

**UJI ANTAGONIS FUNGI ENDOFIT *Trichoderma* sp. DAN *Mucor* sp. TERHADAP
FUNGI PATOGEN PENYEBAB BERCAK DAUN (*Leaf Spot*) PADA TANAMAN
STROBERI (*Fragaria x ananassa*)**

SKRIPSI

Oleh:
TITI NURKUSMA FURI
NIM. 13620017



**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2018**

**UJI ANTAGONIS FUNGI ENDOFIT *Trichoderma* sp. DAN *Mucor* sp. TERHADAP
FUNGI PATOGEN PENYEBAB BERCAK DAUN (*Leaf Spot*) PADA TANAMAN
STROBERI (*Fragaria x ananassa*)**

SKRIPSI

**Diajukan Kepada:
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
untuk Memenuhi Salah satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)**

**Oleh:
TITI NURKUSMA FURI
NIM. 13620017**

**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2018**

UJI ANTAGONIS FUNGI ENDOFIT *Trichoderma sp.* DAN *Mucor sp.* TERHADAP FUNGI PATOGEN PENYEBAB BERCAK DAUN (*Leaf Spot*) PADA TANAMAN STROBERI (*Fragaria x ananassa*)

SKRIPSI

**OLEH:
TITI NURKUSMA FURI
NIM. 13620017**

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Tanggal 20 Desember 2017

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Dr. Hj. Ulfah Utami, M.Si

NIP. 19650509199903 2 002

Dr. H. Ahmad Barizi, MA

NIP. 19731212199803



Mengetahui,
Ketua Jurusan Biologi

Romaidi, M.Si, D.Sc

NIP. 19810201 200901 1 01

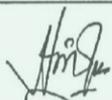
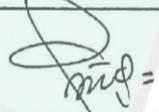
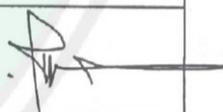
UJI ANTAGONIS FUNGI ENDOFIT *Trichoderma* sp. DAN *Mucor* sp. TERHADAP
FUNGSI PATOGEN PENYEBAB BERCAK DAUN (*Leaf Spot*) PADA TANAMAN
STROBERI (*Fragaria x ananassa*)

SKRIPSI

Oleh:
Titi Nurkusma Furi
NIM. 13620017

Telah Dipertahankan di Depan Penguji Skripsi
dan dinyatakan Diterima sebagai Salah Satu Persyaratan
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)

30 Desember 2017

Penguji Utama	<u>Ir. Liliek Harianie Ar. M.P</u> NIP. 19620901 199803 2 001	
Ketua Penguji	<u>Prilya Dewi Fitriasari, M.Sc.</u> NIDT. 19900428 20160801 2 062	
Sekretaris Penguji	<u>Dr. Hj. Ulfah Utami, M.Si</u> NIP. 19650509 1999903 2 002	
Anggota Penguji	<u>Dr. H. Ahmad Barizi, MA</u> NIP. 19731212199803	

Mengetahui,

Ketua Jurusan Biologi




Romadi, M.Si., D.Sc

NIP. 19810201 200901 1 019

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Titi Nurkuma Furi

NIM : 13620017

Jurusan : Biologi

Fakultas : Sains dan Teknologi

JudulSkripsi : Uji Antagonis Fungi Endofit *Trichoderma* sp. dan *Mucor* sp. Terhadap Fungi Patogen Penyebab Bercak Daun (*Leaf spot*) pada Tanaman Stroberi (*Faragaraia x ananassa*)

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya sendiri, bukan merupakan pengambilan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar rujukan. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 30 Desember 2017

Yang membuat pernyataan,




Titi Nurkuma Furi
NIM. 13620017

MOTTO

وَمَنْ جَاهَدَ فَإِنَّمَا يُجَاهِدُ لِنَفْسِهِ

(QS. *Al-Ankabut* [29]:6)

Dan barangsiapa yang berjihad, Maka Sesungguhnya jihatnya itu adalah untuk dirinya sendiri.

“Karena sesungguhnya kesungguhan itu untuk diri kalian sendiri”

HALAMAN PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Dengan ini kupersembakan karya kecilku untuk semua pihak yang telah banyak membantu dalam pengerjaan skripsi kali ini, antara lain:

Keluarga kecil yang sangat aku sayangi, Bapak Sumardiono dan Ibu Isbanah, yang telah memberikan semua dukungan baik lahir maupun batin, moril ataupun materil, serta seluruh doa yang selalu engkau berikan dan tak lewatkan untuk anak semata wayangmu ini. Terimakasih Banyak.

Dosen pembimbing Dr.Hj. Ulfah Utami, M.Si yang telah membimbing hingga skripsi ini terselesaikan. Terimakasih banyak.

Teman-teman seperjuanganku selama kuliah, Nukleus 2013. Khususnya mam (Sonah), Ipah, Isna, Pera. Semoga kita semua di berikan kebahagiaan, serta diberikan kelancaran dalam semua urusan oleh Allah SWT.

Teman-teman Biologi 2013, Pejuang Lab Mikro khususnya, izza, yang setia membantu dalam terselesaikannya penelitian, untuk partner setiaku terimakasih atas dukungan dan motivasinya. Tak lupa teman baikku Elvia Baby yang setia mendengarkan keluh kesahku. Semoga silaturrahim tetap terjalin diantara kita.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah puji syukur kehadirat Allah Dzat yang telah memberikan segala kenikmatan dan kerahmatan serta taufik-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul *Uji Antagonis Fungi Endofit Trichoderma sp. dan Mucor sp. terhadap Fungi Patogen Penyebab Bercak Daun (Leaf spot) pada tanaman Stroberi (Fragaria x ananassa)* ini.

Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada teladan suci kita Rasulullah Muhammad saw, sang revolusioner Islam yang telah mengajak manusia dari kedholiman menuju keadilan dan mengeluarkan manusia dari zaman kegelapan menuju zaman yang terang benderang yakni *ad-din al-Islam*.

Selanjutnya penulis haturkan terimakasih seiring doa dan harapan jazakumullah ahsanal jaza' kepada semua pihak yang telah membantu terselesaikannya skripsi ini. Ucapan terimakasih ini penulis sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. H Abd Haris, M.Ag. selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M. Si selaku Dekan Fakultas sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Romaidi, M.Si, D.Sc selaku Ketua Jurusan Biologi Fakultas sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Dr.Hj. Ulfah Utami, M.Si, sebagai dosen pembimbing Jurusan Biologi Yang telah sabar memberikan waktunya untuk membimbing, dan memberikan arahan penulis, sehingga skripsi ini bisa terselesaikan dengan baik. Semoga Allah SWT selalu melimpahkan Rahmat-Nya kepada beliau beserta keluarganya. Amin.
5. Dr. H. Ahmad Barizi, MA, selaku dosen pembimbing integrasi sains dan agama yang memberikan arahan serta pandangan sains dari perspektif Islam sehingga skripsi ini terselesaikan dengan baik. Semoga Allah

SWT selalu melimpahkan Rahmna-nya kepada beliau beserta keluarganya. Amin.

6. Semua pihak yang ikut membantu dalam menyelesaikan skripsi ini baik berupa materil maupun moril.

Penulis mengakui bahwa skripsi ini jauh dari kata sempurna karna masih banyak kekurangan didalamnya. Penulis berharap semoga skripsi ini bisa memberikan manfaat kepada para pembaca khususnya bagi penulis secara pribadi. *Amin yarobbal Alamin.*

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Malang, 05 Januari 2017

Penulis,



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGAJUAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
PERNYATAAN ORIENTALISASI PENELITIAN	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
ABSTRAK	xv
ABSTRACT	xvi
مخلص	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	8
1.3 Tujuan	8
1.4 Manfaat	9
1.5 Batasan Masalah	9
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Stroberi (<i>Fragaria x ananassa</i>)	11
2.1.1 Kajian Islam Tentang Stroberi (<i>Fragaria x ananassa</i>).....	11
2.1.2 Deskripsi Tanaman Stroberi (<i>Fragaria x ananassa</i>)	12
2.1.3 Kandungan Kimia Stroberi (<i>Fragaria x ananassa</i>)	15
2.2 Fungi	20
2.2.1 Fungi Endofit	22
2.2.1.1 <i>Trichoderma</i> sp	25
2.2.1.2 <i>Mucor</i> sp.....	26
2.2.2 Fungi Patogen	27
2.2.3 Fungi Penyebab Bercak Daun (<i>Leaf Spot</i>) pada Tanaman Stroberi (<i>Fragaria x ananassa</i>).....	29
2.3 Fungi Endofit Sebagai Antagonis terhadap Patogen Tanaman.....	32
2.4 Mekanisme Kerja Antifungi.....	33
BAB III METODOLOGI	
3.1 Rancangan Penelitian.....	35
3.2 Waktu dan Tempat Peneltian	35
3.3 Alat dan Bahan Penelitian.....	35
3.3.1 Alat Penelitian.....	35
3.3.2 Bahan Penelitian.....	36
3.4 Prosedur Penelitian	36

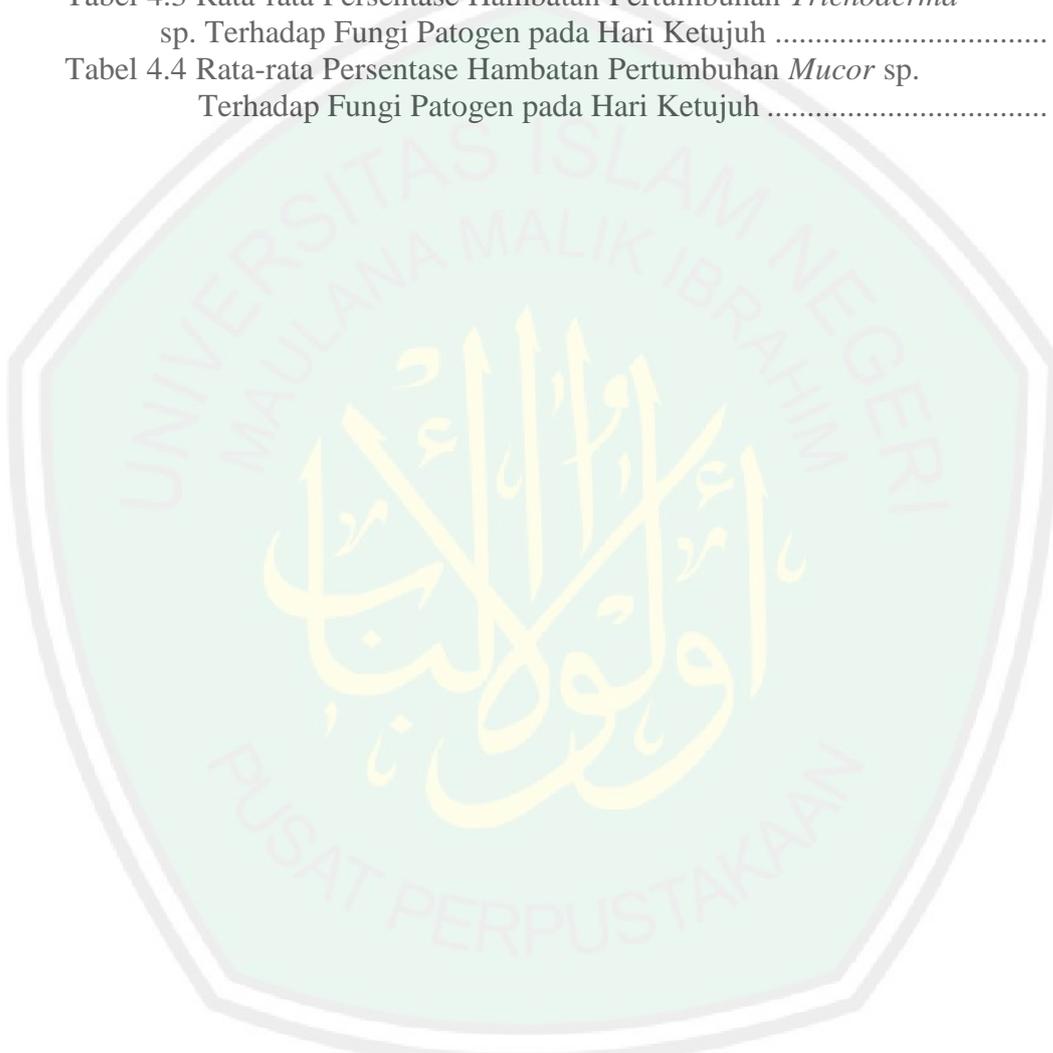
3.4.1 Sterilisasi Alat dan Bahan	36
3.4.2 Pembuatan Media <i>Potato Dextrose Agar</i> (PDA).....	36
3.4.3 Isolasi Fungi Penyebab Bercak Daun (<i>Leaf Spot</i>) pada Tanaman Stroberi (<i>Fragaria x ananassa</i>).....	37
3.4.4 Pemurnian Fungi Patogen	37
3.5 Pemiakan Fungi Endofit <i>Trichoderma</i> sp. dan <i>Mucor</i> sp.	38
3.6 Identifikasi Isolat Fungi Patogen	38
3.7 Uji Antagonis Fungi Endofit terhadap Fungi Patogen.....	39
3.7.1 Uji Antagonis	39
3.7.2 Parameter Pengamatan	40
3.8 Analisis Data	41
3.9 Pengamatan Mekanisme Antagonis	41
 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil isolasi Fungi Patogen Penyebab Bercak Daun (<i>Leaf spot</i>) pada Tanaman Stroberi (<i>Fragaria x ananassa</i>).....	43
4.2 Identifikasi isolat Fungi Patogen Penyebab Bercak Daun (<i>Leaf spot</i>) pada Tanaman Stroberi (<i>Fragaria x ananassa</i>).....	45
4.2.1 Identifikasi Isolat BD1 (<i>Alternaria</i> sp.).....	45
4.2.2 Identifikasi Isolat BD2 (<i>Aspergillus</i> sp1).....	47
4.2.3 Identifikasi Isolat BD3 (<i>Aspergillus</i> sp2).....	49
4.2.4 Identifikasi Isolat BD4 (<i>Phytophthora</i> sp.).....	51
4.2.5 Identifikasi Isolat BD5 (Belum Teridentifikasi)	53
4.2.6 Identifikasi Isolat BD6 (<i>Botrytis</i> sp.)	54
4.3 Uji Antagonis Fungi Endofit <i>Trichoderma</i> sp. dan <i>Mucor</i> sp. Terhadap Fungi Patogen Penyebab Bercak daun (<i>Leaf spot</i>) pada Tanaman Stroberi (<i>Fragaria x ananassa</i>)	56
4.4 Mekanisme Penghambatan (Interaksi) antara Fungi Endofit terhadap Fungi Patogen	64
 BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	69
5.2 Saran.....	70
 DAFTAR PUSTAKA	71
LAMPIRAN	79

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Mofologi Stroberi.....	15
Gambar 2.2 Mofologi <i>Trichoderma</i> sp.	25
Gambar 2.3 Mofologi <i>Mucor</i> sp.....	26
Gambar 4.1 Foto Pengamatan Makroskopis BD1 dan Gambar Literatur.....	45
Gambar 4.2 Foto Pengamatan Mikroskopis BD1 dan Gambar Literatur.....	46
Gambar 4.3 Foto Pengamatan Makroskopis BD2 dan Gambar Literatur.....	47
Gambar 4.4 Foto Pengamatan Mikroskopis BD2 dan Gambar Literatur.....	48
Gambar 4.5 Foto Pengamatan Makroskopis BD3 dan Gambar Literatur.....	49
Gambar 4.6 Foto Pengamatan Mikroskopis BD3 dan Gambar Literatur.....	50
Gambar 4.7 Foto Pengamatan Makroskopis BD4 dan Gambar Literatur.....	51
Gambar 4.8 Foto Pengamatan Mikroskopis BD4 dan Gambar Literatur.....	52
Gambar 4.9 Foto Pengamatan Makroskopis & Mikroskopis BD5	53
Gambar 4.10 Foto Pengamatan Makroskopis BD6 dan Gambar Literatur.....	54
Gambar 4.11 Foto Pengamatan Mikroskopis BD6 dan Gambar Literatur.....	55
Gambar 4.12 Foto Pengamatan Uji Antagonis	59
Gambar 4.13 Foto Pengamatan Mekanisme Antagonis.....	64

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Hasil Isolasi Fungi Patogen Penyebab Bercak Daun (<i>Leaf spot</i>) pada Tanaman Stroberi (<i>Fragaria x ananassa</i>).....	44
Tabel 4.2 Rata-rata Diameter Koloni (cm) Fungi Endofit dan Fungi Patogen.....	57
Tabel 4.3 Rata-rata Persentase Hambatan Pertumbuhan <i>Trichoderma</i> sp. Terhadap Fungi Patogen pada Hari Ketujuh	60
Tabel 4.4 Rata-rata Persentase Hambatan Pertumbuhan <i>Mucor</i> sp. Terhadap Fungi Patogen pada Hari Ketujuh	61



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Tabel Alur Penelitian	79
Lampiran 2 Langkah Kerja	80
Lampiran 3 Diameter Koloni Fungi Endofit (<i>Trichoderma</i> sp. dan <i>Mucor</i> sp.) dan Fungi Patogen <i>Alternaria</i> sp.	83
Lampiran 4 Diameter Koloni Fungi Endofit (<i>Trichoderma</i> sp. dan <i>Mucor</i> sp.) dan Fungi Patogen <i>Aspergillus</i> sp1	84
Lampiran 5 Diameter Koloni Fungi Endofit (<i>Trichoderma</i> sp. dan <i>Mucor</i> sp.) dan Fungi Patogen <i>Aspergillus</i> sp2	85
Lampiran 6 Diameter Koloni Fungi Endofit (<i>Trichoderma</i> sp. dan <i>Mucor</i> sp.) dan Fungi Patogen <i>Phytophthora</i> sp	86
Lampiran 7 Diameter Koloni Fungi Endofit (<i>Trichoderma</i> sp. dan <i>Mucor</i> sp.) dan Fungi Patogen BD5	87
Lampiran 8 Diameter Koloni Fungi Endofit (<i>Trichoderma</i> sp. dan <i>Mucor</i> sp.) dan Fungi Patogen <i>Botrytis</i> sp	88
Lampiran 9 Persentase Daerah Hambatan Fungi Endofit (<i>Trichoderma</i> sp. dan <i>Mucor</i> sp.) dan Fungi Patogen <i>Alternaria</i> sp	89
Lampiran 10 Persentase Daerah Hambatan Fungi Endofit (<i>Trichoderma</i> sp. dan <i>Mucor</i> sp.) dan Fungi Patogen <i>Aspergillus</i> sp1	90
Lampiran 11 Persentase Daerah Hambatan Fungi Endofit (<i>Trichoderma</i> sp. dan <i>Mucor</i> sp.) dan Fungi Patogen <i>Aspergillus</i> sp2	91
Lampiran 12 Persentase Daerah Hambatan Fungi Endofit (<i>Trichoderma</i> sp. dan <i>Mucor</i> sp.) dan Fungi Patogen <i>Phytophthora</i> sp	92
Lampiran 13 Persentase Daerah Hambatan Fungi Endofit (<i>Trichoderma</i> sp. dan <i>Mucor</i> sp.) dan Fungi Patogen Isolat BD5	93
Lampiran 14 Persentase Daerah Hambatan Fungi Endofit (<i>Trichoderma</i> sp. dan <i>Mucor</i> sp.) dan Fungi Patogen <i>Botrytis</i> sp	94
Lampiran 15 Hasil Analisis Sidik Ragam (ANOVA)	95
Lampiran 16 Dokumentasi	97
Lampiran 17 Foto Pengamatan Uji Antagonis Hari ke-3	99
Lampiran 18 Foto Pengamatan Uji Antagonis Hari ke-7	102

ABSTRAK

Furi, Titi Nurkusma. 2017. **Uji Anatagonis Fungi Endofit *Trichoderma* sp. dan *Mucor* sp. Terhadap Fungi Patogen Penyebab Bercak Daun (*Leaf Spot*) Pada Tanaman Stroberi (*Fragaria x ananassa*).** Skripsi. Jurusan Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Dr. Hj. Ulfah Utami, M.Si. (II) Dr. Ahmad Barizi, MA.

Kata Kunci: Stroberi (*Fragaria x ananassa*), Fungi Endofit, Fungi Patogen, Antagonis

Bercak daun (*Leaf Spot*) adalah salah satu penyakit yang menyebabkan kerusakan pada tanaman stroberi yang disebabkan oleh beberapa fungi patogen. Salah satu alternatif pengendalian fungi patogen tersebut yaitu dengan menggunakan agen hayati, pada kali ini *Trichoderma* sp. dan *Mucor* sp. yang merupakan fungi endofit dari tanaman stroberi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis fungi patogen penyebab bercak daun, serta mengetahui potensi fungi endofit *Trichoderma* sp. dan *Mucor* sp. sebagai agen antagonis.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksplorasi dan eksperimen. Penelitian dilakukan dengan cara mengisolasi fungi patogen dari tanaman stroberi yang bergejala bercak daun. Selanjutnya dilakukan identifikasi terhadap fungi patogen yang ditumbuhkan pada media PDA, uji antagonis fungi endofit *Trichoderma* sp. dan *Mucor* sp. dengan fungi patogen menggunakan metode *dual culture* secara *in vitro*, dilanjutkan dengan pengamatan mekanisme penghambat oleh fungi endofit terhadap fungi patogen.

Berdasarkan karakteristik fungi patogen BD1 diduga termasuk dalam Genus *Alternaria*, isolat BD2 dan BD3 diduga merupakan anggota Genus *Aspergillus*, isolat BD4 termasuk dalam Genus *Phytophthora*, dan isolat BD6 diduga termasuk dalam Genus *Botrytis*, sedangkan isolat BD5 belum dapat teridentifikasi. Hasil uji antagonis menunjukkan persentase hambatan fungi endofit terbesar yaitu oleh *Trichoderma* sp. sebesar 100% dan fungi endofit *Mucor* sp sebesar 38,20%. Hasil pengamatan mekanisme penghambatan oleh *Trichoderma* sp. yaitu dengan mekanisme kompetisi dan mikroparasitisme, ditunjukkan dengan adanya pembelitan hifa.

ABSTRACT

Furi, Titi Nurkusma. 2017. **Antagonistic Test of Endophytic Fungi *Trichoderma* sp. and *Mucor* sp. Against Pathogen Fungi Cause Leaf Spots on Strawberry Plant (*Fragaria x ananassa*)**. Thesis. Department of Biology, Faculty of Science and Technology of the State Islamic University of Maulana Malik Ibrahim Malang. Supervisor: (I) Dr. HJ. Ulfah Utami, M.Si (II) Dr. H. Ahmad Barizi, M.A

Keyword: Strawberry (*Fragaria x ananassa*), Endophytic Fungi, Pathogenic Fungi, Antagonistic

Leaf spot is one of the diseases that cause damage to strawberry plant caused by pathogenic fungi. One of the alternative for controlling the pathogenic fungi is use biological agents, in this research uses *Trichoderma* sp. and *Mucor* sp. fungus which is the endophytic fungi of strawberry plants. This research aims to know the type of pathogenic fungi causes leaf spots, as well as know the potential of endophytic fungi *Trichoderma* sp. and *Mucor* sp. as antagonist agents

The method which used in this research is exploratory and experimental. Research is done by isolating the pathogenic fungi of strawberry plants which shows the symptom of leaves spots. Next is identification test between endophytic fungi *Trichoderma* and *Mucor* sp. with pathogenic fungi using dual culture method *in vitro*, continued with the observation of inhibitory mechanism against pathogenic fungi by endophytic fungi.

Based on the characteristic of pathogenic fungi BD1 allegedly included in the Genus *Alternaria*, BD2 and BD3 allegedly is a member of the Genus *Aspergillus*, BD4 isolates included in the Genus *Phytophthora* and isolates BD6 allegedly include in the Genus *Botrytis*, while isolates BD5 is unidentified yet. The test result shows the largest percentages of inhibition by *Trichoderma* sp. is 100% and *Mucor* sp. is 38,20%. Inhibitory mechanism of *Trichoderma* sp. is mechanism of competition and microparasitism, shown by the presence of hypha bending.

المستخلص

فوري، تيتي نور كوسما. 2017. تجربة أناتاجونس في داخل نبات الفطر ترايكوديرما سب. و موكور سب. ضد الفطر الممرض المسبب لاكتشاف الورق في نبات الفرولة (*Fragaria x ananassa*). أطروحة. قسم علم الأحياء بكلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم الحكومية الإسلامية مالانج. المشرفة الأولى د. الحاجة ألفة أوتامي، الماجستير والمشرفة الثانية د. ولاية الإسلامية

كلمات البحث: الفراول (*Fragaria x ananassa*) والفطر داخل النبات والفطر الممرض، خصم

بقعة الورق هي المرض الذي يسبب ضررا لنبات الفراولة التي يسببها الفطر الممرض. إحدى الحلول على الفطر الممرض هي استخدام العوامل البيولوجية، في هذا الوقت ترايكوديرما سب و موكور سب. هما من فطريات إندوفيتيك من نبات الفرولة. يهدف البحث معرفة نوع الفطر الممرض يسبب بقعة الورق ومعرفة إمكانات داخل النبات ترايكوديرما سب. و موكور سب. كعامل فاسد.

المنهج المستخدم في هذا البحث هي الاستكشاف والتجربة. وقد أجري البحث من خلال عزل الفطر الممرض من نبات الفرولة لها بقعة الورق. والتالي، تتعرف الباحثة على الفطر الممرض على وسيلة PDA ، والاختبار الخصمي لفطر داخل نبات ترايكوديرما سب. و موكور سب. بالفطر الممرض باستخدام طريقة ازدواجية الثقافة في المختبر، تليها ملاحظة الفطر داخل النبات للفطر الممرض.

يزعم من جنس في BD3 و BD2 يزعم من جنس النوباء، عزلات BD1 الفطر الممرض واستنادا على خصائص من جنس المعنقدة، لا يزعم BD6 بيطاطارا، وعزلات من جنس BD4 أنهم أعضاء من جنس الرشاشيات، عزلات تدل نتائج الاختبار نسبة الفطريات داخل نبات على نسبة مئوية أن أكبر عقبة هي BD5 يمكن تحديدها لعزلات ترايكوديرما س. 100% وداخل نبات موجار سب. بلغت 38.20%. نتائج الملاحظة من تثبيط بواسطة تريشوديرما سب. وهي آلية المنافسة

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Stroberi (*Fragaria* sp.) merupakan tanaman buah dari Familia Rosaceae yang telah dibudidayakan di beberapa negara termasuk Indonesia. Di Indonesia stroberi dapat tumbuh di daerah pegunungan dengan ketinggian lebih dari 1000 mdpl dan bereproduksi hingga lima kali dalam setahun dengan puncak produksi terjadi pada bulan Juli-Agustus tergantung keadaan lingkungan. Stroberi masuk ke Indonesia pada tahun 1980-an dan mulai dibudidayakan pada tahun 1983 (Hanif, 2012).

Stroberi termasuk tanaman buah yang banyak diminati oleh masyarakat, baik dikonsumsi secara langsung maupun diolah menjadi aneka produk makanan. Selain diolah menjadi produk makanan, di Indonesia stroberi dimanfaatkan menjadi produk kecantikan. Stroberi yang kaya akan vitamin dan mineral diantaranya dalam setiap 100 gram buah stroberi segar mengandung energi 37 kalori, protein 0,8 g, lemak 0,5 g, karbohidrat 8,0 g, kalsium 28 mg, fosfat 27 mg, besi 0,8 mg, vitamin A 60 SI, vitamin B 0,03 mg, vitamin C 60 mg dan air 89,9 g (Budiman dan Saraswati, 2008).

Buah stroberi berkhasiat bagus untuk kesehatan tubuh. Menurut USDA (United State Departement of Agriculture), stroberi dapat mencegah kanker payudara dan leher rahim dengan kandungan *ellagic acid* didalamnya, perkembangan kanker dapat dihambat. Stroberi memiliki aktivitas antioksidan tinggi karena mengandung *quercetin*, *ellagic acid*, antosianin, dan kaempferol.

Antioksidan berperan sebagai pelindung tubuh dari radikal bebas, termasuk di antaranya sel kanker. Zat tersebut mencegah terbentuknya senyawa karsinogen, menghambat proses karsinogenesis, dan menekan pertumbuhan tumor (Budiman dan saraswati, 2008).

Berkaitan dengan manfaat yang terkandung pada tanaman stroberi, Allah SWT berfirman dalam Al-Qur'an surat Al-A'araf ayat 58 yang berbunyi:

وَالْبَلَدُ الطَّيِّبُ يَخْرِجُ نَبَاتُهُ بِإِذْنِ رَبِّهِ ۗ وَالَّذِي خَبُثَ لَا يَخْرِجُ إِلَّا نَكِدًا ۗ كَذَلِكَ نُصَرِّفُ
الْآيَاتِ لِقَوْمٍ يَشْكُرُونَ ﴿٥٨﴾

Artinya: “dan tanah yang baik, tanaman-tanamannya tumbuh subur dengan seizin Allah; dan tanah yang tidak subur, tanaman-tanamannya hanya tumbuh merana. Demikianlah Kami mengulangi tanda-tanda kebesaran (Kami) bagi orang-orang yang bersyukur”(Q.S. Al-A'araf/7:58)

Menurut *Tafsir Al-Quran Jalalin* (2010) oleh Al Imam Jalaluddin menafsirkan tanah yang baik atau yang subur tanahnya, akan mengeluarkan tanaman-tanaman yang tumbuh subur dan tumbuh dengan baik dengan seizin Allah SWT. Hal ini merupakan perumpamaan bagi orang mukmin yang mau mendengar petuah atau nasihat, kemudian mereka mengambil manfaat dari nasehat itu. Tanah yang tidak subur atau jelek tanahnya tidak akan mengeluarkan tanamannya (tidak bisa tumbuh tanamannya), kecuali tumbuh merana atau sulit atau susah tumbuhnya. Hal ini merupakan perumpamaan bagi orang yang kafir. Demikianlah seperti apa yang telah kami jelaskan ayat-ayat kami kepada orang-orang yang bersyukur terhadap Allah, kemudian mereka mau beriman kepada-Nya. Hal ini menunjukkan bahwa Allah telah menciptakan tumbuhan dengan baik dari tanah yang baik pula, keanekaragaman tumbuhan yang tentunya diikuti

dengan khasiatnya merupakan bukti kebesaran Allah dan rezeki yang diberikan oleh Allah kepada manusia untuk dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari.

Produksi stroberi di Indonesia dari tahun ke tahun mengalami fluktuasi dan belum bisa memenuhi permintaan konsumen. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS) 2014 Pada tahun 2013 hasil panen rata-rata stroberi sebesar 121,28 Ton/Ha sementara itu pada tahun 2014 mengalami penurunan sebesar 34,83% dibandingkan pada tahun 2013 yaitu produksi stroberi hanya sebesar 74,82 Ton/Ha. Kurangnya produksi stroberi dalam negeri ini menyebabkan adanya kegiatan impor guna memenuhi permintaan konsumen. Data Badan Pusat Statistik (2012) mencatat impor stroberi di Indonesia mencapai 210 ton dengan nilai \$ 480.602 yang setara dengan Rp 4. 325.418.000 (Hanif dan Ashari, 2012). Data tersebut menunjukkan bahwa Indonesia belum dapat memenuhi kebutuhan stroberi di dalam negeri. Turunya produktivitas stroberi dalam negeri ini tentunya disebabkan oleh beberapa faktor yang mempengaruhi produktivitas tersebut.

Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi rendahnya produksi stroberi antara lain gangguan cuaca dan iklim, serangga, tungau, nematoda dan juga penyakit merupakan ancaman yang selalu ada dalam setiap penanaman. Hama-hama dan penyakit ini dapat menyebabkan kerusakan pada akar, daun, bunga dan buah. Penyakit tanaman stroberi dapat disebabkan oleh cendawan, bakteri, dan virus (Gunawan, 2003).

Cendawan atau juga yang biasa disebut dengan fungi adalah mikroorganisme yang biasanya dapat menyebabkan kerusakan pada tanaman. Fungi juga merupakan salah satu organisme penyebab penyakit yang menyerang hampir

semua bagian tanaman, seperti akar, batang, ranting, daun, bunga hingga buahnya. Permukaan daun yang terserang fungi akan menyebabkan bercak kecoklatan, muncul miselium berwarna putih atau jingga yang dapat meluas ke seluruh permukaan, sehingga daun menjadi kering dan rontok atau busuk (Robinson, 2001).

Penyakit pada tanaman stroberi yang disebabkan oleh serangan fungi patogen satu diantaranya yaitu bercak daun atau *Leaf Spot*, gejala bercak daun menyebabkan lesi pada daun, membentuk bercak nekrotik berbentuk lingkaran berdiameter 2-5 mm, berwarna coklat gelap, ditemukan pada sejumlah varietas. Penyakit ini disebabkan oleh infeksi fungi patogen yang menyerang pada tanaman stroberi. Menurut Rukmana (1998) penyebab bercak daun pada tanaman stroberi dapat disebabkan oleh beberapa jenis fungi yang berbeda, diantaranya *Ramularia tulasnii* atau *Mycosphaerella fragariae*, *Pestalotiopsis disseminata* (Thum) Stev., *Rhizoctonia solani* Kuhn. Ilmiah (2015) juga menyebutkan fungi patogen penyebab bercak daun pada tanaman stroberi yaitu *Alternaria alternata*.

Gianessi dan Nathan Reigner (2005) menyebutkan bahwa bercak daun merupakan salah satu penyakit yang paling umum dan mempunyai pengaruh besar terhadap tanaman stroberi. Di Arkansas tercatat bahwa beberapa petani mengalami penurunan total panen stroberi karena penyakit bercak daun sebesar 20%. Hal ini menunjukkan bahwa infeksi kapang patogen pada tanaman dapat mengakibatkan kerusakan struktur jaringan yang selanjutnya akan menyebabkan kematian. Kerusakan pada jaringan daun berakibat pada terhambatnya proses fotosintesis dan metabolisme tanaman, hal tersebut mengakibatkan pertumbuhan

terhambat sehingga tanaman menjadi kerdil, kurang nutrisi, dan juga terjadi penurunan produksi stroberi. Penurunan hasil produksi tersebut mengakibatkan kerugian bagi para petani (Nurwahyuni, 2013).

Penggunaan pestisida sintetis merupakan metode umum dalam upaya pengendalian hama dan penyakit yang menyerang tanaman pertanian. Pestisida sintetis banyak digunakan petani dalam pengendalian hama dan penyakit pada tanaman karena zatnya lebih cepat bereaksi dan memiliki daya racun tinggi terhadap hama pengganggu. Pestisida sintetis dianggap sebagai bahan pengendali hama penyakit yang paling praktis, mudah di peroleh, mudah dikerjakan dan hasilnya cepat terlihat (Thamrin dan Askin, 2005). Pestisida sintetis seperti Benstan, Rampart, memiliki sifat non spesifik, yaitu tidak hanya membunuh jasad sasaran tetapi juga membunuh organisme lain, penggunaan pestisida secara berlebihan dan terus menerus dapat mengakibatkan dampak yang negatif terhadap lingkungan.

Dampak negatif dari penggunaan pestisida yang tidak bijaksana, mengharuskan untuk terus berinovasi mengembangkan teknologi baru yang efektif dan ramah lingkungan untuk mengendalikan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT). Salah satu teknik yang mempunyai harapan cukup baik adalah pemanfaatan fungi endofit. Fungi endofit merupakan fungi yang mengkolonisasi internal bagian tanaman tanpa memberikan kerusakan yang nyata bagi inangnya (Petrini, 1996). Fungi endofit mampu meningkatkan resistensi tanaman inang dari serangan hama (Clay, 1992).

Pemanfaatan mikroba endofit memiliki kelebihan sebagai sumber senyawa bioaktif, karena mudah di tumbuhkan, memiliki siklus hidup yang pendek dan menghasilkan senyawa bioaktif dalam jumlah besar. Fungi endofit tersebut dapat memproduksi metabolit sekunder dengan senyawa bioaktif yang sama atau mirip dengan inangnya, sehingga untuk mengisolasi senyawa bioaktif tersebut tidak harus menebang tanaman inangnya yang kemudian digunakan sebagai simplisia. Hal ini menjadikan biodiversitas tanaman tersebut di alam akan tetap terjaga (Tan dan Zou, 2000).

Keuntungan lain yang terdapat pada pemanfaatan mikroorganisme antagonis yang ada dalam jaringan tumbuhan seperti fungi endofit yaitu aktifitasnya dapat dirangsang dengan modifikasi lingkungan karena secara alamiah terdapat dalam jaringan tumbuhan, biayanya relatif lebih murah untuk jangka panjang, aman bagi lingkungan biotik (tidak terakumulasi dalam rantai makanan) dan dapat digunakan bersama-sama dengan cara pengendalian yang telah ada. Pemanfaatan fungi antagonis merupakan salah satu alternatif untuk mengendalikan penyakit akibat adanya fungi patogen. Penggunaan agen hayati kini mulai dikembangkan guna mengurangi penggunaan fungisida sintetik dalam mengendalikan patogen yang memiliki banyak kelemahan.

Oleh sebab itu penelitian untuk menggali potensi fungi endofit sebagai agen pengendalian hayati perlu dilakukan. Sebagaimana firman Allah SWT yang berkaitan dengan potensi fungi endofit sebagai antagonis, dalam Al-Quran surat surat Al-Hijr ayat 19-20 yaitu:

وَالْأَرْضَ مَدَدْنَاهَا وَأَلْقَيْنَا فِيهَا رَوْسِيَ وَأَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ شَيْءٍ مَوْزُونٍ ﴿١٥﴾ وَجَعَلْنَا لَكُمْ فِيهَا مَعِيشًا وَمَنْ لَسْتُمْ لَهُ بِرَازِقِينَ ﴿١٦﴾

Artinya: “Dan Kami telah menghamparkan bumi dan menjadikan padanya gunung-gunung dan Kami tumbuhkan padanya segala sesuatu menurut ukuran. Dan Kami telah menjadikan untukmu di bumi keperluan-keperluan hidup, dan (kami menciptakan pula) makhluk-makhluk yang kamu sekali-kali bukan pemberi rezki kepadanya.”

Lafadz *موزون* "ukuran" dalam *Tafsir Ath-Thabari* mempunyai maksud yaitu Allah menumbuhkan di bumi ini segala sesuatu yang terukur serta dengan batasan yang diketahui. Menurut Al-Jazairi (2004) ayat di atas mempunyai makna Allah menurunkan apa yang dibutuhkan manusia untuk kelangsungan hidupnya dengan takaran yang telah ditentukan sesuai dengan kebutuhan dan untuk kebaikan makhluk itu.

Ayat di atas menjelaskan bahwa Allah telah menciptakan segala sesuatu menurut takarannya, pada kali ini yaitu fungi endofit yang memiliki skala mikroskopis atau tidak dapat dilihat dengan kasat mata. Allah SWT juga menjelaskan bahwa Allah SWT menjadikan setiap makhluknya memiliki kelebihan yang dapat bermanfaat bagi makhluk yang lain, seperti halnya fungi endofit yang diketahui memiliki beberapa potensi, satu diantaranya yaitu dapat menghambat pertumbuhan patogen lain yang dapat menyebabkan penyakit, untuk mengetahui potensi tersebut terlebih dahulu dilakukan pengujian, salah satu teknik uji untuk mengetahui potensi fungi endofit ini yaitu uji antagonis. Uji antagonis merupakan uji yang digunakan untuk membuktikan bahwa mikroorganisme yang bersifat antagonis dapat menghambat aktivitas mikroorganisme lain pada tempat yang berdekatan.

Berdasarkan uraian di atas, perlu dilakukannya uji antagonis untuk mengetahui potensi fungi endofit asal Stroberi (*Fragaria x annanassa*) yaitu *Trichoderma* sp. dan *Mucor* sp. sebagai antagonis terhadap fungi patogen penyebab bercak daun (*Leaf Spot*) pada tanaman stroberi. Hasil penelitian ini diharapkan dapat dikembangkan dan dapat membantu menurunkan penyakit yang biasanya menyerang tanaman stroberi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas dapat diambil rumusan masalah sebagai berikut:

1. Apa saja fungi patogen penyebab penyakit bercak daun (*Leaf Spot*) yang dapat diisolasi dari tanaman stroberi (*Fragaria x ananassa*)?
2. Bagaimana potensi fungi endofit (asal daun dan buah) tanaman stroberi (*Fragaria x ananassa*) dalam menekan pertumbuhan fungi patogen penyebab bercak daun (*Leaf Spot*) pada tanaman stroberi (*Fragaria x ananassa*)?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka penelitian ini bertujuan sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui dan mendapatkan jenis fungi patogen penyebab penyakit bercak daun (*Leaf Spot*) yang diisolasi dari tanaman stroberi (*Fragaria x ananassa*).

2. Untuk mengetahui kemampuan fungi endofit asal stroberi (*Fragaria x ananassa*) dalam menekan pertumbuhan fungi patogen penyebab bercak daun (*Leaf Spot*) pada tanaman stroberi (*Fragaria x ananassa*).

1.4 Manfaat Penelitian

Beberapa manfaat yang diharapkan peneliti dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Memberikan informasi mengenai fungi endofit asal stroberi (*Fragaria x ananassa*) yang mempunyai potensi sebagai agen antagonis terhadap fungi patogen penyebab penyakit bercak daun (*Leaf Spot*) pada tanaman stroberi.
2. Memberikan informasi tentang keberadaan fungi patogen penyebab bercak daun (*Leaf Spot*) pada tanaman stroberi (*Fragaria x ananassa*).
3. Dapat dijadikan sebagai sumber informasi bagi peneliti berikutnya.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Fungi endofit yang digunakan dalam penelitian ini merupakan isolat murni koleksi Laboratorium Mikrobiologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang yang berhasil diisolasi oleh Emilia Rahmawati mahasiswa Biologi angkatan 2012 dari daun dan buah stroberi (*Fragaria x ananassa*) yang diperoleh dari Desa Pandanrejo, Kecamatan Karangploso, Kabupaten Malang, Jawa Timur.

2. Fungi patogen yang digunakan dalam penelitian ini diisolasi dari daun stroberi (*Fragaria x ananassa*) yang mengalami gejala bercak daun (*Leaf Spot*), diperoleh dari Desa Pandanrejo, Kecamatan Karangploso, Kabupaten Malang, Jawa Timur.
3. Uji antagonis dilakukan secara *in vitro* terhadap fungi patogen
4. Parameter yang diamati yaitu diameter koloni (cm), persentase daerah hambatan (%) dan mekanisme penghambatan.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Stroberi (*Fragaria x ananassa*)

2.1.1 Kajian Islam Tentang Stroberi (*Fragaria x ananassa*)

Allah SWT telah menciptakan bermacam-macam tumbuhan yang baik, yang dapat dimanfaatkan oleh manusia dalam kehidupan dengan sebaik-baiknya, baik dari buah, daun, tangkai, maupun akarnya. Selain itu manusia juga dapat mempelajari bagaimana kekuasaan Allah dalam menciptakan segala sesuatu.

Sebagaimana firman Allah SWT dalam Al-Quran yaitu:

خَلَقَ السَّمَوَاتِ بِغَيْرِ عَمَدٍ تَرَوْنَهَا وَالْأَرْضِ رَأْسًا أَنْ تَمِيدَ بِكُمْ وَبَثَّ فِيهَا مِنْ كُلِّ دَابَّةٍ
وَأَنْزَلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ ﴿١٠﴾

Artinya: “Dia menciptakan langit tanpa tiang yang kamu melihatnya dan Dia meletakkan gunung-gunung (di permukaan) bumi supaya bumi itu tidak menggoyangkan kamu; dan memperkembang biakkan padanya segala macam jenis binatang. dan Kami turunkan air hujan dari langit, lalu Kami tumbuhkan padanya segala macam tumbuh-tumbuhan yang baik” (QS. Luqman/31:10).

Menurut *Tafsir Al Maraghi* maksud dari ayat “ Dan Kami menurunkan air dari langit, yakni air hujan, maka dengan adanya hujan tumbuhlah berbagai macam tumbuh-tumbuhan yang banyak manfaatnya” menjelaskan bahwa Allah SWT membungkam mereka dengan menyatakan, bahwa makhluk-makhluk yang besar itu termasuk diantara apa yang telah diciptakan dan yang telah diadakan oleh Allah SWT. Maka perhatikanlah kepadaku apakah yang telah diciptakan oleh tuhan-tuhan sesembahan kalian, sehingga mereka berhak untuk disembah oleh kalian (Al-Jazairi, 2008).

Ayat tersebut menjelaskan bahwa Allah SWT maha bijaksana yaitu memberikan manfaat kepada umat manusia dalam segala ciptaan-Nya, dengan menumbuhkan berbagai macam tumh-tumbuhan yang dapat dimanfaatkan oleh manusia untuk kehidupannya, baik dikonsumsi secara langsung, dijadikan bahan baku produk, obat-obatan, sebagai anti bakteri, antifungi, maupun sebagai sumber keberadaan fungi endofit yang pada kali ini yaitu tanaman stroberi (*Fragaria x ananassa*).

2.1.2. Deskripsi Tanaman Stroberi (*Fragaria x ananassa*)

Menurut Tjitrosoepomo (1985) tanaman stroberi dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

Divisi	: Spermatophyta (tumbuhan berbiji)
Subdivisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledonae (biji berkeping dua)
Ordo	: Rosales
Famili	: Rosidae
Subfamili	: Rosaceae (suku mawar-mawar)
Genus	: <i>Fragaria</i>
Spesies	: <i>Fragria sp.</i>

Wijoyo (2008) menjelaskan bahwa morfologi tanaman stroberi (*Fragaria x ananassa*) yaitu tanaman herba yang berumur panjang dan tumbuh sebagai perdu yang menyemak dengan tinggi sekitar 20-30 cm. Masa hidup tanaman stroberi (*Fragaria x ananassa*) mencapai tahunan. Struktur akar tanaman stroberi

terdiri atas pangkal akar (*collum*), batang akar (*corpus*), ujung akar (*apex*), bulu akar (*pilus radicalis*), serta tudung akar (*calyptra*) (Rukmana, 1998).

Tanaman stroberi (*Fragaria x ananassa*) berakar tunggang (*radix primaria*), akarnya terus tumbuh memanjang dan berukuran besar. Panjang akar mencapai 100 cm, namun akar tersebut hanya menembus lapisan tanah atas sedalam 15cm-45cm, tergantung jenis dan kesuburan tanahnya. Akar-akar primer tanaman dapat bertahan sampai satu tahun atau lebih, kemudian kering dan mati. Selanjutnya, akar itu digantikan oleh akar primer baru yang tumbuh pada ruas paling dekat dengan akar primer yang telah kering tersebut (Kurnia, 2005). Menurut Cahyono (2008), perakaran stroberi (*Fragaria x ananassa*) tumbuh tebal membentuk rumpun, dari rumpun akar tersebut dapat tumbuh tunas yang akan menjadi tanaman baru.

Batang tanaman stroberi (*Fragaria x ananassa*) beruas-ruas pendek dan berbuku-buku, banyak mengandung air, serta tertutupi pelepah daun, sehingga seolah-olah tampak seperti rumpun tanpa batang. Buku-buku batang yang tertutup oleh sisi daun mempunyai kuncup (*gemma*). Kuncup ketiak dapat tumbuh menjadi anakan atau stolon. Stolon biasanya tumbuh memanjang dan menghasilkan beberapa calon tanaman baru (Wijoyo, 2008).

Stolon adalah cabang kecil yang tumbuh mendatar atau menjalar di atas permukaan tanah. Penampakan stolon secara visual mirip dengan sulur. Tunas dan akar stolon tumbuh membentuk generasi tanaman baru. Stolon yang tumbuh mandiri dapat segera dipotong atau dipisahkan dari rumpun induk sebagai bahan

tanaman (bibit). Bibit yang berasal dari stolon disebut geragih atau runners (Cahyono, 2008).

Daun tanaman stroberi (*Fragaria x ananassa*) merupakan daun majemuk. Setiap daun mempunyai 3 helai anak daun yang tersusun menjari. Bentuk helaian anak daun bulat panjang (lonjong) hingga sedikit agak bulat dan daun melekuk ke dalam dengan bagian ujung daun agak runcing. Bagian tepi daun bergerigi, permukaan daun bergelombang dan berbulu. Daun berukuran besar dan memiliki tulang tulang yang menyirip. Kedudukan daun tegak dengan tangkai daun panjang. Daun dan tangkai daun berwarna hijau tua. Tangkai daun berbentuk bulat dan seluruh permukaannya berbulu halus (Rukmana, 1998).

Bunga tanaman stroberi (*Fragaria x ananassa*) tersusun atau terangkai dalam tandan atau malai (panicula) yang berukuran panjang dan tumbuh pada ujung tanaman. Setiap malai bercabang, memiliki empat macam bunga dan masing-masing bunga bertangkai. Empat macam bunga tersebut, yaitu satu bunga primer terdapat di ujung, dua bunga sekunder yang berada di bawahnya, empat bunga tersier yang terletak di bawah bunga sekunder dan delapan bunga kuartener yang terletak di bawah bunga tersier (Cahyono, 2008).

Buah stroberi (*Fragaria x ananassa*) umumnya berbentuk kerucut hingga bulat. Buah yang nampak secara visual disebut buah semu. Karena buah itu berasal dari dasar bunga (receptaculum) yang berubah bentuk menjadi gumpalan daging buah. Buah muda berwarna hijau, namun setelah tua (matang) berubah menjadi berwarna merah atau kuning kemerah-merahan dan mengilap (Kurnia, 2005).

Daging buah bertekstur lembut sampai kasar, ada yang berwarna putih dan ada yang merah, rasa ada yang kurang manis, manis agak asam, manis dan hambar, tergantung dengan varietasnya. Demikian pula, ukuran buah juga beragam, ada yang besar, agak besar dan kecil, tergantung dari varietasnya. Buah stroberi (*Fragaria x ananassa*) berwarna merah menyala dengan penampilan yang sangat menarik (Cahyono, 2008). Menurut Kurnia (2005), varietas stroberi (*Fragaria x ananassa*) introduksi yang dapat ditanam di Indonesia di antaranya Odo grande, Panjaro, Selva, Ostara, Tenira, Robunda, Tristar, Bogota, Elvira, Gorilla, Sweet charlie, Shantung dan Red, gauntiet.



Gambar 2.1. Morfologi tanaman stroberi (Budiman dan Saraswati, 2005)

2.1.3 Kandungan Kimia Stroberi

Allah SWT menciptakan segala sesuatu yang ada di langit dan di bumi dengan beranekaragam, baik jenis maupun manfaatnya. Allah berfirman dalam Surat an-Nahl ayat 11:

يُنْبِتُ لَكُمْ بِهِ الزَّرْعَ وَالزَّيْتُونَ وَالنَّخِيلَ وَالْأَعْنَابَ وَمِنْ كُلِّ الثَّمَرَاتِ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً لِّقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ ﴿١١﴾

Artinya: “ Dia menumbuhkan bagi kamu dengan air hujan itu tanam-tanaman; zaitun, korma, anggur dan segala macam buah-buahan. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar ada tanda (kekuasaan Allah) bagi kaum yang memikirkan.” (Q.S. An-Nahl/16:11).

Menurut *Tafsir Ibnu Katsier* pada firman Allah “*Dia menumbuhkan bagi kamu dengan air hujan itu tanam-tanaman; zaitun, korma, anggur dan segala macam buah-buahan,*” maksudnya adalah Allah mengeluarkannya dari bumi, dengan air yang hanya satu macam ini, keluarlah buha-buahan itu dengan segala perbedaan, macamnya, rasanya, warnanya, baunya dan bentuknya (Harun, 2003). Berdasarkan perbedaan-perbedaan tersebut, setiap jenis tanaman juga mempunyai manfaat tersendiri yang berbeda-beda berdasarkan zat kimia yang terkandung di dalamnya, dimana zat kimia tersebut bisa dimanfaatkan sebagai antibiotik, antifungi maupun untuk pengobatan yang lain. Dan untuk itu Allah berfirman “*Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar ada tanda (kekuasaan Allah) bagi kaum yang memikirkan,*” maksudnya sebagai dalil dan bukti bahsannya tidak ada (yang berhak diibadahi dengan sebenarnya) kecuali Allah. Manfaat-manfaat tersebut hanya bisa diketahui oleh orang-orang yang mau memikirkan dan mengkaji secara mendalam mengenai kandungan yang ada dalam tumbuhan tersebut. Sehingga dapat mempertebal keimanan akan bentuk kebesaran Allah SWT, dan menambah wawasan akan manfaat keanekaragaman tumbuhan untuk kehidupan manusia.

Fitokimia yang terkandung dalam tanaman stroberi diantaranya hydrolyzable tannins (ellagitannins, gallotannins, dan asam ellagic), antosianin, flavonols, turunan asam hidroksisinamat dan esternya, dan flavon (katekin) Flavonol buah stroberi mengandung kuersetin rutinosida, kuersetin glukosida, glukoronida, dan kaemferol glukoronida. Buah stroberi mengandung beberapa senyawa antosianin yaitu pelargonidin diglukosida, sianidin glukosida, pelargonidin glukosida, pelargoinidin rutinosida (Seeram *et al.*, 2006).

a. Asam Ellagic

Asam ellagic merupakan senyawa fenolik ilmiah yang berfungsi sebagai antioksidan, ditemukan di beberapa famili tanaman, seperti *Rosaceae*, *Fagaceae*, *Saxifragaceae*, *Cunomirutceae* dan *Myrotharnmaceae*. Jenis tanaman yang banyak mengandung *ellagic acid* diantaranya stroberi dan apel. Pada stroberi, senyawa tersebut terdapat pada biji, daun, dan daging buah. Senyawa fenolik ini juga dikenal secara alami sebagai antimutagen, antikarsinogen dan inflamasi. *Ellagic acid* dalam stroberi berkisar 0,43-4,46 mg per gram berat kering (Astawan, 2008).

b. Antosianin

Antosianin berasal dari bahasa Yunani yaitu “anthos” yang berarti bunga “kyanos” yang berarti biru gelap dan termasuk senyawa flavonoid. Senyawa ini merupakan sekelompok zat warna berwarna kemerahan yang larut di dalam air dan tersebar sangat luas di dunia tumbuh-tumbuhan. Senyawa ini adalah penyebab hampir semua warna merah, orange, ungu, dan biru. Warna ini biasanya tidak dibentuk oleh satu pigmen, namun seringkali dibentuk oleh lebih dari satu

kombinasi atau sistem dari pigmen atau senyawa tersebut. Sebagai contoh blueberries terdiri dari 10-15 pigmen yang berbeda. Umumnya buah-buahan dan sayur-sayuran terdiri dari 4-6 pigmen (Kumalaningsih, 2007).

Antosianin adalah pigmen yang memberi warna merah, biru, ungu, violet dan merah keunguan pada buah beri juga pada buah lain, sayuran dan biji. Seperti flavonoid yang lain, antosianin terdapat secara alami dalam buah dan sayuran (Seeram *et al.*, 2006).

c. **Vitamin C**

Vitamin C atau L-asam askorbat merupakan antioksidan yang larut dalam air. Secara alami bentuk vitamin C adalah isomer-L, isomer ini memiliki aktivitas lebih besar dibandingkan dengan bentuk isomer-D. Sebagai antioksidan, vitamin C bekerja dengan menjadi donor elektron, dengan cara memindahkan satu elektron ke senyawa logam Cu. Selain itu, vitamin C juga dapat menyumbangkan electron ke dalam reaksi biokimia interseluler dan ekstraseluler. Vitamin C dapat menghilangkan senyawa oksigen reaktif, mencegah terjadinya LDL teroksidasi, mentransfer electron ke dalam tokoferol teroksidasi dan mengabsorpsi logam dalam saluran pencernaan (Winarsi, 2007).

Antioksidan vitamin C mampu bereaksi dengan radikal bebas, kemudian mengubahnya menjadi radikal askorbil. Senyawa radikal ini akan segera berubah menjadi askorbat dan dehidroaskorbat. Asam askorbat dapat bereaksi dengan oksigen teraktivasi, seperti anion superoksida dan radikal hidroksil (Winarsi, 2007).

d. Ellagitannin

Tanin secara umum didefinisikan sebagai senyawa polifenol yang memiliki berat molekul cukup tinggi (lebih dari 1000) dan dapat membentuk kompleks dengan protein. Berdasarkan strukturnya, tanin dibedakan menjadi dua kelas yaitu tanin terkondensasi (Condensed tannins) dan tanin terhidrolisiskan (hydrolysable tannins). Tanin terhidrolisis merupakan derivat dari asam galat yang teresterkan. Berdasarkan strukturnya, tanin ini dibedakan menjadi dua kelas yaitu, gallotanin dan ellagitanin. Perbedaan struktur keduanya adalah adanya ester asam galat pada gallotanin dan ester asam heksahidroksidifenat (HHDP) pada ellagitanin. Kedua ester asam tersebut berikatan dengan gluka. Ellagitanin yang dihidrolisis akan menghasilkan asam elagat. Oksidasi pernagkaian (*oxidative coupling*) pada gugus galoil dari gallotanin akan menghasilkan ellagitanin (Mullen *et al.*, 2002).

Ellagitanin secara alami banyak terkandung pada buah, herba, dan biji. Kandungan ellagitanin yang melimpah banyak ditemukan pada buah-buahan jenis beri seperti stroberi, raspberi, dan blackberi (Hannum, 2004). Ellagitanin yang terkandung pada buah stroberi terbukti memiliki efek antivirus terhadap HBV dengan mekanisme penghambatan sekresi antigen HBV pada infeksi hepasotit. Galloilasi (penambahan gugus galloi), perbedaan ikatan interflavan, dan sifat stereokimia dari gugus hidroksil berpengaruh secara kuat terhadap aktifitas penghambatan pertumbuhan virus. Efek penghambatan ini berkaitan dengan pencegahan terbentuknya kompleks enzim-asam nukleat (Talwar *et al.*, 2008).

2.2 Fungi

Fungi merupakan mikroorganisme eukariotik yang mempunyai ciri-ciri spesifik yaitu mempunyai inti sel, memproduksi spora, tidak mempunyai klorofil, dapat berkembang biar secara aseksual dan beberapa fungi mempunyai bagian-bagian tubuh berbentuk filamen-filamen dan sebagian lagi bersifat uniseluler. Beberapa fungi saprofitik, dapat juga menyerbu inang yang hidup kemudian tumbuh dengan subur sebagai parasit dan meimbulkan penyakit pada tumbuhan, hewan, termasuk manusia (Setiyani, 2010).

Identifikasi fungi atau kapang dapat dilakukan berdasarkan sifat-sifat morfologinya. Berdasarkan pengamatan secara mikroskopik, maka kapang atau fungi dapat ditentukan sampai genusnya atau kadang-kadang dapat ditentukan sampai tingkat spesies (Natsir, 2008). Pada kapang, tubuh kapang (thallus) dibedakan menjadi dua bagian yaitu miselium dan spora. Miselium merupakan kumpulan beberapa filamen yang disebut hifa. Bagian dari hifa yang berfungsi untuk mendapatkan nutrisi disebut hifa vegetatif, bagian hifa yang berfungsi sebagai alat reproduksi disebut hifa reproduktif atau hifa udara karena pemanjangannya mencapai bagian atas permukaan media tempat fungi ditumbuhkan (Pratiwi, 2008). Menurut Gandjar *et al.* (2006) morfologi fungi sebagai berikut:

A. Hifa

Hifa merupakan suatu struktur fungi berbentuk tabung menyerupai seuntai benang panjang yang terbentuk dari pertumbuhan spora atau konidia. Hifa berisi protoplasma yang dikelilingi oleh suatu dinding yang kuat. Pertumbuhan hifa

berlangsung terus-menerus di bagian apikal, sehingga panjangnya tidak dapat ditentukan secara pasti. Hifa yang tua mempunyai tambahan bahan pada dinding selnya, yaitu senyawa melanin dan lipid.

Hifa dapat dibedakan atas dua tipe hifa yang fungsinya berbeda, yaitu hifa vegetatif untuk mengabsorpsi nutrisi dan hifa fertil yang berperan untuk reproduksi. Berdasarkan morfologi hifa, secara mikroskopis dapat dibedakan hifa yang mempunyai septa dan yang tidak mempunyai septa.

B. Septum

Septum adalah suatu sekat yang membagi hifa menjadi kompartemen-kompartemen. Meskipun demikian protoplasma dari sel-sel masih berhubungan karena septum tersebut mempunyai lubang-lubang. Sebagian besar hifa fungi mempunyai septum sederhana (*simple septum*) dengan ukuran diameter pori \pm 0.05-0.5 mikrometer. Septum sederhana yaitu hanya ada satu pori atau lubang di tengah atau beberapa lubang pada satu septum mirip suatu saringan. Septum dolipor (*dolipore septum*), yaitu septum yang khas bentuknya, biasanya dimiliki oleh sebagian besar hifa Basidiomycota. Fungi sederhana seperti Zygomycota tidak mempunyai hifa berseptum. Septum hanya dibentuk apabila kapang tersebut akan membuat sel-sel khusus, misalnya klamidospora, zigospora, atau sporangium.

Sporangiospora, yaitu spora yang terbentuk di dalam sporangium. Inti-inti yang ada di dalam kolumela (ujung sporangiofor) akan keluar menembus dinding kolumela masuk ke dalam sporangium. Sporangium merupakan karpus untuk reproduksi aseksual mirip kantung yang berbentuk bulat atau semibulat. Semula

berwarna bening atau agak kekuning-kuningan karena mengandung senyawa β -katoten, kemudian berwarna hitam karena senyawa karoten mengalami polimerisasi yang disebabkan proses oksidasi. Di dalam sporangium protoplasma akan terbagi-bagi dan membulat menghasilkan kira-kira 100.000 sporangiospora yang masing-masing mengandung beberapa nukleus. Dinding sporangiospora yang juga mengandung senyawa sporopolenin seperti sporangium berwarna gelap, misalnya pada *Mucor sp.*, *Rhizopus sp.* dan *Absidia* (Gandjar *et al.*, 2006).

Klamidospora, yaitu sel hifa yang berdinding tebal yang terbentuk apabila lingkungan tidak menguntungkan untuk kehidupan fungi. Ukurannya menjadi lebih besar daripada sel-sel hifa lainnya. Dapat berbentuk globos, subglobos, atau silindris. Fungsinya sebagai *resting cell* (Gandjar *et al.*, 2006).

Fialid merupakan sel konidiogenos yang membentuk konidia secara blastis dan basipetal tanpa berubah bentuk. Hialin memiliki arti bening, tembus pandang, atau tidak berwarna. Kolumela merupakan suatu pembengkakan pada ujung suatu hifa fertil yang masuk ke dalam struktur yang membentuk spora. Konidium yaitu mitospora yang non-motil yang tidak dibentuk di dalam sporangium. Konidiofor yaitu hifa fertil, bisa tunggal atau bercabang yang membawa alat reproduksi. Stolon adalah hifa panjang pada *Rhizopus* yang terbentang antara dua rumpun rhizoid yang membawa fesikel-fesikel sporangiofor (Gandjar *et al.*, 2006).

2.2.1 Fungi Endofit

Segala sesuatu yang ada di muka bumi diciptakan bukan tanpa tujuan, melainkan semua diciptakan dengan tujuan tertentu, tetapi tidak semua tujuan

tersebut diketahui oleh manusia sehingga harus dipelajari terlebih dahulu. Allah SWT berfirman dalam QS al-Baqarah ayat 26:

﴿ إِنَّ اللَّهَ لَا يَسْتَحْيِي أَنْ يَضْرِبَ مَثَلًا مَّا بَعُوضَةٌ فَمَا فَوْقَهَا فَأَمَّا الَّذِينَ ءَامَنُوا فَيَعْلَمُونَ أَنَّهُ الْحَقُّ مِنْ رَبِّهِمْ وَأَمَّا الَّذِينَ كَفَرُوا فَيَقُولُونَ مَاذَا أَرَادَ اللَّهُ بِهَذَا مَثَلًا يُضِلُّ بِهِ كَثِيرًا وَيَهْدِي بِهِ كَثِيرًا وَمَا يُضِلُّ بِهِ إِلَّا الْفَاسِقِينَ ﴾

Artinya: “*Sesungguhnya Allah tiada segan membuat perumpamaan berupa nyamuk atau yang lebih rendah dari itu. Adapun orang-orang yang beriman, Maka mereka yakin bahwa perumpamaan itu benar dari Tuhan mereka, tetapi mereka yang kafir mengatakan: "Apakah maksud Allah menjadikan ini untuk perumpamaan?." dengan perumpamaan itu banyak orang yang disesatkan Allah, dan dengan perumpamaan itu (pula) banyak orang yang diberi-Nya petunjuk. dan tidak ada yang disesatkan Allah kecuali orang-orang yang fasik (QS. Al-Baqarah/2:26).*

Ayat diatas terdapat lafadz *fama fauqoha* yang diartikan sebagai hewan yang lebih kecil dari nyamuk. Dapat diasumsikan bahwa hewan yang lebih kecil dari nyamuk tersebut diantaranya mikroba, dimana pada pembahasan kali ini yaitu fungi endofit. Walaupun tidak bisa dilihat dengan kasat mata, beberapa fungi mempunyai manfaat bagi kehidupan manusia, satu diantaranya adalah fungi endofit yang dapat menghasilkan zat tertentu yang dapat dimanfaatkan baik sebagai obat, sebagai antibakteri, maupun sebagai antifungi.

Fungi endofit merupakan fungi yang hidup di dalam jaringan tumbuhan tanpa menimbulkan gejala penyakit pada tumbuhan inangnya. Fungi endofit mampu menghasilkan senyawa-senyawa bioaktif misalnya senyawa antibakteri, antifungi, antivirus, antikanker, antimalaria dan sebagainya (Strobel, 2003). Tan *et al.*, (2001) dalam Radji (2005) menambahkan bahwa setiap tanaman tingkat tinggi dapat mengandung beberapa mikroba endofit yang mampu menghasilkan

senyawa biologi atau metabolit sekunder yang diduga sebagai akibat koevolusi atau transfer genetik (*genetic recombination*) dari tanaman inangnya ke dalam mikroba endofit.

Asosiasi fungi endofit dengan tumbuhan inangnya, oleh Carrol (1988, dalam Worang, 2003) digolongkan dalam dua kelompok, yaitu mutualisme konstitutif dan induktif. Mutualisme konstitutif merupakan asosiasi yang erat antara fungi dengan tumbuhan terutama rumput-rumputan. Pada kelompok ini fungi endofit menginfeksi ovula (benih) inang, dan penyebarannya melalui benih serta organ penyerbukan inang. Mutualisme induktif adalah asosiasi antara fungi dengan tumbuhan inang, yang penyebarannya terjadi secara bebas melalui air dan udara. Jenis ini hanya menginfeksi bagian vegetatif inang dan seringkali berada dalam keadaan metabolisme inaktif pada periode yang cukup lama.

Berdasarkan sisi taksonomi dan ekologi, fungi ini merupakan organisme yang sangat heterogen. Petrini *et al.* (1992) menggolongkan fungi endofit dalam kelompok Ascomycotina dan Deuteromycotina. Keragaman fungi cukup besar seperti pada Loculoascomycetes, Discomycetes, dan Pyrenomycetes. Strobell *et al.* (1996), mengemukakan bahwa fungi endofit meliputi genus *Pestalotia*, *Pestalotiopsis*, *Monochaetia*, dan lain-lain (Worang, 2003).

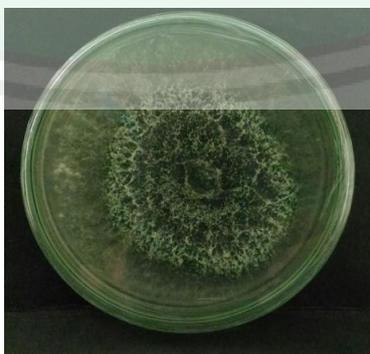
Worang (2003) melaporkan, bahwa fungi endofit dimasukkan dalam famili Balansiae yang terdiri dari 5 genus yaitu *Atkinsonella*, *Balansiae*, *Balansiopsis*, *Epichloe* dan *Myriogenospora*. Genus *Balansiae* umumnya dapat menginfeksi tumbuhan tahunan dan hidup secara simbiosis mutualistik dengan tumbuhan inangnya. Dalam simbiosis ini, fungi dapat membantu proses penyerapan unsur

hara yang dibutuhkan oleh tumbuhan untuk proses fotosintesis serta melindungi tumbuhan inang dari serangan penyakit, dan hasil dari fotosintesis dapat digunakan oleh fungi untuk mempertahankan kelangsungan hidupnya.

2.2.1.1 *Trichoderma* sp.

Fajrin (2013) menjelaskan bahwa *Trichoderma* sp. merupakan kapang endofit yang mampu mengendalikan pertumbuhan patogen tanaman. Mekanisme antagonis yang dilakukan *Trichoderma* sp. dalam menghambat pertumbuhan kapang patogen antara lain kompetisi, antibiosis dan lisis. Sifat antagonis dari *Trichoderma* sp. ini dapat dimanfaatkan sebagai alternatif dalam pengendalian kapang patogen yang bersifat ramah lingkungan.

Trichoderma sp. secara mikroskopis memiliki bentuk miselium halus dan berserabut. Miselium tumbuh cepat dengan awal pertumbuhan berwarna putih kemudian berubah menjadi hijau. Ciri mikroskopik dari fungi ini adalah mempunyai percabangan konidiofor yang banyak, hifa dan konidiofornya hialin, pada ujung konidiofor tumbuh sel-sel yang menyerupai botol (fialid), fialid tunggal atau membentuk kumpulan, konidia bersel tunggal, hialin dan berbentuk ovoid (Barnett dan Hunter, 1972).



Gambar 2.2 Penampakan makroskopis *Trichoderma* sp. (Rahmawati, 2016).

2.2.1.2 *Mucor* sp.

Genus *Mucor* dapat dibedakan dari *absidia*, *Rhizomucor*, dan *rhizopus* dengan tidak adanya *rhizoid*. Warna koloni *mucor* putih dan selanjutnya menjadi coklat keabuan saat umur isolat lebih dari 7 hari. Warna sebalik koloni putih kekuningan. Sporangiofor bercabang (*simpodial* dan *monopodial*), ukuran sporangia beragam, tumbuh kolumella, berdinding agak kasar, bercabang, dan berdiameter 8-11 μm . Hifa putih atau berwarna. Tinggi isolat beragam mulai 2-30 mm. Sporangium berwarna hialin. Sporangiospora berdinding halus, berbentuk lonjong hingga semi bulat. Hifa tidak bersepta. Kolumella berbentuk lonjong dengan dasar rata (Domsch *et al.*, 1980).

Mucor sp. dapat memproduksi hidroksi sianida (HCN) yang berfungsi dalam menghambat pertumbuhan patogen (Chadha *et al.* 2015). Menurut Eva *et al.* (2013) *Mucor* sp. menggunakan mekanisme kompetisi dan mikroparasitisme dengan tumbuh secara cepat dan berkompetisi bahan makanan sehingga mendesak pertumbuhan patogen. Kebanyakan genus *mucor* ini bersifat saprofit, tetapi beberapa spesies parasit pada tanaman atau jamur lain (Barnett, 1972).



Gambar 2.3 Penampakan makroskopis *Mucor* sp. (Rahmawati, 2016)

2.2.2 Fungi Patogen

Fungi yang dapat menyebabkan penyakit pada tanaman sering disebut sebagai fungi patogen. Penyakit akan timbul apabila fungi patogen berhubungan dengan jaringan tanaman yang hidup dan berkembang di dalamnya. Fungi patogen dalam tubuh tanaman mengeluarkan enzim dan toksin yang dapat menimbulkan penyakit. Terdapat dua rangkaian kejadian yaitu siklus hidup patogen dan siklus penyakit. Siklus hidup patogen dimulai dari patogen tumbuh sampai menghasilkan alat reproduksi. Siklus penyakit merupakan proses perubahan dalam tubuh tanaman dan keberadaan patogen (siklus hidup patogen) dalam waktu tertentu. Menurut Vidiana (2012) siklus penyakit meliputi:

a. Inokulasi

Inokulasi atau penularan merupakan kontak pertama kali antara patogen dengan tanaman. Patogen terbawa gen penularan (air hujan, angin, serangga, dan sebagainya) dan menempel pada bagian tanaman. Bagian patogen yang mengadakan kontak dengan tanaman disebut inokulum. Spora merupakan inokulum dari fungi, karena spora memiliki ukuran yang sangat kecil, jumlah yang sangat banyak, dan dapat disebarluaskan dengan cepat oleh air, ataupun angin setelah terbentuk.

b. Penetrasi

Penetrasi merupakan proses masuknya patogen atau bagian dari patogen ke dalam sel, jaringan atau tubuh tanaman inang. Patogen melakukan penetrasi ke permukaan tanaman, ke dalam sel, jaringan atau tubuh tanaman inang melalui

lubang-lubang alami (stomata) melalui luka, langsung menembus permukaan tubuh tanaman, atau melalui perantara (pembawa).

c. Infeksi

Infeksi merupakan suatu proses di mulainya patogen memanfaatkan nutrient dari tanaman. Patogen akan tumbuh dan berkembang di dalam jaringan tanaman selama proses infeksi. Setelah patogen menembus ke dalam tubuh tanaman, atau menembus epidermis tanaman, ujung pembuluh kecambah fungi patogen membesar dan membentuk apresorium. Apresorium membentuk hifa infeksi yang berbentuk tonjolan kecil yang kemudian berkembang ke semua arah dan membentuk haustorium yang menghisap makanan dari sel tumbuhan.

d. Periode inkubasi

Perubahan Inkubasi merupakan waktu yang dibutuhkan patogen dari mulai inokulasi sampai timbul gejala. Lamanya periode inkubasi berbagai penyakit tumbuhan tergantung dari hubungan patogen dengan inang dan tingkat perkembangan inang dengan faktor lingkungan. Bila gejala penyakit telah terbentuk, artinya patogen telah melakukan reproduksi inokulum sekunder.

e. Invasi

Invasi merupakan tahap pertumbuhan dan perkembangan patogen setelah terjadi infeksi. Fungi patogen umumnya melakukan invasi pada tanaman dimulai sejak proses infeksi dengan cara tumbuh di dalam jaringan tanaman inang, sehingga tanaman inang selain kehilangan nutrisi juga mengalami kerusakan pada sel atau jaringannya. Kerusakan pada sel atau jaringan tanaman ini dapat dilihat secara visual sebagai serangan penyakit pada tanaman.

f. Reproduksi

Tahap reproduksi adalah tahap patogen secara terus menerus tumbuh dan berkembang serta memperbanyak diri dengan intensif di dalam tanaman dalam jangka waktu yang tidak terbatas. Tingkat reproduksi patogen berbeda, tergantung pada jenis patogen dan keadaan lingkungan. Sebagai contoh, fungi dapat memproduksi jutaan spora dalam 1 cm² pada jaringan yang terinfeksi fungi.

g. Penyebaran

Penyebaran merupakan perpindahan inokulum dari sumber ke tempat lainnya. Penyebaran patogen dapat terjadi secara aktif yaitu spora mampu berpindah dalam jarak yang relatif pendek dan secara pasif melalui perantara angin, air, serangga, manusia.

2.2.3 Fungi Penyebab Penyakit Bercak Daun (*Leaf Spot*) pada Tanaman Stroberi (*Fragaria x ananassa*)

penyakit bercak daun penyebabnya dapat berbeda-beda, antara lain:

1. Bercak daun *Mycosphaerella fragariae*

a. Ciri Morfologi

Konidifor berkelompok pada stomata hialin atau berwarna gelap. Konidia hialin, pada umumnya bersel 2 berbentuk tabung (cylindrical), dan kadang-kadang berada dalam rangkaian yang pendek (Streets, 1980).

b. Gejala Penyakit

Bercak kecil ungu tua pada daun, selanjutnya pusat bercak berwarna coklat akan berubah menjadi putih (Rukmana, 1998). Sisi bawah tulang daun yang bersinggungan dengan bercak berwarna ungu kemerahan. Seluruh daun dapat

mati. Infeksi dapat terjadi pada tangkai daun, tangkai buah dan buah (Semangun, 2003).

c. Daur Hidup

Perithesia dan sklerotia keluar, spora (konidia) menghasilkan fruiting bodi yang kecil dan gelap pada bagian daun yang luka, dan menjadi sumber inokulum. Konidia menempel pada permukaan daun dan menghasilkan tabung kecambah yang terus melakukan penetrasi melalui stomata. Konidia yang baru menghasilkan konidiofor yang tumbuh pada stomata. Konidia ini dibawa oleh percikan air hujan ke daun baru, konidia menghasilkan infeksi pada daun baru, serangan yang berat terjadi pada daun muda dan waktu yang diperlukan adalah 12-96 jam.

2. Bercak Daun *Pestalotiopsis disseminata* (Thum) Stev.

a. Ciri Morfologi

Fungi ini memiliki konidium berbentuk kumparan, bersekat 4, mempunyai 3 septa apikal, berukuran 25-28 x 6-7 μm . Spora fungi (konidium) disebarkan melalui angin, untuk jarak dekat spora dapat terbawa oleh percikan air dan serangga. Konidia berukuran 84.6-96.8 μm dan terdiri atas lima sel yang berjajar. Biasanya jajaran sel lurus, kadang-kadang agak membentuk lengkungan dengan salah satu ujungnya terbentuk metula. Metula hialin yang terletak di ujung sel apikal berjumlah 2-3 dengan panjang 92,3-107,1 μm , posisinya agak melengkung, metula tampaknya mudah lepas dari pangkalnya (Semangun, 2008).

b. Gejala Penyakit

Gejala serangannya adalah pada daun yang telah terserang akan timbul bercak-bercak bulat dan pada pusatnya berwarna cokelat tua dikelilingi oleh tepi yang berwarna cokelat kemerahan atau kekuningan, dan mudah lepas dari bagian yang sehat. Pada serangan yang berat dapat menyebabkan daun rontok (gugur) (Rukmana, 1998).

b. Daur Hidup

Spesies *Pestalotiopsis* awalnya membuat kontak dengan inang sehingga terjadi infeksi dengan cara konidia atau spora terfragmentasi. Inokulum ini dapat bertahan selama kondisi cuaca ekstrem. Cendawan *Pestalotiopsis* spp. masuk lewat luka terbuka pada daun tua, kulit buah, atau kulit batang. Spora menyebar dengan bantuan angin dan air, naik percikan air hujan atau penyiraman.

3. Bercak Daun (*Rhizoctonia solani*)

a. Ciri Morfologi

Dalam biakan murni miselium muda tidak berwarna, yang tua berwarna cokelat. Pada waktu masih muda percabangan hifa membentuk sudut runcing dan didekat sambungan terdapat lekukan. Setelah tua percabangan membentuk sudut siku-siku terbagi menjadi sel-sel pendek, jorong dan dapat membentuk sklerotium berwarna cokelat (Semangun, 2003).

b. Gejala Penyakit

Jamur ini dapat menyebabkan bercak-bercak berukuran besar berwarna cokelat sampai hitam pada daun (Rukmana, 1998).

c. Daur Hidup

Rhizoctonia solani dapat mempertahankan diri dari musim ke musim di dalam tanah atau sebagai sklerotium. Patogen ini berkembang dalam tanah dengan pH 5,8-8,1 dan suhu tanah 15-18°C. Pada suhu 21-24°C menyebabkan penyakit tidak merugikan (Semagun, 2003).

2.3 Fungi Endofit sebagai Antagonis terhadap Patogen Tanaman

Fungi endofit merupakan agen hayati yang bersifat antagonistik (Kusumawardani *et al.*, 2015). Fungi endofit sebagai antagonis mempunyai aktivitas yang tinggi dalam menghasilkan enzim yang dapat digunakan untuk mengendalikan patogen. Fungi endofit dan inangnya dapat membentuk hubungan yang saling menguntungkan (Sudantha dan Abadi, 2011).

Mekanisme fungi endofit dalam melindungi tanaman terhadap serangan serangga ataupun patogen meliputi perangsangan pertumbuhan tanaman sehingga lebih tahan terhadap serangan patogen, kolonisasi jaringan tanaman sehingga patogen sulit berpenetrasi, dan hiperparasit (Yulianti, 2013).

Fungi endofit berpenetrasi ke dalam sel tanaman melalui celah alami ataupun lewat luka, lentisel, serangga, kumbang tanduk, dan beberapa binatang yang hidup dan berkembang baik di pohon. Fungi endofit juga dapat masuk dalam jaringan tanaman dengan menggunakan enzim hidrolitik seperti selulosa dan pektinase. Selain itu fungi endofit dapat menghasilkan hormon pertumbuhan, zat antibiotik serta metabolit sekunder lain yang bermanfaat dalam bidang pertanian, farmasi maupun industri. Fungi endofit melindungi tanaman dari serangan patogen yaitu melalui mekanisme kompetisi, induksi resistensi, antagonisme, dan mikroparasit.

Fungi endofit ini juga dapat menginduksi respon metabolisme inang, sehingga menjadi resisten terhadap patogen tanaman dan produksi tanamanpun meningkat (Fatmawati, 2015).

2.4 Mekanisme Kerja Antifungi

Mekanisme kerja antifungi dibagi menjadi lima, yaitu diuraikan sebagai berikut (Pelczar dan Chan, 2008):

1. Merusak Dinding Sel

Dinding sel merupakan suatu lapisan luar yang berfungsi memberi bentuk pada sel dan melindungi isi sel dari lingkungan luar. Pembentukan dinding sel melibatkan reaksi enzimatik. Banyak reaksi enzimatik dapat dihalangi oleh zat antimikroba. Misalnya kitinase dapat menghidrolisis kitin penyusun dinding sel jamur. Kerusakan pada dinding sel dapat mengakibatkan perubahan-perubahan yang menyebabkan kematian sel.

2. Mengubah Permeabilitas Membran Sel

Membran sel berperan penting dalam permeabilitas selektif, transpor nutrisi ke dalam sel, dan dalam pelepasan hasil-hasil metabolisme ke luar sel. Peran penting itu tidak bisa digantikan dengan organel lain di dalam sel. Oleh karena itu apabila membran sel mengalami kerusakan, maka fungsi dalam permeabilitas membran juga mengalami kerusakan. Kerusakan ini menyebabkan sel menjadi terhambat dan mati.

3. Kerusakan Sitoplasma

Sitoplasma sel terdiri dari 80% air, asam nukleat, protein, karbohidrat, lipid, dan berbagai senyawa lain. Kehidupan sel tergantung pada terpeliharanya

komponen-komponen tersebut agar tetap berada di dalam sel dan melakukan fungsinya. Sel dapat mengalami koagulasi dan denaturasi akibat adanya zat kimia dengan konsentrasi yang tinggi.



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksplorasi eksperimen. Penelitian eksplorasi dengan cara mengisolasi fungi patogen dari daun stroberi (*Fragaria x ananassa*) yang menunjukkan gejala bercak daun (*Leaf Spot*) yang diperoleh dari daerah perkebunan stroberi Desa Pandanrejo, Kecamatan Karangploso, Kabupaten Malang. Penelitian eksperimen dengan menguji isolat fungi *Trichoderma* sp. dan *Mucor* sp. yang didapatkan dari hasil isolasi fungi endofit tanaman stroberi (*Fragaria x ananassa*) sebagai antagonis dalam memberikan hambatan pada fungi patogen penyebab bercak daun (*Leaf Spot*) pada tanaman stroberi (*Fragaria x ananassa*).

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April sampai November 2017, di Laboratorium Mikrobiologi, Laboratorium Optik Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

3.3.1 Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Laminar Air Flow* (LAF), autoklaf, hot plate dan stirrer, cawan petri, jarum ose, bunsen, pengaduk kaca, pinset, pisau skalpel setril, botol flakon, botol falkon, stirer, blue tip, gelas

ukur, tabung reaksi, mikropipet, erlenmeyer, penggaris, timbangan analitik, beaker glass, lemari pendingin, kompor gas, dan kamera.

3.3.2 Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah daun stroberi (*Fragaria x ananassa*) yang menunjukkan gejala bercak daun (*Leaf Spot*) dari Desa Pandanrejo, Karangploso, Malang, biakan murni fungi endofit *Trichoderma* sp. dan *Mucor* sp. hasil isolasi dari stroberi (*Fragaria x ananassa*) dari Desa Pandanrejo, Karangploso, Malang, media PDA (*Potato Dextrose Agar*), PDB (*Potato Dextrose Broth*) dan YE (*Yeast Extract*), kloramfenikol sebagai antibakteri, aquades steril, 5,3%, alkohol 70%, plastik wrab, plastik tahan panas merck petromax, karet gelang, kapas, alumunium foil, spirtus, kain kasa, kertas whatman No.1, kertas label, dan tisu.

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Sterilisasi Alat dan Bahan

Sterilisasi alat dan bahan dilakukan dengan cara membungkus alat-alat dengan alumunium foil, kertas dan dimasukkan dalam plastik, kemudian dimasukkan ke dalam autoklaf pada suhu 121° C dengan tekanan 15 psi (*per square inchi*) selama 15 menit.

3.4.2 Pembuatan Media *Potato Dextrose Agar* (PDA)

Media PDA digunakan untuk isolasi dan pemurnian fungi endofit, serta untuk uji antagonis. Ditimbang PDA sebanyak 39 gram dan kloramfenikol 0,2 gram kemudian ditambahkan aquades sampai 1 liter. Seluruh bahan tersebut dipanaskan sampai mendidih di atas *hot plate* dan diaduk dengan *strirer* hingga

homogen. Media yang telah mendidih selanjutnya dilakukan sterilisasi dengan autoklaf selama 15 menit pada suhu 121⁰C, tekanan 1 atm.

3.4.3 Isolasi Fungi Patogen Penyebab Bercak Daun (Leaf Spot) pada Tanaman Stroberi (*Fragaria x ananassa*)

Isolasi patogen dilakukan dengan cara memotong bagian daun yang menunjukkan gejala bercak daun yang berbeda dengan memotong ½ bagian sehat dan ½ bagian terinfeksi dengan ukuran sekitar 1x1cm, dicelupkan ke dalam botol berisi aquades steril, selanjutnya dicelupkan kedalam botol berisi alkohol 70% selama 2 menit untuk menghilangkan kontaminasi pada bagian luarnya, kemudian dibilas kembali dengan mencelupkan kedalam botol berisi aquades steril. Setelah itu diletakkan pada permukaan media *Potato Dextrose Agae* (PDA) yang telah diisi antibiotik *cloramfenikol*, dan diinkubasi selama 5 hari pada suhu 27-28⁰C (Suryanti, 2013).

3.4.4 Pemurnian Fungi Patogen

Fungi patogen yang telah tumbuh pada media isolasi PDA, dimurnikan masing-masing yang dianggap berbeda berdasarkan kenampakan morfologi makroskopis meliputi warna dan bentuk koloni pada media PDA baru dengan menggunakan jarum ose. Bila fungi endofit yang tumbuh masih bercampur dengan fungi yang lain maka dipurifikasi kembali. Hal ini berfungsi untuk memperoleh isolat fungi patogen yang murni (Tirtana, 2013). Fungi patogen diinkubasi pada suhu ruang selama 3-5 hari sesuai dengan pertumbuhannya (Noverita dan Emawati, 2009).

3.5 Pemiakan Fungi Endofit *Trichoderma* sp. dan *Mucor* sp.

Perbanyak biakan murni fungi *Trichoderma* sp. dan *Mucor* sp. dilakukan di dalam LAF dengan cara menumbuhkan isolat pada media PDA yang telah dituang ke dalam cawan petri steril. Isolat fungi *Trichoderma* sp. diambil menggunakan jarum ose sebanyak 1 ose, kemudian diinokulasikan ke dalam media PDA. Isolat diinkubasi dengan inkubator pada suhu 28° C kurang lebih 5-7 hari hingga tumbuh dengan menampakkan konidianya dari media menggunakan *skalpel* steril agar tidak terjadi kontaminasi saat dilakukan pemotongan. Perlakuan sama juga diberikan pada isolat *Mucor* sp.

3.6 Identifikasi Isolat Fungi Patogen

Fungi patogen yang telah diinkubasi selama 7 hari pada suhu ruang diidentifikasi berdasarkan ciri-ciri makroskopik maupun mikroskopik. Pengamatan ciri berdasarkan penampakan makroskopik dengan cara melihat secara langsung warna permukaan, warna permukaan baliknya, bentuk permukaan, dan tepi koloni fungi endofit. Sedangkan pengamatan ciri secara mikroskopik yaitu dengan cara melihat melalui mikroskop, diantaranya bentuk konidia, hifa, dan konidiofor fungi patogen.

Pembuatan preparat untuk pengamatan yang menggunakan mikroskop binokuler adalah sebagai berikut (Yosmar *et al*, 2013):

1. Dipotong medium PDA (*Potato Dextrose Agar*) 1 cm² dari cawan petri dengan silet steril secara aseptis.
2. Diletakkan masing-masing potongan media tersebut di atas obyek glass steril.

3. Dikultur isolat fungi patogen yang ingin diidentifikasi dengan cara ditanam pada sisi tengah media.
4. Ditungkup obyek glass dengan deck glass kemudian ditekan secara perlahan.
5. Diletakkan obyek glass tersebut di atas tissue yang telah dibasahi dengan aquades steril dalam cawan petri steril dan di inkubasi pada suhu 20-25⁰C selama 5-7 hari.
6. Dilakukan pengamatan dengan cara disiapkan obyek glass dan di teteskan 1 tetes larutan *Lactophenol cotton blue* sebagai pewarna.
7. Ditungkup tetesan larutan Lactophenol cotton blue dengan deck glass dari hasil kultur fungi patogen.
8. Diamati di bawah mikroskop komputer dengan perbesaran 100x dan 400x.
9. Diamati semua bentukan dan ukuran fungi endofit dari konidia, hifa, konidiofor dan rhizoid.
10. Hasil pengamatan dikomparasikan dengan buku identifikasi jamur oleh Barnett (1972) untuk menentukan fungi tersebut termasuk dalam genus tertentu.

3.7 Uji Antagonis Fungi Endofit terhadap Fungi Patogen

3.7.1 Uji Antagonis

Pengujian antagonis fungi endofit terhadap fungi patogen secara *in vitro* dilakukan dengan metode dua kultur (*dual culture method*), yaitu dengan cara menumbuhkan isolat fungi patogen dengan isolat fungi endofit secara berhadapan dengan jarak 3 cm pada cawan petri berdiameter 9 cm yang berisi media PDA secara bersamaan, kemudian di inkubasi selama 7 hari dalam suhu kamar yaitu

sekitar 28-30⁰C. Jumlah perlakuan uji antagonis yang di lakukan sebanyak jamur patogen yang ditemukan dan di ulang tiga kali, perlakuan kali ini menggunakan 1satu isolat kontrol, yaitu isolat tunggal fungsi patogen yang di tumbuhkan bersamaan dengan uji antagonis *in vitro* (Intan, 2014).

3.7.2 Parameter Pengamatan

Parameter pengamatan yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Diameter Miselium (cm)

Data diperoleh dengan mengamati dan mengukur diameter pertumbuhan koloni patogen dan jamur endofit yang terbentuk setiap hari sampai 7 hari. Parameter diameter miselium ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar diameter miselium dari masing-masing fungsi endofit dan patogen dalam satu cawan, apakah pertumbuhan fungsi endofit lebih cepat dari fungsi patogen atau sebaliknya. Data diameter miselium patogen yang diperoleh kemudian digunakan untuk mengetahui persentase daerah hambatan fungsi endofit terhadap patogen (Suciatmih, 2014).

2. Presentase Hambatan Pertumbuhan (%)

Presentase daya hambat jamur antagonis dihitung dengan rumus Skidmore dan Dickinson (1976, *dalam* Suciatmih 2014):

$$PI = \frac{C - T}{C} \times 100\%$$

Keterangan:

- PI = hambatan pertumbuhan miselium (%)
- C = diameter miselium patogen pada cawan petri kontrol (cm)
- T = diameter miselium patogen pada cawan petri perlakuan (cm)

3.8 Analisa Data

Data yang diperoleh dari hasil identifikasi fungi patogen asal tumbuhan stroberi (*Fragaria x ananassa*) dianalisa secara deskriptif meliputi karakteristik makroskopis dan mikroskopis. Uji antagonis meliputi diameter miselium (cm) dan presentase daerah hambatan yang terbentuk pada media PDA. Data yang diperoleh diuji secara statistik dengan menggunakan *Analisis Varian Oneway* (ANOVA) untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh fungi endofit terhadap fungi patogen pada uji antagonis, apabila terdapat pengaruh, maka dilanjutkan dengan uji lanjut Duncan pada taraf signifikansi ($\alpha=5\%$) untuk mengetahui perbedaan nyata antar perlakuan.

3.9 Pengamatan Mekanisme Antagonis

Pengamatan mekanisme antagonis menurut Skidmore & Dickson (1976) dilakukan secara makroskopis melalui pengamatan langsung pada biakan ganda (*dual culture*) dan secara mikroskopis dengan cara mengambil potoongan hifa 1cm x 1cm di daerah kontak kedua fungi, kemudian diletakkan pada obyek glass dan diamati di bawah mikroskop. Mekanisme interaksi yang terjadi antara fungi patogen dengan fungi antagonis didasarkan pada kriteria, anatara lain:

- a. Kompetisi, apabila koloni fungi antagonis menutupi koloni patogen dan pertumbuhan fungi antagonis lebih cepat untuk memenuhi cawan petri berdiameter 9 cm. Pada daerah kontak, hifa patogen mengalami lisis.
- b. Antibiosis, apabila terbentuk zona kosong di antara fungi patogen dengan fungi antagonis, terdapat perubahan bentuk hifa patogen, dihasilkan pigmen di permukaan bawah koloni fungi antagonis.

- c. Parasitisme, apabila fungi antagonis tumbuh di atas hifa patogen, pada daerah kontak ditemukan hifa fungi antagonis melilit hifa patogen, serta mengalami lisis.



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Isolasi Fungi Patogen Penyebab Bercak Daun (*Leaf Spot*) pada Tanaman Stroberi (*Fragaria x ananassa*)

Fungi patogen yang telah berhasil diisolasi dari bagian daun stroberi yang menunjukkan gejala bercak daun yaitu adanya bercak membentuk lingkaran, berwarna coklat gelap dan pada pusatnya berwarna kuning. Gejala bercak daun pada tanaman stroberi biasanya tidak menyeluruh pada semua bagian daun, namun hanya terdapat pada beberapa titik pada daun yang apabila gejala menyuluruh pada daun dapat menyebabkan kematian (Lampiran 16.1). Ilmiyah (2015) juga menjelaskan bahwa tanaman yang menunjukkan gejala bercak daun yaitu yang menunjukkan lesi pada daun, membentuk bercak nekrotik berbentuk lingkaran berdiameter 2-5 mm, serta berwarna coklat. Hasil Enam isolat fungi yang didapat dari isolasi memiliki ciri makroskopis dan mikroskopis yang berbeda-beda. Pengamatan fungi secara makroskopis dilakukan dengan mengamati secara langsung perkembangan dari masing-masing isolat, dan diamati mulai dari bentuk koloni, tepi koloni, warna permukaan, warna belakang, dan ada tidaknya lingkaran konsentris. Pengamatan secara mikroskopis meliputi ada atau tidaknya sekat pada hifa, warna konidia, ada atau tidaknya vesikula. Dari hasil pengamatan disajikan pada tabel 4.1 berikut.

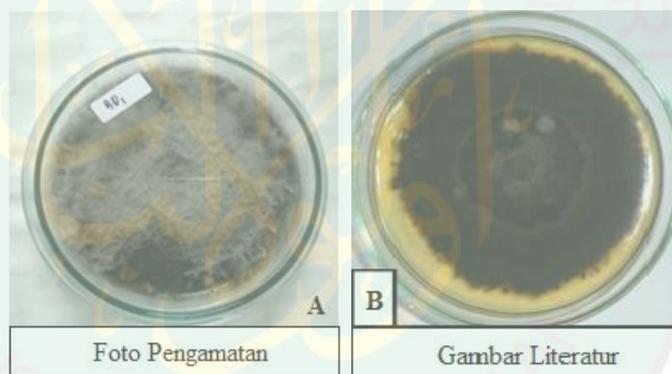
Tabel 4.1 Hasil Isolasi Fungi Patogen Penyebab Bercak Daun (*Leaf Spot*) pada Tanaman Stroberi (*Fragaria x ananassa*)

Kode Isolat	Tipe Bercak	Ciri-ciri Koloni				
		Bentuk koloni	Tepi Koloni	Warna Permukaan Koloni	Warna Belakang Koloni	Ada atau Tidaknya Lingkaran Konsentris
BD1	Berbentuk lingkaran, warna coklat gelap	Bulat	Rata	Abu-abu kehitaman	Hitam	Tidak ada
BD2	Bercak bulat, pusat berwarna kuning, tepi berwarna coklat	Bulat	Rata	Putih ke abu-abuan	Tepi putih, tua menjadi hitam	Tidak ada
BD3	Bercak bulat, pusat berwarna kuning, tepi berwarna coklat	Bulat	Rata	Putih	Putih	Ada
BD4	Bercak kecil ungu tua, pusat berwarna putih	Bulat	Rata	Putih	Putih	Tidak ada
BD5	Bercak coklat kehitaman	Bulat	Rata	Abu-abu Cokelat	Cokelat kehitaman	Tidak ada
BD6	Bercak bulat besar, pusat berwarna kuning	Bulat	Rata	Putih		Tidak ada

4.2 Identifikasi Isolat Fungi Patogen Penyebab Bercak Daun (*Leaf Spot*) pada Tanaman Stroberi (*Fragaria x ananassa*)

Berdasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan, fungi patogen penyebab bercak daun (*Leaf Spot*) pada tanaman stroberi dapat diidentifikasi melalui pengamatan makroskopis dan mikroskopis. Pengamatan makroskopis meliputi warna permukaan depan dan belakang koloni, tepi koloni, dan ada atau tidaknya lingkaran konsentris. Sedangkan untuk pengamatan mikroskopis isolat fungi meliputi ada tidaknya septa pada hifa, bentuk hifa (spiral, bersekat, atau mempunyai rhizoid), bentuk spora, dan konidia.

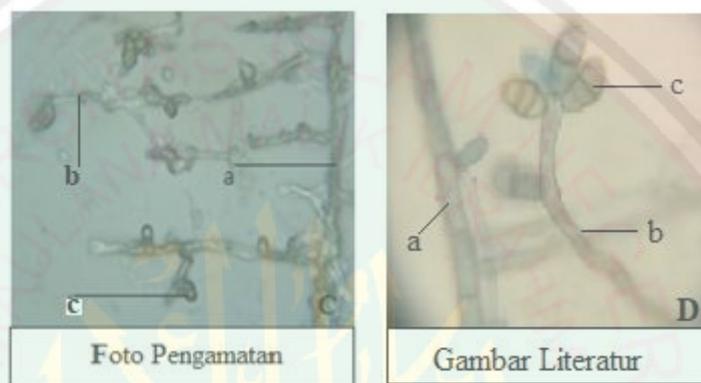
4.2.1 Identifikasi Isolat BD1 (*Alternaria* sp.)



Gambar 4.1. Karakteristik kapang patogen hasil isolasi (a&b) penampakan isolat secara makroskopis dalam medium PDA pada masa inkubasi 7 hari, serta gambar literatur (Nasiroh *et al*, 2015)

Hasil pengamatan secara makroskopis isolat BD1 menunjukkan bahwa ciri secara makroskopis yaitu memiliki warna koloni abu-abu hitam kecoklatan, warna sebalik koloni berwarna hitam, tepi koloni rata, dan tidak memiliki lingkaran konsentris. Pada awal pertumbuhan koloni berwarna abu-abu yang kemudian berubah menjadi abu-abu hitam kecoklatan ketika sudah tua. Hal ini sesuai dengan pernyataan Ata (2015) bahwa karakter morfologi makroskopis

fungi *Alternaria* sp. pada hasil penelitiannya yaitu memiliki warna koloni coklat keabuan, sifat koloni beludru, berkapas, dan warna khas bagian dasar hitam kecoklatan. Dwiastuti (2013) juga menjelaskan bahwa *Alternaria* sp. mempunyai miselium gelap dan pada jaringan tua memproduksi konidiofor pendek, berwarna gelap, sederhana, dan tegak yang dapat menopang konida.



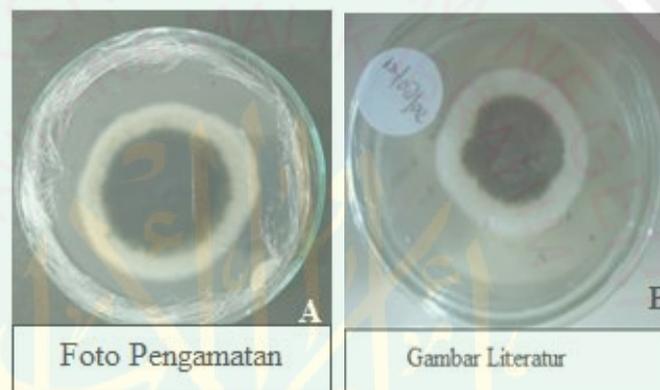
Gambar 4.2. Karakteristik kapang patogen hasil isolasi (c&d) penampakan mikroskopis (400x) serta gambar literatur (Farida, 2017). Keterangan: a. Hifa, b. Konidiofor, c. Konidia

Pengamatan secara mikroskopis menunjukkan bahwa isolat BD1 memiliki konidia yang cukup besar, bersepta, berwarna coklat, konidia tumbuh bergerombol. Hal ini juga dijelaskan oleh Gandjar *et al*, (2000) bahwa *Alternaria* sp. memiliki ciri-ciri koloni berwarna hitam atau hijau tua kehitaman atau abu-abu kehitaman atau abu-abu tua. Konida bersepta 1 hingga 3, konidia berwarna coklat dan ber dinding halus, membentuk rantai dan sering kali bercabang.

Menurut Barnett dan Hunter (1972), secara mikroskopis *Alternaria* sp memiliki konidiofor gelap, berbentuk bulat atau simpodial, agak pendek ada juga yang memanjang, konidia berwarna gelap, biasanya dengan septa silang atau longitudinal, bentuk bermacam-macam dari obclavate ke elips atau ovoid.

Alternaria sp biasanya parasit atau saprofit pada tanaman. *Aletrnaria alternata* menyebabkan munculnya penyakit bercak daun (*Leaf Spot*) pada tanaman stroberi. Wada *et al.*, (1995 dalam Ilmiah, 2015) menjelaskan bahwa infeksi *A. alternata* menyebabkan kerusakan pada jaringan daun, buah, tangkai buah, dan kaliks tanaman stroberi.

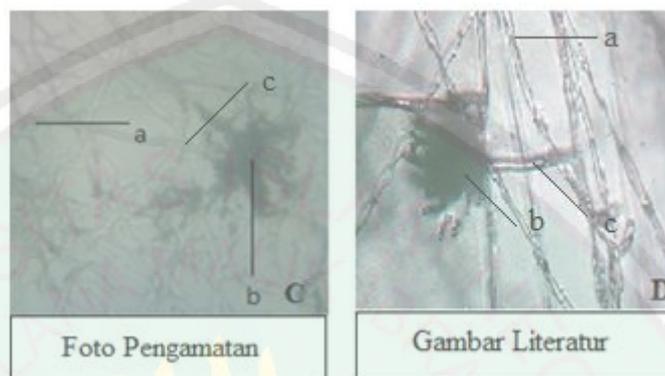
4.2.2 Identifikasi Isolat BD2 (*Aspergillus* sp1)



Gambar 4.3 Gambar 4.1. Karakteristik kapang patogen hasil isolasi (a&b) penampakan isolat secara makroskopis dalam medium PDA pada masa inkubasi 7 hari, serta gambar literatur Wulandari (2016)

Pengamatan makroskopis pada isolat fungi BD2 yang ditumbuhkan pada media PDA memiliki bentuk koloni bulat, tepian koloni rata, permukaan koloni berserabut halus dan berwarna hitam. Pada awal pertumbuhan koloni berwarna putih yang lama kelamaan berubah menjadi hitam dengan tepian berwarna putih (Gambar 4.3). Berdasarkan hasil pengamatan isolat BD2 ciri-ciri yang tampak pada isolat tersebut diduga isolat fungi patogen BD2 termasuk dalam Genus *Aspergillus* sp. Djarir (2003) juga menjelaskan bahwa koloni *Aspergillus* sp. pada awalnya berwarna putih, kemudian cepat berubah menjadi gelap dan memproduksi konidia. Hal ini juga dijelaskan oleh Wulandari (2016) pada hasil

penelitiannya bahwa, pada pengamatan *Aspergillus* sp. secara makroskopis yang ditumbuhkan pada media PDA menunjukkan koloni yang berbentuk bulat, tekstur lembut, tepi koloni rata, serta berwarna hitam dan coklat kehitaman.



Gambar 4.4. Karakteristik kapang patogen hasil isolasi (c&d) penampakan mikroskopis (400x) serta gambar literatur (Farida, 2017). Keterangan: a. Hifa, b. Konidia, c. Konidiofor

Pengamatan secara mikroskopis pada isolat BD2 tampak memiliki ciri hifa tidak bersekat, konidia memancar dan membentuk rantai pada ujung konidiofor, konidiofor tegak dan sederhana dan konidiofor muncul tidak bercabang. Hasil pengamatan tersebut menunjukkan bahwa isolat BD2 termasuk dalam Genus *Aspergillus*. Hal ini juga dijelaskan oleh Wulandari (2016) bahwa pada pengamatan mikroskopis *Aspergillus* memiliki hifa hialin dan struktur hifa memanjang tidak bercabang, serta memiliki konidia bulat dan berwarna coklat kehitaman.

Watanabe (1937) juga menjelaskan bahwa pada *Aspergillus* sp. memiliki konidiofor hialin, tegak, sederhana, dan berdinding tebal, konidiofor menggelembung pada ujung dan membentuk vesikula globular, pada konidia terbagi menjadi lebih dari 4 kolom, terlihat lebih dari 15 konidia yang membentuk

rantai, vesikel berbentuk bulat, pialid meruncing di bagian ujung, konidia berwarna coklat hingga hitam, berbentuk globus dengan ukuran kecil. Hardianti (2016) juga menjelaskan bahwa secara umum *Aspergillus* sp. memiliki ciri mikroskopis yaitu konidiofor muncul tidak bercabang, yaitu pada sel kaki khusus, konidiofor membesar pada ujung, membentuk vesikel yang membengkak. Tekstur seperti beludur atau kapas. Genus *Aspergillus* sp. pada tanaman stroberi biasanya menyerang pada bagian bunga (Sesan, 2006).

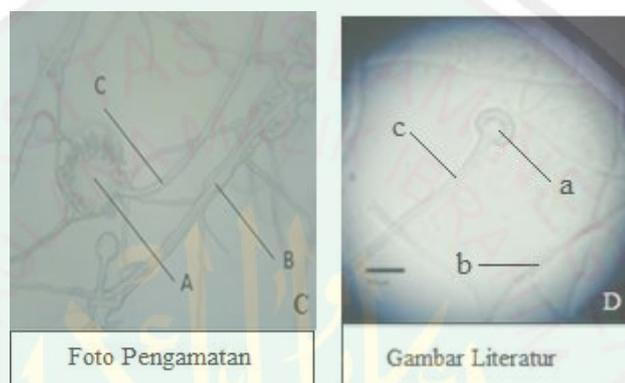
4.2.3 Identifikasi Isolat BD3 (*Aspergillus* sp2)



Gambar 4.1. Karakteristik kapang patogen hasil isolasi (a&b) penampakan isolat secara makroskopis dalam medium PDA pada masa inkubasi 7 hari, serta gambar literatur Syaifurrisal (2014).

Hasil pengamatan secara makroskopis yang telah dilakukan, isolat BD3 memiliki bentuk koloni bulat, tepi koloni utuh, permukaan koloni berserabut putih, miselium berwarna putih dan semakin tebal setelah koloni berumur lebih dari 7 hari, warna tampak depan putih, dan warna tampak belakang putih kekuningan, terdapat lingkaran konsentris. Pada awal pertumbuhan miselium berwarna putih yang lama-kelamaan berubah menjadi putih tulang hingga krem. Hal ini sesuai pendapat Murray *et al.* (2007) bahwa *Aspergillus* sp. memiliki ciri

secara makroskopis koloni berwarna putih sampai krem. Yesmar (2013) juga menjelaskan dari hasil penelitiannya bahwa Genus *Aspergillus* sp. memiliki koloni berwarna putih dan setelah tua berwarna kuning muda. *Aspergillus* sp. memiliki permukaan koloni yang timbul dan kasar, dan warna belakang medium tidak berubah yaitu tetap berwarna putih kekuning-kuningan.



Gambar 4.6 Karakteristik kapang patogen hasil isolasi (a&b) penampakan isolat secara makroskopis dalam medium PDA pada masa inkubasi 7 hari; (c&d) penampakan mikroskopis (400x) serta gambar literatur Syaifurrisal (2014).

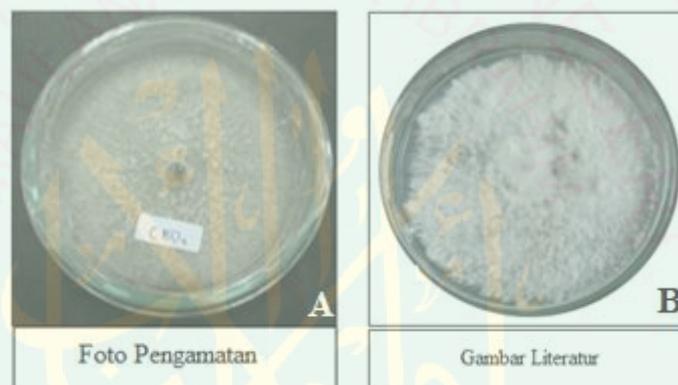
Keterangan: a. Konidia, b. Hifa, c. Konidiofor

Pengamatan secara mikroskopis menunjukkan bahwa isolat BD3 memiliki ciri hifa tidak bersepta, dengan konidia berbentuk bulat. Hal ini sesuai pendapat Murray *et al.* (2007) bahwa *Aspergillus* sp. memiliki ciri secara mikroskopis yaitu, memiliki konidiofor tidak berwarna, memiliki vesikel yang berbentuk bulat, konidia bulat dan halus.

Campbell (2013) juga menjelaskan bahwa *Aspergillus* sp. memiliki ciri secara makroskopis koloni berwarna putih sampai krem pucat, secara mikroskopis *Aspergillus* sp. memiliki kepala yang lebih besar, vesikel berbentuk bulat dengan filialid dan metula yang meliputi seluruh permukaan, dan kadang-kadang disepertiganya saja, memiliki konidia bulat bisa juga oval dan tidak berwarna.

Aspergillus sp. merupakan fungi yang biasanya terdapat pada tanaman yang mati atau busuk, juga pada biji-bijian, kacang-kacangan dan buah-buahan. Sesan (2006) menjelaskan pada tanaman stroberi genus *Aspergillus* sp. biasa menyerang pada bagian bunga. Selain itu *Aspergillus* sp. merupakan organisme penyebab busuk paling utama pada buah-buahan, satu diantaranya yaitu stroberi (Barkai 1990).

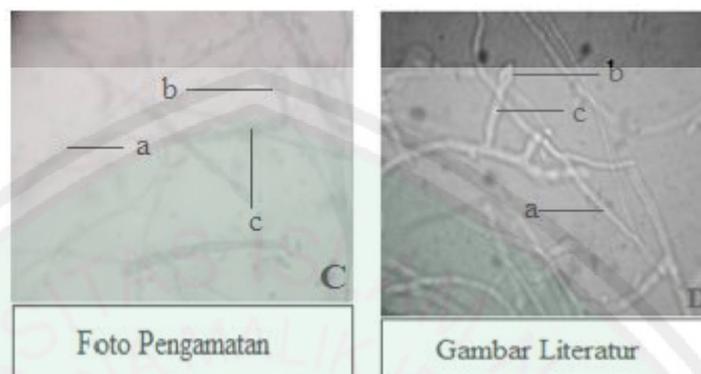
4.2.4 Identifikasi Isolat BD4 (*Phytophthora* sp.)



Gambar 4.7. Karakteristik kapang patogen hasil isolasi (a&b) penampakan isolat secara makroskopis dalam medium PDA pada masa inkubasi 7 hari, serta gambar literatur Susiana (2009)

Hasil pengamatan pada isolat BD4 secara makroskopis memiliki ciri bentuk koloni bulat, tepi koloni tidak rata, permukaan koloni berserabut tipis, miselium berwarna putih, warna tampak depan putih, dan warna tampak belakang putih kekuning-kuningan, pertumbuhan koloni isolat BD4 dari awal tumbuh hingga hari ketujuh mempunyai warna yang sama yaitu putih (Gambar 4.5). Hasil pengamatan berdasarkan ciri-ciri makroskopis menunjukkan bahwa isolat BD2 termasuk dalam Genus *Phytophthora* sp. Hal ini sesuai dengan penjelasan Susiana

(2009) bahwa pada hasil penelitiannya Genus *Phytophthora* sp. memiliki ciri yaitu hifa berwarna putih, berbentuk bulat dengan pinggiran yang tidak rata.

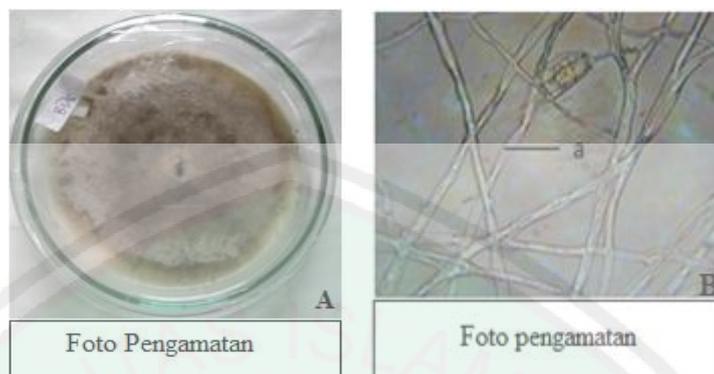


Gambar 4.8. Karakteristik kapang patogen hasil isolasi (c&d) penampakan mikroskopis (400x) serta gambar literatur (Susiana, 2009). Keterangan: a. Hifa, b. Konidia, c. Konidiofor

Hasil pengamatan secara mikroskopis isolat BD4 memiliki ciri hifa tidak bersepta, sporangia berbentuk ovoid, terdapat papila, dan menunjukkan percabangan yang sederhana. Watanabe (1937) juga menjelaskan bahwa sporangia pada Genus *Phytophthora* sp. berbentuk elips atau ovoid, dan memiliki papila. Hasil identifikasi yang dilakukan oleh Purwantisari (2009) *Phytophthora* sp. memiliki hifa tidak bersepta, sporangia berbentuk ovoid.

Penyakit yang disebabkan oleh serangan fungi *Phytophthora* sp. sering dikenal sebagai empulur merah. Penyakit ini biasanya menyerang bagian akar tanaman, sehingga tanaman tumbuh kerdil, daun tidak segar, kadang-kadang layu. Tanaman layu dan mati karena kekurangan air dan makanan yang diakibatkan dari rusaknya jaringan xylem dan folem (Gunawan, 2003).

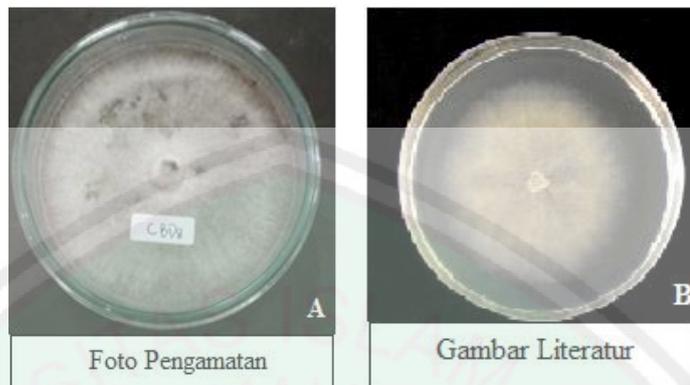
4.2.5 Identifikasi Isolat BD5 (*Belum Teridentifikasi*)



Gambar 4.9 Karakteristik kapang patogen hasil isolasi (a) penampakan isolat secara makroskopis, tampak atas; (b) penampakan mikroskopis 400x. Keterangan: a. Hifa.

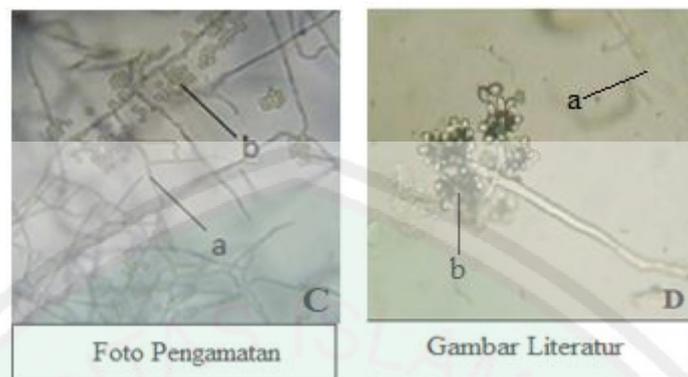
Pengamatan makroskopis pada isolat dengan kode BD5 memiliki bentuk koloni bulat, tepian koloni utuh, pada permukaan koloni tidak terlihat adanya hifa aerial, sehingga hifa terlihat tumbuh di dalam media, warna tampak depan coklat kehitaman dengan tepi berwarna abu-abu, sedangkan warna sebalik koloni coklat kehitaman. Pada awal pertumbuhan koloni berwarna abu-abu, setelah satu minggu berubah menjadi coklat kehitaman dengan tepi abu-abu. Pada pengamatan mikroskopis bagian tubuh yang terlihat hanya miselinya saja, dengan hifa memiliki sekat. Sehingga untuk isolat dengan kode BD5 peneliti belum bisa mengidentifikasi.

4.2.6 Identifikasi Isolat BD6 (*Botrytis* sp.)



Gambar 4.10. Karakteristik kapang patogen hasil isolasi (a&b) penampakan isolat secara makroskopis dalam medium PDA pada masa inkubasi 7 hari serta gambar literatur (Chilvers, 2006).

Hasil pengamatan isolat BD6 secara makroskopis memiliki ciri-ciri bentuk koloni bulat, tepi koloni rata dan utuh, warna permukaan koloni putih keabu-abuan, dan untuk warna belakang koloni hitam dan terdapat warna abu-abu, serta tidak memiliki lingkaran konsentris. Pada awal pertumbuhan, miselium berwarna putih dan setelah beberapa hari berubah sedikit keabu-abuan. Hal ini juga dinyatakan oleh Khazaeli (2010) bahwa karakteristik kultur koloni dari *Botrytis* sp. yang ditumbuhkan pada media PDA yaitu koloni berwarna putih, putih keabu-abuan, atau juga hyaline pada awalnya namun dengan cepat akan berubah menjadi abu-abu muda, abu-abu gelap sampai coklat tua. Genus *Botrytis* juga memiliki miselia udara yang membentuk seperti kapas.



Gambar 4.11. Karakteristik kapang patogen hasil isolasi (c&d) penampakan mikroskopis (400x) serta gambar literatur (Chilvers, 2006).
Keterangan: a. Hifa, b. Konidia.

Pengamatan secara mikroskopis isolat BD2 memiliki hifa yang berseptata, dan bercabang, konidia berbentuk bulat hingga ovoid, terdapat konidia yang berkelompok seperti anggur dan ada juga yang menyebar diantara hifa-hifa. Berdasarkan ciri makroskopis dan mikroskopis yang telah dijelaskan, menunjukkan bahwa dari ciri-ciri tersebut dimiliki oleh Genus *Botrytis* sp.. Menurut Barnet (1972) *Botrytis* sp memiliki konidiofor yang gelap, tegak, dan tumbuh pada ujung percabangan. *Botrytis* sp mempunyai percabangan sederhana, memiliki konidia ovoid yang terdiri dari 1 atau 2 sel. Hal ini juga dijelaskan oleh Gandjar dkk, (1999) bahwa *Botrytis* sp. memiliki Konidiofor yang munculnya tidak teratur tanpa pembengkakan basal, percabangan konidia berbentuk abovoid. Pembentukan konidia umumnya terjadi pada pembengkakan dari ujung percabangan konidiofor.

Bagian tanaman yang paling banyak terserang oleh *Botrytis* sp. pada tanaman stroberi adalah buahnya, baik pada buah muda maupun buah yang sudah masak

(Gunawan, 2003). Semagun (2003) juga menjelaskan bahwa pembusukan dapat dimulai dari kelopak yang terinfeksi yang selanjutnya menyebabkan buah membusuk. *Botrytis* juga bisa menginfeksi bunga dan menyebabkan penyakit busuk mekar, gejala pada bunga menunjukkan lesi berwarna coklat dan berubah warna pada kelopak bunga (Koike, 2016).

4.3 Uji Antagonis Fungi Endofit *Trichoderma* sp. dan *Mucor* sp. Terhadap Fungi Patogen Penyebab Bercak daun (*Leaf Spot*) pada Tanaman Stroberi (*Fragaria x ananassa*)

Uji aktivitas antagonis fungi endofit *Trichoderma* sp dan *Mucor* sp. terhadap fungi patogen penyebab bercak daun (*Leaf Spot*) yang menyerang tanaman stroberi dilakukan dengan metode dual culture. Metode dual culture dilakukan untuk mengamati interaksi langsung yang terjadi antara isolat fungi endofit dan fungi patogen. Menurut Intan *et al.* (2014) maksud dari uji antagonis adalah untuk melihat adanya penghambatan serta besarnya hambatan fungi antagonis terhadap fungi patogen pada media pertumbuhan. Pengamatan uji antagonis dilakukan sejak 3 hari setelah inokulasi sampai 7 hari setelah inokulasi, perlakuan uji antagonis dilakukan dengan 3 kali ulangan (Lampiran 17). Hasil pengamatan pada penelitian kali ini dapat diketahui bahwa uji antagonis fungi endofit terhadap beberapa fungi patogen memberikan pengaruh yang berbeda-beda terhadap diameter koloni fungi patogen. Rata-rata Diameter Koloni (cm) Fungi endofit dan fungi Patogen tersaji pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Rata-rata Diameter Koloni (cm) Fungi Endofit dan Fungi Patogen

No	Perlakuan	Kode isolat	Rata-rata Diameter Koloni (cm)
1.	T VS BD1	T	7,18
		BD1	1,87
		Kontrol	9
2.	M VS BD1	M	0
		BD1	9
		Kontrol	9
3.	T VS BD2	T	8
		BD2	0
		Kontrol	6
4.	M VS BD2	M	2,6
		BD2	5,5
		Kontrol	6
5.	T VS BD3	T	8,08
		BD3	0,92
		Kontrol	9
6.	M VS BD3	M	1,53
		BD3	7,17
		Kontrol	9
7.	T VS BD4	T	7,13
		BD4	2,03
		Kontrol	9
8.	M VS BD4	M	0,33
		BD4	8,5
		Kontrol	9
9.	T VS BD5	T	7
		BD5	4,58
		Kontrol	8,5
10.	M VS BD5	M	0,67
		BD5	8,33
		Kontrol	8,5
11.	T VS BD6	T	4,17
		BD6	1,17
		Kontrol	9
12.	M VS BD6	M	1
		BD6	7,67
		Kontrol	9

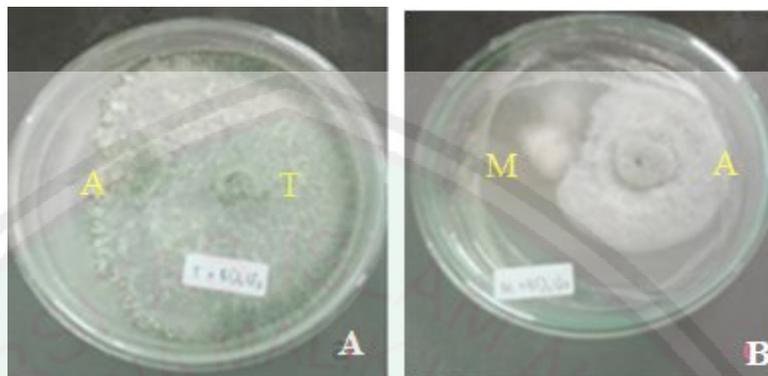
Keterangan: T=*Trichoderma* sp., M=*Mucor* sp., BD1=Fungi patogen(*Alternaria* sp.), BD2=Fungi patogen(*Aspergillus* sp.), BD3=Fungi patogen(*Apergillus* sp.), BD4=Fungi patogen(*Phytophthora* sp.), BD5=Fungi patogen(*Aspergillus* sp.), BD6=Fungi patogen(*Botrytis* sp.).

Rerata diameter miselium antara dua isolat antagonis *Trichoderma* sp. dan *Mucor* sp. terhadap fungi patogen pada hari ketujuh menunjukkan hasil yang berbeda-beda. Pada perlakuan kali ini Fungi Endofit dan Fungi Patogen diinokulasikan pada hari yang sama dan diamati pada hari ketujuh setelah inkubasi. Rerata diameter miselium terbesar yaitu pada fungi endofit *Trichoderma* sp. pada perlakuan T vs BD2 yaitu 8,0 cm untuk *Trichoderma* sp. dan 0 cm untuk *Aspergillus* sp1, hal ini menunjukkan pertumbuhan miselium *Trichoderma* sp. lebih cepat dibandingkan dengan isolat *Aspergillus* sp.1. Sedangkan perlakuan dengan endofit *Mucor* sp. diameter koloni tertinggi *Mucor* sebesar 2,6 cm pada perlakuan M vs BD2, sedangkan koloni *Aspergillus* sp.1 mempunyai rerata diameter miselium lebih besar yaitu 5,5 cm.

Besarnya hambatan ditunjukkan pada masing-masing perlakuan yaitu pada fungi endofit yang memiliki pertumbuhan yang cepat pada media PDA, kecepatan pertumbuhan fungi yang tinggi menentukan besar aktivitas dalam menekan pertumbuhan patogen. Melsya *et al.* (2013) menjelaskan sifat antagonis muncul karena adanya persaingan yang terjadi antara fungi endofit dan fungi patogen yang ditumbuhkan berdampingan, persaingan terjadi akibat adanya kebutuhan yang sama dari masing-masing fungi, yaitu kebutuhan tempat tumbuh, dan nutrisi dari media yang digunakan untuk tumbuh.

Kurnia *et al.* (2014) menambahkan bahwa jenis agen hayati yang banyak dikembangkan adalah mikroba alami, baik yang hidup sebagai saprofit ditanah, air dan bahan organik, maupun yang hidup dalam jaringan tanaman (endofit) memiliki

sifat menghambat pertumbuhan dan berkompetisi dalam ruang dan nutrisi dengan patogen sasaran.



Gambar 4.12 Uji antagonis (a) Antagonisme *Trichoderma* sp. terhadap *Aspergillus* sp1.; (b) *Mucor* sp. terhadap *Aspergillus* sp1.

Hasil pengamatan diameter miselium fungi endofit dan fungi patogen pada metode *dual culture* menunjukkan bahwa kedua fungi endofit memiliki pertumbuhan yang berbeda, terlihat isolat *Trichoderma* sp mempunyai rata-rata diameter koloni lebih besar dibandingkan dengan *Mucor* sp., dimana pertumbuhan *Mucor* sp. lebih lambat daripada pertumbuhan patogen. Pada pengamatan antagonis terlihat isolat *Trichoderma* sp. tumbuh dengan cepat sehingga mampu mengungguli dalam penguasaan ruang, dan pada akhirnya dapat menekan pertumbuhan koloni patogen. Hal ini menunjukkan bahwa *Mucor* sp. memiliki laju pertumbuhan yang lambat daripada *Trichoderma* sp., sehingga *Trichoderma* sp. berpotensi tinggi untuk dijadikan agen antagonis karena memiliki laju pertumbuhan yang cepat secara *in vitro*.

Berlian (2013) menyatakan bahwa *Trichoderma* sp. berpotensi sebagai agen hayati karena pertumbuhannya cepat, mudah dikulturkan. Selain itu Woo *et al.* (2008) juga menjelaskan bahwa sebagian strain *Trichoderma* merupakan

organisme yang strong *opportunistic invader*, pertumbuhannya cepat, dan merupakan penghasil antibiotik.

Berdasarkan pengamatan rerata diameter miselium, diantara kedua jenis fungi endofit yang digunakan dalam penelitian kali ini dapat diketahui bahwa tidak semua jenis fungi endofit memiliki daya hambat yang cukup baik bahkan tidak memiliki daya hambat sama sekali. Hal tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.2 dimana rerata diameter miselium *Trichoderma* sp. dan *Mucor* sp. terhadap beberapa fungi patogen menunjukkan kemampuan yang berbeda dalam menekan pertumbuhan fungi patogen. Untuk itu dapat dilihat secara signifikan dengan mengetahui persentase hambatannya. Persentase hambatan patogen dihitung untuk mengetahui pengaruh penghambatan fungi endofit terhadap pertumbuhan koloni patogen.

Tabel 4.3 Rata-rata Persentase Hambatan Pertumbuhan *Trichoderma* sp. Terhadap Fungi Patogen pada Hari Ketujuh.

No	Perlakuan	Rata-rata (%)
1.	T vs BD1	90,33 b
2.	T vs BD2	100,00 b
3.	T vs BD3	89,81 b
4.	T vs BD4	77,41 b
5.	T vs BD5	46,08 a
6.	T vs BD6	87,04 b

Keterangan: angka-angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan pengaruh yang tidak berbeda nyata antar perlakuan.

Hasil analisis sidik ragam ANOVA pada persentase hambat menunjukkan nilai signifikan sebesar 0,011 atau ($p < 0,05$) (Lampiran 15). Hal ini menunjukkan

bahwa pemberian fungi endofit *Trichoderma* sp. terhadap patogen terdapat pengaruh nyata, sehingga perlu dilakukan uji lanjut dengan uji Duncan. Hasil analisis uji Duncan menunjukkan bahwa fungi endofit *Trichoderma* sp. mempunyai kemampuan yang tidak berbeda nyata dalam menghambat pertumbuhan keenam fungi patogen. Rata-rata persentase hambatan terbesar untuk isolat *Trichoderma* sp. terlihat pada perlakuan T vs BD2 (*Aspergillus* sp.1) yaitu sebesar 100%. Namun, hasil tersebut dianggap tidak berbeda nyata dengan perlakuan T vs BD1, T vs BD3, T vs BD4, dan T vs BD6 karena diikuti dengan huruf yang sama.

Tabel 4.4 Rata-rata Persentase Hambatan Pertumbuhan *Mucor* sp. Terhadap Fungi Patogen pada Hari Ketujuh.

No	Perlakuan	Rata-rata (%)
1.	M vs BD1	0,00a
2.	M vs BD2	38,00c
3.	M vs BD3	20,33b
4.	M vs BD4	5,67a
5.	M vs BD5	2,00a
6.	M vs BD6	15,00b

Keterangan: angka-angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan pengaruh yang tidak berbeda nyata antar perlakuan.

Hasil analisis sidik ragam ANOVA pada persentase hambat menunjukkan nilai signifikan sebesar 0,000 atau ($p < 0,05$) (Lampiran 15), hal ini menunjukkan bahwa adanya pengaruh nyata pada perlakuan *Mucor* terhadap fungi patogen. Oleh karena itu dilakukan uji Lanjut Duncan untuk melihat beda nyata antar perlakuan. Rata-rata persentase hambatan tertinggi pada isolat *Mucor* sp. dengan patogen yaitu pada perlakuan M vs BD2 (*Aspergillus* sp1) sebesar 38,20%, hasil

tersebut berbeda nyata dengan kelima perlakuan lainnya, terlihat bahwa perlakuan M vs BD3 dan M vs BD6 tidak berbeda nyata, namun berbeda nyata dengan perlakuan M vs BD1, M vs BD4, dan M vs BD5.

Berdasarkan hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa *Trichoderma* sp. mempunyai pertumbuhan yang cepat di bandingkan dengan *Mucor* sp. terlihat pada rata-rata persentase hambat yang diperoleh bahwa *Trichoderma* sp. mampu menghambat keenam patogen dengan persentase berturut-turut sebesar 100%, 90,33%, 89,81%, 87,04% dan yang terkecil 46,08%. Sedangkan data rata-rata persentase hambatan *Mucor* sp. terhadap keenam patogen berturut-turut 38%, 20,33%, 15%, 5,67%, 2% dan yang terkecil hingga 0% atau tidak terdapat hambatan. Hal ini menunjukkan bahwa isolat *Mucor* sp. mempunyai kemampuan yang rendah sebagai agen antagonis dibandingkan dengan *Trichoderma* sp.

Penelitian yang dilakukan Najib (2014) mengenai kemampuan *Trichoderma* sp. untuk menghambat pertumbuhan *Aspergillus* sp. menunjukkan bahwa *Trichoderma antroviride* mempunyai daya antagonisme terbesar terhadap *Aspergillus flavus* yaitu sebesar 62,59%. Kemampuan menghambat ini disebabkan karena adanya kemampuan berkompetisi dalam memperebutkan ruang, nutrisi, dan oksigen sehingga tumbuh dengan cepat dan menghambat pertumbuhan patogen, terlihat pada *Trichoderma* sp. yang memiliki pertumbuhan yang cepat. Zivkovic, *et al.* (2010) juga menjelaskan bahwa pertumbuhan yang cepat ini menguntungkan bagi *Trichoderma* sp. dalam berkompetisi dengan kapang fitopatogen untuk memperoleh ruang dan nutrisi.

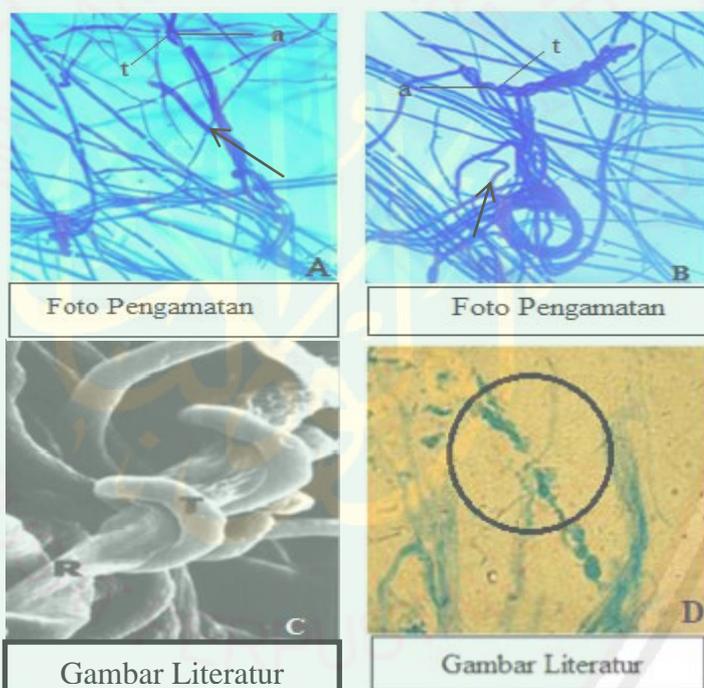
Hasil analisis menunjukkan bahwa kedua fungi endofit mempunyai kemampuan yang berbeda dalam menghambat pertumbuhan patogen. Terlihat *Trichoderma* sp. mempunyai presentase hambat yang lebih tinggi pada masing-masing patogen dibandingkan dengan *Mucor* sp., hal ini dapat dilihat pada hasil uji (Gambar 4.8 a), koloni *Trichoderma* sp. hampir memenuhi sebagian besar luas cawan petri dan konidia isolat *Trichoderma* sp muncul diseluruh permukaan koloni, sedangkan pada perlakuan antagonis *Mucor* sp., terlihat bahwa isolat fungi patogen lebih dominan memenuhi cawan petri, bahkan permukaan isolat *Mucor* sp. hampir tertutupi oleh koloni patogen (Gambar 4.8 b). Tingginya kemampuan *Trichoderma* sp dalam menghambat fungi patogen juga dinyatakan oleh Fajrin *et al.* (2013) bahwa *Trichoderma* sp.1 memiliki kemampuan lebih dalam menghambat fungi patogen *Fusarium* sp.1 maupun *Fusarium* sp.2. hal ini diketahui melalui presentase hambat atau PIRG pada uji dual cultur pada hari ke-7 secara berturut-turut nilai hambatan sebesar 49,7 % dan 49,6% *Fusarium* sp.2.

Rata-rata persentase hambat paling tinggi oleh *Mucor* sp. terhadap patogen yaitu sebesar 38,27%, hal ini menunjukkan adanya potensi *Mucor* sp. untuk dijadikan agen antagonis. Hasil penelitian Arifah (2016) mengenai uji antagonis fungi endofit asal daun kenikir (*Cosmos sulphureus* Cav.) menunjukkan bahwa *Mucor* sp. mempunyai persentase hambatan tertinggi terhadap *Fusarium Oxysporum* dengan rata-rata hambatan 39,77%, dan rata-rata hambatan terkecil hanya sebesar 29,77% pada isolat F1 yaitu *Fusarium* sp.

Hasil penelitian Eva *et al.* (2013) menyatakan bahwa *Mucor* sp. mempunyai hambatan 25,93% terhadap *F. Oxysporum f.sp. lycopersici*. *Mucor* sp

menggunakan mekanisme kompetisi dan mikroparasitisme dengan tumbuh secara cepat dan berkompetisi bahan makanan sehingga mendesak pertumbuhan patogen. Karena kecilnya hambatan yang diberikan oleh *Mucor* sp terhadap patogen dibandingkan dengan *Trichoderma* sp, maka *Mucor* juga bisa dijadikan sebagai agen antagonis namun dengan kemampuan yang rendah, dan sebaiknya tidak untuk fungi patogen pada penelitian kali ini.

4.4 Mekanisme Penghambatan (Interaksi) antara Fungi Endofit terhadap Fungi Patogen



Gambar 4.13 (a&b) mekanisme Mikroparasit oleh *Trichoderma* sp., pembelitan hifa endofit terhadap hifa patogen (anak panah), (c) gambar literatur Benhamaou (1993), (d) hifa patogen mengalami lisis gambar literatur Budiarti (2011).

Keterangan: a. Hifa *Aspergillus* sp, b. Hifa *Trichoderma* sp.

Berdasarkan hasil pengamatan pada uji interaksi antara fungi endofit terhadap fungi patogen, dapat diketahui bahwa mekanisme antagonis yang ditunjukkan oleh *Trichoderma* sp. yaitu dengan adanya pembelitan disekeliling hifa patogen (Gambar 4.9a-b), pelilitan hifa tersebut bertujuan untuk menekan pertumbuhan

fungi patogen. Hal ini juga dijelaskan Cook & Baker (1983 dalam Sudantha et al., 2011) proses mekanisme antagonis *Trichoderma* sp. melalui mikroparasitisme yaitu mula-mula pertumbuhan miselia *Trichoderma* sp. memanjang kemudian membelit dan menembus hifa patogen, sehingga hifa patogen mengalami vakuolisasi dan lisis yang selanjutnya hifa antagonis tumbuh di dalam hifa patogen.

Gajera *et al.* (2012) menyatakan bahwa pada mekanisme mikroparasitisme fungi *Trichoderma* sp. secara langsung menginfeksi fungi patogen dengan mensekresi enzim lytic seperti kitinase, β -1,3 glukonase dan protease. Enzim ini berperan dalam proses mikroparasit, berhubungan dengan susunan membran skeleton pada dinding sel fungi yang tersusun atas kitin, glucan, dan protein. Matroudi (2009 dalam Hastuti *et al.*, 2014) juga menjelaskan bahwa enzim-enzim tersebut berperan penting dalam mendegradasi membran sel sehingga membentuk lubang pada hifa patogen. Hal ini yang menyebabkan hifa *Trichoderma* sp. mudah berpenetrasi ke dalam hifa patogen untuk mengambil nutrisi dalam sel, sehingga akan menyebabkan kematian pada fungi patogen.

Trichoderma sp. memiliki mekanisme yaitu kompetisi terhadap ruang dan makanan yang mampu menekan perkembangan patogen pada tanah dan jaringan tanaman, serta mengumpulkan nutrisi organik, menginduksi ketahanan dan inaktivasi enzim patogen. *Trichoderma* sp. dapat menekan pertumbuhan patogen dengan cara melilit hifa patogen, mengeluarkan enzim β -1,3, glukonase dan kitinase yang dapat menembus dinding sel inang (Taufik, 2010). Benitez, Limon, & Codon (2004 dalam Amaria *et al.*, 2015) menambahkan *Trichoderma*

mempunyai mekanisme kompetisi dan parasitisme, umumnya memiliki daya hambat yang lebih kuat, sehingga menyebabkan patogen tidak dapat tumbuh. Aktivitas parasitisme oleh *Trichoderma* yaitu menghasilkan senyawa kimia yang bersifat toksik dan enzim yang mampu mendegradasi sel patogen.

Pemanfaatan fungi endofit untuk dijadikan sebagai agen pengendalian hayati terhadap fungi patogen yang dapat menyebabkan penyakit pada tanaman sudah dijelaskan dalam Al-Qur'an, yang mana segala sesuatu yang diciptakan di muka bumi ini berpasang-pasangan dan bukan tanpa tujuan, melainkan semua diciptakan dengan tujuan tertentu. Namun tidak semua tujuan yang dimaksudkan Allah SWT diketahui oleh manusia, seperti halnya fungi endofit yang harus terus digali potensinya, sehingga semua itu harus dipelajari terlebih dahulu. Sebagaimana firman Allah SWT dalam surat adz-Dzariyat ayat 49:

وَمِنْ كُلِّ شَيْءٍ خَلَقْنَا زَوْجَيْنِ لَعَلَّكُمْ تَذَكَّرُونَ ﴿٤٩﴾

Artinya: "dan segala sesuatu Kami ciptakan berpasang-pasangan supaya kamu mengingat kebesaran Allah." (Q.S adz-Dzariyat/51:49).

Menurut *Tafsir Ibnu Katsier* Jilid 7 (1997) makna dari lafadz "*Waminkulli syaiin kholaqnaa zaujaini*" (dan segala sesuatu Kami ciptakan berpasang-pasangan), yaitu seluruh makhluk itu berpasang-pasangan; langit dan bumi, siang dan malam, matahari dan bulan, daratan dan lautan, terang gelap kesengsaraan dan kebahagiaan, surga dan neraka, hidup dengan mati, bahkan sampai pada hewan dan juga tumbuhan yang masing-masing juga berpasangan. Oleh karena itu Allah Ta'ala berfirman, "*La'alakum Tadzkuurun*" (supaya kamu mengingat akan

kebesaran Allah), maka hendaklah hamba-hamba-Nya ingat kepada-Nya sebagai Maha pencipta yang Maha Esa tiada bersekutu, maksudnya, berlindunglah kalian kepada-Nya, dan bersandarlah kepada-Nya dalam menangani semua urusan kalian. Hal tersebut menunjukkan bahwa Allah SWT menciptakan segala sesuatu dengan berpasang-pasangan, dalam hal ini Allah menciptakan penyakit berupa fungi patogen yang dapat merusak tanaman inangnya sekaligus menciptakan obatnya berupa fungi endofit yang hidup di dalam jaringan tanaman dan mempunyai kemampuan untuk menghambat pertumbuhan fungi patogen.

Penghambatan pertumbuhan fungi patogen oleh fungi endofit ini dapat dilakukan dengan berbagai cara, satu diantaranya adalah memproduksi senyawa bioaktif yang di produksi oleh fungi endofit. Strobel (2003) menjelaskan bahwa fungi endofit mampu menghasilkan senyawa-senyawa bioaktif misalnya senyawa antibakteri, antifungi, antivirus, antikanker, antimalaria dan sebagainya. Penelitian kali ini fungi endofit yang dimanfaatkan untuk menghambat pertumbuhan fungi patogen bercak daun, dimana bercak daun dapat menyebabkan kerugian pada tanaman karena dapat menyebabkan kematian sehingga adanya penurunan dari produksi stroberi bagi para petani. Dalam hal ini Allah berfirman pada surat Thahaa ayat 53 yang berbunyi:

الَّذِي جَعَلَ لَكُمُ الْأَرْضَ مَهْدًا وَسَلَكَ لَكُمْ فِيهَا سُبُلًا وَأَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ
أَنْوَاجًا مِّنْ نَّبَاتٍ شَتَّى ﴿٥٣﴾

Artinya: “ Yang telah menjadikan bagimu bumi sebagai hamparan dan yang telah menjadikan bagimu di bumi itu jalan-jalan, dan menurunkan dari langit air hujan. Maka Kami tumbuhkan dengan air hujan itu berjenis-jenis dari tumbuh-tumbuhan yang bermacam-macam.”(Q.S Thahaa/20:53).

Menurut Asy-Syanqithi (2009) lafadz شتى “bermacam-macam” ia adalah sifat untuk lafadz ازواج “berjenis-jenis”. Pengertian dari firman Allah نبات شتى adalah jenis yang bermacam-macam bentuk, ukuran, manfaat, warna, bau dan rasanya. Ayat di atas menjelaskan bahwa Allah telah menumbuhkan segala macam jenis tumbuhan, dimana di dalam tumbuhan tersebut pada kali ini tanaman stroberi terdapat kehidupan, contohnya saja fungi endofit yang hidup dalam jaringan tanaman dan memiliki manfaat, baik bagi tanaman itu sendiri maupun bagi lingkungan dan juga manusia.

Berdasarkan hasil penelitian mengenai potensi fungi endofit sebagai agen antagonis untuk menekan pertumbuhan fungi patogen penyebab bercak daun pada tanaman stroberi, fungi endofit berguna sebagai agen hayati, dimana jika digunakan tidak akan memberikan pengaruh buruk terhadap lingkungan di sekitarnya. Dengan demikian banyak pelajaran yang dapat diambil dan disyukuri atas anugerah yang Allah berikan, yaitu berupa kekayaan alam yang memiliki potensi luar biasa seperti fungi endofit yang tumbuh dalam jaringan tanaman, dan dapat melindungi tanaman inangnya. Hal ini sebagai pelajaran bagi manusia bahwa bukti kekuasaan Allah SWT begitu besar, sehingga hendaknya harus dijaga dan dipelihara kelestariannya untuk bisa terus mempelajarinya.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

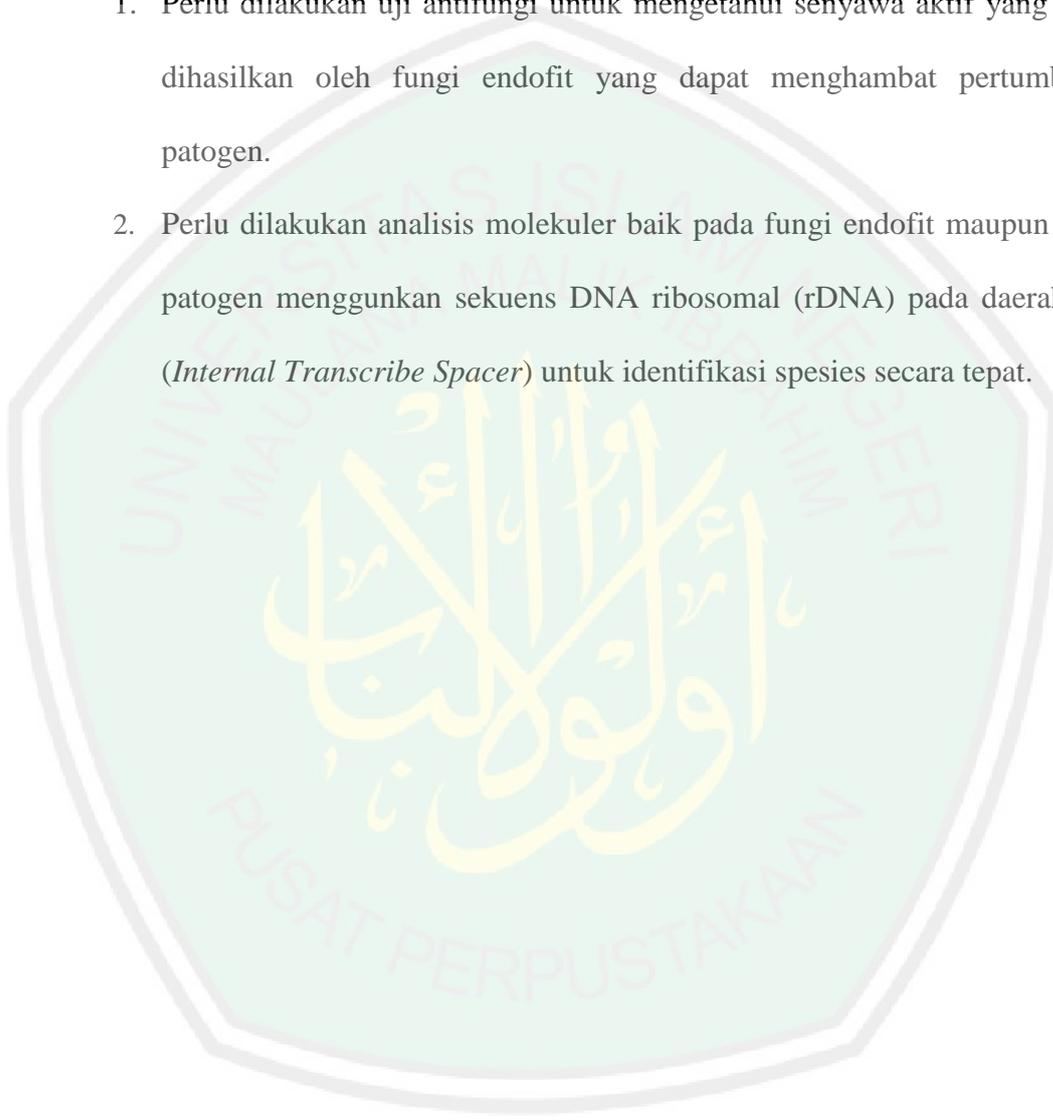
Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Fungi patogen yang berhasil diisolasi dari tanaman stroberi (*Fragaria x ananassa*) yang memiliki gejala bercak daun (*Leaf Spot*) antara lain pada isolat kode BD1 yaitu fungi dari Genus *Alternaria* sp., *Aspergillus* sp. pada isolat dengan kode BD2 dan BD3, dan *Botrytis* sp. pada isolat dengan kode BD6, sedangkan isolat dengan kode BD5 belum dapat teridentifikasi.
2. Hasil uji antagonis menunjukkan bahwa fungi endofit asal daun dan buah stroberi (*Fragaria x ananassa*) mempunyai kemampuan sebagai antagonis terhadap keenam fungi patogen yang telah diisolasi, rata-rata persentase hambat terbesar ditunjukkan oleh Isolat fungi endofit *Trichoderma* sp. pada perlakuan T vs BD2 yaitu 100%, untuk fungi endofit *Mucor* sp. persentase hambatan terbesar yaitu 38,27%. Berdasarkan hasil pengamatan, diketahui bahwa *Trichoderma* sp. memiliki mekanisme penghambatan mikroparasit, dengan cara melilit hifa patogen sehingga menyebabkan hifa patogen lisis.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang dapat dikemukakan saran sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan uji antifungi untuk mengetahui senyawa aktif yang dapat dihasilkan oleh fungi endofit yang dapat menghambat pertumbuhan patogen.
2. Perlu dilakukan analisis molekuler baik pada fungi endofit maupun fungi patogen menggunakan sekuens DNA ribosomal (rDNA) pada daerah ITS (*Internal Transcribe Spacer*) untuk identifikasi spesies secara tepat.



DAFTAR PUSTAKA

- Al Imam Jalaluddin Muhammad dan Al Jalaludin As-Syuyuthi. 2010. *Tafsir Jalalain*. Surabaya: Pustaka Elba.
- Al-Jazairi, Syaikh Abu Bakar Jabir. 2004. *Tafsir Al-Qur'an Al-Aisar*. Jilid 4. Jakarta: Darus Sunnah
- Al-Jazairi, Syaikh, Abu Bakar Jabir. 2008. *Tafsir Al-Qur'an Al-Aisar*. Jilid 5. Jakarta: Darus Sunnah
- Al-Mahally, Jalaluddin. Imam, As-Sayuthi 1990. *Tafsir Jalalain*. Bandung: Sinar Baru Algensindo
- Amaria, Widi, Rita Harni, dan Samsudin. 2015. Evaluasi Jamur Antagonis dalam Menghambat Pertumbuhan *Rigidoporus microscopus* Penyebab Penyakit Jamur Akar Putih Pada Tanaman Karet. *J. TIDP 2(1)*, 51-60
- Arifah, H.R. 2016. Potensi Fungi Endofit Asal Daun Kenikir (*Cosmos sulphureus* Cav.) Sebagai Antagonis Terhadap *Fusarium Oxysporum* Penyebab Pokhabung Pada Tebu (*Saccharum officinarum* L.). *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Astawan, Made. 2008. *Khasiat Warna-warni Makanan*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Asy-Syanqithi, Syaikh. 2009. *Tafsir Adhwa'ul Bayan*. Jilid 4. Jakarta: Pustaka Azzam
- Asy-Syanqithi, Syaikh. 2009. *Tafsir Adhwa'ul Bayan*. Jilid 4. Jakarta: Pustaka Azzam
- Ata. Halni, Nurmata Papuangan, Bahtiar. 2015. *Identifikasi Cendawan Patogen pada tanaman Tomat (Solanum lycopersicum L)*. Pendidikan Biologi Universitas khairun, Kampus Akehuda. Ternate.
- Barkai, Rivka. Golan, 1980. Species *Aspergillus* causing Post-Harvest Fruit Decay In Israel. *Mycopatgologia* 71 13-16.
- Barnett, H. L. 1972. *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*. Second Edition. Virgiana: Burgess Publishing Company.
- Bashri, Abu. A.S. 2007. *Shahih Tafsir Ibnu Katsir, Terjemahan Abu Ihsan al-Atsari*. Bogor: Pustaka Ibnu Katsir.
- Benhamaou, Nicole and Ilan Chet. 1993. Hypal Interaction Between *Trichoderma harzanium* and *Rhizoctonia solani* Ultrastructure and Gold Cytochemistry of the Mycoparasitic Process. *Phytopatology*. Volume 83, No 10.

- Berlian, I., Budi, S., dan Hananto, H. 2013. Mekanisme Antagonisme *Trichoderma* spp. Terhadap Beberapa Patogen Tular Tanah. *Warta Perkaratan*. 32 (2): 74-82
- Budiarti, Sri Wahyuni, S.M. Widyastuti. 2011. Aktivitas Antifungal β -1,3-Glukanase *Trichoderma reesei* Pada Fungi Akar *Ganoderma philippii*. *Widyariset*. Vol. 14 No. 2.
- Budiman, S., dan D.,Saraswati, 2008. *Berkebun Stroberi Secara Komersial*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Cahyono, B. 2008. *Sukses Budidaya Stroberi di Pot dan Perkebunan*. Yogyakarta: Lily Publisher.
- Campbell, Colin K, et al. 2013. *Identification of Pathogenic Fungi Second Edition*. USA: Willey-Blackwell.
- Chadha, N., Ram, P., dan Ajit, V. 2015. Plant Promoting Activities Of Fungal Endophytes Associated With Tomato Roots From Central Himalaya, India And Their Interaction With *Piriformospora indica*. *Int J Pharm Bio Sci*. 6 (1): 333-343.
- Chilvers, M. I., and du Toit, L. J. 2006. Detection and identification of *Botrytis* species associated with neck rot, scape blight, and umbel blight of onion. Online. *Plant Health Progress* doi:10.1094
- Clay K. 1992. Endophytes as antagonists of plant pest. Hlm 331-357. dalam: JH. Andrews and SS Hirano (eds). *Microbiology of Leaves*. Springer Verlag. New York.
- Clay, K. 1998. Fungal Endophytes of Grasses: a Defensive Mutualism Between Plants and Fungi. *Journal of Ecology*. Vol. 69, No. 1.
- Dewi. A.L, Linda.O, Sudrajat. 2015. Identifikasi Cendawan Mikroskopis Yang Berasosiasi dengan Penyakit Busuk Pangkal Batang Tanaman Lada (*Piper nigrum* L.) di Desa Batuah Kecamatan Loa Janan Kutai Kartanegara. Prosiding Seminar Tugas Akhir FMIPA UNMUL. Samarinda.
- Dingley JM, 2012. Recors of Fungi Parasitic on Plants In New Zealand 1966-68. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 13: 325-337.
- Djarir, M. 2003. *Mitotoksin Pangan*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Domsch K. H., W. Gams., T-H anderson. 1980. *Compedium of Soil Fungi*. Volume 1. London: Academic Press.
- Dwiastuti. M.E. 2013. Pengaruh Minyak Sereh dan Cengkeh terhadap Jamur *Penicillium* sp. dan *Alternaria* sp. penyebab penyakit Busuk Buah Jeruk Manis (*Citrus sinensis* Osbeet). *Prosiding Seminar Ilmiah Perhorti*.

- Eva, L. M., Riajeng, K., dan Ferry, F. 2013. Skrining Dan Mekanisme Hambatan Kapang Rhizosfer Pada Lahan Pertanian Organik Terhadap *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*. *Skripsi*. Jakarta Selatan: Fakultas TMIPA Universitas Indraprasta
- Fajrin, Nur Melsya, Suharjono, Mutia Erti Dwiastusti. 2013. Potensi *Trichoderma* sp. Sebagai Pengendali *Fusarium* sp. Patogen Tanaman Strawberry (*Fragaria* sp.). *Jurnal Biotropika*. Vol. 1. No. 4.
- Farida, Naimatul. 2017. Cendawan Patogen pada Bibit dan Kejadian Penyakit Tanaman Krisan di Kota Batu Jawa Timur. *Skripsi*. Bogor: Institut Pertanian Bogor
- Fatmawati. 2015. Keanekaragaman Cendawan Endofit Pada Tanaman Kakao (*Theobroma cacao* L.) di Kabupaten Bantaeng. *Skripsi*. Makassar: Program Studi Agroteknologi Jurusan Ilmu Hama dan Penyakit Tanaman
- Gajera H.P., Bambharolia R., Patel S.V., Khatrani T.J., dan Goalkiya B.A. 2012. Antagonism of *Trichoderma* spp. against *Macrophomina phaseolina* : Evaluation of Coiling and Cell Wall Degrading Enzymatic Activities. Department of Biotechnology, College of Agriculture, Junagadh Agric. Univ., Junagadh-362 001, Gujarat, India. *J Plant Pathol. Microb.* Vol. 3 ISSN 2157-7471 JPPM
- Gandjar, I., R.A. Samson., K. Van den Tweel-vermeulen, A. Oetari dan I. Santoso. 1999. *Pengenalan kapang tropik umum*. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia.
- Gianessi, Leonard P., Nathan Reigner. 2005. *The Value of Fungicides*. Washington, Dc: CropLife Foundation.
- Gunawan, L. W. 2003. *Stroberi*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Hanif, Z. & H. Ashari. 2012. *Sebaran Stroberi (Fragaria x ananassa) di Indonesia*. Balai Penelitian Tanaman Jeruk dan Buah Subtropika. Kota Batu.
- Hannum, S.M., 2004, Potential Impact of Strawberry on Human Health : a review of the science. *Cnt Rev Food Sci Nutr*. Vol 44 No 1 Hal:1-17.
- Hardianti. D.I, R.M. Roza, A. Martina, 2016. Isolasi dan Seleksi Jamur Selulolitik Dari Hutan Arboretum Universitas Riau. Jurusan Biologi, FMIPA UR, Kampus Binawidya Pekanbaru.
- Harun MA. M. Yusuf. 2003. *Tafsir Ibnu Katsir Jilid 5*. Bogor: Pustaka Imam asy-Syafi'i.
- Hastuti, Utami Sri, Siti A, dan Eriyanto Y. (2014) Antagonisme Antara Kapang *Trichoderma* spp. Terhadap *Fusarium solani* Secara In –Vitro Serta Mekanisme Antagonismenya. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi*.

- Ibnu Katsier. 1988. Tafsir Ibnu Katsier (Penerjemah: H. Salim Bahreisy dan H. Said Bakhreisy) Kuala Lumpur: Victory Agencie.
- Ilmiyah, Z., Mahanani, T.A, Evie, R., et al. 2015. Uji Antagonisme Jamur Endofit Tanaman Stroberi Terhadap *Alternaria alternata* Jamur Penyebab Bercak Daun (*Leaf Spot*) Pada Tanaman Stroberi Secara In Vitro. *Lentera Bio*. Vol. 4. No. 1 : 19-24.
- Intan, Rizatul, M. T. 2014. Potensi Antagonis Jamur Endofit dan Khamir Pada Tanaman Pisang (*Musa accumunata*) Terhadap Jamur *Mycosphaerella musicola* Penyebab Penyakit Bercak Kuning Sigatoka. *Jurnal HPT*. Volume. 2. Nomor. 4.
- Jauhari, Lendra Tantowi. 2010. Seleksi dan Identifikasi Kapang Endofit Penghasil Antimikroba Penghambat Pertumbuhan Mikroba Patogen. *Skripsi*. Jakarta: Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Khazaeli, P, et al. 2010. Morphological and Molecular identification of *Botrytis Cinerea* Causal Agent of Gray Mold in Rose Greenhouse in Central Regions of Iran. *International Journal of Agricultural Science and Research Volume 1 Number 1*.
- Koike. T Steven and Mark Bolda. 2016. *Botrytis Fruit Rot of Strawberry*. Santa Cruz Country: California Strawberry Commision.
- Kumalaningsih, S. 2007. Antioksidan, Sumber & Manfaatnya. <http://antioxidancentre.com> (Diakses tanggal 20 Februari 2017).
- Kurnia, A. 2005. *Petunjuk Praktis Budidaya Stroberi*. Jakarta: Agro Media Pustaka.
- Kurnia, A. T., Mukhtar, I. P., dan Syahrial, O. 2014. Penggunaan Jamur Endofit Untuk Mengendalikan *Fusarium oxysporum* f.sp. *Capsici* Dan *Alternaria solani* Secara In Vitro. *Jurnal Online Agroekoteknologi*. 2. (4) : 1596-1606
- Kusumawardani, Y., Liliek, S., dan Abdul, C. 2015. Potensi Antagonis Jamur Endofit pada Tanaman Lada (*Piper nigrum* L.) Terhadap Jamur *Phytophthora capsici* Leionian Penyebab Penyakit Busuk Pangkal Batang. *Jurnal HPT*. Vol. 3. No. 1.
- Listiandini, K. 2011. Identifikasi Kapang Endofit ES1, ES2, ES3, dan ES4 dari *Broussonetia papyrifera* Vent. Dan Pengujian Kativitas Antimikroba. *Skripsi*. Depok: Departemen Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
- Martino. 2009. Two Ellagitannin from The Leaves of *Terminalia triflora* with Inhibitory Activity in HIV-1 Reverse Transcriptase. *Phytotherapy Research Journal* Vol 18 : 667-669.

- Melysa, N. Fajrin, Suharjono, M.E.D. Astuti. 2013. Potensi *Trichoderma* sp. Sebagai Agen Pengendali *Fusarium* sp. Patogen Tanaman Strawberry (*Fragaria* Sp.) Balai Penelitian Tanaman Jeruk dan Buah Subtropika, Tlekung, Kota Batu 2013
- Mullen, W., J. McGinn, M.E. Lean, M.R. MacLean, P. Gardner, G.G. Duthie, T. Yokota, A. Crozier. 2002. Ellagitannins, flavonoids, and other phenolics in red raspberries and their contribution to antioxidant capacity and vasorelaxation properties. *Agricultural Food Chemistry*. 50 (18): 5191–5206.
- Murray, P. R., E. J. Baron., J. H. Jorgensen., M. L. Landry., and M. A. Pfaller. 2007. *Manual of Clinical Mikrobiologi*. 9th Edition. ASM Press. Washington, D.C. pp. 1726
- Najib ahmad, *et al.* 2014. Identifikasi Kapang *Trichoderma* spp. Dari Rhizofe tanah Pertanian Kedelai dan Daya Antagonismenya Terhadap *Aspergillus flavus* Secara *In-Vitro*. *Prosiding Seminar Hail Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi*.
- Nasiroh Ulfatun, Isnawati, Guntur Trimulyono. 2015. Aktivitas Antifungi *Serratia macescens* terhadap *Alternaria porri* Penyebab Penyakit Bercak Ungu Secara *in Vitro*. *LenteraBio*. Vol 4. No 1
- Natsir, D.M. 2008. *Dasar-dasar Mikrobiologi*. Makassar: Universitas Hasanudin.
- Nita, M. Ellis, M. A, and L. V. Madden. 2003. Reliability and accuracy of Visual Estimation of Phomopsis Leaf Blight of Strawberry. *Epidemiology*. Department of Plant Pathology. The Ohio State University. Vol. 93, No. 8, 2003.
- Noverita., D, F., dan Ernawati, S. 2009, Isolasi dan Uji Aktivitas Antibakteri Jamur Endofit dari Daun dan Rimpang *Zingiber ottensii* Val. *Jurnal Farmasi Indonesia*. Vol. 4. No. 4.
- Nurwahyuni, Reta. Utami Sri hastuti, dan Agung Witjoro. 2013. Isolasi dan Identifikasi Kapang Patogen pada Bercak Daun Daun Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.) dari Kecamatan Jatigoro Kabupaten Tuban. Program Studi Biologi. FMIPA. Universitas Negeri Malang.
- Nutan. 2013. Ellagic acid and Gallic acid from *Lagostremia speciosa* L. Inhibit HIV-1 Infection through Inhibition of HIV-1 Protease and Reverse Transcriptase Activity. *Indian J Med Research*. Hal 540-548.
- Pelczar, M. J. dan E. C. S. Chan. 2008. *Dasar-Dasar Mikrobiologi 1*. Jakarta: UI Press.
- Petrini, O., T.N. Sieber, L. Toti dan O. Viret. 1992. Ecology Metabolite Production and Substrate Utilization in Endophytic Fungi. *Natural Toxins* 1:185-196.

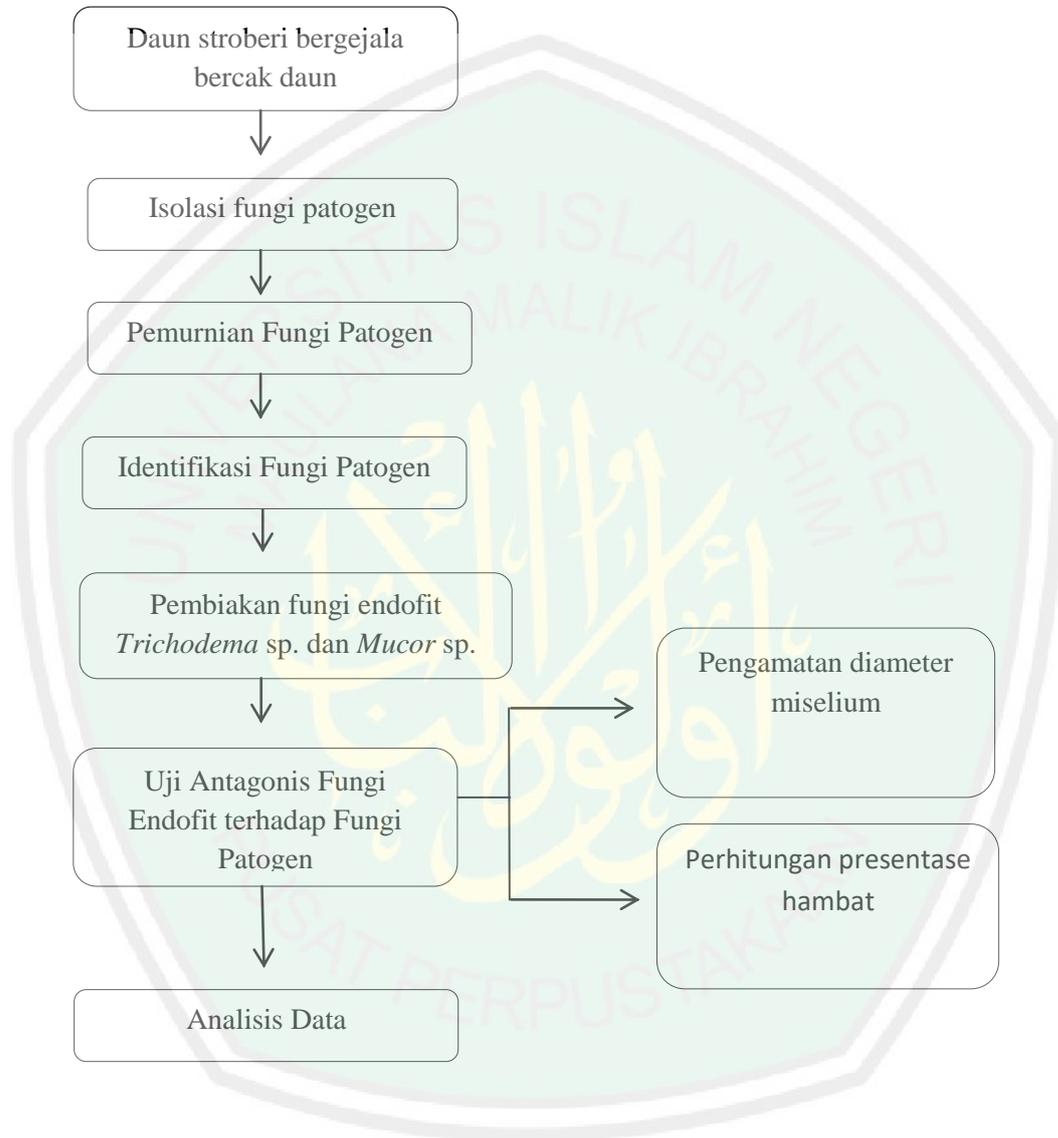
- Pratiwi, Sylvia T. 2008. *Mikrobiologi Farmasi*. Jakarta : Penerbit Erlangga.
- Purwantisari, S., dan Rini, B.H. 2009. Isolasi Dan Identifikasi Jamur Indigenous Rhizosfer Tanaman Kentang Dari Lahan Pertanian Kentang Organik Di Desa Pakis, Malang. *BIOMA*. Vol. 11. No. 2 : 45-53
- Radji, Maksum. 2005. Peranan Bioteknologi dan Mikroba Endofit dalam Pengembangan Obat Herbal. *Majalah Ilmu Kefarmasian*. Vol. 2. No.3. Hal: 113-126.
- Robinson, R. 2001. *Biology Macmillan Science Library*. USA: Macmillan Reference
- Rohmayati, Maya. 2013. Budidaya Stroberi di Lahan Sempit. Bandung: Infra Pustaka Santi. 2008. Budidaya Stroberi di Purbalingga, Jateng. <http://tabloidgallery.wordpress.com> (Diakses tanggal 20 Februari 2017).
- Rukmana, H. R., 1998. *Stroberi Budidaya dan Pascapanen*. Yogyakarta: Kanisius.
- Rusilanti. 2007. *Sehat Dengan Jus Buah*. Jakarta: Agromedia.
- Seeram, N. P., Lee, R., Scheuller, H. S., and Heber, D., 2006, Identification of phenolic compounds in strawberries by liquid chromatography electrospray ionization mass spectroscopy. *Food Chem.*, 97: 1-11.
- Semangun, H. 2008. *Penyakit-Penyakit Tanaman Pangan Di Indonesia*. Edisi kedua. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Semangun, H., 2003. *Penyakit-penyakit Tanaman Hortikultura di Indonesia*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Semangun. H., 1996. *Pengantar Ilmu Penyakit Tumbuhan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Sesan. T.E. 2006. Integrated Control of Strawberry Diseases. *The Polish Phytopathological Society*. 39:133-148
- Skidmore AM. & CH Dickinson. 1976. Colony interactions and hyphal interference between *Septoria nodurum* and phylloplane fungi. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 66, 57-64.
- Soliman, Hoda M *et al.*, 2016. Antagonistic Interaction Between the Fokiar Pathogen *Botrytis Fabae* Sard. And *Trichoderma Harzanium* rifai. *Asian Journal of Plant Pathology*. 10 (3):21-28
- Streets, R.B. 1980. *Diagnosis Penyakit Tanaman (Terjemahan Imam Santoso)*. Tuskon-Arizona. USA: The University Arizona Press.

- Strobel, G. dan Daisy B. 2003. Bioprospecting for Microbial Endophytes and Their Natural Products. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*. Vol. 67, No.4, Hal. 491-502.
- Suciatmih., Antonius, S., Hidayat, I., *et al.* 2014. Isolasi, Identifikasi dan Evaluasi Antagonisme Terhadap *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* (Foc) Secara Invitro Dari Jamur Endofit Tanaman Pisang. *Berita Biologi*. 13 (1). Bogor: LIPI.
- 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).
- Suryanti, Ida Ayu Putu. Romana, Yan dan Proborini, Meitini W. 2013. Isolasi dan Identifikasi Jamur Penyebab Layu dan Antagonismenya Pada Tanaman Kentang Yang Dibudidayakan Di Bedugul, Bali. *Jurnal Biologi*. Volume. XVII, No. 1.
- Susiana, Purwanti dan Rini Budi Hastuti. 2009. Isolasi dan Identifikasi Jamur Indigenous Rhizofe Tanaman Kentang dari Lahan Pertanian Kentang Organik di Desa Pakis, Magelang. *BIOMA*. Vol 11, No 2.
- Syaifurrisal, Arif. 2014. Pengaruh Penyimpanan Pakan Udang Komersial dengan Penambahan Volume Air Berbeda terhadap Pertumbuhan Jamur dan Kandungan Protein Kasar. *Skripsi*. Surabaya: Universitas Airlangga
- Talwar GP, Dar SA, Rai MK, Reddy KV, Mitra D, Kulkarni SV, *et al.* A novel polyherbal microbicide with inhibitory effect on bacterial, fungal and viral genital pathogens. *Int J Antimicrob Agents* 2008; 32 : 180-5.
- Tan, RX. dan Zou, WX. 2000. Endophytes: A Rich Source of Functional Metabolites. *Nat Prod Rep*. Vol. 18.
- Taufik, M. 2010. Efektivitas Agen Antagonis *Trichoderma* sp. Pada Berbagai Media Tumbuh Terhadap Penyakit Layu Tanaman Tomat dalam *Prosiding Seminar Ilmiah Dan Pertemuan Tahunan PEI PFT XIX Komisariat Daerah Sulawesi Selatan*. 5 Nopember 2008
- Thamrin, M., S. Askin, Mukhlis, dan A. Budiman. 2006. *Potensi Ekstrak Flora Lahan Rawa Sebagai Pestisida Nabati*. Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawan.
- Tirtana, Z. Y. G., Liliek S., dan Abdul C. 2013 Eksplorasi Jamur Endofit pada Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum* L.) serta Potensi Antagonismenya terhadap *Phytophthora infestans* (Mont.) de Barry Penyebab Penyakit Hawar Daun Secara *In Vitro*. *Jurnal HPT*. Vol. 1. No. 3.
- Tritrosoepomo, Gembong. 1985. *Morfologi Tumbuhan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

- Vidiana, H. 2012. Keanekaragaman Kapang Penyebab Penyakit Tanaman Stroberi (*Fragaria Holland Newton*) pada Sistem Pengolahan Tanah Di Padukuhan Soka Binangun, Desa Merdikorejo, Kec. Tempel, Kab. Sleman Yogyakarta. *Skripsi*. Program Studi Biologi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Wahyunita, R. 2015. Uji Patogenitas *Fusarium* yang Diambil dari Jaringan Tanaman Kakao pada Tomat dan Pemanfaatan Mikroorganisme Endofit terhadap Pengendalian Isolat Kakao. *Skripsi*. Makassar: Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian.
- Watanabe, Tsuneo. 2002. *Pictorial Atlas Of Soil Seed Fungi second edition*. New York: CRC PRESS.
- Wijoyo, P. 2008. *Rahasia Budi Daya dan Ekonomi Stroberi*. Jakarta: Bee Media.
- Winarsij, H. 2007. *Antioksidan Alami dan Radikal Bebas*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- Winnarsi, H. 2007. *Reproduksi dan Pertumbuhan Mikroorganisme*. Palangkaraya: Program Studi Pendidikan Biologi Pascasarjana: Universitas Palangkaraya.
- Woo, S.L., Scala, F., Ruocco, M., & Lorito, M. (2006). The Molecular Biology of the Interaction between *Trichoderma* spp phytopathogenic fungi and plants. *Phytopatology* 96: 181-185.
- Worang, R.L. 2003. Makalah Individu Pengantar Falsafah Sains (PPS702) Bogor: Program Pascasarjana/S3 Institut Pertanian Bogor.
- Wulandari, D.E, Asrul, Irwan Lakani. 2016. Seleksi Jamur Antagonis *Aspergillus niger* Dari beberapa Lahan Perkebunan Kakao Untuk Mengendalikan *Phytophthora palmivora*. *J. Agroland*.
- Yesmar, Rahmi dan Netty Suharti, Rosalinda Rasyid. 2013. Isolasi dan Uji Kualitatif Hidrolisat Jamur penghasil Enzim Selulose dari Tanah Tumpukan Ampas Tebu. *Jurnal Farmasi Andalas*. Vol. 1.
- Yulianti, T. 2013. Pemanfaatan Endofit Sebagai Agensia Pengendali Hayati Hama dan Penyakit Tanaman. *Buletin Tanaman Tembakau, Serat dan Minyak Industri*. Vol. 5. No. 1 : 40-49.
- Zivkovic, S, Stojanovic S, Ivanovic V, Gavrilovic V, Popovic T & Balaž J. 2010. Screening of Antagonistic Activity of Microorganisms Against *Colletotrichum acutatum* and *Colletotrichum gloeosporioides*. *Arch. Biol. Sci. Belgrade*. 62 (3): 611-623.

LAMPIRAN

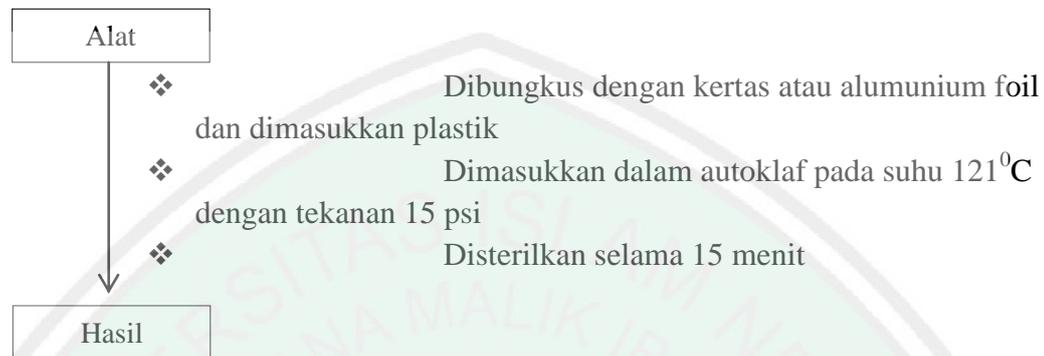
Lampiran 1. Alur Penelitian



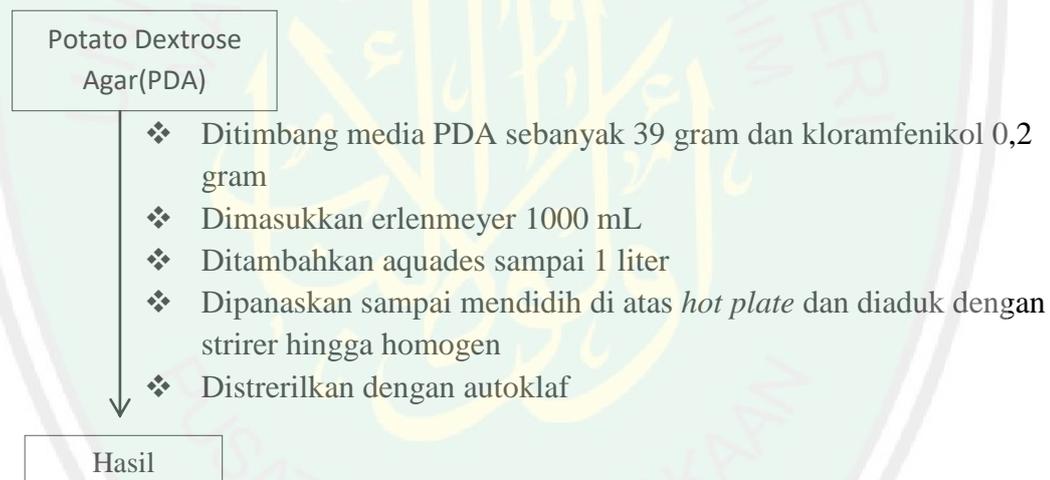
Lampiran 2. Langkah Kerja

1. Isolasi dan Identifikasi Fungi Patogen Penyebab Bercak Daun Stroberi

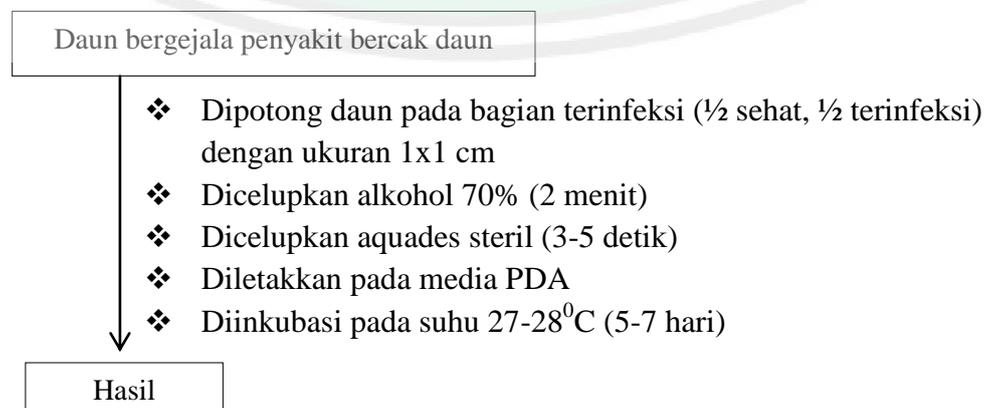
1.a Sterilisasi Alat



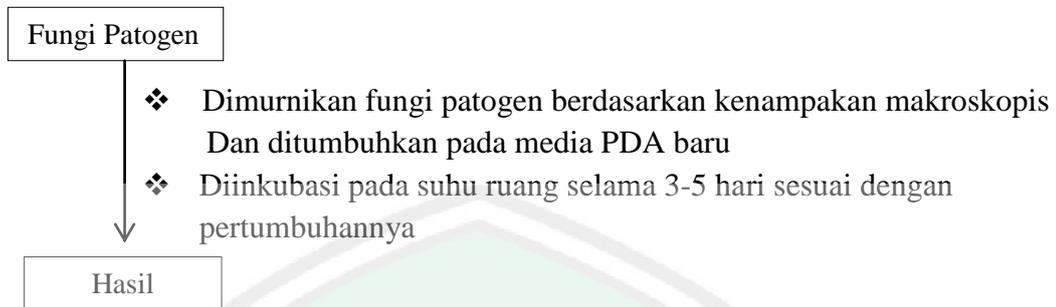
1.b Pembuatan Media



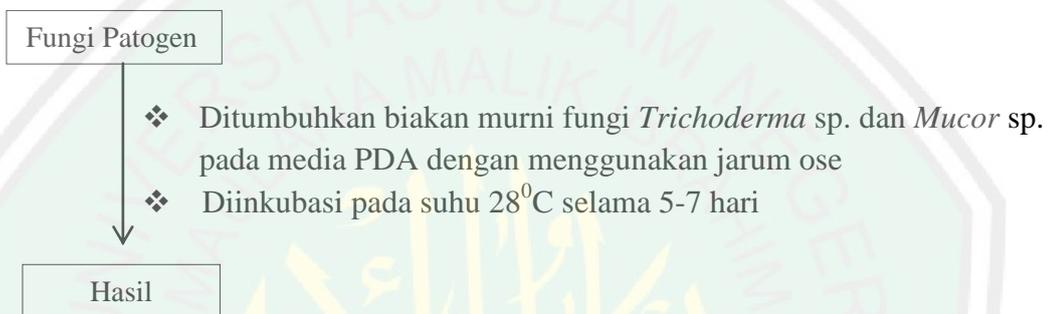
1.c Isolasi Fungi Patogen Penyebab Bercak Daun Pada Stroberi



1.d Pemurnian Fungi Patogen

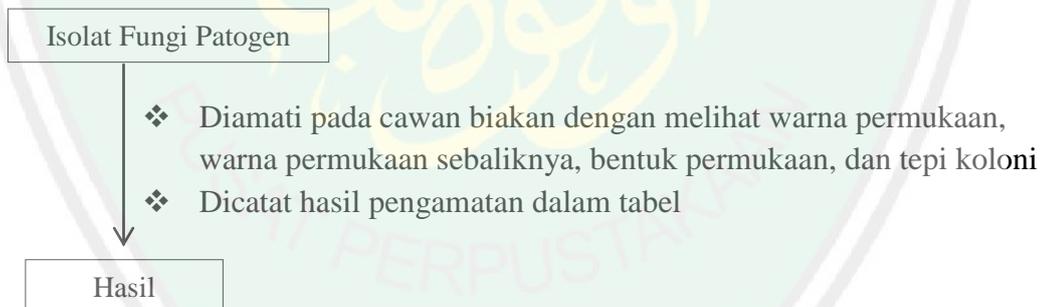


1.e Pembiakan Fungi Endofit *Trichoderma* sp. dan *Mucor* sp.

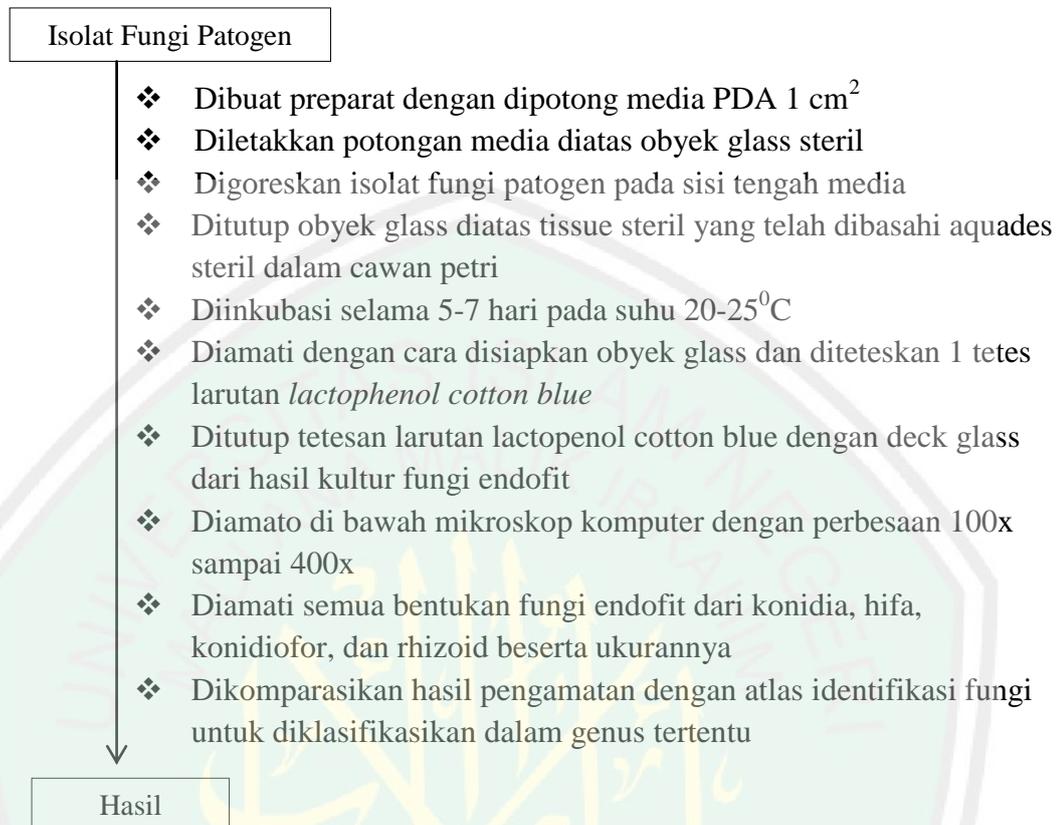


1.f Identifikasi Isolat Fungi Patogen

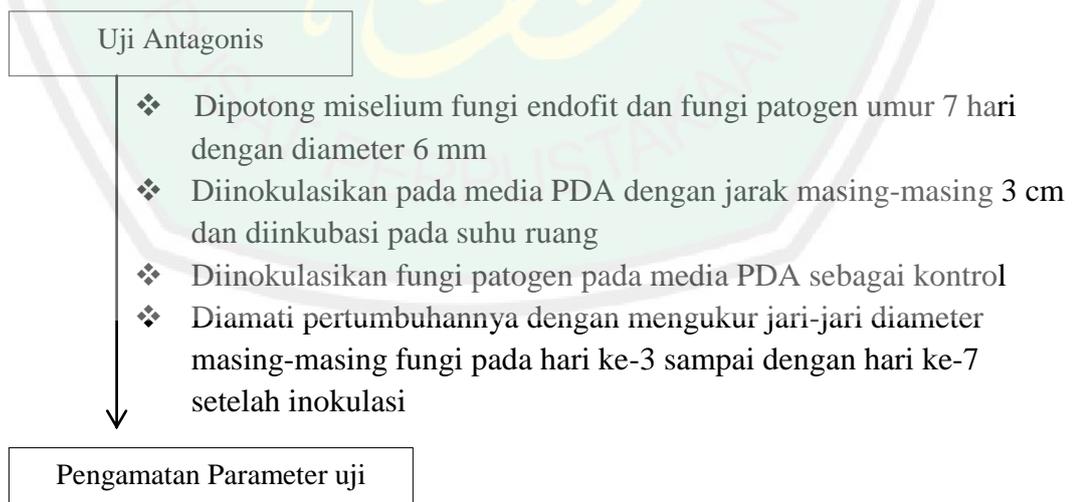
- **Identifikasi Makroskopis**



- **Identifikasi Mikroskopis**



1.g Uji Antagonis Fungi Endofit terhadap Fungi Patogen



Lampiran 3. Diameter Koloni Fungi Endofit (*Trichoderma* sp. dan *Mucor* sp.) dan Fungi Patogen *Alternaria* sp.

Perlakuan	Kode Fungi	Diameter Koloni Pada Hari Ke-				
		3	4	5	6	7
T VS BD1	T	4,5	4,75	4,75	5,75	9
		4,5	5	5	5	6,55
		4,75	4,7	5,1	5	6
	Jumlah	13,75	14,45	14,85	15,75	21,55
	Rata-Rata	4,58	4,82	4,95	5,25	7,18
	BD1	4,75	4,75	4,75	2,75	0
		4,5	5	5,4	5	2,6
		4,7	4,75	5	4,6	3
	Jumlah	13,95	14,5	15,15	12,35	5,6
	Rata-Rata	4,65	4,83	5,05	4,12	1,87
KONTROL BD1		5,4	6,8	8,8	8,8	8,9
M VS BD1	M	2,5	3,15	2,1	1	0
		2,75	3	1,75	1,25	0
		2,65	2,75	1,6	1	0
	Jumlah	7,9	8,9	5,45	3,25	0
	Rata-Rata	2,63	2,97	1,82	1,08	0
	BD1	4,5	5,5	6,9	8	9
		5	6	7,25	7,75	9
		5,35	6,5	8,4	8,5	9
	Jumlah	14,85	18	22,55	24,25	27
	Rata-Rata	4,95	6	7,52	8,08	9,00
KONTROL BD1		5,35	6,75	8,75	8,75	9

Lampiran 4. Diameter Koloni Fungi Endofit (*Trichoderma* sp. dan *Mucor* sp.) dan Fungi Patogen *Aspergillus* sp1.

Perlakuan	Kode Fungi	Diameter Koloni Pada Hari Ke-				
		3	4	5	6	7
T VS BD2	T	4,5	4,8	4,8	5,8	9,0
		4,5	5,0	5,0	5,0	9,0
		4,7	4,8	5,1	4,4	6,0
	Jumlah	13,7	14,6	14,9	15,2	24
	Rata-Rata	4,6	4,9	5,0	5,1	7,2
	BD2	2,3	2,4	2,5	1,3	0,0
		2,0	2,0	2,0	1,6	0,0
		2,1	2,3	2,0	1,5	0,0
	Jumlah	6,4	6,7	6,5	4,4	0,0
	Rata-Rata	2,1	2,2	2,2	1,5	0,0
KONTROL BD2		2,9	3,4	4,5	5,3	6,0
M VS BD2	M	2,0	2,3	2,3	2,5	2,7
		2,1	2,0	2,1	2,3	2,5
		2,0	2,3	2,3	2,5	2,8
	Jumlah	6,1	6,5	6,7	7,3	7,9
	Rata-Rata	2,0	2,2	2,2	2,4	2,6
	BD2	2,8	3,3	4,3	5,0	5,6
		2,6	2,6	3,6	4,5	5,6
		2,2	2,9	4,0	5,0	5,3
	Jumlah	7,6	8,8	11,9	14,5	16,5
	Rata-Rata	2,5	2,9	4,0	4,8	5,5
Kontrol BD2		2,9	3,4	4,5	5,3	6,0

Lampiran 5. Diameter Koloni Fungi Endofit (*Trichoderma* sp. dan *Mucor* sp.) dan Fungi Patogen *Aspergillus* sp2.

PERLAKUAN	KODE FUNGI	DIAMETER KOLONI PADA HARI KE-				
		3	4	5	6	7
		5,25	5,35	5,85	6,5	9
T VS BD3	T	5,65	5,65	5,65	6,9	9
		5,65	4,75	5,65	5,5	6,25
		JUMLAH	16,55	15,75	17,15	18,9
	RATA-RATA	5,52	5,25	5,72	6,30	8,08
	BD3	3,15	3,65	3,75	2,5	0
		3,35	3,35	3,35	2,1	0
		3,5	4,25	4,25	3,5	2,75
	Jumlah	10	11,25	11,35	8,1	2,75
	Rata-Rata	3,33	3,75	3,78	2,70	0,92
	Kontrol BD3		6,75	8	9	9
M VS BD3	M	1,25	2,35	1,95	1,5	1,5
		1,15	2,65	2,05	1,75	1,5
		1,5	2,75	2	1,8	1,6
	Jumlah	3,9	7,75	6	5,05	4,6
	Rata-Rata	1,30	2,58	2,00	1,68	1,53
	BD3	4,35	5,1	6,15	7,05	6,75
		4	5,5	6,35	6,65	6,75
		6,2	5,5	6,25	7	8
	Jumlah	14,55	16,1	18,75	20,7	21,5
	Rata-Rata	4,85	5,37	6,25	6,90	7,17
Kontrol BD3		6,75	8	9	9	9

Lampiran 6. Diameter Koloni Fungi Endofit (*Trichoderma* sp. dan *Mucor* sp.) dan Fungi Patogen *Phytophthora* sp.

Perlakuan	Kode Fungi	Diameter Koloni Pada Hari Ke-				
		3	4	5	6	7
		5	4,75	4,75	5,5	6,9
T VS BD4	T	6,9	7	7,3	7,4	8
		4,5	4,9	5,4	5,75	6,5
		Jumlah	16,4	16,65	17,45	18,65
	Rata-Rata	5,47	5,55	5,82	6,22	7,13
	BD4	4	4,25	4,25	3,5	2,6
		1,7	2,1	1,85	1,6	1
		4,5	4,1	3,6	3,25	2,5
	Jumlah	10,2	10,45	9,7	8,35	6,1
	Rata-Rata	3,40	3,48	3,23	2,78	2,03
Kontrol BD4		7,85	8,5	8,65	9	9
M VS BD4	M	3	3,6	1	0	0
		2,85	3,15	1,75	1	0,5
		2,75	3	1,95	1,5	0,5
	Jumlah	8,6	9,75	4,7	2,5	1
	Rata-Rata	2,87	3,25	1,57	0,83	0,33
	BD4	6,2	7	8	9	9
		6,25	7	7,75	8	8
		6,25	6,75	7	7,5	8,5
	JUMLAH	18,7	20,75	22,75	24,5	25,5
RATA-RATA	6,23	6,92	7,58	8,17	8,50	
Kontrol BD4		7,85	8,5	8,65	9	9

Lampiran 7. Diameter Koloni Fungi Endofit (*Trichoderma* sp. dan *Mucor* sp.) dan Fungi Patogen BD5

Perlakuan	Kode Fungi	Diameter Koloni Pada Hari Ke-				
		3	4	5	6	7
T VS BD5	T	3,75	4,5	5,35	6,75	7,5
		4	4,5	5	6,5	7,25
		4,25	4,65	5,5	6,75	7
	Jumlah	12	13,65	15,85	20	21,75
	Rata-Rata	4	4,55	5,28	6,67	7,25
	BD5	3,6	3,65	3,75	4	4,5
		3,5	3,5	3,5	3,75	3,75
		3,65	4,5	4,5	5	5,5
	Jumlah	10,75	11,65	11,75	12,75	13,75
	Rata-Rata	3,58	3,88	3,92	4,25	4,58
Kontrol BD5		5,85	6	7,4	8,25	8,5
M VS BD5	M	2,25	2,75	1,95	1	0,5
		2,25	2,5	1,75	1	0,5
		2,5	2,75	2,2	1,25	1
	Jumlah	7	8	5,9	3,25	2
	Rata-Rata	2,33	2,67	1,97	1,08	0,67
	BD5	5,4	5,5	7,05	8	8,5
		5,75	5,75	7	8	8,5
		5,75	5,5	6,9	7,75	8
	JUMLAH	16,9	16,75	20,95	23,75	25
	RATA-RATA	5,63	5,58	6,98	7,92	8,33
Kontrol BD5		5,85	6	7,4	8,25	8,5

Lampiran 8. Diameter Koloni Fungi Endofit (*Trichoderma* sp. dan *Mucor* sp.) dan Fungi Patogen *Botrytis* sp.

Perlakuan	Kode Fungi	Diameter Koloni Pada Hari Ke-				
		3	4	5	6	7
T VS BD6	T	2,5	2,9	3,05	3,5	4,5
		2,65	2,95	3	3,25	3,5
		3,35	3,45	3,5	3,65	4,5
	Jumlah	8,5	9,3	9,55	10,4	12,5
	Rata-Rata	2,83	3,10	3,18	3,47	4,17
	BD6	4,35	4	3,4	1,75	0
		4,35	4,5	4,5	4,75	3,5
		2,4	2,5	2,25	2,25	0
	Jumlah	11,1	11	10,15	8,75	3,5
	Rata-Rata	3,70	3,67	3,38	2,92	1,17
KONTROL BD6		7	8,25	8,75	9	9
M VS BD6	M	3	3	2,15	1,5	1
		2,75	3	2,7	2,25	1,5
		3,1	3,1	2,5	1,8	1,5
	Jumlah	9	9	7	6	4
	Rata-Rata	3	3	2	2	1
	BD6	6,1	6,6	7,25	7,5	8
		5,5	5,5	5,8	6,75	7,5
		4,5	5	6,5	6,75	7,5
	Jumlah	16,1	17,1	19,55	21	23
	Rata-Rata	5,37	5,7	6,52	7	7,67
Kontrol BD6		6,5	8,25	8,75	9	9

Lampiran 9. Persentase Daerah Hambatan Fungi Endofit (*Trichoderma* sp. dan *Mucor* sp.) dan Fungi Patogen *Alternaria* sp.

Perlakuan	Ulangan	Presentase Daerah Hambatan (%) Pada Hari ke-				
		3	4	5	6	7
T VS BD1	1	11,21	29,63	45,71	68,69	100
	2	15,89	25,93	38,29	42,86	71,11
	3	12,15	29,63	42,86	47,43	100
Jumlah		39,25	85,19	126,86	158,98	271,11
Rata-rata		13,08	28,40	42,29	52,99	90,37
M VS BD1	1	15,89	18,52	21,14	8,57	0,00
	2	6,54	11,11	17,14	11,43	0,00
	3	0,00	3,70	4,00	2,86	0,00
Jumlah		22,43	33,33	42,28	22,86	0
Rata-rata		7,48	11,11	14,09	7,62	0,00
Kontrol		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Cara Perhitungan:

-Rumus:

$$PI = \frac{C - T}{C} \times 100\%$$

Keterangan:

PI = Persentase penghambatan pertumbuhan miselium (%)

C = diameter miselium patogen pada cawan petri kontrol (cm)

T = Diameter miselium patogen pada cawan petri perlakuan (cm)

$$PI = \frac{5,4 - 4,75}{5,4} \times 100\% = 11,21\%$$

Lampiran 10. Persentase Daerah Hambatan Fungi Endofit (*Trichoderma* sp. dan *Mucor* sp.) dan Fungi Patogen *Aspergillus* sp1.

Perlakuan	Ulangan	Persentase Daerah Hambatan (%) pada Hari Ke-				
		3	4	5	6	7
T VS BD2	1	57,41	64,71	71,59	85,23	100
	2	62,96	70,59	77,27	81,82	100
	3	61,11	66,18	77,27	82,95	100
Jumlah		181,48	201,48	226,13	250	300
Rata-rata		60,49	67,16	75,38	83,33	100,00
M VS BD2	1	48,15	51,47	51,14	43,18	37,08
	2	51,85	61,76	59,09	48,86	37,08
	3	59,26	57,35	54,55	43,18	40,45
Jumlah		159,26	170,58	164,78	135,22	114,61
Rata-rata		53,09	56,86	54,93	45,07	38,20
Kontrol		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Lampiran 11. Persentase Daerah Hambatan Fungi Endofit (*Trichoderma* sp. dan *Mucor* sp.) dan Fungi Patogen *Aspergillus* sp2.

Perlakuan	Ulangan	Presentase Daerah Hambatan (%) Pada Hari ke-				
		3	4	5	6	7
T VS BD3	1	53,33	54,38	58,33	72,22	100
	2	50,37	58,13	62,78	76,67	100
	3	48,15	46,88	52,78	61,11	69,44
jumlah		151,85	159,39	173,89	210	269,44
Rata-rata		50,62	53,13	57,96	70,00	89,81
M VS BD3	1	35,56	36,25	31,67	21,67	25
	2	40,74	31,25	29,44	26,11	25
	3	8,15	31,25	30,56	22,22	11,11
Jumlah		84,45	98,75	91,67	70	61,11
Rata-rata		28,15	32,92	30,56	23,33	20,37
Kontrol		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Lampiran 12. Persentase Daerah Hambatan Fungi Endofit (*Trichoderma* sp. dan *Mucor* sp.) dan Fungi Patogen *Phytophthora* sp.

perlakuan	ulangan	Presentase Daerah Hambatan (%) Pada Hari ke-				
		3	4	5	6	7
T VS BD4	1	49,04	50	50,87	61,11	71,11
	2	78,34	75,29	78,61	82,22	88,89
	3	42,68	51,76	58,38	63,89	72,22
Jumlah		170,06	177,05	187,86	207,22	232,22
Rata-rata		56,69	59,02	62,62	69,07	77,41
M VS BD4	1	21,02	17,65	7,51	0,00	0,00
	2	20,38	17,65	10,4	11,11	11,11
	3	20,38	20,59	19,08	16,67	5,56
Jumlah		61,78	55,89	36,99	27,78	16,67
Rata-rata		20,59	18,63	12,33	9,26	5,56
Kontrol		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Lampiran 13. Presentase Daerah Hambatan Fungi Endofit (*Trichoderma* sp. dan *Mucor* sp.) dan Fungi Patogen Isolat BD5

perlakuan	ulangan	Presentase Daerah Hambatan (%) Pada Hari ke-				
		3	4	5	6	7
T VS BD5	1	37,93	39,17	49,32	51,52	47,06
	2	39,66	41,67	52,7	54,55	55,88
	3	37,07	25,00	39,19	39,39	35,29
jumlah		114,66	64,17	141,21	145,46	138,23
Rata-rata		38,22	32,09	47,07	48,49	46,08
M VS BD5	1	6,9	8,33	4,73	3,03	0,00
	2	0,86	4,17	5,41	3,03	0,00
	3	0,86	8,33	6,76	6,06	5,88
Jumlah		8,62	20,83	16,9	12,12	5,88
Rata-rata		2,87	6,94	5,63	4,04	1,96
Kontrol		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Lampiran 14. Persentase Daerah Hambatan Fungi Endofit (*Trichoderma* sp. dan *Mucor* sp.) dan Fungi Patogen *Botrytis* sp.

Perlakuan	Ulangan	Presentase Daerah Hambatan (%) Pada Hari ke-				
		3	4	5	6	7
T VS BD6	1	37,86	51,52	61,14	80,56	100
	2	37,86	45,45	48,57	47,22	61,11
	3	65,71	69,7	74,86	75	100
Jumlah		141,43	166,67	184,57	202,78	261,11
Rata-rata		47,14	55,56	61,52	67,59	87,04
M VS BD6	1	12,86	20	17,14	16,67	11,11
	2	21,43	33,33	33,71	25	16,67
	3	35,71	39,39	25,71	25	16,67
Jumlah		70	92,72	76,56	66,67	27,78
Rata-rata		23,33	30,91	25,52	22,22	14,82
Kontrol		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Lampiran 15. Hasil Analisis Sidik Ragam (ANOVA)

1. *Trichoderma* sp.

ANOVA

Hasil

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	5383,611	5	1076,722	4,890	,011
Within Groups	2642,000	12	220,167		
Total	8025,611	17			

Keterangan: Nilai signifikansi 0,000 (kurang dari 0,05) menunjukkan adanya pengaruh dari perlakuan pemberian fungi endofit terhadap pertumbuhan fungi patogen dengan taraf kepercayaan 95%.

2. *Mucor* sp.

ANOVA

Hasil

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	3075,167	5	615,033	30,083	,000
Within Groups	245,333	12	20,444		
Total	3320,500	17			

Keterangan: Nilai signifikansi 0,000 (kurang dari 0,05) menunjukkan adanya pengaruh dari perlakuan pemberian fungi endofit terhadap pertumbuhan fungi patogen dengan taraf kepercayaan 95%.

3. Uji Lanjut Duncan Fungi Endofit *Trichoderma* sp. dengan Fungi Patogen

Persentase Daya Hambat

Duncan

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
T BD5	3	46,0000	
T BD4	3		77,3333
T BD6	3		87,0000
T BD3	3		89,6667
T BD1	3		90,3333
T BD2	3		100,0000
Sig.		1,000	,113

4. Uji Lanjut Duncan Fungi Endofit *Mucor* sp. dengan Fungi Patogen

Persentase Daya Hambat

Duncan

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
M BD1	3	,0000		
M BD5	3	2,0000		
M BD4	3	5,6667		
M BD6	3		15,0000	
M BD3	3		20,3333	
M BD2	3			38,0000
Sig.		,169	,174	1,000

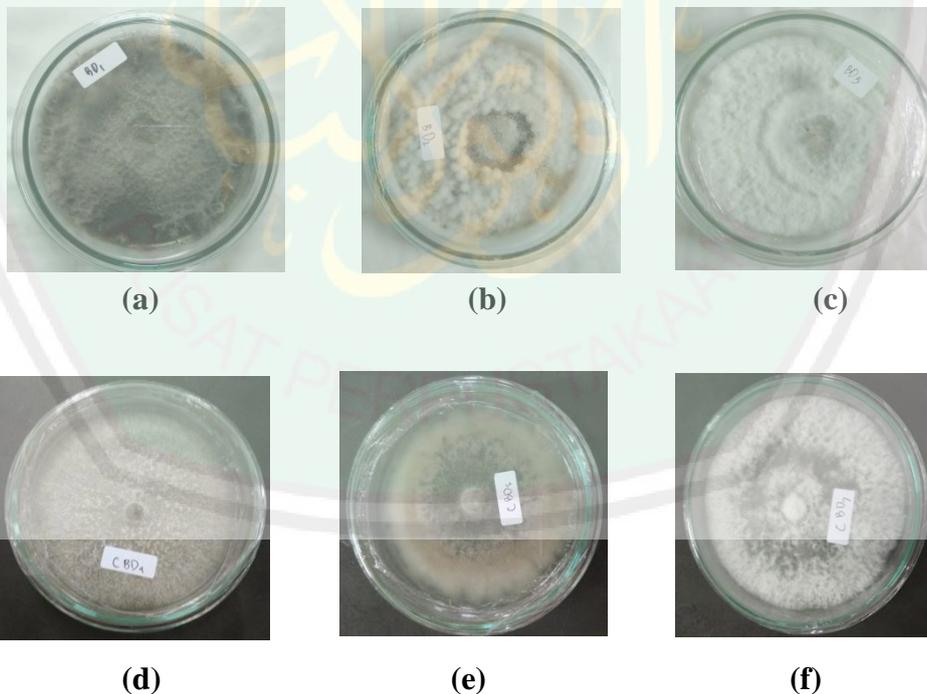
Lampiran 16. Dokumentasi

1. Foto Sampel Penelitian Daun Tanaman Stroberi (*Fragaria x ananassa*) yang Bergejala Bercak Daun (*Leaf spot*)



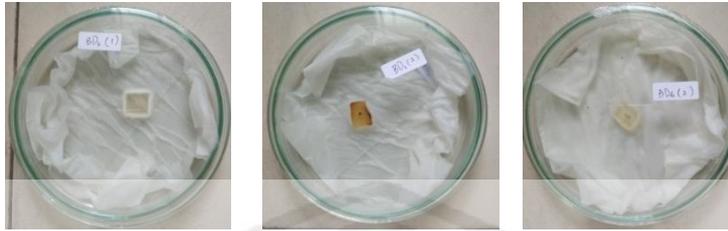
Sampel daun stroberi diambil dari daerah Pandanrejo, Kecamatan Bumiaji Kota Batu.

2. Foto Hasil Isolasi Fungi Patogen

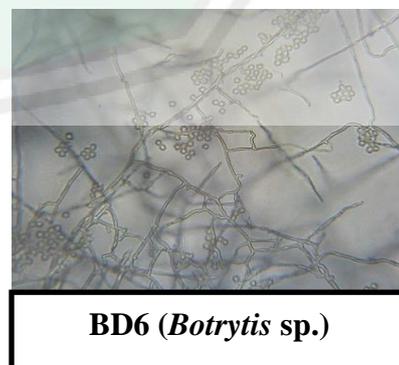
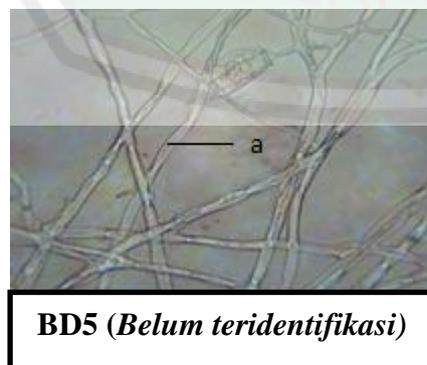
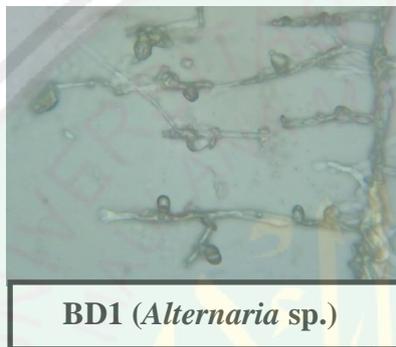


Keterangan : (a) BD1 pada media PDA, (b) BD2 pada media PDA, (c) BD3 pada media PDA, (d) BD4 pada media PDA, (e) BD5 pada media PDA, (f) BD6 pada media PDA

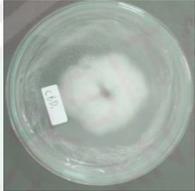
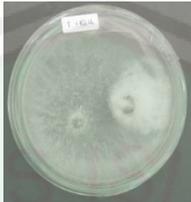
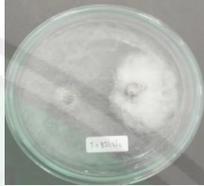
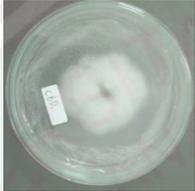
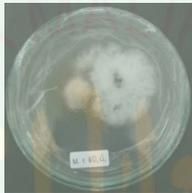
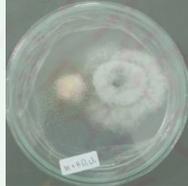
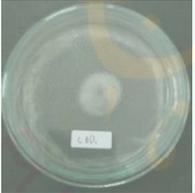
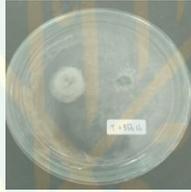
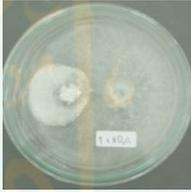
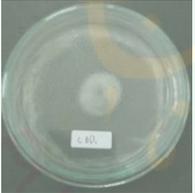
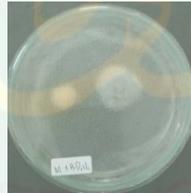
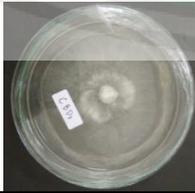
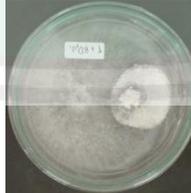
5. Foto Pemiakan Isolat Fungi Patogen untuk Identifikasi

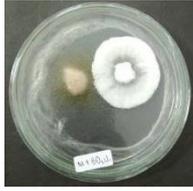
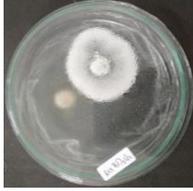
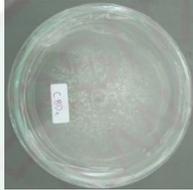
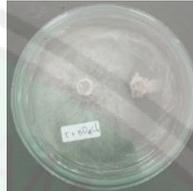
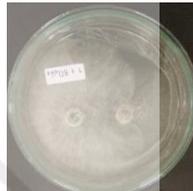
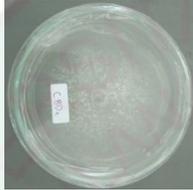
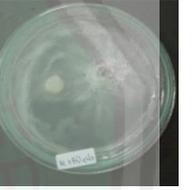
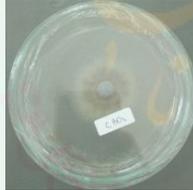
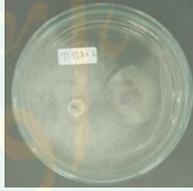
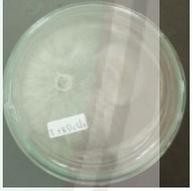
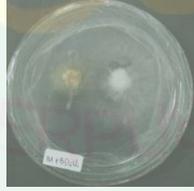
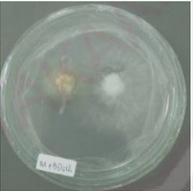
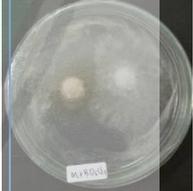
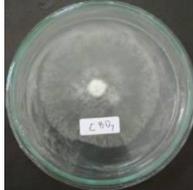
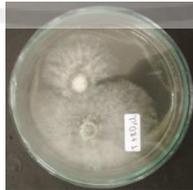
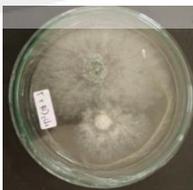


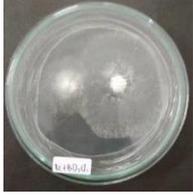
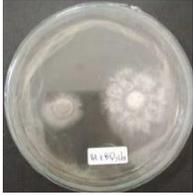
6. Foto Pengamatan Isolat



Lampiran 17. Foto Pengamatan Uji Antagonis Hari ke-3

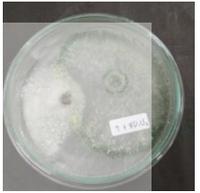
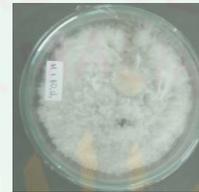
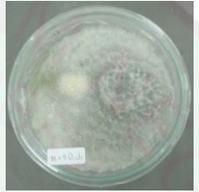
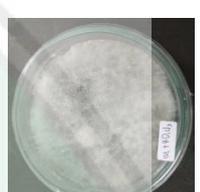
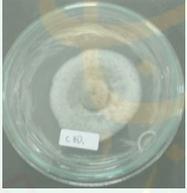
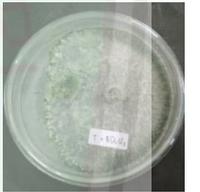
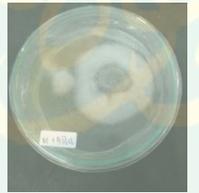
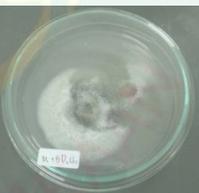
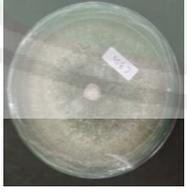
Kode Isolat	Kontrol	Ulangan Ke-		
		1	2	3
T vs BD1				
M vs BD1				
T vs BD2				
M vs BD2				
T VS BD3				

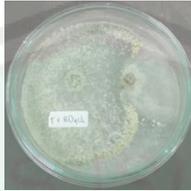
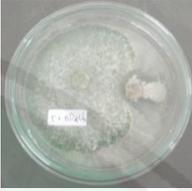
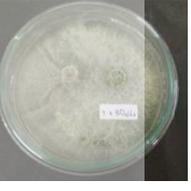
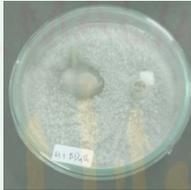
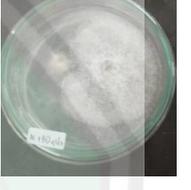
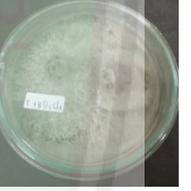
<p>M VS BD3</p>				
<p>T vs BD4</p>				
<p>M vs BD4</p>				
<p>T vs BD5</p>				
<p>M vs BD5</p>				
<p>T vs BD6</p>				

M vs BD6				
---------------------	--	---	--	---



Lampiran 18. Foto Pengamatan Uji Antagonis Hari ke-7

Kode isolat	Kontrol	Ulangan ke-		
		1	2	3
T vs BD1				
M vs BD1				
T vs BD2				
M vs BD2				
T vs BD3				

M vs BD3				
T vs BD4				
M vs BD4				
T VS BD5				
M VS BD5				
T VS BD6				
M VS BD6				



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
JURUSAN BIOLOGI
Jl. Gajayana No. 50 Malang 65144 Telp./ Faks. (0341) 558933
Website: <http://biologi.uin-malang.ac.id> Email: biologi@uin-malang.ac.id

KARTU KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Titi Nurkusma Furi
NIM : 13620017
Program Studi : S1 Biologi
Semester : Ganjil TA 2017/2018
Pembimbing : Dr. Hj. Ulfah Utami, M. Si
Judul Skripsi : Uji Antagonis Fungi Endofit *Trichoderma* sp. dan *Mucor* sp.
Terhadap Fungi Patogen Penyebab Bercak Daun (*Leaf Spot*)
Pada Tanaman Stroberi (*Fragaria x ananassa*)

NO	TANGGAL	URAIAN KONSULTASI	TTD PEMBIMBING
1.	10-02-2017	ACC Judul Skripsi	1. <i>Ulfah</i>
2.	20-02-2017	Revisi Judul Skripsi	2. <i>Ulfah</i>
3.	28-02-2017	Konsultasi BAB I	3. <i>Ulfah</i>
4.	15-03-2017	Konsultasi BAB I dan BAB II	4. <i>Ulfah</i>
5.	22-03-2017	Konsultasi BAB I, II dan III	5. <i>Ulfah</i>
6.	12-04-2017	Revisi BAB I, II dan III	6. <i>Ulfah</i>
7.	20-04-2017	ACC BAB I, II dan III	7. <i>Ulfah</i>
8.	02-11-2017	Konsultasi Hasil Data Pengamatan	8. <i>Ulfah</i>
9.	10-11-2017	Konsultasi Analisis Data	9. <i>Ulfah</i>
10.	20-11-2017	Konsultasi BAB IV	10. <i>Ulfah</i>
11.	24-11-2017	Revisi BAB IV	11. <i>Ulfah</i>
12.	27-11-2017	Revisi BAB IV	12. <i>Ulfah</i>
13.	30-11-2017	ACC BAB IV	13. <i>Ulfah</i>
14.	01-12-2017	Konsultasi BAB V	14. <i>Ulfah</i>
15.	05-12-2017	ACC Skripsi	15. <i>Ulfah</i>

Pembimbing Skripsi,

Dr. Hj. Ulfah Utami, M. Si
NIP. 19650509 199903 2 002



Malang, 03 Januari 2018
Ketua Jurusan

Romaidi M. Si, D. Sc
NIP. 19810201 200901 1 019