih hingga jingga pucat atau keabu-abuan.



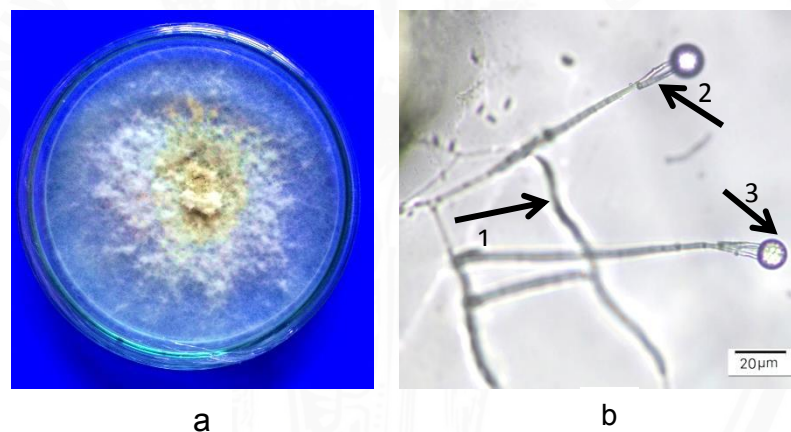
Gambar 8. Isolat jamur *Fusarium* sp. a: makroskopis (biakan murni 7 hari pada media PDA) dan b: mikroskopis (perbesaran 40x10 mm). 1. hifa, 2. makrokonidia dan 3. mikrokonidia

Pada pengamatan mikroskopis didapati hifa, makrokonidia dan mikrokonidia. Hifa bersekat dan berwarna hialin. Makrokonidia lonjong sedikit melengkung dan bersekat. Sedangkan mikrokonidia lonjong dan tidak bersekat

(Gambar 8b). Gandjar *et al.* (1999), menegaskan *Fusarium* sp. konidiofor semula tidak bercabang, kemudian bercabang dengan fialid berjumlah tunggal atau banyak. Mikrokonidia terbentuk sebelum pembentukan makrokonidia. Makrokonidia *Fusarium* sp. bersepta 3-5, berbentuk hampir seperti sabit, agak lurus, apabila bersepta 3 maka berukuran panjang 27-54 μm dan lebar 3,4-4,2 μm , sedangkan bila bersepta 5 maka panjang 53-63 μm dan lebar 3,5-4,5 μm .

5. *Gongronella* sp.

Koloni jamur *Gongronella* sp. menunjukkan warna koloni putih kekuningan, bagian tepi putih dan koloni bagian bawah berwarna putih. *Gongronella* sp. memiliki tipe persebaran bulat tetapi beraturan. Permukaan *Gongronella* sp. bertekstur kasar dengan ketebalannya sedikit timbul. *Gongronella* sp. berdiameter 9 cm pada saat berumur 7 hari setelah purifikasi (Gambar 9a). Babu *et al.* (2015), menyatakan bahwa koloni *Gongronella* sp. berwarna putih bagian tengah berwarna kuning kecoklatan.



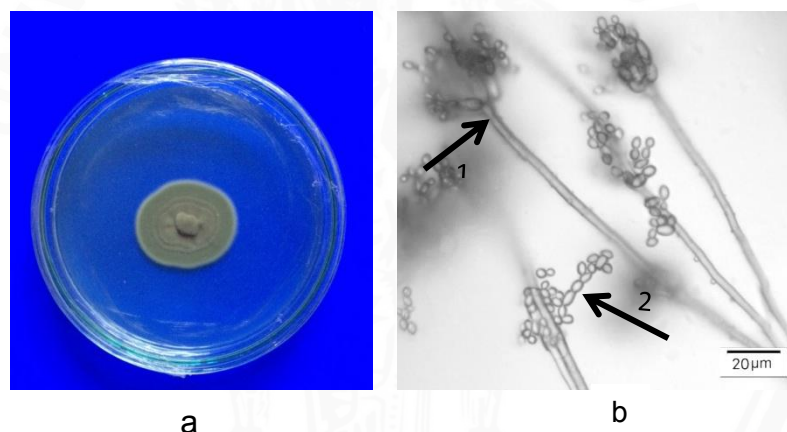
Gambar 9. Isolat jamur *Gongronella* sp. a: makroskopis (biakan murni 7 hari pada media PDA) dan b: mikroskopis (perbesaran 40x10 mm). 1. hifa, 2. sporangiofor dan 3. sporangium

Pada pengamatan mikroskopis *Gongronella* sp. didapati hifa, sporangiofor dan sporangium. Hifa *Gongronella* sp. tidak bersekat dan hialin. Sporangiofor *Gongronella* sp. sederhana dan tidak bersekat. Sedangkan sporangium *Gongronella* sp. berbentuk globose (Gambar 9b). Watanabe (2002), menyatakan bahwa ciri morfologi *Gongronella* sp. yakni sporangiofor hialin dan sederhana, sporangium berbentuk globus serta sporangiospora hialin.

6. *Cladosporium* sp.

Pengamatan isolat *Cladosporium* sp. menunjukkan warna koloni hijau tua, bagian tepi putih dan koloni bagian bawah berwarna hijau kehitaman. Tipe persebaran *Cladosporium* sp. bulat. Tekstur permukaan *Cladosporium* sp. halus dengan ketebalannya timbul. Diameter *Cladosporium* sp. berukuran 4,7 cm pada saat berumur 7 hari setelah purifikasi (Gambar 10a). Gandjar *et al.* (1999), berpendapat bahwa koloni berwarna hijau tua kecoklatan atau hijau keabu-abuan, koloni bagian bawah berwarna hijau kehitaman. Penampakan koloni mula-mula seperti beludru, kemudian seperti tepung halus karena pembentukan konidia yang lebat.

Pada mikroskopis *Cladosporium* sp. didapati konidia dan konidiofor. Konidia *Cladosporium* sp. berbentuk bulat telur memanjang menyerupai rantai. Konidiofor *Cladosporium* sp. bercabang dan berwarna gelap (Gambar 10b). Gandjar *et al.* (1999), berpendapat bahwa konidia berbentuk rantai berwarna gelap berbentuk elips atau mirip jeruk lemon.

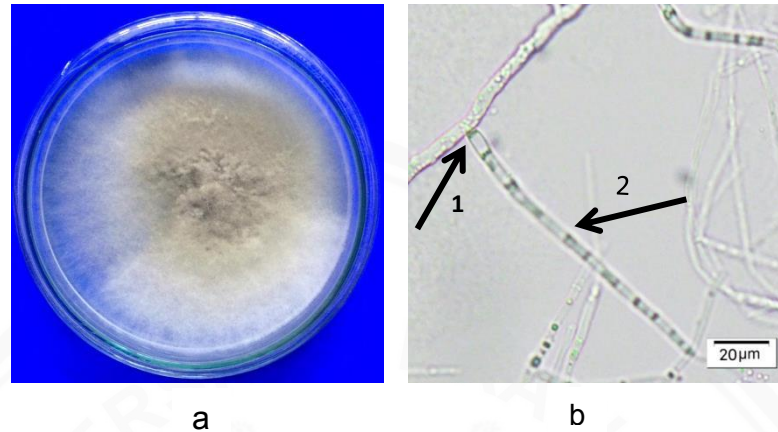


Gambar 10. Isolat jamur *Cladosporium* sp. a: makroskopis (biakan murni 7 hari pada media PDA) dan b: mikroskopis (perbesaran 40x10 mm). 1. konidiofor dan 2. konidia

7. *Rhizoctonia* sp.

Hasil pengamatan yang dilakukan *Rhizoctonia* sp. menunjukkan warna koloni putih, kemudian pada 5 hari setelah purif bagian tengah koloni berubah menjadi warna keabu-abu. Koloni bagian bawah *Rhizoctonia* sp. berwarna putih, tetapi pada bagian tengah berwarna keabu-abuan. Tipe persebaran *Rhizoctonia* sp. bulat beraturan. Tekstur permukaan *Rhizoctonia* sp. halus seperti kapas dengan ketebalannya sedikit timbul. *Rhizoctonia* sp. berdiameter 9 cm pada saat berumur 7 hari setelah purif (Gambar 11a).

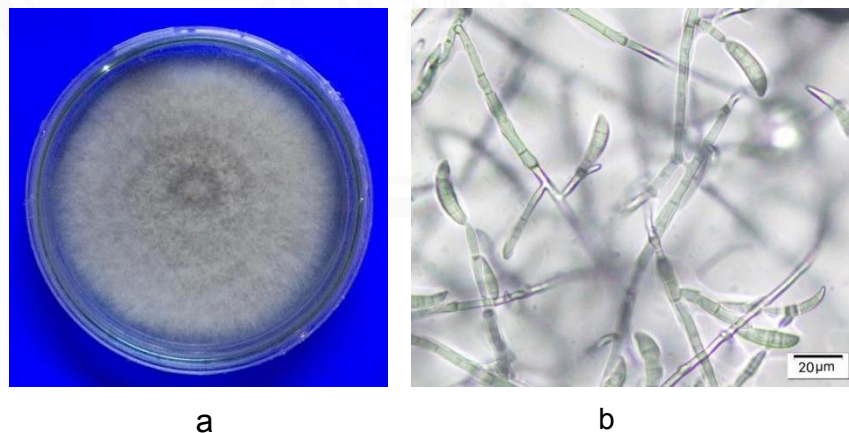
Genus *Rhizoctonia* sp. memiliki hifa tidak bersekat dan hialin. Ciri-ciri khusus *Rhizoctonia* sp. yaitu hifa membentuk seperti sudut siku-siku (Gambar 11b). Hal ini selaras dengan Semangun (1993 dalam Sumartini, 2012), hifa *Rhizoctonia* sp. mempunyai percabangan yang hampir siku, pada titik percabangannya terdapat lekukan, lebar hifa 6–10 μm , berwarna hialin, bersekat.



Gambar 11. Isolat jamur *Rhizoctonia* sp. a: makroskopis (biakan murni 7 hari pada media PDA) dan b: mikroskopis (perbesaran 40x10 mm). 1. percabangan hifa hampir siku dan 2. hifa bersekat

8. *Helminthosporium* sp.

Koloni *Helminthosporium* sp. menunjukkan warna koloni putih. Koloni bagian bawah *Helminthosporium* sp. berwarna putih, tetapi pada bagian tengah berwarna kekuningan. Tipe persebaran *Helminthosporium* sp. bulat beraturan. Tekstur permukaan *Helminthosporium* sp. halus seperti kapas dengan ketebalannya sedikit timbul. Ukuran diameter *Helminthosporium* sp. 8,5 cm pada saat berumur 7 hari setelah purif (Gambar 12a).



Gambar 12. Isolat jamur *Helminthosporium* sp. a: makroskopis (biakan murni 7 hari pada media PDA) dan b: mikroskopis (perbesaran 40x10 mm)

Karakteristik mikroskopis dari isolat *Helminthosporium* sp. diperoleh konidia berbentuk oval atau elips, konidia lurus agak melengkung, konidia memiliki hilum sedikit menonjol, konidium mempunyai hilum yang menonjol dengan jelas, dapat dilihat pada (Gambar 12b). Hal ini sesuai dengan pernyataan Pakki (2005), bahwa bentuk konidia anggota spesies *Helminthosporium* sp. agak melengkung, ujungnya tumpul, bersekat berjumlah 3-10 sekat.

4.2 Uji Antagonis Jamur Endofit Terhadap Pertumbuhan Foc

Berdasarkan hasil analisis ragam, daya hambat jamur endofit sebagian besar menunjukkan potensi sebagai antagonis. Hal tersebut dilihat dari lebih tingginya nilai daya hambat jamur endofit tanaman pisang dibandingkan kontrol (Tabel 4). Pada pengamatan hari ke 3 daya hambat jamur endofit yang tertinggi yaitu *Rhizoctonia* sp. sebesar 20,54%. Isolat jamur endofit lain yang menunjukkan daya hambat lebih tinggi dari kontrol yaitu *Aspergillus* sp. isolat D1E1, *Gongronella* sp. *Fusarium* sp. dan *Helminthosporium* sp. Sedangkan jamur endofit yang lain daya hambatnya sama dengan kontrol.

Tabel 4. Daya hambat isolat jamur endofit terhadap isolat jamur patogen Foc

Jenis Jamur	Rerata Daya Hambat pada Pengamatan hari ke- ... (%)		
	3	5	7
Kontrol	0,00 a	0,00 ab	0,00 a
<i>Aspergillus</i> sp. isolat D1E1	9,43 bc	42,92 d	49,67 cd
<i>Aspergillus</i> sp. isolat D2E1	3,25 ab	33,88 cd	36,31 bcd
<i>Cladosporium</i> sp.	0,00 a	0,00 a	23,81 ab
<i>Fusarium</i> sp.	10,63 bc	20,02 ac	29,94 bc
<i>Gongronella</i> sp.	15,45 cd	54,95 d	60,21 d
<i>Helminthosporium</i> sp.	10,36 bc	43,80 d	49,48 cd
<i>Penicillium</i> sp.	5,64 ab	0,00 a	19,73 ab
<i>Rhizoctonia</i> sp.	20,54 d	50,23 d	54,37 cd

Keterangan: Data pada tabel merupakan data asli yang sudah ditransformasi menggunakan arc sin. Bilangan yang disertai huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji Duncan taraf kesalahan 5%.

Daya hambat jamur endofit pada pengamatan hari ke 5 yang lebih tinggi dari kontrol terdapat 5 dari 8 isolat jamur endofit yaitu *Aspergillus* sp. isolat D1E1, *Rhizoctonia* sp., *Aspergillus* sp. isolat D2E2, *Gongronella* sp. dan

Helminthosporium sp. Sedangkan isolat jamur endofit yang lainnya menunjukkan daya hambat yang tidak berbeda dengan kontrol.

Hari ke 7 pengamatan daya hambat jamur endofit terhadap Foc yang menunjukkan nilai lebih tinggi dari kontrol yaitu *Aspergillus* sp. isolat D1E1, *Rhizoctonia* sp., *Aspergillus* sp. isolat D2E2, *Gongronella* sp., *Fusarium* sp. dan *Helminthosporium* sp.

Isolat jamur endofit dengan nilai daya hambat lebih tinggi dari kontrol menunjukkan bahwa jamur endofit mempunyai kemampuan sebagai agen antagonis terhadap jamur Foc. Hal tersebut diduga karena pertumbuhan jamur endofit lebih cepat dibandingkan dengan jamur Foc. Sesuai dengan pernyataan Amaria *et al.* (2013) bahwa isolat jamur yang memiliki daya hambat yang tinggi mampu menjadi antagonis karena pertumbuhan koloni jamur lebih cepat dari pada koloni patogen.

Pengamatan secara makroskopis mekanisme penghambatan jamur endofit terhadap patogen Foc yaitu mikoparasitisme dan kompetisi (Tabel 5). Hal tersebut diduga karena terhambatnya pertumbuhan jamur patogen oleh jamur antagonis, sesuai dengan pernyataan Fety *et al.* (2015) pertumbuhan jamur patogen yang terhambat diduga karena adanya mekanisme kompetisi atau mikoparasitisme atau antibiosis.

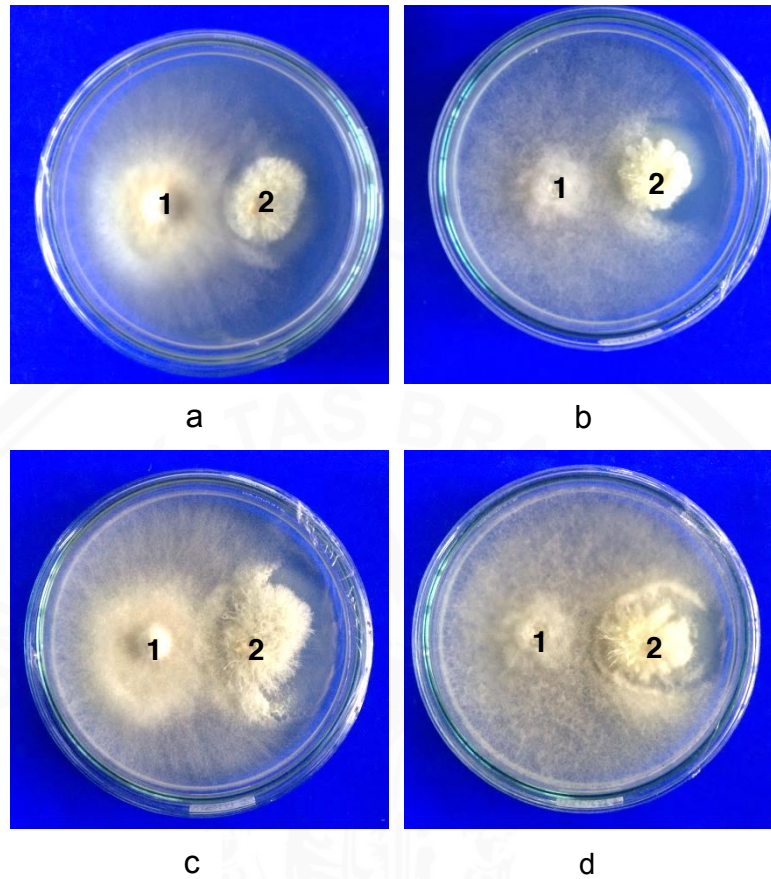
Tabel 5 . Mekanisme pertumbuhan jamur endofit terhadap Foc

Jenis Jamur	Mekanisme Penghambatan
<i>Gongronella</i> sp.	Mikoparasitisme
<i>Rhizoctonia</i> sp.	Mikoparasitisme
<i>Aspergillus</i> sp. isolat D1E1	Kompetisi
<i>Aspergillus</i> sp. isolat D2E1	Kompetisi
<i>Cladosporium</i> sp.	Kompetisi
<i>Fusarium</i> sp.	Kompetisi
<i>Helminthosporium</i> sp.	Kompetisi
<i>Penicillium</i> sp.	Kompetisi

Isolat *Gongronella* sp. dan *Rhizoctonia* sp. adalah isolat yang memiliki mekanisme daya hambat mikoparasitisme, hal ini ditunjukkan oleh pertumbuhan miselium jamur antagonis yang dominan dan menekan pertumbuhan patogen serta tumbuhnya hifa jamur antagonis diatas hifa jamur patogen (Gambar 13).

Pada 3 HSI pertumbuhan koloni *Rhizoctonia* sp. dan *Gongronella* sp. sudah hampir memenuhi cawan dan menghambat pertumbuhan dari Foc

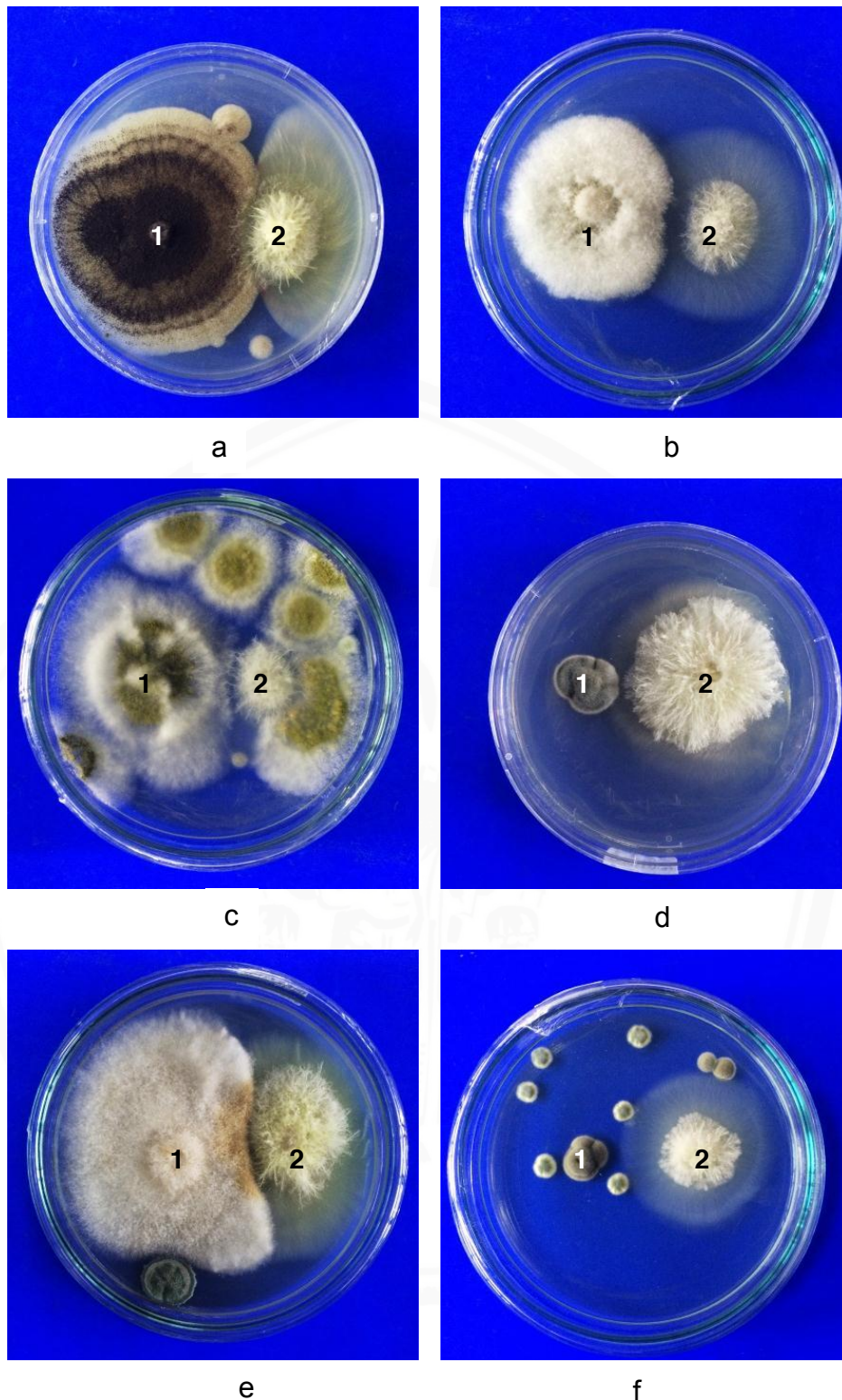
(Gambar 13a dan 13b). Hal ini sesuai dengan pernyataan Fety *et al.* (2015) bahwa mikoparasitisme pada uji antagonis jamur terjadi selama pertumbuhan jamur antagonis yang cepat dan tumbuh ke arah patogen, serta pertumbuhan hifa jamur antagonis diatas hifa patogen.



Gambar 13. Penampakan pertumbuhan uji antagonis jamur Foc dengan perlakuan: a. *Rhizoctonia* sp. dan b. *Gongronella* sp. pada 3 HSI, c. *Rhizoctonia* sp. dan d. *Gongronella* sp. pada 7 HSI. 1. Jamur endofit daun tanaman pisang dan 2. Patogen Foc

Jamur endofit isolat *Aspergillus* sp. isolat DIE1, *Helminthosporium* sp., *Aspergillus* sp. isolat D2E1, *Penicillium* sp., *Cladosporium* sp. dan *Fusarium* sp. mekanisme yang terjadi terhadap Foc adalah kompetisi.

Hal ini ditunjukkan dengan lebih unggulnya pertumbuhan koloni jamur tersebut dibandingkan jamur patogen dalam persaingan memperebutkan ruang tumbuh (Gambar 14). Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Fety *et al.* (2015) bahwa kompetisi antara jamur antagonis dan patogen terjadi karena adanya persaingan memperebutkan sumber makanan sehingga jamur yang lebih unggul dalam penguasaan ruang dan nutrisi maka akan mampu menekan pertumbuhan lawannya.



Gambar 14. Penampakan pertumbuhan uji antagonis jamur Foc pada 7 HSI dengan perlakuan: a: *Aspergillus* sp. isolat DIE1, b: *Helminthosporium* sp., c: *Aspergillus* sp. isolat D2E1, d: *Penicillium* sp., e: *Cladosporium* sp. dan f: *Fusarium* sp. 1. Jamur endofit daun tanaman pisang dan 2. Patogen Foc

Persentase daya hambat jamur endofit terhadap Foc pada 7 HSI dikategorikan berdasarkan Živković *et al.* (2010 dalam Nuraini *et al.*, 2017) (Tabel 6).

Tabel 6. Kategori persentase daya hambat berbagai jamur endofit terhadap Foc

Jenis Jamur	Hasil persentase (%)	Kategori Daya Penghambatan
<i>Gongronella</i> sp.	60,21	Tinggi
<i>Rhizoctonia</i> sp.	54,37	Tinggi
<i>Aspergillus</i> sp. isolat D1E1	49,6	Sedang
<i>Helminthosporium</i> sp.	49,48	Sedang
<i>Aspergillus</i> sp. isolat D2E1	36,31	Sedang
<i>Fusarium</i> sp.	29,94	Rendah
<i>Cladosporium</i> sp.	23,81	Rendah
<i>Penicillium</i> sp.	19,73	Rendah

Persentase daya hambat yang menunjukkan lebih dari 50% adalah *Gongronella* sp. Hal tersebut diduga karena jamur *Gongronella* sp. memproduksi zat kitosan yang mampu menghambat patogen Foc, sehingga pertumbuhan jamur *Gongronella* sp. lebih cepat. Menurut Babu *et al.* (2015) jamur *Gongronella* sp. mampu menghasilkan zat kitosan yang banyak digunakan untuk sektor pertanian dan industrial karena fungsi tersebut.

Persentase daya hambat yang tinggi selanjutnya adalah jamur *Rhizoctonia* sp., jamur *Rhizoctonia* sp. non patogenik sering disebut *Rhizoctonia* binukleat yang mampu memproduksi enzim kitinase yang digunakan sebagai nutrisi sehingga pertumbuhan jamur *Rhizoctonia* binukleat lebih cepat dan mampu menghambat jamur patogen. Sesuai dengan hasil penelitian Haryuni *et al.* (2014), bahwa jamur *Rhizoctonia* binukleat mampu memproduksi enzim kitinase sehingga menghambat dan mengganggu proses pertumbuhan jamur *F. oxysporum*.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah hasil isolasi jamur endofit tanaman pisang, diperoleh 8 jamur. 7 isolat jamur teridentifikasi berasal dari 7 genus yaitu *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp., *Fusarium* sp., *Gongronella* sp., *Rhizoctonia* sp., *Cladosporium* sp dan *Helminthosporium* sp. Serta jenis jamur antagonis pada endofit tanaman pisang yang mampu menekan pertumbuhan jamur patogen Foc secara *in vitro* yaitu jamur *Gongronella* sp., *Rhizoctonia* sp., *Aspergillus* sp., *Helminthosporium* sp. dan *Aspergillus* sp. isolat D1E1.

5.2 Saran

Perlu dilakukan serangkaian penelitian lebih lanjut mengenai mekanisme kerja jamur endofit dalam menghambat perkembangan Foc dan pertumbuhan serta pengujian *in vivo*, identifikasi jamur endofit hingga tingkat spesies, uji patogenesitas dan eksplorasi jamur endofit dari batang dan akar tanaman pisang.

DAFTAR PUSTAKA

- Agrios, G.N. 1996. Plant Pathology. Penerjemah Muznir Busnia dalam Ilmu Penyakit Tumbuhan. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Aliah, N.U., L. Sulistyowati dan A. Muhibbudin. Hubungan Ketebalan Lapisan Epidermis Daun Terhadap Serangan Jamur (*Mycosphaerella Musicola*) Penyebab Penyakit Bercak Daun Sigatoka Pada Sepuluh Kultivar Pisang. Jurnal HPT 3(1): 35-43
- Amaria, W.E., Taufiq, dan R. Harrni. 2013. Seleksi dan Identifikasi Jamur Antagonis Sebagai Agens Hayati Jamur Akar Putih (*Rigidoporus microporus*) pada Tanaman Karet. Jurnal Buletin RISTRRI 4(1): 55-64.
- Ariyanto, E.F., A.L. Abadi dan S. Djauhari. 2013. Keanekaragaman Jamur Endofit Pada Daun Tanaman Padi (*Oryza Sativa* L.) Dengan Sistem Pengelolaan Hama Terpadu (PHT) dan Konvensional Di Desa Bayem, Kecamatan Kasembon, Kabupaten Malang. Jurnal HPT 1(2): 37-51.
- Arseni, I. dan T. Nugrahini. 2016. Jamur *Mycosphaerella musicola* Patogen Bercak Daun Pada Pisang Rutai (*Musa borneensis*). Jurnal Ziraah 41(2): 285-289.
- Babu, A.G., S.W. Kim, M. Adhikari, D.R. Yadav, Y.H. Um, C. Kim, H.B. Lee dan Y.S. Lee. 2015. A New Record of Gongronella butleri Isolated in Korea. Journal of Mycobiology 43(2): 166-169.
- BPS (Badan Pusat Statistik). 2018. Data Strategis Badan Pusat Statistik. Badan Pusat Statistik. Jakarta.
- Benhamau, N., S. Gagne, D. Lequere dan L. Dehbi. 2000. Bacterial mediated induced resistance in cucumber: Beneficial effect of the endophytic bacterium *Serratia phymuthica* on the protection against infection by *Pythium ultimum*. Journal of Phytopathology 90(2): 45-56.
- Carrol, G.C. 1988. Fungal Endophytes in Stems and Leaves. From Latent Patogens to Mutualistic Symbiont. Journal of Ecology 69(1): 2-9.
- Chanway, C.P. 1996. Endophytes they're not just fungi. Canadian Journal of Botany 74(3): 321-322.
- Clay, K. 1988. Fungal endophytes of grasses: a defensive mutualism between plants and fungi. Journal of Ecology 69(1): 10-16.
- Fety, S., Khotimah, dan Mukarlina. 2015. Uji Antagonis Jamur Rizosfer Isolat Lokal terhadap *Phytophthora* sp. yang Diisolasi dari Batang Langsung (*Lansium domesticum* Corr.). Jurnal Protobiont 4(1): 218-225.
- Gandjar, I., R.A. Samson., K.V.D. Tweel-Vermeulen, A. Oetari dan I. Santoso. 1999. Pengenalan Kapang Tropik Umum. Yayasan Obor Indonesia. Jakarta
- Haryuni, T. Supriyadi dan T. Soemarah. 2014. Efektivitas Jamur *Rhizoctonia* Binukleat Terhadap Pengerkembangan Patogen Busuk Batang Vanili

- (*Fusarium Oxysporum* f.sp. *Vanillae*) Secara *In Vitro*. Jurnal Agrineça 14(2): 117-126.
- Hutabalian, M., M. I. Pinem dan S. Oemry. 2015. Uji Antagonisme Beberapa Jamur Saprofit dan Endofit dari Tanaman Pisang terhadap *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubens* di Laboratorium. Jurnal Agroekoteknologi 3(2) : 687- 695.
- Jumjunidang, Edison, Riska, dan C. Hermanto. 2012. Penyakit Layu *Fusarium* pada Tanaman Pisang di Provinsi NAD. Sebaran dan Identifikasi Isolat berdasarkan Analisis Vegetative Compatible Group. Jurnal Hortikultura 22(3): 165–172.
- Khairy, 2012. Pengaruh Cendawan Endofit Terhadap Hama Dan Pertumbuhan Tanaman Padi Di Lapangan. Departemen Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Kumar, S. dan N. Kaushik. 2013. Endophytic Fungi Isolated From Oil-Seed Crop *Jatropha Curcas* Produces Oil And Exhibit Antifungal Activity. Journal of Plos One 8(2): 1-8.
- Kurnia, A.T., M.I. Pinem dan S. Oemry. 2014. Penggunaan Jamur Endofit untuk Mengendalikan *Fusarium oxysporum* f.sp. *capsici* dan *Alternaria solani* Secara *in Vitro*. Jurnal Agroekoteknologi 2(4): 1596 - 1606.
- Lingga, R. 2010. Uji nematisidal jamur endofit tanaman padi (*Oryza sativa* L.) terhadap nematoda puru akar (*Meloidogyne* spp). Skripsi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Murdiyah, S. 2017. Fungi Endofit Pada Berbagai Tanaman Berkhasiat Obat Di Kawasan Hutan Evergreen Taman Nasional Baluran Dan Potensi Pengembangan Sebagai Petunjuk Parktikum Mata Kuliah Mikologi. Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia 3(1): 64-71.
- Nasir, N. dan Jumjunidang. 2003. Karakterisasi ras *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* dengan metoda Vegetative Compatibility Group Test dan identifikasi kultivar pisang yang diserangnya. Jurnal Hortikultura 13(4): 276-284.
- Nasir, N., Jumjunidang dan Riska 2005. Deteksi dan pemetaan distribusi *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* pada daerah potensial pengembangan Agribisnis Pisang di Indonesia. Jurnal Hortikultura 5(1): 50-7.
- NTG (Northern Territory Government), 2006. *Fusarium* Wilt of Bananas (Panama Disease) (*Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*). Jurnal Agnote 151(4): 1-5.
- Nuraini, F.R., R. Setyaningsih dan A. Susilowati. 2017. Skrining dan karakterisasi jamur endofit sebagai antagonis agen terhadap *Fusarium oxysporum* pada terong (*Solanum melongena*). Jurnal Biodiversitas 18(4): 1377-1384.
- Pakki, S. 2005. Epidemiologi dan Pengendalian Penyakit Bercak Daun (*Helminthosporium* sp.) pada Tanaman Jagung. Balai Penelitian Tanaman Seleria. Jurnal Litbang Pertanian 24(3).

- Petrini, O. 1992. Fungal endhophytes of tree leaves. di dalam : Andrews JH, Hirano SS, editor. *Microbial Ecology of Leaves*. Berlin : Springer Verlag. Hal: 196.
- Prabawati, S., Suyanti, dan D.A Setyabudi. 2008. *Teknologi Pasca panen dan Teknik Pengolahan Buah Pisang*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pasca panen Pertanian. Bogor.
- Putri, W.K., S. Khotimah, dan R. Linda. 2015. Jamur Rizosfer Sebagai Agen Antagonis Pengendali Penyakit Lapuk Fusarium Pada Batang Tanaman Karet (*Hevea brasiliensis* MuellArg). *Jurnal Protobiont* 4(3): 14-18
- Riastiwi, I. 2017 – Inventarisasi Penyakit Tanaman Pisang Koleksi Kebun Plasma Nuffah, Cibinong Science Center. *Jurnal Mikologi Indonesia* 1(1): 38-44.
- Sastrahidayat, I.R. 2014. *Medium Buatan untuk Penelitian Penyakit Tumbuhan di Laboratorium*. UB Press. Malang.
- Sastrahidayat, I.R. 2015. *Penyakit dan Hama Penting Pada Tanaman Pisang*. UB Press. Malang.
- Satuhu, S., dan A. Supriyadi. 2008. *Pisang Budidaya Pengolahan dan Prospek Pasar*. Penebar Swadaya. Jakarta. Hal 80.
- Selim, K.A., A.A. El-Beih, T.M. Abdel Rahman dan A.I. El-Diwany. 2012. *Biology of Endophytic Fungi*. *Current Research in Enviromental & Applied Mycology* 2(1): 31-82
- Suciatmih, S. Antonius, I. Hidayat dan T.R Sulistiyani. 2014. *Isolasi, Identifikasi Dan Evaluasi Antagonisme Terhadap Fusarium oxysporum f.sp. cubense (Foc) Secara In Vitro Dari Jamur Endofit Tanaman Pisang*. *Berita Biologi* 13(1).
- Sudantha, I.M. 2006. *Uji Efektivitas Beberapa Isolat Jamur Endofit Antagonistik dalam Meningkatkan Ketahanan Terinduksi Beberapa Klon Vanili Terhadap Penyakit Busuk Batang*. *Jurnal Agroteksos* 19(2): 18-28
- Sulyanti, E., Y. Liswarni, Indri. 2011. *Inventarisasi Penyakit Tanaman Pisang (Musa Paradisiaca Linn.) Berdasarkan Gejala Di Kabupaten Tanah Datar*. *Jurnal Manggaro* 12(2): 49-54.
- Sumartini. 2012. *Penyakit Tular Tanah (Sclerotium Rolfsii Dan Rhizoctonia Solani) Pada Tanaman Kacang- Kacangan Dan Umbi-Umbian Serta Cara Pengendaliannya*. *Jurnal Litbang Pertanian* 31(1).
- Sunarsih, N.P.L., I.K. Suada dan N.W. Suniti. 2014. *Identifikasi Jamur Endofit dari Biji Padi dan Uji Daya Hambatnya terhadap Pyricularia oryzae Cav. Secara in Vitro*. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika* 3(2): 51-60.
- Ting, A.S.Y., S. Meon, J. Kadir, S. Radu dan G Singh. 2007. *Field evaluation of non-pathogenic Fusarium oxyaporum isolates UPM31P1 and UPM39B3 for the control fusarium wilt in 'pisang berangan' (Musa, AAA)*. *Journal of Acta Horticulturae* 828: 139- 144.

- Ting, A.S.Y., S. Meon, J. Kadir, S. Radu dan G. Singh. 2008. Endophytic microorganisms as potential growth promoters of banana. *Journal of Biocontrol* 53(2): 541-553.
- Yulianti, T. 2012. Menggali potensi endofit untuk meningkatkan kesehatan tanaman tebu mendukung peningkatan produksi gula. *Perspektif* 11(2): 111-122.
- Yulianti, T. 2013. Pemanfaatan Endofit Sebagai Agensia Pengendali Hayati Hama Dan Penyakit Tanaman. *Buletin Tanaman Tembakau, Serat & Minyak Industri* 5(1): 40-49.
- Zakaria, L., A.S. Yaakop, B. Salleh dan M. Zakaria. 2010. Endophytic Fungi from Paddy. *Tropical Life Sciences Research* 21(1): 101 -107.

