

**KEANEKARAGAMAN JAMUR ENDOFIT PADA TANAMAN
TOMAT (*Lycopersicum esculentum* Mill) DAN KEMAMPUAN
ANTAGONISNYA TERHADAP *Phytophthora infestans***

Oleh :

**DIAN WULANDARI
MINAT HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI**



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI
MALANG**

2013

**KEANEKARAGAMAN JAMUR ENDOFIT PADA TANAMAN
TOMAT (*Lycopersicum esculentum* Mill) DAN KEMAMPUAN
ANTAGONISNYA TERHADAP *Phytophthora infestans***

Oleh :

**DIAN WULANDARI
MINAT HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI
MALANG**

2013

**KEANEKARAGAMAN JAMUR ENDOFIT PADA TANAMAN
TOMAT (*Lycopersicum esculentum* Mill) DAN KEMAMPUAN
ANTAGONISNYA TERHADAP *Phytophthora infestans***

Oleh :

DIAN WULANDARI

0910480046

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

SKRIPSI

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

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI
MALANG**

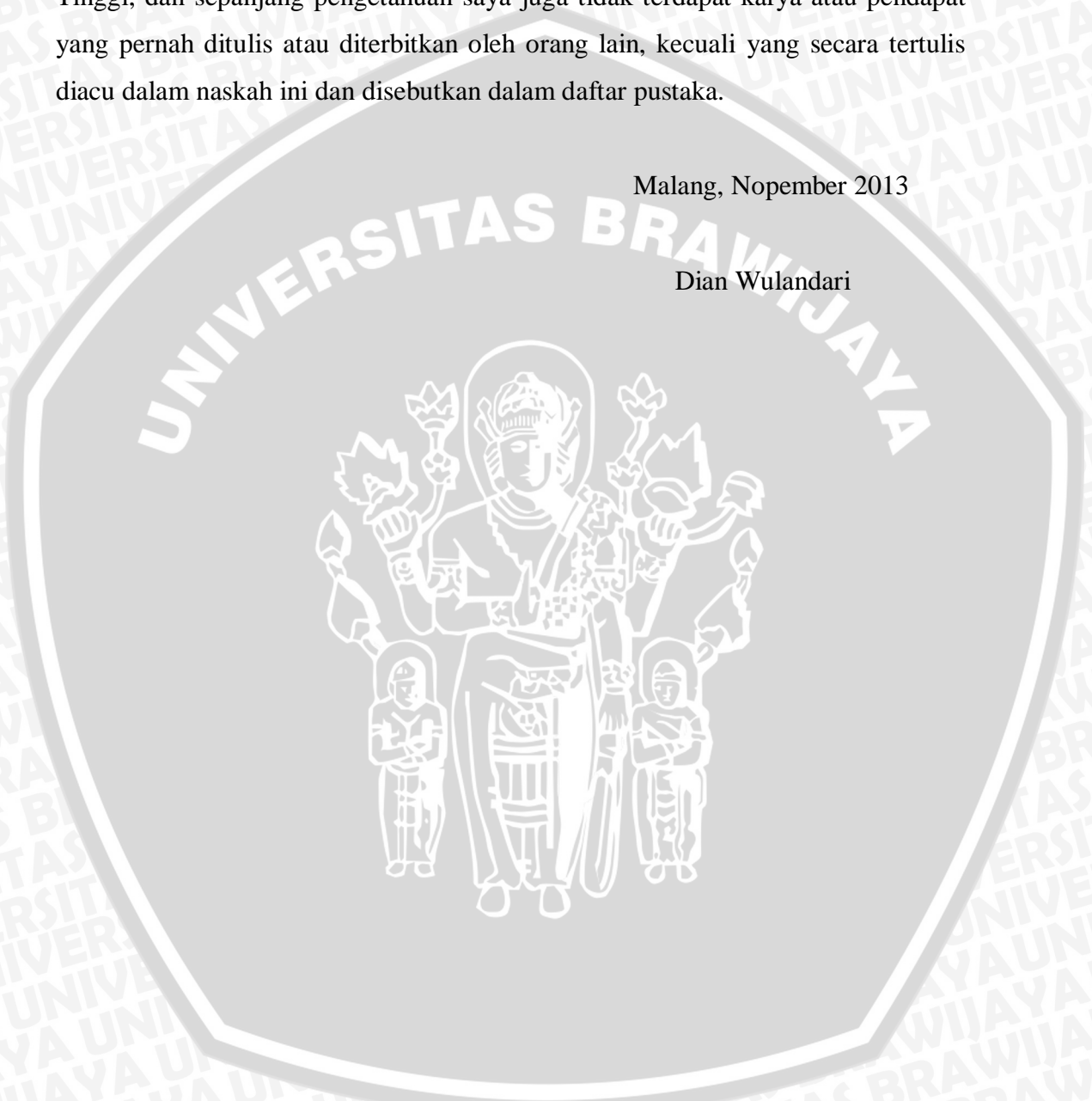
2013

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan disuatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, Nopember 2013

Dian Wulandari



LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Skripsi : Keanekaragaman Jamur Endofit pada Tanaman Tomat
(*Lycopersicum esculentum* Mill.) dan Kemampuan
Antagonisnya terhadap *Phytophthora infestans*.

Nama : Dian Wulandari

NIM : 0910480046

Jurusan : Hama dan Penyakit Tumbuhan

Program Studi : Agroekoteknologi

Menyetujui : Dosen Pembimbing

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

Prof. Ir. Liliek Sulistyowati, Ph.D

Dr. Anton Muhibuddin, SP., MP.

NIP. 19551212 198003 2 003

NIP. 19771130 200501 1 002

Mengetahui,

Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan

Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, SU.

NIP. 19550403 198303 1 003

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan,

MAJELIS PENGUJI

Penguji I

Penguji II

Prof. Dr. Ir. Tutung Hadiastono, MS

Rina Rachmawati, SP., MP., M.Eng.

NIP. 19521028 197903 1 003

NIP. 19810125 200604 2 002

Penguji III

Penguji IV

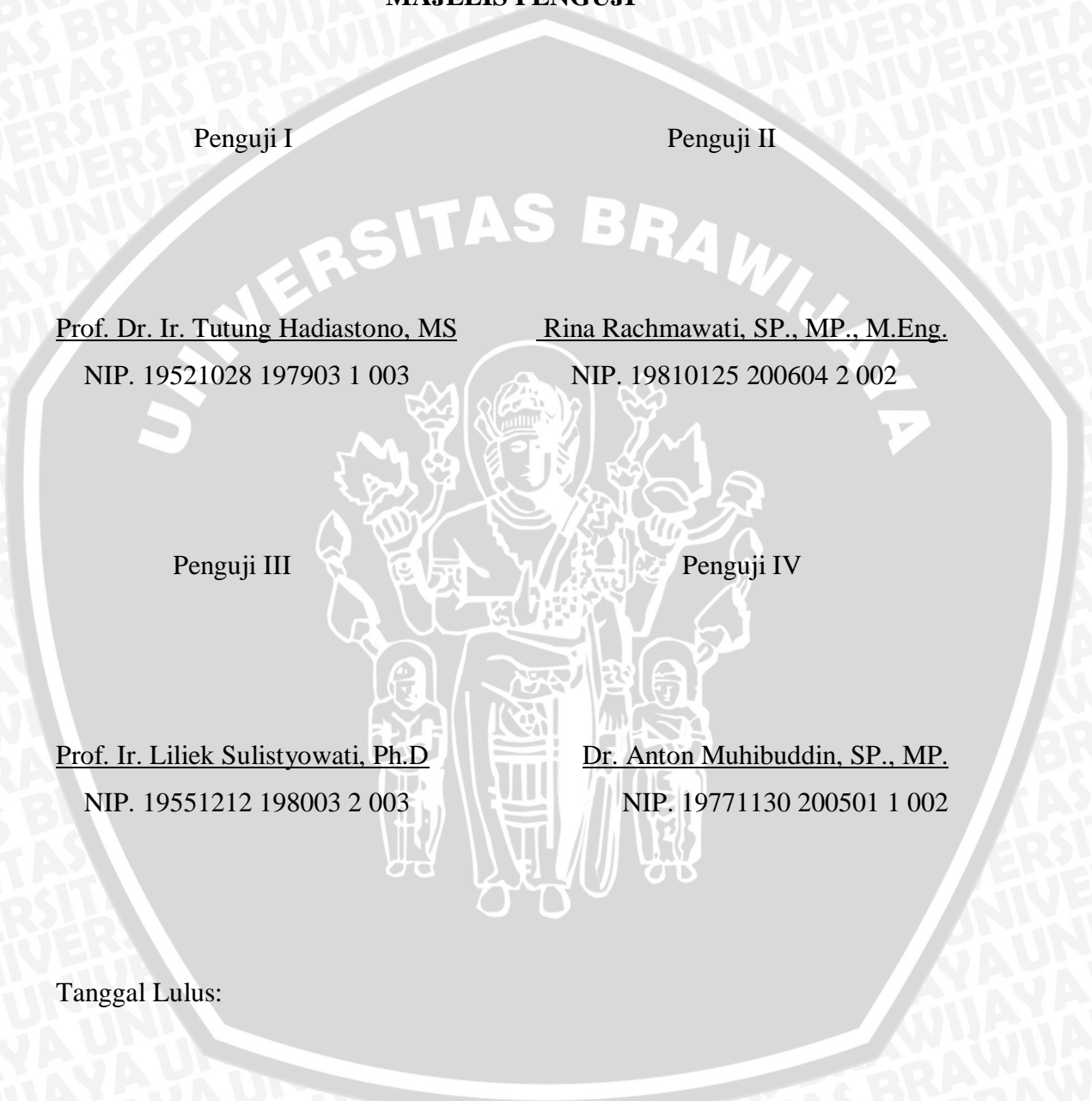
Prof. Ir. Liliek Sulistyowati, Ph.D

Dr. Anton Muhibuddin, SP., MP.

NIP. 19551212 198003 2 003

NIP. 19771130 200501 1 002

Tanggal Lulus:



Kegagalan adalah penundaan, bukan kekalahan
Kegagalan adalah jalan memutar, bukan jalan buntu
(William Arthur Ward)

Berikan usaha terbaik dalam melakukan sesuatu,
Jangan jadikan kegagalan sebagai momok
Jadikan gagal sebagai cambuk untuk meraih sukses

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Skripsi ini ku persembahkan kepada
Mereka yang tersayang:

Ayahanda Budi Harto, S.Sos.
Ibunda Lestari Danawati
Adinda Dwi Salima
Adinda Rahmad Tri Rezeki
Adinda Maulidina Nur Shafira

RINGKASAN

DIAN WULANDARI. 0910480046. Keanekaragaman Jamur Endofit pada Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.) dan Kemampuan Antagonisnya terhadap *Phytophthora infestans*. Dibawah Bimbingan Liliek Sulistyowati dan Anton Muhibuddin.

Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.) merupakan salah satu komoditas pertanian yang bernilai ekonomi tinggi dan banyak diusahakan secara komersial di Indonesia. Produksi tanaman tomat di Indonesia dalam beberapa tahun terakhir mengalami peningkatan, tetapi dalam budidaya tomat seringkali mengalami beberapa kendala. Salah satu kendala yang dinilai paling berperan adalah adanya serangan penyakit. Salah satu penyakit yang sangat merugikan pada pertanaman tomat adalah penyakit hawar daun yang disebabkan oleh *Phytophthora infestans* yang merupakan penyakit utama pertanaman tomat di dataran tinggi. Untuk tetap menjaga produksi tomat agar tetap tinggi, diperlukan tindakan pencegahan dan pengendalian, tetapi pengendalian yang dilakukan masih menggunakan pestisida yang tidak aman bagi lingkungan. Salah satu alternatif pengendalian penyakit yang aman adalah pengendalian secara hayati dengan menggunakan jamur endofit yang bersifat antagonis untuk meningkatkan ketahanan induksi tanaman. Dengan adanya jamur endofit di dalam jaringan tanaman akan memberikan keuntungan bagi tanaman, yaitu meningkatnya toleransi tanaman terhadap logam berat, meningkatnya ketahanan terhadap kekeringan, menekan serangan hama, dan resistensi sistemik terhadap patogen.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui macam-macam jamur endofit yang terdapat di jaringan tanaman tomat dan kemampuan antagonisnya terhadap *P.infestans*. Hipotesis yang diajukan yaitu terdapat beragam jamur endofit di dalam jaringan tanaman tomat dan memiliki kemampuan antagonis terhadap *P.infestans*.

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mikologi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya pada bulan April sampai dengan September 2013. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode eksplorasi dan eksperimen. Metode eksplorasi dilakukan pada daun, batang dan akar tanaman tomat untuk mendapatkan jamur endofit. Hasil dari eksplorasi kemudian diuji daya antagonisnya terhadap *P.infestans*. Uji antagonis dilakukan dengan menggunakan metode oposisi langsung yaitu dengan cara menumbuhkan isolat jamur endofit dengan patogen secara berhadapan dengan jarak 3 cm pada cawan Petri berdiameter 9 cm dengan menggunakan media PDA. Hasil uji antagonis dianalisis dengan menggunakan uji t pada taraf kesalahan 5% (0,05).

Berdasarkan hasil isolasi dan identifikasi jamur endofit, didapatkan 10 genus jamur dengan total 20 isolat, yaitu masing-masing 5 isolat pada akar, 9 isolat pada batang, dan 6 isolat pada daun. Genus jamur yang diperoleh antara lain: *Acremonium* sp., *Aspergillus* sp., *Cephalosporium* sp., *Fusarium* sp., *Helicocephalum* sp., *Penicillium* sp., dan *Rhizopus* sp., dan empat genus jamur yang tidak teridentifikasi. Dari total 20 jamur endofit tersebut kemudian diuji daya antagonisnya terhadap *P.infestans*. Berdasarkan hasil uji antagonis, persentase penghambatan dari total 20 isolat jamur endofit berkisar antara 36,93% - 100%. Analisis statistik menunjukkan bahwa semua isolat jamur endofit yang diperoleh memiliki kemampuan untuk melakukan penghambatan terhadap *P.infestans*.

SUMMARY

DIAN WULANDARI. 0910480046. Diversity of Endophytic Fungi on Tomato Plants (*Lycopersicum esculentum* Mill.) and the Ability of Antagonistic against *Phytophthora infestans*. Supervised by Liliek Sulistyowati and Anton Muhibuddin.

Tomato (*Lycopersicum esculentum* Mill.) is one of the agricultural commodities that is economically and commercially cultivated in Indonesia. Production of tomato crop in Indonesia in recent years has increased, but in the cultivation of tomatoes often undergoes some problems. One of the important problems is the presence of disease. The most important disease on tomato crops is late blight disease caused by *Phytophthora infestans*, a major disease of tomato cultivation in the highlands. To keep the high production of tomato crops, prevention and control measure should be done. However, the control practice usually uses pesticides that are not safe for the environment. One alternative of safe disease control is biological control that using endophytic fungi to improve plant resistance induction. The presence of endophytic fungi in the plant tissue will give benefit to the plants, such as the increasing of plants tolerance to metals, resistance to drought, pests pressing, and systemic resistance to pathogens.

This research aimed to determine the diversity of endophytic fungi that were found in the tomato tissue and their antagonistic potential to pathogenic *P. infestans*. The hypothesis of this research was there are varieties of endophytic fungi in tomato tissue that have ability to suppress *P. infestans*.

This research was conducted at the Laboratory of Mycology, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Brawijaya University. The research was done from April to September 2013. This research was consisted of 2 methods, exploration and experiment. Exploration of endophytic fungi were conducted from tomato leaves, stems and roots. The isolates resulted from exploration was tested of their antagonistic potential to *P. infestans*. The antagonism was tested using direct opposition method. The isolates of endophytic fungi and *P. infestans* were cultured in the same place with a distance of 3 cm from border in 9 cm diameter Petri dish on PDA. The data were analyzed using T-test with probability 5% (0,05).

Twenty isolates were found to have different morphological characters, respectively 5 isolates in the roots, 9 isolates in the stems, and 6 isolates in the leaves. Sixteen endophytic fungi were identified as *Acremonium* sp., *Aspergillus* sp., *Cephalosporium* sp., *Fusarium* sp., *Helicocephalum* sp., *Penicillium* sp., *Rhizopus* sp., and 4 of them were unidentified. Based on the results of antagonism test, the percentage inhibitions obtained were ranged between 36,93% - 100%. Statistical analysis showed that all isolates obtained endophytic fungi have the ability to control *P. infestans*.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul Keanekaragaman Jamur Endofit pada Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.) dan Kemampuan Antagonisnya terhadap *Phytophthora infestans*. Penyusunan skripsi ini ditujukan sebagai pemenuhan salah satu syarat dalam penyelesaian Pendidikan Strata Satu (S-1) di Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.

Penyusunan skripsi ini telah mendapatkan bantuan dari berbagai pihak, baik bantuan teknis maupun non-teknis, sehingga pada kesempatan ini dengan segala ketulusan hati penulis mengucapkan terima kasih kepada Ibu Prof. Ir. Liliek Sulistyowati, Ph.D., dan Bapak Dr. Anton Muhibuddin, SP., MP., selaku pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan saran dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan skripsi ini. Ucapan terimakasih juga penulis sampaikan kepada Bapak Prof. Dr. Ir. Tutung Hadiastono, MS dan Ibu Rina Rachmawati, SP., MP., M.Eng, selaku penguji atas nasehat dan bimbingan kepada penulis.

Penulis juga menyampaikan rasa terimakasih kepada Bapak Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, SU. selaku ketua jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan. Ucapan terimakasih juga penulis sampaikan kepada karyawan dan Laboran Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan atas bantuan dan fasilitas yang diberikan kepada penulis.

Penghargaan yang tulus penulis berikan kepada Ibunda dan Ayahanda tercinta serta adik-adik tersayang yang dengan kasih sayang dan kesabaran selalu memberikan dukungan, do'a dan usaha terbaiknya bagi penulis. Penghargaan juga penulis sampaikan atas dukungan dan kebersamaan sahabat-sahabat tersayang serta teman-teman seperjuangan, teman-teman Agroekoteknologi A 2009, teman-teman Kertosariro 37, teman-teman HPT 2009 dan teman-teman Mikologi 2009 serta semua pihak yang telah membantu yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu. Penulis berharap semoga hasil penelitian ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak yang menggunakan, dan dapat memberikan sumbangan pikiran dalam kemajuan ilmu pengetahuan khususnya dibidang perlindungan tanaman.

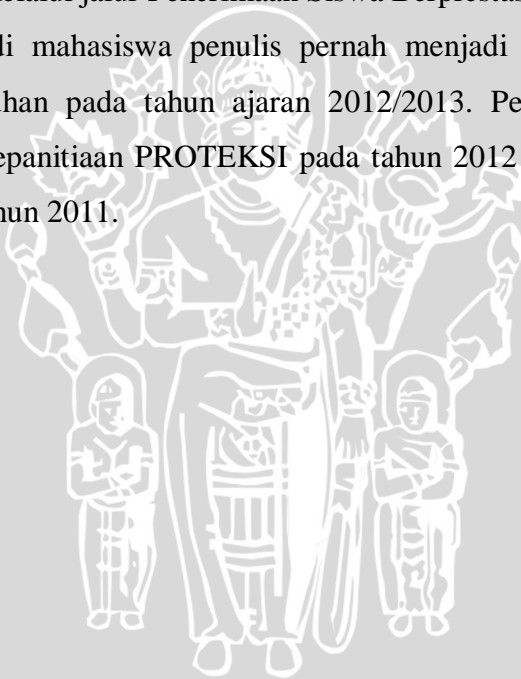
Malang, Nopember 2013

Penulis

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Sembawa, Kabupaten Banyuasin pada tanggal 13 Juli 1992 sebagai putri pertama dari empat bersaudara dari pasangan Bapak Budi Harto, S.Sos., dan Ibu Lestari Danawati. Penulis menempuh pendidikan dasar di SD N No. 1 Sembawa pada tahun 1997 sampai tahun 2003, kemudian penulis melanjutkan pendidikan menengah pertama di SMP N 3 Banyuasin III pada tahun 2003 sampai tahun 2006. Pada tahun 2006 sampai tahun 2009 penulis menempuh pendidikan di Sekolah Pertanian Pembangunan (SPP) Negeri Sembawa-Palembang. Pada tahun 2009 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Strata 1 Program Studi Agroekoteknologi di Fakultas Pertanian Universitas Brwijaya Malang, Jawa Timur melalui jalur Penerimaan Siswa Berprestasi (PSB).

Selama menjadi mahasiswa penulis pernah menjadi asisten praktikum Ilmu Penyakit Tumbuhan pada tahun ajaran 2012/2013. Penulis juga pernah berpartisipasi dalam kepanitiaan PROTEKSI pada tahun 2012 dan OLIMPIADE BRAWIJAYA pada tahun 2011.



DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	i
SUMMARY	ii
KATA PENGANTAR	iii
RIWAYAT HIDUP	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	x
1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Hipotesis.....	3
2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Tanaman Tomat	
2.1.1 Klasifikasi Tanaman Tomat.....	4
2.1.2 Morfologi Tanaman Tomat.....	4
2.2 Jamur Endofit	
2.2.1 Definisi Jamur Endofit.....	7
2.2.2 Keragaman dan Ekologi Jamur Endofit.....	7
2.2.3 Hubungan Jamur Endofit dengan inang.....	8
2.2.4 Senyawa yang Dihasilkan Jamur Endofit.....	9
2.2.5 Peran Jamur Endofit dalam Pengendalian Patogen.....	9
2.3 Penyakit Hawar Daun Tomat	
2.3.1 Klasifikasi Penyakit Hawar Daun Tomat.....	10
2.3.2 Arti Penting Penyakit.....	10
2.3.3 Morfologi dan Fisiologi Patogen.....	10
2.3.4 Daur Penyakit.....	11
2.3.5 Gejala pada Tanaman.....	12
2.3.6 Pengendalian Penyakit.....	14
3. BAHAN DAN METODE	
3.1 Tempat dan Waktu.....	15
3.2 Alat dan Bahan.....	15
3.3 Metode Penelitian.....	15
3.4 Pelaksanaan Penelitian	
3.4.1 Isolasi <i>P. infestans</i>	15
3.4.2 Eksplorasi Jamur Endofit.....	17
3.4.3 Uji Antagonis Jamur Endofit terhadap <i>Phytophthora infestans</i>	22
3.5 Analisis Data.....	23

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Isolasi dan Identifikasi *P.infestans* Penyebab Hawar Daun pada Tanaman Tomat 24

4.2 Isolasi dan Identifikasi Jamur Endofit Tanaman Tomat 26

4.3 Uji Antagonis Jamur Endofit terhadap *P.infestans*

4.3.1. Hasil Uji Antagonis Jamur Endofit terhadap *Phytophthora infestans*..... 47

4.3.2. Analisis Penghambatan Jamur Endofit terhadap *Phytophthora infestans*..... 59

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan..... 65

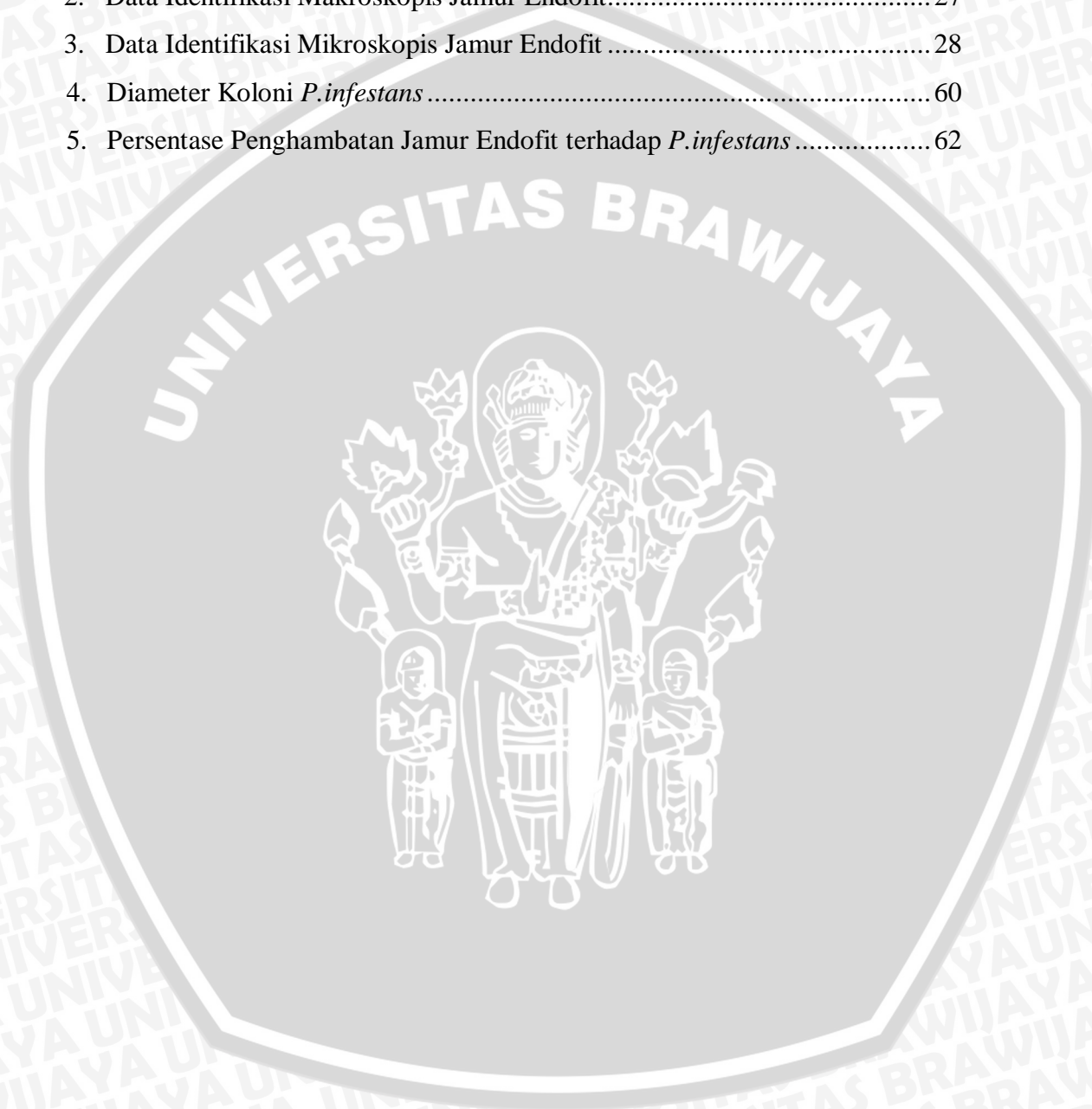
5.2 Saran 65

DAFTAR PUSTAKA..... 66



DAFTAR TABEL

No.	Teks	Halaman
1.	Keragaman Genus Jamur Endofit pada Tanaman Tomat	26
2.	Data Identifikasi Makroskopis Jamur Endofit.....	27
3.	Data Identifikasi Mikroskopis Jamur Endofit	28
4.	Diameter Koloni <i>P.infestans</i>	60
5.	Persentase Penghambatan Jamur Endofit terhadap <i>P.infestans</i>	62



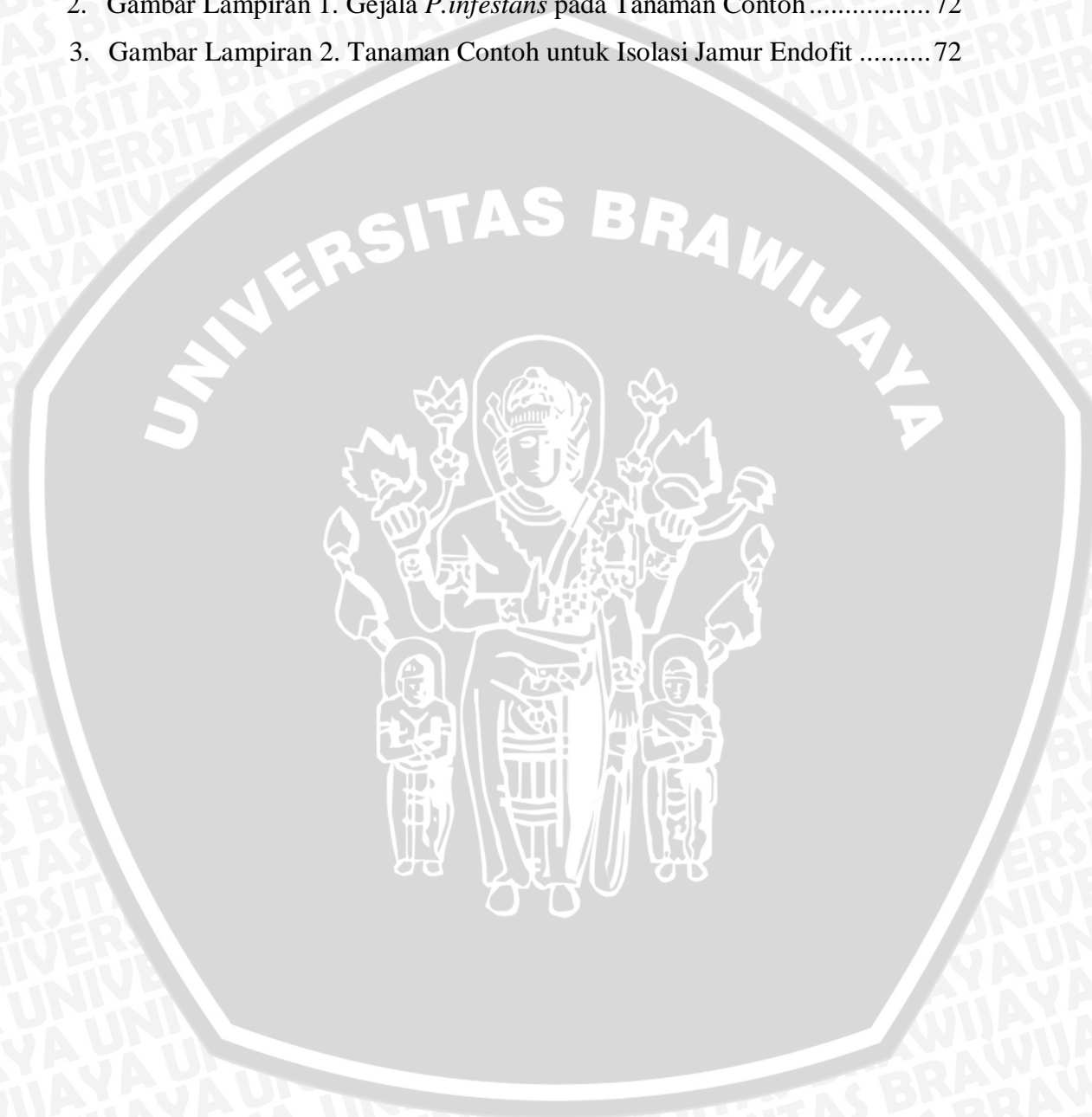
DAFTAR GAMBAR

No.	Teks	Halaman
1.	Morfologi dan Anatomi Tanaman Tomat	4
2.	Morfologi Mikroskopis <i>P.infestans</i>	11
3.	Gejala Serangan <i>P.infestans</i> pada Daun dan Batang Tomat.....	12
4.	Gejala Serangan <i>P.infestans</i> pada Buah Tomat	13
5.	Serangan <i>P.infestans</i> pada Tomat Muda.....	13
6.	Tanda Serangan <i>P.infestans</i>	14
7.	Tahapan Isolasi Jamur Endofit.....	18
8.	Bentuk Hifa Bersekat dan Tidak Bersekat.....	21
9.	Struktur Tubuh Jamur Secara Mikroskopis	21
10.	Metode Oposisi Langsung	22
11.	Biakan <i>P.infestans</i>	25
12.	Jamur <i>Acremonium</i> sp.....	32
13.	Jamur <i>Aspergillus</i> sp.1.....	32
14.	Jamur <i>Aspergillus</i> sp.2.....	33
15.	Jamur <i>Aspergillus</i> sp.3.....	34
16.	Jamur <i>Aspergillus</i> sp.4.....	35
17.	Jamur <i>Cephalosporium</i> sp.....	36
18.	Jamur <i>Fusarium</i> sp.1	37
19.	Jamur <i>Fusarium</i> sp.2	38
20.	Jamur <i>Fusarium</i> sp.3	39
21.	Jamur <i>Helicocephalum</i> sp.1	39
22.	Jamur <i>Helicocephalum</i> sp.2	40
23.	Jamur <i>Penicillium</i> sp.1.....	41
24.	Jamur <i>Penicillium</i> sp.2.....	42
25.	Jamur <i>Penicillium</i> sp.3.....	42
26.	Jamur <i>Penicillium</i> sp.4.....	43
27.	Jamur <i>Rhizopus</i> sp.	44
28.	Jamur E3	44
29.	Jamur E9	45
30.	Jamur E16	46

31. Jamur E19	46
32. Hasil Uji Antagonis Jamur <i>Acremonium</i> sp. terhadap <i>P.infestans</i>	47
33. Hasil Uji Antagonis Jamur <i>Aspregillus</i> sp.1 terhadap <i>P.infestans</i>	48
34. Hasil Uji Antagonis Jamur <i>Aspregillus</i> sp.2 terhadap <i>P.infestans</i>	48
35. Hasil Uji Antagonis Jamur <i>Aspregillus</i> sp.3 terhadap <i>P.infestans</i>	49
36. Hasil Uji Antagonis Jamur <i>Aspregillus</i> sp.4 terhadap <i>P.infestans</i>	50
37. Hasil Uji Antagonis Jamur <i>Cephalosporium</i> sp. terhadap <i>P.infestans</i>	50
38. Hasil Uji Antagonis Jamur <i>Fusarium</i> sp.1 terhadap <i>P.infestans</i>	51
39. Hasil Uji Antagonis Jamur <i>Fusarium</i> sp.2 terhadap <i>P.infestans</i>	51
40. Hasil Uji Antagonis Jamur <i>Fusarium</i> sp.3 terhadap <i>P.infestans</i>	52
41. Hasil Uji Antagonis Jamur <i>Helicocephalum</i> sp.1 terhadap <i>P.infestans</i>	53
42. Hasil Uji Antagonis Jamur <i>Helicocephalum</i> sp.2 terhadap <i>P.infestans</i>	53
43. Hasil Uji Antagonis Jamur <i>Penicillium</i> sp.1 terhadap <i>P.infestans</i>	54
44. Hasil Uji Antagonis Jamur <i>Penicillium</i> sp.2 terhadap <i>P.infestans</i>	55
45. Hasil Uji Antagonis Jamur <i>Penicillium</i> sp.3 terhadap <i>P.infestans</i>	55
46. Hasil Uji Antagonis Jamur <i>Penicillium</i> sp.4 terhadap <i>P.infestans</i>	56
47. Hasil Uji Antagonis Jamur <i>Rhizopus</i> sp. terhadap <i>P.infestans</i>	56
48. Hasil Uji Antagonis Jamur E3 terhadap <i>P.infestans</i>	57
49. Hasil Uji Antagonis Jamur E9 terhadap <i>P.infestans</i>	58
50. Hasil Uji Antagonis Jamur E16 terhadap <i>P.infestans</i>	58
51. Hasil Uji Antagonis Jamur E19 terhadap <i>P.infestans</i>	59
52. Histogram Persentase Penghambatan Jamur Antagonis terhadap <i>P.infestans</i> pada Hari ke delapan	64

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Tabel Lampiran 1 Uji T Diameter <i>P.infestans</i>	70
2. Gambar Lampiran 1. Gejala <i>P.infestans</i> pada Tanaman Contoh	72
3. Gambar Lampiran 2. Tanaman Contoh untuk Isolasi Jamur Endofit	72



I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kebutuhan akan produk pertanian semakin meningkat seiring dengan semakin bertambahnya jumlah penduduk. Produk pertanian seperti tanaman pangan dan hortikultura memegang peranan penting dalam memenuhi kebutuhan pangan tersebut. Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill) merupakan salah satu produk hortikultura yang termasuk dalam kelompok sayuran buah yang sangat potensial sebagai sumber vitamin terutama vitamin A, C, dan sedikit vitamin B yang digemari oleh masyarakat. Buah tomat dapat dimanfaatkan sebagai sayuran, minuman, bahan obat-obatan maupun sebagai bahan kosmetik. Tomat merupakan salah satu komoditas pertanian yang bernilai ekonomi tinggi dan banyak diusahakan secara komersial di Indonesia.

Produksi tanaman tomat di Indonesia dalam beberapa tahun terakhir mengalami peningkatan seiring dengan semakin meningkatnya permintaan masyarakat. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (2012), dalam tiga tahun terakhir produksi tomat di Indonesia cukup tinggi. Pada tahun 2009 produksi tomat mencapai 853.061 ton, dan semakin meningkat hingga pada tahun 2011 menjadi 954.046 ton. Akan tetapi, dalam budidaya tanaman tomat di Indonesia, terdapat beberapa kendala yang dapat menghambat produksi. Kendala dalam produksi tomat adalah kurang tersedianya tomat varietas unggul yang mempunyai produksi dan kualitas baik serta tahan terhadap gangguan hama dan penyakit, ketersediaan lahan terbatas dan kurangnya teknik budidaya yang tepat (Pitojo, 2005). Salah satu kendala yang dinilai paling berperan adalah adanya serangan penyakit. Penyakit tanaman merupakan kendala yang paling dominan apabila dibandingkan dengan jenis gangguan lainnya. Penyakit dapat menyebabkan penurunan produksi dan juga dapat menyebabkan gagalnya suatu program pengembangan tanaman disuatu wilayah (Anonim, 2003).

Salah satu penyakit yang sangat merugikan pada pertanaman tomat adalah penyakit hawar daun yang disebabkan oleh *Phytophthora infestans*. Penyakit ini merupakan penyakit utama pertanaman tomat di dataran tinggi dan pertanaman tomat di Indonesia tersebar di daerah dataran tinggi, sehingga penyakit ini

menjadi salah satu kendala berat bagi petani tomat di Indonesia. Penyakit hawar daun dapat menyebabkan penurunan produksi pada lahan hingga gagal panen apabila tidak ditangani dengan tepat. Penyakit ini dapat berkembang dengan cepat pada kondisi yang ideal dan menyebabkan kematian tanaman tomat pada lahan dalam waktu dua minggu (Cerkauskas, 2005 *dalam* Yasa *et al*, 2012). Penyakit hawar daun sangat merusak dan sulit dikendalikan, karena *P.infestans* merupakan patogen yang memiliki patogenesis beragam (Purwanti, 2002).

Dalam rangka menjaga produksi tomat agar tetap tinggi dan dapat memenuhi permintaan masyarakat, perlu dilakukan tindakan pencegahan dan pengendalian terhadap serangan penyakit hawar daun. Pengendalian penyakit yang banyak dilakukan oleh petani saat ini adalah dengan penggunaan fungisida yang berlebihan sehingga menimbulkan resistensi dan gangguan lingkungan. Salah satu alternatif pengendalian penyakit yang aman adalah pengendalian secara hayati dengan menggunakan jamur endofit yang bersifat antagonistik untuk meningkatkan ketahanan induksi tanaman terhadap penyakit (Sudantha dan Abadi, 2006).

Ketahanan induksi merupakan ketahanan tanaman terhadap infeksi patogen karena tanaman telah terinfeksi oleh mikroorganisme lain sebelumnya, baik dari jenis yang sama maupun dari jenis lain (Abadi, 2003). Jamur endofit adalah jamur yang terdapat di dalam jaringan tanaman seperti daun, bunga, ranting, ataupun akar tanaman (Clay, 1988). Jamur ini menginfeksi jaringan tanaman sehat dan mampu menghasilkan mikotoksin, enzim, serta antibiotik (Carrol, 1988). Dengan adanya jamur endofit di dalam jaringan tanaman akan memberikan keuntungan bagi tanaman, yaitu meningkatnya toleransi tanaman terhadap logam berat, meningkatnya ketahanan terhadap kekeringan, menekan serangan hama, dan resistensi sistemik terhadap patogen (Amold *et al*, 2003 *dalam* Sudantha dan Abadi, 2006).

Berdasarkan uraian di atas perlu dilakukan kajian terhadap keanekaragaman jamur endofit di dalam jaringan tanaman serta kemampuan antagonisnya terhadap jamur patogen. Jamur endofit dapat dimanfaatkan sebagai agens pengendali hayati sehingga dapat mengurangi penggunaan fungisida dalam pengendalian penyakit.

1.2. Rumusan Masalah

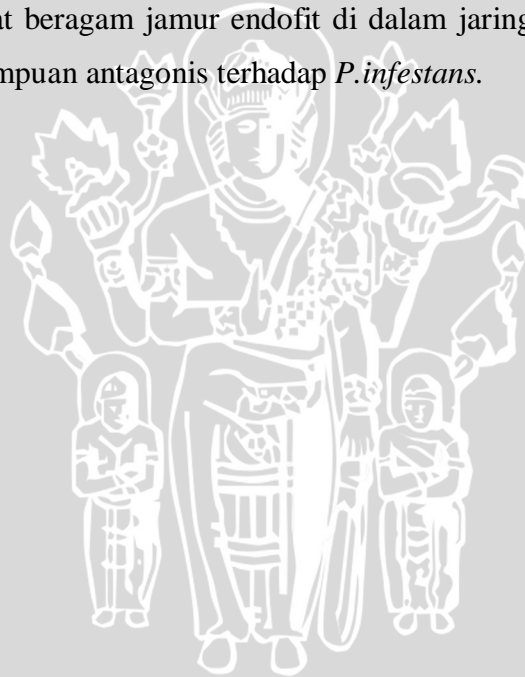
- a. Apa saja jamur endofit yang terdapat di dalam jaringan tanaman tomat?
- b. Bagaimana kemampuan antagonis jamur endofit yang terdapat di dalam jaringan tanaman tomat terhadap *P.infestans*?

1.3. Tujuan

- a. Untuk mengetahui keanekaragaman jamur endofit yang terdapat di dalam jaringan tanaman tomat.
- b. Untuk mengetahui potensi antagonis jamur endofit yang terdapat di dalam jaringan tanaman tomat terhadap *P.infestans*.

1.4. Hipotesis

Diduga terdapat beragam jamur endofit di dalam jaringan tanaman tomat dan mempunyai kemampuan antagonis terhadap *P.infestans*.



II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tanaman Tomat

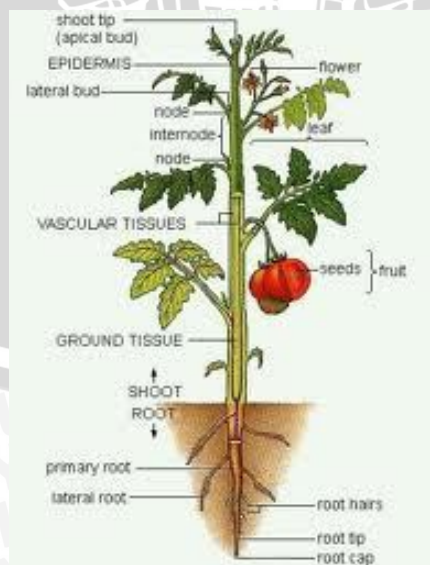
2.1.1. Klasifikasi Tanaman Tomat

Klasifikasi ilmiah tanaman tomat dalam Wiryanta (2002) adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Kelas	: Dicotyledonae
Ordo	: Solanales
Famili	: Solanaceae
Genus	: Lycopersicum
Spesies	: <i>Lycopersicum esculentum</i>
Nama binomial:	<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill

2.1.2. Morfologi Tanaman Tomat

Tanaman tomat termasuk tanaman perdu yang tingginya dapat mencapai \pm 3 meter. Morfologi tanaman tomat dapat dibedakan menjadi beberapa bagian yakni batang, akar, daun, bunga, buah, dan biji. Morfologi tanaman tomat secara lengkap dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Morfologi dan anatomi tanaman tomat (Anonim, 2013).

a. Batang

Batang tanaman tomat berbentuk persegi empat hingga bulat, berbatang lunak tetapi cukup kuat, berbulu atau berambut halus dan diantara bulu-bulu itu terdapat rambut kelenjar yang mampu mengeluarkan bau khas. Batang tanaman tomat berwarna hijau, pada ruas-ruas batang mengalami penebalan, dan pada ruas bagian bawah tumbuh akar-akar pendek. Selain itu, batang tanaman tomat dapat bercabang dan apabila tidak dilakukan pemangkasan akan bercabang lebih banyak. Tinggi batang tomat bisa mencapai 2-3 meter (Harianto, 2007). Batang pokok tanaman tomat dapat tumbuh terus tetapi dapat juga terhenti setelah rangkaian bunga tumbuh, serta dapat tumbuh tunas di ketiak daun yang akan menjadi cabang (Pitojo, 2005).

b. Akar

Tomat memiliki akar tunggang yang bisa tumbuh menembus tanah, sekaligus akar serabut (akar samping) yang bisa tumbuh menyebar ke segala arah. Akan tetapi kemampuan akar menembus lapisan tanah terbatas yakni pada kedalaman 30-70 cm (Harianto, 2007). Akar tanaman tomat berfungsi untuk menopang berdirinya tanaman serta mampu menyerap air dan unsur hara dari dalam tanah. Tingkat kesuburan tanah dilapisan atas sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman dan produksi buah serta benih yang akan dihasilkan (Pitojo, 2005).

c. Daun

Daun tanaman tomat berbentuk oval, bagian tepinya bergerigi dan membentuk celah – celah menyirip agak melengkung ke dalam. Daun majemuk pada tanaman tomat tumbuh berselang seling atau tersusun spiral mengelilingi batang tanaman. Umumnya, daun tomat tumbuh didekat ujung dahan atau cabang, dan berbulu (Harianto, 2007). Daun tomat berwarna hijau, berukuran panjang antara 15-30 cm dan lebar antara 10-25 cm. Tangkai daun berbentuk bulat, berukuran panjang antara 3-6 cm. Jumlah sirip daun antara 7-9, terletak berhadapan atau bergantian. Daun tomat akan mengeluarkan bau yang khas apabila diremas (Pitojo, 2005).

d. Bunga

Bunga tomat merupakan bunga majemuk yang terletak dalam rangkaian bunga yang terdiri atas 4-14 kuntum bunga yang menggantung pada tangkai rangkaian bunga. Kelopak bunga berjumlah enam buah, berujung runcing dan berwarna hijau. Mahkota bunga juga berjumlah enam buah, bagian pangkalnya membentuk tabung pendek berwarna kuning. Bunga tomat adalah bunga sempurna, memiliki benang sari, bakal buah, kepala putik, dan tangkai putik. Benang sari terletak mengelilingi putik, berjumlah enam buah, bertangkai pendek, dan berwarna kuning cerah (Pitojo, 2005). Bunga tomat melakukan penyerbukan sendiri atau juga penyerbukan silang. Penyerbukan dapat dibantu oleh serangga seperti lebah dan kupu-kupu. (Harianto, 2007).

e. Buah

Pada saat masih muda, buah tomat berwarna hijau dan berbulu. Apabila sudah masak, kulit buah menjadi mengkilap dan berwarna merah atau kuning kemerahan. Ada beberapa bentuk buah tomat tergantung varietas, yaitu bulat, bulat dan datar pada pangkal ataupun ujungnya, bulat panjang, bulat beralur, dan tidak teratur (Pracaya, 1998). Diameter buah tomat beragam antara 2-15 cm, tergantung varietas. Jumlah ruang di dalam buah juga beragam, antara 2-8 ruang. Pada buah tomat masih terdapat tangkai bunga yang beralih fungsi menjadi tangkai buah, dan juga kelopak bunga yang beralih fungsi menjadi kelopak buah (Pitojo, 2005).

Buah tomat yang masih muda memiliki rasa getir dan aromanya tidak enak, karena masih mengandung zat lycopersicin yang berbentuk lendir. Aroma yang tidak sedap tersebut akan hilang dengan sendirinya pada saat buah memasuki fase pemasakan, rasanya juga akan berubah menjadi manis agak masam yang menjadi ciri khas kelezatan buah tomat (Harianto, 2007).

f. Biji

Biji tomat berbentuk pipih, berbulu dan berwarna putih, putih kekuningan atau coklat muda. Panjangnya 3-5 mm dan lebar 2-4 mm. Biji saling melekat, diselimuti daging buah dan tersusun berkelompok dengan dibatasi daging buah. Biji tomat dapat digunakan sebagai bahan perbanyakan tanaman.

Biji mulai tumbuh setelah ditanam 5-10 hari (Harianto, 2007). Jumlah biji dalam setiap buah tomat beragam, tergantung pada varietas dan ukurannya. Dalam 1 kg buah tomat berisi sekitar 4 gram benih (biji dalam bentuk kering), dan dalam setiap gram biji berisi sekitar 200-500 butir biji. Biji kering yang disimpan dengan baik dapat bertahan selama 3-4 tahun (Pitojo, 2005).

2.2. Jamur Endofit

2.2.1. Definisi Jamur Endofit

Jamur endofit adalah jamur yang terdapat di dalam jaringan tanaman seperti daun, bunga, ranting, ataupun akar tanaman (Clay, 1988). Jamur ini menginfeksi jaringan tanaman sehat dan mampu menghasilkan mikotoksin, enzim, serta antibiotik (Carrol, 1988).

Jamur endofit adalah jamur yang hidup di dalam jaringan tanaman sehat tanpa menyebabkan gejala atau kerusakan pada tanaman inang (Davis *et al.*, 2003 dalam Sudantha dan Abadi, 2006). Endofit merupakan mikroorganisme yang sebagian atau seluruh hidupnya berada di dalam jaringan hidup tanaman inang (Purwanto, 2008).

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

2.2.2. Keragaman dan Ekologi Jamur Endofit

Ditinjau dari sisi taksonomi dan ekologi, jamur endofit merupakan organisme yang sangat beragam. Jamur ini digolongkan dalam kelompok *Ascomycotina* dan *Deuteromycotina* (Petrini *et al*, 1992). Jamur endofit memiliki keragaman yang tinggi seperti pada *Loculoascomycetes*, *Discomycetes*, dan *Pyrenomycetes* yang terdiri dari beberapa genus yaitu *Pestalotia*, *Pestalotiopsis*, *Monochaetia*, dan beberapa genus lainnya. Sedangkan Clay (1988) menyatakan bahwa jamur endofit termasuk dalam famili *Balansiae* yang terdiri dari lima genus yaitu *Atkinsonella*, *Balansiae*, *Balansiopsis*, *Epichole*, dan *Myriogenospora*.

Genus *Balansiae* umumnya bersimbiosis mutualisme dengan tanaman tahunan (Labeda, 1990).

Jamur endofit hidup pada pembuluh xylem dan hanya akan keluar jika inang sudah berada dalam keadaan tertekan. Jamur endofit dapat masuk secara mekanis melalui lubang alami tanaman tanpa perlu adanya luka. Jamur endofit tidak menyerang jaringan sehingga tidak menimbulkan gejala ataupun kerusakan. Kolonisasi jamur endofit dalam pembuluh korteks sama sekali tidak mengakibatkan kerugian pada tanaman yang sehat (Deacon, 1997).

Dari sekitar 300.000 jenis tanaman yang tersebar di bumi, masing-masing tanaman mengandung satu atau lebih jamur endofit. Jamur endofit telah ditemukan pada berbagai varietas inang diseluruh dunia termasuk pada pohon, semak, rumput-rumputan, lumut, tumbuhan paku, dan lumut kerak (Clay 1988).

2.2.3. Hubungan Jamur Endofit dengan Inang

Jamur endofit hidup bersimbiosis mutualisme dengan inangnya, dalam hal ini jamur endofit mendapatkan nutrisi dari hasil metabolisme tanaman dan memproteksi tanaman melawan herbivora, serangga, atau patogen, sedangkan tanaman mendapatkan nutrisi dan senyawa aktif yang diperlukan selama hidupnya (Simarmata, 2007). Jamur endofit memiliki peranan penting di dalam jaringan tanaman inang yang memperlihatkan interaksi mutualistik, yaitu interaksi positif dengan tanaman inangnya dan interaksi negatif terhadap hama serangga dan penyakit tanaman (Azevedo *et al.*, 2000).

Asosiasi Jamur endofit dengan tumbuhan inangnya dapat digolongkan dalam dua kelompok, yaitu mutualisme konstitutif dan mutualisme induktif. Mutualisme konstitutif merupakan asosiasi yang erat antara jamur dengan tumbuhan terutama rumput-rumputan. Pada kelompok ini jamur endofit menginfeksi ovula (benih) inang, penyebarannya melalui benih serta organ penyerbukan inang. Mutualisme induktif adalah asosiasi antara jamur 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 (Carrol, (1998) dalam Worang (2003).

2.2.4. Senyawa yang Dihasilkan Jamur Endofit

Mikroorganisme endofit akan mengeluarkan suatu metabolit sekunder yang merupakan senyawa antibiotik. Metabolit sekunder merupakan senyawa yang disintesis oleh suatu mikroba, tidak untuk memenuhi kebutuhan primer (tumbuh dan berkembang) melainkan untuk mempertahankan eksistensi dalam berinteraksi dengan lingkungannya. Koloni mikroorganisme endofit hidupnya bersifat mikrohabitat dan merupakan sumber metabolit sekunder yang berguna dalam bioteknologi, pertanian, dan farmasi (Purwanto, 2008).

Metabolit sekunder yang dihasilkan oleh mikroorganisme endofit merupakan senyawa antibiotik yang mampu melindungi tanaman dari serangan hama insekta, mikroba patogen atau hewan pemangsa, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai agen biokontrol (Wahyudi, 1997). Senyawa ini juga dapat digunakan sebagai alat pemikat bagi serangga atau hewan lain guna membantu penyerbukan atau penyebaran biji dan sebagai alat pelindung terhadap cekaman lingkungan yang ekstrim seperti intensitas sinar matahari yang tinggi, pencemaran lingkungan secara kimiawi, kekeringan, atau berkurangnya zat makanan pada tempat tumbuh tanaman (Sumaryono, 1999).

2.2.5. Peran Jamur Endofit dalam Pengendalian Patogen

Asosiasi beberapa jamur endofit dengan tanaman inang mampu melindungi tanaman inang dari beberapa patogen virulen, baik bakteri maupun jamur. Jamur endofit mampu memproduksi senyawa antibiotik yang aktif melawan bakteri maupun jamur patogenik tanaman (Worang, 2003). Jamur endofit melindungi tanaman inangnya dengan menghasilkan senyawa mikotoksin untuk mencegah serangan hewan-hewan herbivora, sedangkan untuk menekan serangan patogen jamur endofit menghasilkan antibiotik yang dapat menghambat perkembangan patogen (Evans, 1998).

Penelitian Clay (1988) menunjukkan bahwa tanaman rumput-rumputan yang terinfeksi oleh jamur endofit *Clavicipitaceae* menghasilkan alkaloid dalam jaringan inang, infeksi tersebut membuat tanaman menjadi beracun terhadap mamalia domestik, meningkatkan ketahanan terhadap serangga herbivora serta dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman dan produksi benih.

Jamur endofit *Acremonium coenophialum* yaitu jamur endofit yang berasosiasi dengan rumput-rumputan yang dapat menghambat pertumbuhan patogen rumput *Nigrospora sphaerica*, *Periconia sorghina* dan *Rhizoctonia cerealis* (White and Cole, 1985 dalam Worang, 2003).

2.3. Penyakit Hawar Daun Tomat

2.3.1. Klasifikasi Penyakit Hawar Daun Tomat

P.infestans merupakan jamur semu, dianggap sebagai organisme seperti jamur (*a fungus-like organism*). *P.infestans* diklasifikasikan ke dalam kelas Oomycetes yang merupakan anggota dari kingdom Chromista (Stramenopila) (Nelson, 2008).

Secara lebih rinci, klasifikasi ilmiah *P.infestans* adalah sebagai berikut: Kingdom: Chromista (Stramenopila), Filum: Oomycota, Kelas: Oomycetes, Ordo: Peronosporales, Family: Phytiaceae, Genus: Phytophthora, dan Spesies: *Phytophthora infestans* (Anonim, 2013).

2.3.2. Arti Penting Penyakit

Di Indonesia, hawar daun atau busuk daun yang disebabkan oleh *P.infestans* merupakan penyakit yang sangat penting pada tanaman tomat dan kentang. Penyakit ini telah dijumpai sejak awal kedua tanaman tersebut dibudidayakan oleh petani, yaitu pada tahun 1794. Diduga penyakit ini semula berasal dari bibit kentang yang diimpor dari Eropa kemudian menyebar ke pertanaman kentang musim berikutnya dan ke pertanaman tomat di sekitarnya. Di lapangan, penyakit ini mula-mula menyerang daun, pada infeksi yang berat seluruh daun yang terinfeksi membusuk, sehingga menyebabkan tanaman mati. Penyakit ini juga dapat menyerang buah tomat. Kerusakan oleh penyakit hawar daun dapat mengakibatkan penurunan hasil antara 10-100% baik pada tomat maupun kentang (Purwanti, 2002).

2.3.3. Morfologi dan Fisiologi Patogen

P.infestans memiliki miselium interseluler, tidak bersekat, dan mempunyai banyak haustorium. Konidiofor keluar dari mulut kulit, berkumpul 1-5 konidiofor dan memiliki percabangan simpodial. Konidium berbentuk seperti buah lemon

(gambar 2). Ukuran konidium 22-23 x 16-24 μm , berinti banyak yaitu 7-32 inti. Konidium berkecambah secara langsung dengan membentuk spora kembara (zoospora). Karena dapat membentuk zoospora, maka konidium dapat pula disebut sebagai sporangium atau zoosporangium (Semangun, 2000). *P.infestans* dapat membentuk spora secara seksual yang disebut oospora, akan tetapi jarang ditemukan. Oospora tunggal dihasilkan oleh persatuan oogonium dan antheridium (Uchida, 2008).



Gambar 2. Morfologi mikroskopi *P.infestans* (Schuman and D'Arcy, 2000).

2.3.4. Daur Penyakit

Perkembangan konidium *P.infestans* sangat dipengaruhi oleh kelembaban dan suhu. Pada kelembaban $< 30\%$ konidium akan mati dalam waktu 1-2 jam, sedangkan pada kelembaban 50-80% konidium akan mati pada 3-6 jam. Pada suhu 10°C - 25°C dan pada kondisi lingkungan berair, konidium akan membentuk spora kembara (zoospora) dalam waktu 2-2,5 jam (Semangun, 1989). Pertumbuhan optimum *P.infestans* terjadi pada kelembaban udara 100% pada suhu 20°C (Dwidjoseputro, 1978). *P.infestans* merupakan patogen air-borne. Jika kondisi hujan, spora akan jatuh pada permukaan daun dengan bantuan tetesan air. Sporangium akan mengeluarkan spora kembara (zoospora), yang kemudian membentuk pembuluh kecambah dan terjadilah infeksi (Semangun, 2000). Apabila dalam keadaan yang tidak memungkinkan sporangium langsung tumbuh dengan membentuk pembuluh kecambah tanpa melalui pembentukan zoospora, dalam keadaan ini *P.infestans* akan bertahan hidup sebagai meselium pada akar tanaman yang terinfeksi (Ristaino, 2003).

P.infestans mempunyai banyak generasi dalam setiap musim. Inokulum primer terdiri dari sporangia yang diproduksi pada tanaman sakit. Sporangia disebarkan oleh angin kemudian berkecambah dengan cara membentuk tabung kecambah maupun zoospora dan melakukan penetrasi pada inang untuk memproduksi lesion pada kondisi suhu dan kelembaban ideal. Sporangia dari jaringan yang terinfeksi akan diproduksi dalam waktu 4-6 hari. Patogen di dalam lesion terus tumbuh dan menyebabkan lesion melebar dan memproduksi sporangia baru. Sporangia tersebut memencar untuk memulai siklus sekunder. Lesion berkembang sangat cepat sehingga patogen dapat bersporulasi dari lesion keturunan, sementara lesion induk masih mampu bersporulasi. Dengan demikian dalam siklus hidupnya, *P.infestans* mengalami tumpang tidih (*overlapping*) generasi (Abadi, 2000).

2.3.5. Gejala pada Tanaman

Gejala awal penyakit hawar daun tomat dapat terlihat pada daun, tangkai dan batang, yaitu terdapat hawar berwarna coklat keabu-abuan (gambar 3). Kemudian daun akan menguning dan mengerut serta mengalami kerusakan dalam beberapa hari setelah infeksi. Daun beserta tangkai yang terserang akan gugur pada tingkat serangan berat. Perkembangan penyakit sangat cepat, terutama pada kondisi lembab. Lesio hitam yang memanjang juga akan muncul pada cabang-cabang dan batang tomat (Nelson, 2008).



Gambar 3. Gejala serangan *P.infestans* pada daun dan batang tomat (Nelson, 2008).

P.infestans juga dapat menyerang buah. Buah yang terserang akan berubah menjadi berminyak, berwarna kuning langsung-kecokelatan, busuk, mengerut, dan gugur sebelum matang (gambar 4). Buah yang terserang tidak layak untuk dikonsumsi. Kerusakan yang muncul pada buah dapat terjadi dalam beberapa hari setelah infeksi pada kondisi lembab (Nelson, 2008).



Gambar 4. Gejala serangan *P.infestans* pada buah tomat (Nelson, 2008)

Pada tanaman tomat muda, jika terjadi serangan akan sangat merugikan. Daun dan tangkai akan gugur, batang dan cabang menghitam kemudian pertumbuhan akan terhambat (gambar 5). Serangan *P.infestans* dapat dilihat melalui tanda yang terdapat pada tanaman. Pada tanaman yang terserang, akan terlihat serbuk keputihan di sekitar daerah yang terserang (gambar 6). Serbuk putih tersebut merupakan miselium dan zoospora dari *P.infestans* (Nelson, 2008).



Gambar 5. Serangan *P.infestans* pada tomat muda (Nelson, 2008).



Gambar 6. Tanda serangan *P. infestans* (Nelson, 2008).

2.3.6. Pengendalian Penyakit

Penyakit hawar daun yang disebabkan oleh *P. infestans* menurut Djafaruddin (2000) dapat dikendalikan dengan beberapa cara berikut:

- a. Pemilihan waktu tanam, yaitu pada saat musim kemarau karena *P. infestans* akan berkembang sangat cepat pada saat musim penghujan, pada saat kelembaban lingkungan yang tinggi.
- b. Sanitasi lahan dari sisa-sisa tanaman setelah panen untuk menghilangkan sumber infeksi atau memutus siklus penyakit.
- c. Pemakaian fungisida yang berpedoman kepada pertimbangan ekologi.

III. BAHAN DAN METODE

3.1. Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Mikologi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Penelitian dilaksanakan pada bulan April – September 2013.

3.2. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian adalah *Laminar Air Flow Cabinet*, autoklaf, cawan Petri, labu Erlenmeyer, *beaker glass*, botol media, pembakar Bunsen, jarum ose, gunting, *cutter*, pinset, *cork borer*, timbangan, mikroskop, *object glass*, *cover glass*, penggaris, plastik, *hand sprayer*, dan kamera.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian adalah media *Potato Dextrose Agar* (PDA), media *Rye Agar*, media *V8 juice*, alkohol 70%, NaOCl 1% dan 2%, aquades steril, spirtus, daun, batang dan akar tanaman tomat, tanaman tomat yang terserang *P.infestans*, plastik *wrapping*, *tissue*, kapas, aluminium foil, kertas label, dan buku identifikasi jamur.

3.3. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksplorasi dan metode eksperimen dengan tahapan sebagai berikut:

1. Eksplorasi jamur endofit dari daun, batang dan akar tanaman tomat yang diambil dari kebun tanaman tomat di Kota Batu, dengan pertimbangan bahwa di daerah tersebut banyak petani yang membudidayakan tanaman tomat dan banyak mengalami masalah dengan *P.infestans*.
2. Menguji daya antagonis isolat jamur endofit yang diperoleh terhadap *P.infestans* secara *in vitro* pada media PDA.

3.4. Pelaksanaan Penelitian

3.4.1. Isolasi *P.infestans*

Patogen *P.infestans* diisolasi dari daun tanaman tomat yang terserang penyakit hawar daun. Ciri-ciri daun yang terserang *P.infestans* adalah

adanya bercak-bercak berwarna coklat kelabu dan agak basah hingga warnanya berubah menjadi coklat sampai hitam dengan bagian tepi berwarna putih dan daun membusuk (Nelson, 2008).

Daun tanaman tomat yang terserang *P.infestans* di lapangan dibawa ke laboratorium dan diinkubasi selama ± 1 hari pada suhu 20-22°C. Inkubasi dilakukan pada wadah tertutup dan dialasi dengan *tissue* lembab. Tujuan dari inkubasi adalah untuk menumbuhkan spora pada bagian daun yang terserang sehingga lebih mudah untuk ditumbuhkan pada media biakan. Isolasi dilakukan dengan cara memotong bagian daun yang telah ditumbuhi spora (dapat dilihat dengan adanya serbuk putih di atas permukaan daun yang sakit), dengan setengah bagian sakit dan setengah bagian sehat. Kemudian potongan daun tersebut ditanam pada media *Rye Agar* dan diinkubasi sampai patogen tumbuh pada media. Media *Rye Agar* merupakan media selektif yang dapat digunakan untuk menumbuhkan *P.infestans*.

Patogen yang telah tumbuh pada media *Rye Agar* kemudian dimurnikan dengan cara memindahkan patogen yang diduga *P.infestans* secara morfologi ke media biakan yang baru. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan biakan murni dari *P.infestans*. Patogen yang telah dimurnikan kemudian diidentifikasi secara makroskopis dan mikroskopis. Secara makroskopis, koloni *P.infestans* pada media biakan berwarna putih, pola penyebaran konsentris, kadang berbentuk seperti bunga dan tipis (Purwantisari dan Rini, 2009). Secara mikroskopis, *P.infestans* memiliki miselium interseluler dan tidak bersekat, memiliki cabang simpodial dengan konidia berbentuk seperti buah lemon (Uchida, 2008). Media biakan baru yang digunakan untuk pemurnian *P.infestans* adalah media PDA, *Rye Agar*, dan V8 *juice*. Hal ini bertujuan untuk mengetahui media yang paling sesuai untuk pertumbuhan *P.infestans*. Penggunaan media PDA bertujuan untuk mengetahui pertumbuhan *P.infestans* pada media PDA karena media PDA akan digunakan dalam pelaksanaan uji antagonis antara *P.infestans* dengan jamur endofit yang didapat dari tanaman tomat. Penggunaan media PDA dalam pelaksanaan uji antagonis karena media PDA merupakan media yang bersifat umum, dapat digunakan untuk menumbuhkan berbagai macam jamur.

3.4.2. Eksplorasi Jamur Endofit

a. Pengambilan Contoh Tanaman

Pengambilan contoh daun, batang dan akar tanaman tomat dilakukan dengan metode diagonal. Jumlah tanaman yang akan diambil sebagai contoh adalah sebanyak 5 tanaman. Contoh tanaman yang akan diambil yaitu dua tanaman pada bagian depan kebun, satu tanaman pada bagian tengah kebun dan dua tanaman pada bagian belakang kebun.

Daun dan batang tanaman dibagi dalam tiga strata yaitu daun dan batang muda, daun dan batang setengah tua, serta daun dan batang tua, sedangkan untuk akar hanya diambil dua bagian yaitu akar serabut dan akar tunggang. Tanaman yang dijadikan contoh adalah tanaman yang secara penampakan fisik terlihat sehat, tidak terserang hama atau penyakit dan tidak kekurangan unsur hara. Tanaman yang diambil sebagai contoh kemudian dimasukkan ke dalam plastik dan dibawa ke laboratorium untuk diisolasi.

b. Isolasi Jamur Endofit

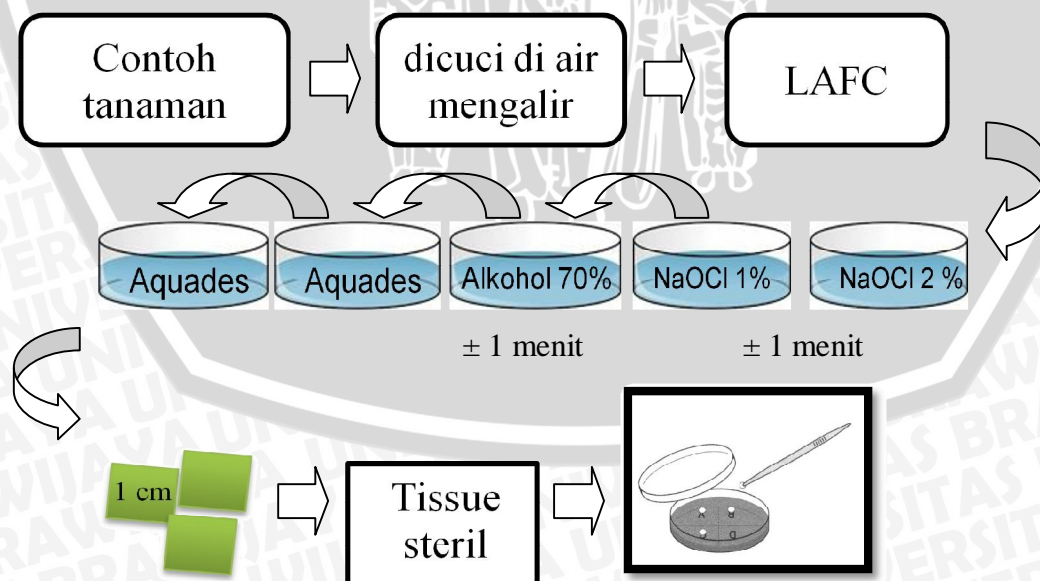
Isolasi jamur endofit harus mendapatkan jamur yang tumbuh dari jaringan tanaman, sehingga isolasi tidak boleh terkontaminasi oleh jamur dari luar (epifit). Metode yang digunakan yaitu dengan melakukan pencucian, yaitu mencuci bagian permukaan contoh tanaman dengan menggunakan NaOCl, alkohol dan aquades agar steril sehingga diharapkan jamur yang tumbuh merupakan jamur yang berasal dari jaringan tanaman.

Tahapan dari isolasi jamur endofit diawali dengan pencucian contoh daun, batang dan akar di air mengalir. Contoh tanaman yang diambil dari lapang masih terdapat kotoran-kotoran seperti tanah yang menempel pada tanaman. Pencucian dilakukan di air mengalir agar kotoran-kotoran yang menempel tersebut dapat hilang dari permukaan contoh tanaman.

Setelah contoh tanaman dibersihkan, kemudian diambil beberapa helai daun serta batang dan akar yang telah dipotong ± 5 cm dan dibawa ke *Laminar Air Flow Cabinet (L AFC)* untuk kegiatan isolasi. Kegiatan isolasi dilakukan di dalam *L AFC* dengan tujuan agar kegiatan isolasi berlangsung dalam keadaan steril dan tidak ada kontaminasi dari luar. Potongan contoh tanaman kemudian disterilkan dengan cara merendam potongan daun dan batang pada NaOCl 1% dan

akar pada NaOCl 2% selama 1 menit, kemudian direndam dalam alkohol 70% selama 1 menit. Tujuan perendaman dengan menggunakan NaOCl 1% dan 2% serta alkohol 70% adalah untuk mensterilkan permukaan contoh tanaman dari mikroorganisme epifit sehingga dalam isolasi akan hanya diperoleh jamur endofit. Setelah potongan tersebut disterilkan, kemudian dibilas dengan menggunakan aquades steril sebanyak 2 kali. Setelah dibilas, potongan diperkecil dengan ukuran ± 1 cm lalu ditiriskan di atas *tissue* steril sampai benar-benar kering agar tidak menjadi sumber kontaminasi bakteri.

Potongan yang sudah kering kemudian ditanam pada media PDA sebanyak tiga potong pada setiap cawan Petri. Penanaman tiga potong dalam cawan Petri ditujukan sebagai pembandingan antara potongan yang satu dengan potongan yang lain dan juga sebagai cadangan jika terdapat potongan yang tidak ditumbuhi oleh jamur endofit. Sebagai kontrol, aquades bilasan terakhir diambil ± 1 ml dan dituang ke media PDA baru. Hal ini untuk mengetahui jamur yang tumbuh dari hasil isolasi daun, batang dan akar tanaman tomat merupakan jamur endofit dan bukan merupakan jamur epifit. Isolat kemudian diinkubasi pada suhu 25-30°C selama 5-7 hari atau sampai jamur tumbuh memenuhi cawan Petri (*full plate*) (Pengembangan dari Muhibuddin *et al*, 2011). Tahapan isolasi jamur endofit secara lengkap tersaji pada gambar 7.



Gambar 7. Tahapan isolasi jamur endofit.

c. Purifikasi

Purifikasi atau pemurnian dilakukan untuk memisahkan koloni jamur yang berbeda agar didapatkan isolat murni. Pemurnian dilakukan pada setiap koloni jamur yang dianggap berbeda berdasarkan morfologi makroskopis yang dapat dilihat dari penampakan warna, bentuk, dan pola persebaran koloni. Masing-masing jamur dipisahkan, diambil dengan menggunakan jarum ose kemudian ditumbuhkan kembali pada media PDA baru. Apabila jamur yang tumbuh masih bercampur dengan jamur lain, purifikasi kembali dilakukan sampai didapatkan isolat murni.

d. Pembuatan Preparat Jamur

Pembuatan preparat jamur adalah untuk kepentingan identifikasi. Jamur diambil dengan menggunakan jarum ose kemudian diletakkan pada *object glass* yang telah diberi sedikit media PDA dan ditutup dengan *cover glass*. Penggunaan media PDA pada *object glass* adalah sebagai media pertumbuhan koloni pada preparat. Preparat kemudian diinkubasi selama 2-3 hari didalam wadah yang telah dialasi dengan *tissue* lembab dan ditutup rapat agar tidak terkontaminasi oleh spora jamur dari udara. Tujuan dari inkubasi adalah untuk menumbuhkan spora jamur pada preparat sehingga lebih mudah pada saat diidentifikasi dengan menggunakan mikroskop. Setelah preparat diinkubasi kemudian dilakukan identifikasi mikroskopis menggunakan mikroskop dengan perbesaran 400 x (40 x 10).

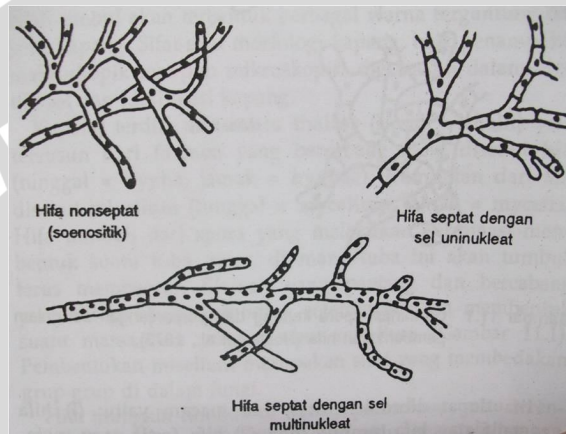
e. Pengamatan dan Identifikasi

Pengamatan dilakukan secara makroskopis dan mikroskopis yang kemudian hasilnya digunakan untuk identifikasi. Identifikasi dilakukan berdasarkan panduan Barnett dan Hunter (1998). Pengamatan makroskopis dilakukan dengan cara mengamati kenampakan morfologi koloni jamur secara makroskopis yang meliputi warna koloni, pola persebaran koloni dalam cawan petri (konsentris dan tidak konsentris), tekstur koloni dan waktu yang dibutuhkan oleh koloni untuk memenuhi cawan Petri (*full plate duration*). Pengamatan warna koloni dilakukan pada bagian permukaan dan dasar koloni karena seringkali terdapat perbedaan antara warna permukaan dan warna dasar koloni.

Pengamatan warna koloni juga dilakukan dengan mengamati perubahan warna koloni pada saat koloni tua. Pengamatan pola persebaran koloni dilakukan dengan mengamati bentuk koloni dalam cawan Petri. Pola persebaran dapat berupa konsentris maupun non konsentris. Pola persebaran konsentris apabila terdapat gelombang-gelombang lingkaran konsentris yang dapat dilihat dari permukaan maupun dasar koloni. Pola persebaran non konsentris dapat berupa bentuk radial (tidak beraturan), menggunung, atau menyamping. Pengamatan tekstur koloni meliputi kasar dan halus, rapat dan renggang, serta tebal dan tipis koloni yang tumbuh pada media. Pengamatan *full plate duration* dilakukan untuk mengetahui kemampuan tumbuh koloni jamur endofit pada media PDA, pengamatan ini dilakukan dengan melihat waktu yang dibutuhkan koloni untuk mencapai diameter 9 cm.

Pengamatan secara mikroskopis dilakukan dengan cara mengamati kenampakan morfologi koloni jamur dengan menggunakan mikroskop yang meliputi ada atau tidaknya septa pada hifa, pertumbuhan hifa, warna hifa, ada atau tidaknya konidia, warna konidia, bentuk konidia, serta pola persebaran konidia. Pengamatan dilakukan dengan menggunakan perbesaran 400 x (40 x 10). Pengamatan ada atau tidaknya septa pada hifa dilakukan dengan mengamati ada atau tidaknya sekat (garis melintang) pada hifa (gambar 8). Sekat pada hifa dapat terlihat rapat maupun jarang. Pengamatan pertumbuhan hifa dapat dilihat dengan mengamati percabangan hifa (bercabang atau tidak bercabang). Percabangan hifa dapat terlihat bercabang banyak atau sedikit dengan pola beraturan atau tidak beraturan. Pengamatan warna hifa dan konidia dapat dilihat dari kenampakan warna yaitu gelap atau hialin. Warna hialin adalah ketika hifa atau konidia tidak berwarna dan terlihat transparan. Bentuk konidia dapat berupa bulat, lonjong, elips, oval atau tidak beraturan. Pola persebaran konidia dapat dikategorikan seperti bergerombol diujung konidiofor atau bergerombol di sekitar hifa, menyebar, tunggal, berantai atau tidak berantai, serta bentuk kumpulan konidia. Kumpulan konidia seringkali terlihat bermacam-macam bentuk, seperti bulat, radial (tidak beraturan), menyerupai bentuk bunga, dan sebagainya.

Pengamatan mikroskopis juga dilakukan terhadap kenampakan konidiofor, yaitu hifa khusus yang merupakan tangkai dari konidia serta ciri lain yang ditemukan. Pengamatan konidiofor meliputi bentuk konidiofor (bulat, segi tiga, atau segi empat), warna konidiofor (gelap atau hialin), ada atau tidaknya septa pada konidiofor (bersekat atau tidak bersekat), dan pertumbuhan konidiofor (bercabang atau tidak bercabang, panjang atau pendek). Pengamatan mikroskopis dapat dilakukan secara lengkap terhadap bagian-bagian tubuh jamur seperti pada gambar 9.



Gambar 8. Bentuk hifa bersekat dan tidak bersekat

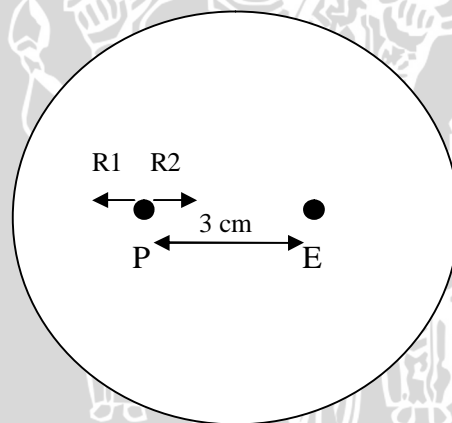


Gambar 9. Struktur tubuh jamur secara mikroskopis

3.4.3. Uji Antagonis Jamur Endofit dengan *P.infestans*

Pengujian antagonis antara jamur endofit dengan *P.infestans* menggunakan metode oposisi langsung, yaitu dengan cara menumbuhkan isolat jamur endofit dengan patogen secara berhadapan dengan jarak 3 cm pada cawan Petri berdiameter 9 cm (gambar 10). Media yang digunakan dalam uji antagonis ini adalah media PDA. Tujuan dari uji ini adalah untuk melihat ada atau tidaknya daya hambat oleh jamur endofit terhadap jamur patogen.

Inokulasi antara jamur endofit dengan *P.infestans* dilakukan bersamaan, agar pertumbuhan kedua isolat dapat terjadi secara bersamaan sehingga dapat terlihat isolat jamur endofit atau *P.infestans* yang akan memenuhi cawan Petri terlebih dahulu. Biakan uji diinkubasi pada suhu kamar (28°-30°C) sampai dengan patogen tumbuh memenuhi cawan Petri. Perlakuan uji antagonis dilakukan sebanyak jamur endofit yang ditemukan dan diulang sebanyak 2 kali. Tujuan pengulangan adalah untuk memastikan bahwa jamur endofit efektif untuk mencegah pertumbuhan patogen secara in vitro.



Gambar 10. Metode Oposisi Langsung.

Dalam uji antagonis, dilakukan perhitungan persentase penghambatan untuk mengetahui daya hambat jamur endofit terhadap patogen. Daya hambat jamur antagonis diketahui dengan menghitung pertumbuhan koloni dengan menggunakan rumus persentase penghambatan sebagai berikut:

$$I = \frac{R_1 - R_2}{R_1} \times 100$$

Keterangan:

I = Persentase penghambatan.

R1 = Jari-jari koloni patogen yang arah pertumbuhannya menjauhi koloni jamur antagonis.

R2 = Jari-jari koloni patogen yang arah pertumbuhannya mendekati koloni jamur antagonis.

3.5. Analisis Data

Uji antagonis dianalisis dengan menggunakan uji T pada taraf kesalahan 5% (0,05). Penggunaan uji T bertujuan untuk membandingkan kemampuan tumbuh dari *P.infestans* pada media uji antagonis dan pada media kontrol sehingga dapat diketahui apakah setiap jamur endofit yang didapat mampu menghambat pertumbuhan *P.infestans* pada media uji antagonis.



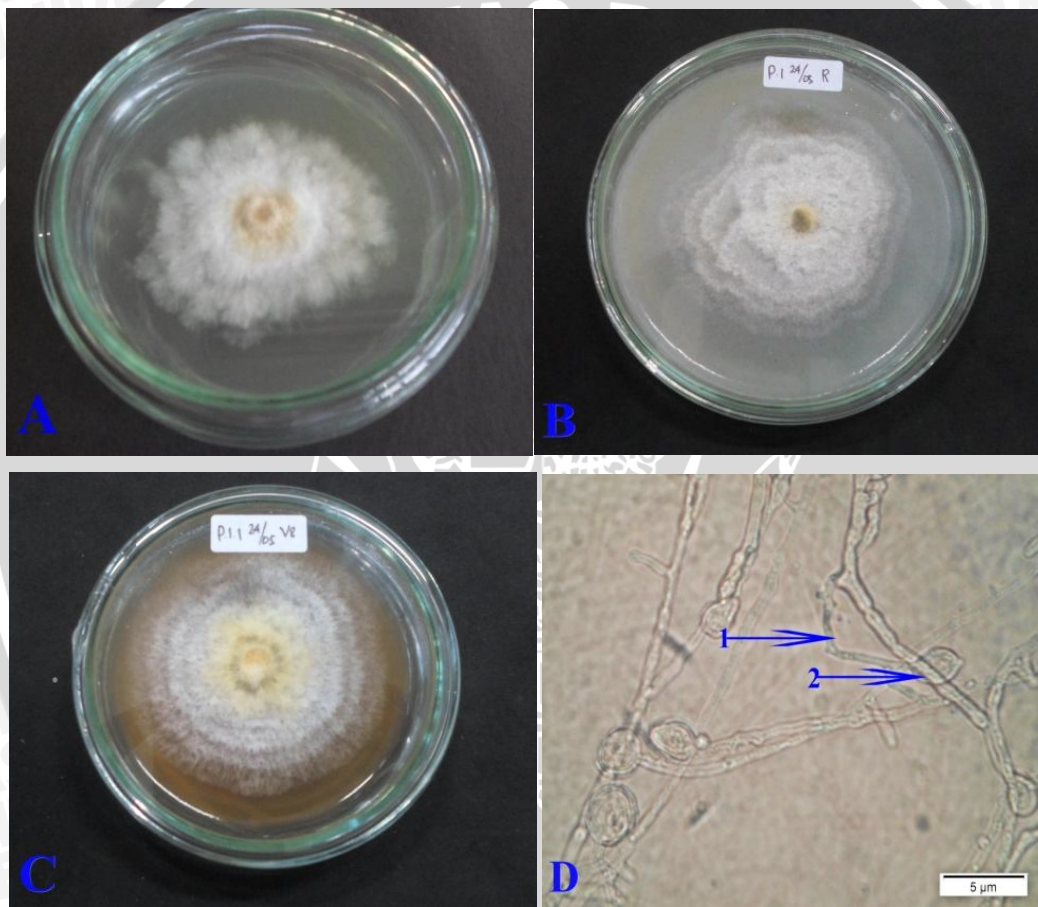
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Isolasi dan Identifikasi *Phytophthora infestans* Penyebab Hawar Daun pada Tanaman Tomat

Berdasarkan hasil pengamatan secara makroskopis pada media PDA (*Potato Dextrose Agar*), media *Rye Agar* dan media *V8 juice*, didapatkan bahwa koloni *P.infestans* memiliki ciri makroskopis berbeda pada setiap media terutama pola pertumbuhan koloni. Pola pertumbuhan koloni pada media PDA adalah radial dengan bentuk menyerupai kipas dengan arah pertumbuhan ke samping (gambar 11A). Pada media *Rye Agar*, pola pertumbuhan koloni adalah radial akan tetapi bentuk koloni lebih menyerupai bentuk bunga mawar (gambar 11B), dan pada media *V8 juice*, pola pertumbuhan koloni lebih mengarah pada pola konsentris dan terdapat gelombang-gelombang melingkar (gambar 11C). Warna koloni pada setiap media sama yaitu putih dan berubah menjadi krem seiring dengan semakin tua umur biakan. Tekstur koloni agak tebal, rapat dan kasar. Koloni *P.infestans* memenuhi cawan Petri (diameter 9 cm) dalam waktu enam hari pada media *Rye Agar* dan *V8 juice*, sedangkan pada media PDA koloni memenuhi cawan Petri dalam waktu delapan hari. Dalam penelitian Horodecka (1989) dinyatakan bahwa bentuk koloni *P.infestans* pada media artifisial dapat berbeda-beda, tetapi secara umum bentuk koloni *P.infestans* berbentuk menyerupai kelopak bunga dengan warna koloni putih.

Perbedaan pola pertumbuhan dan lamanya pertumbuhan koloni *P.infestans* pada tiga jenis media tersebut dikarenakan adanya perbedaan nutrisi pada setiap media. *P.infestans* dapat tumbuh lebih baik pada media *Rye Agar* dan media *V8 juice* karena kedua media ini mengandung nutrisi yang lebih lengkap dan lebih sesuai untuk pertumbuhan *P.infestans* dibandingkan dengan media PDA. *P.infestans* dapat tumbuh dengan baik pada media selektif dengan pH 6,0 pada suhu 18°-19°C. Terdapat berbagai macam media selektif yang dapat digunakan untuk pertumbuhan *P.infestans*, akan tetapi pertumbuhan terbaik terjadi pada media *Rye Agar*, *Pea Meal*, dan *V8 juice* (Hartman and Huang, 1995).

Pengamatan secara mikroskopis menunjukkan bahwa miselium *P. infestans* berwarna hialin, tidak bersekat, dan mempunyai percabangan. Konidiofor hialin dan tidak bersekat. Konidia berwarna hialin dan berbentuk menyerupai buah lemon dengan kedua ujung lancip (gambar 11D). Hal ini sesuai dengan Semangun (2000) yang menyatakan bahwa *P. infestans* memiliki miselium interseluler, tidak bersekat, dan mempunyai banyak haustorium. Konidiofor keluar dari mulut kulit, berkumpul 1-5 konidiofor dan memiliki percabangan simpodial. Konidium berbentuk seperti buah lemon.



Gambar 11. *Phytophthora infestans*. (A) Biakan murni berumur 5 hari pada media PDA (B) Biakan murni pada media *rye agar* (C) Biakan murni pada media *V8 juice* (D) Kenampakan mikroskopis, 1 konidiofor, 2 konidia.

4.2. Isolasi dan Identifikasi Jamur Endofit Tanaman Tomat

Dari hasil isolasi dan identifikasi jamur endofit dari tanaman tomat, jamur endofit yang ditemukan secara keseluruhan adalah dua puluh isolat, yaitu lima isolat pada akar tanaman, sembilan isolat pada batang, dan enam isolat pada daun. Terdapat empat genus jamur endofit yang tidak teridentifikasi dari total dua puluh jamur endofit yang diperoleh. Keanekaragaman genus jamur endofit pada tanaman tomat disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Keragaman Genus Jamur Endofit pada Tanaman Tomat

Jaringan Tanaman	Genus
Akar	1. <i>Aspergillus</i> sp.1
	2. <i>Aspergillus</i> sp.2
	3. <i>Aspergillus</i> sp.3
	4. <i>Aspergillus</i> sp.4
	5. Jamur E3
Batang	1. <i>Acremonium</i> sp.
	2. <i>Cephalosporium</i> sp.2
	3. <i>Helicocephalum</i> sp.1
	4. <i>Helicocephalum</i> sp.2
	5. <i>Fusarium</i> sp.1
	6. <i>Fusarium</i> sp.2
	7. <i>Penicillium</i> sp.1
	8. <i>Penicillium</i> sp.2
	9. Jamur E9
Daun	1. <i>Fusarium</i> sp.3
	2. <i>Penicillium</i> sp.3
	3. <i>Penicillium</i> sp.4
	4. <i>Rhizopus</i> sp.
	5. Jamur E16
	6. Jamur E19

Identifikasi jamur endofit dilakukan berdasarkan morfologi makroskopis dan mikroskopis. Pengamatan makroskopis meliputi warna koloni, bentuk koloni dalam cawan petri (pola persebaran), tekstur koloni dan berapa lama waktu yang diperlukan koloni untuk memenuhi cawan Petri. Pengamatan secara mikroskopis meliputi ada tidaknya septa pada hifa (bersekat atau tidak bersekat), pertumbuhan hifa (bercabang atau tidak bercabang), warna hifa dan konidia (gelap atau hialin transparan), ada atau tidaknya konidia, dan bentuk konidia (bulat, lonjong, berantai atau tidak beraturan). Hasil identifikasi jamur endofit secara makroskopis dan mikroskopis tersaji pada tabel 2 dan tabel 3.

Tabel 2. Data Identifikasi Makroskopis Jamur Endofit

No	Genus Jamur	Warna		Pola persebaran	Full plate duration (jam)
		Permukaan	Dasar		
1.	<i>Acremonium</i> sp. (E7)	Putih	Putih kekuningan	Menggunung	9 x 24
2.	<i>Aspergillus</i> sp.1 (E1)	Putih, tepi cokelat kehitaman	Putih kekuningan	Membentuk spot-spot	5 x 24
3.	<i>Aspergillus</i> sp.2 (E2)	Tepi putih, tengah hitam	Putih susu	Radial, seperti bunga	6 x 24
4.	<i>Aspergillus</i> sp.3 (E4)	Tepi putih, tengah hitam	Putih	Konsentris (2 gelombang)	5 x 24
5.	<i>Aspergillus</i> sp.4 (E5)	Putih, tepi dan tengah hitam	Putih	Konsentris (3 gelombang)	5 x 24
6.	<i>Cephalosporium</i> sp. (E11)	Putih	Putih	Konsentris	8 x 24
7.	<i>Fusarium</i> sp.1 (E13)	Putih	Kuning kehijauan	Non konsentris, menyebar rata	5 x 24
8.	<i>Fusarium</i> sp.2 (E14)	Putih keabuan	Kuning kecokelatan	Non konsentris, menyebar rata	7 x 24
9.	<i>Fusarium</i> sp.3 (E18)	Putih pekat	Tepi cokelat, tengah hitam	Konsentris	8 x 24
10.	<i>Helicocephalum</i> sp.1 (E6)	Putih	Putih kekuningan hingga cokelat	Menyamping	9 x 24
11.	<i>Helicocephalum</i> sp.2 (E8)	Putih	Tepi putih, tengah kecokelatan	Konsentris	8 x 24
12.	<i>Penicillium</i> sp.1 (E10)	Hijau tua, tepi putih	Kuning kehijauan	Membentuk spot-spot	6 x 24
13.	<i>Penicillium</i> sp.2 (E12)	Hijau muda	Putih kekuningan	Membentuk spot-spot	6 x 24
14.	<i>Penicillium</i> sp.3 (E15)	Hijau tua kehitaman	Hijau tua kehitaman	Konsentris	10 x 24
15.	<i>Penicillium</i> sp.4 (E17)	Hijau muda	Putih	Membentuk spot-spot	6 x 24

16.	<i>Rhizopus</i> sp. (E20)	Tepi putih, tenggan abu-abu kehitaman	Putih	Konsentris, pertumbuhan miselium ke atas	6 x 24
17.	Jamur E3	Putih	Putih kekuningan	Menyamping	7 x 24
18.	Jamur E9	Putih	Putih kekuningan	Menyamping	6 x 24
19.	Jamur E16	Cokelat muda	Cokelat muda	Menyebarkan tidak beraturan seperti serabut akar	5 x 24
20.	Jamur E19	Putih kecokelatan	Cokelat	Konsentris	9 x 24

Tabel 3A. Data Identifikasi Mikroskopis (Hifa) Jamur Endofit

No	Genus Jamur	Hifa		
		Warna	Bercabang/ tidak	Bersekak/ tidak
1.	<i>Acremonium</i> sp. (E7)	Hialin	Bercabang	Bersekak jarang
2.	<i>Aspergillus</i> sp.1 (E1)	Hialin	-	Tidak bersekak
3.	<i>Aspergillus</i> sp.2 (E2)	Hialin	-	Tidak bersekak
4.	<i>Aspergillus</i> sp.3 (E4)	Hialin	Tidak bercabang	Tidak bersekak
5.	<i>Aspergillus</i> sp.4 (E5)	Hialin	Tidak bercabang	Tidak bersekak
6.	<i>Cephalosporium</i> sp. (E11)	Hialin	Bercabang	Bersekak
7.	<i>Fusarium</i> sp.1 (E13)	Kuning kehijauan transparan	Bercabang	Bersekak
8.	<i>Fusarium</i> sp.2 (E14)	Hialin	-	Bersekak
9.	<i>Fusarium</i> sp.3 (E18)	Hialin	-	Bersekak jarang
10.	<i>Helicocephalum</i> sp.1 (E6)	Hialin	Bercabang	Tidak bersekak
11.	<i>Helicocephalum</i> sp.2 (E8)	Hialin	Bercabang	Tidak bersekak
12.	<i>Penicillium</i> sp.1 (E10)	Hialin	-	Bersekak
13.	<i>Penicillium</i> sp.2 (E12)	Hialin	-	Bersekak
14.	<i>Penicillium</i> sp.3 (E15)	Hialin	-	Bersekak
15.	<i>Penicillium</i> sp.4 (E17)	Hialin	-	-
16.	<i>Rhizopus</i> sp. (E20)	Hialin	Tidak bercabang	Tidak bersekak
17.	Jamur E3	Hialin	Bercabang	Tidak bersekak
18.	Jamur E9	Hialin	Tidak bercabang	Bersekak
19.	Jamur E16	Hialin	Bercabang	Tidak bersekak
20.	Jamur E19	Hialin	-	Tidak bersekak

Tabel 3B. Data Identifikasi Mikroskopis (Konidiofor) Jamur Endofit

No	Genus Jamur	Konidiofor		
		Warna	Bercabang/ tidak	Bersekat/ Tidak
1.	<i>Acremonium</i> sp. (E7)	Hialin	Tidak bercabang	Tidak bersekat
2.	<i>Aspergillus</i> sp.1 (E1)	Hialin	Tegak, tidak bercabang	Tidak bersekat
3.	<i>Aspergillus</i> sp.2 (E2)	Abu-abu	Tegak, tidak bercabang	Tidak bersekat
4.	<i>Aspergillus</i> sp.3 (E4)	Hialin	Tegak, tidak bercabang	Tidak bersekat
5.	<i>Aspergillus</i> sp.4 (E5)	Hialin	Tegak, tidak bercabang	Tidak bersekat
6.	<i>Cephalosporium</i> sp. (E11)	Abu-abu	Tegak, tidak bercabang	Tidak bersekat
7.	<i>Fusarium</i> sp.1 (E13)	-	-	-
8.	<i>Fusarium</i> sp.2 (E14)	-	-	-
9.	<i>Fusarium</i> sp.3 (E18)	-	-	-
10.	<i>Helicocephalum</i> sp.1 (E6)	Hialin	Tidak bercabang	Tidak bersekat
11.	<i>Helicocephalum</i> sp.2 (E8)	Hialin	Tidak bercabang	Tidak bersekat
12.	<i>Penicillium</i> sp.1 (E10)	Abu-abu	Tidak bercabang	Tidak bersekat
13.	<i>Penicillium</i> sp.2 (E12)	Hijau kehitaman	Tidak bercabang	Tidak bersekat
14.	<i>Penicillium</i> sp.3 (E15)	Abu-abu	Tidak bercabang	Tidak bersekat
15.	<i>Penicillium</i> sp.4 (E17)	Hialin	Tidak bercabang	Tidak bersekat
16.	<i>Rhizopus</i> sp. (E20)	Hialin	Tegak, tidak bercabang	Tidak bersekat
17.	Jamur E3	Hialin	Tidak bercabang	Tidak bersekat
18.	Jamur E9	Hialin	Pendek, tidak bercabang	Tidak bersekat
19.	Jamur E16	-	-	-
20.	Jamur E19	Hialin	Panjang, tidak bercabang	Bersekat

Tabel 3C. Data Identifikasi Mikroskopis (Konidia) Jamur Endofit

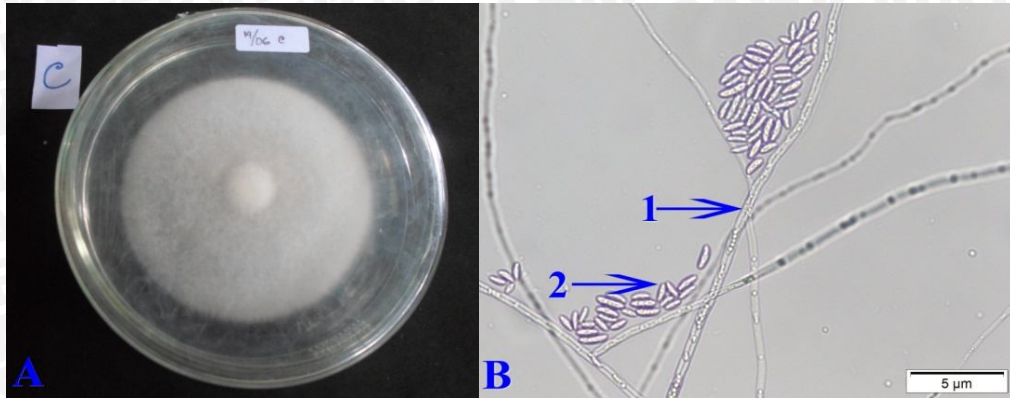
No	Genus Jamur	Konidia		
		Warna	Bentuk	Pola persebaran
1.	<i>Acremonium</i> sp. (E7)	Hialin	Elips/ opal agak panjang	Bergerombol disekitar hifa
2.	<i>Aspergillus</i> sp.1 (E1)	Abu-abu kehitaman, kumpulan konidia berwarna hitam	Bulat	Bergerombol diujung konidiofor, kumpulan berbentuk Bulat
3.	<i>Aspergillus</i> sp.2 (E2)	Hitam	Bulat	Bergerombol diujung konidiofor, kumpulan berbentuk radial
4.	<i>Aspergillus</i> sp.3 (E4)	Cokelat kekuningan	Bulat	Bergerombol pada vesikel
5.	<i>Aspergillus</i> sp.4 (E5)	Cokelat kekuningan, kumpulan konidia berwarna coklat gelap	Bulat	Bergerombol pada vesikel
6.	<i>Cephalosporium</i> sp. (E11)	Hialin	Bulat memanjang	Bergerombol diujung konidiofor
7.	<i>Fusarium</i> sp.1 (E13)	Kuning kehijauan transparan	Bulat telur, ujung vulat	Bergerombol menyebar di sekitar hifa
8.	<i>Fusarium</i> sp.2 (E14)	Hialin	Bulat memanjang	Menyebar di sekitar hifa
9.	<i>Fusarium</i> sp.3 (E18)	Hialin	Seperti sabit memanjang, ujung lancip, belum Bersekat	-
10.	<i>Helicocephalum</i> sp.1 (E6)	Hialin	Elips/ opal agak penjang	Bergerombol diujung konidiofor
11.	<i>Helicocephalum</i> sp.2 (E8)	Hialin	Bulat memanjang	Bergerombol diujung konidiofor
12.	<i>Penicillium</i> sp.1 (E10)	Hialin	Bulat	Tumbuh pada fialid diujung konidiofor membentuk rangkaian rantai
13.	<i>Penicillium</i> sp.2 (E12)	Hialin, kumpulan hitam	Bulat	Tumbuh pada fialid diujung konidiofor membentuk rangkaian rantai

14.	<i>Penicillium</i> sp.3 (E15)	Hialin, kumpulan abu-abu	Bulat	Tumbuh pada fialid diujung konidiofor membentuk rangkaian rantai
15.	<i>Penicillium</i> sp.4 (E17)	Hialin, kumpulan hitam	Bulat	Tumbuh pada fialid diujung konidiofor membentuk rangkaian rantai
16.	<i>Rhizopus</i> sp. (E20)	Cokelat cerah	Bulat	Tumbuh Bergerombol pada kolumela diujung konidiofor
17.	Jamur E3	Hialin		Bergerombol diujung konidiofor
18.	Jamur E9	Hialin	Bulat memanjang	Bergerombol diujung konidiofor
19.	Jamur E16	-	-	-
20.	Jamur E19	Hialin	Bulat	Tumbuh diujung konidiofor, tunggal

1. Jamur *Acremonium* sp. (E7)

Pengamatan makroskopis menunjukkan permukaan koloni berwarna putih dan bagian dasar berwarna putih kekuningan. Tekstur koloni agak halus dengan kerapatan rapat, koloni tampak seperti kapas. Pola pertumbuhan koloni menggunung, sehingga koloni terlihat lebih tebal dibagian tengah. Pertumbuhan koloni agak lambat, koloni dapat memenuhi cawan Petri pada hari ke sembilan. Menurut Gandjar *et al* (1999), pada awal pertumbuhan koloni terlihat agak basah kemudian menjadi seperti kapas berwarna putih hingga merah muda dan pertumbuhan koloni agak lambat.

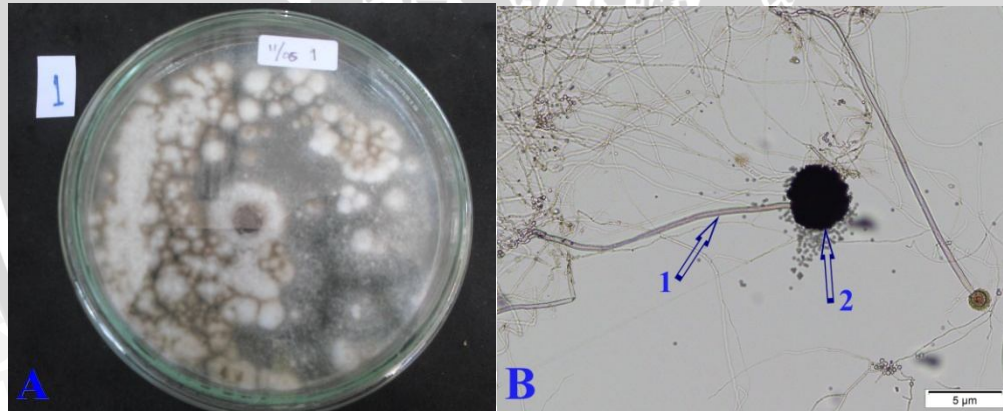
Pengamatan mikroskopis menunjukkan miselium hialin, hifa bersekat jarang dan bercabang. Konidiofor hialin dan tidak bersekat. Konidia berbentuk elips atau oval dan agak panjang serta hialin. Konidia menyebar bergerombol disekitar hifa. Gandjar *et al* (1999) menguraikan bahwa *Acremonium* sp. memiliki konidiofor yang kadang bercabang tetapi lebih banyak tidak bercabang dan tidak bersekat. Konidia bersel satu, berbentuk elips memanjang hingga bulat, berwarna hialin, dan seringkali bergerombol di sekitar hifa.



Gambar 12. Jamur *Acremonium* sp. yang diisolasi dari batang tomat, A. Biakan murni berumur 6 hari; B. 1. Hifa, 2. Konidia.

2. Jamur *Aspergillus* sp.1 (E1)

Pada pengamatan makroskopis, koloni berwarna putih dengan tepi berwarna coklat kehitaman pada bagian permukaan, bagian dasar koloni berwarna putih kekuningan. Tekstur koloni kasar dan terdapat butiran seperti butiran pasir berwarna coklat tua. Kerapatan koloni rapat dan penyebaran koloni sangat cepat. Koloni membentuk spot-spot pada cawan Petri dan dapat memenuhi cawan Petri dalam waktu lima hari.



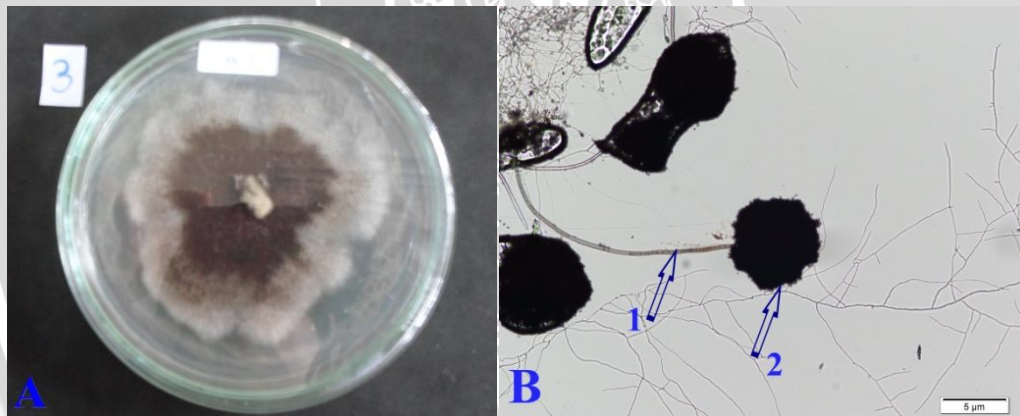
Gambar 13. Jamur *Aspergillus* sp.1 yang diisolasi dari akar tomat, A. Biakan murni berumur 5 hari; B. 1. Konidiofor, 2. Konidia.

Pengamatan mikroskopis menunjukkan miselium hialin dan tidak bersekat. Konidiofor tegak, hialin, tidak bersekat dan tidak bercabang, dan terdapat bagian yang membengkak yang disebut vesikel diujung konidiofor. Konidia berbentuk bulat berwarna abu-abu kehitaman dan bergerombol di ujung vesikel, kumpulan konidia berwarna hitam dan berbentuk bulat. Soenartiningih (2010) menjelaskan bahwa *Aspergillus* sp. mempunyai koloni berwarna coklat tua hingga hitam,

dan dapat mencapai diameter 9 cm dalam 6 hari yang ditumbuhkan pada media PDA. Konidianya seringkali bersepta, konidia berbentuk bulat hingga semibulat, berukuran 4,5-5,0 μ . Kumpulan kepala konidia di ujung konidiofor berwarna hitam, berbentuk bulat.

3. Jamur *Aspergillus* sp.2 (E2)

Pada pengamatan makroskopis, permukaan koloni berwarna putih pada bagian tepi dan hitam pada bagian tengah. Bagian dasar koloni berwarna putih susu. Tekstur koloni kasar dengan kerapatan renggang dan agak tebal. Pada bagian tengah koloni terdapat butiran seperti butiran pasir berwarna hitam. Pola pertumbuhan koloni adalah radial dengan bentuk menyerupai kelopak bunga. Perkembangan koloni cukup cepat, koloni memenuhi cawan Petri pada hari ke enam. Menurut Purwantisari dan Rini (2009), koloni *Aspergillus* pada media PDA berwarna hijau gelap, kebanyakan berwarna hitam atau cokelat tua.

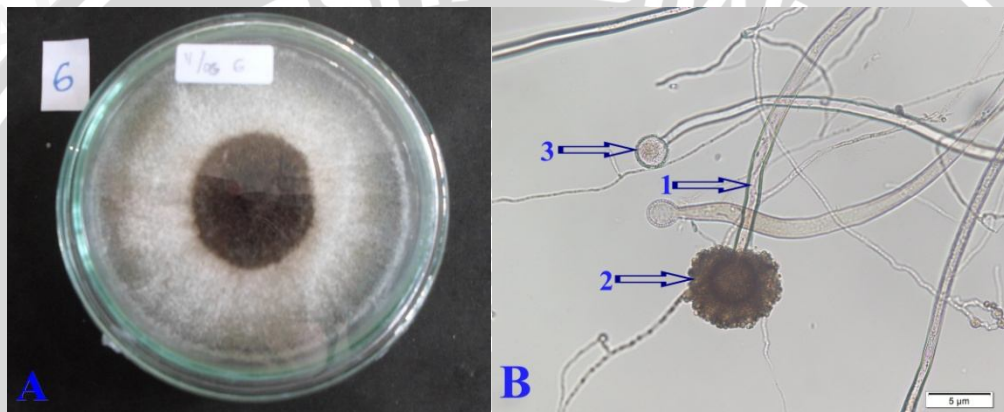


Gambar 14. Jamur *Aspergillus* sp.2 yang diisolasi dari akar tomat, A. Biakan murni berumur 5 hari; B. 1. Konidiofor, 2. Konidia.

Pengamatan mikroskopis menunjukkan miselium hialin dan tidak bersekat. Konidia berbentuk bulat berwarna gelap dan bergerombol di ujung konidiofor, kumpulan konidia pada ujung konidiofor berbentuk radial dan berwarna hitam pekat. Konidiofor tegak, berwarna abu-abu kehitaman, tidak bersekat dan tidak bercabang. Menurut Soenartiningsih (2010), konidia *Aspergillus* sp. seringkali bergerombol di ujung konidiofor sehingga membentuk kumpulan berwarna hitam.

4. Jamur *Aspergillus* sp.3 (E4)

Pengamatan makroskopis menunjukkan permukaan koloni berwarna putih pada bagian tepi dan hitam pada bagian tengah yang menyerupai butiran pasir. Bagian dasar koloni berwarna putih. Tekstur koloni kasar dengan kerapatan renggang. Pola pertumbuhan koloni adalah konsentris dengan membentuk dua gelombang lingkaran. Perkembangan koloni sangat cepat, pada hari ke lima koloni sudah dapat memenuhi cawan Petri. Menurut Ilyas (2006), secara visual koloni *Aspergillus* sp. tampak memiliki lapisan basal berwarna putih hingga kuning dengan lapisan konidiofor yang lebat berwarna coklat tua hingga hitam.

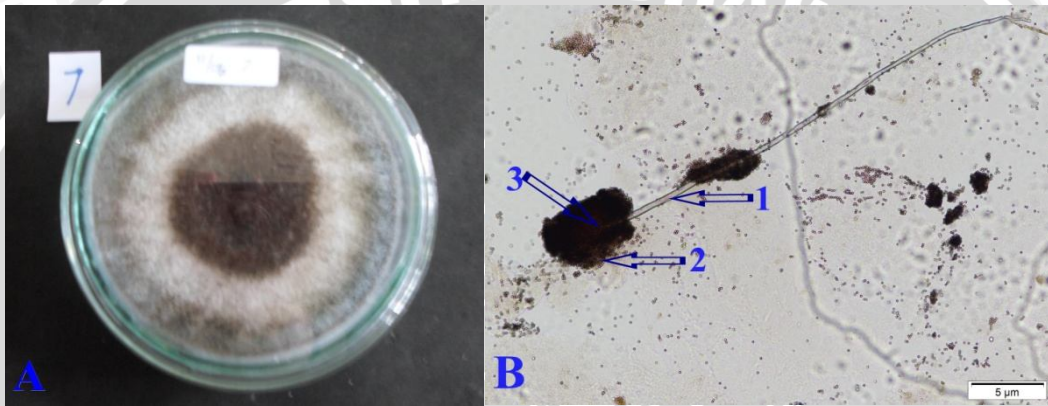


Gambar 15. Jamur *Aspergillus* sp.3 yang diisolasi dari akar tomat, A. Biakan murni berumur 5 hari; B. 1. Konidiofor, 2. Konidia, 3. Vesikel.

Pada pengamatan mikroskopis, hifa hialin, tidak bersekat dan tidak bercabang. Konidiofor tegak, hialin, tidak bercabang dan pada ujung konidiofor terdapat bulatan yang disebut vesikel. Konidia berbentuk bulat dengan warna coklat kekuningan dan bergerombol pada vesikel, kumpulan konidia berwarna coklat terang. Ilyas (2006) menjelaskan bahwa secara mikroskopis *Aspergillus* sp. mudah dikenali dan dibedakan dari genus lain, yaitu memiliki konidiofor yang tegak, tidak bersepta, tidak bercabang, dan ujung konidiofor membengkak membentuk vesikel. Pada permukaan vesikel ditutupi fialid yang menghasilkan konidia. Konidia tersusun 1 sel (tidak bersepta), globus, memiliki warna yang beragam, dan tersusun membentuk rantai basipetal.

5. Jamur *Aspergillus* sp.4 (E5)

Pada pengamatan makroskopis, permukaan koloni berwarna putih dan hitam. Bagian berwarna hitam berupa butiran yang menyerupai butiran pasir. Bagian dasar koloni berwarna putih. Tekstur koloni kasar dengan kerapatan renggang. Pola pertumbuhan koloni adalah konsentris dengan membentuk tiga gelombang lingkaran berselang antara putih dan hitam. Perkembangan koloni sangat cepat, koloni dapat memenuhi cawan Petri pada hari ke lima. Menurut Fardiaz (1989), koloni *Aspergillus* sp. pada media buatan akan tumbuh cepat dan tampak berwarna hitam karena konidiofor yang tumbuh sangat lebat.

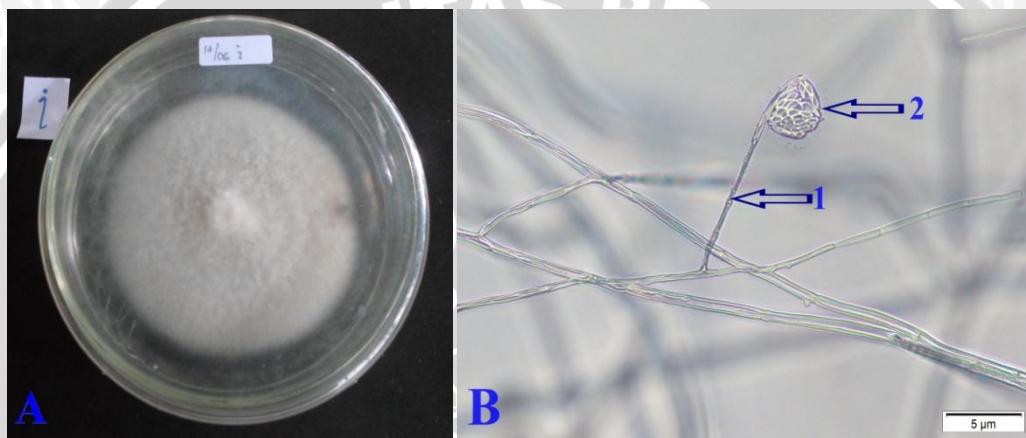


Gambar 16. Jamur *Aspergillus* sp.4 yang diisolasi dari akar tomat, A. Biakan murni berumur 5 hari; B. 1. Konidiofor, 2. Konidia, 3. Vesikel.

Pada pengamatan mikroskopis, hifa hialin, tidak bersekat dan tidak bercabang. Konidiofor tegak, hialin, tidak bercabang dan pada ujung konidiofor terdapat bulatan yang disebut vesikel. Konidia berbentuk bulat dengan warna coklat kekuningan dan apabila berkumpul warna konidia menjadi gelap. Konidia bergerombol pada vesikel dan ada yang menyebar di sekitar hifa. Menurut Gandjar *et al* (1999), tangkai konidiofor bening, dan umumnya berdinding tebal, dan menyolok serta tidak bersekat. Kepala konidia berbentuk bulat kemudian mekah menjadi kolom-kolom yang terpisah. Vesikula berbentuk bulat hingga semibulat dan berdiameter 25-50 μm. Fialid terbentuk langsung pada vesikula atau metula (kepala konidia yang besar). Konidia berbentuk bulat atau semibulat, berdiameter 5-6,5 μm, berwarna kuning kecokelatan.

6. Jamur *Cephalosporium* sp. (E11)

Pengamatan makroskopis menunjukkan permukaan koloni berwarna putih dan berangsur menjadi abu-abu, pada bagian dasar warna putih akan berubah menjadi kuning kecokelatan pada bagian tengah seiring dengan semakin tua umur koloni. Tekstur koloni agak halus, rapat dan tebal, diawal pertumbuhan koloni tipis setelah beberapa hari koloni menebal. Pola pertumbuhan koloni adalah konsentris, pada bagian dasar koloni terlihat lingkaran-lingkaran konsentris. Pertumbuhan koloni cukup cepat, koloni dapat memenuhi cawan Petri pada hari ke delapan.



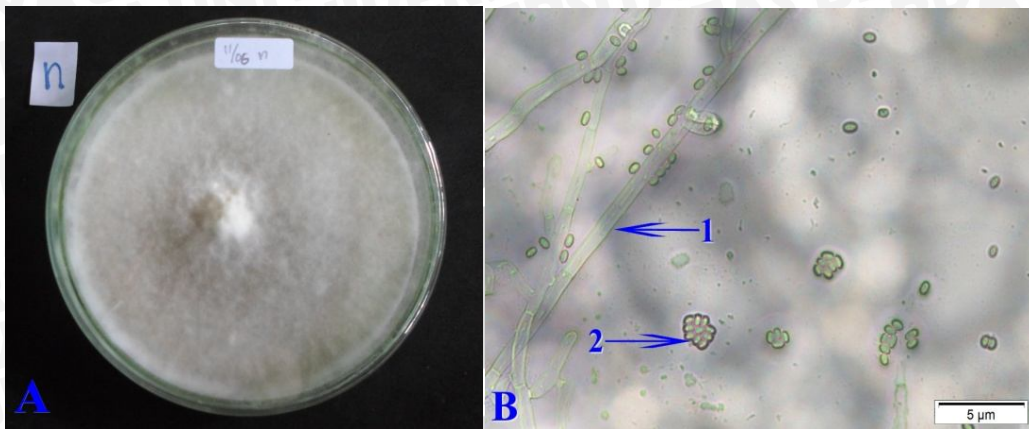
Gambar 17. Jamur *Cephalosporium* sp. yang diisolasi dari batang tomat, A. Biakan murni berumur 6 hari; B. 1. Konidiofor, 2. Konidia.

Pengamatan mikroskopis menunjukkan miselium hialin, hifa bersekat, dan memiliki banyak percabangan. Konidia hialin, berbentuk bulat memanjang dengan ujung bulat dan bergerombol di ujung konidiofor. Konidiofor tegak, berwarna lebih gelap, tidak bersekat dan tidak memiliki percabangan.

7. Jamur *Fusarium* sp.1 (E13)

Pada pengamatan makroskopis, koloni berwarna putih pada bagian permukaan, sedangkan pada dasar koloni berwarna kuning kehijauan. Warna permukaan koloni akan berubah menjadi kuning kehijauan seiring dengan semakin tua umur koloni. Tekstur koloni agak halus, rapat dan tebal. Pola pertumbuhan koloni adalah non konsentris, menyebar merata di seluruh permukaan media. Pertumbuhan koloni sangat cepat, koloni dapat memenuhi cawan Petri pada hari ke lima. Menurut Samson *et al* (1995) dalam Ningsih *et al* (2012), *Fusarium* sp. memiliki area miselium seperti kapas,

dan setiap koloni spesies mengalami perubahan putih kemudian menjadi kuning, merah muda atau coklat.

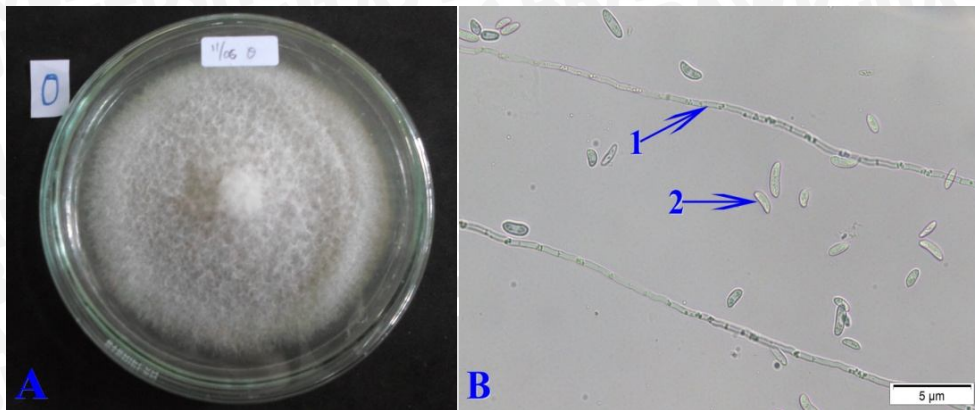


Gambar 18. Jamur *Fusarium* sp.1 yang diisolasi dari batang tomat, A. Biakan murni berumur 6 hari; B. 1. Konidiofor, 2. Konidia.

Pengamatan mikroskopis menunjukkan miselium berwarna kuning kehijauan transparan, hifa bersekat, dan memiliki banyak percabangan yang tidak beraturan. Konidia berwarna kuning kehijauan transparan, berbentuk bulat telur atau memanjang dengan ujung bulat dan bergerombol menyebar di sekitar hifa. Tidak ditemukan makrokonidia pada pengamatan mikroskopis. Barnett (1955) menjelaskan bahwa konidiofor dari *Fusarium* bervariasi, ramping, sederhana, pendek, dan memiliki percabangan yang tidak beraturan. Konidia hialin, bervariasi. Memiliki dua bentuk konidia yaitu makrokonidia dan mikrokonidia. Makrokonidia melengkung pada kedua ujungnya. Mikrokonidia bersel satu, berbentuk bulat telur, tumbuh secara tunggal atau berangkai.

8. Jamur *Fusarium* sp.2 (E14)

Pengamatan makroskopis menunjukkan koloni berwarna putih keabuan pada bagian permukaan, sedangkan pada dasar koloni berwarna kuning kecokelatan. Tekstur koloni kasar, renggang dan tebal. Pola pertumbuhan koloni adalah non konsentris, menyebar merata di seluruh permukaan media dengan arah pertumbuhan koloni ke arah samping. Pertumbuhan koloni cukup cepat, koloni dapat memenuhi cawan Petri pada hari ke tujuh. Menurut Ilyas (2006), secara makroskopis *Fusarium* sp. memiliki bentuk miselium seperti kapas. Miseliumnya tumbuh cepat dan kadang terdapat bercak-bercak berwarna merah muda, abu-abu, atau kuning.

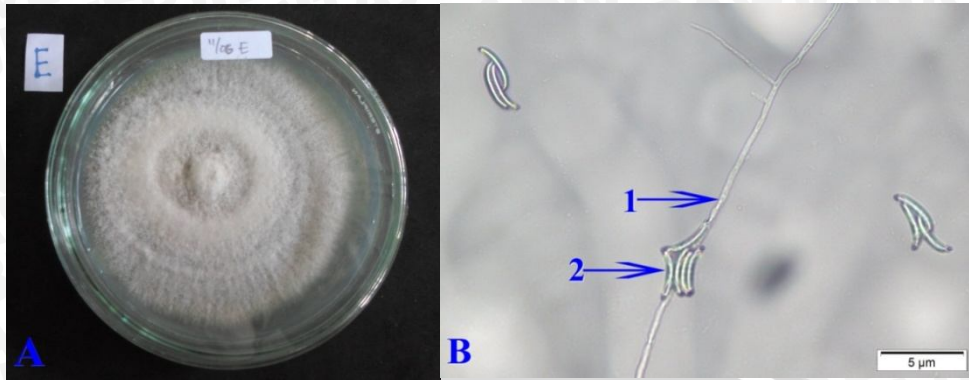


Gambar 19. Jamur *Fusarium* sp.2 yang diisolasi dari batang tomat, A. Biakan murni berumur 6 hari; B. 1. Hifa, 2. Konidia.

Pengamatan mikroskopis menunjukkan miselium hialin dan hifa bersekat. Mikrokonidia hialin, berbentuk bulat telur atau memanjang dengan ujung bulat dan bergerombol menyebar di sekitar hifa. Tidak ditemukan makrokonidia pada pengamatan mikroskopis. Menurut Ilyas (2006) *Fusarium* sp. memiliki mikrokonidia yang berbentuk *ovoid*, *pyriform*, dan *fusoid*. Menurut Ningsih *et al* (2012), secara mikroskopis jamur *Fusarium* sp. memiliki hifa yang bersekat, tidak berwarna (hialin) dan bercabang. Konidiofor tunggal dengan bentuk silindris dan bersekat, memiliki mikrokonidia dan makrokonida yang berwarna hialin dan bersekat. Makrokonidia seperti bulan sabit panjang yang bersekat dan mikrokonida berbentuk *ovoid* atau *pyriform*.

9. Jamur *Fusarium* sp.3 (E18)

Pada pengamatan makroskopis, koloni berwarna putih pekat pada bagian permukaan, sedangkan pada dasar koloni cokelat pada bagian tepi dan hitam pada bagian tengah. Warna permukaan koloni akan berubah menjadi kecokelatan seiring dengan semakin tua umur koloni. Tekstur koloni agak halus, rapat dan tebal. Pola pertumbuhan koloni adalah konsentris. Koloni dapat memenuhi cawan Petri pada hari ke delapan. Menurut Sastrahidayat (1990), miselium *Fusarium* sp. mula-mula berwarna putih dan akan berubah menjadi warna krem atau kuning pucat dan dalam keadaan tertentu berwarna merah muda agak ungu apabila ditumbuhkan pada media PDA.

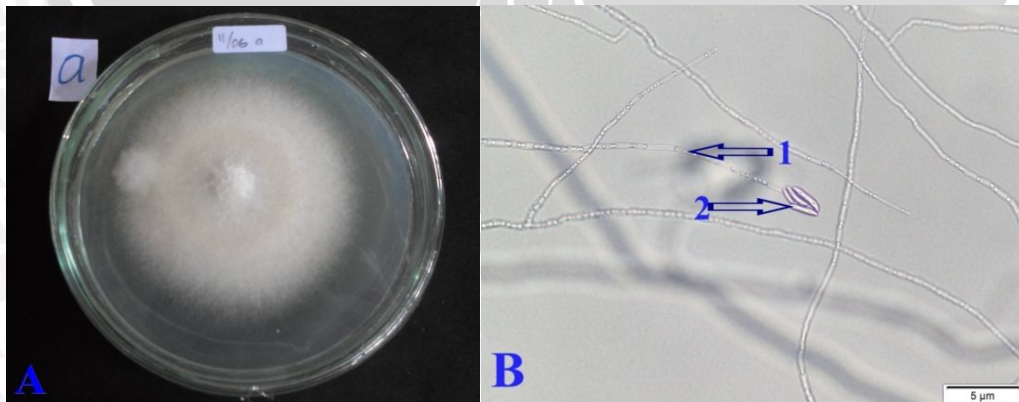


Gambar 20. Jamur *Fusarium* sp.3 yang diisolasi dari daun tomat, A. Biakan murni berumur 6 hari; B. 1. Hifa, 2. Konidia.

Pengamatan mikroskopis menunjukkan miselium hialin, dan hifa bersekat jarang. Konidia hialin, berbentuk seperti sabit memanjang dengan ujung lancip dan belum bersekat. Barnett dan Hunter (1998) menjelaskan bahwa konidiofor tampak bervariasi, konidia memiliki dua bentuk dasar yaitu makrokonidia dan mikrokonidia, konidia berwarna transparan dan sering bersepta. Secara mikroskopis genus *Fusarium* dapat dikenali dengan mudah dari bentuk makrokonidianya yang melengkung seperti bulan sabit.

10. Jamur *Helicocephalum* sp.1 (E6)

Pada pengamatan makroskopis, permukaan koloni berwarna putih dan bagian dasar berwarna putih kekuningan hingga coklat dan semakin menjadi coklat seiring dengan semakin tua umur biakan. Tekstur koloni kasar, menyerupai serabut akar dengan kerapatan renggang dan arah pertumbuhan ke samping. Pertumbuhan koloni agak lambat, koloni dapat memenuhi cawan Petri pada hari ke sembilan.

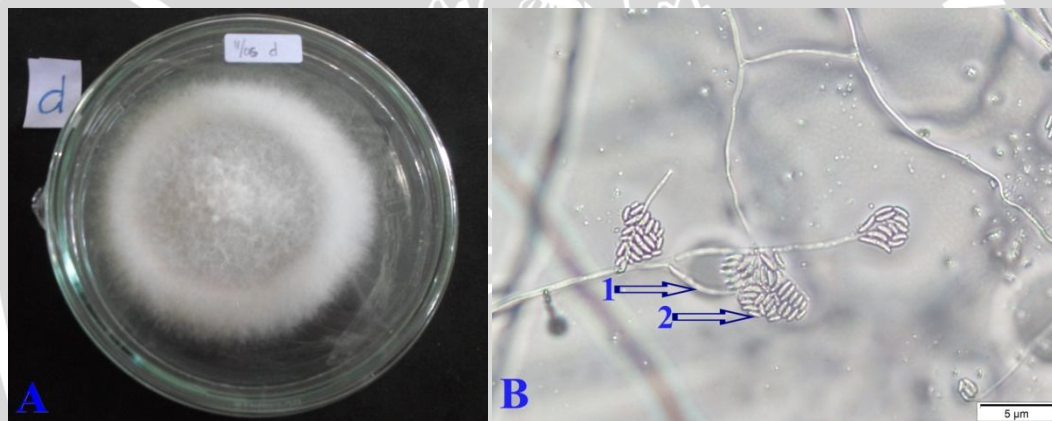


Gambar 21. Jamur *Helicocephalum* sp.1 yang diisolasi dari batang tomat, A. Biakan murni berumur 6 hari; B. 1. Konidiofor, 2. Konidia.

Pengamatan mikroskopis menunjukkan miselium hialin, hifa tidak bersekat dan bercabang. Konidiofor hialin dan tidak bersekat. Konidia berbentuk bulat memanjang serta hialin, konidia tumbuh bergerombol di ujung konidiofor.

11. Jamur *Helicocephalum* sp.2 (E8)

Pada pengamatan makroskopis, permukaan koloni berwarna putih dan bagian dasar berwarna putih kecokelatan. Tekstur koloni kasar menyerupai serabut akar, renggang dan tebal. Diawal pertumbuhan koloni tipis setelah beberapa hari koloni menebal pada bagian tepi, sedangkan pada bagian tengah koloni tetap tipis sehingga berbentuk seperti cekungan. Pola pertumbuhan koloni adalah konsentris, pada bagian dasar koloni terlihat lingkaran-lingkaran konsentris. Pertumbuhan koloni cukup cepat, koloni dapat memenuhi cawan Petri pada hari ke delapan.



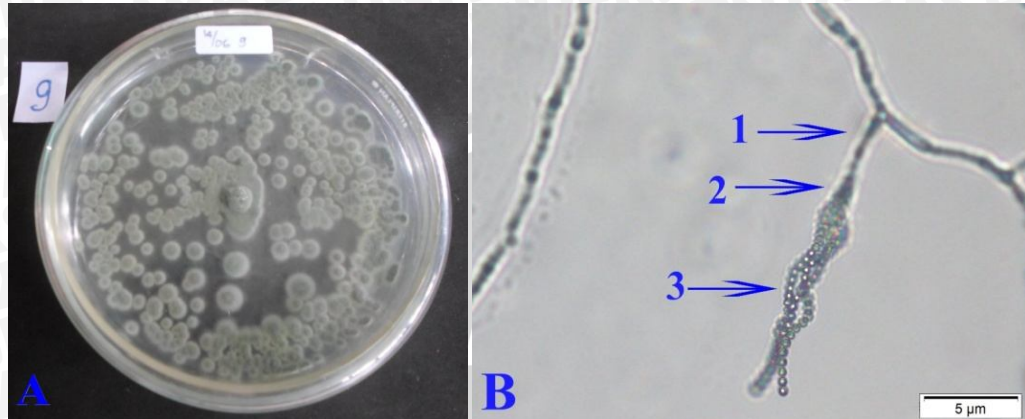
Gambar 22. Jamur *Helicocephalum* sp.2 yang diisolasi dari batang tomat, A. Biakan murni berumur 6 hari; B. 1. Hifa, 2. Konidia.

Pengamatan mikroskopis menunjukkan miselium hialin, hifa tidak bersekat, dan memiliki banyak percabangan. Konidia hialin, berbentuk bulat telur atau memanjang dengan ujung bulat dan bergerombol di ujung konidiofor, mencapai 40-50 konidia per konidiofor.

12. Jamur *Penicillium* sp.1 (E10)

Pengamatan makroskopis menunjukkan permukaan koloni berwarna hijau tua dengan tepi berwarna putih, sedangkan bagian dasar koloni berwarna kuning kehijauan. Tekstur koloni halus, rapat dan tebal. Pola pertumbuhan adalah non konsentris, koloni menyebar membentuk spot-spot pada cawan Petri.

Pertumbuhan koloni cukup cepat, koloni dapat memenuhi cawan Petri pada hari ke enam. Menurut Gams, *et al.* (1987) dalam Purwantisari dan Rini (2009), koloni *Penicillium sp.* biasanya berwarna hijau, terkadang putih.



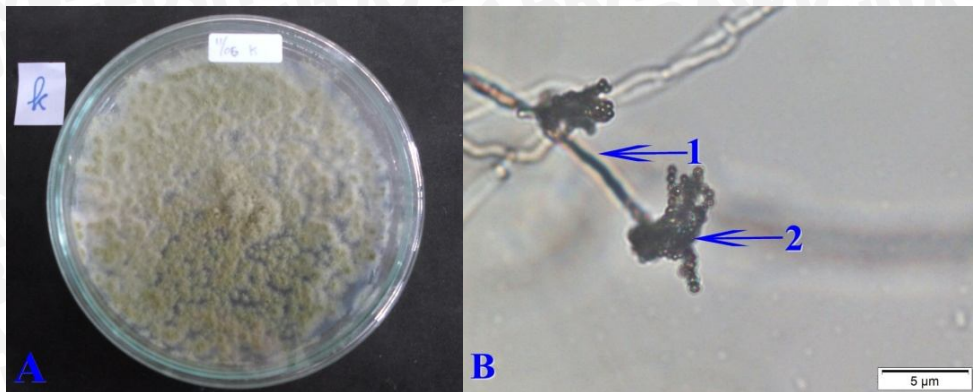
Gambar 23. Jamur *Penicillium sp.*1 yang diisolasi dari batang tomat, A. Biakan murni berumur 6 hari; B. 1. Konidiofor, 2. Phialid, 3. Konidia.

Pada pengamatan mikroskopis, miselium hialin dan bersekat. Konidiofor berwarna abu-abu, tidak bersekat dan di ujung konidiofor terdapat fialid. Konidia berbentuk bulat, hialin dan tumbuh di ujung fialid membentuk rangkaian seperti rantai, rangkaian konidia berwarna lebih gelap. Pada satu fialid dapat tumbuh lebih dari satu rangkaian konidia. Purwantisari dan Rini (2009) menjelaskan bahwa *Penicillium sp.* biasanya berseptata, badan buah berbentuk seperti sapu yang diikuti sterigma dan konidia yang tersusun seperti rantai.

13. Jamur *Penicillium sp.*2 (E12)

Pengamatan makroskopis menunjukkan permukaan koloni berwarna hijau muda, sedangkan bagian dasar koloni berwarna putih kekuningan. Tekstur koloni halus, rapat dan tebal. Pola pertumbuhan adalah non konsentris, koloni menyebar membentuk spot-spot pada cawan Petri. Pertumbuhan koloni cukup cepat, koloni dapat memenuhi cawan Petri pada hari ke enam.

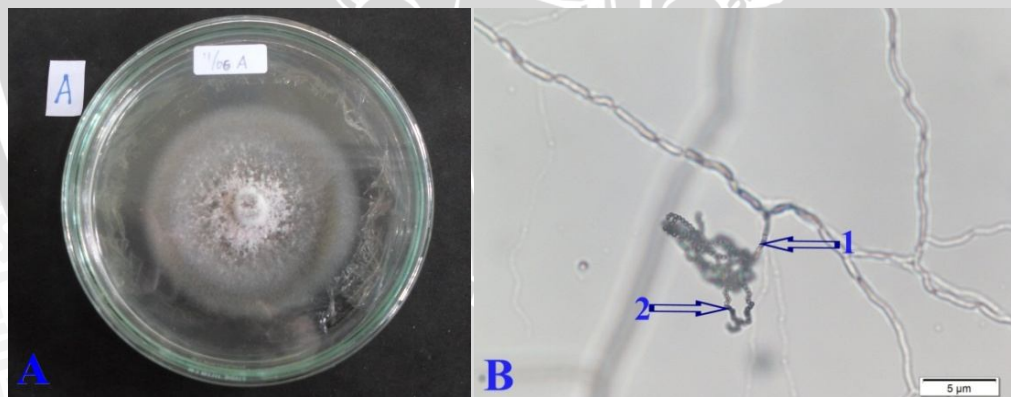
Pada pengamatan mikroskopis, miselium hialin dan bersekat. Konidiofor berwarna hijau kehitaman, tidak bersekat dan di ujung konidiofor terdapat fialid. Konidia berbentuk bulat, hialin dan tumbuh di ujung fialid membentuk rangkaian seperti rantai yang berwarna lebih gelap. Pada satu fialid dapat tumbuh lebih dari satu rangkaian konidia sehingga terlihat seperti sapu.



Gambar 24. Jamur *Penicillium* sp.2 yang diisolasi dari batang tomat, A. Biakan murni berumur 6 hari; B. 1. Konidiofor, 2. Konidia.

14. Jamur *Penicillium* sp.3 (E15)

Pada pengamatan makroskopis, permukaan dan dasar koloni berwarna hijau tua kehitaman. Warna koloni akan menjadi semakin hitam seiring dengan semakin tua umur koloni. Tekstur koloni agak halus, rapat dan tebal. Pola pertumbuhan adalah konsentris, terdapat lingkaran-lingkaran konsentris pada dasar koloni. Pertumbuhan koloni agak lambat, koloni dapat memenuhi cawan Petri pada hari ke sepuluh. Menurut Purwantisari dan Rini (2009), secara makroskopis koloni pada hampir semua species saat masih muda berwarna hijau kemudian berubah menjadi kecokelatan atau kehitaman.

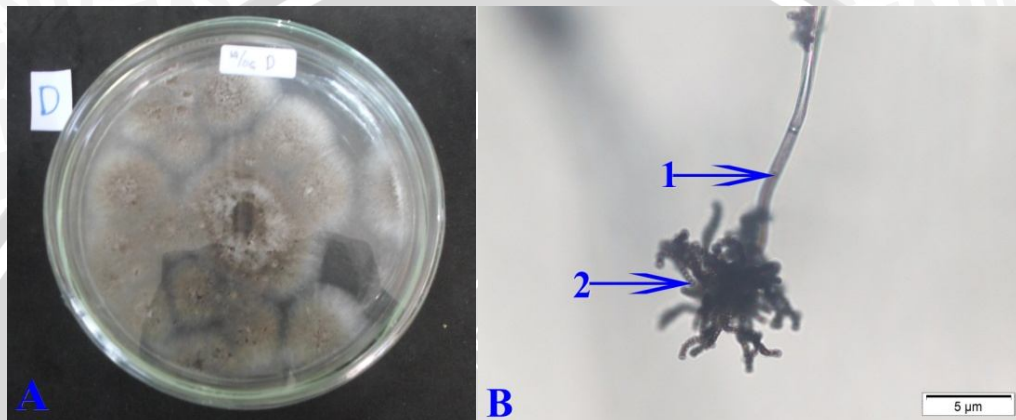


Gambar 25. Jamur *Penicillium* sp.3 yang diisolasi dari daun tomat, A. Biakan murni berumur 6 hari; B. 1. Konidiofor, 2. Konidia.

Pengamatan mikroskopis menunjukkan miselium hialin dan bersekat. Konidiofor berwarna abu-abu, tidak bersekat dan di ujung konidiofor terdapat fialid. Konidia berbentuk bulat, hialin dan tumbuh di ujung fialid membentuk rangkaian seperti rantai. Rangkaian konidia tersusun lebih dari satu rangkaian pada satu fialid, sehingga terlihat seperti sapu.

15. Jamur *Penicillium* sp.4 (E17)

Pengamatan makroskopis menunjukkan permukaan koloni berwarna hijau muda dan berangsur menjadi coklat keabuan seiring dengan semakin tua umur koloni, sedangkan bagian dasar koloni berwarna putih kekuningan. Tekstur koloni agak halus, rapat dan tebal. Pola pertumbuhan adalah non konsentris, koloni menyebar membentuk spot-spot pada cawan Petri. Pertumbuhan koloni cukup cepat, koloni dapat memenuhi cawan Petri pada hari ke enam.

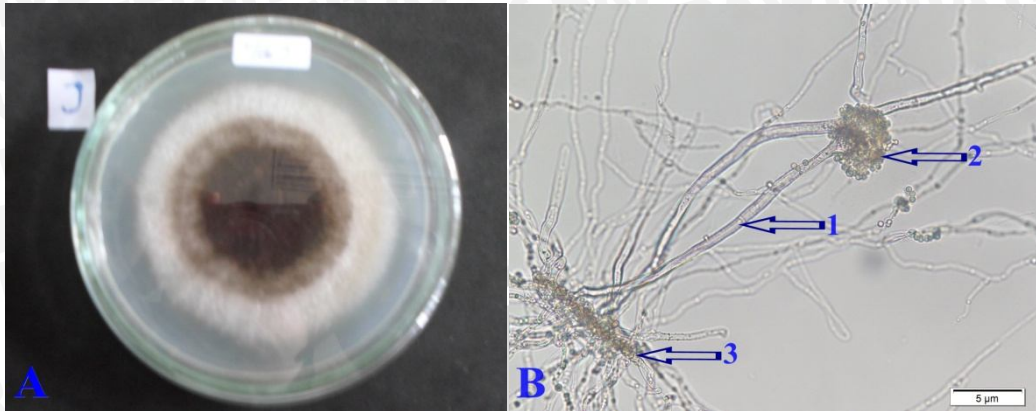


Gambar 26. Jamur *Penicillium* sp.4 yang diisolasi dari daun tomat, A. Biakan murni berumur 6 hari; B. 1. Konidiofor, 2. Konidia.

Pada pengamatan mikroskopis, miselium hialin dan bersekat. Konidiofor hialin, tidak bersekat dan di ujung konidiofor terdapat fialid. Konidia berbentuk bulat, hialin dan tumbuh di ujung fialid membentuk rangkaian seperti rantai. Pada satu fialid dapat tumbuh lebih dari satu rangkaian konidia.

16. Jamur *Rhizopus* sp. (E20)

Pada pengamatan makroskopis tampak permukaan koloni berwarna putih pada bagian tepi dan abu-abu pada bagian tengah, kemudian menjadi abu-abu kehitaman seluruhnya setelah beberapa hari. Bagian dasar koloni berwarna putih. Tekstur koloni kasar, rapat dan tebal. Pola pertumbuhan koloni adalah konsentris, dengan arah pertumbuhan miselium ke atas, dan semakin tinggi setelah beberapa hari hingga menyentuh permukaan tutup cawan Petri. Koloni dapat memenuhi cawan Petri pada hari ke lima.

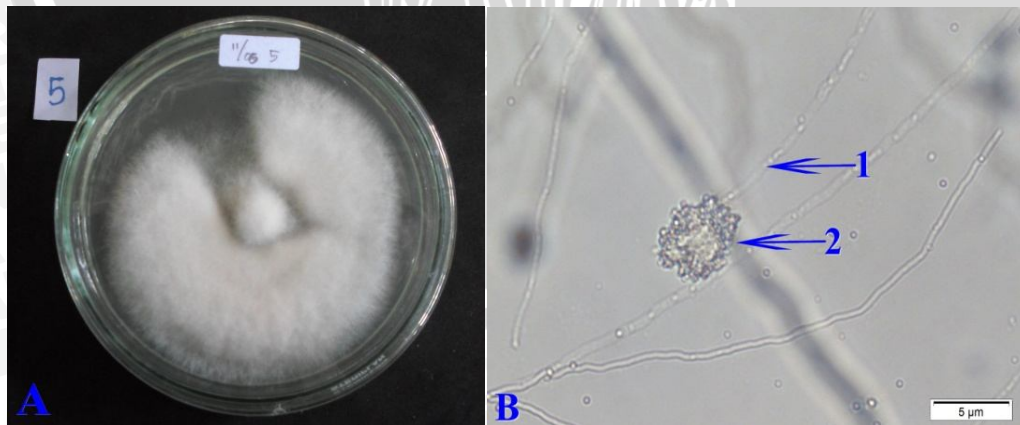


Gambar 27. Jamur *Rhizopus* sp. yang diisolasi dari akar tomat, A. Biakan murni berumur 3 hari; B. 1. Sporangiofor, 2. Spora, 3. Rhizoid.

Pengamatan mikroskopis menunjukkan miselium hialin, tidak bercabang, dan hifa memanjang tanpa percabangan. Sporangiofor hialin, tegak, tidak bersekat dan membesar pada bagian ujung yang disebut kolumela. Spora berbentuk bulat, berwarna coklat cerah dan bergerombol di ujung sporangiofor dan terbungkus oleh sporangium. Terdapat rhizoid dibagian pangkal konidiofor yang tampak seperti akar atau stolon.

17. Jamur E3

Pengamatan makroskopis menunjukkan koloni berwarna putih bersih seperti kapas. Bagian dasar koloni berwarna putih kekuningan. Tekstur koloni kasar, renggang dan tebal. Pola pertumbuhan koloni adalah non konsentris, miselium menyebar ke arah samping. Pertumbuhan koloni cukup cepat, koloni dapat memenuhi cawan Petri pada hari ke tujuh.

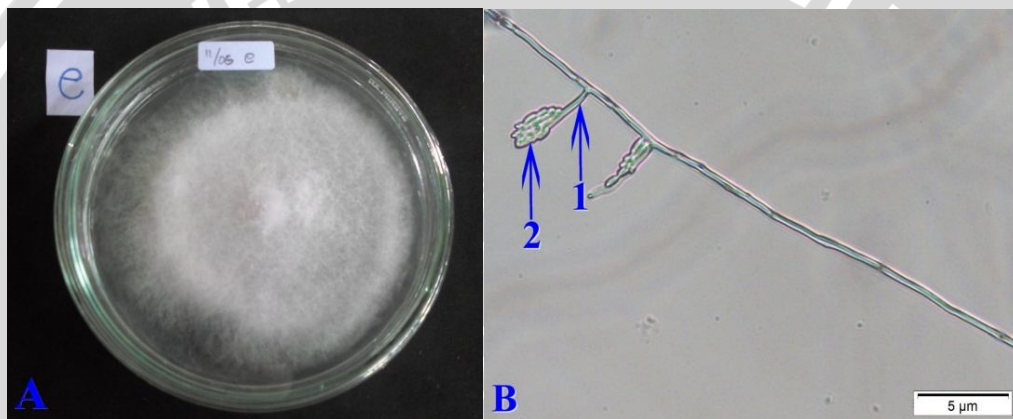


Gambar 28. Jamur E3 yang diisolasi dari akar tomat, A. Biakan murni berumur 6 hari; B. 1. Konidiofor, 2. Konidia.

Pengamatan mikroskopis menunjukkan hifa hialin, tidak bersekat dan bercabang. Konidiofor hialin dan tidak bersekat. Konidia hialin dan bergerombol di ujung konidiofor. Bentuk konidia tidak terlihat jelas sehingga tidak dapat diidentifikasi.

18. Jamur E9

Pengamatan makroskopis menunjukkan koloni berwarna putih bersih seperti kapas, pada bagian dasar berwarna putih kekuningan. Tekstur koloni kasar, renggang dan tebal. Pola pertumbuhan koloni adalah non konsentris, miselium menyebar ke arah samping. Pertumbuhan koloni cukup cepat, koloni dapat memenuhi cawan Petri pada hari ke enam.

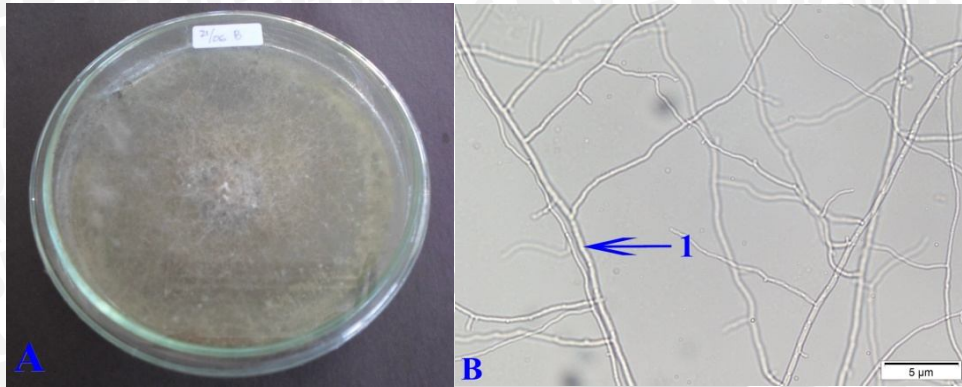


Gambar 29. Jamur E9 yang diisolasi dari batang tomat, A. Biakan murni berumur 6 hari; B. 1. Konidiofor, 2. Konidia.

Pada pengamatan mikroskopis tampak hifa hialin, bersekat dan tidak bercabang. Konidiofor pendek, hialin, dan tidak bersekat. Konidia hialin, berbentuk memanjang dengan ujung bulat dan tersusun di ujung konidiofor. Akan tetapi kenampakan konidia tidak begitu jelas sehingga tidak dapat diidentifikasi.

19. Jamur E16

Pengamatan makroskopis menunjukkan koloni berwarna coklat muda pada bagian permukaan dan bagian dasar. Tekstur koloni kasar, renggang dan tipis, tampak seperti serabut-serabut akar halus. Pola pertumbuhan koloni non konsentris dan menyebar sangat cepat, koloni dapat memenuhi cwan petri pada hari ke lima.

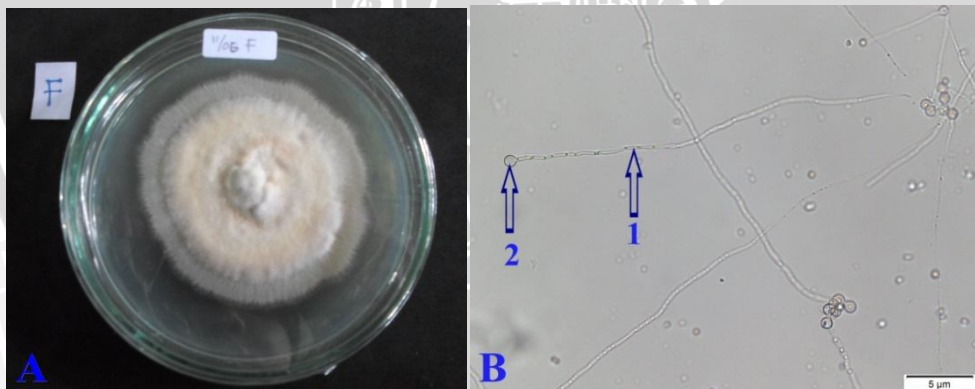


Gambar 30. Jamur E16 yang diisolasi dari daun tomat, A. Biakan murni berumur 6 hari; B. 1. Hifa.

Pengamatan mikroskopis menunjukkan hifa hialin, tidak bersekat dan memiliki banyak percabangan. Tidak ditemukan konidia pada pengamatan mikroskopis sehingga isolat tidak dapat diidentifikasi.

20. Jamur E19

Pada pengamatan makroskopis tampak permukaan koloni berwarna putih kecokelatan, sedangkan pada bagian dasar koloni berwarna coklat. Tekstur koloni halus, rapat, dan tebal. Pola pertumbuhan koloni adalah konsentris. Petumbuhan koloni agak lambat, koloni dapat memenuhi cawan Petri pada hari ke sembilan.



Gambar 31. Jamur E20 yang diisolasi dari daun tomat, A. Biakan murni berumur 6 hari; B. 1. Konidiofor, 2. Konidia.

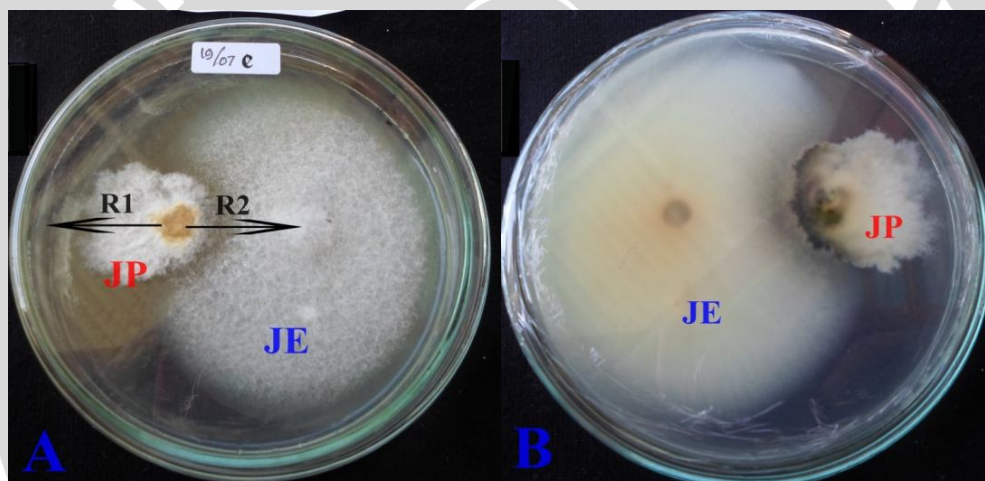
Pengamatan mikroskopis menunjukkan hifa hialin dan tidak bersekat. Konidiofor panjang, hialin dan bersekat. Konidia tunggal tumbuh di ujung konidiofor, berbentuk bulat dan hialin. Kenampakan mikroskopis jamur E20 tidak begitu jelas karena hanya terdapat satu konidiofor dan satu konidia sehingga isolat tidak dapat diidentifikasi.

4.3. Uji Antagonis Jamur Endofit Terhadap *P.infestans*

4.3.1. Hasil Uji Antagonis Jamur Endofit terhadap *P.infestans*

1. Jamur *Acremonium* sp. (E7)

Pertumbuhan koloni jamur E7 lebih cepat dibandingkan dengan *P.infestans*. Koloni E7 dan *P.infestans* mulai bersinggungan pada hari ke-4. Jamur E7 mulai mendesak *P.infestans* pada hari ke-5. Pada hari ke-8 koloni jamur E7 sudah memenuhi cawan Petri sehingga tidak tersedia tempat lagi untuk pertumbuhan *P.infestans*. Terjadi perubahan warna pada koloni *P.infestans* yang bersinggungan dengan koloni jamur E7 yang menunjukkan bahwa jamur E7 menekan pertumbuhan *P.infestans* sehingga terjadi suatu mekanisme ketahanan yang dilakukan oleh *P.infestans* yaitu dengan cara mengeluarkan metabolit sekunder untuk bertahan dari tekanan jamur endofit.

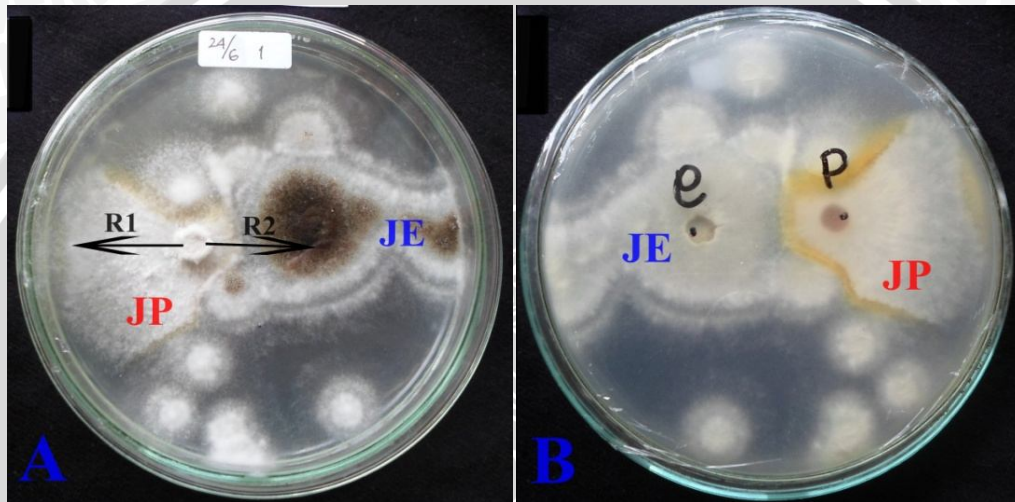


Gambar 32. Hasil uji antagonis jamur E7 (JE) terhadap *P.infestans* (JP); (R1) koloni JP yang menjauhi JE, (R2) koloni JP yang mengarah ke JE. (A) tampak atas. (B) tampak bawah.

Penghitungan persentase penghambatan dilakukan dengan cara menghitung selisih antara R1 dan R2 ($R1 \text{ minus } R2$) kemudian dibagi dengan R1 dan dikali dengan 100%. Apabila nilai R1 lebih besar daripada nilai R2, maka dalam uji antagonis tersebut terjadi proses penghambatan karena ukuran koloni patogen yang tumbuh mengarah ke koloni jamur endofit lebih kecil daripada ukuran koloni yang menjauhi jamur endofit. Sebaliknya, jika nilai R2 lebih besar daripada nilai R1, maka dalam uji antagonis tersebut tidak terjadi proses penghambatan.

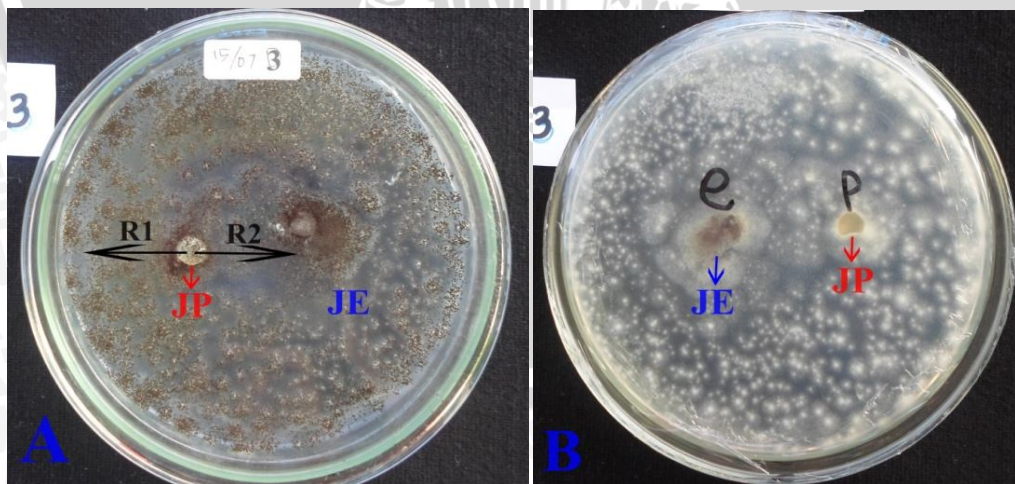
2. Jamur *Aspergillus* sp.1 (E1)

Pertumbuhan koloni jamur E1 lebih cepat dibandingkan dengan *P.infestans*. Koloni jamur E1 dan *P.infestans* mulai bersinggungan pada hari ke-3. E1 mulai mendesak *P.infestans* pada hari ke-4. Koloni jamur E1 menyebar membentuk spot-spot dan memenuhi cawan Petri dalam waktu cepat, sehingga pertumbuhan *P.infestans* menjadi terhambat. Koloni jamur E1 mulai memenuhi cawan Petri pada hari ke-6. Terjadi perubahan warna pada koloni *P.infestans* yang bersinggungan dengan koloni jamur E1.



Gambar 33. Hasil uji antagonis jamur E1 (JE) terhadap *P.infestans* (JP); (R1) koloni JP yang menjauhi JE, (R2) koloni JP yang mengarah ke JE. (A) tampak atas. (B) tampak bawah.

3. Jamur *Aspergillus* sp.2 (E2)

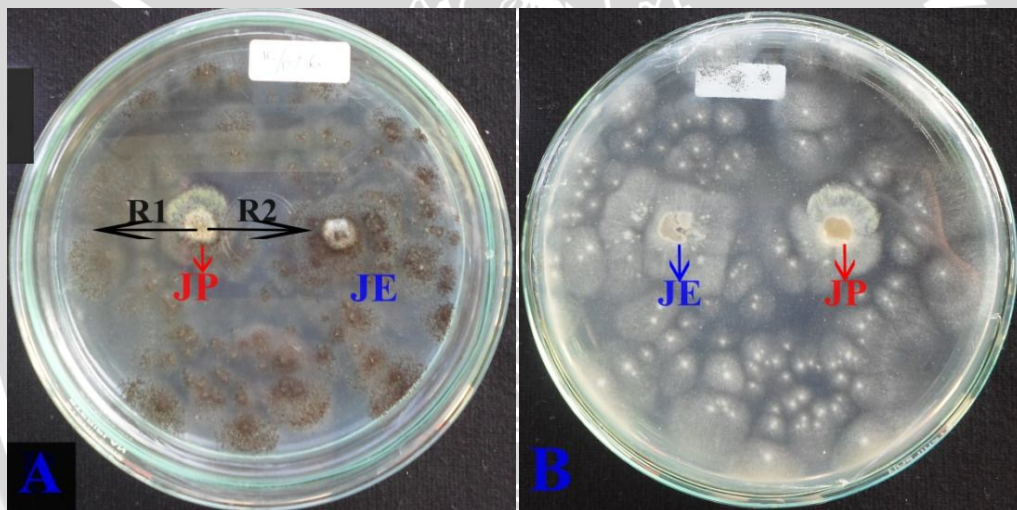


Gambar 34. Hasil uji antagonis jamur E2 (JE) terhadap *P.infestans* (JP)); (R1) koloni JP yang menjauhi JE, (R2) koloni JP yang mengarah ke JE. (A) tampak atas. (B) tampak bawah.

Pertumbuhan koloni jamur E2 sangat cepat, dan dapat memenuhi cawan Petri pada hari ke-5. Koloni E2 menyebar membentuk spot-spot yang memenuhi cawan Petri dan mendesak *P.infestans* sehingga tidak dapat berkembang, sehingga terjadi penghambatan secara penuh (100%). Berdasarkan pengukuran diameter koloni, *P.infestans* tidak mengalami pertumbuhan sama sekali, diameter koloni pada hari ke-3 sampai dengan hari ke-8 tidak mengalami perubahan.

4. Jamur *Aspergillus* sp.3 (E4)

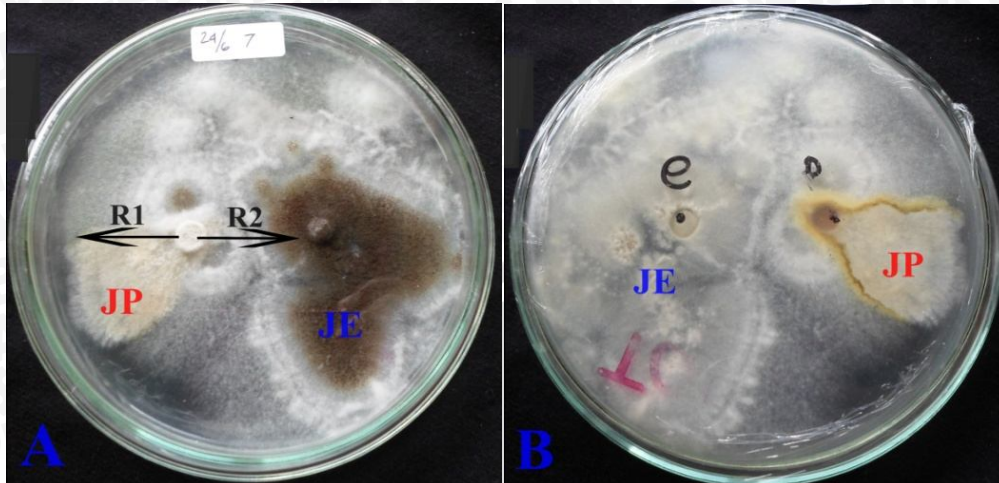
Pertumbuhan koloni jamur E4 sangat cepat, dan dapat memenuhi cawan Petri pada hari ke-6. Koloni jamur E4 menyebar membentuk spot-spot yang memenuhi cawan Petri dan mendesak *P.infestans* sehingga tidak dapat berkembang secara optimal. Koloni jamur E4 mulai mendesak *P.infestans* pada hari ke-3.



Gambar 35. Hasil uji antagonis jamur E4 (JE) terhadap *P.infestans* (JP); (R1) koloni JP yang menjauhi JE, (R2) koloni JP yang mengarah ke JE. (A) tampak atas. (B) tampak bawah.

5. Jamur *Aspergillus* sp.4 (E5)

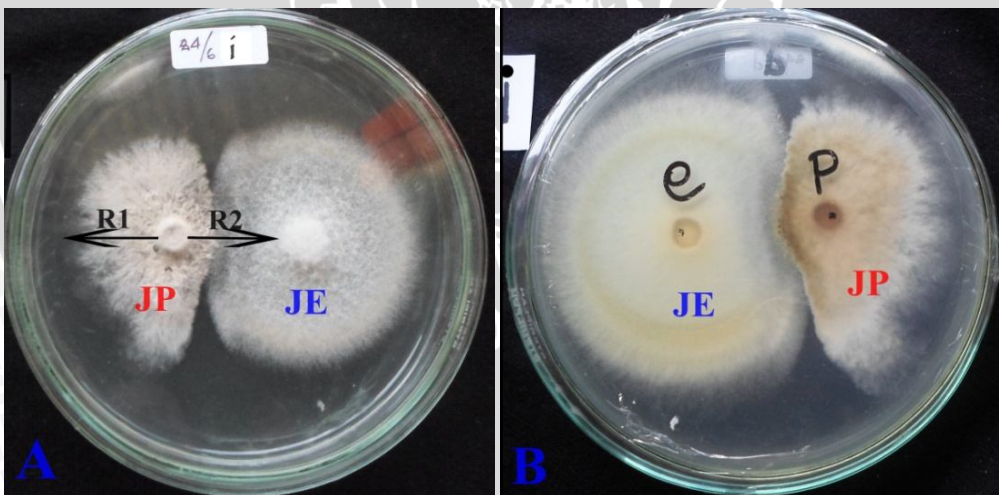
Pertumbuhan koloni jamur E5 lebih cepat dibandingkan dengan *P.infestans*. Koloni E5 dan *P.infestans* mulai bersinggungan pada hari ke-4. Jamur E5 mulai mendesak *P.infestans* pada hari ke-5. Koloni jamur E5 menyebar membentuk spot-spot dan memenuhi cawan Petri dalam waktu cepat, sehingga pertumbuhan *P.infestans* menjadi terhambat. Koloni E5 mulai memenuhi cawan Petri pada hari ke-7. Terjadi perubahan warna pada koloni *P.infestans* yang bersinggungan dengan koloni jamur E5.



Gambar 36. Hasil uji antagonis jamur E5 (JE) terhadap *P.infestans* (JP); (R1) koloni JP yang menjauhi JE, (R2) koloni JP yang mengarah ke JE. (A) tampak atas. (B) tampak bawah.

6. Jamur *Cephalosporium* sp. (E11)

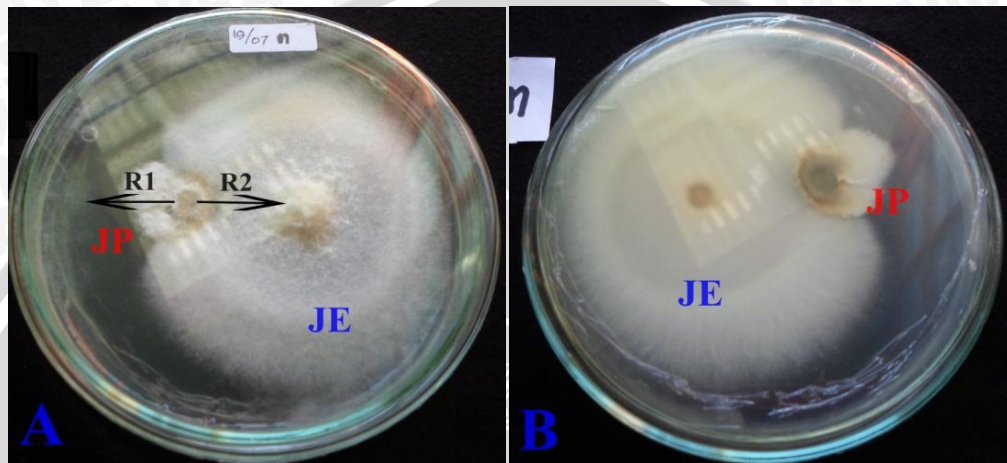
Diawal pengamatan, pertumbuhan jamur E11 dan *P.infestans* hampir sama. Akan tetapi pada saat jamur E11 dan *P.infestans* mulai bersinggungan pada hari ke-5, pertumbuhan jamur E11 lebih cepat dibandingkan dengan *P.infestans* sehingga pada hari ke-6 jamur E11 sudah mulai mendesak *P.infestans*. Jamur E11 memenuhi cawan Petri pada hari ke-10.



Gambar 37. Hasil uji antagonis jamur E11 (JE) terhadap *P.infestans* (JP); (R1) koloni JP yang menjauhi JE, (R2) koloni JP yang mengarah ke JE. (A) tampak atas. (B) tampak bawah.

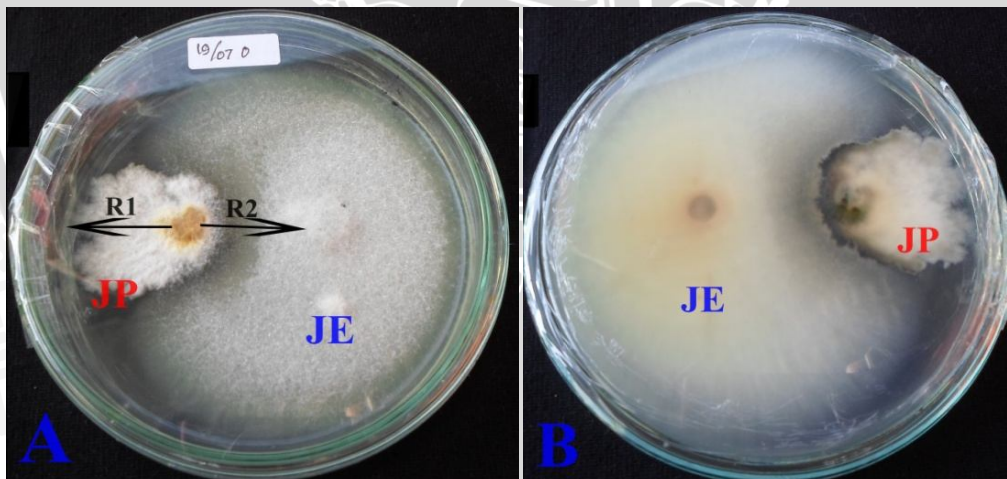
7. Jamur *Fusarium* sp.1 (E13)

Pertumbuhan koloni jamur E13 lebih cepat dibandingkan dengan *P.infestans*. Koloni E13 dan *P.infestans* mulai bersinggungan pada hari ke-4, dan jamur E13 sudah mulai mendesak pada saat itu sehingga *P.infestans* tidak dapat tumbuh ke arah jamur E13. Koloni jamur E13 mulai memenuhi cawan Petri pada hari ke-8.



Gambar 38. Hasil uji antagonis jamur E13 (JE) terhadap *P.infestans* (JP); (R1) koloni JP yang menjauhi JE, (R2) koloni JP yang mengarah ke JE. (A) tampak atas. (B) tampak bawah.

8. Jamur *Fusarium* sp.2 (E14)

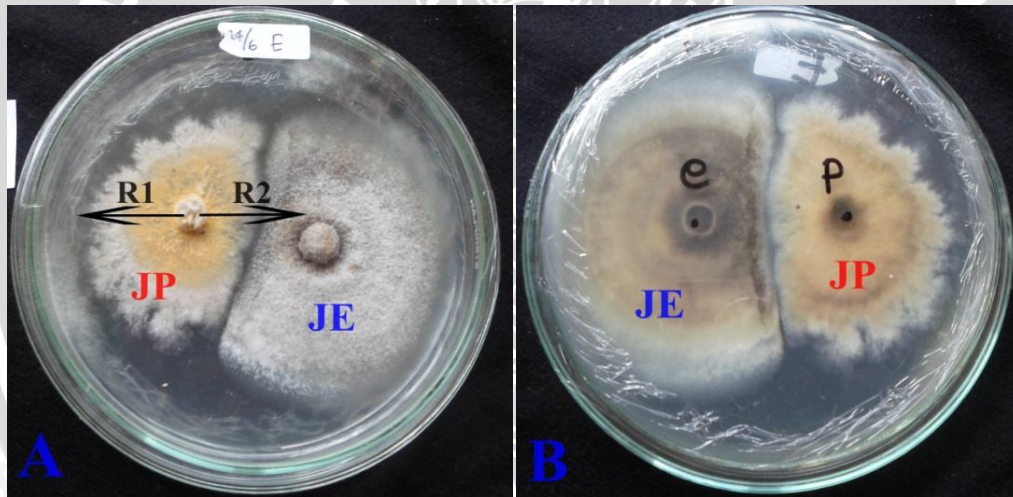


Gambar 39. Hasil uji antagonis jamur E14 (JE) terhadap *P.infestans* (JP); (R1) koloni JP yang menjauhi JE, (R2) koloni JP yang mengarah ke JE. (A) tampak atas. (B) tampak bawah.

Pertumbuhan koloni jamur E14 lebih cepat dibandingkan dengan *P.infestans*. Koloni E14 dan *P.infestans* mulai bersinggungan pada hari ke-4, dan jamur E14 sudah mulai mendesak pada saat itu sehingga *P.infestans* tidak dapat tumbuh ke arah jamur E14. Koloni jamur E14 mulai memenuhi cawan Petri pada hari ke-8. Terjadi perubahan warna pada koloni *P.infestans* yang bersinggungan dengan koloni jamur E14.

9. Jamur *Fusarium sp.3* (E18)

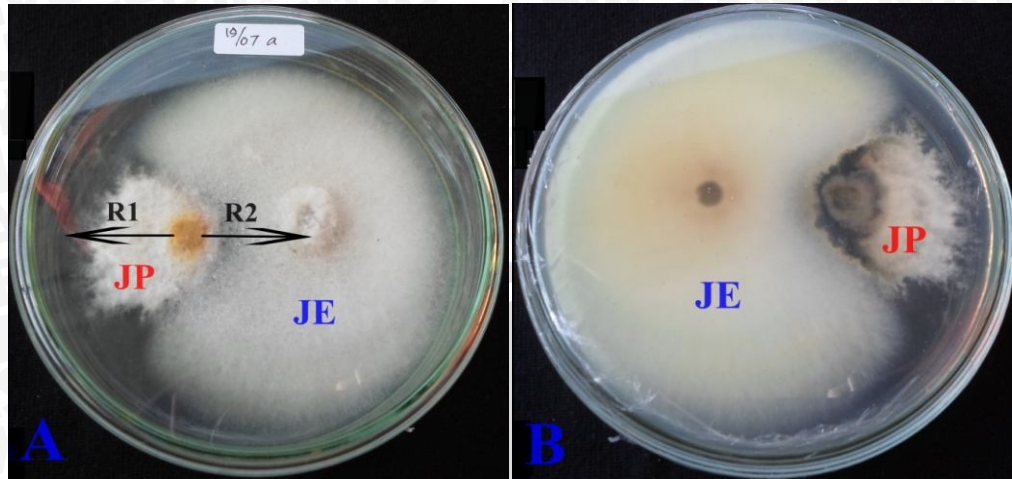
Diawal pengamatan, pertumbuhan jamur E18 dan *P.infestans* hampir sama. Akan tetapi pada saat jamur E18 dan *P.infestans* mulai bersinggungan pada hari ke-5, pertumbuhan jamur E18 lebih cepat dibandingkan dengan *P.infestans* sehingga pada hari ke-6 jamur E18 sudah mulai mendesak *P.infestans*. Jamur E18 memenuhi cawan Petri pada hari ke-10. Terdapat zona bening diantara jamur E18 dan *P.infestans* dan terjadi perubahan warna pada koloni *P.infestans*.



Gambar 40. Hasil uji antagonis jamur E18 (JE) terhadap *P.infestans* (JP); (R1) koloni JP yang menjauhi JE, (R2) koloni JP yang mengarah ke JE. (A) tampak atas. (B) tampak bawah.

10. Jamur *Helicocephalum sp.1* (E6)

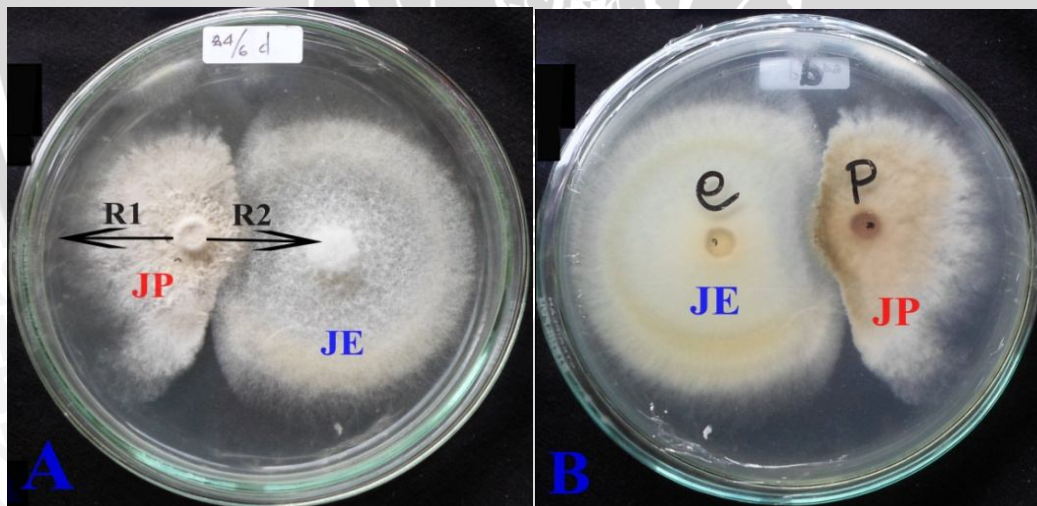
Pertumbuhan koloni jamur E6 lebih cepat dibandingkan dengan *P.infestans*. Koloni E6 dan *P.infestans* mulai bersinggungan pada hari ke-4, dan jamur E6 sudah mulai mendesak pada saat itu sehingga *P.infestans* tidak dapat tumbuh ke arah jamur E6. Koloni jamur E6 mulai memenuhi cawan Petri pada hari ke-7. Pada media uji antagonis ini juga terjadi perubahan warna pada koloni *P.infestans* yang bersinggungan dengan koloni jamur E6.



Gambar 41. Hasil uji antagonis jamur E6 (JE) terhadap *P.infestans* (JP); (R1) koloni JP yang menjauhi JE, (R2) koloni JP yang mengarah ke JE. (A) tampak atas. (B) tampak bawah.

11. Jamur *Helicocephalum* sp.2 (E8)

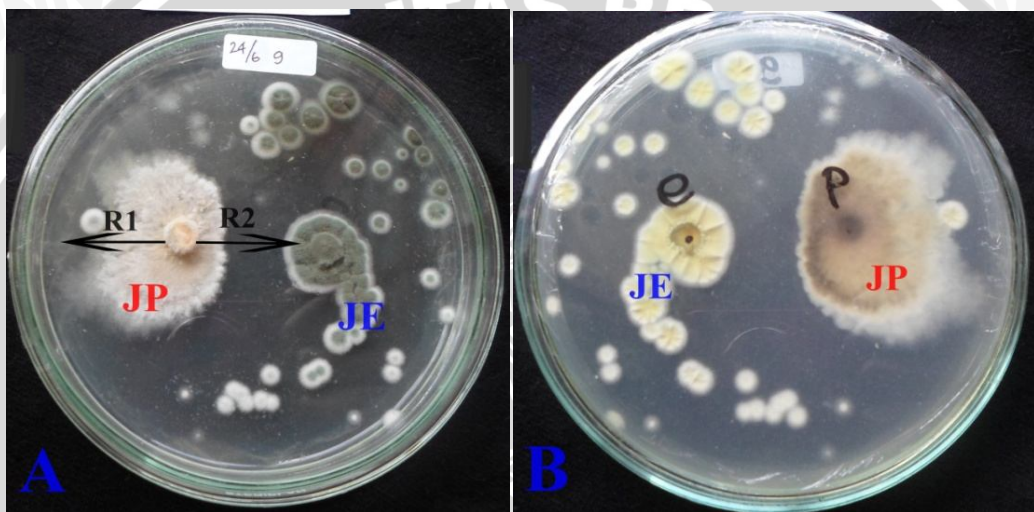
Diawal pengamatan, pertumbuhan jamur E8 dan *P.infestans* hampir sama. Akan tetapi pada saat jamur E8 dan *P.infestans* mulai bersinggungan pada hari ke-4, pertumbuhan jamur E8 lebih cepat dibandingkan dengan *P.infestans* sehingga pada hari ke-5 jamur E8 sudah mulai mendesak *P.infestans*. Jamur E8 memenuhi cawan Petri pada hari ke-9.



Gambar 42. Hasil uji antagonis jamur E8 (JE) terhadap *P.infestans* (JP); (R1) koloni JP yang menjauhi JE, (R2) koloni JP yang mengarah ke JE. (A) tampak atas. (B) tampak bawah.

12. Jamur *Penicillium* sp.1 (E10)

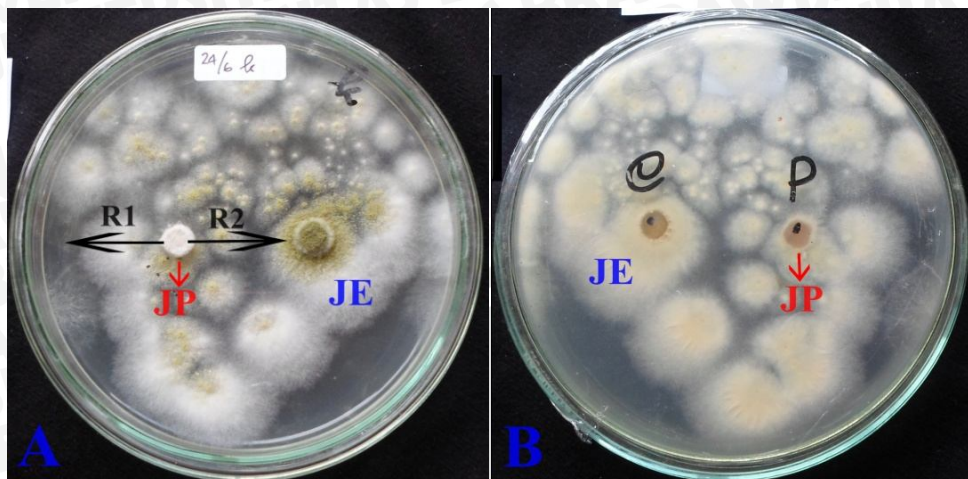
Diawal pengamatan, pertumbuhan jamur E10 dan *P.infestans* hampir sama. Akan tetapi pada hari ke-4, pertumbuhan *P.infestans* mulai terhambat. Jamur E10 menyebar membentuk spot-spot pada cawan Petri. Hingga hari ke-8, kedua isolat belum memenuhi cawan Petri, tetapi pertumbuhan *P.infestans* sudah terhambat. Terdapat zona kosong (zona bening) diantara *P.infestans* dengan jamur E10, dapat dilihat dari koloni *P.infestans* yang mengarah ke koloni jamur E10 (R2) tidak mengalami pertumbuhan walaupun jamur E10 juga tidak tumbuh pada zona tersebut.



Gambar 43. Hasil uji antagonis jamur E10 (JE) terhadap *P.infestans* (JP); (R1) koloni JP yang menjauhi JE, (R2) koloni JP yang mengarah ke JE. (A) tampak atas. (B) tampak bawah.

13. Jamur *Penicillium* sp.2 (E12)

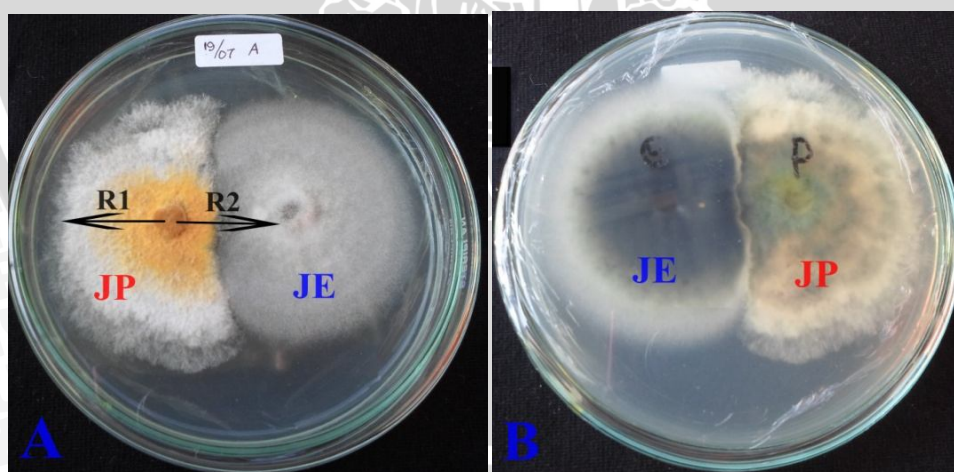
Pertumbuhan koloni jamur E12 lebih cepat dibandingkan dengan *P.infestans*. Koloni E12 dan *P.infestans* mulai bersinggungan pada hari ke-3, dan jamur E12 sudah mulai mendesak pada saat itu sehingga *P.infestans* tidak dapat tumbuh ke arah jamur E12. Koloni jamur E12 menyebar membentuk spot-spot dan memenuhi cawan Petri sehingga tidak terdapat ruang untuk pertumbuhan *P.infestans*. Jamur E12 sudah dapat memenuhi cawan Petri pada hari ke-5.



Gambar 44. Hasil uji antagonis jamur E12 (JE) terhadap *P.infestans* (JP); (R1) koloni JP yang menjauhi JE, (R2) koloni JP yang mengarah ke JE. (A) tampak atas. (B) tampak bawah.

14. Jamur *Penicillium* sp.3 (E15)

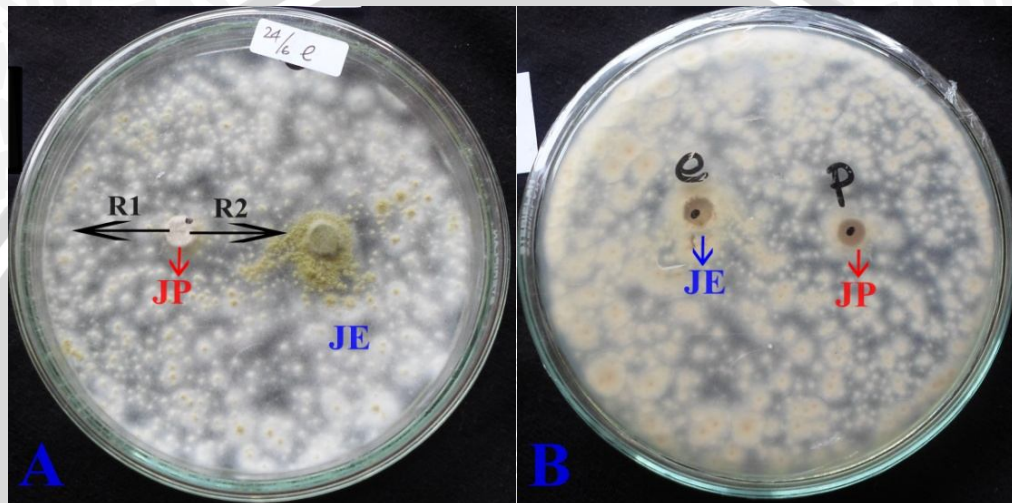
Diawal pengamatan, pertumbuhan jamur E15 dan *P.infestans* hampir sama. Akan tetapi pada saat jamur E15 dan *P.infestans* mulai bersinggungan pada hari ke-5, pertumbuhan *P.infestans* lebih cepat dibandingkan dengan jamur E15. Walaupun pertumbuhan *P.infestans* lebih cepat, jamur E15 dapat mendesak *P.infestans* yang menuju ke arah jamur E15 dan terjadi selisih yang cukup besar antara diameter *P.infestans* yang menuju dan menjauh dari jamur E15. Terjadi perubahan warna pada koloni *P.infestans*.



Gambar 45. Hasil uji antagonis jamur E15 (JE) terhadap *P.infestans* (JP); (R1) koloni JP yang menjauhi JE, (R2) koloni JP yang mengarah ke JE. (A) tampak atas. (B) tampak bawah.

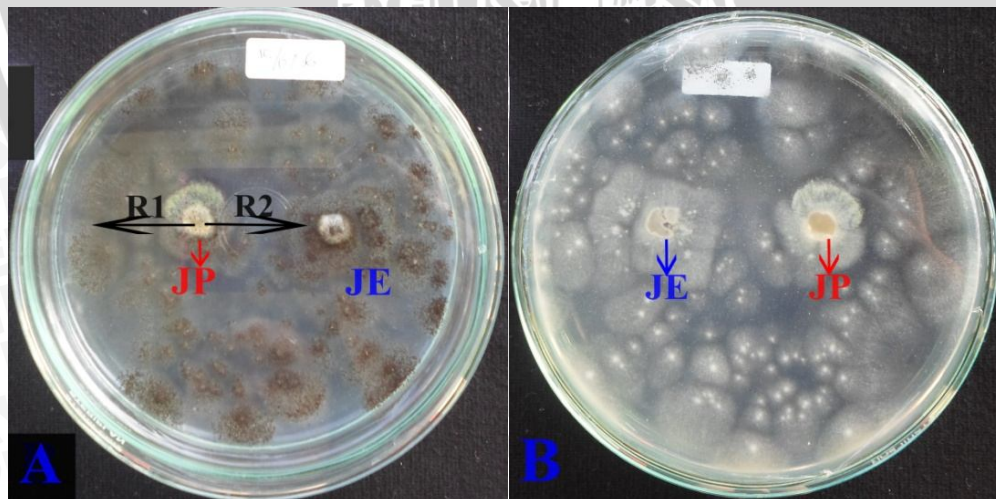
15. Jamur *Penicillium* sp.4 (E17)

Pertumbuhan koloni jamur E17 sangat cepat, dan dapat memenuhi cawan Petri pada hari ke-5. Koloni E17 menyebar membentuk spot-spot yang memenuhi cawan Petri dan mendesak *P.infestans* sehingga tidak dapat berkembang, sehingga terjadi penghambatan secara penuh (100%). Berdasarkan pengukuran diameter koloni, *P.infestans* tidak mengalami pertumbuhan sama sekali, diameter koloni pada hari ke-3 sampai dengan hari ke-8 tidak mengalami perubahan.



Gambar 46. Hasil uji antagonis jamur E17 (JE) terhadap *P.infestans* (JP); (R1) koloni JP yang menjauhi JE, (R2) koloni JP yang mengarah ke JE. (A) tampak atas. (B) tampak bawah.

16. Jamur *Rhizopus* sp. (E20)

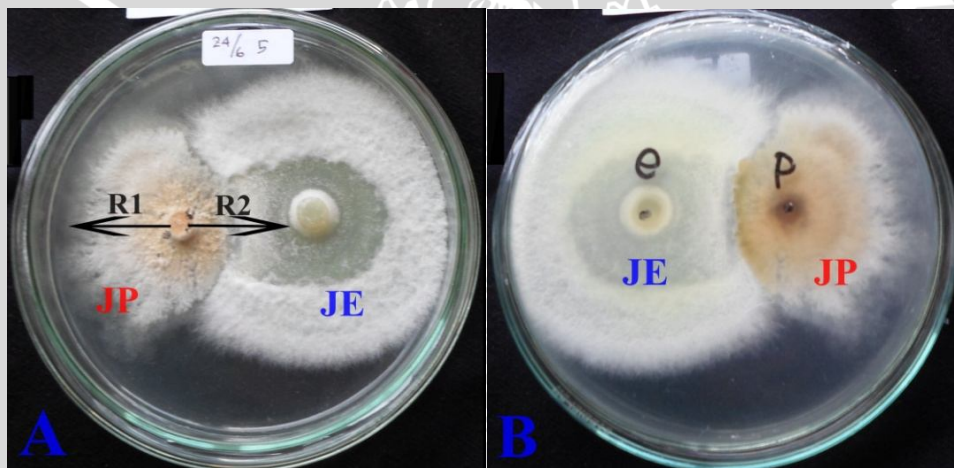


Gambar 47. Hasil uji antagonis jamur E20 (JE) terhadap *P.infestans* (JP); (R1) koloni JP yang menjauhi JE, (R2) koloni JP yang mengarah ke JE. (A) tampak atas. (B) tampak bawah.

Pertumbuhan koloni jamur E20 lebih cepat dibandingkan dengan *P.infestans*. Koloni E20 dan *P.infestans* mulai bersinggungan pada hari ke-3, dan jamur E20 sudah mulai mendesak pada saat itu. Koloni jamur E20 menyebar membentuk spot-spot dan memenuhi cawan Petri sehingga tidak terdapat ruang untuk pertumbuhan *P.infestans*. Jamur E20 sudah dapat memenuhi cawan Petri pada hari ke-5.

17. Jamur E3

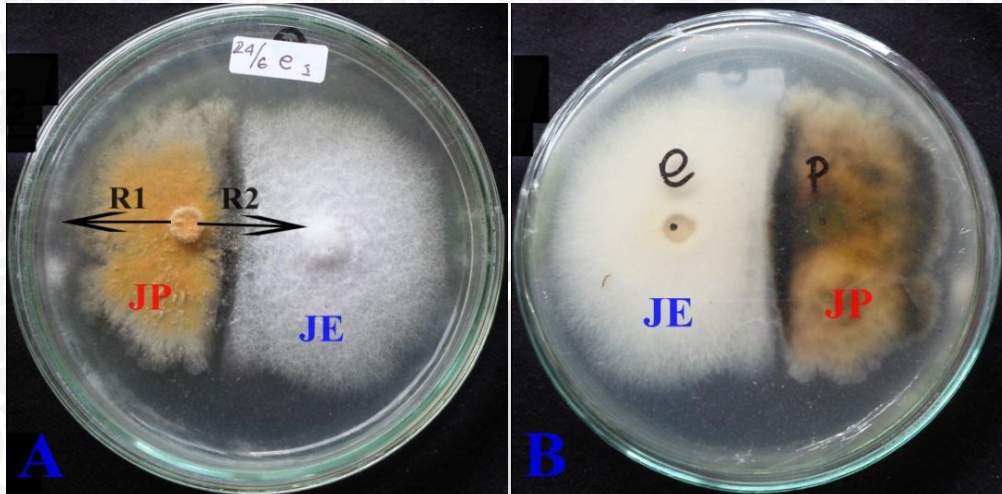
Pertumbuhan koloni jamur E3 lebih cepat dibandingkan dengan *P.infestans*. Koloni E3 dan *P.infestans* mulai bersinggungan pada hari ke-4, dan jamur E3 sudah mulai mendesak pada saat itu sehingga *P.infestans* tidak dapat tumbuh ke arah jamur E3. Koloni jamur E3 mulai memenuhi cawan Petri pada hari ke-8.



Gambar 48. Hasil uji antagonis jamur E3 (JE) terhadap *P.infestans* (JP); (R1) koloni JP yang menjauhi JE, (R2) koloni JP yang mengarah ke JE. (A) tampak atas. (B) tampak bawah.

18. Jamur E9

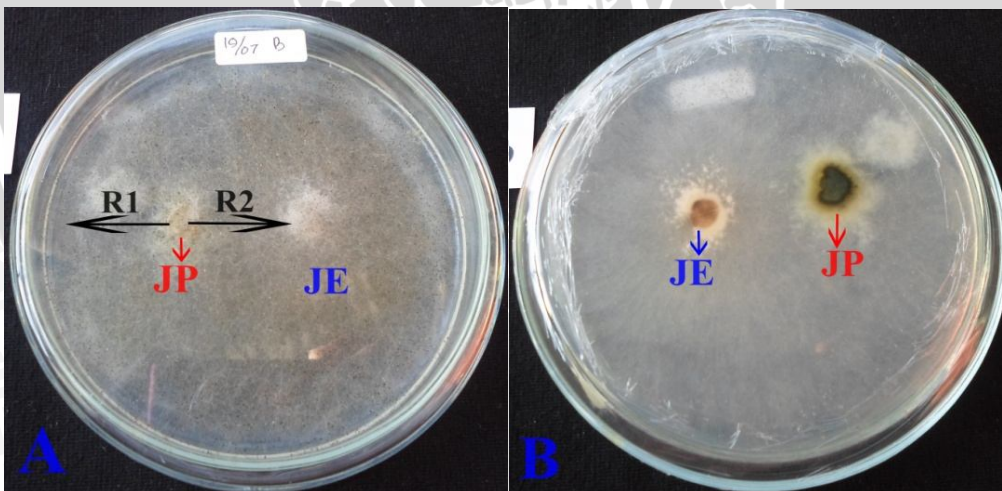
Diawal pengamatan, pertumbuhan jamur E9 dan *P.infestans* hampir sama. Akan tetapi pada saat jamur E9 dan *P.infestans* mulai bersinggungan pada hari ke-5, pertumbuhan jamur E9 lebih cepat dibandingkan dengan *P.infestans* sehingga pada hari ke-6 jamur E9 sudah mulai mendesak *P.infestans*. Terjadi perubahan warna yang sangat ekstrim pada *P.infestans* menjadi kuning dan pada bagian dasar menjadi hijau tua kehitaman. Jamur E9 memenuhi cawan Petri pada hari ke-9.



Gambar 49. Hasil uji antagonis jamur E9 (JE) terhadap *P.infestans* (JP); (R1) koloni JP yang menjauhi JE, (R2) koloni JP yang mengarah ke JE. (A) tampak atas. (B) tampak bawah.

19. Jamur E16

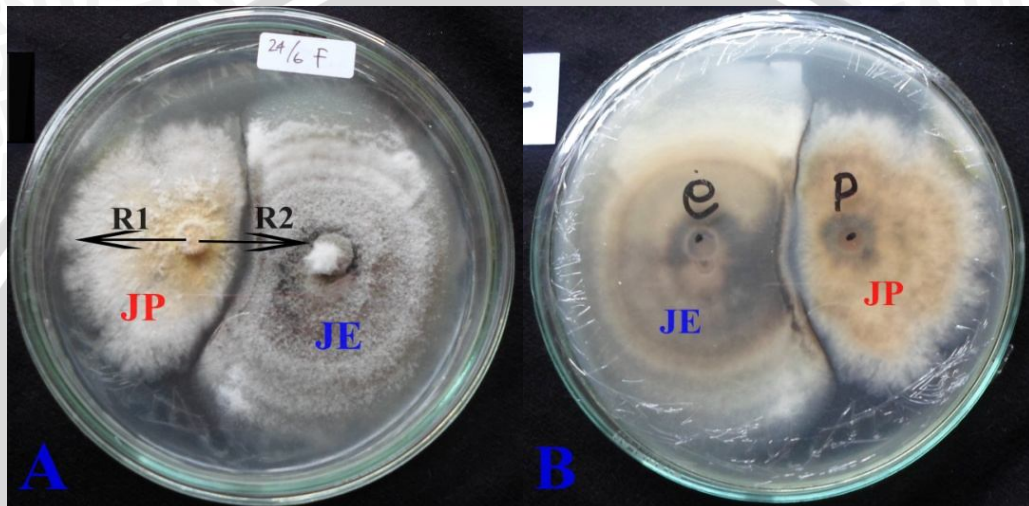
Pertumbuhan koloni jamur E16 lebih cepat dibandingkan dengan *P. infestans*. Koloni E16 dan *P. infestans* mulai bersinggungan pada hari ke-3, dan jamur E16 sudah mulai mendesak pada saat itu. Koloni jamur E16 menyebar memenuhi cawan Petri sehingga tidak terdapat ruang untuk pertumbuhan *P. infestans*. Jamur E16 sudah dapat memenuhi cawan Petri pada hari ke-5.



Gambar 50. Hasil uji antagonis jamur E16 (JE) terhadap *P.infestans* (JP); (R1) koloni JP yang menjauhi JE, (R2) koloni JP yang mengarah ke JE. (A) tampak atas. (B) tampak bawah.

20. Jamur E19

Pertumbuhan koloni jamur E19 lebih cepat dibandingkan dengan *P.infestans*. Koloni E19 dan *P.infestans* mulai bersinggungan pada hari ke-4, dan jamur E19 sudah mulai mendesak pada saat itu sehingga *P.infestans* tidak dapat tumbuh ke arah jamur E19. Terdapat batas yang jelas antara jamur E19 dan *P.infestans*, seperti adanya zona bening diantara kedua isolat. Koloni jamur E19 mulai memenuhi cawan Petri pada hari ke-8.



Gambar 51. Hasil uji antagonis jamur E19 (JE) terhadap *P.infestans* (JP); (R1) koloni JP yang menjauhi JE, (R2) koloni JP yang mengarah ke JE. (A) tampak atas. (B) tampak bawah.

4.3.2. Analisis Penghambatan Jamur Endofit terhadap *P.infestans*.

Uji antagonis antara jamur endofit dengan *P.infestans* dilakukan secara in vitro pada media PDA dengan menggunakan cawan Petri berdiameter 9 cm. Metode uji antagonis yang digunakan adalah metode oposisi langsung dengan menumbuhkan jamur endofit berhadapan dengan *P.infestans* pada jarak 3 cm. Perlakuan uji antagonis dilakukan sebanyak 20 perlakuan sesuai dengan jumlah jamur endofit yang diperoleh dan diulang sebanyak 2 kali.

Pengamatan penghambatan terhadap *P.infestans* dilakukan pada hari ke dua setelah perlakuan sampai dengan hari ke delapan, karena koloni *P.infestans* dapat memenuhi cawan Petri pada media PDA dalam waktu 8 hari. Pengamatan penghambatan dilakukan dengan mengukur diameter koloni *P.infestans*. Pengukuran diameter koloni *P.infestans* ditujukan untuk mengetahui tingkat kemampuan pertumbuhan koloni pada media uji antagonis jika dibandingkan

dengan pada media kontrol. Apabila diameter koloni *P.infestans* pada media uji antagonis lebih kecil daripada pada media kontrol, maka pada media uji antagonis terjadi aktivitas penghambatan oleh jamur endofit dan sebaliknya. Diameter koloni patogen pada hari ke-8 tersaji pada tabel 4.

Tabel 4. Diameter Koloni *P.infestans*

No	Genus jamur endofit	Diameter hari ke-8 (cm)		Rata-rata
		Ulangan 1	Ulangan 2	
1.	<i>Acremonium</i> sp. (E7)	3,30	3,00	3,15*
2.	<i>Aspergillus</i> sp.1 (E1)	4,10	4,20	4,15*
3.	<i>Aspergillus</i> sp.2 (E2)	0,60	0,60	0,60*
4.	<i>Aspergillus</i> sp.3 (E4)	1,80	1,30	1,55*
5.	<i>Aspergillus</i> sp.4 (E5)	3,90	4,20	4,05*
6.	<i>Cephalosporium</i> sp. (E11)	3,80	3,70	3,75*
7.	<i>Fusarium</i> sp.1 (E13)	2,70	2,20	2,45*
8.	<i>Fusarium</i> sp.2 (E14)	3,10	3,20	3,15*
9.	<i>Fusarium</i> sp.3 (E18)	4,00	4,30	4,15*
10.	<i>Helicocephalum</i> sp.1 (E6)	3,30	2,90	3,10*
11.	<i>Helicocephalum</i> sp.2 (E8)	3,60	3,90	3,75*
12.	<i>Penicillium</i> sp.1 (E10)	3,90	3,50	3,70*
13.	<i>Penicillium</i> sp.2 (E12)	2,20	1,80	2,00*
14.	<i>Penicillium</i> sp.3 (E15)	4,10	4,00	4,05*
15.	<i>Penicillium</i> sp.4 (E17)	0,60	0,60	0,60*
16.	<i>Rhizopus</i> sp. (E20)	3,20	2,50	2,85*
17.	Jamur E3	3,90	4,00	3,95*
18.	Jamur E9	4,00	3,90	3,95*
19.	Jamur E16	0,60	0,60	0,60*
20.	Jamur E19	4,00	4,10	4,05*
21.	Kontrol	6,2	6,5	6,35

Keterangan: *berbeda nyata berdasarkan uji T pada taraf kesalahan 5% (0,05)

Berdasarkan pengukuran diameter koloni *P.infestans*, terlihat bahwa rata-rata diameter koloni *P.infestans* pada media uji antagonis berkisar antara 0,60 cm – 4,15 cm, sedangkan pada media kontrol diameter koloni *P.infestans* pada hari ke delapan adalah 6,35 cm. Hal ini menunjukkan bahwa pertumbuhan koloni *P.infestans* pada media kontrol lebih baik karena tidak terjadi kompetisi dengan jamur endofit seperti pada media uji antagonis. Diameter koloni terkecil adalah 0,60 cm yaitu pada media uji antagonis dengan isolat E2, E16, dan E17.

Pada media uji antagonis dengan ketiga isolat tersebut pertumbuhan *P.infestans* benar-benar terhambat, dimulai dari hari pertama hingga hari terakhir pengamatan, diameter koloni *P.infestans* tidak mengalami peningkatan. Hal ini dikarenakan oleh pertumbuhan jamur endofit yang memenuhi cawan Petri dalam waktu sangat cepat sehingga tidak terdapat tempat untuk pertumbuhan *P.infestans*. Diameter koloni *P.infestans* pada 20 media uji antagonis beragam, hal ini dikarenakan adanya kemampuan penghambatan yang berbeda-beda oleh setiap jamur endofit.

Diameter koloni *P.infestans* pada media uji antagonis dan media kontrol diuji dengan menggunakan uji T pada taraf kesalahan 5% (0,05). Berdasarkan hasil uji T, didapatkan hasil bahwa nilai t hitung dari diameter koloni *P.infestans* pada media uji antagonis dengan 20 jamur endofit lebih besar dari pada nilai t tabel (4,303), sehingga kesimpulan yang diperoleh adalah terdapat perbedaan yang signifikan antara pertumbuhan koloni *P.infestans* pada media uji antagonis dengan koloni pada media kontrol. Dari hasil tersebut maka dapat disimpulkan bahwa semua jamur endofit yang diperoleh memiliki kemampuan untuk menghambat pertumbuhan koloni *P.infestans* pada media uji antagonis. Analisis Uji T secara lengkap tersaji pada Lampiran 1.

Pengamatan penghambatan oleh jamur endofit juga dilakukan dengan cara menghitung persentase penghambatan. Persentase penghambatan dihitung dengan cara menghitung selisih antara jari-jari koloni patogen yang tumbuh ke arah berlawanan dengan jamur endofit dengan jari-jari koloni patogen yang tumbuh ke arah jamur endofit. Hasil selisih tersebut kemudian dibagi dengan jari-jari koloni patogen yang tumbuh menjauhi koloni jamur endofit dan dikali dengan 100%. Berdasarkan hasil perhitungan persentase penghambatan, didapatkan hasil bahwa terjadi proses penghambatan oleh jamur endofit terhadap *P.infestans*. Persentase penghambatan yang terjadi sebesar 36,93%-100%. Rata-rata persentase penghambatan jamur endofit terhadap *P.infestans* disajikan pada tabel 5.

Tabel 5. Persentase Penghambatan Jamur Endofit terhadap *P.infestans*

No	Kode Jamur	Penghambatan hari ke- (%)						
		2	3	4	5	6	7	8
1.	<i>Acremonium</i> sp. (E7)	15,48	26,79	38,18	48,08	52,78	56,45	60,08
2.	<i>Aspergillus</i> sp.1 (E1)	29,02	40,63	51,00	51,92	53,78	56,10	56,79
3.	<i>Aspergillus</i> sp.2 (E2)	100	100	100	100	100	100	100
4.	<i>Aspergillus</i> sp.3 (E4)	10,00	18,33	33,33	33,75	36,93	36,93	36,93
5.	<i>Aspergillus</i> sp.4 (E5)	4,55	17,86	33,44	37,50	44,37	49,08	52,78
6.	<i>Cephalosporium</i> sp. (E11)	10,56	26,14	35,63	44,74	51,19	52,08	55,77
7.	<i>Fusarium</i> sp.1 (E13)	24,29	22,50	39,58	47,73	51,92	56,47	60,20
8.	<i>Fusarium</i> sp.2 (E14)	15,48	26,79	48,08	51,67	56,73	62,77	65,94
9.	<i>Fusarium</i> sp.3 (E18)	10,10	17,42	21,43	28,43	30,66	35,71	51,79
10.	<i>Helicocephalum</i> sp.1 (E6)	8,33	21,43	29,17	41,26	44,51	57,89	62,35
11.	<i>Helicocephalum</i> sp.2 (E8)	22,50	37,41	41,88	48,81	52,28	56,26	58,36
12.	<i>Penicillium</i> sp.1 (E10)	20,00	34,52	35,50	43,53	44,14	47,92	52,08
13.	<i>Penicillium</i> sp.2 (E12)	8,33	15,48	26,79	34,85	38,18	43,56	46,43
14.	<i>Penicillium</i> sp.3 (E15)	10,00	20,83	22,42	35,09	37,50	49,00	52,71
15.	<i>Penicillium</i> sp.4 (E17)	100	100	100	100	100	100	100
16.	<i>Rhizopus</i> sp. (E20)	15,00	22,73	29,67	35,50	37,65	41,32	41,88
17.	Jamur E3	13,33	39,08	43,65	47,60	48,81	51,92	56,35
18.	Jamur E9	9,55	16,78	26,79	38,42	42,96	47,92	53,70
19.	Jamur E16	100	100	100	100	100	100	100
20.	Jamur E19	10,00	25,00	40,63	47,50	53,26	56,85	57,88

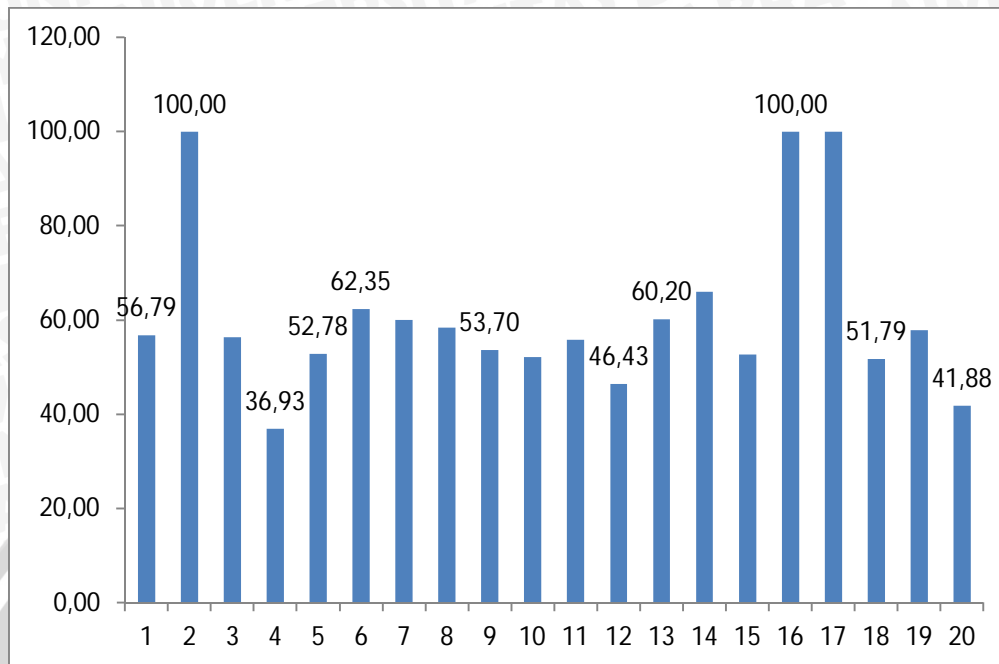
Keterangan: data persentase penghambatan merupakan rata-rata dari dua ulangan

Pengamatan pertama dilakukan pada hari ke-2, karena pada hari pertama semua isolat belum menunjukkan adanya kegiatan penghambatan. Pada pengamatan ini menunjukkan bahwa tidak semua isolat *P.infestans* sudah mengalami penghambatan. Terdapat empat isolat yang belum terjadi proses penghambatan, yaitu jamur E5, E6, E13, dan E15. Sedangkan 16 isolat lainnya telah menunjukkan adanya penghambatan, dan terjadi penghambatan secara penuh (100%) oleh tiga isolat, yaitu isolat E2, E16, dan E17. Berdasarkan hasil identifikasi, isolat E2 adalah *Aspergillus* sp., E17 adalah *Penicillium* sp., dan E16 adalah jamur yang tidak teridentifikasi. Secara visual, pertumbuhan ketiga isolat tersebut memang jauh lebih cepat dibandingkan dengan *P.infestans*, dan tidak memberikan ruang bagi *P.infestans*, sehingga terjadi penghambatan secara penuh. Menurut Fardiaz (1989), koloni *Aspergillus* sp. pada media buatan akan tumbuh cepat dengan konidiofor yang tumbuh lebat. Purwantisari dan Rini (2009) menjelaskan bahwa pada hampir semua spesies *Penicillium* sp. tumbuh dengan cepat pada media buatan, namun terdapat beberapa spesies yang juga tumbuh lambat.

Pada hari ke-5, terdapat beberapa isolat yang belum bersinggungan dengan *P.infestans*, yaitu isolat E9, E11, E15, dan E18. Berdasarkan hasil identifikasi, isolat tersebut berturut-turut adalah E9 yang tidak teridentifikasi, *Cephalosporium* sp., *Penicillium* sp.3, dan *Fusarium* sp.3. Secara visual, pertumbuhan keempat isolat tersebut memang agak lambat sehingga pada hari ke-4 belum bersinggungan dengan *P.infestans*.

Pada pengamatan selanjutnya, semua isolat telah bersinggungan dengan *P.infestans* dan semakin mendesak pertumbuhan *P.infestans* serta terjadi peningkatan penghambatan setiap harinya. Pengamatan dilakukan hingga hari ke-8. Pada hari ke-8 masih ada beberapa isolat yang belum memenuhi cawan Petri, yaitu E8, E9, E11, E15, dan E18. Kelima jamur tersebut belum memenuhi cawan Petri, akan tetapi isolat-isolat tersebut terus mendesak pertumbuhan *P.infestans* dan sudah tidak memberikan ruang untuk pertumbuhan *P.infestans*.

Persentase Penghambatan Jamur Endofit terhadap *P.infestans*



Gambar 52. Histogram persentase penghambatan jamur endofit terhadap *P.infestans* pada hari ke delapan.

Berdasarkan histogram, terdapat tiga isolat dengan persentase 100%, yaitu jamur E2, E16, dan E17. Jamur E2 diidentifikasi sebagai *Aspergillus* sp., E17 *Penicillium* sp., dan E16 adalah jamur tidak teridentifikasi. Pola penyebaran jamur E2 dan E17 hampir sama, yaitu menyebar membentuk spot-spot pada cawan Petri dalam waktu cepat, kurang dari 4 hari. Sedangkan pola penyebaran jamur E16 adalah non konsentris tetapi menyebar sangat cepat dan memenuhi cawan Petri. Secara visual, pertumbuhan ketiga isolat tersebut jauh lebih cepat dibandingkan dengan *P.infestans*, dalam waktu 3-4 hari isolat-isolat tersebut sudah dapat memenuhi cawan Petri dan tidak memberikan ruang bagi pertumbuhan *P.infestans*, sehingga terjadi penghambatan secara penuh oleh ketiga isolat tersebut.

Dari hasil perhitungan penghambatan dan pengukuran diameter koloni patogen pada media uji antagonis dan media kontrol, dapat disimpulkan bahwa semua isolat jamur endofit yang diperoleh berpotensi sebagai agen antagonis untuk menghambat pertumbuhan *P.infestans* dengan potensi kemampuan sebesar 36,93% - 100%.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Jamur endofit yang diperoleh pada tanaman tomat sebanyak 20 isolat jamur, dengan 16 isolat yang telah teridentifikasi dan 4 isolat yang tidak teridentifikasi. Jamur endofit yang telah teridentifikasi yaitu: *Acremonium* sp., *Aspergillus* sp., *Cephalosporium* sp., *Fusarium* sp., *Helicocephalum* sp., *Penicillium* sp., dan *Rhizopus* sp.
2. Semua jamur endofit yang diperoleh memiliki kemampuan untuk menghambat pertumbuhan *P.infestans* pada media uji antagonis dengan persentase antagonis sebesar 36,93% - 100%.

5.2. Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengetahui mekanisme antagonis yang dilakukan oleh setiap jamur endofit yang diperoleh dan untuk mengetahui metabolit sekunder yang dihasilkan oleh setiap jamur endofit serta diperlukan uji secara *in vivo* untuk mengetahui kemampuan antagonis jamur endofit pada tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Abadi, A. L. 2000. Epidemiologi dan Strategi Pengelolaan Penyakit Tumbuhan. Universitas Brawijaya, Malang.
- Abadi, A. L. 2003. Ilmu Penyakit Tumbuhan I Edisi Pertama. Bayumedia Publishing dan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Malang.
- Anonim. 2003. Pedoman Pengamatan dan Pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman Karet. Direktorat Perlindungan Perkebunan, Direktorat Jenderal Bina Produksi Perkebunan. Departemen Pertanian. Jakarta.
- Anonim. 2013. Morfologi dan Anatomi Tanaman Tomat. <http://yusufsila-tumbuhan.blogspot.com>. Diunduh pada 20 Maret 2013.
- Anonim. 2013. *Phytophthora infestans Classification Information*. <http://bioweb.uwlax.edu>. Diunduh pada 20 Maret 2013.
- Azedevo, J. L., Maccheroni, Wjr., J. O. Pereira., and de Araujo, W L. 2000. *Plant Biotechnology Environmental Biotechnology, Endophytic Microorganism: a Review on Insect Control and Recent Advances on Tropical Plants*. Electronic Journal of Biotechnology, Universidad Catolica de Valparaiso. Chile. 3: 1-10.
- Badan Pusat Statistik. 2012. Produksi Sayuran di Indonesia tahun 1997-2011. <http://www.bps.go.id>. Diunduh pada 20 Maret 2013.
- Barnett, H. L., B. B. Hunter. 1998. *Illustrated Genera of Imperfect Fungi fourth ed.* Burgess Publishing Company. Minneapolis. Minnesota.
- Barnett, H.L. 1995. *Illustrated Genera of Imperfect Fungi second ed.* Burgess Publishing Company, Minneaspolis.
- Carrol, G. C. 1988. *Fungal Endophytes in Stems and Leaves. From Latent Patogens to Mutualistic Symbiont*. Journal of Ecology. Vol. 69 No. 1: 2-9.
- Clay, K. 1988. *Fungal Endophytes of Grasses: a Defensive Mutualism Between Plants and Fungi*. Journal of ecology. Vol. 69 No. 1: 10-16.
- Deacon, J. W. 1997. *Introduction to Modern Mycology Third Edition*. Blackwell Science.
- Djafaruddin. 2000. Dasar-dasar Pengendalian Penyakit Tanaman. Bumi Aksara. Jakarta.
- Dwidjoseputro, D. 1978. Pengantar Mikologi. Penerbit Alumni. Bandung.

- Evans, H. C. 1998. *Classical Biological Control*. <http://www.cabi-commodities.org>. Diunduh pada 17 Januari 2013.
- Fardiaz, S. 1989. Mikrobiologi Pangan. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Pusat antar Universitas Pangan dan Gizi. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Gandjar, I., R.A. Samson., Karin Van der Tweel-vermeulen., A. Oetari., dan I. Santoso. 1999. Pengenalan Kapang Tropik umum. Yayasan Obor Indonesia. Jakarta.
- Harianto, Bagus. 2007. Panduan Lengkap Budidaya Tomat. Agro Media Pustaka. Jakarta.
- Hartman, G. L. and Huang, Y. H. 1995. *Characteristic of Phytophthora infestans Isolates and Development of Late Blight on Tomato in Taiwan*. *Plant Disease*. 79:849-852.
- Horodecka, Elzbieta. 1989. *The In Vitro Culture of Phytophthora infestans Isolates Occuring on The Tomato – Their Pathogenicity and Usefulness for Artificial Inoculations*. *ACTA AGROBOTANICA* Vol. 42, z. ½ -1989: 77-93.
- Ilyas, Muhammad. 2006. Isolasi dan Identifikasi Kapang pada Relung Rizosfir Tanaman di Kawasan Cagar Alam Gunung Mutis, Nusa Tenggara Timur. *Biodiversitas*, Vol. 7, No. 3: 216-220.
- Labeda D. P. 1990. *Isolation of Biotechnological Organism From Nature*. McGraw-Hill Publishing Company, New York.
- Muhibuddin, A., L. Addina., A. L. Abadi., dan A. Ahmad. 2011. *Biodiversity of Soil Fungi on Integrated Pest Management Farming System*. *Agrivita* Vol. 33, No. 22: 111-118.
- Nelson, S. C. 2008. *Late Blight of Tomato (Phytophthora infestans)*. Plant Disease PD-45. College of Tropical Agriculture and Human Resources. University of Hawai’I at Mānoa.
- Ningsih, R., Mukarlina., dan R. Linda. 2012. Isolasi dan Identifikasi Jamur dari Organ Bergejala Sakit pada Tanaman Jeruk Siam (*Citrus nobilis* var. *microcarpa*). *Protobiont*, 2012. Vol. 1 (1): 1-7.
- Petrini, O., Sieber, T N., Toti, L. and Viret, O. 1992. *Ecology, Metabolite Production, and Substrate Utilization in Endophytic Fungi*. Wiley Liss Inc., Swiss; Natural toxins. 1: 185-186.
- Pitojo, Setijo. 2005. Benih Tomat, Seri Penangkaran. Kanisius. Yogyakarta.
- Pracaya. 1998. Bertanam Tomat. Kanisius. Yogyakarta.

- Purwanti, H. 2002. Penyakit Hawar Daun (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary) pada Kentang dan Tomat: Identifikasi Permasalahan di Indonesia. Buletin Agrobio Vol. 5 No. 2: 67-72.
- Purwantisari, S. dan Rini, B. H. 2009. Uji Antagonisme Jamur Patogen *Phytophthora infestans* Penyebab Penyakit Busuk Daun dan Umbi Tanaman Kentang dengan Menggunakan *Trichoderma* spp. Isolat Lokal. Jurnal Bioma. Vol. 11 No. 1: 24-32.
- Purwanto, R. 2008. Peranan Mikroorganisme Endofit Sebagai Penghasil Antibiotik. <http://www.kabaiindonesia.com>. Diunduh pada 01 Februari 2013.
- Ristaino, J. B. 2003. *Late Blight of Potato and Tomato*. Department of Plant Pathology College of Agriculture and Life Science. USA. Diambil dari <http://www.cals.ncsu.edu>. Diunduh pada 15 Januari 2013.
- Satrahidayat, I.R. 1990. Ilmu Penyakit Tumbuhan. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Malang.
- Semangun, H. 1989. Penyakit-penyakit Tanaman Hortikultura di Indonesia. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Semangun, H. 2000. Penyakit-penyakit Tanaman hortikultura di Indonesia, cetakan keempat. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Simarmata, R. 2007. Isolasi Mikroba Endofitik dari Tanaman Obat Sambung Nyawa (*Gynura procumbens*) dan Analisis Potensinya sebagai Antimikroba. Jurnal Penelitian Hayati. No. 13: 85-90.
- Soenartiningih. 2010. Efektivitas beberapa Cendawan Antagonis dalam Menghambat Perkembangan Cendawan *Rhizoctonia solani* pada Jagung Secara Invitro. Prosiding Pekan Serealias Nasional 2010. Balai Penelitian Tanaman Serealia, Maros.
- Sudantha, I. M dan A. L. Abadi. 2006. Uji Efektivitas Beberapa Isolat Jamur Endofit Antagonistik dalam Meningkatkan Ketahanan Induksi Beberapa Klon Vanili Terhadap Penyakit Busuk Batang. Universitas Mataram. Mataram.
- Sumaryono, W. 1999. Produksi Metabolit Sekunder Tanaman Secara Bioteknologi. Direktorat Teknologi Farmasi dan Medika. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian. Jakarta
- Tanaka, M., Harmastini, S., Takebayashi, M., Saito, K., Suto, M., Prana, T. K., Prana, M. S. and Tomita, F. 1999. *Isolation, screening and phylogenetic identification of endophytes from plants in Hokkaido Japan and Java Indonesia*. Microbes Environment. 14: 237-241.

- Uchida, J. Y. 2008. *Phytophthora infestans*. Department of Plant Pathology. Hawaii. Diambil dari <http://www.extento.hawaii.edu>. Diunduh pada 17 Januari 2013.
- Wahyudi. 1997. Teknik Skrining Mikroba Endofit Penghasil Antibiotik. Sub Direktorat Bioteknologi. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian. Jakarta.
- Wiryanta, B. T. W. 2002. Bertanam Tomat. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Worang, R. L. 2003. Fungi Endofit Sebagai Penghasil Antibiotika. Pengantar Falsafah Sains Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor. <http://rudyc.com>. Diunduh pada 15 Januari 2013.
- Yasa, I. N. D., Sudiarta., A. S. Wirya., Ketut Sumiartha., Supartha Utama., Gregory C. Luther., dan Joko Mariyono. 2012. Kajian Ketahanan Terhadap Penyakit Busuk Daun (*Phytophthora infestans*) pada Beberapa Galur Tomat. E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika. Vol. 1, No. 2: 154-161.



Tabel Lampiran 1. Uji T diameter *P.infestans*

T-Test

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
E1	2	4.200	.1414	.1000
E2	2	.300	.1414	.1000
E3	2	4.000	.4243	.3000
E4	2	1.300	.2828	.2000
E5	2	4.200	.2828	.2000
E6	2	2.900	.4243	.3000
E7	2	3.000	.1414	.1000
E8	2	3.900	.5657	.4000
E9	2	3.900	.1414	.1000
E10	2	3.500	.2828	.2000
E11	2	3.700	.2828	.2000
E12	2	2.500	.2828	.2000
E13	2	1.800	.1414	.1000
E14	2	2.200	.2828	.2000
E15	2	3.200	.2828	.2000
E16	2	4.000	.2828	.2000
E17	2	.300	.0000 ^a	.0000
E18	2	.300	.1414	.1000
E19	2	4.300	.2828	.2000
E20	2	4.100	.2828	.2000

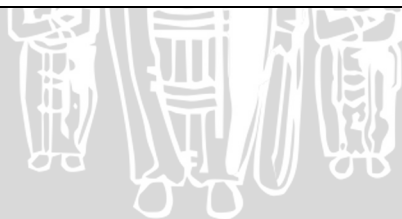


One-Sample Test

Test Value = 6.35

95% Confidence Interval
of the Difference

	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Lower	Upper
E1	21.500	1	.030	2.1500	-3.421	-.879
E2	60.500	1	.011	6.0500	-7.321	-4.779
E3	7.833	1	.081	2.3500	-6.162	1.462
E4	25.250	1	.025	5.0500	-7.591	-2.509
E5	10.750	1	.059	2.1500	-4.691	.391
E6	11.500	1	.055	3.4500	-7.262	.362
E7	33.500	1	.019	3.3500	-4.621	-2.079
E8	6.125	1	.103	2.4500	-7.532	2.632
E9	24.500	1	.026	2.4500	-3.721	-1.179
E10	14.250	1	.045	2.8500	-5.391	-.309
E11	13.250	1	.048	2.6500	-5.191	-.109
E12	19.250	1	.033	3.8500	-6.391	-1.309
E13	45.500	1	.014	4.5500	-5.821	-3.279
E14	20.750	1	.031	4.1500	-6.691	-1.609
E15	15.750	1	.040	3.1500	-5.691	-.609
E16	11.750	1	.054	2.3500	-4.891	.191
E18	60.500	1	.011	6.0500	-7.321	-4.779
E19	10.250	1	.062	2.0500	-4.591	.491
E20	11.250	1	.056	2.2500	-4.791	.291



Gambar Lampiran 1. Gejala *P.infestans* pada Tanaman Contoh



Gambar Lampiran 2. Tanaman Contoh untuk Isolasi Jamur Endofit

