

repository.ub.ac.id

**EKSPLORASI JAMUR ENDOFIT PADA DAUN DAN  
PELEPAH TANAMAN PISANG SERTA UJI KEMAMPUAN  
ANTAGONISNYA TERHADAP PATOGEN *Curvularia lunata*  
(Wakk.) Boed. SECARA *IN VITRO***

Oleh  
**SISKA ADIELFINA**



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS PERTANIAN  
MALANG**

**2019**



**Eksplorasi Jamur Endofit Pada Daun Dan Pelepah  
Tanaman Pisang Serta Uji Kemampuan Antagonisnya  
terhadap Patogen *Curvularia lunata* (Wakk.) Boerd. Secara  
*In Vitro***

**OLEH**

**SISKA ADIELFINA**

**155040207111079**

**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI  
MINAT PERLINDUNGAN TANAMAN**

**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**



## 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

Siska Adielina



**LEMBAR PERSETUJUAN**

Judul Penelitian : Eksplorasi Jamur Endofit Pada Daun Dan Pelepah  
Tanaman Pisang Serta Uji Potensi Antagonisnya  
Terhadap Patogen *Curvularia lunata* (Wakk.) Boed.  
Secara *In Vitro*

Nama Mahasiswa : Siska Adielina  
NIM : 155040207111079  
Jurusan : Hama dan Penyakit Tumbuhan  
Program Studi : Agroekoteknologi

Disetujui  
Pembimbing,

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

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

Penguji II

Dr. Ir. Syamsuddin Djauhari, MS.  
NIP. 19550522 198103 1 006

Antok Wahyu Sektiono, SP., MP.  
NIP. 19841014 201903 1 004

Penguji III

Penguji IV

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

Dr. Akhmad Rizali, SP., M.Si.  
NIK. 201405 770415 11 001

**Tanggal Lulus:**

## RINGKASAN

**Siska Adielina. 155040207111079. Eksplorasi Jamur Endofit Pada Daun dan Pelepah Tanaman Pisang Serta Uji Potensi Antagonisnya Terhadap Patogen *Curvularia lunata* (Wakk.) Boed. Secara *In Vitro*. Dibawah Bimbingan Prof. Ir. Liliek Sulistyowati. Ph.D.**

---

Tanaman pisang (*Musa* sp.) adalah tanaman tahunan yang banyak ditemukan di hampir setiap wilayah di Indonesia. Indonesia menjadi pusat penyebaran pisang dan pisang juga kaya akan keanekaragamannya. Salah satu penyebab penurunan produksi pisang adalah penyakit bercak daun yang disebabkan oleh *Curvularia lunata*. Di Indonesia, penyakit ini banyak dijumpai di tanaman dan dapat merusak produksi karena merusak daun. Sejauh ini, penyakit itu dikendalikan oleh kultur teknis, varietas tahan, penggunaan fungisida kimia, pengendalian penyakit tanaman menggunakan zat kimia kini mulai dihindari karena dampak negatifnya terhadap lingkungan dan konsumen. Penggunaan kontrol biologis seperti jamur endofit dapat digunakan sebagai alternatif untuk mencegah *C. lunata* dalam pisang. Kontrol biologis lebih alami dan lebih aman bagi lingkungan. Tujuan penelitian adalah untuk mengeksplorasi jamur endofit pada pisang dan menguji potensi antagonis jamur endofit untuk menghambat pertumbuhan *C. Lunata* secara *in vitro*.

Penelitian dilakukan di Laboratorium Patologi Tumbuhan, Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya dari Januari hingga Juni 2019. Implementasi penelitian ini meliputi beberapa tahap, yaitu isolasi jamur patogen *C. lunata* diisolasi dari daun pisang yang terinfeksi oleh *C. lunata* di lapangan. Eksplorasi lebih lanjut jamur endofit diisolasi dari daun dan pelepah pisang, dimurnikan, dan tumbuh di PDA. Identifikasi jamur didasarkan pada koloni dan jamur morfologi dalam PDA menggunakan buku *Illustrated Genere dari Imperfect Fungi Fourthed* Barnett and Hunter (1972). Ditemukan 7 jamur endofit dari daun yaitu *Verticillium* sp, *Dendryphiopsis* sp, *Trichoderma* sp, *Taeniolella* sp, sementara 4 isolat lainnya EP1, EP2, EP3, dan EP4 tidak dapat diidentifikasi dan juga dari pelepah yaitu *Gonytricum* sp, *Amblyosporium* sp dan *Lacellina* sp.

Uji antagonis dilakukan dengan menghitung jari-jari patogen, pengamatan penghambatan jamur endofit terhadap patogen *C. lunata* yang diisolasi dari daun dan pelepah tanaman pisang dilakukan 1 HSI (hari setelah isolasi) hingga 7 HSI. Semua isolat jamur endofit diuji potensi antagonis dengan *C. lunata* pada PDA. Hasil uji 11 isolat jamur endofit menunjukkan kemampuan antagonis dan penghambatan berbeda terhadap pertumbuhan dan perkembangan koloni *C. lunata*. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa jamur berpotensi sebagai antagonis dan berpengaruh nyata terhadap penghambatan pertumbuhan patogen *C.lunata* pada hari ketujuh. Dalam pengamatan 2 HSI hingga 7 HSI menghambat genus jamur *Trichoderma* sp. persentase penghambatan tertinggi pada 7 HSI mencapai 77,02%.

## SUMMARY

**Siska Adielfina. 155040207111079. Exploration of Endophytic Fungi in the Leaves and Midribs on Banana Plant and Antagonists Potential on the Pathogen *Curvularia lunata* (Wakk.) Boed. In Vitro. Under the guidance of Prof. Ir. Liliek Sulistyowati. Ph.D.**

---

Banana plants (*Musa* sp.) is an annual plant that is commonly found in almost every region in Indonesia. Indonesia becomes the center for distributing bananas and bananas are also rich diversity. One cause of the decline in banana production is leaf spot disease caused by *Curvularia lunata*. In Indonesia, the disease found in many plants and can be detrimental to production due to damage to leaves. So far, the disease was control by technical culture, resistant varieties, use chemical fungicides, plant disease control using chemical substances are now beginning to be avoided because of the negative impact on the environment and consumer. The use of biological control such as endophytic fungi can be used as an alternative to prevent *C. lunata* in bananas. Biological control is natural and safer for the environment. The research objective was conduction to explore of banana and examine the potential antagonist of the endophytic fungi to inhibit the growth of *C. lunata* in vitro.

The study was carried out at the Laboratory of Plant Pathology, Department of Plant Pests and Diseases, Faculty of Agriculture, University of Brawijaya from January to June 2019. The implementation of this research includes several stages, namely the isolation of pathogenic fungi *C. lunata* was isolated from banana leaf infected by *C. lunata* in the field. Further exploration of endophytic fungi was isolated from leaves and midribs banana, purified, and grow on PDA. Identification of fungi was based on colony and morphology fungi in PDA using the book *Illustrated Genere of Imperfect Fungi Fourthed* Barnett and Hunter (1972). It was found 7 endophytic fungi from leaves namely *Verticillium* sp, *Dendryphiopsis* sp, *Trichoderma* sp, *Taeniolella* sp, while 4 isolates the other EP1, EP2, EP3, and EP4 can not be identified and also from midribs namely *Gonytricum* sp, *Amblyosporium* sp, *Lacellina* sp.

The test antagonist is done by calculating the radius of pathogens, observations inhibition of endophytic fungi against pathogens *C. lunata* isolated from the leaves and midribs of banana plants do 1 HSI (days after isolation) up to 7 HSI. All of the isolate endophytic fungi were examine antagonists potential *C. lunata* on the PDA. The results of test 11 isolate antagonistic endophytic fungi showed different inhibitory ability against the growth and development of colonies of *C. lunata*. Results of analysis of variance showed that the fungus has potential as an antagonist has a real effect on the inhibition of the growth of pathogens *C.lunata* on the seventh day. In observation 2 to 7 HSI HSI inhibiting fungal genus *Trichoderma* sp. highest percentage of inhibition at 7 HSI reached 77.02%.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Kuasa, karena dengan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan penelitian yang berjudul “Eksplorasi Jamur Endofit Pada Daun Dan Pelepah Tanaman Pisang Serta Uji Potensi Antagonisnya Terhadap Patogen *Curvularia lunata* (Wakk.) Boed. Secara *In Vitro*

Penelitian ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Program Sarjana Pertanian Strata 1 (S1) pada Minat Perlindungan Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Ir. Liliek Sulistyowati, Ph.D sebagai dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan saran selama proses penelitian.
2. Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS selaku Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.
3. Orang tua dan seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan material, doa dan semangat.
4. Para dosen beserta staf pengajar dan karyawan Universitas Brawijaya atas bimbingan dan pengetahuan yang telah diberikan selama proses belajar mengajar.
5. Anggi Rizka Dwirahayu yang telah menjadi teman seperjuangan selama melaksanakan penelitian ini.
6. Rekan-rekan mahasiswa Universitas Brawijaya, khususnya mahasiswa Fakultas Pertanian Hama dan Penyakit Tumbuhan yang telah membantu dan memberi saran dalam pembuatan penelitian ini.

Penulis berharap semoga hasil penelitian ini dapat memberi manfaat bagi banyak pihak.

Malang, 1 Agustus 2019

Penulis

## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Bekasi pada tanggal 20 September 1997, putri keempat dari Bapak Siswanto dan Ibu Wiwik Susilowati. Penulis menempuh pendidikan dasar di SD Negeri Jatiluhur I Kecamatan Jatiluhur Kota Bekasi pada tahun 2003-2009. Penulis melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 30 Kota Bekasi pada tahun 2009-2012. Kemudian pada tahun 2012-2015 penulis melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 3 Kota Bekasi. Pada tahun 2015 penulis mendaftar sebagai mahasiswa strata-1 Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Kota Malang, Jawa Timur, melalui jalur Seleksi Program Minat dan Kemampuan (SPMK).

Penulis pernah aktif mengikuti kepanitiaan pada berbagai acara di kampus yaitu Expo Kewirausahaan Mahasiswa Indonesia 2016 sebagai divisi Liason Office (LO) untuk Universitas Bina Insani, Penulis juga menjadi panitia pada acara Brawijaya Enterpreneur Festival 2017 dan sebagai divisi dana usaha dan konsumsi. Penulis pernah mengikuti UKM (Unit Kegiatan Mahasiswa) yaitu Forum Mahasiswa Studi Bahasa Inggris Universitas Brawijaya (FORUM) pada tahun 2017. Penulis pernah melakukan kegiatan Magang Kerja di PTPN XII Kebun Glantangan, Jember, Jawa Timur pada bulan Juli sampai September 2018.

DAFTAR ISI

RINGKASAN ..... i

SUMMARY ..... ii

KATA PENGANTAR ..... iii

RIWAYAT HIDUP ..... iv

DAFTAR ISI ..... v

DAFTAR GAMBAR ..... vi

DAFTAR TABEL ..... viii

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 *Curvularia* ..... **Error! Bookmark not defined.**

    2.3 Jamur *Curvularia lunata* ..... **Error! Bookmark not defined.**

    2.5 Jamur Endofit ..... **Error! Bookmark not defined.**

    2.6 Peran Jamur Endofit sebagai Agens Hayati **Error! Bookmark not defined.**

III. BAHAN DAN METODE ..... Error! Bookmark not defined.

    3.1 Tempat dan Waktu Penelitian ..... **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 *C. lunata* dari Tanaman Pisang ... **Error! Bookmark not defined.**

    4.2 Hasil Isolasi dan Identifikasi Jamur Endofit.. **Error! Bookmark not defined.**

    4.3 Hasil Uji Antagonis Jamur Endofit Terhadap Patogen *C. lunata* ..... **Error! Bookmark not defined.**

V. PENUTUP ..... 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	Hal
1.	Gejala serangan <i>C. lunata</i> .....	Error! Bookmark not defined.
2.	Koloni jamur <i>C. lunata</i> pada media PDA .....	Error! Bookmark not defined.
3.	Morfologi jamur <i>C. lunata</i> .....	Error! Bookmark not defined.
4.	Skema pengambilan sampel jamur endofit metode sistematis .....	Error! Bookmark not defined.
5.	Uji antagonis metode oposisi langsung .....	Error! Bookmark not defined.
6.	Koloni jamur <i>C. lunata</i> pada media PDA .....	Error! Bookmark not defined.
7.	Morfologi jamur patogen <i>C. lunata</i> .....	Error! Bookmark not defined.
8.	Koloni jamur <i>Verticillium</i> sp. pada media PDA....	Error! Bookmark not defined.
9.	Morfologi jamur <i>Verticillium</i> sp .....	Error! Bookmark not defined.
10.	Koloni jamur <i>Dendryphiopsis</i> sp. pada media PDA .....	Error! Bookmark not defined.
11.	Morfologi jamur <i>Dendryphiopsis</i> sp. ....	Error! Bookmark not defined.
12.	Koloni jamur <i>Gonytrichum</i> sp. pada media PDA	Error! Bookmark not defined.
13.	Morfologi jamur <i>Gonytrichum</i> sp .....	Error! Bookmark not defined.
14.	Koloni jamur <i>Amblyosporium</i> sp. pada media PDA .....	Error! Bookmark not defined.
15.	Morfologi jamur <i>Amblyosporium</i> sp .....	Error! Bookmark not defined.
16.	Koloni jamur <i>Trichoderma</i> sp. pada media PDA	Error! Bookmark not defined.
17.	Morfologi jamur <i>Trichoderma</i> sp .....	Error! Bookmark not defined.
18.	Koloni jamur <i>Lacellina</i> sp. pada media PDA .....	Error! Bookmark not defined.
19.	Morfologi jamur <i>Lacellina</i> sp .....	Error! Bookmark not defined.
20.	Koloni jamur <i>Taeniolella</i> sp. pada media PDA....	Error! Bookmark not defined.
21.	Morfologi jamur <i>Taeniolella</i> sp .....	Error! Bookmark not defined.
22.	Koloni jamur EP1 pada media PDA .....	Error! Bookmark not defined.
23.	Morfologi jamur EP1 .....	Error! Bookmark not defined.
24.	Koloni jamur EP2 pada media PDA .....	Error! Bookmark not defined.
25.	Morfologi Jamur EP2 .....	Error! Bookmark not defined.
26.	Koloni jamur EP3 pada media PDA .....	Error! Bookmark not defined.

27. Morfologi jamur EP3..... **Error! Bookmark not defined.**
28. Koloni jamur EP4 pada media PDA..... **Error! Bookmark not defined.**
29. Morfologi jamur EP4..... **Error! Bookmark not defined.**
30. Histogram rerata persentase penghambatan..... **Error! Bookmark not defined.**
31. Koloni jamur hasil uji antagonis jamur *Verticillium* sp..... **Error! Bookmark not defined.**
32. Koloni jamur hasil uji antagonis jamur *Dendryphiopsis* sp..... **Error! Bookmark not defined.**
33. Koloni jamur hasil uji antagonis jamur *Gonytricum* sp..... **Error! Bookmark not defined.**
34. Koloni jamur hasil uji antagonis jamur *Amblyosporium* sp..... **Error! Bookmark not defined.**
35. Koloni jamur hasil uji antagonis jamur *Trichoderma* sp.... **Error! Bookmark not defined.**
36. Koloni jamur hasil uji antagonis jamur *Lacellina* sp..... **Error! Bookmark not defined.**
37. Koloni jamur hasil uji antagonis jamur *Taeniolella* sp..... **Error! Bookmark not defined.**
38. Koloni jamur hasil uji antagonis jamur EP1 ..... **Error! Bookmark not defined.**
39. Koloni jamur hasil uji antagonis jamur EP2 ..... **Error! Bookmark not defined.**
40. Koloni jamur hasil uji antagonis jamur EP3 ..... **Error! Bookmark not defined.**
41. Koloni jamur hasil uji antagonis jamur EP4 ..... **Error! Bookmark not defined.**

## DAFTAR TABEL

No	Teks	Hal
	1. Jamur Endofit yang Ditemukan pada Daun dan Pelepah Tanaman Pisang .....	
	<b>Error! Bookmark not defined.</b>	

## Lampiran

1.	Hasil Analisa Ragam Persentase Penghambatan Jamur Endofit terhadap Pertumbuhan Patogen <i>C. lunata</i> pada 1 HSI.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.	Hasil Analisa Ragam Persentase Penghambatan Jamur Endofit terhadap Pertumbuhan Patogen <i>C. lunata</i> pada 2 HSI. ....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.	Hasil Analisa Ragam Persentase Penghambatan Jamur Endofit terhadap Pertumbuhan Patogen <i>C. lunata</i> pada 3 HSI.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.	Hasil Analisa Ragam Persentase Penghambatan Jamur Endofit terhadap Pertumbuhan Patogen <i>C. lunata</i> pada 4 HSI. ....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.	Hasil Analisa Ragam Persentase Penghambatan Jamur Endofit terhadap Pertumbuhan Patogen <i>C. lunata</i> pada 5 HSI.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
6.	Hasil Analisa Ragam Persentase Penghambatan Jamur Endofit terhadap Pertumbuhan Patogen <i>C. lunata</i> pada 6 HSI. ....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
7.	Hasil Analisa Ragam Persentase Penghambatan Jamur Endofit terhadap Pertumbuhan Patogen <i>C. lunata</i> pada 7 HSI. ....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>



## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Tanaman pisang (*Musa* sp.) merupakan tanaman semusim yang paling sering ditemukan hampir di setiap daerah di Indonesia. Indonesia menjadi pusat penyebaran pisang dan juga kaya akan keragaman pisang. Diperkirakan terdapat sekitar 1000 kultivar pisang yang tersebar di dunia. Saat ini kurang dari 200 kultivar pisang yang telah berhasil diidentifikasi di Indonesia dan Indonesia termasuk salah satu penghasil buah pisang terbesar di dunia. Namun, dari hasil produksi pisang Indonesia, hanya 10% yang dimanfaatkan sebagai komoditas ekspor, sedangkan 90% lainnya hanya digunakan sebagai komoditas dalam negeri saja (Nuryati dan Novianti, 2014). Pisang adalah salah satu komoditas buah unggulan Indonesia. Luas panen dan produksi pisang selalu menempati posisi pertama pada di Provinsi Jawa Timur. Pada tahun 2016 produksi pisang di Provinsi Jawa Timur mencapai 1.865.772 ton (BPS, 2016).

Salah satu penyebab penurunan produksi pisang adalah penyakit bercak daun yang di sebabkan oleh *Curvularia lunata*. Di Indonesia, penyakit ini sudah banyak ditemukan di berbagai jenis tanaman dan termasuk penyakit yang baru. Jamur *Curvularia* sudah dikenal menjadi patogen pada beberapa jenis tanaman, karena memiliki kisaran inang yang luas. *C. lunata* mampu menginfeksi berbagai tanaman dari family Leguminaceae, Cucurbitaceae, Compositae, Solanaceae, Malvaceae, dan Graminae, hanya tanaman dari family Euphorbiaceae yang tidak dapat terinfeksi (Lal, 2013). *C. lunata* dapat menyebabkan penyakit bercak daun pada berbagai kultivar bibit pisang dengan intensitas penyakit sampai 1–32% (Soesanto *et al.*, 2012). Gejala yang ditimbulkan yaitu dengan adanya bintik coklat kehitaman, yang berkembang menjadi bercak jorong, dengan tepi coklat kehitaman, dan di bagian tengahnya terdapat bundaran berwarna kelabu tua atau coklat dan bercak dikelilingi halo berwarna kuning. Keberadaan jamur *Curvularia* selain menyebabkan penyakit pada tanaman yang mengakibatkan penurunan produksi dan nilai ekonomi tanaman yang diserrangnya, tetapi juga dilaporkan bahwa jamur *C. lunata* dapat bersifat patogenik atau menjadi alergen pada manusia dan hewan, karena kemampuannya menghasilkan toksin yang berbahaya, yaitu breferlin dan curvularin.

Upaya pengendalian bercak daun sejauh ini mencakup kultur teknis, perakitan varietas tahan, penggunaan fungisida kimia, pengendalian penyakit tanaman menggunakan bahan-bahan kimia kini mulai dihindari karena berdampak

negatif bagi lingkungan (Purwantisari, 2008). Dalam rangka mencari strategi efektif dalam manajemen penyakit, pengendalian hayati yang ramah lingkungan merupakan pengganti pupuk kimia (Naik *et al.*, 2009). Pengendalian dengan memanfaatkan agen hayati di alam seperti mikroba antagonis dapat dijadikan alternatif untuk mencegah penyakit pada tanaman pisang. Mikroorganisme dikatakan sebagai endofit apabila mikroba tersebut terdapat dalam jaringan tanaman setidaknya satu bagian dari siklus hidupnya (Hung dan Annapurna, 2004). Keterikatan endofit dengan inangnya, memberikan keuntungan lebih bagi endofit dibanding agensia hayati lainnya karena mereka tidak harus bersaing dalam ekosistem yang baru dan kompleks (Chen *et al.*, 1995). Di samping itu, endofit seringkali memiliki peran lebih dari satu, misalnya sebagai perangsang tumbuh, pemicu inang untuk memproduksi fitoaleksin, bertahan dalam kondisi stres, sekaligus sebagai agensia pengendali secara langsung.

Penggunaan jamur endofit sebagai agens hayati belum banyak diketahui dalam mengendalikan patogen *C. lunata*. Berdasarkan hal tersebut, maka perlu dilakukan upaya yang dapat diterapkan untuk mengendalikan patogen dengan penggunaan jamur endofit sebagai alternatif pengendalian penyakit yang ramah lingkungan sehingga mengurangi penggunaan bahan kimia yang beracun untuk pertanian yang berkelanjutan.

### **1.2 Tujuan**

Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengkaji jamur endofit yang ditemukan pada daun dan pelepah tanaman pisang dan jamur endofit yang berpotensi antagonis dalam mengendalikan *C. lunata* penyebab penyakit bercak daun pada tanaman pisang.

### **1.3 Hipotesis**

Hipotesis yang diajukan pada penelitian adalah ditemukan beberapa genus jamur endofit pada daun dan pelepah tanaman pisang yang memiliki kemampuan antagonis untuk menekan pertumbuhan jamur *C. lunata* pada tanaman pisang.

### **1.4 Manfaat**

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah dapat memberi informasi mengenai jenis-jenis jamur endofit yang terdapat pada daun dan pelepah tanaman pisang serta kemampuan antagonis yang dimiliki sebagai agens hayati yang dapat menekan pertumbuhan jamur *C. lunata*.



## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Deskripsi Tanaman Pisang

#### Klasifikasi Tanaman Pisang

Dalam sistematika (taksonomi) tanaman pisang diklasifikasikan sebagai berikut: Kingdom: Plantae, Divisi: Spermatophyta, Subdivisi: Angiospermae, Kelas: Monocotyledonae, Famili: Musaceae, Genus: Musa, Spesies: *Musa* sp. (Tjitrosoepomo, 1989).

#### Morfologi Tanaman Pisang

Tanaman pisang memiliki batang yang berlapis-lapis. Lapisan ini merupakan dasar dari pelepah daun yang dapat menyimpan air (*sukulenta*) sehingga lebih tepat disebut batang semu (*pseudostem*). Daun pisang berwarna hijau tua. Lembaran daun (*lamina*) pisang lebar dengan urat daun utama menonjol dan berukuran besar sebagai pengembangan dari morfologis lapisan 10 batang semu. Batang pisang sesungguhnya terdapat di dalam tanah, yaitu bonggol. Pada sepertiga bagian bonggol sebelah atas terdapat tunas anakan. Bunga pisang muncul dari primordia yang terbentuk pada bonggolnya yang kemudian memanjang ke atas hingga menembus inti batang semu dan keluar diujung batang semu tersebut. Panjang tandan berkisar antara 60-100 cm dengan berat 15-30 kg. Setiap tandan terdiri dari 8-13 sisir dan setiap sisir ada 12 - 22 buah. Daging buah berwarna putih kekuningan, rasanya manis agak asam, dan lunak. Sedangkan kulit buah agak tebal berwarna hijau kekuningan sampai kuning muda halus (Rismunandar, 1990 dalam Robinson dan Souco, 2010).

### 2.2 Penyakit Bercak Daun *Curvularia*

Gejala penyakit bercak daun *Curvularia* ditunjukkan dengan adanya bintik coklat kehitaman, yang berkembang menjadi bercak jorong, dengan tepi coklat kehitaman, dan di bagian tengahnya terdapat bundaran berwarna kelabu tua atau coklat dan bercak dikelilingi halo berwarna kuning (Gambar 1). Bintik *C. lunata* pada daun atau batang berbentuk lonjong, coklat gelap, Nampak pada kedua sisi daun, bertepi dengan cincin coklat, agak sedikit tertekan dan dengan daerah kekuningan sempit diantara bitnik dan warna hijau daun (Westcott, 1971). Cendawan ini merupakan penyebab penyakit utama yang menyerang pada stadium pembibitan. *C. lunata* dapat menyebabkan penyakit bercak daun pada berbagai kultivar bibit pisang

dengan intensitas penyakit sampai 1–32% (Soesanto *et al.*, 2012). Penyakit ini juga dapat menyebabkan kematian pada bibit kelapa sawit apabila penyakit ini tidak dikendalikan, penyakit bercak daun *Curvularia* di pembibitan kelapa sawit dapat mencapai 38 % (Solehudin *et al.*, 2012).



Gambar 1. Gejala serangan *C. lunata*  
(Sumber: Cardana dan Zapata, 2012).

### 2.3 Jamur *Curvularia lunata*

#### Klasifikasi Jamur

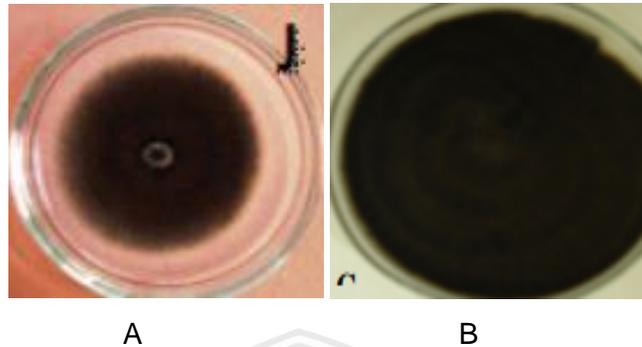
Klasifikasi *C. lunata* salah satu penyebab penyakit bercak daun *Curvularia* menurut Mew dan Misra (2000), sebagai berikut:

Kingdom: Fungi, Divisio: Ascomycota, Subdivisio: Deuteromycotina, Kelas : Euascomycetes, Ordo: Pleosporales, Famili: Pleosporaceae, Genus: *Curvularia*, Spesies : *Curvularia lunata* (Wakk.) Boed.

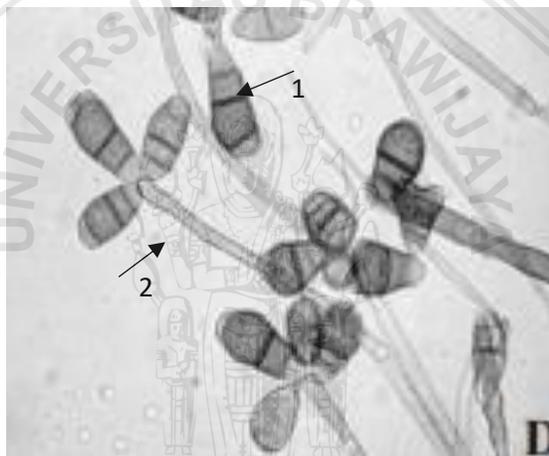
#### Morfologi Jamur

Konidiofor berwarna coklat, sederhana atau terkadang bercabang. Konidia berwarna gelap, memiliki 3-5 sel, dengan sel akhir yang paling terang (Gambar 3), biasanya bengkok atau melengkung dengan sel sentral yg membesar (Westcott, 1971). Jamur ini memiliki aerial miselia. Miselia berseptata, bercabang, subhyaline berwarna coklat terang dan terkadang coklat gelap. Konidiofor soliter atau dalam grup, berwarna coklat gelap, tidak bercabang, berseptata, terkadang bengkok. Konidia berwarna coklat gelap, berbentuk seperti perahu, melingkar di ujung, dengan tiga septa (Mew dan Gonzales, 2000). Koloni jamur ini cepat tumbuh, berwarna coklat hingga coklat gelap dengan warna hitam dibaliknya (Gambar 2). Konidianya berwarna

coklat pucat, dengan tiga atau lebih septa yang terbalik dan berbentuk apikal di sepanjang pore (poroconidia). Konidia silindris atau agak sedikit berlingkung, dengan satu sel sentral yang makin besar dan gelap (Ellis *et. al*, 2007).



Gambar 2. Koloni jamur *C. lunata* pada media PDA. A: permukaan atas; B: permukaan bawah  
(Sumber: Cardona dan Zapata, 2012).



Gambar 3. Morfologi jamur *C. lunata* 1: konidia; 2: konidiofor.  
(Sumber: Soesanto *et al.*, 2009)

### Daur Penyakit dan Faktor yang Mempengaruhi Penyakit

Kelembaban tinggi dan suhu panas selama pertumbuhan tanaman sesuai dengan pertumbuhan *C. lunata* dan perkembangan penyakit ini (Mew dan Misra, 2000). Penyakit ini merupakan penyakit penting pada bibit maupun biji dan penyakit tular tanah yang lazim pada daerah panas. Penyakit ini menghasilkan nekrotis dengan halo yang berwarna cerah; lesio sebesar 0.5 cm per bintik (Akinbode, 2010). Faktor-faktor yang mempengaruhi penyakit lesio berwarna coklat hingga hitam tak beraturan. Suhu optimum untuk pertumbuhan jamur ini adalah 23,89<sup>o</sup> C hingga 29,44<sup>o</sup> C dan tidak ada infeksi penyakit ini pada suhu dibawah 12,78<sup>o</sup> C. Bintik pada daun nampak

pada 4-5 hari. Daur hidupnya sama pendek dengan minggu pada cuaca hujan yang hangat dan jamurnya dapat bertahan di tanah selama tiga tahun (Westcott, 1971).

## 2.5 Jamur Endofit

Mikroba endofit didefinisikan sebagai mikroba yang hidup di dalam jaringan tumbuhan tanpa menyebabkan efek negatif langsung yang nyata (Stone *et al.*, 2004). Jamur endofit merupakan mikroorganisme yang sebagian atau seluruh hidupnya berada di dalam jaringan hidup tanaman inang. Setiap tanaman tingkat tinggi umumnya mengandung beberapa mikroba endofit yang mampu memproduksi senyawa metabolit sekunder sesuai dengan tanaman inangnya. Hal ini menunjukkan kemungkinan terjadi hubungan simbiosis mutualisme antara mikroba endofit dan tanaman inangnya. Mikroba endofit umumnya berupa bakteri dan jamur, namun jenis jamur yang lebih sering diisolasi (Purwanto, 2006).

### Peran Jamur Endofit sebagai Agens Hayati

Mikroorganisme yang berada dalam jaringan tanaman memiliki peranan dalam mempengaruhi tumbuhan, perkembangan, serta pertahanan tanaman. Mikroba tersebut dikenal dengan cendawan endofit. Beberapa laporan menunjukkan bahwa cendawan endofit banyak memberi keuntungan terhadap inangnya. Keberadaan cendawan endofit di dalam jaringan tanaman berperan dalam perbaikan pertumbuhan tanaman karena kemampuannya menghasilkan zat pemacu pertumbuhan, memfiksasi nitrogen, memobilisasi fosfat, dan juga berperan dalam kebugaran tanaman (*plant health promotion*). Cendawan endofit diduga mampu meningkatkan sistem pertahanan tanaman terhadap gangguan penyakit karena kemampuannya untuk memproduksi senyawa antimikroba, enzim, asam salisilat, etilen dan senyawa sekunder lainnya yang berperan dalam menginduksi ketahanan tanaman (Backman dan Sikora, 2008). Jamur endofit mampu memproduksi senyawa antibiotik yang aktif melawan bakteri maupun jamur patogenik tumbuhan (Worang, 2003). Asosiasi beberapa jamur endofit dengan tumbuhan inang mampu melindungi tumbuhan inangnya dari beberapa virule, baik bakteri maupun jamur (Bills dan Polyshook, 1992). Jamur endofit melindungi tanaman inangnya dengan menghasilkan senyawa mitotoksin untuk mencegah serangan hewan herbivora, dan menghasilkan antibiotik untuk mencegah serangan patogen sehingga dapat menghambat perkembangan patogen (Evans, 1998).

### Jamur Endofit Pada Tanaman Pisang

Jamur endofit yang ditemukan pada tanaman pisang mas menurut hasil penelitian Intan *et al.*, (2014), *Alternaria* sp., *Paecilomyces* sp., *Fusarium* sp., *Helminthosporium* sp., *Colletotrichum* sp., *Cephalosporium* sp., *Cephalosporium* sp., *Fusarium* sp., *Bipolaris* sp., *Trichoderma* sp. Dalam hasil penelitian tersebut terdapat empat jamur endofit yang memiliki persentase hambatan jamur diatas 50 % adalah *Fusarium* sp. sebesar 71,70 % , *Bipolaris* sp. sebesar 67,77 % , *Colletotrichum* sp. sebesar 62,99 % , dan *Helminthosporium* sp. sebesar 50,26 % . Pada pengamatan uji antagonis hari ke 7, ke empat jamur endofit ini memiliki mekanisme kompetisi dan mikoparasitisme. Penelitian lainnya tentang jamur endofit pada pisang dikemukakan oleh 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. Spesies yang paling umum diisolasi dari tanaman pisang bervariasi dari satu lokasi ke lokasi lain. Sampel pisang dari Ban Suthep paling banyak ditemukan *Deightonella torulosa*. *Colletotrichum musae*, taksa xylariaceous dan *Guignardia cocoicola* lebih banyak sering diisolasi dari sampel pisang yang dikumpulkan di *Medicinal Plant Garden*. *Cordana musae* adalah spesies yang paling umum diisolasi dari sampel pisang yang dikumpulkan di Queen Sirikit Kebun Raya. Spesies yang paling umum diisolasi oleh Brown *et al.*, (1998) dari *Musa* sp. adalah *Colletotrichum gloeosporioides*, *Pestalotiopsis palmarum* dan *Nigrospora oryzae* di Hong Kong dan *Colletotrichum gloeosporioides*, *Glomerella cingulata* dan *Phoma* sp. di Australia. Kelimpahan spesies endofit juga bervariasi sesuai dengan kondisi tempat di setiap lokasi. Beberapa penelitian menunjukkan kondisi tempat itu menjadi faktor spesifik yang dapat mempengaruhi tingkat infeksi (Carroll,1995). Variasi ini mungkin merupakan cerminan dari kisaran kondisi lingkungan di mana tanaman pisang tumbuh. Perbedaan faktor lingkungan termasuk kelembaban, suhu, curah hujan dan sumber inokulum (Photita *et al.*, 2001).





### III. BAHAN DAN METODE

#### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Penyakit Tumbuhan, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang pada bulan Januari 2018 sampai Mei 2019.

#### 3.2 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian adalah cawan petri, *autoclave*, 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, *hand sprayer*, pipet, dan kamera, tabung *erlenmeyer*, *rotary shaker*.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah alkohol 70 %, *Natrium hipoklorit* 5 % dan 2 %, media *Potato Dextrose Agar* (1 liter sari kentang, 20 gr agar, 20 gr dextrose), aqua steril, *plastic wrapping*, daun, batang tanaman pisang dan bibit pisang, spirtus, *tissue*, kapas, kertas label, dan buku identifikasi jamur.

#### 3.3 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian adalah eksplorasi dan eksperimental dengan tahapan isolasi dan perbanyakkan jamur *C. lunata* yang di dapatkan dari gejala penyakit pada pisang mas dari kebun PTPN XII Kabupaten Malang, isolasi dan eksplorasi jamur endofit yang diambil dari daun dan pelepah pisang yang sehat dari Kabupaten Malang, identifikasi jamur, uji patogenisitas, uji antagonis jamur endofit dengan jamur patogen *C.lunata*, dan analisis data.

#### 3.4 Persiapan Penelitian

##### Sterilisasi Alat

Sterilisasi alat dilakukan dengan menggunakan  $C_2H_6O_7$  70% dan autoklaf. Alat tahan panas seperti gelas ukur, cawan petri, tabung reaksi, labu Erlenmeyer dan alat-alat tahan panas lainnya disterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu  $121^{\circ}C$  dan tekanan 1,5 atm selama 120 menit. Alat-alat yang tidak tahan panas disterilisasi menggunakan  $C_2H_6O_7$  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.

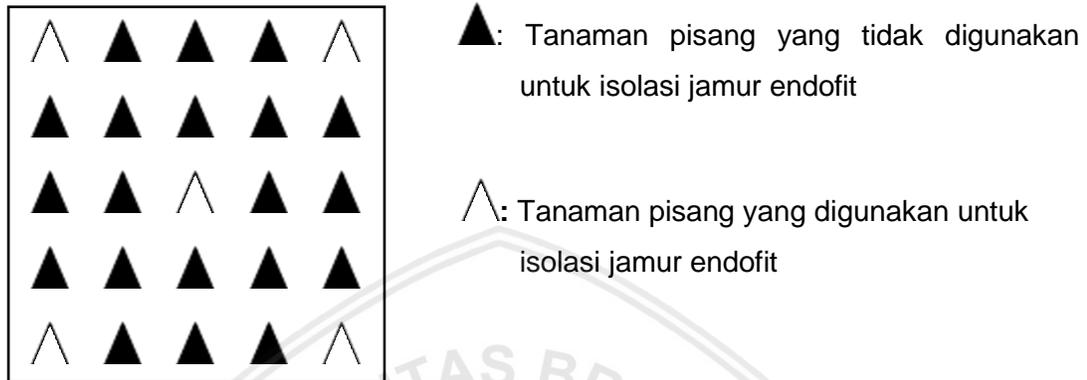
## **3.5 Pelaksanaan Penelitian**

### **Isolasi Jamur *C. lunata***

Patogen diisolasi dari daun tanaman pisang yang terserang bercak daun *curvularia* di lapangan. Isolasi jamur dari daun pisang dilakukan dengan cara memotong bagian daun antara yang sehat dan yang sakit, dicuci dengan cara memotong bagian daun pada bagian yang sehat maupun yang sakit. Selanjutnya dicuci dengan menggunakan *Natrium hipoklorit* 1 %, kemudian dibilas alkohol 70 % dan dibilas dengan aquades 2 kali kemudian dikeringkan dengan menggunakan tissue steril. Potongan daun yang sudah kering masing-masing ditanam dalam cawan petri yang berisi media PDA lalu diinkubasikan selama 7 hari. Setelah terlihat koloni jamurnya, lalu dilakukan purifikasi dengan cara mengambil jamur dalam biakkan dan dipindahkan ke dalam cawan petri lain yang berisi media PDA untuk memperoleh biakan murni jamur patogen. Lalu jamur diidentifikasi berdasarkan bentuk makroskopis dan mikroskopis konidianya merujuk pada pustaka.

### **Eksplorasi Jamur Endofit**

Sampel jamur endofit pada daun dan pelepah tanaman pisang diambil dengan menggunakan metode sistematis (*systematic sampling*). Pengambilan sampel tanaman yang terletak pada posisi garis diagonal, sehingga di dapatkan 5 tanaman dalam satu lahan (Gambar 4). Sampel yang diambil untuk eksplorasi jamur endofit merupakan tanaman yang sehat dan tidak menunjukkan gejala serangan penyakit.



Gambar 1. Skema pengambilan sampel jamur endofit metode sistematis

### Isolasi Jamur Endofit

Isolasi jamur endofit dilakukan dengan mencuci bagian daun dan batang dengan alkohol dan aquades agar steril dari jamur luar sehingga jamur yang tumbuh diharapkan berasal dari jaringan tanaman pisang. Kemudian sampel dipotong dengan panjang 1 cm. Potongan sampel disterilkan dengan cara dicuci kedalam larutan NaOCl 10% selama 1 menit dan selanjutnya direndam alkohol 96% selama 1 menit dan diulang sebanyak 2 kali. Setelah itu dibilas dengan menggunakan aquades selama 1 menit dan diulang sebanyak 2 kali. Lalu, potongan sampel dikeringkan diatas tisu steril. Setelah kering, kemudian potongan sampel ditanam pada media PDA di salam cawan petri. Pada aquades bilasan terakhir diambil 1 ml dan dituangkan pada media PDA yang baru untuk digunakan sebagai kontrol yang berfungsi menentukan apakah sampel yang diisolasi merupakan jamur endofit, jika pada media kontrol tumbuh jamur, maka sampel isolasi di media bukan merupakan jamur endofit. Kemudian isolat diinkubasi selama 5-7 hari pada suhu 25-30°C atau sampai isolat jamur endofit tumbuh memenuhi cawan petri (Muhibuddin *et al.*, 2011). Untuk pengamatan dilakukan 2 hari sekali selama jamur endofit tampak tumbuh.

### Pemurnian

Dalam media dilakukan pemurnian pada semua koloni jamur yang tumbuh dan dianggap berbeda berdasarkan kenampakan morfologi makroskopis meliputi warna dan bentuk koloni. Masing-masing jamur tersebut diambil dan dipisahkan kedalam media PDA baru dengan menggunakan jarum ose. Jika jamur yang tumbuh masih bercampur dengan jamur lain, maka dipurifikasi kembali. Hal ini dilakukan untuk memperoleh isolat jamur endofit murni.

### **Pembuatan Preparat Jamur**

Tahapan pertama yaitu menyiapkan *object glass*, kemudian mengambil sedikit bagian media PDA baru dan diletakkan diatas permukaan *object glass*. Hal ini bertujuan untuk menjaga nutrisi selama jamur tersebut berada di preparat pada saat diinkubasi. Selanjutnya mengambil jamur dengan menggunakan jarum ose dan diletakkan diatas *object glass* yang terdapat media PDA dan ditutup dengan *cover glass*. Kemudian preparat ditaruh didalam wadah yang berisi tisu basah steril dan diinkubasi selama 2-4 hari.

### **Pengamatan dan Identifikasi Jamur**

Isolat jamur endofit yang dimurnikan, diamati secara makroskopis dan mikroskopis. Dalam melakukan pengamatan morfologi koloni, dapat dilihat dari warna permukaan koloni. Selain itu dilihat ada tidaknya garis-garis radial dari pusat koloni ke arah tepi koloni dan juga ada tidaknya lingkaran-lingkaran konsentris. Pengamatan mikroskopis dengan cara melihat hifa (berseptum atau tidak), warna hifa, bentuk hifa, bentuk konidia. Hasil pengamatan digunakan untuk identifikasi berdasarkan panduan buku identifikasi *Illustrated Genere of Imperfect Fungi Fourthed* (Barnet and Hunter, 1972) dan literatur pendukung lainnya.

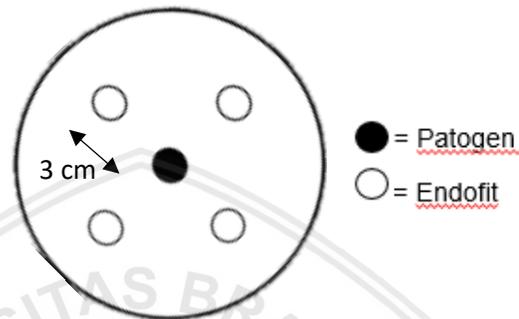
### **Uji Patogenisitas**

Isolat *C. lunata* yang sudah diidentifikasi selanjutnya dilakukan uji patogenisitas untuk membuktikan bahwa *C. lunata* merupakan penyebab penyakit bercak daun pada tanaman pisang dengan inokulasi pada bibit pisang. Inokulasi dilakukan dengan penyuntikkan suspensi jamur ke bagian daun pisang dan dengan perlakuan kontrol yaitu menyuntikkan aquades ke bagian daun yang di uji.

### **Uji Antagonis**

Uji antagonis jamur endofit dengan jamur patogen *C. lunata* menggunakan RAL secara in vitro dengan 12 perlakuan, yaitu 1 perlakuan kontrol dan 11 perlakuan jamur endofit yang telah ditemukan. Setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali ulangan

sehingga terdapat 36 satuan percobaan. Metode pengujian yang digunakan pada uji antagonis 11 isolat jamur endofit dari tanaman pisang dengan pathogen *C.lunata* menggunakan metodo oposisi langsung, yaitu pengujian berlawanan antara jamur endofit dan patogen *C. lunata* secara berhadapan langsung dengan jarak 3 cm, dan terdapat 4 titik pada media PDA (Gambar 5). Selanjutnya diinkubasi pada suhu ruang selama 7 hari.



Gambar 2. Uji antagonis metode oposisi langsung

Pengamatan presentase hambatan pertumbuhan jamur di hitung berdasarkan rumus:

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

Keterangan :

H : Persentase hambatan (%)

K : Diameter miselium patogen control (cm)

P : Diameter miselium Patogen Perlakuan (cm)

#### Analisis Data

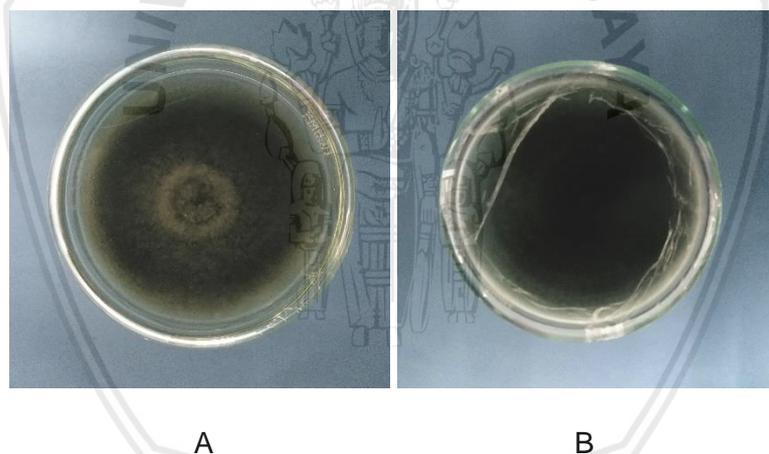
Data yang diperoleh dari pengujian antagonis jamur endofit terhadap patogen *C. lunata* dianalisis menggunakan analisis ragam (Anova) dengan taraf kesalahan 5% dan apabila perlakuan terdapat perbedaan nyata, maka akan dilanjutkan menggunakan uji Duncan pada taraf 5%. Analisis data diolah menggunakan Microsoft excel 2016 dan aplikasi *Statistical Package of the Sosial Sciences (SPSS) 21*.



## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

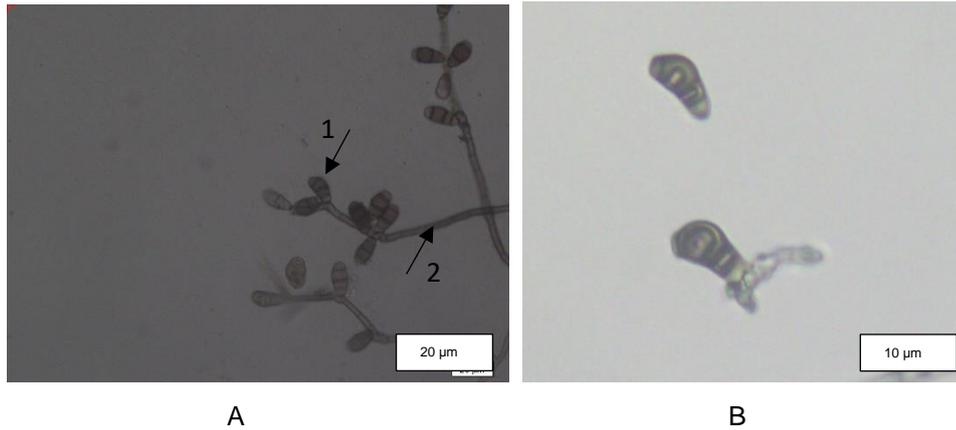
### 4.1 Hasil Isolasi dan Identifikasi Jamur *C. lunata* dari Tanaman Pisang

Pada penelitian ini *C. lunata* berhasil diisolasi dari daun tanaman pisang yang bergejala, isolat tersebut dapat dimurnikan pada media PDA. Berdasarkan hasil pengamatan makroskopis dan mikroskopis, biakan murni patogen *C. lunata* memiliki ciri-ciri makroskopis koloni berwarna hitam, permukaan tengah koloni berwarna keabuan, tekstur koloni kasar, kerapatan rapat, ketebalan tebal, dan pola sebaran jamur yaitu menyebar berbentuk bulat beraturan, pertumbuhan koloni tergolong cepat pada hari ke enam sudah memenuhi cawan petri (Gambar 6A). Pada permukaan bawah koloni berwarna hitam gelap (Gambar 6B). Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Ellis *et al.*, (2007), koloni jamur ini cepat tumbuh, berwarna coklat hingga hitam gelap dengan warna hitam dibaliknya. Menurut Susanto dan Prasetyo (2013), koloni cendawan *C. lunata* berwarna abu-abu gelap, seperti kapas atau beludru, pertumbuhan miselium dalam 4 hari ialah 6-7.6 cm.



Gambar 1. Koloni jamur *C. lunata* pada media PDA. A: permukaan atas; B: permukaan bawah.

Secara mikroskopis *C. lunata* memiliki ciri-ciri konidia berbentuk lonjong dan ada yang membengkok serta konidia gelap, berbentuk lonjong dan ada yang membengkok (Gambar 7). Sesuai dengan pernyataan Barnett (1989), bahwa morfologi *C. lunata* konidia gelap, 3 - 5 sel, biasanya bengkak, dengan salah satu sel sentral diperbesar; parasit atau saprofitik. Menurut Westcott (1971), konidia *C. lunata* berwarna gelap, memiliki 3-5 sel, dengan sel akhir yang paling terang, biasanya bengkak atau melengkung dengan sel sentral yang membesar (Gambar 7B).



Gambar 2. Morfologi jamur patogen *C. lunata*. A. Morfologi 1: konidia; 2: hifa. B. Konidia

#### 4.2 Hasil Isolasi dan Identifikasi Jamur Endofit

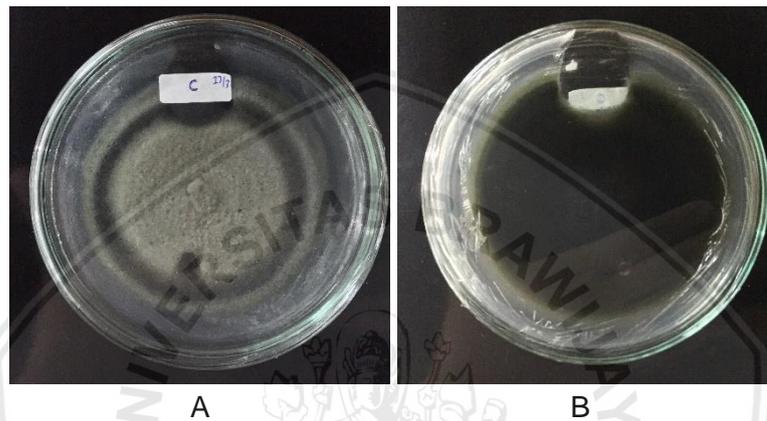
Isolasi jamur endofit dilakukan pada daun dan pelepah tanaman pisang yang sehat. Terdapat 7 jamur terisolasi yang berhasil diidentifikasi berdasarkan ciri koloni dan morfologi jamur yaitu *Verticillium* sp, *Dendryphiopsis* sp, *Trichoderma* sp, *Taeniolella* sp, *Gonytricum* sp, *Amblyospora* sp, *Lacellina* sp, sedangkan 4 isolat yang lain EP1, EP2, EP3, dan EP4 tidak dapat teridentifikasi (Tabel 1).

Tabel 1. Jamur Endofit yang Ditemukan pada Daun dan Pelepah Tanaman Pisang

Bagian Tanaman Pisang	Genus Jamur Endofit
Daun	<i>Verticillium</i> sp.
	<i>Dendryphiopsis</i> sp.
	<i>Trichoderma</i> sp.
	<i>Taeniolella</i> sp.
	EP1
	EP2
	EP3
Pelepah	<i>Gonytricum</i> sp.
	<i>Amblyosporium</i> sp.
	<i>Lacellina</i> sp.
	EP4

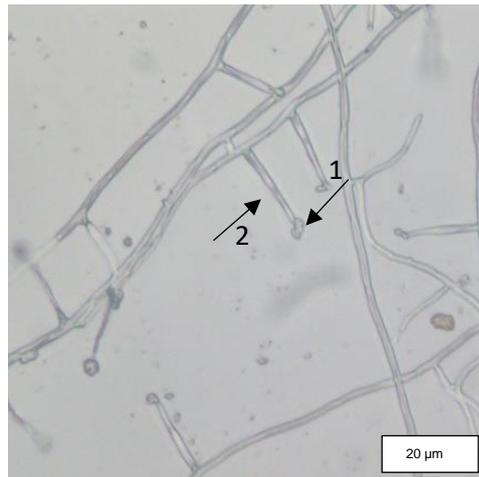
### a. Jamur *Verticillium* sp.

Hasil pengamatan makroskopis bahwa permukaan koloni berwarna abu-abu dan pada bagian tepinya berwarna abu-abu gelap (Gambar 8A), pada permukaan bawah koloni berwarna hitam gelap (Gambar 8B) memiliki bentuk koloni yang bulat, memiliki tepian koloni yang menyeluruh beraturan, tekstur permukaannya kasar, tebal, dan rapat. Pertumbuhan jamur ini termasuk cepat karena pada hari ke enam jamur ini hampir memenuhi cawan petri dengan diameter 7 cm.



Gambar 3. Koloni jamur *Verticillium* sp. pada media PDA. A: permukaan atas; B: permukaan bawah.

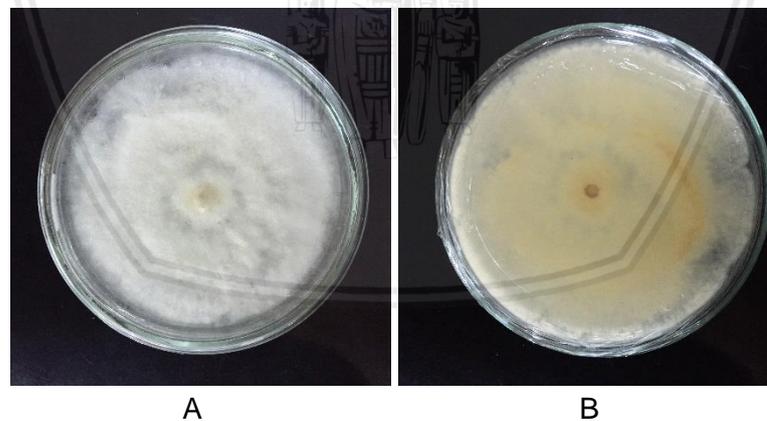
Pengamatan mikroskopis pada jamur *Verticillium* sp. menunjukkan hifa bersekat dan bercabang, konidia berbentuk elips dan hialin. Hasil morfologi tersebut sesuai dengan buku identifikasi *Illustrated Genere of Imperfect Fungi Fourthed* Barnet and Hunter (1972), bahwa ciri *Verticillium* sp. konidiofor ramping, bercabang, konidia hialin dan 1 sel (Gambar 9). Menurut Gao *et al.*, (2010), kelompok jamur endofit yang berperan sebagai agen pengendali hayati antara lain adalah *Fusarium solani*, *Acremonium zeae*, *Verticillium* sp., *Phomopsis cassiae*, *Muscodor albus*, *Periconia* sp. *Ampelomyces* sp., *Neotyphodium lolii*, dll. Endofit yang diidentifikasi sebagai *Verticillium* sp. terpilih untuk dilakukan penelitian mengenai kandungan senyawa kimia dan biologinya, karena aktivitas antijamur yang kuat terhadap *P. oryzae*. Tiga senyawa diperoleh dari jamur endofit *Verticillium* sp. yaitu senyawa anti jamur yang memiliki potensi untuk melindungi tanaman terhadap patogen (You *et al.*, 2009).



Gambar 4. Morfologi jamur *Verticillium* sp. 1: konidiofor; 2: konidia

#### b. Jamur *Dendryphiopsis* sp

Berdasarkan hasil pengamatan makroskopis menunjukkan bahwa permukaan koloni berwarna putih (Gambar 10A) dengan bagian permukaan bawah koloni berwarna kekuningan (Gambar 10B), memiliki bentuk koloni tidak beraturan dan menyebar, memiliki tepian koloni yang berombak dengan tekstur permukaannya kasar, tebal, dan rapat. Jamur ini sudah memenuhi cawan petri pada hari ke tujuh dengan diameter 9 cm.



Gambar 5. Koloni jamur *Dendryphiopsis* sp pada media PDA. A: permukaan atas; B: permukaan bawah.

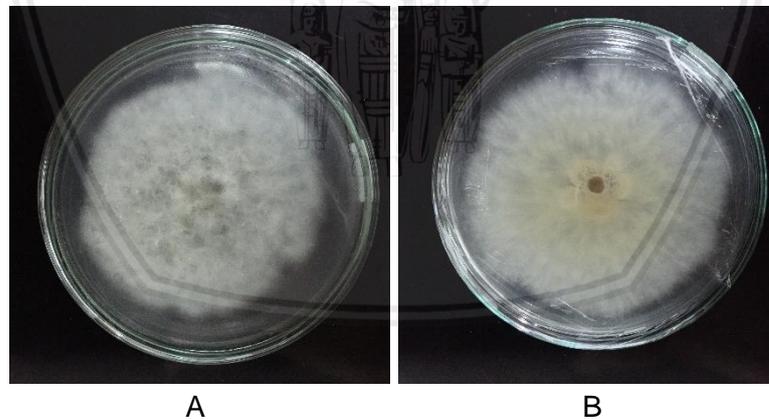
Berdasarkan pengamatan mikroskopis yaitu hifa bersekat, tidak lurus, memiliki konidia berbentuk lonjong, berwarna gelap, terdiri dari 3-4 sel (Gambar 11). Sesuai dengan buku identifikasi *Illustrated Genere of Imperfect Fungi Fourthed* Barnet and Hunter (1972), konidiofor gelap, tegak, konidia gelap, 4 hingga beberapa sel, silinder, lurus atau sedikit melengkung.



Gambar 6. Morfologi jamur *Dendryphiopsis* sp. 1: hifa; 2: konidia

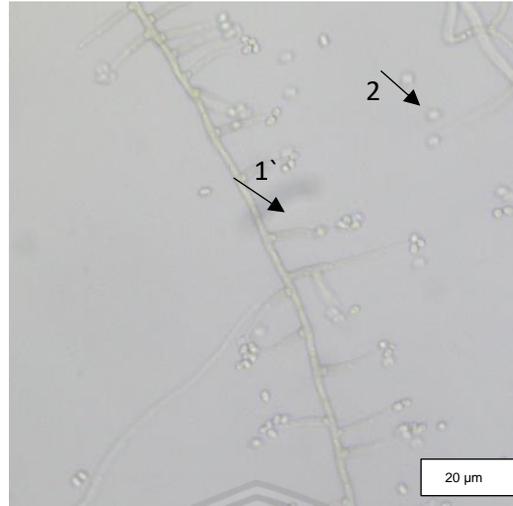
### c. Jamur *Gonytrichum* sp

Berdasarkan hasil pengamatan makroskopis bahwa permukaan koloni jamur berwarna putih dengan bagian permukaan bawah koloni berwarna kekuningan (Gambar 12B). Memiliki bentuk permukaan tidak beraturan dengan tepi seperti benang dan elevasi agak cembung. Permukaan koloni kasar, tipis, dan rapat (Gambar 13A).



Gambar 7. Koloni jamur *Gonytrichum* sp. pada media PDA. A: permukaan atas; B: permukaan bawah.

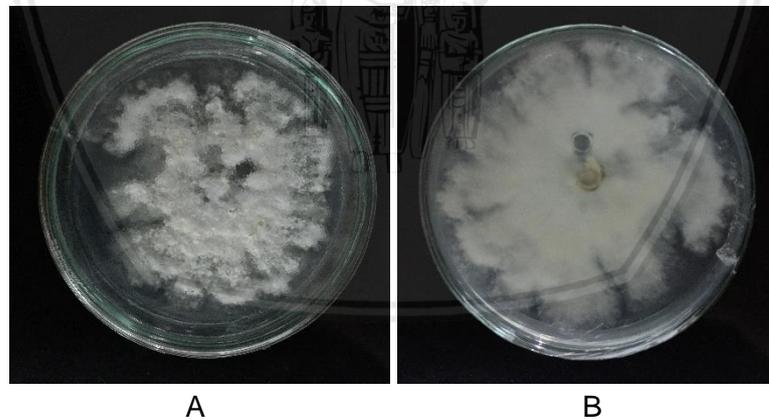
Pengamatan mikroskopis bahwa hifa hialin dan lurus, memiliki konidiofor bersekat, konidia hialin dan berbentuk bulat. Morfologi tersebut sesuai dengan buku identifikasi *Illustrated Genere of Imperfect Fungi Fourthed* Barnet and Hunter (1972), konidiofor gelap, sebagian besar tinggi, ramping, konidia hialin, bulat telur, berkumpul kecil pada bagian kepala, saprofitik (Gambar 13).



Gambar 8. Morfologi jamur *Gonytrichum* sp 1: konidiofor; 2: konidia

#### d. Jamur *Amblyosporium* sp

Berdasarkan hasil pengamatan makroskopis bahwa permukaan koloni jamur berwarna putih dengan bentuk permukaan yang tidak beraturan (Gambar 14A), memiliki tepi yang cembung dengan elevasi datar. Tekstur permukaan kasar, tidak rapat, dan tebal, permukaan bawah koloni berwarna putih kusam (Gambar 14B).



Gambar 9. Koloni jamur *Amblyosporium* sp pada media PDA. A: permukaan atas; B: permukaan bawah.

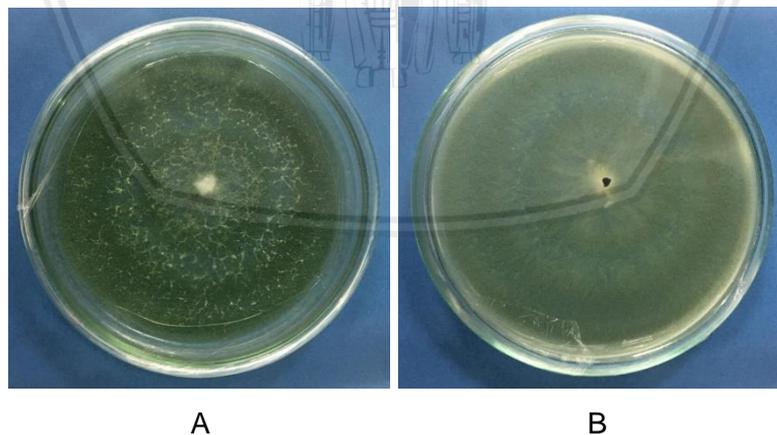
Morfologi jamur menunjukkan bahwa konidia berbentuk bulat, konidiofor tegak, septate, bagian bawah tidak bercabang, membawa sejumlah cabang irreguler di dekat atau di puncak, di mana rantai konidia dibentuk oleh segmentasi, konidia 1 sel, hialin (Gambar 15).



Gambar 10. Morfologi jamur *Amblyosporium* sp 1: hifa; 2: konidia

#### e. Jamur *Trichoderma* sp.

Berdasarkan hasil makroskopis menunjukkan bahwa permukaan jamur berwarna hijau dan terdapat bitnik-bintik putih, memiliki bentuk permukaan yang bundar dan datar dengan tepinya bergelombang, memiliki tekstur permukaan yang kasar (Gambar 16A). Pada permukaan bawah koloni terlihat bintik putih kehitaman di pusat koloni (Gambar 16B). Pertumbuhan jamur ini tergolong cepat, pada hari ke tujuh sudah memenuhi cawan petri.



Gambar 11. Koloni jamur *Trichoderma* sp. pada media PDA. A: permukaan atas; B: permukaan bawah.

Berdasarkan hasil mikroskopis jamur *Trichoderma* sp. memiliki konidiofor hialin, tegak, bercabang, memiliki konidia bundar dan hialin, Sesuai dengan buku identifikasi *Illustrated Genere of Imperfect Fungi Fourthed* Barnet and Hunter (1972), menjelaskan ciri mikroskopisnya yaitu konidiofor hialin, banyak

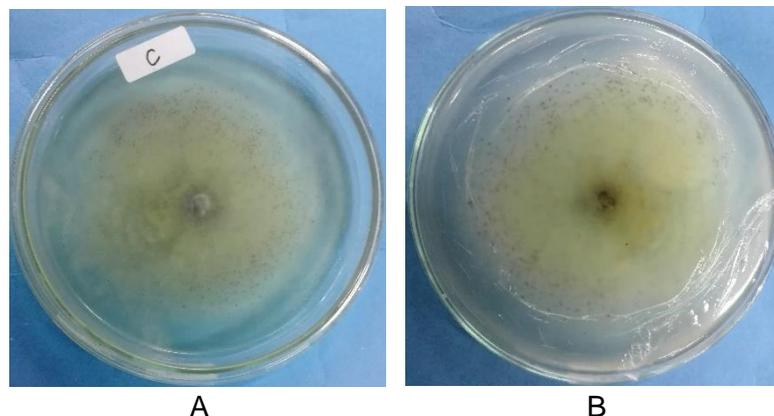
bercabang, konidia hialin, 1 sel (Gambar 17), biasanya mudah dikenali oleh pertumbuhannya yang cepat dan bercak hijau atau bantal konidia. *Trichoderma harzianum* diketahui mempunyai kemampuan antagonis yang tinggi dalam menghambat perkembangan cendawan patogen tular tanah. Mekanisme antagonis yang terjadi belum dapat dijelaskan secara pasti, namun diperkirakan ada tiga fenomena yang bekerja secara sinergis yaitu kompetisi ruang tumbuh dan nutrisi, mekanisme antibiosis, dan interaksi system hifa (Harjono dan Widyastuti, 2001). *Trichoderma harzianum* adalah fungi saprofit tanah yang secara alami merupakan parasite yang menyerang banyak jenis fungi penyebab penyakit tanaman (Gveroska dan Jugoslav, 2012).



Gambar 12. Morfologi jamur *Trichoderma* sp 1: konidiofor; 2: konidia.

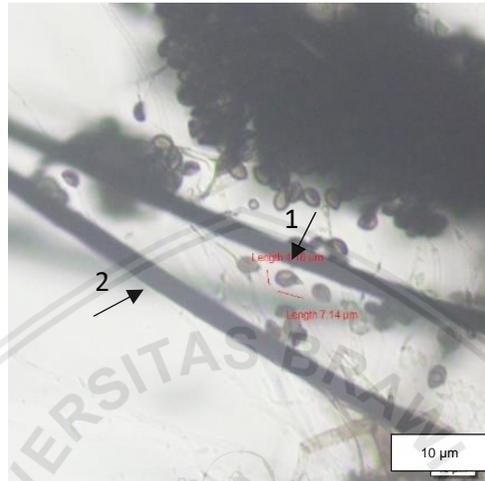
#### f. Jamur *Lacellina* sp.

Berdasarkan pengamatan makroskopis jamur *Lacellina* sp. Berwarna putih kekuningan dengan warna abu-abu pada bagian tengah koloni (Gambar 18A). memiliki bentuk permukaan yang bulat dan datar dengan tepinya filiform, memiliki tekstur permukaan kasar (Gambar 18B).



Gambar 13. Koloni jamur *Lacellina* sp pada media PDA. A: permukaan atas; B: permukaan bawah.

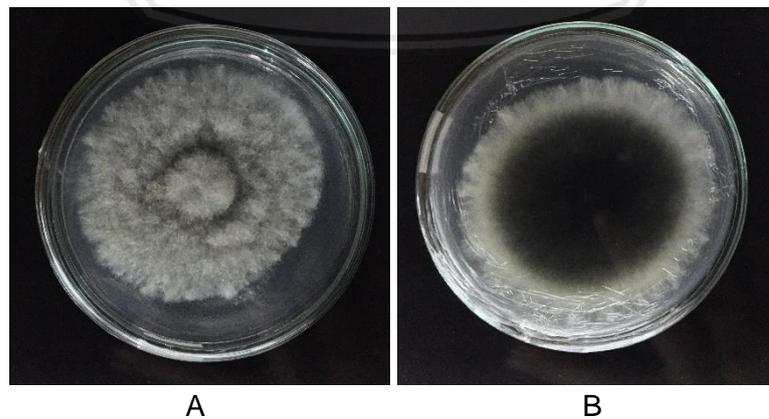
Hasil mikroskopis menunjukkan bahwa jamur *lacellina* memiliki seta dengan konidia berbentuk bulat yang menyebar (Gambar 19). Sesuai dengan buku identifikasi *Illustrated Genere of Imperfect Fungi Fourthed* Barnet and Hunter (1972), seta sederhana, konidiofor bercampur dengan seta lebih pendek, pucat, sederhana, konidia bersel 1.



Gambar 14. Morfologi jamur *Lacellina* sp. 1: konidia; 2: konidiofor

#### g. Jamur *Taeniolella* sp.

Hasil pengamatan makroskopis menunjukkan bahwa permukaan koloni berwarna putih kehitaman yang semakin lama warnanya akan berubah menjadi abu-abu (Gambar 20A). Memiliki bentuk bundar dan menyebar dengan elevasi umbonate yaitu pada bagian tengah permukaan bergelombang, memiliki tepi filiform dengan permukaan koloni yang kasar pada permukaan bawah koloni terlihat berwarna hitam gelap dengan tepi berwarna putih (Gambar 20B).



Gambar 15. Koloni jamur *Taeniolella* sp pada media PDA. A: permukaan atas; B: permukaan bawah.

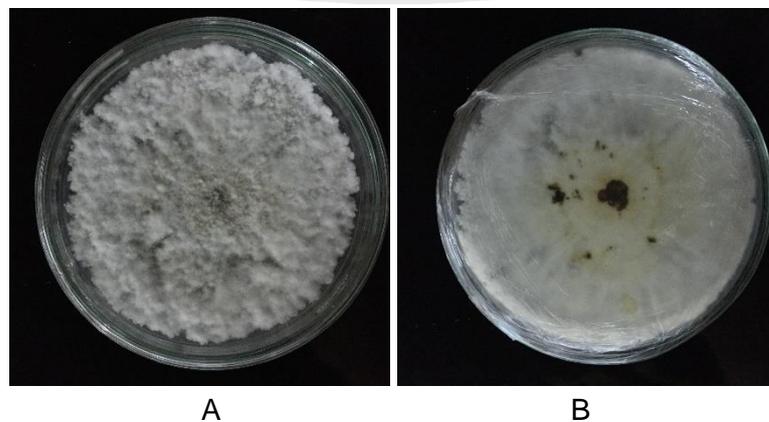
Morfologi jamur berdasarkan pengamatan mikroskopis terdapat hifa yang bersekat, berwarna gelap dan konidia berbentuk oval, konidia gelap (Gambar 21). Sesuai dengan buku identifikasi *Illustrated Genere of Imperfect Fungi Fourthed* Barnet and Hunter (1972), mempunyai konidiofor pucat kecoklatan sampai pucat tidak dapat dibedakan dengan konidia, umumnya sederhana, pendek, dan berbentuk silindris.



Gambar 16. Morfologi jamur *Taeniolella* spg. 1: hifa; 2: konidia

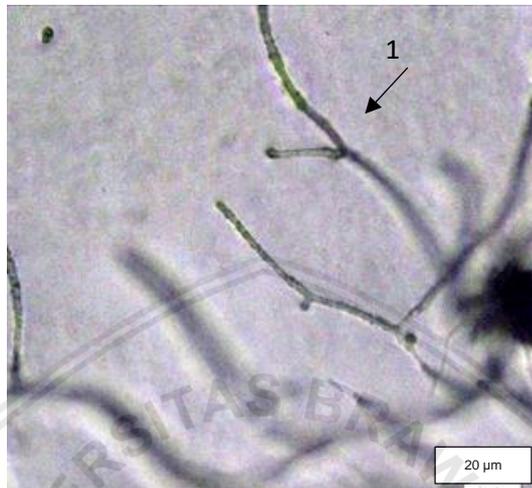
#### h. Jamur EP1

Hasil pengamatan makroskopis menunjukkan bahwa permukaan koloni berwarna putih dengan bagian pusat agak berwarna kehitaman (Gambar 22A), warna permukaan bawah koloni terlihat berwarna coklat yang menyebar (Gambar 23B) memiliki bentuk koloni yang tidak beraturan dan menyebar, memiliki tepian koloni yang berombak, tekstur permukaannya kasar, rapat, dan tebal. Jamur ini termasuk cepat perkembangannya karena pada hari ke tujuh koloni sudah memenuhi cawan petri.



Gambar 17. Koloni jamur EP1 pada media PDA. A: permukaan atas; B: permukaan bawah.

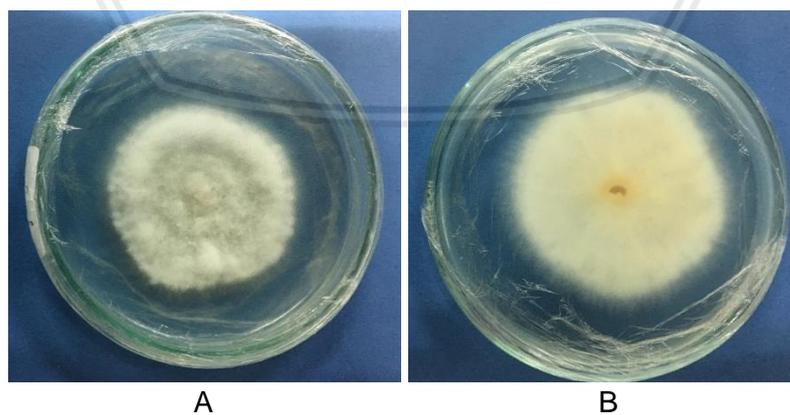
Berdasarkan pengamatan mikroskopis menunjukkan hifa bersekat dan bercabang (Gambar 23), tidak ditemukan adanya konidia pada jamur tersebut. Berdasarkan deskripsi makroskopis dan mikroskopis jamur EP1 belum teridentifikasi karena ciri-cirinya tidak ditemukan dalam buku identifikasi.



Gambar 18. Morfologi jamur EP1. 1: hifa.

#### i. Jamur EP2

Hasil pengamatan makroskopis menunjukkan bahwa permukaan koloni berwarna putih seperti kapas, memiliki bentuk koloni yang berserabut, memiliki tepian seperti benang, tekstur permukaannya kasar, tebal, dan rapat. Pertumbuhan koloni tergolong cepat, pada hari ke tiga sudah mencapai 5cm pada cawan petri (Gambar 24).



Gambar 19. Koloni jamur EP2 pada media PDA. A: permukaan atas; B: permukaan bawah.

Pengamatan mikroskopis menunjukkan hifa bersekat dan bercabang, pada bagian tengah hifa membulat, dan tidak ditemukan konidia pada jamur tersebut.

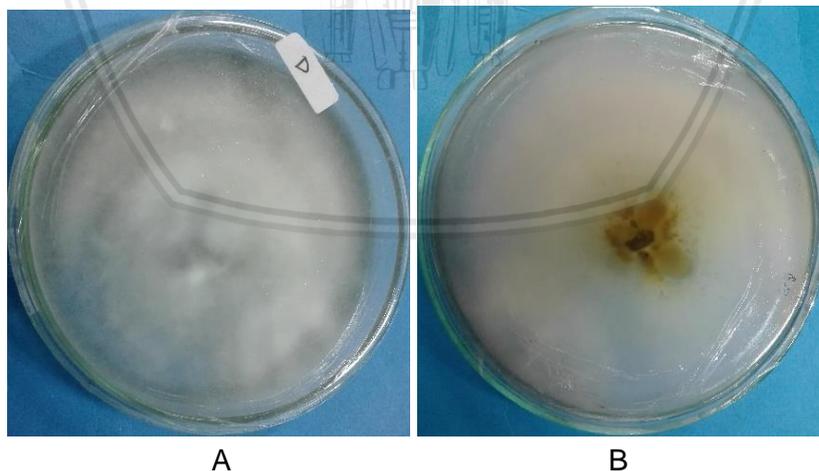
(Gambar 25). Berdasarkan deskripsi makroskopis dan mikroskopis bahwa jamur EP2 belum teridentifikasi.



Gambar 20. Morfologi Jamur EP2. 1: hifa

#### j. Jamur EP3

Berdasarkan hasil pengamatan makroskopis bentuk permukaan koloni berwarna putih seperti kapas, bentuk permukaan koloni bundar menyeluruh dengan tepi seperti benang tipis, elevasi datar. Tekstur permukaan koloni kasar, tebal, dan rapat. Koloni sudah memenuhi cawan petri pada hari ke tujuh (Gambar 26).



Gambar 21. Koloni jamur EP3 pada media PDA. A: permukaan atas; B: permukaan bawah.

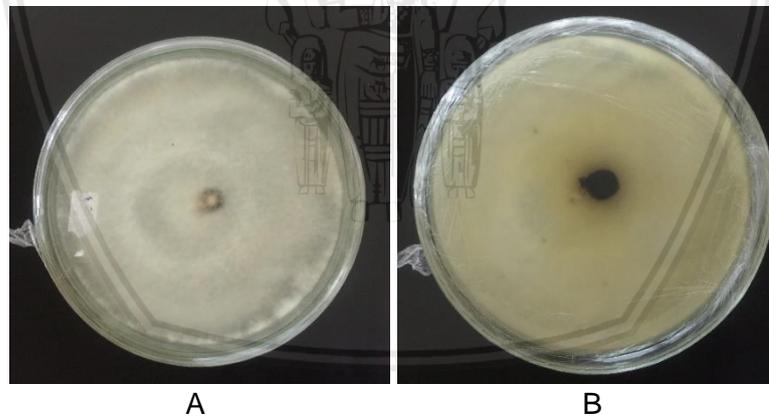
Morfologi jamur EP3 yaitu hifa bercabang, hialin, dan bersekat (Gambar 27). Berdasarkan deskripsi makroskopis dan mikroskopis jamur EP3 belum teridentifikasi karena ciri-cirinya tidak ditemukan dalam buku identifikasi.



Gambar 22. Morfologi jamur EP3. 1: hifa.

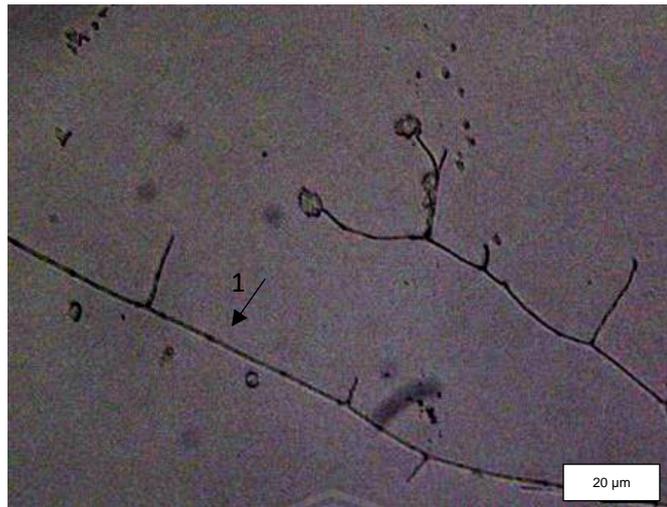
#### k. Jamur EP4

Berdasarkan pengamatan makroskopis menunjukkan bahwa permukaan koloni berwarna putih dengan bagian tengah koloni berbentuk kehitaman. Memiliki bentuk permukaan bulat dan menyebar dengan tepi filiform, elevasi datar, memiliki tekstur permukaan halus (Gambar 28).



Gambar 23. Koloni jamur EP4 pada media PDA. A: permukaan atas; B: permukaan bawah

Hasil pengamatan mikroskopis menunjukkan EP4 hifa bersekat (Gambar 29). Berdasarkan deskripsi makroskopis dan mikroskopis jamur EP4 belum teridentifikasi karena ciri-cirinya tidak ditemukan dalam buku identifikasi.

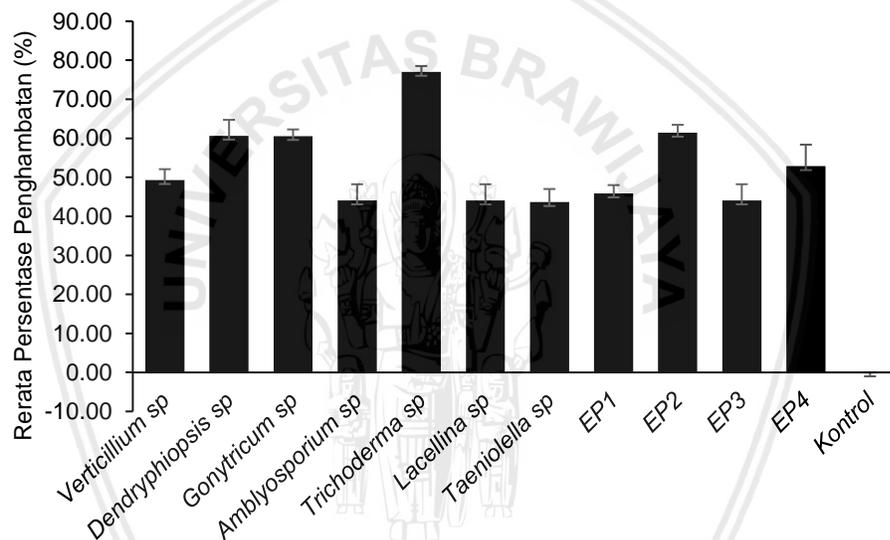


Gambar 24. Morfologi jamur EP4. 1: hifa.



### 4.3 Hasil Uji Antagonis Jamur Endofit Terhadap Patogen *C. lunata*

Pengujian antagonis dilakukan pada 11 isolat jamur endofit terhadap patogen *C. lunata* pada media PDA. Pengujian antagonis dilakukan dengan cara menghitung jari-jari patogen, pengamatan daya hambat jamur endofit terhadap patogen *C. lunata* yang diisolasi dari daun dan pelepah tanaman pisang dilakukan 1 HSI (hari setelah isolasi) sampai dengan 7 HSI. Hasil pengujian antagonis dari 11 isolat jamur endofit menunjukkan kemampuan penghambatan yang berbeda terhadap pertumbuhan dan perkembangan koloni jamur patogen *C. lunata* (Gambar 30). Hambatan yang ditimbulkan pada 1 HSI sampai 7 HSI bervariasi. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa jamur yang memiliki potensi sebagai antagonis memiliki pengaruh nyata terhadap daya hambat pertumbuhan dari patogen *C. lunata* pada hari ketujuh.



Gambar 25. Histogram rerata persentase penghambatan 11 jamur endofit terhadap *C. lunata* pada 7 HSI.

Berdasarkan Gambar 30 pada pengamatan 7 HSI jamur yang penghambatannya tertinggi yaitu genus *Trichoderma* sp dengan persentase penghambatan pada 7 HSI mencapai 77.02 %. Hasil pengamatan uji antagonis *Trichoderma* dengan *C. lunata*, diketahui bahwa mekanisme antagonis *Trichoderma* yang ditunjukkan adalah parasit. Menurut Wahyuno *et al* (2009), *Trichoderma* sp. dalam peranannya sebagai agensia hayati bekerja berdasarkan mekanisme antagonis yang dimilikinya. Purwantisari (2009), menyatakan bahwa *Trichoderma* sp. dapat mengambil nutrisi dari jamur lain. Kemampuan dari *Trichoderma* sp. ini yaitu

mampu memarasit jamur patogen tanaman dan bersifat antagonis, karena memiliki kemampuan untuk mematikan atau menghambat pertumbuhan jamur lain. Hal ini sesuai dengan pendapat Asrul (2009), bahwa tingkat kompetisi *Trichoderma* spp. yang tinggi menyebabkan penguasaan terhadap ruang/tempat, gas dan nutrisi lebih cepat sehingga patogen akan tersisih dan selanjutnya akan mengalami kematian. Jamur endofit *Trichoderma* sp. menghasilkan senyawa aktif biologis secara invitro, antara lain alkaloid, paxillin, lolitrems dan tetranone steroid.

Genus jamur endofit yang memiliki persentase hambatan terbesar lainnya yaitu genus *Dendryphiopsis* sp, *Gonytricum* sp, dan jamur endofit EP2. Genus *Dendryphiopsis* sp. dengan persentase hambatan 60.66 %, *Gonytricum* sp. persentase hambatannya sebesar 60.58 % dan jamur endofit EP2 sebesar 61.42 %. Dan 7 genus jamur lainnya memiliki persentase hambatan dibawah 50%. Meskipun demikian isolat jamur endofit tersebut mampu menghambat pertumbuhan patogen *C. lunata*. Menurut Alfizar dan Fajrina (2016), adanya perbedaan persentase penghambatan pada setiap isolat jamur endofit yang diuji menandakan bahwa setiap jamur endofit mempunyai kemampuan antagonis yang berbeda-beda dalam mengendalikan patogen *C. lunata*. Perbedaan mekanisme antagonis yang dihasilkan oleh jamur endofit menyebabkan kemampuan yang berbeda-beda pula dalam menekan pertumbuhan jamur patogen. Hal ini sesuai dengan pendapat Shehata *et al.*, (2008), yang menyatakan bahwa salah satu sifat mikroba antagonis adalah pertumbuhannya lebih cepat dibanding dengan patogen dan menghasilkan senyawa antibiotik yang dapat menghambat pertumbuhan patogen. Adanya perbedaan kemampuan menghambat diantara jamur endofit diduga karena jumlah antibiotik atau alkaloid yang dihasilkan oleh masing-masing jamur endofit berbeda Sudantha dan Abadi (2011), menyebutkan bahwa jamur endofit yang bersifat antagonis mempunyai aktivitas tinggi dalam menghasilkan enzim yang dapat digunakan untuk mengendalikan patogen.

Semakin banyak jamur endofit yang berada dalam jaringan tanaman dan juga mempunyai kemampuan antagonisnya, maka tanaman inang akan semakin sulit diinfeksi oleh patogen, seperti yang dinyatakan Faeth (2002), bahwa interaksi jamur endofit dan inang tanaman umumnya bersifat simbiosis mutualisme. Mikotoksin yang dihasilkan jamur endofit seperti alkaloid pada tanaman rumput-rumputan mampu melindungi inang dari serangan invertebrata herbivor, nematoda dan patogen.

### 1. Jamur *Verticillium* sp.

Pertumbuhan koloni *Verticillium* sp pertumbuhannya lebih lambat dari jamur patogen *C. lunata*. Hari keempat jamur tersebut sudah saling bersinggungan, pada hari ke lima sampai hari ke tujuh koloni patogen *C. lunata* tidak dapat tumbuh kearah koloni jamur endofit *Verticillium* sp. (Gambar 31).



Gambar 26. Koloni jamur hasil uji antagonis jamur *Verticillium* sp terhadap *C. lunata*;

Hasil uji antagonis menunjukkan bahwa jamur endofit *Verticillium* sp merupakan jamur endofit yang berpotensi sebagai agens antagonis karena jamur endofit *Verticillium* sp dapat menghambat pertumbuhan dari patogen *C. lunata*. Persentase penghambatan dari jamur endofit *Verticillium* sp terhadap patogen *C. lunata* sebesar 49.29 % pada hari ke tujuh. Mekanisme antagonis yang ditunjukkan oleh jamur *Verticillium* sp adalah kompetisi. Istikorini (2005), menyatakan bahwa jamur mampu menjadi agen antagonis yang baik untuk pengendalian hayati apabila jamur tersebut memiliki kemampuan dalam mengkolonisasi jaringan tanaman dan berkompetisi dengan mikroorganisme lain.

### 2. Jamur *Dendryphiopsis* sp.

Pertumbuhan koloni jamur endofit *Dendryphiopsis* sp tampak lebih cepat dibandingkan dengan pertumbuhan koloni patogen *C. lunata*. Pada hari keempat kedua koloni jamur tersebut saling bersinggungan, dan pada hari kelima koloni patogen *C. lunata* berhenti melakukan pertumbuhannya

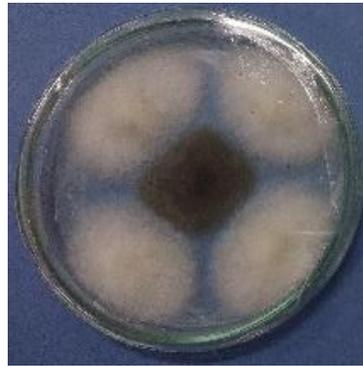


Gambar 27. Koloni jamur hasil uji antagonis jamur *Dendryphiopsis* sp. terhadap *C. lunata*

Hasil uji antagonis menunjukkan bahwa jamur endofit *Dendryphiopsis* sp merupakan jamur endofit yang berpotensi sebagai agens antagonis karena jamur endofit *Dendryphiopsis* sp. dapat menghambat pertumbuhan dari patogen *C. lunata*. Persentase penghambatan dari jamur endofit *Dendryphiopsis* sp. terhadap patogen *C. lunata* sebesar 60.66 % pada hari ke tujuh. Mekanisme antagonis yang ditunjukkan oleh jamur *Dendryphiopsis* sp. adalah antibiosis, hal ini terlihat dengan adanya zona bening diantara koloni jamur *Dendryphiopsis* sp dengan koloni patogen *C. lunata*. Sesuai dengan pernyataan Kusumawardani *et al.*, (2015), bahwa antibiosis terbentuk apabila terdapat zona kosong di antara jamur patogen dengan jamur antagonis, terdapat perubahan bentuk hifa patogen, dan dihasilkan pigmen di permukaan bawah koloni jamur antagonis.

### 3. Jamur *Gonytricum* sp

Pertumbuhan koloni jamur endofit *Gonytricum* sp. tampak lebih cepat dibandingkan dengan pertumbuhan koloni patogen *C. lunata*. Pada hari ke empat kedua koloni jamur tersebut saling bersinggungan, dan pada hari kelima koloni patogen *C. lunata* berhenti melakukan pertumbuhannya karena jamur endofit *Gonytricum* sp. sudah menghambat pertumbuhan jamur patogen (Gambar 33).

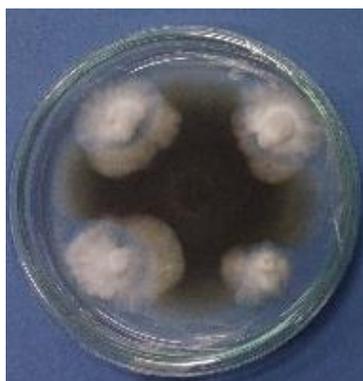


Gambar 28. Koloni jamur hasil uji antagonis jamur *Gonytricum* sp. terhadap *C. lunata*;

Hasil uji antagonis menunjukkan bahwa jamur endofit *Gonytricum* sp merupakan jamur endofit yang berpotensi sebagai agens antagonis karena jamur endofit *Gonytricum* sp dapat menghambat pertumbuhan dari pathogen *C. lunata*. Persentase penghambatan dari jamur endofit *Gonytricum* sp terhadap patogen *C. lunata* sebesar 60.58 % pada hari ke tujuh. Mekanisme antagonis yang ditunjukkan oleh jamur *Gonytricum* sp adalah antibiosis karena terdapat zona bening diantara kedua koloni jamur tersebut. Sesuai dengan pernyataan Kusumawardani *et al.*, (2015), bahwa antibiosis terbentuk apabila terdapat zona kosong di antara jamur patogen dengan jamur antagonis, terdapat perubahan bentuk hifa patogen, dan dihasilkan pigmen di permukaan bawah koloni jamur antagonis.

#### 4. Jamur *Amblyosporium* sp.

Pertumbuhan koloni jamur endofit *Amblyosporium* sp Nampak lebih cepat dibandingkan dengan pertumbuhan koloni patogen *C. lunata*. Pada hari ke empat kedua koloni jamur tersebut saling bersinggungan, dan pada hari kelima koloni patogen *C. lunata* berhenti melakukan pertumbuhannya karena jamur endofit *Amblyosporium* sp sudah menghambat pertumbuhan jamur patogen (Gambar 34).



Gambar 29. Koloni jamur hasil uji antagonis jamur *Amblyosporium* sp. terhadap *C. lunata*

Hasil uji antagonis menunjukkan bahwa jamur endofit *Amblyosporium* sp merupakan jamur endofit yang berpotensi sebagai agens antagonis karena jamur endofit *Amblyosporium* sp. dapat menghambat pertumbuhan dari patogen *C. lunata*. Persentase penghambatan dari jamur endofit *Amblyosporium* sp. terhadap patogen *C. lunata* sebesar 44.06 % pada hari ke tujuh. Mekanisme antagonis yang ditunjukkan oleh jamur *Amblyosporium* sp. adalah parasit. Pendapat Shehata *et al.*, (2008), menyatakan bahwa salah satu sifat mikroba antagonis adalah pertumbuhannya lebih cepat dibanding dengan patogen dan menghasilkan senyawa antibiotik yang dapat menghambat pertumbuhan patogen

#### 5. Jamur *Trichoderma* sp

Pertumbuhan koloni jamur endofit *Trichoderma* sp. Nampak lebih cepat dibandingkan dengan pertumbuhan koloni patogen *C. lunata*. Pada hari ke empat kedua koloni jamur tersebut saling bersinggungan, dan pada hari ke lima koloni patogen *C. lunata* berhenti melakukan pertumbuhannya karena jamur endofit *Trichoderma* sp. sudah menghambat pertumbuhan jamur pathogen dan sudah menutupi seluruh permukaan koloni jamur patogen *C. lunata* (Gambar 35).



Gambar 30. Koloni jamur hasil uji antagonis jamur *Trichoderma* sp. terhadap *C. lunata*.

Hasil uji antagonis menunjukkan bahwa jamur endofit *Trichoderma* sp merupakan jamur endofit yang berpotensi sebagai agens antagonis karena jamur endofit *Trichoderma* sp. dapat menghambat pertumbuhan dari pathogen *C. lunata*. Persentase penghambatan dari jamur endofit *Trichoderma* sp. terhadap patogen *C. lunata* sebesar 77.02 % pada hari ke tujuh. Mekanisme antagonis yang ditunjukkan oleh jamur *Trichoderma* sp. adalah parasit. Purwantisari (2009), menyatakan bahwa

*Trichoderma* sp. dapat mengambil nutrisi dari jamur lain. Kemampuan dari *Trichoderma* sp. ini yaitu mampu memarasit jamur patogen tanaman dan bersifat antagonis, karena memiliki kemampuan untuk mematikan atau menghambat pertumbuhan jamur lain.

#### 6. Jamur *Lacellina* sp

Pertumbuhan koloni jamur endofit *Lacellina* sp Nampak lebih cepat dibandingkan dengan pertumbuhan koloni patogen *C. lunata*. Pada hari ke empat kedua koloni jamur tersebut saling bersinggungan, dan pada hari kelima koloni patogen *C. lunata* berhenti melakukan pertumbuhannya karena jamur endofit *Lacellina* sp. sudah menghambat pertumbuhan jamur patogen (Gambar 36).



Gambar 31. Koloni jamur hasil uji antagonis jamur *Lacellina* sp. terhadap *C. lunata*.

Hasil uji antagonis menunjukkan bahwa jamur endofit *Lacellina* sp. merupakan jamur endofit yang berpotensi sebagai agens antagonis karena jamur endofit *Lacellina* sp. dapat menghambat pertumbuhan dari pathogen *C. lunata*. Persentase penghambatan dari jamur endofit *Lacellina* sp. terhadap patogen *C. lunata* sebesar 44.06 % pada hari ke tujuh. Mekanisme antagonis yang ditunjukkan oleh jamur *Lacellina* sp. adalah kompetisi. Kompetisi antara jamur antagonis dan patogen terjadi karena adanya persaingan untuk mendapatkan sumber makanan sehingga jamur yang lebih unggul dalam penguasaan ruang dan nutrisi makanan akan mampu menekan pertumbuhan lawannya (Fety *et al.*, 2015).

#### 7. Jamur *Taeniolella* sp

Pertumbuhan koloni jamur endofit *Taeniolella* sp. Nampak lebih cepat dibandingkan dengan pertumbuhan koloni patogen *C. lunata*. Pada hari ke empat kedua koloni jamur tersebut saling bersinggungan, dan pada hari kelima koloni

patogen *C. lunata* berhenti melakukan pertumbuhannya karena jamur endofit *Taeniolella* sp. sudah menghambat pertumbuhan jamur patogen (Gambar 37)



Gambar 32. Koloni jamur hasil uji antagonis jamur *Taeniolella* sp. terhadap *C. lunata*.

Hasil uji antagonis menunjukkan bahwa jamur endofit *Taeniolella* sp. merupakan jamur endofit yang berpotensi sebagai agens antagonis karena jamur endofit *Taeniolella* sp. dapat menghambat pertumbuhan dari patogen *C. lunata*. Persentase penghambatan dari jamur endofit *Taeniolella* sp terhadap patogen *C. lunata* sebesar 47.17 % pada hari ke tujuh. Mekanisme antagonis yang ditunjukkan oleh jamur *Taeniolella* sp. adalah kompetisi. Kompetisi antara jamur antagonis dan patogen terjadi karena adanya persaingan untuk mendapatkan sumber makanan sehingga jamur yang lebih unggul dalam penguasaan ruang dan nutrisi makanan akan mampu menekan pertumbuhan lawannya Fety *et al* (2015).

### 8. Jamur EP1

Pertumbuhan koloni jamur patogen *C. lunata* lebih cepat dibandingkan dengan pertumbuhan koloni jamur EP1. Hari kelima kedua koloni jamur tersebut sudah saling bersinggungan, namun pada hari ke tujuh koloni jamur *C. lunata* menghentikan pertumbuhannya. (Gambar 38).

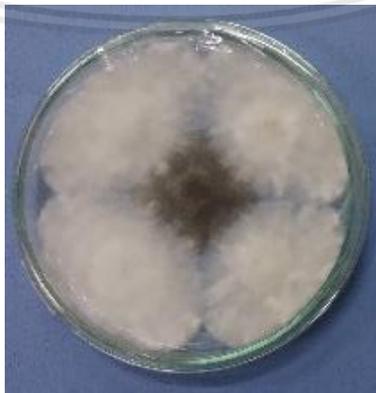


Gambar 33. Koloni jamur hasil uji antagonis jamur EP1 terhadap *C. lunata*

Hasil uji antagonis menunjukkan bahwa jamur EP1 merupakan jamur endofit yang berpotensi sebagai agens antagonis karena jamur tersebut dapat menghambat pertumbuhan patogen *C. lunata*. Jamur endofit EP1 dapat menghambat pertumbuhan patogen *C. lunata* dengan persentase penghambatan sebesar 45.86 % pada hari ke tujuh. Mekanisme antagonis yang ditunjukkan oleh jamur endofit EP1 terhadap jamur *C. lunata* yaitu kompetisi. Kompetisi antara jamur antagonis dan patogen terjadi karena adanya persaingan untuk mendapatkan sumber makanan sehingga jamur yang lebih unggul dalam penguasaan ruang dan nutrisi makanan akan mampu menekan pertumbuhan lawannya (Fety *et al.*, 2015).

### 9. Jamur EP2

Pertumbuhan koloni jamur EP2 lebih cepat pertumbuhannya dibandingkan dengan pertumbuhan koloni patogen *C. lunata*. Hari ke empat jamur tersebut sudah saling bersinggungan, pada hari kelima sampai hari ke tujuh koloni patogen *C. lunata* tidak dapat tumbuh kearah koloni jamur endofit EP2. (Gambar 39)



Gambar 34. Koloni jamur hasil uji antagonis jamur EP2 terhadap *C. lunata*

Hasil uji antagonis menunjukkan bahwa jamur endofit EP2 merupakan jamur endofit yang berpotensi sebagai agens antagonis karena jamur endofit EP2 dapat menghambat pertumbuhan dari patogen *C. lunata*. Persentase penghambatan dari jamur endofit EP2 terhadap pathogen *C. lunata* sebesar 62.42 % pada hari ke tujuh. Mekanisme antagonis yang ditunjukkan oleh jamur PD2 adalah parasit. Parasitisme terjadi apabila hifa jamur antagonis tumbuh di atas hifa pathogen (Trigiano *et al.*, 2008 dalam Amaria, 2015).

#### 10. Jamur EP3

Pertumbuhan koloni jamur endofit EP3 tampak lebih cepat dibandingkan dengan pertumbuhan koloni patogen *C. lunata*. Pada hari ke empat kedua koloni jamur tersebut saling bersinggungan, dan pada hari kelima koloni patogen *C. lunata* berhenti melakukan pertumbuhannya karena jamur endofit EP3 sudah menghambat pertumbuhan jamur patogen (Gambar 40).

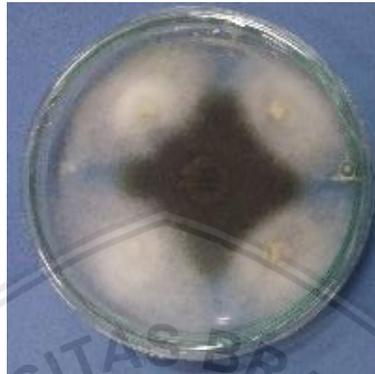


Gambar 35. Koloni jamur hasil uji antagonis jamur EP3 terhadap *C. lunata*

Hasil uji antagonis menunjukkan bahwa jamur endofit EP3 merupakan jamur endofit yang berpotensi sebagai agens antagonis karena jamur endofit EP3 dapat menghambat pertumbuhan dari pathogen *C. lunata*. Persentase penghambatan dari jamur endofit EP3 terhadap patogen *C. lunata* sebesar 43.64 % pada hari ke tujuh. Mekanisme antagonis yang ditunjukkan oleh jamur EP3 adalah kompetisi. Pendapat Shehata *et al.*, (2008), yang menyatakan bahwa salah satu sifat mikroba antagonis adalah pertumbuhannya lebih cepat dibanding dengan patogen dan menghasilkan senyawa antibiotik yang dapat menghambat pertumbuhan patogen. hmhd

#### 11. Jamur EP4

Pertumbuhan koloni jamur endofit EP4 Nampak lebih cepat dibandingkan dengan pertumbuhan koloni patogen *C. lunata*. Pada hari ke empat kedua koloni jamur tersebut saling bersinggungan, dan pada hari kelima koloni *patogen C. lunata* berhenti melakukan pertumbuhannya karena jamur endofit EP4 sudah menghambat pertumbuhan jamur patogen (Gambar 41).



Gambar 36. Koloni jamur hasil uji antagonis jamur EP4 terhadap *C. lunata*

Hasil uji antagonis menunjukkan bahwa jamur endofit EP4 merupakan jamur endofit yang berpotensi sebagai agens antagonis karena jamur endofit EP4 dapat menghambat pertumbuhan dari pathogen *C. lunata*. Persentase penghambatan dari jamur endofit EP4 terhadap patogen *C. lunata* sebesar 52.85 % pada hari ke tujuh. Mekanisme antagonis yang ditunjukkan oleh jamur EP4 adalah kompetisi. Kompetisi antara jamur antagonis dan patogen terjadi karena adanya persaingan untuk mendapatkan sumber makanan sehingga jamur yang lebih unggul dalam penguasaan ruang dan nutrisi makanan akan mampu menekan pertumbuhan lawannya (Fety *et al.*, 2015).



## V. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Diperoleh sebelas genus jamur endofit yang berhasil diisolasi dari daun dan batang tanaman pisang. Sebelas isolat jamur yang berhasil diisolasi yaitu *Verticillium* sp., *Dendryphiopsis* sp., *Trichoderma* sp., *Taeniolella* sp., *Gonytricum* sp., *Amblyospora* sp., *Lacellina* sp., sedangkan 4 isolat yang lain EP1, EP2, EP3, dan EP4 tidak dapat teridentifikasi.
2. Sebelas isolat jamur endofit yang diujikan terhadap jamur patogen *C. lunata* secara *in-vitro* mampu menghambat pertumbuhan jamur patogen. Persentase penghambatan tertinggi oleh *Trichoderma* sp. sebesar 77.02%, diikuti dengan genus *Dendryphiopsis* sp. sebesar 60.66 %, genus *Gonytricum* sp. sebesar 60.58 %, dan jamur endofit EP2 sebesar 61.42 %.

### 5.2 Saran

Pada penelitian yang telah dilakukan, perlu dilakukan lebih lanjut mengenai:

1. Pengujian antagonisme jamur endofit terhadap jamur patogen *C. lunata* pada skala lapang.
2. Identifikasi jamur endofit secara molekuler hingga tingkat spesies.



**DAFTAR PUSTAKA**

- Akinbode, OA. 2010. Evaluation of antifungal efficacy of some plant extracts on *Curvularia lunata* the causal organism of maize leaf scgpot. *Afr.J.of Environ. Sci. Technol.* 4(11): 797-800.
- Alvizar and Fajrina, N. 2016. Jamur endofit asal pisang (*Musa parasidiaca* L) sebagai agens antagonis untuk mengendalikan *Fusarium oxysporum* secara *In Vitro*. *Jurnal Agrista.* 20(1): 1-8.
- Asrul. 2009. Uji daya hambat jamur antagonis *Trichoderma* spp. dalam Formulasi kering berbentuk tablet terhadap luas bercak *Phytophthora palmivora* pada buah kakao. *Agrisains.* 10(1): 21-27.
- Backman, PA. and Sikora, RA. 2008. endophytes an emerging tool for biological control. *Biological Control.* 46:1-3.
- Badan Litbang Pertanian. 2014. Mekanisme dan Type Ketahanan Tanaman. <http://www.litbang.pertanian.go.id/artikel/one/341/>. (Di unduh pada 20 Desember 2018).
- Barnett, HL and Hunter, BB. 2006. *Illustrated Genera of Imperfect Fungi.* CABI Press. USA.
- Bills, GF and Polyshook, JD. 1992. Recovery of endophytic fungi from *Chamaecha paristhyoides*. *Sydowia.* 44:1-12.
- BPS. 2008. [Online]. Produksi Buah di Jawa Timur. <http://www.bps.go.id/sector/agri/horti/table8.shtml>. (Diunduh pada 20 Oktober 2018).
- Brown, KB. Hyde, KD and Guest, DI. 1998. Preliminary studies on endophytic fungal communities of *Musa acuminata* species complex in Hong Kong and Australia. *Fungal Diversity* 1: 27–51.
- Cardana, NL and Zapata, JC. 2012. Characterization of phytopathogenic fungi, bacteria, nematodes and viruses in four commercial varieties of *Heliconia* (*Heliconia* sp.). *Rev.Fac.Nal.Agr.Medellín.* 65(2): 6697-6710.
- Carroll, GC. 1995. Forest endophytes: pattern and process. *Canadian Journal of Botany.* 73: 1316–1324.
- Chen, C. Bauske, EM. Musson, G. RodríguezKábana, R and Kloepper, JW. 1995. Biological control of *Fusarium* wilt on cotton by use of endophytic bacteria, *Biol. Control* 5: 83–91.
- Ellis, DS. Davis, H. Alexiou, R. Handke dan Bartley, R. 2007. *Descriptions of Medical Fungi* Second Edition. School of Molecular and Biomedical Science University of Adelaide. Adelaide.
- Evans, HC. Holmes, K and Thomas, SE. 2008. Molecular characterisation of fungal endophytic morphospecies associated with the indigenous forest tree, *Theobroma gileri*, in Ecuador. *Mycological Research.* 112: 852-860.

- Faeth, SH. 2002. [Online]. Are endophytic fungi defensive plant mutualists. <http://sols.asu.edu/people/stanleyh-faeth>. (Diunduh 20 Juni 2019).
- Fety. Khotimah, S and Mukarlina. 2015. Uji antagonis jamur rizosfer isolat lokal terhadap *Phytophthora* sp. yang diisolasi dari batang langsung (*Lansium domesticum* Corr.). Protobiont. 4(1): 218-225.
- Gandjar, I. Sjamsuridzal, W and Oetari, A. 1999. Mikologi Dasar dan Terapan. Yayasan Obor Indonesia. Jakarta.
- Gao, FK. Dai, CC and Liu, XZ. 2010. Mechanisms of fungal endophytes in plant protection against pathogens. African Journal of Microbiology Research. 4: 1346–1351.
- Gveroska, B and Jugoslav, Z. 2012. *Trichoderma harzianum* as a biocontrol agent against *Alternaria alternate* on tobacco. Journal Technologies & Innovations. (7): 67-76.
- Harjono and Widyastuti, SM. 2001. Optimasi produksi endokitinase dari jamur mikroparasit *Trichoderma reesei*. Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia. 7(1).
- Hung, PQ and Annapurna. 2004. Isolation and characterization of endophytic bacteria in soybean (*Glycine* sp.). Omonrice 12: 92-101.
- Intan, RMT. Cholil, A and Sulistyowati, L. 2014. Potensi antagonis jamur endofit dan khamir pada tanaman pisang (*Musa accumunata*) terhadap jamur *Mycosphaerella musicola* penyebab penyakit bercak kuning sigatoka. Jurnal HPT. 2(4): 110-118.
- Istikorini, Y. 2002. Pengendalian Penyakit Tumbuhan Secara Hayati yang Ekologis dan Berkelanjutan. Makalah Falsafah Sains. Institut Pertanian Bogor.
- Kusumawardani, Y. Sulistyowati, L and Cholil, A. 2015. Potensi antagonis jamur endofit pada tanaman lada (*Piper nigrum* L.) terhadap patogen *Phytophthora capsici* Leonian. penyebab penyakit busuk pangkal batang. Jurnal HPT. 3(1): 21-29.
- Lal, N. 2013. Host range susceptibility period of *Curvularia lunata* causing leaf spot of black gram and germplasm screening. Agriways 1(2): 142-146.
- Mew, TW and Gonzales, P. 2000. A Handbook of Rice Seedborne Fungi. IRRI. Filipina
- Muhibuddin, A. Addina, L. Abadi, AL and Ahmad, A. 2011. Biodiversity of soil fungi on integrated pest management farming system. Agrivita. 33(22): 111-118.
- Naik, BS. Shashikala, J and Krishnamurthy, YL. 2009. Study on the diversity of endophytic communities from rice (*Oryza sativa* L.) and their antagonistic activities in vitro. Journal Microbiological Research. 164: 290-296.

- Nuryanti, L and Novianti. 2014. Outlook Komoditi Pisang. Pusat Data dan Informasi Pertanian. Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian.
- Photita, W. Lumyong, S. Lumyong, P. McKenzie, EHC and Hyde, KD. 2004. Are some endophytes of *Musa acuminata* latent pathogens?. *Fungal Diversity*. 16: 131-143.
- Photita, W. Lumyong, S. Lumyong, P. McKenzie, EHC and Hyde, KD. 2001. Endophytic fungi of wild banana (*Musa acuminata*) at Doi Suthep Pui National Park, Thailand. *The British Mycological Society*. 105(12): 1508-1513.
- Purwantisari, S and Hastuti, RB. 2009. [Online]. Uji antagonisme jamur patogen *Phytophthora infestans* penyebab penyakit busuk daun dan umbi tanaman kentang dengan menggunakan *Trichoderma* spp. isolat lokal. <http://eprints.undip.ac.id.pdf>. (Diunduh pada 10 November 2018).
- Purwantisari, S. 2009. Isolasi dan identifikasi cendawan indigenous rhizosfer tanaman kentang dari lahan pertanian kentang organik di Desa Pakis. Magelang. *Jurnal BIOMA*. 11(2): 45.
- Purwanto, R. 2008. [Online]. Peranan Mikroorganisme Endofit sebagai Penghasil Antibiotik. [www.kabarindonesia.com](http://www.kabarindonesia.com). (Diunduh pada 20 Oktober 2018).
- Robinson, JH and Saucó, VG. 2010. Banana and Plantains. Dalam Rismunandar (ed). *Bertanam Pisang*. CV Sinar Baru. Hal 19-31.
- Semangun, H. 2004. *Penyakit-Penyakit Tanaman Hortikultura di Indonesia*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta
- Shehata. Fawzy, S and Borollosy, AM. 2008. Induction of resistance against zucchini yellow mosaic potyvirus and growth enhancement of squash plants using some plant growth promoting rhizobacteria. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*. 2: 174-182.
- Soesanto, L. Mugiastuti, E. Ahmad, F and Witjaksono. 2012. Diagnosis lima penyakit utama karena jamur pada 100 kultivar bibit pisang. *Jurnal HPT Tropika*. 12(1): 36-45.
- Solehudin, D. Suswanto, I and Supriyanto. 2012. Status penyakit bercak coklat pada pembibitan kelapa sawit di kabupaten Sanggau. *Jurnal Perkebunan Lahan Tropika*. 2(1): 1-6.
- Stone, JK. Polishook, JD and White Jr. 2004. *Endophytic Fungi*. Elsevier Academic Press. Burlington.
- Sudantha, IM and Abadi, AL. 2011. Uji efektivitas beberapa jenis jamur endofit *Trichoderma* spp. isolat lokal NTB terhadap jamur *Fusarium oxysporum* f. sp. *vanillae* penyebab penyakit busuk batang pada bibit vanili. *Crop Agro*. 4(2): 64-73.

- Susanto, A and Prasetyo, AS. 2013. Respon *Culvularia lunata* penyebab penyakit bercak daun kelapa sawit terhadap berbagai fungisida. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*. 9(6): 165-172.
- Tjitrosoepomo, G. 1989. *Morfologi Tumbuhan*. Universitas Gajah Mada Press. Yogyakarta.
- Trigiano, RN. Windham, MT and Windham, AS. 2008. *Plant pathology: Concepts and laboratory exercises*. Second Edition. New York: CRC Press.
- Wahyuno, DD. Manohara and Mulya, K. 2009. Peranan bahan organik pada pertumbuhan dan daya antagonisme *Trichoderma harzianum* dan pengaruhnya terhadap *P. capsici* pada tanaman lada. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*. 7: 76–82.
- Watanabe, NM. Yamagishi, T. Mizutani, H. Kondoh, SH. Omura, H. Anada and Kushida, K. 1990. A new antifungal carotane sesquiterpene: isolation and structure elucidation. *J. Nat. Prod.* 53: 1176–1181.
- Westcott, C. 1971. *Plant Disease Handbook*. Van Nostrand Reinhold Company, Toronto.
- Worang, RL. 2003. Fungi Endofit sebagai Penghasil Antibiotika. Makalah Pengantar Falsafah Sains Program Pasca Sarjana Institut.
- You, F. Han, T. Wu, JZ. Huang, BK and Qin, LP. 2009. Antifungal secondary metabolites from endophytic *Verticillium* sp. *Biochem Syst Ecol.* 37: 162–165.