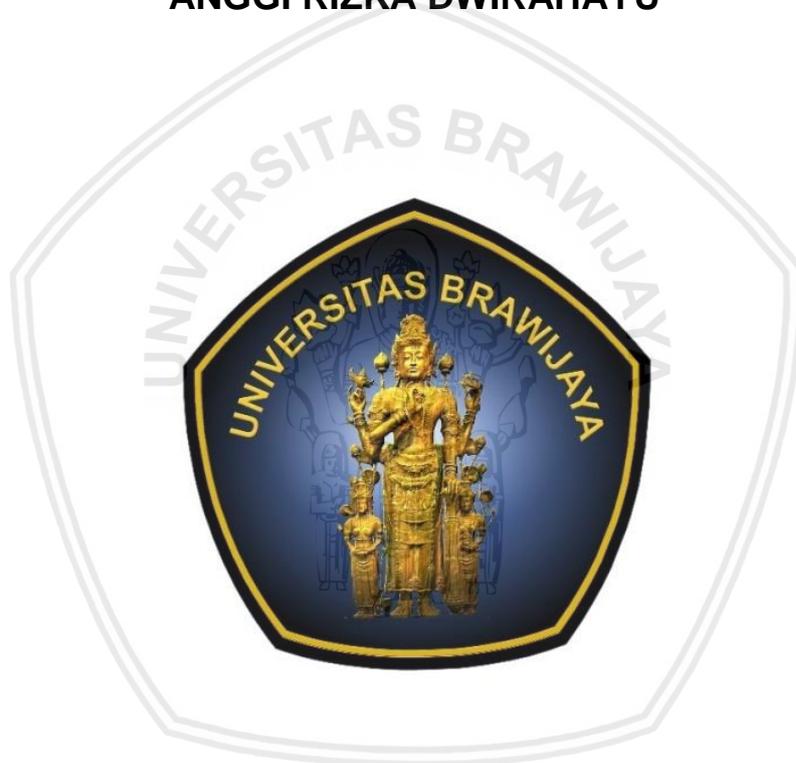


repository.ub.ac.id

**EKSPLORASI JAMUR ENDOFIT PADA TANAMAN PISANG
SERTA UJI POTENSI ANTAGONISNYA TERHADAP
PATOGEN *Mycosphaerella musicola* Mulder. SECARA *IN
VITRO***

Oleh
ANGGI RIZKA DWIRAHAYU



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
MALANG**

2019



**EKSPLORASI JAMUR ENDOFIT PADA TANAMAN PISANG SERTA UJI
POTENSI ANTAGONISNYA TERHADAP PATOGEN *Mycosphaerella
musicola* Mulder. SECARA *IN VITRO***

Oleh:

**ANGGI RIZKA DWIRAHAYU
155040201111164**

**MINAT PERLINDUNGAN 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
2019**

LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Penelitian : Eksplorasi Jamur Endofit pada Tanaman Pisang Serta Uji Potensi Antagonisnya Terhadap Patogen *Mycosphaerella musicola* Mulder. Secara *In Vitro*

Nama Mahasiswa : Anggi Rizka Dwirahayu

NIM : 155040201111164

Jurusan : Hama dan Penyakit Tumbuhan

Program Studi : Agroekoteknologi

Pembimbing Utama, Pembimbing Pendamping,

Prof. Ir. Liliek Sulistyowati, Ph. D Antok Wahyu Sektiono, SP.,MP
NIP. 19551212 198003 2 003 NIK. 20130484 1014 1 001

Diketahui,
Ketua Jurusan
Hama dan Penyakit Tumbuhan

Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS.
NIP. 1958 1018 198601 2 001

Tanggal Persetujuan :

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan

MAJELIS PENGUJI

Penguji I

Penguji II

Prof. Dr. Ir. Abd. Latief Abadi, MS.
NIP. 19550821 198002 1 002

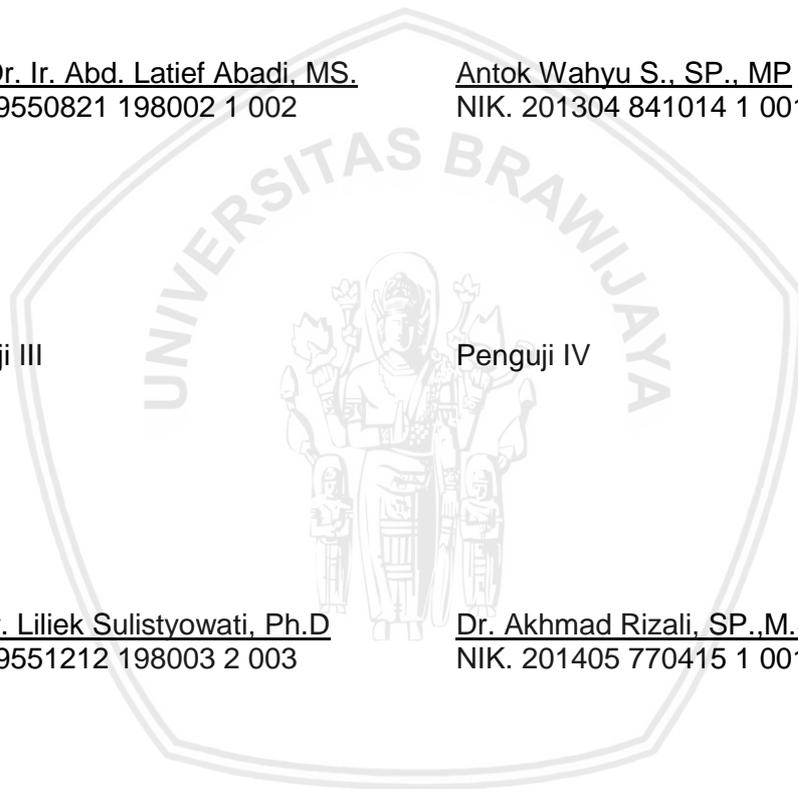
Antok Wahyu S., SP., MP
NIK. 201304 841014 1 001

Penguji III

Penguji IV

Prof. Ir. Liliek Sulistyowati, Ph.D
NIP. 19551212 198003 2 003

Dr. Akhmad Rizali, SP.,M.Si
NIK. 201405 770415 1 001



Tanggal Lulus:

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 yang dengan jelas ditunjukkan rujukannya dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, 1 Agustus 2019

Anggi Rizka Dwirahayu



RINGKASAN

Anggi Rizka Dwirahayu. 155040201111164. Eksplorasi Jamur Endofit pada Tanaman Pisang dan Uji Potensi Antagonisnya terhadap Patogen *Mycosphaerella musicola* Mulder Secara *In Vitro*. Dibawah bimbingan Prof. Ir. Liliek Sulistyowati, Ph.D sebagai Dosen Pembimbing Utama dan Antok Wahyu Sektiono, SP., MP sebagai Dosen Pembimbing Pendamping.

Pisang merupakan buah yang paling banyak diproduksi dan dikonsumsi di Indonesia dan merupakan tanaman hortikultura yang mempunyai tingkat produksi yang tinggi dan cenderung meningkat dari tahun ke tahun, namun sampai saat ini produktivitas pisang belum maksimal. Salah satu penyebab rendahnya produksi pisang di Indonesia adalah patogen yang menyerang daun pisang yaitu *Mycosphaerella musicola* penyebab penyakit bercak daun *yellow* sigatoka. Bercak daun ini menyebabkan kerugian pengurangan fungsi permukaan dari tanaman, kematian dini sejumlah daun pisang, menyebabkan tandan buah mengecil dengan sedikit sisiran, dan individu buah pisang yang kurang penuh. Bercak daun *yellow* sigatoka dapat ditekan keberadaannya dengan menggunakan agen hayati, seperti pemanfaatan mikroba antagonis, salah satu mikroba antagonis yaitu jamur endofit. Asosiasi beberapa jamur endofit dengan tumbuhan inang mampu melindungi tumbuhan inangnya dari beberapa patogen virulen. Tujuan penelitian adalah untuk mengkaji potensi jamur endofit dalam menghambat pertumbuhan jamur *M. musicola* penyebab penyakit sigatoka pada tanaman pisang.

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Malang. Penelitian dilakukan secara bertahap selama 6 bulan (November 2018 sampai April 2019) yaitu isolasi jamur *M. musicola* yang diperoleh dari tanaman Pisang Cavendish yang menunjukkan gejala penyakit sigatoka, perbanyak jamur *M. musicola*, isolasi dan perbanyak jamur endofit yang diambil dari batang dan daun tanaman Pisang Mas, uji antagonis dan analisis data. Metode analisis yang digunakan pada perlakuan secara *in vitro* adalah uji ANOVA pada taraf kesalahan 5% kemudian dilakukan uji Duncan.

Jamur endofit yang diperoleh dari tanaman pisang Mas sebanyak 11 isolat jamur, 8 dari daun dan 3 dari batang. Beberapa jamur terisolasi berhasil diidentifikasi berdasarkan ciri koloni dan morfologi jamur yaitu *Curvularia* sp., *Verticillium* sp., *Dendryphiopsis* sp., *Trichoderma* sp., *Taeniolella* sp., *Gonytrichum* sp., *Amblyosporium* sp., *Lacellina* sp., sedangkan yang tidak dapat diidentifikasi berdasarkan ciri koloni dan morfologi jamur yaitu jamur Endofit Pisang 9, Endofit Pisang 10 dan Endofit Pisang 11. Dari hasil uji antagois didapatkan 4 jamur dengan penghambatan tinggi yakni jamur *Curvularia* sp., *Gonytrichum* sp., *Trichoderma* sp., dan EP11. Masing-masing memiliki penghambatan 55,3%, 55,3%, 73,3% dan 52%.

SUMMARY

Anggi Rizka Dwirahayu. 155040201111164. Exploration of Endophytic Fungi on Banana's Plants and it's Potential Antagonism to *Mycosphaerella musicola* Mulder. by *In Vitro*. Supervised by Prof. Ir. Liliek Sulistyowati, Ph.D and Antok Wahyu Sektiono, SP.,MP.

Banana is the most produced and consumed fruit in Indonesia and also horticultural plants that have a high level of production and tend to increase from year to year, but to date the productivity of banana has not been maximized. One reason for the low production of banana in Indonesia is the pathogen that attacks banana's leaves is *Mycosphaerella musicola*, the cause of yellow sigatoka leaf spot disease. These leaf spots cause losses in reducing the surface function of the plants, premature death of a number of banana's leaves, causing smaller fruit bunches with fewer strokes, and individual bananas that are less full. Sigatoka can be suppressed by using biological agents, such as the use of antagonistic microbes, one of the antagonistic microbes is endophytic fungi. The association of several endophytic fungi with host plants is able to protect host plants from several virulent pathogens. The aim of the study was to examined the potential of endophytic fungi in inhibiting the growth of *M. musicola* cause sigatoka in banana plants.

This research was conducted at the Laboratory of Plant Disease, Faculty of Agriculture, UB, Malang. The study was carried out in stages for 6 months (November 2018 to April 2019), first isolation of *M. musicola* obtained from banana plants that showed symptoms of sigatoka, then multiplication of *M. musicola*, isolation of endophytic fungi taken from the stems and leaves of banana plants, endophytic fungus propagation, fungal antagonists and data analysis. The experimental design has conducted to a completely randomized design and the data obtained were analyzed use a Duncan test with an error rate of 5%.

Endophytic fungi of Mas's banana acquires 11 fungal isolates, that was found 8 from leaves and 3 from stems. Some isolated were successfully identified based on colony characteristics and fungal morphology, there are *Curvularia* sp., *Verticillium* sp., *Dendryphiopsis* sp., *Trichoderma* sp., *Taeniolella* sp., *Gonytrichum* sp., *Amblyosporium* sp., *Lacellina* sp., While the unidentified fungi isolates code EP9, EP10 and EP11. From the antagonis test results obtained 4 fungi isolated with high inhibitors, there are *Curvularia* sp., *Gonytrichum* sp., *Trichoderma* sp., and EP11. The contain's inhibitions are 55.3%, 55.3%, 73.3% and 52%.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Kuasa, karena dengan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Eksplorasi Jamur Endofit pada Tanaman Pisang serta Uji Antagonisnya terhadap Patogen *Mycosphaerella musicola* Mulder. secara *In Vitro*”.

Tujuan dari penyusunan skripsi ini guna memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Program Sarjana Pertanian Strata 1 (S1) pada Minat Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Ir. Liliek Sulistyowati, Ph.D. sebagai dosen pembimbing utama yang telah memberikan bimbingan dan saran selama proses penulisan skripsi.
2. Dr. Ir. Ludji Pudji Astuti, MS. selaku Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.
3. Antok Wahyu Sektiono, SP.,MP. sebagai dosen pembimbing pendamping yang telah memberikan bimbingan dan saran selama proses penulisan skripsi.
4. Orang tua dan seluruh keluarga yang telah memberi dukungan material, doa dan semangat.
5. Para dosen beserta staf pengajar dan karyawan Hama dan Penyakit Tumbuhan Universitas Brawijaya atas bimbingan dan pengetahuan yang telah diberikan selama proses belajar mengajar.
6. Siska Adielfina sebagai teman seperjuangan dalam menyelesaikan skripsi.
7. Mahasiswa Fakultas Pertanian Minat Hama dan Penyakit Tumbuhan yang telah membantu dan memberi saran dalam pembuatan skripsi.

Demikian skripsi ini disampaikan, semoga dapat memberi manfaat sebagai acuan dalam melaksanakan kegiatan penelitian kedepannya.

Malang, Juli 2019

Penulis

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama Anggi Rizka Dwirahayu, lahir di Tanjung Pinang pada tanggal 15 Juni 1997 sebagai anak kedua dari Bapak Mahlil dan Ibu Muryanti. Penulis memiliki kakak laki-laki bernama Angga Rizky Pratama dan adik laki-laki bernama Alfikri Rifzatul Akbar.

Penulis memulai pendidikan dasar di SD Negeri Tanggul Hitam Kota Padang pada tahun 2002 sampai 2004 kemudian berpindah sekolah di SD Negeri 004 Belakang Padang pada tahun 2004 sampai 2005 kemudian berpindah sekolah di SD Negeri 003 Kota Baram pada tahun 2005 sampai 2009. Kemudian penulis melanjutkan studi di SMP Negeri 06 Kota Batam pada tahun 2009 sampai 2012. Penulis melanjutkan studi di SMA Negeri 08 Kota Batam pada tahun 2012 sampai 2015. Pada tahun 2015 penulis melanjutkan pendidikan di Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang melalui jalur SNMPTN (Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi).

Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah menjadi Anggota Muda dalam Organisasi *Center for Agriculture Development Studies (CADS)*. Penulis pernah melakukan kegiatan Pengabdian Masyarakat di Desa Wajak Kabupaten Malang, Studi Lapang di Omah Salak dan Sabila Farm Daerah Istimewa Yogyakarta, serta Magang Kerja di PTPN XII Kebun Glantangan, Jember.

DAFTAR ISI

RINGKASAN	i
SUMMARY	ii
KATA PENGANTAR	iii
RIWAYAT HIDUP	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	ix
I. PENDAHULUAN.....	Error! Bookmark not defined.
1.1 Latar Belakang	Error! Bookmark not defined.
1.2 Tujuan	Error! Bookmark not defined.
1.3 Hipotesis	Error! Bookmark not defined.
1.4 Manfaat	Error! Bookmark not defined.
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	Error! Bookmark not defined.
2.1 Deskripsi Tanaman Pisang.....	Error! Bookmark not defined.
2.2 Penyakit Bercak Daun Sigatoka	Error! Bookmark not defined.
2.3 Deskripsi Jamur <i>Mycosphaerella musicola</i> ..	Error! Bookmark not defined.
2.4 Definisi Mikroba Antagonis	Error! Bookmark not defined.
2.5 Definisi Jamur Endofit	Error! Bookmark not defined.
2.6 Ekologi Jamur Endofit	Error! Bookmark not defined.
2.7 Hubungan Jamur Endofit dengan Inangnya.	Error! Bookmark not defined.
2.8 Peran Jamur Endofit dan Mekanisme Antagonis dalam Menghambat Patogen	Error! Bookmark not defined.
2.9 Jamur Endofit pada Tanaman Pisang.....	Error! Bookmark not defined.
III. METODE PENELITIAN.....	Error! Bookmark not defined.
3.1 Tempat dan Waktu	Error! Bookmark not defined.
3.2 Alat dan Bahan.....	Error! Bookmark not defined.
3.3 Metode Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
3.4 Persiapan Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.5 Pelaksanaan Penelitian	Error! Bookmark not defined.
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	Error! Bookmark not defined.
4.1 Hasil Isolasi dan Identifikasi Jamur <i>Mycosphaerella musicola</i> dari Tanaman Pisang	Error! Bookmark not defined.
4.2 Hasil Isolasi dan Identifikasi Jamur Endofit dari Tanaman Pisang	Error! Bookmark not defined.



4.3 Hasil Uji Antagonis Jamur Endofit terhadap Jamur *Mycosphaerella musicola* secara *in vitro*..... **Error! Bookmark not defined.**

V. KESIMPULAN DAN SARAN..... **Error! Bookmark not defined.**

5.1 Kesimpulan **Error! Bookmark not defined.**

5.2 Saran **Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR PUSTAKA..... **Error! Bookmark not defined.**

LAMPIRAN **Error! Bookmark not defined.**



DAFTAR GAMBAR

No.	Teks	Halaman
	1. Gejala serangan <i>M. musicola</i> , a: gejala awal; b: gejala lebih lanjut.....	Error! Bookmark not defined.
	2. Isolat <i>M. musicola</i> , a: koloni pada media PDA; b: konidia; c: hifa.....	Error! Bookmark not defined.
	3. Daur hidup jamur <i>M. musicola</i>	Error! Bookmark not defined.
	4. Uji antagonis metode oposisi langsung	Error! Bookmark not defined.
	5. Koloni jamur <i>M. musicola</i> umur 14 hari pada media PDA, a: permukaan atas; b: permukaan bawah	Error! Bookmark not defined.
	6. Morfologi <i>M. musicola</i> dalam aquades steril....	Error! Bookmark not defined.
	7. Koloni jamur <i>Curvularia</i> sp. 7 HSI, a: permukaan atas; b: permukaan bawah.....	Error! Bookmark not defined.
	8. Morfologi jamur <i>Curvularia</i> sp., 1: hifa, 2: konidia.....	Error! Bookmark not defined.
	9. Koloni jamur EP2, 7 HSI, a: permukaan atas; b: permukaan bawah	Error! Bookmark not defined.
	10. Morfologi jamur EP2, 1: hifa; 2: konidiofor; 3: konidia.....	Error! Bookmark not defined.
	11. Koloni jamur <i>Dendryphiopsis</i> sp. 7 HSI, a: permukaan atas; b: permukaan bawah.....	Error! Bookmark not defined.
	12. Morfologi jamur <i>Dendryphiopsis</i> sp., 1: hifa; 2: konidia ..	Error! Bookmark not defined.
	13. Koloni jamur <i>Gonytrichum</i> sp. 7 HSI, a: permukaan atas; b: permukaan bawah.....	Error! Bookmark not defined.
	14. Morfologi jamur <i>Gonytrichum</i> sp., 1: hifa; 2: konidiofor; 3: konidia.....	Error! Bookmark not defined.
	15. Koloni jamur <i>Amblyosporium</i> sp. 7 HSI, a: permukaan atas; b: permukaan bawah.....	Error! Bookmark not defined.
	16. Morfologi jamur <i>Amblyosporium</i> sp., 1: hifa; 2: konidiofor; 3: konidia	Error! Bookmark not defined.
	17. Koloni jamur <i>Trichoderma</i> sp. 7 HSI, a: permukaan atas; b: permukaan bawah.....	Error! Bookmark not defined.
	18. Morfologi jamur <i>Trichoderma</i> sp., 1: hifa; 2: konidiofor; 3: konidia.....	Error! Bookmark not defined.

19. Koloni jamur *Lacellina* sp. 7 HSI, a: permukaan atas; b: permukaan bawah..... **Error! Bookmark not defined.**
20. Morfologi jamur *Lacellina* sp., 1: hifa; 2: konidia.....**Error! Bookmark not defined.**
21. Koloni jamur *Taenionella* sp. 7 HSI, a: permukaan atas; b: permukaan bawah..... **Error! Bookmark not defined.**
22. Morfologi jamur *Taenionella* sp., 1: hifa; 2: konidiofor; 3: konidia **Error! Bookmark not defined.**
23. Koloni jamur EP9 7 HSI, a: permukaan atas; b: permukaan bawah **Error! Bookmark not defined.**
24. Morfologi jamur EP9, 1: hifa..... **Error! Bookmark not defined.**
25. Koloni jamur EP10 7 HSI, a: permukaan atas; b: permukaan bawah **Error! Bookmark not defined.**
26. Morfologi jamur EP10, 1: hifa..... **Error! Bookmark not defined.**
27. Koloni jamur EP11 7 HSI, a: permukaan atas; b: permukaan bawah **Error! Bookmark not defined.**
28. Morfologi jamur EP11, 1: hifa; 2: konidiofor; 3: konidia...**Error! Bookmark not defined.**
29. Jamur *M. musicola* tanpa jamur endofit, a: permukaan atas; b: permukaan bawah..... 32
30. Uji antagonis jamur *Curvularia* sp. (bagian tepi) terhadap *M. musicola* (bagian tengah, a: permukaan atas atas; b: permukaan bawah **Error! Bookmark not defined.**
31. Uji antagonis jamur EP2 (bagian tepi) terhadap *M. musicola* (bagian tengah), a: permukaan atas; b: permukaan bawah **Error! Bookmark not defined.**
32. Uji antagonis jamur *Dendryphiopsis* sp.(bagian tepi) terhadap jamur *M. musicola* (bagian tengah), a: permukaan atas; b: permukaan bawah **Error! Bookmark not defined.**
33. Uji antagonis jamur *Gonytrichum* sp. (bagian tepi) terhadap jamur *M. musicola* (bagian tengah), a: permukaan atas; b: permukaan bawah **Error! Bookmark not defined.**
34. Uji antagonis jamur *Amblyosporium* sp. (bagian tepi) terhadap jamur *M. musicola* (bagian tengah), a: permukaan atas; b: permukaan bawah **Error! Bookmark not defined.**
35. Uji antagonis jamur *Trichoderma* sp. (bagian tepi) terhadap jamur *M. musicola* (bagian tengah), a: permukaan atas; b: permukaan bawah **Error! Bookmark not defined.**

36. Uji antagonis jamur *Lacellina* sp. (bagian tepi) terhadap jamur *M. musicola* (bagian tengah), a: permukaan atas; b: permukaan bawah.. **Error! Bookmark not defined.**
37. Uji antagonis jamur *Taeniolella* sp. (bagian tepi) terhadap jamur *M. musicola* (bagian tengah), a: permukaan atas; b: permukaan bawah.. **Error! Bookmark not defined.**
40. Uji antagonis jamur EP11 (bagian tepi) terhadap jamur *M. musicola* (bagian tengah), a: permukaan atas; b: permukaan bawah**Error! Bookmark not defined.**



DAFTAR TABEL

No	Teks	Halaman
1.	Jamur endofit yang ditemukan dari batang dan daun tanaman pisang.....	Error! Bookmark not defined.
2.	Tabel persentase penghambatan jamur endofit terhadap <i>M. musicola</i> dari 2 HSI sampai dengan 7 HSI	Error! Bookmark not defined.

Lampiran

1.	Hasil analisis ragam persentase penghambatan jamur endofit terhadap pertumbuhan jamur <i>M. musicola</i> pada 2 HSI	44
2.	Hasil analisis ragam persentase penghambatan jamur endofit terhadap pertumbuhan jamur <i>M. musicola</i> pada 3 HSI	44
3.	Hasil analisis ragam persentase penghambatan jamur endofit terhadap pertumbuhan jamur <i>M. musicola</i> pada 4 HSI	44
4.	Hasil analisis ragam persentase penghambatan jamur endofit terhadap pertumbuhan jamur <i>M. musicola</i> pada 5 HSI	44
5.	Hasil analisis ragam persentase penghambatan jamur endofit terhadap pertumbuhan jamur <i>M. musicola</i> pada 6 HSI	45
6.	Hasil analisis ragam persentase penghambatan jamur endofit terhadap pertumbuhan jamur <i>M. musicola</i> pada 7 HSI	45





I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pisang merupakan buah yang paling banyak diproduksi dan dikonsumsi di Indonesia dan merupakan tanaman hortikultura yang mempunyai tingkat produksi yang tinggi dan cenderung meningkat dari tahun ke tahun. Indonesia juga menjadi produsen pisang dan memenuhi kebutuhan 50% pisang di Asia, namun menurut pakar bioteknologi menyebutkan bahwa produksi pisang Indonesia masih kalah dengan produksi pisang di negara lainnya. Salah satu penyebab rendahnya produksi pisang di Indonesia adalah jamur patogen yang menyerang daun pisang yaitu *Mycosphaerella musicola* penyebab penyakit bercak daun *yellow* sigatoka, yang merupakan salah satu jenis penyakit utama pada tanaman pisang (Soesanto, 2008).

Penyakit bercak daun ini menyebabkan kerugian pengurangan fungsi permukaan dari tanaman, kematian dini sejumlah daun pisang, menyebabkan tandan buah mengecil dengan sedikit sisiran, individu buah pisang yang kurang penuh (Rosmahani, 1999), daun meranggas, buah yang berukuran kecil-kecil, menyebabkan bakal buah rontok, menurunkan kualitas buah, pematangan buah lebih awal, hingga produksi pisang menurun sampai 50% (Ploetz, 2007). Penyakit ini mematikan tanaman dengan lambat, tetapi jika tidak dikendalikan akan menimbulkan kerugian besar.

Penyakit bercak daun ini dapat ditekan keberadaannya dengan menggunakan agen hayati, seperti pemanfaatan mikroba antagonis. Mikroba antagonis adalah organisme yang dapat menghambat pertumbuhan mikroba penyebab penyakit pada tanaman seperti jamur patogen. Mikroba antagonis merupakan suatu jasad renik yang dapat menekan, menghambat dan memusnahkan mikroba lainnya, dengan demikian mikroba antagonis berpeluang sebagai agen hayati dalam pengendalian mikroba penyebab penyakit tanaman. Kelompok jamur endofit adalah mikroba antagonis yang mampu memproduksi senyawa antibiotik yang aktif melawan bakteri maupun jamur patogenik terhadap manusia, hewan dan tumbuhan. Asosiasi beberapa jamur endofit dengan tumbuhan inang mampu melindungi tumbuhan inangnya dari beberapa patogen virulen, baik bakteri maupun jamur (Purwanto, 2008). Jamur endofit memiliki peranan penting pada jaringan tanaman inang yang memperlihatkan interaksi mutualistik, yaitu interaksi positif dengan inangnya dan interaksi negatif terhadap OPT

(Azevedo, *et al.*, 2000). Jamur endofit merupakan jamur yang hidup di dalam jaringan tanaman seperti daun, bunga, buah atau akar tumbuhan pada periode tertentu dan mampu hidup dengan membentuk koloni dalam jaringan tanaman tanpa membahayakan inangnya (Clay, 1988). Salah satu alternatif pengendalian adalah secara hayati menggunakan jamur endofit yang bersifat antagonistik (Sudantha dan Abadi, 2007). Pengaruh antagonisme jamur endofit terhadap patogen telah dibuktikan, yaitu berdasarkan hasil penelitian Photita *et al.*, (2004) yang menunjukkan bahwa beberapa jamur endofit yang ditemukan berasal dari tanaman pisang di Thailand yaitu *Cladosporium musae*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Cordana musae*, *Guignardia cocoicola*, *Periconiella musae*, dan *Pestalotiopsis* sp. tidak menimbulkan gejala penyakit ketika diuji patogenesisnya pada daun pisang. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis jamur endofit yang berpotensi untuk menekan pertumbuhan jamur patogen *M. musicola* secara *in vitro*.

1.2 Tujuan

Penelitian ini dilaksanakan dengan tujuan:

1. Mengobservasi berbagai jenis jamur endofit yang ada pada tanaman pisang sehat.
2. Mengetahui kemampuan antagonis jamur endofit pada tanaman pisang apabila dilakukan uji antagonis terhadap jamur *M.musicola*

1.3 Hipotesis

Hipotesis yang diajukan pada penelitian adalah bahwa pada tanaman pisang sehat memiliki berbagai jenis jamur endofit yang memiliki kemampuan antagonis terhadap infeksi *M. musicola*.

1.4 Manfaat

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah dapat memberi informasi mengenai jenis-jenis jamur endofit yang terdapat pada tanaman pisang serta kemampuan antagonis yang dimiliki sebagai agens hayati yang dapat menekan pertumbuhan patogen *M. musicola*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Deskripsi Tanaman Pisang

Klasifikasi Tanaman Pisang

Klasifikasi tanaman pisang dalam sistematika (taksonomi) tumbuhan adalah sebagai berikut: Kingdom: *Plantae*, Divisi: *Spermatophyta*, Sub Divisi: *Angiospermae*, Kelas: *Monocotyledonae*, Famili: *Musaceae*, Genus: *Musa*, Spesies: *Musa paradisiaca* L. (Tjitrosoepomo, 2000).

Morfologi Tanaman Pisang

a. Akar

Sistem perakaran yang berada pada tanaman pisang umumnya keluar dan tumbuh dari bongo (corm) bagian samping dan bagian bawah, berakar serabut, dan tidak memiliki akar tunggang. Pertumbuhan akar pada umumnya berkelompok menuju arah samping di bawah permukaan tanah dan mengarah ke dalam tanah mencapai sepanjang 4-5 meter. Walaupun demikian, daya jangkau akar hanya menembus pada kedalaman tanah antara 150-200 cm (Rukmana dan Rahmat, 2006).

b. Batang

Pisang mempunyai batang semu yang tersusun atas tumpukan pelepah daun yang tumbuh dari batang bawah tanah sehingga mencapai ketebalan 20-50 cm. Daun yang paling muda terbentuk dibagian tengah tanaman, keluarinya menggulung dan terus tumbuh memanjang, kemudian secara progresif membuka. Helaian daun bentuknya lanset memanjang, mudah koyak, panjang 1,5-3 m, lebar 30-70 cm, permukaan 10 bawah berililin, tulang tengah penopang jelas disertai tulang daun yang nyata, tersusun sejajar dan menyirip, warnanya hijau (Cahyono, 2002).

c. Daun

Bentuk daun pisang pada umumnya panjang, lonjong, dengan lebar yang tidak sama, bagian ujung daun tumpul, dan tepinya tersusun rata. Letak daun terpecar dan tersusun dalam tangkai yang berukuran relatif panjang dengan helai daun yang mudah robek (Rukmana dan Rahmat, 2006).

d. Bunga

Pisang mempunyai bunga majemuk, yang tiap kuncup bunga dibungkus oleh seludang berwarna merah kecoklatan. Seludang akan lepas dan jatuh ke tanah jika bunga telah membuka. Bunga betina akan berkembang secara normal, sedang bunga

jantan yang berada di ujung tandan tidak berkembang dan tetap tertutup oleh seludang dan disebut sebagai jantung pisang. Tiap kelompok bunga disebut sisir, yang tersusun dalam tandan. Jumlah sisir betina antara 5-15 buah.

e. Buah

Buah pisang tersusun dalam tandan. Tiap tandan terdiri atas beberapa sisir, dan tiap sisir terdiri dari 6-22 buah pisang atau tergantung pada varietasnya. Buah pisang pada umumnya tidak berbiji atau disebut $3n$ (triploid), kecuali pada pisang batu (klutuk) bersifat diploid ($2n$). Proses pembuahan tanpa menghasilkan biji disebut partenokarpi. Ukuran buah pisang bervariasi, panjangnya berkisar antara 10-18 cm dengan diameter sekitar 2,5-4,5 cm. Buah berlingir 3-5 alur, bengkok dengan ujung meruncing atau membentuk leher botol. Daging buah (mesokarpa) tebal dan lunak. Kulit buah (epikarpa) yang masih muda berwarna hijau, namun setelah tua (matang) berubah menjadi kuning dan strukturnya tebal sampai tipis (Cahyono, 2002).

2.2 Penyakit Bercak Daun Sigatoka

Penyakit sigatoka disebabkan oleh *M. musicola* merupakan salah satu penyakit penting pada tanaman pisang yang telah ditemukan di semua tempat di daerah seluruh pulau Jawa. Dari hasil survei di Gondanglegi diperkirakan penyakit ini telah menyerang tanaman pisang Cavendish sekitar 30 persen. Telah tersebarnya penyakit ini di semua tempat kemungkinan karena kondisi lingkungan yang sesuai untuk perkembangan penyakit, juga diketahui penyakit ini telah lama sekali menyerang tanaman pisang di Jawa. Bahkan asal mula penyakit sigatoka ini (yang telah menyebar keseluruh dunia) adalah dari Jawa. Gejala awal serangan penyakit sigatoka pada daun terlihat berupa garis-garis sempit berwarna kuning kehijau-hijauan yang panjangnya beberapa millimeter. Garis-garis kuning kehijau-hijauan tersebut dapat berubah menjadi coklat kehitam-hitaman disertai sedikit penguningan pada bagian tepinya dan terletak sejajar dengan vena-vena daun (Gambar 1a). Gejala ini kemudian berkembang menjadi bercak yang dapat berukuran panjang sampai 1 cm, bagian tengah bercak mengering, penguningan daun disekeliling bercak bertambah luas dan sering terlihat titik hitam di bagian tengah bercak yang merupakan sporodokium jamur penyebab penyakit tersebut (Gambar 1b).



Gambar 1. Gejala serangan *M. musicola* (Sulyanti *et al.*, 2011).

Serangan yang parah dapat menyebabkan daun kelihatan seperti terbakar dibandingkan penyakit panama, ternyata jenis Cavendish sangat peka terhadap penyakit sigatoka. Sehingga dalam areal luas (perkebunan) penyakit ini potensial akan menjadi kendala utama produksi bila tidak dikendalikan dengan saksama (Sastrahidayat dan Djauhari, 2014).

2.3 Deskripsi Jamur *Mycosphaerella musicola*

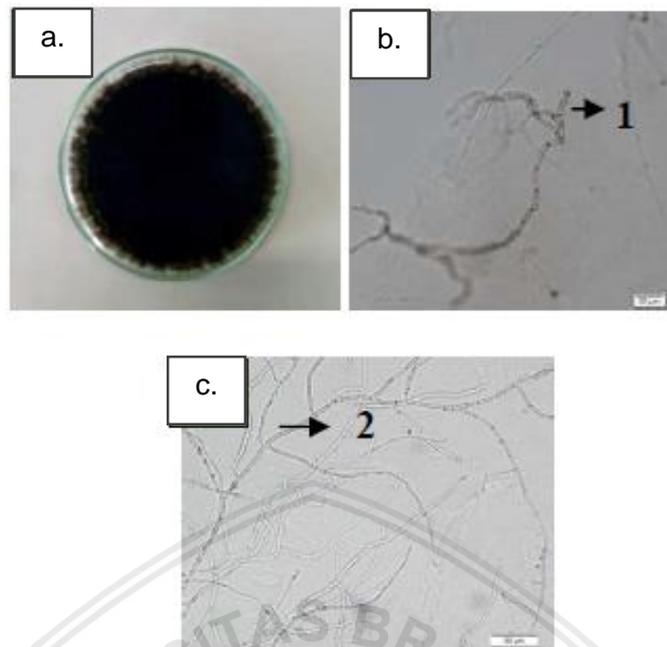
Klasifikasi *Mycosphaerella musicola*

Menurut sistematika, klasifikasi *M. musicola* termasuk dalam Kingdom: *Fungi*, Filum: *Ascomycota*, Kelas: *Dothideomycetidae*, Sub Kelas: *Dothideomycetidae*, Ordo: *Capnodiales*, Family: *Mycosphaerellaceae*, Genus: *Mycosphaerella*, Spesies: *Mycosphaerella musicola*.

Morfologi *Mycosphaerella musicola*

Koloni *M. musicola* berwarna hijau zaitun kehitaman, yang sesuai dengan pendapat (Crous, 2009). Lebih lanjut dikatakan, jamur *M. musicola* membentuk koloni yang mencirikan sifat morfologinya (Gambar 2a).

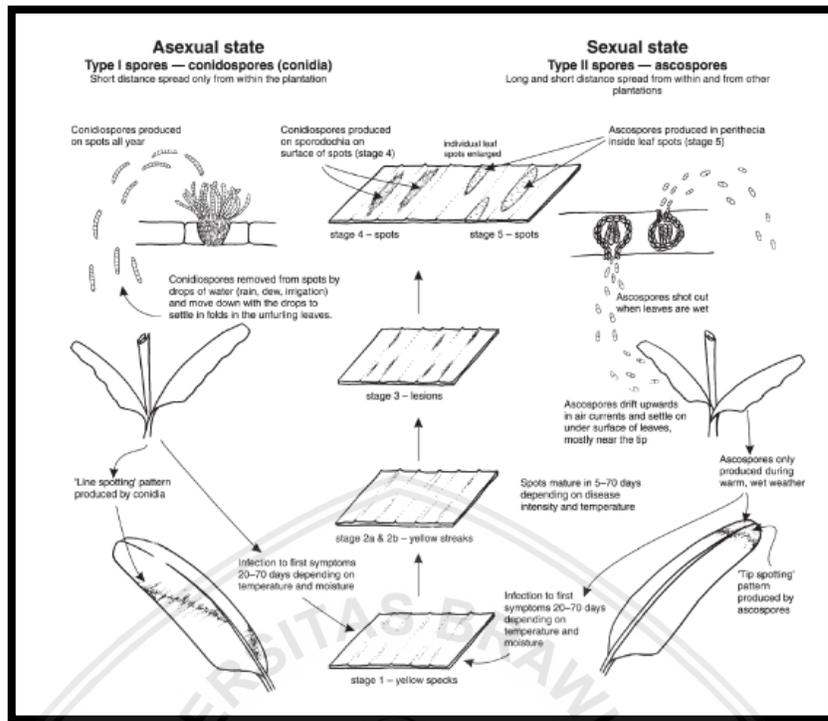
Konidiofor membentuk berkas yang rapat, coklat pucat, lurus atau agak bengkok, jarang bercabang, tidak bersekat, tidak mempunyai bengkokan seperti lutut, menyempit ke ujung, tidak mempunyai berkas konidium, berukuran $(5-25) \times (2-6) \mu\text{m}$ (Gambar 2b). Konidium coklat pucat, berbentuk tabung atau berbentuk gada terbalik, lurus, melengkung atau bengkok-bengkok, ujungnya tumpul atau membulat, bersekat 3- atau lebih (Goodwin *et al.*, 2001).



Gambar 2. Identifikasi *M.musicola*, a: koloni pada media PDA; b: konidia; c: hifa (Aliah, 2015).

Sebagian besar infeksi *M. musicola* dimulai dengan spora yang disimpan pada daun yang rentan dari tanaman pisang. Spora akan berkecambah dalam waktu 2-3 jam, diendapkan pada permukaan daun jika dalam kondisi kelembaban yang sangat tinggi. Suhu optimal untuk perkecambahan konidia *M. musicola* adalah antara 25-29° C dan untuk *ascospores* itu adalah antara 25-26° C. Tabung kecambah tumbuh selama 4-6 hari, tabung tersebut berkecambah sebelum proses penetrasi daun melalui stomata di sebuah respon *hydrotropic* melalui pembentukan appresoria atau stomatopodia yang berada di atas stomata (Meredith, 1970). *M. musicola* menghasilkan spermata di spermagonia, ascopores di perithecia dan konidia dari jenis *Pseudocercospora* di *Sporodochia* (Agrios, 2005).

Begitu berada di dalam daun, hifa yang sudah menginfeksi membentuk vesikel substomatal besar. Hifa kemudian tumbuh melalui lapisan mesofil menjadi ruang udara dan kemudian ke jaringan palisade. Dari sini hifa tumbuh ke luar ke ruang udara lainnya akhirnya muncul melalui stomata dan berkembang (Gambar 3). Pertumbuhan epifit terjadi sebelum masuk kembali dari hifa ke dalam daun melalui stomata lain (Herdson *et al.*, 2006).



Gambar 3. Daur hidup jamur *M. musicola* (Herdeson *et al.*, 2006).

Epidemiologi

Siklus penyakit *M. musicola* mirip dengan siklus penyakit *Mycosphaerella fijiensis*, yang membedakan adalah *M. fijiensis* lebih sedikit menghasilkan konidia dengan masa inkubasi lebih pendek dari *M. musicola*, namun kesamaannya adalah adanya ascospores menjadi agen utama untuk penyebaran kedua patogen ini (Stover, 1980). Kedua konidia dan ascospores penting untuk penyebaran *M. musicola* (Stover, 1971).

Munculnya gejala pola bercak garis khas infeksi pada daun pisang diproduksi ketika sumber inokulum konidia lepas oleh percikan hujan, konidia lari ke bawah bagian dalam silinder daun menghubungi titik yang lebih rendah dari silinder menghasilkan garis infeksi. Pengendapan ascospores oleh arus angin umumnya pada ujung terminal daun ini mengakibatkan infeksi ujung daun yang khas (Meredith, 1970).

Perkembangan penyakit sigatoka dipengaruhi oleh beberapa hal, antara lain jenis pisang, umur tanaman, faktor iklim dan lain-lain. Jenis pisang komersial yang mudah terserang antara lain: Kelompok Ambon (Mulyanti, 2008).

2.4 Definisi Mikroba Antagonis

Mikroba antagonis atau Agens Pengendali Hayati (APH) penyakit tanaman adalah jasad renik yang diperoleh dari alam, baik berupa bakteri, cendawan, *actinomycetes* maupun virus yang dapat menekan, menghambat atau memusnahkan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) (Tombe, 2002). Pengendalian hayati adalah suatu tindakan yang bertujuan mereduksi kepadatan inokulum atau aktifitas patogen sehingga tidak menimbulkan gejala pada tanaman, dengan menggunakan satu atau lebih APH melalui manipulasi lingkungan, inang atau antagonistik (Cook, 1991). Adapun mekanisme penekanan perkembangan penyakit dari mikroba antagonis dapat berupa antibiosis, kolonisasi atau mengaktifkan gen ketahanan (Sumardiyono *et al.*, 2001).

2.5 Definisi Jamur Endofit

Jamur endofit adalah jamur yang hidup di dalam jaringan tanaman pada periode tertentu dan mampu hidup dengan membentuk koloni dalam jaringan tanaman tanpa membahayakan inangnya. Setiap tanaman dapat mengandung beberapa jamur endofit yang mampu menghasilkan senyawa biologi atau metabolit sekunder yang merupakan koevolusi atau transfer genetik (*genetic recombination*) dari tanaman inangnya ke dalam jamur endofit (Tanaka *et al.*, 1999).

2.6 Ekologi Jamur Endofit

Koloni mikroorganisme endofit hidupnya bersifat mikrohabitat dan merupakan sumber metabolit sekunder yang berguna dalam bioteknologi, pertanian dan farmasi. Beberapa endofit memproduksi senyawa antibiotik dalam kultur yang aktif berpengaruh terhadap bakteri patogen pada manusia, hewan dan tanaman.

Mikroorganisme *xylotropik* merupakan kelompok jamur yang hidup berasosiasi dengan organ tanaman berkayu, yang juga merupakan produk yang baik dalam menghasilkan metabolit yang berguna (Purwanto, 2008).

Ditinjau dari sisi taksonomi dan ekologi, jamur ini merupakan organisme yang sangat heterogen. Jamur endofit digolongkan dalam kelompok *Ascomycotina* dan *Deuteromycotina* (Petrini, 1992). Keragaman pada jasad ini cukup besar seperti pada *Loculoascomycetes*, *Discomycetes* dan *Pyrenomycetes*. Fungi endofit meliputi genus *Pestalotia*, *Pestalotiopsis*, *Monochaetia*. Fungi endofit dimasukkan dalam famili *Balansiae* yang terdiri dari lima genus yaitu *Aktinsonella*, *Balansiae*, *Balansiopsis*, *Epichloe* dan *Myriogenospora*.

2.7 Hubungan Jamur Endofit dengan Inangnya

Jamur endofit dengan tanaman inang dapat terjadi hubungan simbiosis, antagonis atau bisa juga netral (Blanco *et al.*, 2002). Hubungan jamur endofit dan inang digambarkan sebagai rangkaian simbiosis seimbang mulai dari mutualisme atau saling menguntungkan sampai hubungan patogenik, hal ini ditandai jamur endofit dapat melindungi tanaman inang dari serangan patogen dengan senyawa yang dikeluarkan mikroba endofit serta tanaman inang menyediakan nutrisi yang dibutuhkan oleh mikroba endofit untuk melengkapi siklus hidupnya. Jamur endofit dapat menginfeksi tumbuhan sehat pada jaringan tertentu yang menghasilkan mikotoksin, enzim dan antibiotik serta asosiasi jamur endofit dengan inangnya digolongkan dalam dua kelompok yaitu mutualisme konstitutif dan induktif (Carrol, 1988). Mutualisme konstitutif merupakan asosiasi yang erat antara jamur dengan tumbuhan terutama rumput-rumputan. Mutualisme induktif merupakan asosiasi jamur endofit dengan tumbuhan inang yang penyebarannya terjadi secara bebas melalui air dan udara. Jamur endofit memiliki peranan penting pada jaringan tanaman inang yang memperlihatkan interaksi mutualistik, yaitu interaksi positif dengan inangnya dan interaksi negatif terhadap hama penyakit tanaman (Azvedo *et al.*, 2000).

2.8 Peran Jamur Endofit dan Mekanisme Antagonis dalam Menghambat Patogen

Endofit dapat berperan sebagai perangsang pertumbuhan tanaman dan meningkatkan hasil melalui produksi fitohormon dan penyedia hara sebagai penetral kontaminan tanah sehingga meningkatkan fitoremediasi dan agensia pengendali hayati (Yulianti, 2012).

Mekanisme antagonis terdapat tiga cara yaitu parasit (memarasiti pertumbuhan patogen), kompetisi (merebutkan ruang dan nutrisi) dan antibiosis (mengeluarkan senyawa yang berfungsi menghambat pertumbuhan patogen). Mekanisme antagonis jamur endofit dalam menekan perkembangan patogen dengan antibiosis sehingga tanaman menjadi tahan (Sudantha dan Abadi, 2011).

2.9 Jamur Endofit pada Tanaman Pisang

Jamur endofit pada tanaman pisang antara lain yaitu *Alternaria*, *Paecilomyces*, *Fusarium*, *Helminthosporium*, *Colletotrichum*, *Cephalosporium*, *Bipolaris*, dan *Trichoderma* (Intan, 2014).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Penyakit Tumbuhan, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang pada bulan November 2018 hingga April 2019.

3.2 Alat dan Bahan

Alat – alat yang digunakan dalam penelitian adalah: cawan petri diameter 9 cm, autoklaf, gelas ukur 1000 ml, *Laminar Air Flow Cabinet* (LAFC), *centrifuge*, mikroskop jarum ose, beaker glass, bunsen, *cutter*, gunting, *cover glass*, *cook borer*, *object glass*, timbangan, penggaris, pinset, *handsprayer*, pipet, kamera, tabung erlenmeyer dan *rotary shaker*.

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah: alkohol 70%, *Natrium Hipoklorit* 5% dan 2%, media *Potato Dextrose Agar* (PDA) (1 liter sari kentang, 20 gr agar, 20 gr dextrose), aquades steril, *plastic wrapping*, *aluminium foil*, spirtus, *tissue*, kapas, kertas label, buku identifikasi jamur, daun pisang, pelepah pisang, batang pisang dan bibit pisang Cavendish.

3.3 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian adalah eksplorasi dan eksperimental dengan tahapan sebagai berikut, pertama melakukan isolasi dan perbanyak jamur *M. musicola* yang diperoleh dari tanaman pisang Cavendish yang menunjukkan gejala penyakit sigatoka, selanjutnya isolasi dan perbanyak jamur endofit yang diambil dari batang, pelepah dan daun tanaman pisang Mas, kemudian uji antagonis jamur endofit dan jamur patogen, yang terakhir melakukan analisis data.

3.4 Persiapan Penelitian

Sterilisasi Alat

Sterilisasi alat dilakukan dengan menggunakan aquades 70% dan autoklaf. Alat alat tahan panas seperti gelas ukur, cawan petri, tabung reaksi, labu *erlenmeyer* dan alat-alat tahan panas lainnya disterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu 121°C dan tekanan 1,5 atm selama 120 menit. Alat-alat yang tidak tahan panas disterilisasi menggunakan C₂H₆O₇ 70%. Tujuan adanya sterilisasi alat yaitu agar peralatan yang digunakan selama penelitian terhindar dari kontaminasi mikroorganisme yang tidak diinginkan.

Pembuatan Media PDA

Pembuatan media PDA digunakan untuk isolasi patogen dan eksplorasi endofit. Pembuatan media PDA sebanyak 1.000 ml diperlukan kentang sebanyak 250 g, agar 20 g, dan aquades 1.000 ml. Kentang yang telah dicuci dan dikupas, dipotong dadu, kemudian direbus di dalam 1 liter aquades steril. Setelah air mendidih, air rebusan disaring dan ditambahkan aquades steril sampai mencapai volume 1 liter. Selanjutnya dimasukkan dextrose dan agar, dihomogenkan sampai mendidih. Media yang sudah homogen dimasukkan ke dalam botol media kemudian ditutup dengan *aluminium foil* dan *plastic wrap* dan disterilisasi dengan menggunakan autoklaf. Setelah steril dari autoklaf, ditunggu beberapa menit sampai suhu media turun, selanjutnya media dicampur dengan *chloramphenicol* untuk menghindari kemunculan bakteri.

Platting Media PDA

Platting dilakukan di dalam LAFK karena kondisi harus steril. Cawan petri yang telah disterilkan didekatkan pada Bunsen, lalu media PDA pada botol media dituangkan ke cawan petri sedikit demi sedikit. Setelah itu, cawan petri diwrapping hingga rapat agar tidak terkontaminasi.

3.5 Pelaksanaan Penelitian

Perbanyak dan Identifikasi Isolat Jamur *Mycosphaerella musicola*

Patogen diisolasi dari daun tanaman pisang Cavendish yang terserang penyakit sigatoka di lapangan. Daun yang menunjukkan gejala sakit dipotong setengah bagian dari bagian yang menunjukkan gejala nekrotik yang mana terdiri dari setengah bagian sehat dan setengah bagian sakit dengan ukuran 1 cm x 1 cm. sebelum ditanam ke media PDA, potongan dimasukkan ke dalam klorox dan alkohol 70% selama 1 menit, lalu dibilas dengan aquades dan ditiriskan pada tisu steril. Setelah disterilkan dan ditiriskan, potongan tersebut ditanam pada media PDA.

Pemurnian atau purifikasi jamur *M. musicola* dilakukan dengan mengambil sebagian miselium jamur menggunakan jarum ose yang telah disterilkan dengan alkohol, lalu miselium dimasukkan ke dalam media PDA yang baru.

Selanjutnya, biakan jamur murni diidentifikasi secara makroskopis dan mikroskopis. Identifikasi dilakukan dengan mengamati isolat secara makroskopis (diameter, warna dan bentuk koloni jamur), dan mikroskopis dilakukan dengan

meletakkan jamur yang didapatkan dari media PDA pada *object glass* dan ditutup dengan *cover glass*, lalu diamati menggunakan mikroskop.

Isolasi dan Perbanyakkan Jamur Endofit

Jamur endofit adalah jamur yang terdapat dalam jaringan tanaman, isolasi jamur endofit harus mendapatkan jamur yang berada di dalam jaringan tanaman, sehingga isolasi tidak boleh terkontaminasi dengan jamur yang berada di permukaan atau luar tanaman (epifit). Isolasi endofit diambil dari batang, dan daun tanaman pisang Mas. Pengambilan sample dilakukan secara acak. Isolasi jamur endofit yang dilakukan pertama adalah mencuci bagian permukaan daun agar steril sehingga diharapkan jamur yang tumbuh adalah jamur yang berada dari dalam jaringan tanaman. Isolasi dilakukan dalam kondisi aseptik. Peralatan yang digunakan untuk isolasi yaitu gunting yang disterilisasi menggunakan alkohol 70% dan dipanaskan di atas bunsen. Teknik isolasi yang digunakan yaitu dengan memotong bagian daun pisang yang sehat dan masih segar kurang lebih 1 cm dan dicuci dengan air mengalir, kemudian di sterilisasi dengan menggunakan larutan *Natrium Hipoklorit* (NaOCl) 5% selama 1 menit, selanjutnya direndam alkohol 70% selama 1 menit setelah itu dibilas dengan aquades sebanyak dua kali lalu dikeringkan di atas tisu steril, sample daun dipotong bagian tepinya pada kondisi aseptis kemudian ditanam dalam cawan petri 9 cm yang berisi media PDA. Pada aquades bilasan terakhir diambil 1 ml dan dituang ke dalam media PDA yang baru untuk digunakan sebagai control, jika pada media kontrol tumbuh jamur, maka sampel isolasi daun, batang dan akar di media bukan merupakan jamur endofit. Untuk pengamatan dilakukan 2 hari sekali selama jamur endofit tampak tumbuh.

Purifikasi dilakukan pada setiap koloni jamur yang tumbuh. Pemurnian dilakukan berdasarkan kenampakan morfologi secara makroskopis yang meliputi warna dan bentuk koloni jamur. Masing-masing jamur tersebut diambil dengan jarum ose, kemudian ditumbuhkan di media PDA kembali. Apabila setelah dimurnikan jamur yang tumbuh masih bercampur dengan jamur lain, maka dilakukan pemurnian berulang kali sampai didapatkan jamur yang murni.

Pembuatan Preparat Jamur Endofit

Pembuatan preparat berfungsi untuk membantu dalam identifikasi jamur. Langkah pertama yaitu menyiapkan *object glass*, kemudian mengambil sedikit bagian media PDA baru dan diletakkan di atas permukaan *object glass*, perlakuan ini

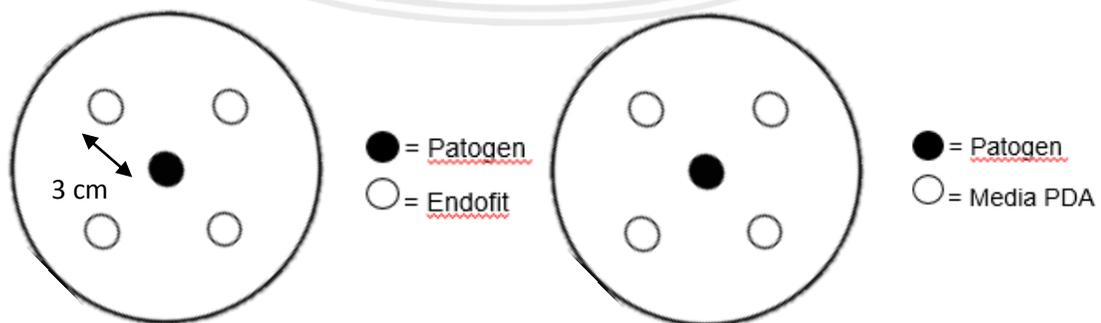
berfungsi untuk menjaga nutrisi selama jamur tersebut berada di kaca preparat pada saat diinkubasi. Selanjutnya mengambil jamur dengan menggunakan jarum ose dan diletakkan di *object glass* yang terdapat media PDA kemudian ditutup dengan *cover glass*. Kemudian preparat ditaruh di dalam wadah yang berisi tissue basa steril dan diinkubasi selama 4 hari.

Pengamatan dan Identifikasi Jamur Endofit

Untuk mengetahui jenis jamur yang ditanam dilakukan proses identifikasi. Dalam proses tersebut dilakukan pengamatan isolate endofit secara makroskopis dan mikroskopis. Pengamatan makroskopis meliputi warna koloni, permukaan koloni dan pertumbuhan koloni (cm/hari) yang dilakukan setiap hari sampai koloni jamur mencapai diameter 9 cm dengan menggunakan penggaris. Sedangkan pengamatan mikroskopis meliputi sekat hifa (bersekat atau tidak bersekat), pertumbuhan hifa (bercabang atau tidak bercabang), warna hifa (hialin, transparan atau gelap) ada tidaknya konidia, dan bentuk konidia (bulat, lonjong, berantai atau tidak beraturan). Pengamatan mikroskopis dilakukan pada pengamatan hari terakhir (5-7 hari) dengan menggunakan mikroskop. Identifikasi jamur endofit berdasarkan buku *Identifikasi Illustrated General of Imperfect Fungi* (Barnet dan Hunter, 1972).

Uji Antagonis Jamur Endofit terhadap Jamur *Mycosphaerella musicola*

Pengujian jamur antagonis dilakukan secara *in vitro* dengan metode oposisi langsung, yaitu dengan cara menumbuhkan isolat jamur *M. musicola* dengan isolat jamur endofit pada media PDA dalam satu cawan petri berukuran 9 cm. Jamur patogen *M. musicola* berada di tengah cawan petri sementara jamur hasil eksplorasi berada atas kiri, atas kanan, bawah kanan dan bawah kiri membentuk persegi. Jarak patogen dengan jamur hasil eksplorasi 3 cm (Gambar 4).



Gambar 1. Uji antagonis metode oposisi langsung

Persentase daya hambat jamur antagonis dapat diketahui melalui pertumbuhan koloni yang dihitung dengan menggunakan rumus:

$$H = \frac{K-P}{K} \times 100 \%$$

Keterangan:

H = Persentase penghambatan

K = Kontrol

P = Perlakuan

Analisis Data

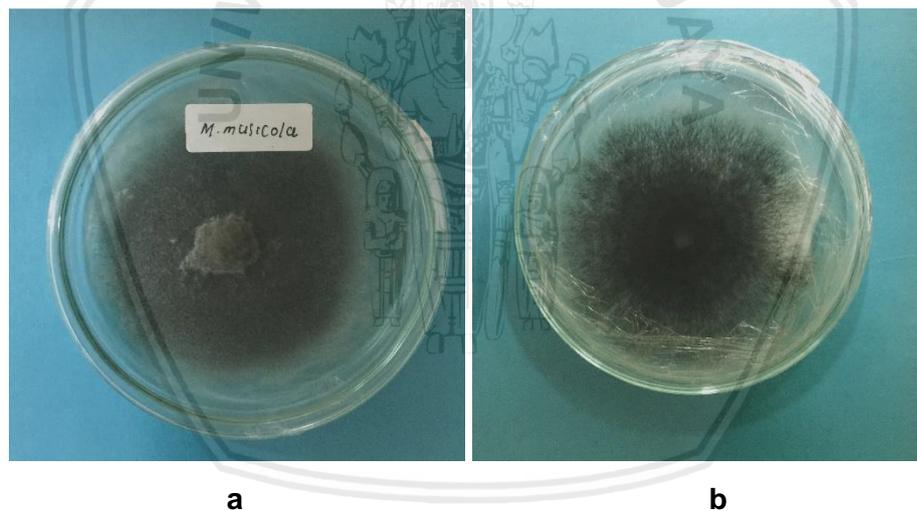
Analisis dilakukan dengan menggunakan analisis ragam (ANOVA). Rancangan percobaan yang dilakukan dalam uji potensi antagonis jamur endofit terhadap patogen *M. musicola* adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL). Data yang diperoleh dianalisis menggunakan uji Duncan dengan taraf kesalahan 5%. Analisis data diolah menggunakan Microsoft Excel 2016 dan aplikasi SPSS (Statistical Package for the Social Science) 21.



IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Isolasi dan Identifikasi Jamur *Mycosphaerella musicola* dari Tanaman Pisang

Pada penelitian ini *M. musicola* berhasil diisolasi dari daun tanaman pisang Cavendish yang bergejala. Isolat tersebut dapat dimurnikan pada media PDA. Koloni *M. musicola* berwarna hijau zaitun kehitaman, pertumbuhan koloni melingkar tidak beraturan, miselium kasar, permukaan koloni kasar, terdapat serbuk seperti pasir di atasnya, bagian tepi koloninya bergerigi, warna dasar koloni hijau kehitaman (Gambar 5b) dan permukaan atas koloni berwarna keabuan (Gambar 5a). Hal ini sesuai dengan pendapat Crous (2009), menyatakan bahwa setelah beberapa hari koloni menebal seperti butiran pasir berwarna hitam dengan tepi berwarna hijau zaitun, koloni tidak mudah terpecah dan berkembang memenuhi cawan petri hingga diameter koloni mencapai 7 cm pada inkubasi hari ke-14.



Gambar 1. Koloni jamur *M. musicola* umur 14 hari pada media PDA, a: permukaan atas; b: permukaan bawah.

Pada pengamatan mikroskopis, konidia berbentuk tabung, bersekat, ujungnya tumpul agak melengkung dan berwarna coklat pucat (Gambar 6). Hal ini sesuai dengan pendapat Goodwin *et al.*, (2001), menyatakan bahwa konidium *M. musicola* berbentuk tabung atau berbentuk gada terbalik, lurus, melengkung atau bengkok, ujungnya tumpul atau membulat, bersekat 3-5 atau lebih. Hifa bercabang, bersekat dan hialin.



Gambar 2. Morfologi *M. musicola* dalam aquades steril

4.2 Hasil Isolasi dan Identifikasi Jamur Endofit dari Tanaman Pisang

Dari tanaman pisang Mas didapatkan 11 isolat jamur endofit, 8 dari daun dan 3 dari pelepah (Tabel 1). Dari hasil pengamatan ciri koloni dan morfologi, jamur yang teridentifikasi berdasarkan buku Identifikasi *Illustrated General of Imperfect Fungi* (Barnet dan Hunter, 1972) yaitu *Curvularia* sp., *Dendryphiopsis* sp., *Trichoderma* sp., *Taeniolella* sp., *Gonytrichum* sp., *Amblyosporium* sp., *Lacellina* sp., sedangkan yang tidak dapat teridentifikasi yaitu jamur Endofit Pisang 2, Endofit Pisang 9, Endofit Pisang 10 dan Endofit Pisang 11

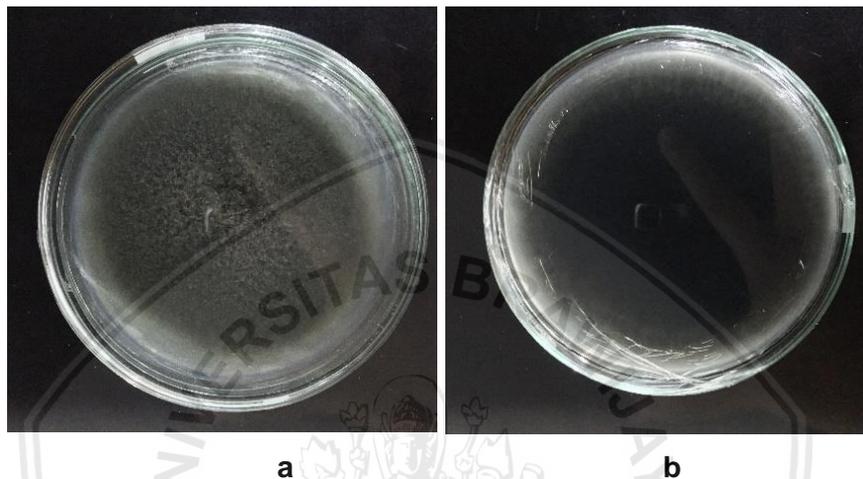
Tabel 1. Jamur endofit yang ditemukan dari pelepah dan daun tanaman pisang

Jaringan Tanaman Pisang	Genus
Daun	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Curvularia</i> sp. 2. Endofit Pisang 2 (EP2) 3. <i>Dendryphiopsis</i> sp. 4. <i>Trichoderma</i> sp. 5. <i>Taeniolella</i> sp. 6. Endofit Pisang 9 (EP9) 7. Endofit Pisang 10 (EP10) 8. Endofit Pisang 11 (EP11)
Pelepah	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Gonytrichum</i> sp. 2. <i>Amblyosporium</i> sp. 3. <i>Lacellina</i> sp.

Ciri-ciri koloni dan morfologi 11 isolat jamur yang terisolasi adalah sebagai berikut:

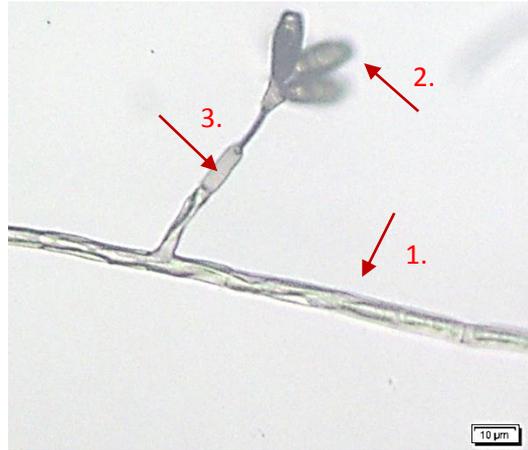
1. *Curvalaria* sp.

Koloni isolat *Curvularia* sp. berbentuk bulat dengan warna hitam keabuan (Gambar 7a), warna dasar koloni hitam (Gambar 7b), mempunyai elevasi sedikit cembung, tepian menyebar dan permukaan koloni yang kasar. Hal ini sesuai dengan pendapat Aisah (2014), menyatakan bahwa isolat *Curvularia* sp. memiliki koloni berwarna gelap pada bagian permukaan atas maupun bagian bawah media dalam cawan petri. Koloni jamur memiliki sedikit miselium udara dan koloninya mengalami peninggian pada bagian tengah.



Gambar 3. Koloni jamur *Curvularia* sp. 7 HSI, a: permukaan atas; b: permukaan bawah

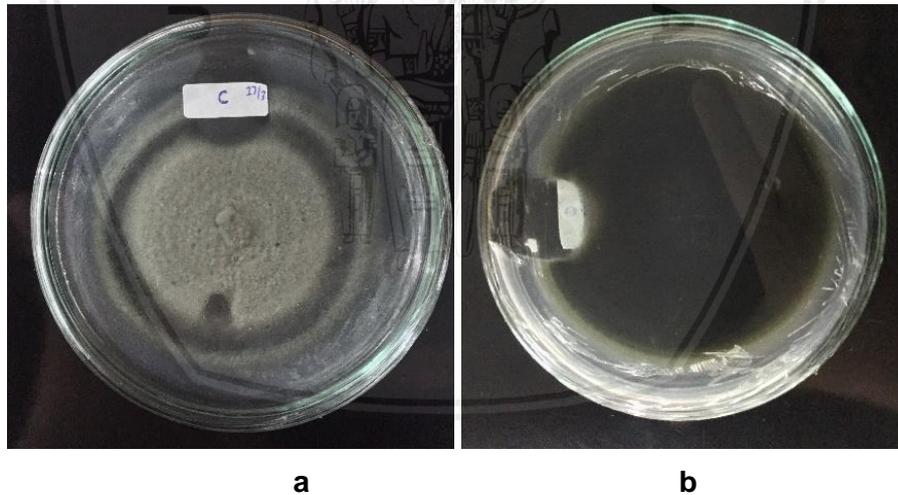
Morfologi *Curvularia* sp. mempunyai hifa agak hialin, terdapat sekat dan bercabang. Konidia tumbuh dari konidiofor yang bersekat. Konidia berwarna kecoklatan berbentuk seperti kunyit yang memiliki 4-6 sekat (Gambar 8). Menurut Barnett dan Hunter (1960), menyatakan bahwa morfologi konidiofor berbentuk tegak dan bagian ujungnya terdapat konidia yang memiliki sekat 3-5. Morfologi konidia berbentuk seperti gelendong yang pada bagian ujungnya bengkok. Salah satu bagian sekat sentralnya membesar pada konidia. Peranan *Curvularia* sp. dapat hidup sebagai saprofit dan parasit pada tanaman. Menurut Motlagh (2011), *Curvularia* sp. merupakan jamur yang bersifat parasite fakultatif yang digunakan untuk pengendalian gulma. Menurut Putri dan Tondok (2017), *Curvularia* sp. merupakan cendawan filoplan yang berpotensi sebagai agen antagonis penyakit bercak ungu pada daun bawang.



Gambar 4. Morfologi jamur *Curvularia* sp.; 1: hifa; 2: konidia

2. Endofit Pisang 2 (EP2).

Koloni isolat EP2 berbentuk bundar, permukaan berwarna abu abu hijau zaitun (Gambar 9a), warna dasar koloni hitam dan pada ujung koloni berwarna abu abu (Gambar 9b), permukaan koloni mempunyai elevasi cembung, tepinya menyebar dan permukaan koloni yang kasar. Pertumbuhan koloni tergolong cepat saat berumur 7 hari diameter koloni mencapai 7 cm.



Gambar 5. Koloni jamur EP2 7 HSI, a: permukaan atas; b: permukaan bawah

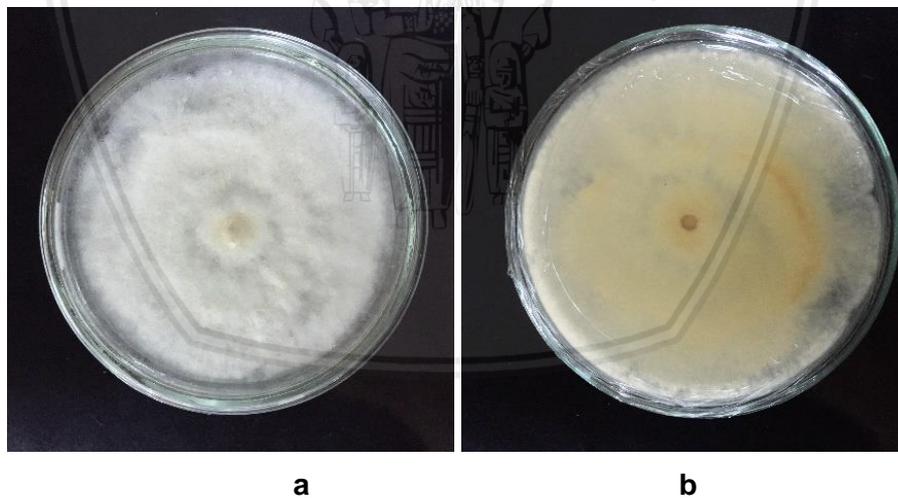
Morfologi EP2 mempunyai hifa panjang dan tidak bersekat, konidiofor tegak dan pendek, konidia tunggal dan berbentuk bulat tidak beraturan, konidiofor tunggal dan tegak dan meruncing ke arah puncak, konidia tegak dan hialin.



Gambar 6. Morfologi jamur EP2., 1: hifa; 2: konidiofor; 3: konidia

3. *Dendryphiopsis* sp.

Koloni isolat *Dendryphiopsis* sp. berbentuk bundar dengan warna putih kekuningan (Gambar 11a), warna dasar koloni krem kekuningan dan pada ujung koloni berwarna putih (Gambar 11b). Permukaan koloni mempunyai elevasi cembung, tepinya bergelombang tidak beraturan dan permukaan koloni kasar. Pertumbuhan koloni tergolong cepat saat berumur 7 hari diameter koloni mencapai 9 cm.



Gambar 7. Koloni jamur *Dendryphiopsis* sp. 7 HSI, a: permukaan atas; b: permukaan bawah

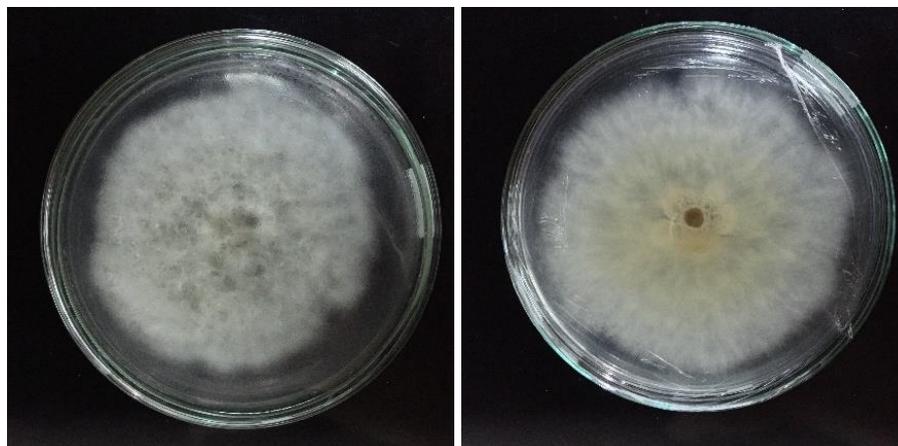


Gambar 8. Morfologi jamur *Dendryphiopsis* sp., 1: hifa; 2: konidia

Morfologi *Dendryphiopsis* sp. memiliki hifa panjang dan terdapat sekat. Konidiofor gelap, tegak dan bercabang. Konidia gelap, terdapat 3-4 sekat, dan berbentuk lurus dan sedikit melengkung (Gambar 12). Hal ini sesuai dengan Gandjar (1999), menyatakan bahwa morfologi *Dendryphiopsis* sp memiliki konidiofor gelap, kekar, tegak dan bercabang. Cabang utama menghasilkan konidia tunggal, berwarna gelap, terdapat 4 sekat, berbentuk silindris, lurus atau sedikit melengkung.

4. *Gonytrichum* sp.

Koloni isolat *Gonytrichum* sp. berbentuk bundar tidak beraturan, permukaan (Gambar 13a) dan dasar (gambar 13b) koloni berwarna putih dan pada pusat koloni berwarna krem. Permukaan koloni mempunyai elevasi agak cembung, tepinya bergerigi dan permukaan koloni kasar. Pertumbuhan koloni tergolong cepat saat berumur 7 hari diameter koloni mencapai 8 cm.

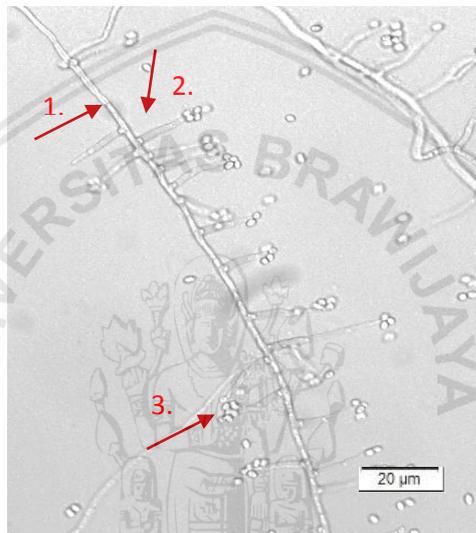


a

b

Gambar 9. Koloni jamur *Gonytrichum* sp. 7 HSI, a: permukaan atas; b: permukaan bawah

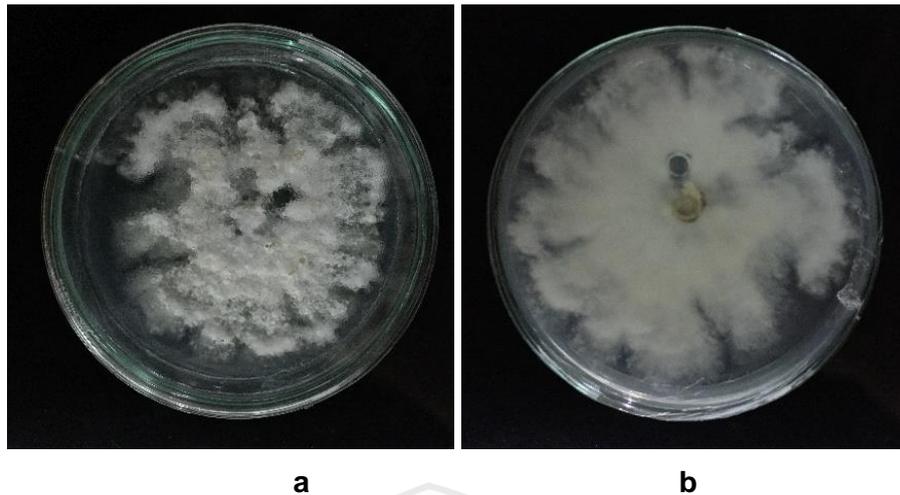
Morfologi *Gonytrichum* sp. mempunyai hifa panjang dan tidak bersekat. Konidiofor tinggi dan ramping. Konidia hialin dan berbentuk bulat berukuran kecil (Gambar 14). Hal ini sesuai dengan Gandjar (1999), menyatakan bahwa konidiofor berwarna gelap, sebagian besar tinggi, ramping, tumbuh berkelompok pada cabang lateral pendek, cabang utama konidiofor panjang dan konidia hialin. Menurut Lee (2000), *Gonytrichum* sp. umumnya dijumpai di tanah dan juga dalam pembusukan kayu karena daerah penyebarannya yang sangat luas, khususnya dari spesies *Gonytrichum macrocladum*.



Gambar 10. Morfologi jamur *Gonytrichum* sp., 1: hifa; 2: konidiofor; 3: konidia

5. *Amblyosporium* sp.

Koloni isolat *Amblyosporium* sp. berbentuk tidak beraturan, permukaan (Gambar 15a) dan dasar koloni (Gambar 15b) berwarna putih dan pada ujung koloni berwarna abu abu. Permukaan koloni mempunyai elevasi rata, tepinya bergelombang tidak beraturan dan permukaan koloni kasar. Pertumbuhan koloni tergolong cepat saat berumur 7 hari diameter koloni mencapai 7 cm.



Gambar 11. Koloni jamur *Amblyosporium* sp. 7 HSI, a: permukaan atas; b: permukaan bawah

Morfologi *Amblyosporium* sp. memiliki hifa panjang, berwarna kuning. Konidiofor panjang dan tegak. Konidia berwarna agak kekuningan. Hal ini sesuai dengan Gandjar (1999) menyatakan bahwa morfologi *Amblyosporium* sp. memiliki miselium pucat atau berwarna kuning hingga oren. Konidiofor tegak, memiliki sekta, bagian bawah tidak bercabang, membawa sejumlah cabang tidak teratur di puncaknya. Konidia bersel 1, hialin atau kuning hingga oren. Menurut Licyayo *et al.*, (2007), dalam perpaduan netralistik, *Amblyosporium botrytis* adalah paling agresif di antara jamur EP tahap awal untuk dijajah koloni jamur lainnya, seperti yang ditunjukkan oleh ekspansi miselia yang cepat dan pembentukan konidiofor pada koloni jamur yang lain tanpa efek negatif pada jamur lawan. Formasi Conidiophore dari *Amblyosporium botrytis* tidak terpengaruh oleh ko-kultur dengan jamur amonia lainnya pada pH 7,0, 8,0, dan 9.0. Pada pH 5,5, pembentukan konidiofor *Amblyosporium botrytis* lebih cepat dibandingkan dengan *As. denudatus*, *Ps. petrakii*, *T. tesquorum*.

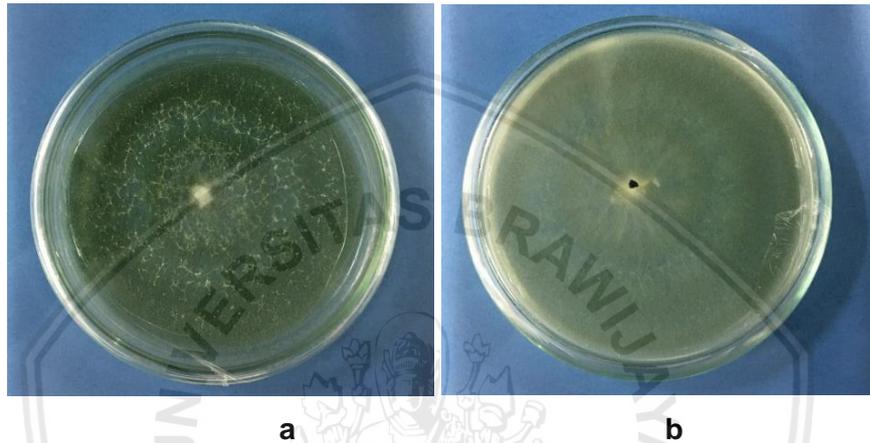


repository.ub.ac.id

Gambar 12. Morfologi jamur *Amblyosporium* sp., 1: hifa; 2: konidiofor; 3: konidia

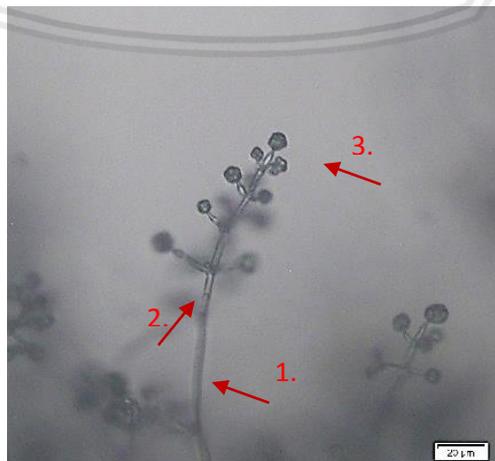
6. *Trichoderma* sp.

Koloni *Trichoderma* sp. jamur berbentuk bundar dan mempunyai lingkaran konsentris, permukaan koloni berwarna hijau tua (Gambar 17a) dan dasar koloni berwarna hijau muda (Gambar 17b), permukaan koloni mempunyai elevasi rata, tepian siliat, permukaan kasar dan terdapat butiran halus. Pertumbuhan koloni tergolong cepat dengan diameter 9 cm pada saat umur 6 hari.



Gambar 13. Koloni jamur *Trichoderma* sp. 7 HSI, a: permukaan atas; b: permukaan bawah

Morfologi *Trichoderma* sp. jamur ditunjukkan dengan konidiofor bercabang, memiliki fialid dan hialin. Konidia berbentuk bulat dan hialin dengan ukuran 2,5-3 μm (Gambar 18). Hal ini sesuai dengan pernyataan Barnett dan Hunter (1972) bahwa konidiofor bercabang dan hialin, fialid tunggal atau berkelompok, konidia hialin dan berbentuk bulat telur.



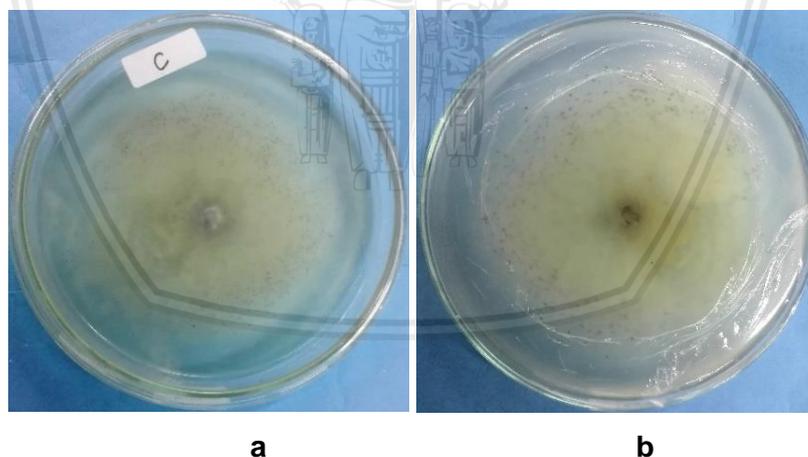
Gambar 14. Morfologi jamur *Trichoderma* sp., 1: hifa; 2: konidiofor; 3: konidia

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Menurut Harman *et al.*, (2004), *Trichoderma* diketahui memiliki kemampuan antagonis terhadap cendawan patogen. *Trichoderma* mudah ditemukan pada ekosistem tanah dan akar tanaman. Cendawan ini adalah mikroorganisme yang menguntungkan, avirulen terhadap tanaman inang, dan dapat memarasit cendawan lainnya. *Trichoderma* merupakan cendawan yang berasosiasi dengan tanaman, sering ditemukan endofit Alfizar *et al.*, (2013) pada akar dan daun. Sastrahidayat (1992) dalam Supriati (2010), menyatakan bahwa *Trichoderma* sp. bertindak sebagai mikoparasit bagi cendawan lain dengan tumbuh mengelilingi miselium patogen. Baker dan Scher (1987), berpendapat bahwa mikoparasitisme dari *Trichoderma* spp. merupakan suatu proses yang kompleks dan terdiri dari beberapa tahap dalam menyerang inangnya.

7. *Lacellina* sp.

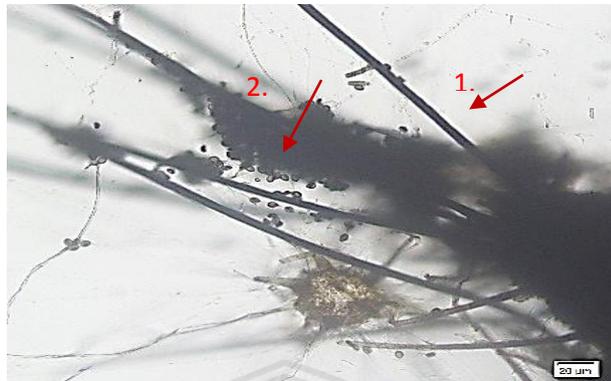
Koloni isolat *Lacellina* sp. berbentuk bundar, permukaan (Gambar 19a) dan dasar koloni (Gambar 19b) berwarna hijau zaitun muda, dan terdapat serbuk berwarna hitam seperti pasir di permukaannya, permukaan koloni jamur mempunyai elevasi rata, dan permukaan kasar. Pertumbuhan koloni tergolong cepat saat berumur 7 hari diameter koloni mencapai 6 cm.



Gambar 15. Koloni jamur *Lacellina* sp. 7 HSI, a: permukaan atas; b: permukaan bawah

Morfologi *Lacellina* sp. memiliki hifa tegak, tinggi dan berwarna coklat. Konidiofor menyatu dengan hifa. Konidia berbentuk bulat dan konidia satu dengan konidia yang lain menyatu menjadi satu dan melekat pada hifa (Gambar 20). Hal ini sesuai dengan Gandjar (1998), menyatakan bahwa morfologi

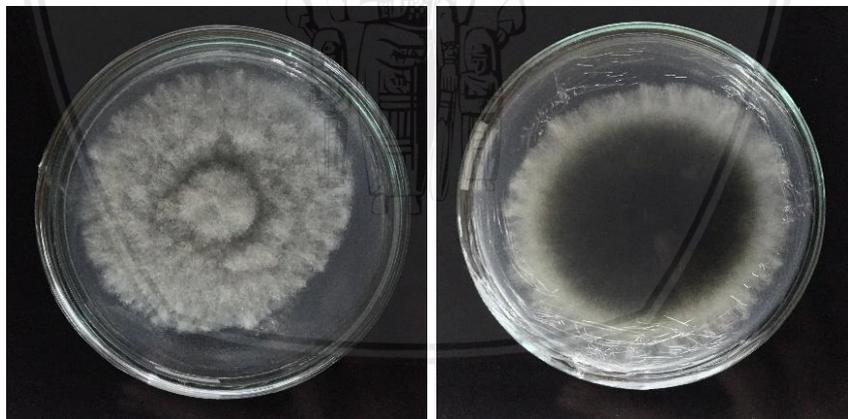
Lacellina memiliki hifategak, tinggi, coklat dan sederhana. Konidiofor bercampur dengan hifa, lebih pendek dan pucat. Konidia bersel 1.



Gambar 16. Morfologi jamur *Lacellina* sp., 1: hifa; 2: konidia

8. *Taeniolella* sp.

Koloni isolat *Taeniolella* sp. berbentuk bundar, permukaan (Gambar 21a) dan dasar koloni (Gambar 21b) berwarna putih dan pusat koloni berwarna sedikit hitam. Permukaan koloni jamur mempunyai elevasi seperti tombol (umbonate) dan permukaan koloni yang kasar. Pertumbuhan koloni tergolong cepat saat berumur 7 hari diameter koloni mencapai 7 cm.



a

b

Gambar 17. Koloni jamur *Taenionella* sp. 7 HSI, a: permukaan atas; b: permukaan bawah

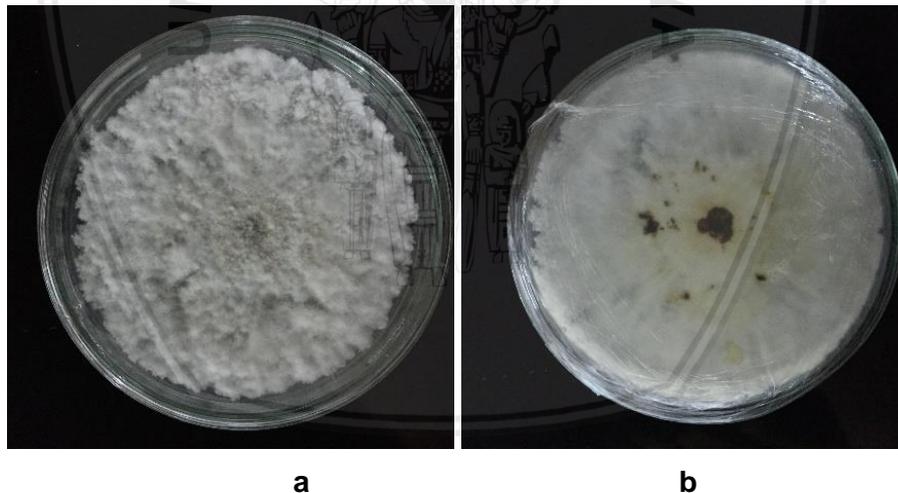
Morfologi *Taeniolella* sp. memiliki hifa panjang dan terdapat sekat. Konidiofor berwarna coklat. Konidia berwarna coklat hingga hitam. Menurut Gandjar (1998), menyatakan bahwa morfologi *Taeniolella* sp. mempunyai konidiofor pucat kecoklatan sampai coklat tidak dapat dibedakan dengan konidia, umumnya sederhana, pendek, berbentuk silinder.



Gambar 18. Morfologi jamur *Taeniolella* sp., 1: hifa; 2: konidiofor; 3: konidia

9. Jamur Endofit Pisang 9 (EP9)

Koloni jamur EP9 berbentuk bundar, permukaan (Gambar 23a) dan dasar koloni (Gambar 23b) berwarna putih kusam dan terdapat bercak hitam. Permukaan koloni mempunyai elevasi rata, tepi bergelombang dan permukaan koloni kasar. Pertumbuhan koloni tergolong cepat saat berumur 7 hari diameter koloni mencapai 9 cm.



Gambar 19. Koloni jamur EP9 7 HSI, a: permukaan atas; b: permukaan bawah

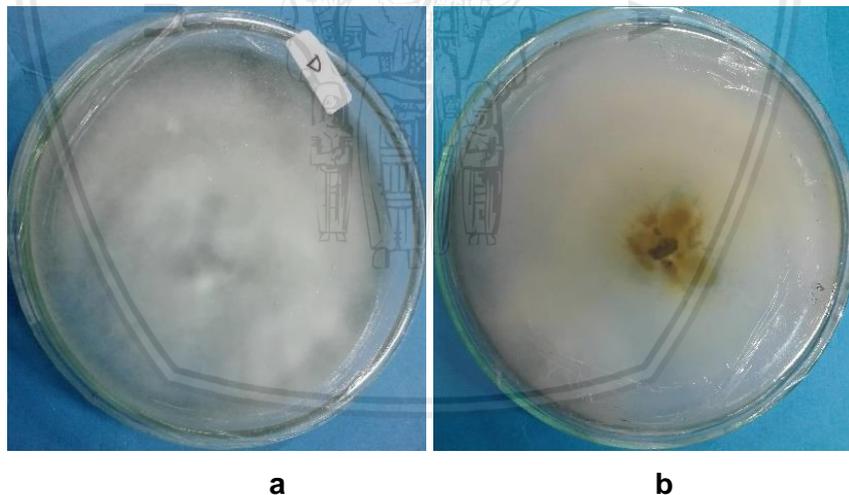
Morfologi jamur EP9 ditunjukkan dengan hifa panjang, bersekat, berwarna coklat tua dan terdapat bulatan (Gambar 24). Berdasarkan ciri koloni dan morfologi, jamur EP9 tidak dapat teridentifikasi.



Gambar 20. Morfologi jamur EP9, 1: hifa

10. Jamur Endofit Pisang 10 (EP10)

Koloni isolat jamur EP10 berbentuk bundar, permukaan (Gambar 25a) dan dasar koloni berwarna putih, dan pada pusat dasar koloni terdapat warna kekuningan (Gambar 25b). Permukaan koloni mempunyai elevasi rata dan permukaan koloni yang halus. Pertumbuhan koloni tergolong cepat saat berumur 7 hari diameter koloni mencapai 9 cm.



Gambar 21. Koloni jamur EP10 7 HSI, a: permukaan atas; b: permukaan bawah

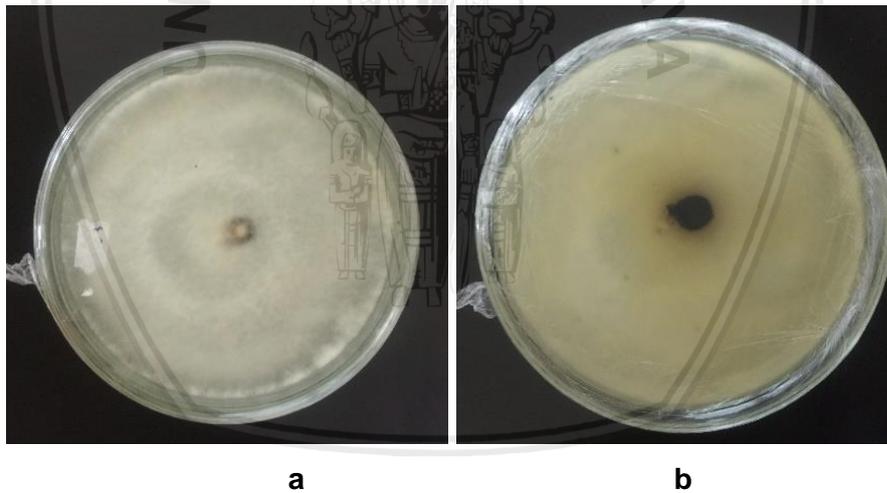
Morfologi jamur ditunjukkan dengan hifa panjang dan tidak bersekat (Gambar 26). Berdasarkan ciri koloni dan morfologi jamur EP10 tidak dapat teridentifikasi.



Gambar 22. Morfologi jamur EP10, 1: hifa

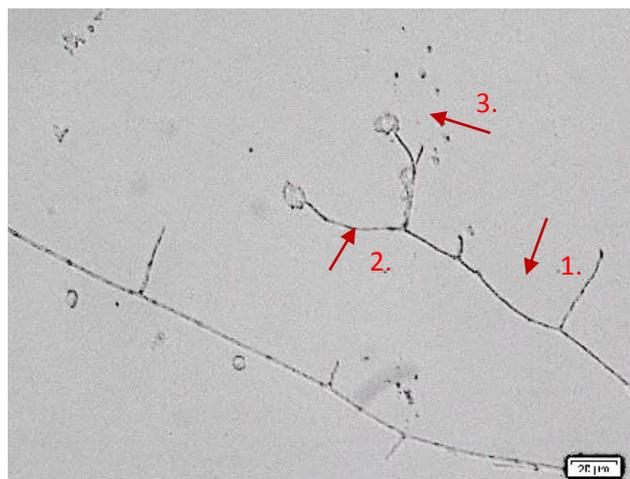
11. Jamur Endofit Pisang 11 (EP11)

Koloni berbentuk bundar, permukaan (Gambar 27a) dan dasar koloni (Gambar 27b) berwarna putih kusam. Koloni jamur mempunyai elevasi rata dan permukaan koloni halus. Pertumbuhan koloni tergolong cepat saat berumur 7 hari diameter koloni mencapai 9 cm (Gambar 27).



Gambar 23. Koloni jamur EP11 7 HSI, a: permukaan atas; b: permukaan bawah

Morfologi jamur ditunjukkan dengan hifa panjang, bersekat, berwarna coklat tua, konidia berbentuk bulat tidak beraturan (Gambar 28). Berdasarkan ciri koloni dan morfologi, jamur EP11 tidak dapat teridentifikasi.



Gambar 24. Morfologi jamur EP11, 1: hifa; 2: konidiofor; 3: konidia

4.3 Hasil Uji Antagonis Jamur Endofit terhadap Jamur *Mycosphaerella musicola*

secara *in vitro*

Uji antagonis jamur endofit terhadap *M. musicola* dilakukan dengan metode oposisi langsung dalam media PDA yang menggunakan cawan petri 9 cm secara *in vitro*. Pengamatan daya hambat jamur endofit dilakukan sejak 1 hari setelah isolasi (HSI) sampai 7 HSI. Pengamatan dihentikan pada 7 HSI untuk mengetahui mekanisme antagonis pada masing-masing isolat jamur endofit terhadap jamur *M. musicola*. Perlakuan uji antagonis sebanyak 12 perlakuan sesuai dengan jamur endofit yang ditemukan dan diulang sebanyak 3 kali, bertujuan untuk memastikan potensi daya hambat jamur endofit terhadap *M. musicola*.

Masing-masing isolat endofit mempunyai potensi untuk menghambat *M. musicola* jika ditumbuhkan di media PDA, namun terdapat jamur endofit yang mempunyai persentase hambatan kecil (Tabel 2).

Hambatan pertumbuhan *M. musicola* oleh jamur endofit terjadi pada 2 HSI dan hambatan meningkat hingga 7 HSI. Hambatan yang ditimbulkan bervariasi yaitu kecil, sedang dan besar. Persentase penghambatan tertinggi pada 2 HSI yaitu isolat jamur *Curvularia* sp. dan isolat jamur *Amblyosporium* sp. dengan persentase 62,2% meskipun antara isolat jamur patogen dan isolat jamur endofit belum bersinggungan, namun pertumbuhan isolat jamur *Curvularia* sp. dan isolat jamur *Amblyosporium* sp. lebih cepat daripada jamur *M. musicola*. Sedangkan tingkat persentase terendah yaitu 14,69% ditunjukkan oleh isolat jamur *Lacellina* sp. Pada pengamatan 4 HSI hingga 7 HSI, isolat yang menunjukkan persentase penghambatan tertinggi adalah *Trichoderma* sp. yaitu 71,6% hingga 73,3%.

Terdapat empat jamur endofit yang memiliki persentase hambatan jamur di atas 50% (Tabel 2), yaitu jamur *Curvularia* sp. sebesar 55,3%, jamur *Gonytrichum* sp. sebesar 55,3%, jamur *Trichoderma* sp. sebesar 73,3% dan jamur Endofit Pisang 11 sebesar 52%. Persentase penghambatan tertinggi adalah *Trichoderma* sp. dan penghambatan terendah adalah jamur EP2 dikarenakan pertumbuhannya yang sangat lambat dan tidak mampu memberikan zona penghambatan yang banyak sehingga *M.musicola* masih terus tumbuh.



Tabel 2. Tabel persentase penghambatan jamur endofit terhadap *M. musicola* dari 2 HSI sampai dengan 7 HSI

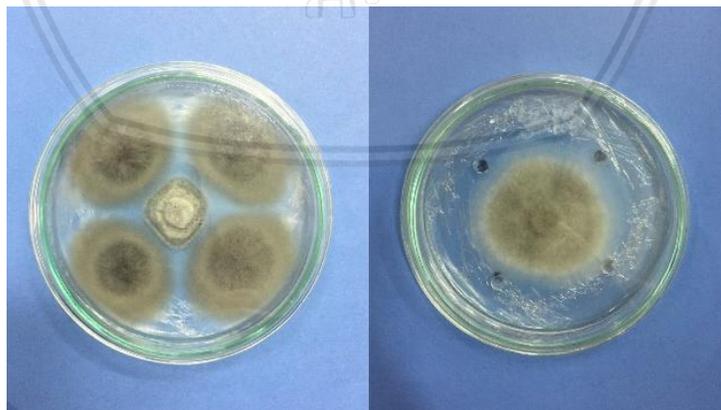
Jenis Jamur Endofit	Rerata Penghambatan (%) pada Pengamatan ke...HSI ± SD					
	2	3	4	5	6	7
Kontrol	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a
<i>Curvularia</i> sp.	62,2 ± 3,8 d	40,6 ± 3,5 de	47,1 ± 4,2 de	52,8 ± 3,0 f	56,9 ± 3,2 d	55,3 ± 2,3 d
Endofit Pisang 2.	12,9 ± 11,8 b	17,0 ± 3,9 bc	20,6 ± 8,6 bc	24,7 ± 2,1 bc	25,1 ± 1,7 b	26 ± 4 b
<i>Dendryphiopsis</i> sp.	37,0 ± 6,4 c	17,1 ± 2,6 bc	29,2 ± 1,1 c	33,0 ± 0,9 d	37,6 ± 2,7 c	40 ± 0,0 c
<i>Gonytrichum</i> sp.	33,3 ± 6,6 c	43,1 ± 7,6 def	46,6 ± 1,6 de	50,4 ± 1,8 f	52,5 ± 3,4 d	55,3 ± 2,3 d
<i>Amblyosporium</i> sp.	62,2 ± 3,85 d	57,6 ± 15,7 f	55,2 ± 1,6 e	50,4 ± 1,8 f	39,7 ± 8,27 c	41,3 ± 5,0 c
<i>Trichoderma</i> sp.	55,9 ± 4,49 d	56,0 ± 16,1 ef	71,6 ± 0,4 f	68,5 ± 3,1 g	70,3 ± 5,2 e	73,3 ± 4,6 e
<i>Lacellina</i> sp.	35,1 ± 3,2 c	14,6 ± 6,5 ab	16,9 ± 2,5 a	19,8 ± 2,2 b	22,1 ± 3,4 b	30 ± 0,0 b
<i>Taenionella</i> sp.	22,5 ± 4,4 b	19,3 ± 6,8 bcd	26,4 ± 1,1 c	24,1 ± 5,7 bc	28,0 ± 3,3 b	28 ± 0,0 b
Endofit Pisang 9	41,1 ± 8,3 c	15,5 ± 11,0 ab	24,5 ± 4,6 bc	19,0 ± 4,0 b	23,6 ± 4,3 b	30 ± 0,0 b
Endofit Pisang 10	56,6 ± 5,7 d	32,7 ± 3,9 cde	24,4 ± 8,8 bc	27,5 ± 0,0 cd	26,5 ± 3,2 b	30 ± 0,0 b
Endofit Pisang 11	43,3 ± 5,7 c	33,8 ± 11,2 de	38,6 ± 8,7 d	42,0 ± 9,3 e	44,6 ± 7,8 c	52 ± 6,9 d

Hal ini menunjukkan bahwa masing-masing jamur endofit mampu berpotensi antagonis bagi jamur *M.musicola*. Menurut Octriana (2011), menyatakan bahwa faktor terpenting yang dimiliki oleh agens antagonis adalah kemampuannya dalam berkompetisi dengan pertumbuhan koloninya cepat sehingga mampu mendesak.

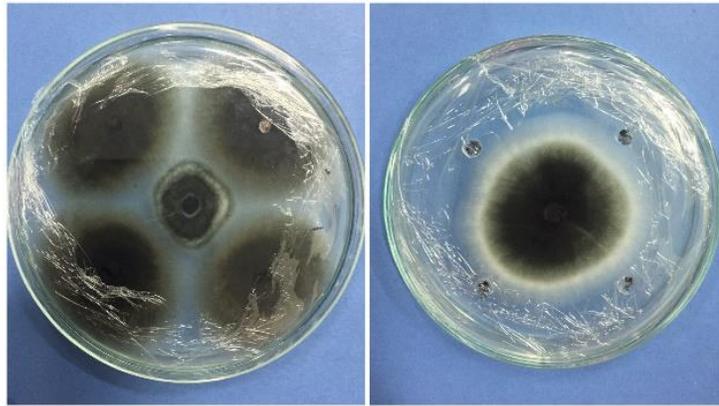
Jamur *Trichoderma* sp. memang tumbuh cepat di media PDA, hal itu menunjukkan *Trichoderma* sp. mampu menghambat jamur *M. musicola*. Hal ini sesuai dengan Barnet (1960), mengatakan bahwa ciri khas untuk mengenali jamur *Trichoderma* adalah pertumbuhannya yang cepat dan berwarna hijau redup. Mekanisme penghambatan jamur *Trichoderma* yaitu mikoparasitisme dengan menghasilkan enzim *chitinase*, β -1,3-*glucanase* (Howell, 2003), antibiosis dengan menghasilkan *antibiotic 6-pentyl-a-pyone* (6PP), asam *heptilidat* dan *peptabol* (Barea *et al.*, 2005), kompetisi ruang dan hara (Bentez *et al.*, 2004).

1. *Curvularia* sp.

Pertumbuhan *Curvularia* sp. lebih cepat dibandingkan *M. musicola* (Gambar 30a dan 30b). Sampai 7 HSI pertumbuhan jamur *Curvularia* sp. dan *M. musicola* tidak bersinggungan, karena adanya zona bening di antara kedua jamur tersebut. Persentase penghambatan pada 7 HSI yaitu 56,3%. Hal ini sesuai dengan Bunbamrung dkk (2018), menyatakan bahwa *Curvularia* sp. menghasilkan senyawa metabolit yang berfungsi sebagai antimalarial, antitubecular, antibakteri dan ainti pitopatogenetik jamur pada konsentrasi yang sesuai. Senyawa yang dihasilkan oleh *Curvularia* sp. yang mampu sebagai antipatogenik jamur adalah *Amphoterecin B* dengan konsentrasi 1,56-3,13 μ g/ml.



a

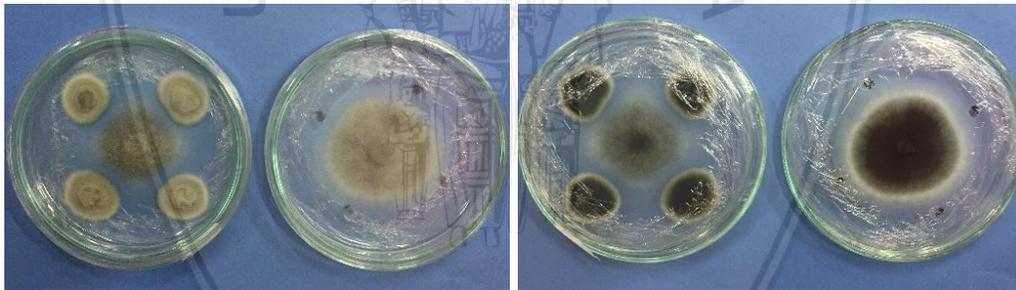


b

Gambar 25. Uji antagonis jamur *Curvularia* sp. (bagian tepi) terhadap *M. musicola* (bagian tengah), a: permukaan atas atas; b: permukaan bawah

2. Jamur Endofit Pisang 2 (EP2).

Pertumbuhan koloni *M. musicola* lebih luas dibandingkan dengan EP2 (Gambar 31a dan 31b). Sampai 7 HSI kedua jamur tersebut tidak bersinggungan, karena adanya zona bening di antara pertumbuhan kedua jamur tersebut. Persentase penghambatan pada 7 HSI adalah senilai 26%. Penghambatan jamur EP2 merupakan penghambatan terendah dibandingkan dengan jamur endofit lainnya



a

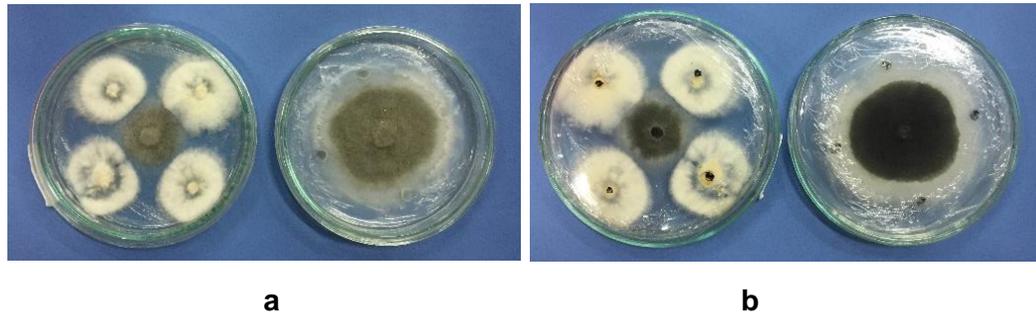
b

Gambar 26. Uji antagonis jamur EP2 (bagian tepi) terhadap *M. musicola* (bagian tengah), a: permukaan atas; b: permukaan bawah

3. *Dendryphiopsis* sp.

Pertumbuhan koloni jamur *Dendryphiopsis* sp. lebih cepat dibandingkan dengan jamur *M. musicola* (Gambar 32a dan 32b). Kedua koloni jamur tersebut bersinggungan pada 4 HSI sampai 7 HSI dan terdapat sedikit zona bening yang tidak dapat ditumbuhi oleh kedua jamur. Persentase penghambatan pada hari ke-7 yaitu

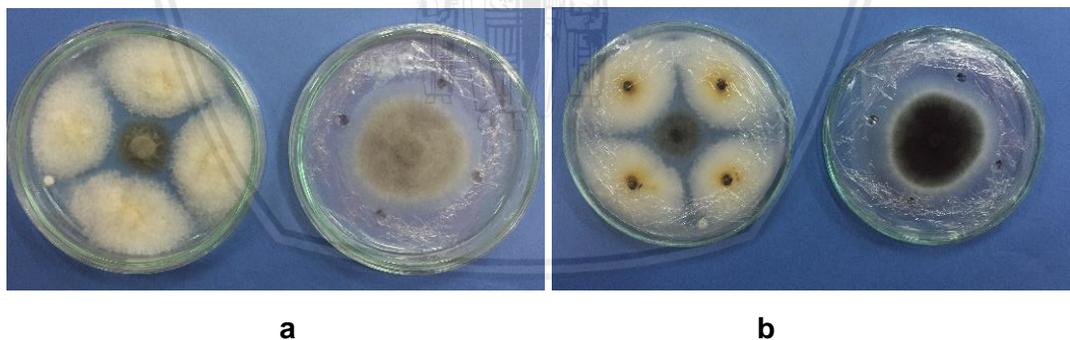
sebesar 40%. Pertumbuhan koloni jamur *Dendryphiopsis* sp. yang lebih cepat menjadikan pertumbuhan koloni jamur *M. musicola* terhambat.



Gambar 27. Uji antagonis jamur *Dendryphiopsis* sp.(bagian tepi) terhadap jamur *M. musicola* (bagian tengah), a: permukaan atas; b: permukaan bawah

4. *Gonytrichum* sp.

Pertumbuhan koloni jamur *Gonytrichum* sp. jauh lebih cepat dibandingkan dengan jamur *M. musicola*. Kedua jamur tersebut tidak dapat bersinggungan sampai 7 HSI (Gambar 33a dan 33b). Diantara bagian koloni jamur *M. musicola* dan *Gonytrichum* sp. terdapat zona kosong atau bening dan tidak ditumbuhi koloni kedua jamur. Pertumbuhan koloni jamur *Gonytrichum* sp. yang cepat menjadikan pertumbuhan koloni jamur *M. musicola* terhambat. Hal ini terlihat dari lambatnya pertumbuhan koloni jamur *M. musicola* mendekati jamur endofit. Persentase penghambatan pada 7 HSI yaitu 55,3%.

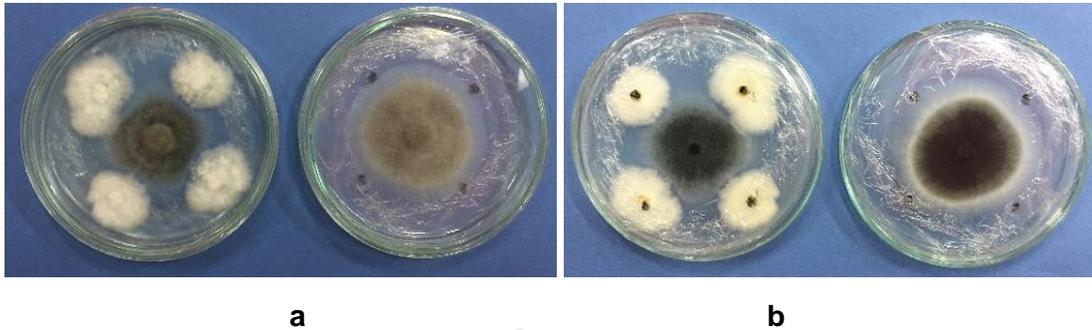


Gambar 28. Uji antagonis jamur *Gonytrichum* sp. (bagian tepi) terhadap jamur *M. musicola* (bagian tengah), a: permukaan atas; b: permukaan bawah.

5. *Amblyosporium* sp.

Pertumbuhan koloni jamur *Amblyosporium* sp. sangat cepat pada 2 HSI hingga 3 HSI, namun pada 4 HSI hingga 7 HSI pertumbuhan *M.musicola* mendekati koloni jamur *Amblyosporium* sp., sehingga pertumbuhan koloni jamur *Amblyosporium*

sp. menjauhi pusat koloni *M. musicola*. Kedua koloni tidak bersinggungan selama 7 hari pengamatan, karena terdapat sedikit zona bening diantara kedua koloni tersebut (Gambar 34a dan 34b). Persentase penghambatan pada hari ke-7 yaitu 41,3%.

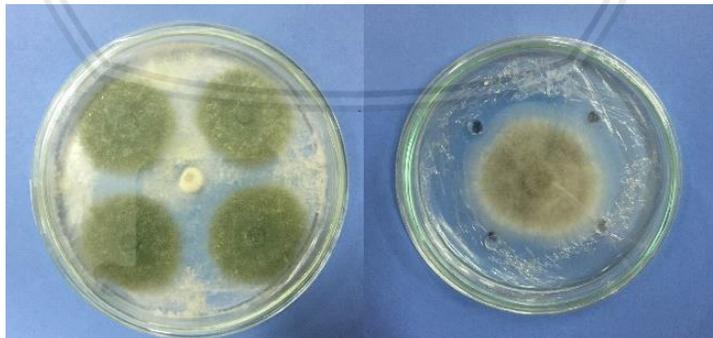


Gambar 29. Uji antagonis jamur *Amblyosporium* sp. (bagian tepi) terhadap jamur *M. musicola* (bagian tengah), a: permukaan atas; b: permukaan bawah.

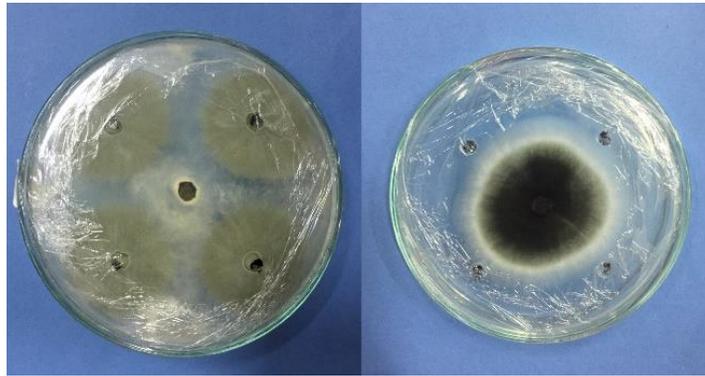
6. *Trichoderma* sp.

Pertumbuhan koloni jamur *Trichoderma* sp. jauh lebih cepat daripada koloni *M. musicola* (Gambar 35a dan 35b). Persentase hambatan patogen oleh *Trichoderma* sp. dari hari ke hari menunjukkan kecenderungan semakin tinggi, di mana pada uji antagonis, persentase hambatan pada 2 HSI mencapai 55,9% dan pada 7 HSI meningkat menjadi 77,3%. Mekanisme penghambatan meliputi mikoparasit, antibiosis dan kompetisi. Menurut Sastrahidayat (1992), *Trichoderma* sp. bertindak sebagai mikoparasit bagi cendawan lain dengan tumbuh mengelilingi miselium patogen.

Penghambatan koloni jamur *Trichoderma* sp. terhadap *M. musicola* merupakan penghambatan tertinggi dibandingkan dengan penghambatan koloni jamur lainnya.



a

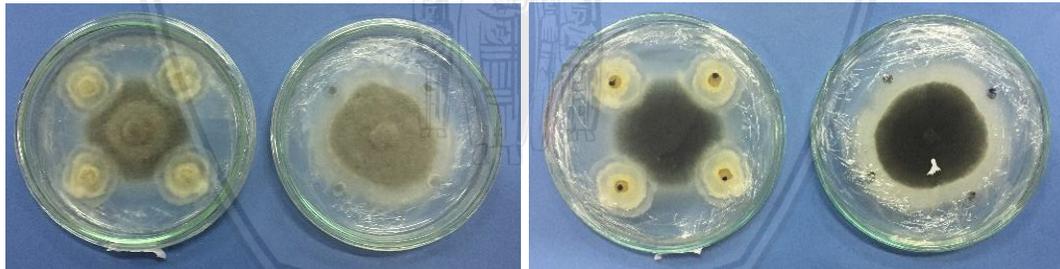


b

Gambar 30. Uji antagonis jamur *Trichoderma* sp. (bagian tepi) terhadap jamur *M. musicola* (bagian tengah), a: permukaan atas; b: permukaan bawah

7. *Lacellina* sp.

Pertumbuhan koloni jamur *Lacellina* sp. lebih lambat dibandingkan dengan pertumbuhan koloni jamur *M. musicola*. Pada 5 HSI kedua koloni jamur sudah saling bersinggungan sehingga pertumbuhan *M. musicola* semakin melambat. Pada cawan petri terlihat bahwa isolat jamur *Lacellina* sp. mampu memparasiti jamur patogen (Gambar 36a dan 36b). Persentase penghambatan jamur *Lacellina* sp. terhadap jamur *M. musicola* sebesar 30% pada 7 HSI. Mekanisme antagonis yang ditunjukkan oleh jamur *Lacellina* sp. terhadap jamur *M. musicola* yaitu parasitisme.



a

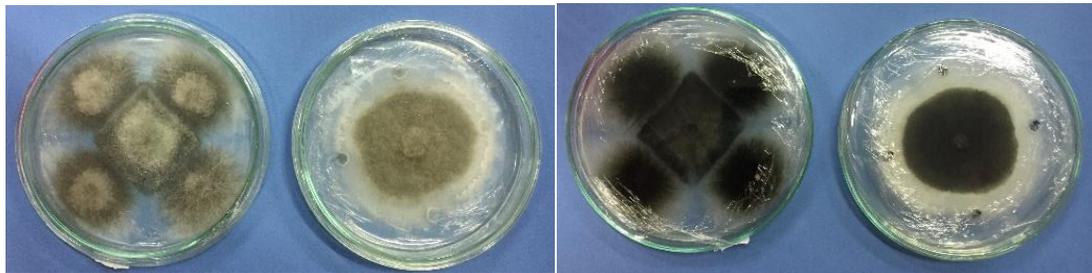
b

Gambar 31. Uji antagonis jamur *Lacellina* sp. (bagian tepi) terhadap jamur *M. musicola* (bagian tengah), a: permukaan atas; b: permukaan bawah

8. *Taeniolella* sp.

Pertumbuhan koloni jamur *Taeniolella* sp. lebih lambat dibandingkan dengan jamur *M. musicola* (Gambar 37a dan 37b). Kedua koloni jamur tersebut bersinggungan pada 4 HSI sampai 7 HSI dan terdapat sedikit zona bening yang tidak

dapat ditumbuhi oleh kedua jamur. Persentase penghambatan pada 7 HSI yaitu sebesar 28%.



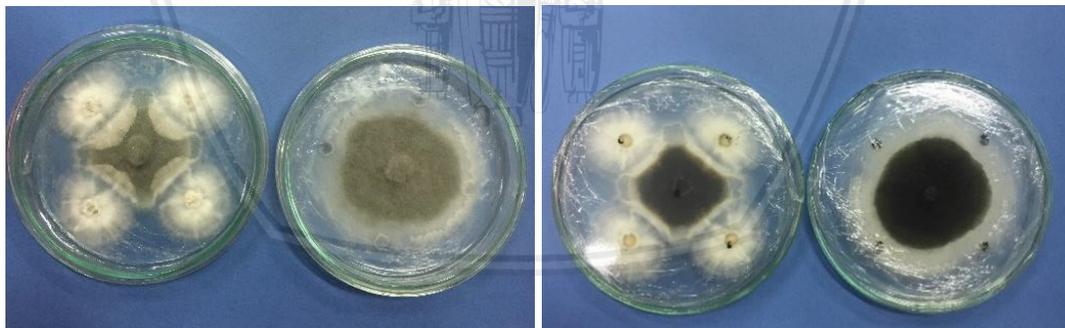
a

b

Gambar 32. Uji antagonis jamur *Taeniolella* sp. (bagian tepi) terhadap jamur *M. musicola* (bagian tengah), a: permukaan atas; b: permukaan bawah.

9. Jamur Endofit Pisang 9

Pertumbuhan koloni jamur EP 9 lebih lambat dibandingkan dengan pertumbuhan koloni jamur *M. musicola*. Pada 5 HSI kedua koloni jamur sudah saling bersinggungan sehingga pertumbuhan *M. musicola* semakin melambat. Pada cawan petri terlihat bahwa isolat jamur EP 9 mampu memparasiti jamur patogen (Gambar 38a dan 38b). Persentase penghambatan jamur EP 9 terhadap jamur *M. musicola* sebesar 30% pada 7 HSI. Mekanisme antagonis yang ditunjukkan oleh jamur EP 9 terhadap jamur *M. musicola* yaitu parasitisme.



a

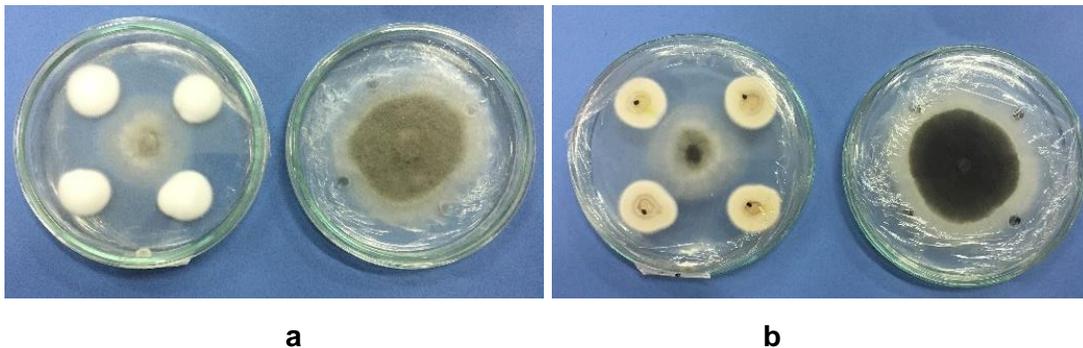
b

Gambar 33. Uji antagonis jamur EP 9 (bagian tepi) terhadap *M. musicola* (bagian tengah), a: permukaan atas; b: permukaan bawah.

10. Jamur Endofit Pisang 10

Pertumbuhan koloni jamur EP 10 lebih lambat daripada pertumbuhan koloni *M. musicola* (Gambar 39a dan 39b) Kedua koloni tidak bersinggungan selama

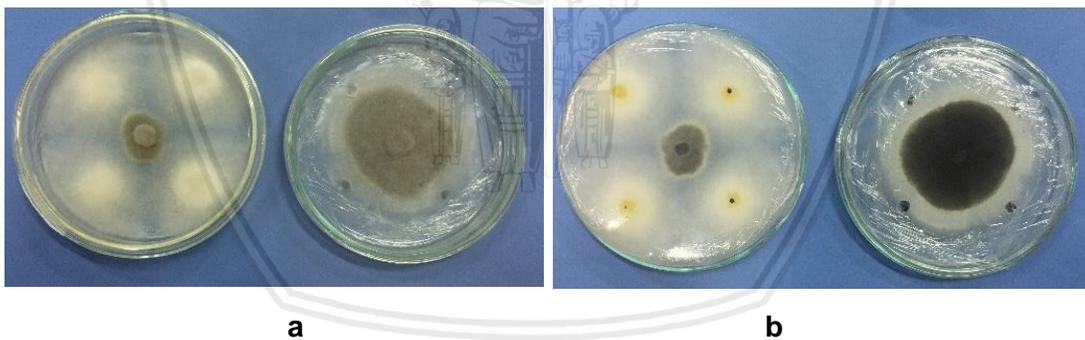
pengamatan, karena pertumbuhan koloni jamur EP 10 yang sangat lambat. Persentase penghambatan pada 7 HSI yaitu 30%.



Gambar 34. Uji antagonis jamur EP 10 (bagian tepi) terhadap jamur *M. musicola* (bagian tengah), a: permukaan atas; b: permukaan bawah

11. Jamur Endofit Pisang 11

Pertumbuhan koloni jamur EP 11 jauh lebih cepat dibandingkan dengan jamur *M. musicola*. Kedua jamur tersebut bersinggungan pada 3 HSI. Pertumbuhan koloni jamur EP 11 yang cepat menjadikan pertumbuhan koloni jamur *M. musicola* terhambat (Gambar 40a dan 40b). Hal ini terlihat dari lambatnya pertumbuhan koloni jamur *M. musicola* mendekati jamur endofit. Persentase penghambatan pada 7 HSI yaitu 52%. Mekanisme penghambatan yang terjadi yaitu kompetisi.



Gambar 35. Uji antagonis jamur EP11 (bagian tepi) terhadap jamur *M. musicola* (bagian tengah), a: permukaan atas; b: permukaan bawah

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Diperoleh 11 isolat jamur endofit yang ditemukan dari tanaman pisang Mas yaitu jamur *Curvularia* sp., *Dendryphiopsis* sp., *Gonytrichum* sp., *Amblyosporium* sp., *Trichoderma* sp., *Lacellina* sp., *Taeniolella* sp., Endofit Pisang 2 (EP2), Endofit Pisang 9 (EP9), Endofit Pisang 10 (EP10) dan Endofit Pisang 11 (EP11).
2. Hasil uji antagonis dari 11 jamur endofit tersebut mampu menghambat jamur *M. musicola* secara *in vitro*. Hasil persentase hambatan tertinggi yaitu isolat jamur endofit *Trichoderma* sp. sebesar 73,3% dan hambatan terendah yaitu isolat jamur endofit EP2 sebesar 26%.

5.2 Saran

Dalam penelitian ini diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui:

1. Kandungan senyawa metabolit jamur endofit yang ditemukan dalam menekan pertumbuhan *M. musicola* penyebab penyakit sigatoka.
2. Uji patogenitas untuk mengetahui kemungkinan jamur endofit sebagai patogen dan senyawa metabolit yang dihasilkan menyebabkan penyakit terhadap tanaman atau organisme lain
3. Menguji antagonis jamur endofit terhadap *M. musicola* secara *In-vivo*

DAFTAR PUSTAKA

- Agrios, G.N. 2005. Plant Pathology. Fifth Edition. Elsevier Academic Press, New York.
- Azvedo, J.L. 2000. Endophytic Microorganisms: a Review on Insect Control and Recent Advances on Tropical Plants. Universidad Catolica de Valparaiso. *Electronis Journal of Biotechnology* 3(1): 14-15.
- Barnet, H.L., dan Hunter, B.B. 1998. Illustrated Genera of Imperfect Fungi. Third Edition. Minneapolis, Minnesota: Burgess Publishing Company.
- Blanco, C.G., Vildoso, C.I.A., Vieira, M.L.C., Barroso, P.A.V., dan Azvedo, J.L. 2002. Genetic variability in the endophytic fungus *Guignardia citricarpa* isolated from citrus plants. *Genetics and Molecular Biology* 25(2): 51-255.
- Cahyono, B. 2000. Budidaya Intensif Tanaman Pisang. CV Aneka. Solo.
- Carrol, G.C. 1998. Fungal Endophyte in Stems and Leaves. From Latent Pathogens to Mutualistic Symbiont. *Journal of Ecology* 69(1): 2-9.
- Clay, K. 1988. Fungal Endophyte of Grasses: a Defensive Mutualism Between Plants Fungi. *Journal of Ecology* 69(1): 10-16.
- Cook, R.J. 1991. Broad Concept an Application Proc. of The International Seminar on the Control of Plant Disease and Virus Vector. Food and Fertilizer Technology Centre for The Asian and Pacific Region, Taipei: 1-9.
- Crous, P.W., dan Mourichon, X. 2002. *Mycosphaerella emusae* and its anamorph *Pseudocercospora eumusae* spp nov: causal agent of eumusae leaf spot disease of banana. *Sydowia* 54(1): 35-43.
- Crous, P.W. 2009. Taxonomy and phylogeny of the genus *Mycosphaerella* and its anamorph. *Fungal Diversity*. 3(38): 1-24.
- Gandjar, I., Robert, A.S., Karin, T.V., Arianti, O., dan Imam, S. 1999. Pengenalan Kapang Tropik Umum. Yayasan Obor Indonesia. Jakarta.
- Goodwin, S.B., Dunkle, L.D., dan Zismann, V.L. 2001. Phylogenetic analysis of *Cercospora* and *Mycosphaerella* based on the internal transcribed spacer region of ribosomal DNA 21(91): 648-658.
- Herderson, J., Pattermore, J.A., Porchum, S.C., Hayden, H.L., Brunschot, S.V., Grice, K.R.E., Peterson, R.A., Thomas, S.R., dan Aitken, E.A.B. 2006. Black Sigatoka disease: new technologies to strengthen eradication strategies in Australia. *Australasian Plant Pathology*. Csrio Publishing.

- Kema, G.H.J., Rijkenberg, Y.D., Shaw, M.W., dan Baayen, R.P. 1996. Histology of pathogenesis of *Mycosphaerella graminicola* in wheat. *Phytopathology* 86(7): 777–786.
- Lee, Seonju dan Seung Joo Go. 2000. A Polyphialidic Hypomycete *Gonytrichum macrocladum* New to Korea from Arable Soil in Jinju-Shi. *Jurnal Masyarakat Mikrobiologi Korea* 28(2): 127-129.
- Licyayo, D.C., Suzuki, A., dan Matsumoto, M. 2007. Interactions among ammonia fungi on MY agar medium with varying pH *Mycoscience*, 48(1), 20–28.
- Meredith, D.S. 1970. Banana Leaf Spot Disease (Sigatoka) Caused by *Mycosphaerella musicola* Leach. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, England.
- Mulyanti, N. 2008. Teknologi Budidaya Pisang. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian 17-18.
- Octariana, L. 2011. Potensi agen hayati dalam menghambat pertumbuhan *Phytium* sp. secara in vitro. *Buletin Plasma Nutfah* 17(2): 138-142.
- Petrini, O. 1992. Ecology. Metabolite Production and Substrate Utilization in Endophyte Fungi. Wiley Liss Inc. Swiss: *Natural Toxins* 1(4): 185-186.
- Ploetz, R.C. 2007. Diseases of tropical perennial crops: challenging problems in diverse environments. *Plant Dis.* 91(6): 644-663.
- Photita, W., Lumyong, S., Lumyong, P., McKenzie, E.H.C., dan Hyde, A.D. 2004. Are some endophytes of *Musa acuminata* latent pathogens?. *Fungal Diversity* 16: 131-143.
- Purwanto, R. 2008. Peranan Mikroorganisme Endofit Sebagai Penghasil Antibiotik. www.kabarindonesia.com. Diakses 3 Februari 2014.
- Sastrahidayat, I.R., dan Djauhari, S. 2014. Studi Introduksi Pisang Cavendish dan Hama Penyakitnya. Universitas Brawijaya Press.
- Soesanto, L. 2008. Diagnosis lima penyakit utama karena jamur pada 100 kultivar bibit pisang. Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan. Fakultas Pertanian. Universitas Jenderal Soedirman. Purwokerto dan LIPI. *Bogor* 12(1): 36-45.
- Stover, R.H. 1962. Intercontinental spread of banana leaf spot (*Mycosphaerella musicola*). *Tropical Agriculture. Trinidad* 29: 327-338.
- Sudantha, I.M., dan Abadi, A.L. 2007. Identifikasi Jamur Endofit dan Mekanisme Antagonismenya terhadap Jamur *Fusarium oxysporum* f. sp *vanillae* Pada Tanaman Vanili. *Agroteksos.* (17)1.

- Suciatmih, Yuliar, dan Supriyati, D. 2011. Isolasi, identifikasi, dan skrining jamur endofit penghasil agen biokontrol dari tanaman di lahan pertanian dan hutan penunjang Gunung Salak. *Jurnal Teknik Lingkungan* 12(2): 171-186.
- Sulyanti, E., Liswarni, Y., Indri. 2011. Inventarisasi penyakit tanaman pisang (*Musa paradisiaca* Linn.) berdasarkan gejala di Kabupaten Tanah Datar Fakultas Pertanian. *Universitas Andalas. Padang* 12(2): 49-54.
- Tombe, M. 2002. Potensi Agensia Hayati dalam Pengendalian Penyakit Tanaman Berwawasan Lingkungan dan Peranannya dalam Peningkatan Sketor Agribisnis. *Prosiding Seminar Nasional PFI Komda Purwekerto* 13-34



LAMPIRAN

Tabel Lampiran 1. Hasil analisis ragam presentase penghambatan jamur endofit terhadap pertumbuhan jamur *M. musicola* pada 2 HSI

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel 5%	F Tabel 1%
Perlakuan	11	12649,20	1149,93	31,073	3,49	5,95
Galat	24	888,18	37,01			
Total	35					

Tabel Lampiran 2. Hasil analisis ragam presentase penghambatan jamur endofit terhadap pertumbuhan jamur *M. musicola* pada 3 HSI

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel 5%	F Tabel 1%
Perlakuan	11	10581,91	961,99	12,07	3,49	5,95
Galat	24	1912,37	79,68			
Total	35					

Tabel Lampiran 3. Hasil analisis ragam presentase penghambatan jamur endofit terhadap pertumbuhan jamur *M. musicola* pada 4 HSI

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel 5%	F Tabel 1%
Perlakuan	11	12322,41	1120,22	46,99	3,49	5,95
Galat	24	572,15	23,84			
Total	35					

Tabel Lampiran 4. Hasil analisis ragam presentase penghambatan jamur endofit terhadap pertumbuhan jamur *M. musicola* pada 5 HSI

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel 5%	F Tabel 1%
Perlakuan	11	11879,82	1079,98	74,49	3,49	5,95
Galat	24	347,92	14,49			
Total	35					

Tabel Lampiran 5. Hasil analisis ragam presentase penghambatan jamur endofit terhadap pertumbuhan jamur *M. musicola* pada 6 HSI

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel 5%	F Tabel 1%
Perlakuan	11	11683,32	1062,12	52,14	3,49	5,95
Galat	24	488,83	20,36			
Total	35					

Tabel Lampiran 6. Hasil analisis ragam presentase penghambatan jamur endofit terhadap pertumbuhan jamur *M. musicola* pada 7 HSI

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel 5%	F Tabel 1%
Perlakuan	11	11814,22	1074,02	106,22	3,49	5,95
Galat	24	242,66	10,11			
Total	35					

