

**EKSPLORASI JAMUR ENDOFIT PADA TANAMAN KENTANG
(*Solanum tuberosum* L) SERTA POTENSI ANTAGONISMENYA
TERHADAP *Phytophthora infestans* (Mont.) de Barry PENYEBAB
PENYAKIT HAWAR DAUN SECARA *IN VITRO***

Oleh :

ZEVITA YUNADE GANDA TIRTANA

0910480171



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
PROGAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI
MALANG
2014**

**EKSPLORASI JAMUR ENDOFIT PADA TANAMAN KENTANG
(*Solanum tuberosum* L) SERTA POTENSI ANTAGONISMENYA
TERHADAP *Phytophthora infestans* (Mont.) de Barry PENYEBAB
PENYAKIT HAWAR DAUN SECARA *IN VITRO***

Oleh:

ZEVITA YUNADE GANDA TIRTANA

0910480171

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

SKRIPSI

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

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
MALANG
2014**

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya 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, Januari 2014

Zevita Yunade Ganda Tirtana



LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Skripsi :Eksplorasi Jamur Endofit pada Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum* L) serta Potensi Antagonismenya terhadap *Phytophthora infestans* (Mont.) de Barry Penyebab Penyakit Hawar Daun Secara In vitro

Nama Mahasiswa : Zevita Yunade Ganda Tirtana

NIM : 0910480171

Jurusan : Hama Penyakit Tumbuhan

Program Studi : Agroekoteknologi

Menyetujui : Dosen Pembimbing

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

Prof. Ir. Liliek Sulistyowati, Ph.D

Ir. Abdul Cholil

NIP. 19551212 198003 2 003

NIP. 19510807 197903 1 002

Mengetahui,

Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan

Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, SU

NIP. 19550403 198303 1 003

Tanggal Persetujuan :

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan

MAJELIS PENGUJI

Penguji I

Penguji II

Dr. Ir. Toto Himawan, SU.

Prof. Dr. Ir. Tutung Hadiastono, MS.

NIP. 19551119 198303 1 002

NIP. 19521028 197903 1 003

Penguji III

Penguji IV

Penguji V

Luqman Q. A, SP. Msi. Ph.D

Prof. Ir. Liliek Sulistyowati, Ph.D

Ir. Abdul Cholil

NIP. 19720919 199802 1 001

NIP. 19551212 198003 2 003

NIP. 19510807 197903 1 002

Tanggal Lulus :



“Tegas akan diri sendiri, buang pikiran negatif dan lakukan yg baik dan sungguh-sungguh. Kegelisahan hanya milik mereka yg putus asa!”



Skripsi ini kupersembahkan kepada:

Papa Sukarji dan Ibu Endang Purmisari

Mas Zevita Yuliaris Tirtana

Adik Zevita Praja Tsalas Tirtana tercinta.

Calon Istriku dan Mertua.

serta sahabat, rekan, saudara Mikoholig,09 dan HPT UB.

RINGKASAN

Zevita Yunade Ganda Tirtana. 0910480171. Eksplorasi Jamur Endofit pada Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum* L) serta Potensi Antagonismenya Terhadap *Phytophthora infestans* (Mont.) de Barry Penyebab Penyakit Hawar Daun Secara *In Vitro*. Di bawah bimbingan Prof. Ir. Liliek Sulistyowati, Ph.D. dan Ir. Abdul Cholil.

Tanaman kentang (*Solanum tuberosum* L) merupakan tanaman umbi-umbian bernilai ekonomis tinggi yang umbinya bisa dijadikan bahan pangan karena mengandung karbohidrat, mineral, kalori dan vitamin cukup tinggi yang dapat menggantikan bahan pangan karbohidrat yang berasal dari beras, gandum atau jagung untuk memenuhi kebutuhan pangan yang sudah populer di dunia. Peningkatan permintaan akan kentang ini tidak diimbangi dengan produksinya. Produksi kentang di Indonesia dalam tiga tahun terakhir 2009-2011 mengalami penurunan baik dari produksi dan produktivitasnya karena disebabkan oleh *Phytophthora infestans* penyebab penyakit hawar daun kentang. Sampai saat ini, patogen penyebab penyakit hawar daun tanaman kentang tersebut masih merupakan masalah krusial dan belum ada varietas tanaman kentang yang benar-benar tahan terhadap penyakit tersebut. Selain jamur patogen yang dapat menurunkan produktivitas kentang, ada beberapa jamur yang dapat berinteraksi dengan inangnya dan memiliki sifat interaksi yang berbeda-beda seperti mutualisme. Jamur endofit memiliki peranan penting pada jaringan tanaman inang yang memperlihatkan interaksi mutualistik, yaitu interaksi positif dengan inangnya dan interaksi negatif terhadap OPT. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jamur endofit yang terdapat pada jaringan daun, ranting dan akar tanaman kentang serta potensi antagonismenya terhadap *P. infestans* penyebab hawar daun tanaman kentang.

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Mikologi, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang pada bulan Maret – Oktober 2013. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yakni metode eksplorasi dan eksperimen. Eksplorasi jamur endofit dari daun, batang dan akar tanaman kentang yang di ambil dari lahan tanaman kentang di Kec. Sumber Brantas, Kota Batu. Eksperimen meliputi uji antagonis jamur endofit yang diperoleh terhadap *P. infestans* pada media PDA.

Jamur endofit yang diperoleh sebanyak 28 isolat jamur dan terdiri 12 genus yang teridentifikasi antara lain *Aspergillus* sp., *Fusarium* sp., *Chepalosporium* sp., *Hyalodendron* sp., *Penicillium* sp., *Curvularia* sp., *Botrytis* sp., *Colletotrichum* sp., *Paecilomyces* sp., *Cunninghamella* sp., *Monascus* sp., *Acremonium* sp., dan 4 jamur yang tidak teridentifikasi antara lain jamur kode S2D1 DM, S4D1 DM, S3A1 6cm dan S4A1. Berdasarkan Uji T semua jamur endofit yang diperoleh berpotensi sebagai antagonis dan persentase daya antagonis tertinggi pada jamur *Hyalodendron* sp. sebesar 66,56% diikuti jamur *Chepalosporium* sp. sebesar 61,52%.

SUMMARY

Zevita Yunade Ganda Tirtana. 0910480171. Exploration of Endophytic Fungi on Potato Plants (*Solanum tuberosum* L.) and its Potential Antagonism to *Phytophthora infestans* (Mont.) de Barry Causal Agent of Late Blight Diseases by *In Vitro*. Supervised by Prof. Ir. Liliek Sulistyowati, Ph.D. and Ir. Abdul Cholil.

Potato (*Solanum tuberosum* L) is a tuber crops of high economic value which the tuber can be used as foodstuffs because they contain carbohydrates, minerals, calories and vitamins which high enough to replace the carbohydrates foodstuffs derived from rice, grain or corn to fulfill necessary of foodstuffs that has been popular in the world. Increased demand for potato is not balanced by the production. Potato production in Indonesia for the last three years 2009-2011 decreased both production and productivity caused by *Phytophthora infestans* as the cause of leaf blight of potato. Up to now, the pathogen causes late blight of potato diseases which is still a crucial issue and there is no plant varieties of potato were really resistant to the disease. Moreover, pathogenic fungi that can decrease productivity of potato, there are several fungi that can interact with the host and have different character interaction such as mutualism. Endophytic fungi have an important role in host plant tissue that shows mutualistic interactions, namely positive interactions with the host and negative interactions against OPT. This research in order to determine the endophytic fungi found in tissues of leaves, branches and roots of potato plant and the potential for antagonism against *P. infestans* causes late blight of potato plant.

The research was conducted at the Laboratory of Mycology, Department of Plant Pests and Diseases, Faculty of Agriculture, Brawijaya University, Malang in March to October 2013. The method used in this study are the methods of exploration and experimental. Exploration of endophytic fungi from leaves, stems and roots of potato plant were taken from potato plant in the district of Sumber Brantas, Batu. The experiment includes testing antagonistic endophytic fungi obtained against *P. infestans* on PDA media.

Endophytic fungi which obtained as much as 28 fungi isolates and consist of 12 genus were identified among other *Aspergillus* sp., *Fusarium* sp., *Chepalosporium* sp., *Hyalodendron* sp., *Penicillium* sp., *Curvularia* sp., *Botrytis* sp., *Colletotrichum* sp., *Paecilomyces* sp., *Cunninghamella* sp., *Monascus* sp., *Acremonium* sp., and 4 unidentified fungi include fungi code S2D1 DM, S4D1 DM, S3A1 6cm dan S4A1. Based on the test T all of endophytic fungi which obtained potentially as an antagonist and the highest percentage of power for fungi antagonist *Hyalodendron* sp. amounted to 66.56% followed by fungi *Chepalosporium* sp. amounted to 61.52%.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, taufik serta hidayah-Nya. Sholawat serta salam tetap tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW. Seiring dengan usaha dan doa pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul ‘Eksplorasi Jamur Endofit pada Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum* L) serta Potensi Antagonismenya terhadap *Phytophthora infestans* (Mont.) de Barry Penyebab Penyakit Hawar Daun Secara *In Vitro*’.

Dalam penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari dukungan dan bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis pada kesempatan ini mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, SU selaku Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang.
2. Prof. Ir. Liliek Sulistyowati. Ph.D dan Ir. Abdul Cholil selaku Dosen pembimbing utama dan pembimbing pendamping yang telah memberikan pengarahan penulis dalam menyelesaikan skripsi.
3. Kedua orang tua penulis tercinta Papa Sukarji dan Ibu Endang Purmisari serta mas Zevita Yuliaris Tirtana dan adek Zevita Praja Tsalas Tirtana yang selalu senantiasa memberikan dukungan dan doa.
4. Marina Kusumastuti beserta keluarga Ayah Ir. Priyo Widodo, Ibu Ir. Marlikah dan Bachtiar Dio Widagdo yang selalu memberikan doa dan dukungannya.
5. Sahabat-sahabat HiMAPTA, IKAMMA, Agroekoteknologi C, Laboratorium Mikologi (Bayu, Tijani, Redha, Nila dll) serta HPT FP UB angkatan 2009.

Akhirnya dengan kerendahan hati penulis mengharapkan kepada semua pihak untuk memberikan saran dan kritik yang membangun untuk kesempurnaan penyusunan skripsi ini agar dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Malang, Januari 2014

Penulis

RIWAYAT HIDUP

Penulis merupakan putra kedua dari tiga bersaudara pasangan Sukarji dan Endang Purmisari. Penulis memulai pendidikan dasar di SDN II Wonokusumo (1997-2003), kemudian melanjutkan pendidikan di SMPN 1 Mojosari (2003-2006), selanjutnya di SMAN 1 Mojosari (2006-2009). Pada tahun 2009 penulis melanjutkan pendidikan di Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang melalui jalur PSB.

Selama menempuh di Perguruan Tinggi, penulis pernah menjadi asisten praktikum Manajemen Hama dan Penyakit Terpadu (2012-2013) dan Hama Penyakit Penting Tanaman (2012-2013). Penulis juga memiliki pengalaman organisasi intra kampus antara lain Anggota HiMAPTA (Himpunan Mahasiswa Perlindungan Tanaman) tahun 2011 sampai sekarang, Staf Magang Departemen PSDA HiMAPTA (2011-2012), menjadi Pengurus bidang Ketua Departemen Litbang HiMAPTA (2012-2013), SC Proteksi HiMAPTA (2013), panitia Open House HiMAPTA (2011 & 2012), Koordinator Transkoper PROTEKSI HiMAPTA (2012), Panitia EKPEDISI (2011 & 2012), Badan Pengawas PEMILWA FP (2011) dan organisasi ekstra kampus antara lain Koordinator Forum IKAMMA (Ikatan Mahasiswa Majapahit Malang rayon Malang Raya) pada tahun 2011-2012, , Panitia Resik Kali Brantas Jawa Timur (2012),. Penulis pernah melakukan kegiatan magang kerja selama tiga bulan dari Juli – Oktober (2012) di Laboratorium Peramalan dan Pengamatan Hama Penyakit Tanaman Hortikultura Pandaan.

DAFTAR ISI

RINGKASAN.....	i
SUMMARY.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
RIWAYAT HIDUP.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL.....	xi
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Hipotesis.....	3
1.5 Manfaat.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Taksonomi dan Morfologi Tanaman Kentang (<i>Solanum tuberosum</i> L).....	4
2.1.1 Morfologi Tanaman Kentang.....	4
2.2 Deskripsi <i>Phytophthora infestans</i> (Mont.) de Barry Penyakit Penyebab Hawar Daun Kentang.....	6
2.2.1 Gejala Penyakit yang Disebabkan <i>Phytophthora infestans</i> (Mont.) de Barry.....	7
2.2.2 Morfologi <i>Phytophthora infestans</i> (Mont.) de Barry.....	7
2.2.3 Daur Hidup Patogen <i>Phytophthora infestans</i> (Mont.) de Barry.....	8
2.2.4 Pengelolaan Patogen <i>Phytophthora infestans</i> (Mont.) de Barry.....	9
2.3 Jamur Endofit.....	10
2.3.1 Definisi Jamur Endofit.....	10
2.3.2 Hubungan Jamur Endofit dengan Inangnya.....	10
2.4 Peranan dan Mekanisme Antagonis Jamur Endofit dalam Menghambat Patogen.....	11
III. METODE PENELITIAN.....	12
3.1 Tempat dan Waktu.....	12
3.2 Alat dan Bahan.....	12
3.3 Metode Penelitian.....	12
3.4 Pelaksanaan Penelitian.....	13
3.4.1 Isolasi Patogen <i>Phytophthora infestans</i>	13
3.4.2 Eksplorasi Jamur Endofit Tanaman Kentang.....	14



3.4.3 Uji Antagonis Isolat Jamur Endofit dengan Jamur <i>P. infestans</i>	17
3.5 Analisis Data	18
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	19
4.1 Isolasi dan Identifikasi Jamur <i>Phytophthora infestans</i> Penyebab Hawar Daun Kentang	19
4.2 Eksplorasi Jamur Endofit Jaringan Daun, Batang dan Akar Tanaman Kentang	20
4.3 Hasil Isolasi dan Identifikasi Jamur Endofit pada Jaringan Tanaman Kentang	23
4.4 Hasil Uji Antagonis Jamur Endofit terhadap <i>Phytophthora infestans</i> (Mont.) de Barry	51
4.5 Persentase Penghambatan Uji antagonis Jamur Endofit terhadap <i>P. infestans</i>	72
4.6 Analisis Penghambatan Jamur Endofit terhadap <i>P. infestans</i>	76
V. KESIMPULAN	79
5.1 Kesimpulan	79
5.2 Saran.....	79

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR GAMBAR

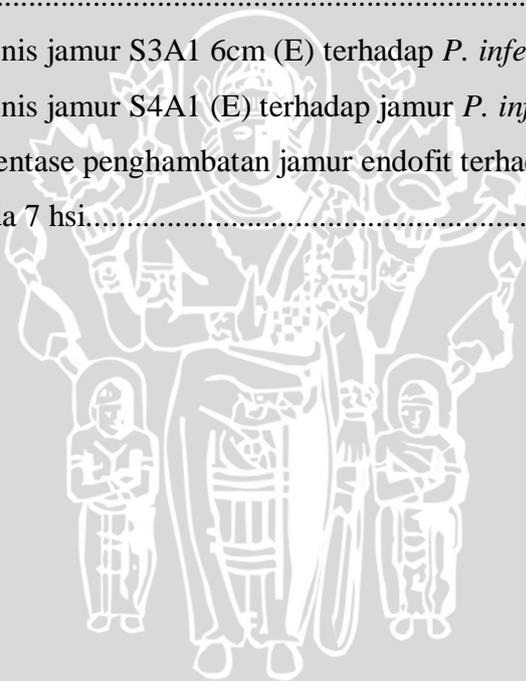
Nomor	Teks	Halaman
1.	Fisiologis tanaman kentang.....	6
2.	Sporangium <i>Phytophthora infestans</i>	8
3.	Daur hidup <i>Phytophthora infestans</i>	9
4.	Skema pengambilan sampel metode sistematis.....	14
5.	Pengambilan bagian tanaman kentang.....	15
6.	Uji antagonis metode oposisi langsung.....	18
7.	Jamur <i>Phytophthora infestans</i> penyebab hawar daun kentang...	20
8.	Eksplorasi jamur endofit pada tanaman kentang.....	21
9.	Jamur <i>Aspergillus</i> sp.1 yang diisolasi dari daun tanaman kentang.....	24
10.	Jamur <i>Aspergillus</i> sp.2 yang diisolasi dari daun tanaman kentang.....	25
11.	Jamur <i>Aspergillus</i> sp.3 yang diisolasi dari daun tanaman kentang.....	26
12.	Jamur <i>Aspergillus</i> sp.4 yang diisolasi dari daun tanaman kentang.....	27
13.	Jamur <i>Fusarium</i> sp.1 yang diisolasi dari daun tanaman kentang	28
14.	Jamur <i>Chepalosporium</i> sp.1 yang diisolasi dari daun tanaman kentang.....	29
15.	Jamur <i>Hyalodendron</i> sp. yang diisolasi dari daun tanaman kentang.....	30
16.	Jamur <i>Penicillium</i> sp.1 yang diisolasi dari daun tanaman kentang.....	31
17.	Jamur <i>Curvularia</i> sp. yang diisolasi dari daun tanaman kentang	32
18.	Jamur <i>Botrytis</i> sp.1 yang diisolasi dari daun tanaman kentang	33
19.	Jamur <i>Botrytis</i> sp.2 yang diisolasi pada daun tanaman kentang	34
20.	Jamur tidak teridentifikasi 1 (S2D1 DM) yang diisolasi dari daun tanaman kentang.....	35

21.	Jamur tidak teridentifikasi 2 diisolasi dari daun tanaman kentang	36
22.	Jamur <i>Aspergillus</i> sp.5 yang diisolasi dari batang tanaman kentang.....	37
23.	Jamur <i>Fusarium</i> sp.2 yang diisolasi dari batang tanaman kentang.....	38
24.	Jamur <i>Colletotrichum</i> sp. yang diisolasi dari batang tanaman kentang.....	39
25.	Jamur <i>Penicillium</i> sp.2 diisolasi dari batang tanaman kentang	40
26.	Jamur <i>Paecilomyces</i> sp. yang diisolasi dari batang tanaman kentang.....	41
27.	Jamur <i>Cunninghamella</i> sp. yang diisolasi dari batang tanaman kentang.....	42
28.	Jamur <i>Penicillium</i> sp.3 yang diisolasi dari batang tanaman kentang.....	43
29.	Jamur <i>Aspergillus</i> sp.6 yang diisolasi dari akar tanaman kentang.....	44
30.	Jamur <i>Fusarium</i> sp.3 yang diisolasi dari akar tanaman kentang	45
31.	Jamur <i>Monascus</i> sp.1 yang diisolasi pada akar tanaman kentang	46
32.	Jamur <i>Monascus</i> sp.2 yang diisolasi dari akar tanaman kentang	47
33.	Jamur <i>Cephalosporium</i> sp.2 yang diisolasi dari akar tanaman kentang.....	48
34.	Jamur <i>Acremonium</i> sp. yang diisolasi dari akar tanaman Kentang.....	49
35.	Jamur tidak teridentifikasi 3 yang diisolasi dari akar tanaman kentang.....	50
36.	Jamur tidak teridentifikasi 4 yang diisolasi dari akar tanaman kentang.....	51
37.	Hasil uji antagonis jamur <i>Aspergillus</i> sp.1 (E) terhadap <i>P. infestans</i>	52
38.	Hasil uji antagonis jamur <i>Aspergillus</i> sp.2 (E) terhadap <i>P. infestans</i>	53
39.	Hasil uji antagonis jamur <i>Aspergillus</i> sp.3 (E) terhadap	



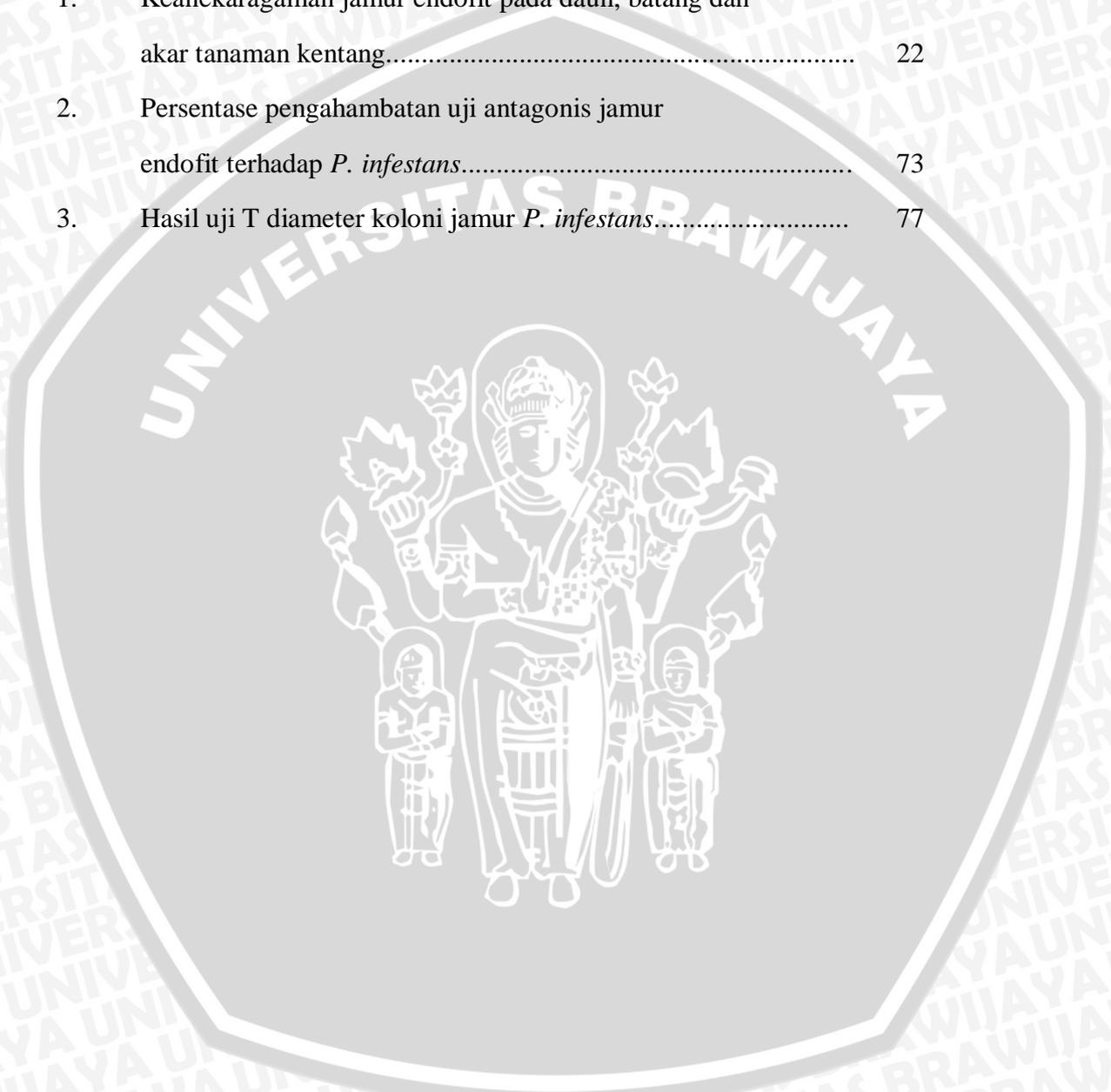
	<i>P. infestans</i>	53
40.	Hasil uji antagonis jamur <i>Aspergillus</i> sp.4 (E) terhadap <i>P. infestans</i>	54
41.	Hasil uji antagonis jamur <i>Aspergillus</i> sp.5 (E) terhadap <i>P. infestans</i>	55
42.	Hasil uji antagonis jamur <i>Aspergillus</i> sp.6 (E) terhadap <i>P. infestans</i>	55
43.	Hasil uji antagonis jamur <i>Fusarium</i> sp.1 (E) terhadap <i>P. infestans</i>	56
44.	Hasil uji antagonis <i>Fusarium</i> sp.2 (E) terhadap <i>P. infestans</i> ...	57
45.	Hasil uji antagonis jamur <i>Fusarium</i> sp.3 (E) terhadap <i>P. infestans</i>	57
46.	Hasil uji antagonis jamur <i>Chepalosporium</i> sp.1 (E) terhadap <i>P. infestans</i>	58
47.	Hasil uji antagonis jamur <i>Chepalosporium</i> sp.2 (E) terhadap <i>P. infestans</i>	59
48.	Hasil uji antagonis jamur <i>Hyalodendron</i> sp. (E) terhadap <i>P. infestans</i>	60
49.	Hasil uji antagonis jamur <i>Penicillium</i> sp.1 (E) terhadap <i>P. infestans</i>	61
50.	Hasil uji antagonis jamur <i>Penicillium</i> sp.2 (E) terhadap <i>P. infestans</i>	61
51.	Hasil uji antagonis jamur <i>Penicillium</i> sp.3 (E) terhadap <i>P. infestans</i>	62
52.	Hasil uji antagonis jamur <i>Curvularia</i> sp. (E) terhadap <i>P. infestans</i>	63
53.	Hasil uji antagonis jamur <i>Botrytis</i> sp.1 (E) terhadap <i>P. infestans</i>	64
54.	Hasil uji antagonis jamur <i>Botrytis</i> sp.2 (E) terhadap <i>P. infestans</i>	65
55.	Hasil uji antagonis jamur <i>Colletotrichum</i> sp. (E) terhadap <i>P. infestans</i>	65
56.	Hasil uji antagonis jamur <i>Paecilomyces</i> sp. (E) terhadap <i>P. infestans</i>	66

57.	Hasil uji antagonis jamur <i>Cunninghamella</i> sp. (E) terhadap <i>P. infestans</i>	67
58.	Hasil uji antagonis jamur <i>Monascus</i> sp.1 (E) terhadap <i>P. infestans</i>	68
59.	Hasil uji antagonis jamur <i>Monascus</i> sp.2 (E) terhadap <i>P. infestans</i>	68
60.	Hasil uji antagonis jamur <i>Acremonium</i> sp. (E) terhadap <i>P. infestans</i>	69
61.	Hasil uji antagonis jamur S2D1 DM (E) terhadap jamur <i>P. infestans</i>	70
62.	Hasil uji antagonis jamur S4D1 DM (E) terhadap jamur <i>P. infestans</i>	70
63.	Hasil uji antagonis jamur S3A1 6cm (E) terhadap <i>P. infestans</i>	71
64.	Hasil uji antagonis jamur S4A1 (E) terhadap jamur <i>P. infestans</i>	72
65.	Histogram persentase penghambatan jamur endofit terhadap <i>P. infestans</i> pada 7 hsi.....	75



DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Keanekaragaman jamur endofit pada daun, batang dan akar tanaman kentang.....	22
2.	Persentase penghambatan uji antagonis jamur endofit terhadap <i>P. infestans</i>	73
3.	Hasil uji T diameter koloni jamur <i>P. infestans</i>	77



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman kentang (*Solanum tuberosum*) merupakan tanaman umbi-umbian bernilai ekonomis tinggi dan memberikan keuntungan lebih untuk petani karena harga umbi yang relatif stabil serta umbi kentang dapat disimpan lebih lama daripada sayuran lainnya (Ridwan, 2010). Umbi kentang bisa dijadikan bahan pangan karena mengandung karbohidrat, mineral, kalori dan vitamin cukup tinggi yang dapat menggantikan bahan pangan karbohidrat yang berasal dari beras, gandum atau jagung untuk memenuhi kebutuhan pangan yang sudah populer di dunia (Cahyono, 1996). Menurut Rukmana (1997) komposisi umbi kentang terdiri dari air 80%, pati 18% dan protein 2%. Di Indonesia tanaman kentang ini dikelompokkan dalam komoditas sayuran dan mendapat prioritas karena selain sebagai tanaman pangan juga digunakan untuk bahan baku olahan makanan maupun komoditas ekspor dan impor antar negara di dunia. Bahkan, di negara-negara maju, pati kentang dipergunakan dalam berbagai industri (Rukmana, 1997). Kebutuhan konsumsi kentang diperkirakan meningkat beberapa tahun kedepan. Hal ini disebabkan makin meluasnya pendayagunaan produksi kentang di Indonesia sebagai prospek pengembangan agribisnis bagi pelaku usaha tani.

Peningkatan permintaan akan kentang ini tidak diimbangi dengan produksinya. Menurut Badan Pusat Statistika (2013), dalam tiga tahun terakhir 2009-2011 produksi kentang di Indonesia mengalami penurunan baik dari produksi dan produktivitasnya. Pada tahun 2009 produksi kentang sebesar 1.176.304 Ton serta produktivitas sebesar 16,51 Ton/Ha. Pada tahun 2010 produksi kentang sebesar 1.060.805 Ton dan produktivitasnya sebesar 15,94 Ton/Ha. Sedangkan tahun 2011 produksi kentang sebesar 995.488 Ton dan produktivitasnya 15,96 Ton/Ha. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya cuaca kurang mendukung, mutu benih yang rendah, teknik budidaya yang tidak sesuai serta organisme pengganggu tanaman (OPT). Dari beberapa faktor kendala, faktor organisme pengganggu tanaman yang paling berpengaruh menurunnya produksi tanaman khususnya penyakit tanaman. Penyakit yang menyerang tanaman kentang menjadi masalah serius bagi para petani kentang di

Indonesia. Kerugian hasil yang diakibatkan penyakit tanaman dapat mengurangi pendapatan petani dan menyebabkan ketidak-cukupan pangan (Abadi, 2003).

Salah satu penyakit penting pada kentang yaitu penyakit hawar daun yang disebabkan *Phytophthora infestans*. *P. infestans* merupakan penyakit paling serius dari hama dan penyakit pada kentang di Indonesia (Katayama & Teramoto, 1997 dalam Purwantisari dan Rini, 2009). Serangan patogen ini dapat menurunkan produksi 40% sampai 90% dari total produksi kentang dalam waktu yang singkat (Rukmana, 1997). Menurut Abadi (2003) patogen ini menyerang daun, batang, akar dan umbi menyebabkan gejala hawar. *P. infestans* merupakan patogen parasit obligat yang hanya mampu berkembang pada jaringan tanaman inang (Bush, 2012). Sampai saat ini, patogen penyebab penyakit hawar daun tanaman kentang tersebut masih merupakan masalah krusial dan belum ada varietas tanaman kentang yang benar-benar tahan terhadap penyakit tersebut (Cholil dan Abadi, 1991 dalam Purwatisari dan Rini, 2008).

Selain jamur patogen yang dapat menurunkan produktivitas kentang, ada beberapa jamur yang dapat berinteraksi dengan inangnya dan memiliki sifat interaksi yang berbeda-beda seperti mutualisme. Menurut Azevedo *et al* (2000), jamur endofit memiliki peranan penting pada jaringan tanaman inang yang memperlihatkan interaksi mutualistik, yaitu interaksi positif dengan inangnya dan interaksi negatif terhadap OPT. Interaksi dengan inang ini tentunya memberikan reaksi yang berbeda baik itu menguntungkan yaitu simbiosis mutualisme yang memberikan manfaat bagi inangnya. Jamur endofit merupakan jamur yang hidup di dalam jaringan tanaman seperti daun, bunga, buah atau akar tumbuhan pada periode tertentu dan mampu hidup dengan membentuk koloni dalam jaringan tanaman tanpa membahayakan inangnya (Clay, 1988). Salah satu alternatif pengendalian adalah secara hayati menggunakan jamur endofit yang bersifat antagonistik (Sudantha dan Abadi, 2007).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jamur endofit yang terdapat di dalam jaringan tanaman kentang serta potensi antagonismenya terhadap *P. infestans* penyebab hawar daun tanaman kentang dan untuk dimanfaatkan sebagai pengendalian secara hayati.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang diajukan dalam penelitian ini adalah:

1. Apakah didalam jaringan daun, batang dan akar tanaman kentang terdapat jamur endofit berpotensi sebagai antagonis?
2. Bagaimana potensi antagonis dari jamur endofit pada daun, batang dan akar tanaman kentang terhadap *Phytophthora infestans* ?

1.3 Tujuan

Penelitian ini bertujuan:

1. Mengetahui jamur endofit yang terdapat pada jaringan daun, batang dan akar tanaman kentang yang berpotensi sebagai antagonis.
2. Mengetahui potensi antagonis dari jamur endofit daun, batang dan akar tanaman kentang terhadap *Phytophthora infestans*.

1.4 Hipotesis

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini yaitu pada jaringan tanaman daun, batang, akar tanaman kentang memiliki keanekaragaman jamur endofit serta potensi antagonismenya terhadap *P. infestans* penyebab hawar daun kentang.

1.5 Manfaat

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini yaitu dapat memberikan informasi mengenai jamur endofit yang terdapat pada daun, batang dan akar tanaman kentang serta potensi antagonismenya terhadap *P. infestans* penyebab hawar daun tanaman kentang serta dapat digunakan sebagai rekomendasi pengendalian hayati.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Taksonomi dan Morfologi Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum*)

Menurut Rukmana (1997) dalam taksonomi tumbuhan, kentang diklasifikasikan sebagai berikut, Kingdom: Plantae; Divisi: Spermatophyta; Subdivisi: Angiospermae; Kelas: Dicotyledonae; Ordo: Solanales; Famili: Solanaceae; Genus: Solanum; Spesies: *Solanum tuberosum* Linn.

2.1.1 Morfologi Tanaman Kentang

Daun

Menurut Rukmana (1997), helaian daun berbentuk lonjong atau bulat lonjong, dengan ujung meruncing, memiliki anak daun primer dan sekunder. Tersusun dalam tangkai daun secara berhadap-hadapan (daun majemuk) yang menyirip ganjil. Warna daun hijau keputih-putihan dan posisi tangkai daun utama terhadap batang tanaman membentuk sudut kurang dari 45° atau lebih besar dari 45°. Pada dasar tangkai terdapat tunas ketiak yang dapat berkembang menjadi cabang sekunder. Daun berfungsi sebagai tempat proses asimilasi dalam pembentukan karbohidrat, lemak, protein dan mineral serta proses asimilasi ini digunakan untuk pertumbuhan vegetatif generatif, respirasi dan persediaan makanan (Samadi, 1997).

Bunga

Menurut Rukmana (1997) bahwa bunga tanaman kentang memiliki bakal buah yang berongga dua buah. Seminggu setelah penyerbukan, bakal buah membesar kemudian menjadi buah. Bunga tanaman kentang berkelamin dua yang tersusun dalam rangkaian bunga atau karangan bunga yang tumbuh pada ujung batang dengan tiap karangan bunga memiliki 7 kuntum - 15 kuntum bunga. Mahkota bunga berbentuk terompet yang berujung mirip bintang dengan warna bervariasi. Struktur bunga meliputi daun kelopak, daun mahkota, benang sari yang masing-masing lima buah serta putik satu buah. Bunga kentang bersifat protogini yakni putik lebih cepat masak daripada tepung sari. Kedudukan kepala putik bervariasi antara lebih renda, sama atau lebih tinggi daripada kepala sari.

Batang

Berbentuk bulat atau bersegi bersayap, berbuku-buku dan berongga. Pertumbuhan batang tegak atau menyebar atau menjalar. Warna batang: hijau kemerah-merahan atau hijau keungu-unguan (Rukmana, 1997). Batang tanaman berukuran kecil, lunak bagian dalamnya berlubang dan bergabus serta berbentuk persegi, tertutup dan dilapisi bulu-bulu halus. Pada bagian dasar batang utama akan tumbuh akar dan stolon (Sunarjono, 2007). Stolon merupakan tunas lateral yang tumbuh diketiak daun di bawah permukaan tanah kemudian memanjang dan melengkung di bagian ujungnya membesar membentuk umbi sebagai tempat menyimpan cadangan makanan (Rukmana, 1997). Menurut Samadi (1997) bahwa batang tanaman berfungsi sebagai jalan zat hara dari tanah ke daun dan menyalurkan hasil fotosintesis dari daun ke bagian jaringan tanaman yang lain.

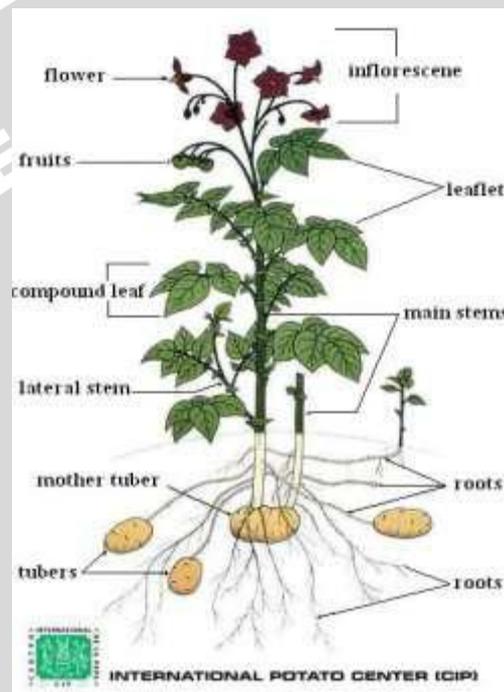
Akar

Perakaran tanaman kentang berstruktur halus, bewarna keputih-putihan, dapat menembus kedalaman tanah sampai 45 cm, namun umumnya berkumpul sampai sedalam ± 20 cm (Rukmana, 1997). Kebanyakan pada tanaman berpembuluh, akar menjadi bagian saprofit yang terletak di bawah tanah dan terlibat dalam penyerapan air dan mineral serta membuat tanaman berdiri (Cahyono, 1996). Menurut Samadi (1997) bahwa akar tanaman berfungsi untuk menyerap zat-zat hara yang diperlukan tanaman untuk memperkokoh berdirinya tanaman itu sendiri.

Umbi

Menurut Cahyono (1996) bahwa umbi kentang berbentuk bulat sampai lonjong dengan ukuran yang beragam tergantung dari jenis varietasnya. Umbi kentang mengandung zat karbohidrat dan memiliki mata tunas sehingga tanaman dapat diperbanyak atau dikembangkanbiakan dengan menggunakan umbinya. Umbi kentang terbentuk di antara akar-akarnya yang berubah bentuk dan fungsi menjadi bakal umbi. Setelah umbi terbentuk, proses fisiologis tanaman akan meningkat untuk pembentukan bahan makanan yang dapat disimpan dalam umbi.

Pada tahap ini umbi mengalami perkembangan pembesaran lalu perkembangan umbi akan berlanjut hingga tanaman tua, daun-daun menguning dan mati. Menurut Rukmana (1997) bahwa umbi kentang memiliki morfologi bervariasi dilihat dari bentuk umbi (bulat, bulat lonjong, lonjong, lonjong memanjang), warna kulit umbi (putih, kuning dan merah), warna daging umbi (puti, putih kekuning-kuningan, kuning) dan mata tunas (dangkal, menengah dan dalam).



Gambar 1. Fisiologis tanaman kentang (Anonim, 2013)

2.2 Deskripsi *Phytophthora infestans* (Mont.) de Barry Penyakit Penyebab Hawar Daun Kentang

Menurut Birch (2001) mengklasifikasikan patogen ini sebagai berikut, Kingdom: Chromista; Phylum: Oomycota; Ordo: Peronosporales; Family: Peronosporaceae; Genus: *Phytophthora*; Spesies: *Phytophthora infestans* (Mont.) de Barry.

2.2.1 Gejala Penyakit yang Disebabkan *Phytophthora infestans* (Mont.) de Barry

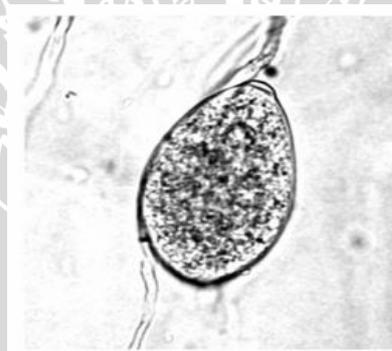
Menurut Semangun (2004) bahwa gejala yang ditimbulkan *Phytophthora infestans* yaitu daun-daun yang sakit mempunyai bercak-bercak nekrotis pada tepi dan ujungnya. Kalau suhu tidak terlalu rendah dan kelembapan cukup tinggi, bercak-bercak akan meluas dengan cepat dan mematikan seluruh daun serta menjalar keseluruhan batang. Bahkan kalau cuaca sedemikian berlangsung lama, seluruh bagian tanaman di atas tanah akan mati. Dalam cuaca kering jumlah bercak terbatas, segera mengering dan tidak meluas. Sedangkan menurut Abadi (2003) pada kondisi lingkungan yang lembab terutama pagi hari, pada bagian bawah daun terlihat adanya lapisan kelabu tipis yang merupakan konidium dan konidiofor jamur. Warna bercak pada daun adalah cokelat pucat sampai cokelat gelap. Gejala pada pucuk batang bagian pucuk dan ketiak daun umumnya berwarna cenderung kehitaman. Penyakit ini biasanya baru tampak pada tanaman berumur lebih dari satu bulan. Gejala penyakit terutama terjadi pada daun-daun yang tua terletak bagian bawah, namun pada perkembangan lanjut gejala tampak pada permukaan atas dan bawah daun serta miselium akan naik ke atas yang kemudian menyerang daun paling bawah, akan berkembang untuk bersporulasi sehingga dapat menyerang daun lainnya baik dalam satu tanaman atau petak (Sastrahidayat, 2011). Selain menyerang daun, *P. infestans* dapat juga menyerang umbi.

Pada umbi terjadi bercak yang agak mengendap, bewarna cokelat atau hitam ungu yang masuk sampai 3-6 mm kedalam umbi jika keadaan baik bagi pertumbuhannya. Bagian yang busuk kering tadi dapat terbatas sebagai bercak-bercak kecil tetap dapat juga meliputi suatu bagian yang luas pada satu umbi (Semangun, 2004).

2.2.2 Morfologi *Phytophthora infestans* (Mont.) de Barry

Patogen *P. infestans* termasuk dalam kelas Oomycetes yang paling tinggi tingkatannya merupakan parasit obligat bagi tanaman inangnya (Sastrahidayat, 2011). Menurut Semangun (2004), *P. infestans* memiliki miselium interseluler, tidak bersekat, mempunyai banyak haustorium. Konidiofor keluar dari mulut

kulit, berkumpul 1-5 dengan percabangan simpodial yang mempunyai bengkakan-bengkakan khas. Konidium berbentuk buah per, $22-32 \times 16-24 \mu\text{m}$, berinti banyak 7-32. Konidium berkecambah secara langsung dengan membentuk hifa baru, atau secara tidak langsung dengan membentuk spora kembara (zoospora). Oleh karena dapat membentuk spora kembara, konidium dapat juga disebut sebagai sporangium atau zoosporangium. Pada saat spora mendarat di atas permukaan daun baru, biasanya kantong protoplasma mengalami pecah dari dalam dan menghasilkan zoospora uninukleat yang diletakkan pada stomata daun dan memulai perkecambahan sebagai langkah awal infeksi, dalam daun hifa memproduksi houstoria pada tiap individu sel dan biotrop dan menginfeksi jaringan sampai mati. Sporangiofor *P. infestans* berwarna hialin dan bercabang dengan karakteristik bengkak pada bagian ujung yang berbentuk buah lemon (Bush, 2012).

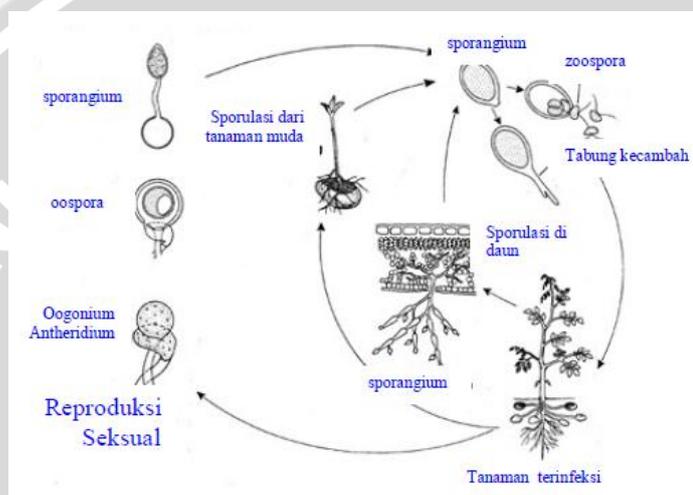


Gambar 2. Sporangium *Phytophthora infestans* (Widya, 2009)

2.2.3 Daur Hidup Patogen *Phytophthora infestans* (Mont.) de Barry

Menurut Semangun (2004) patogen *P. infestans* dapat mempertahankan diri dari musim ke musim dalam umbi-umbi yang sakit. Kalau umbi yang sakit ditanam, jamur dapat naik ke tunas muda yang baru saja tumbuh dan membentuk konidium. Pada kelembapan kurang $< 30\%$ konidium akan mati dalam waktu 1-2 jam, sedangkan pada kelembapan 50-80% konidium akan mati pada 3-6 jam, lalu pada suhu $10-25^{\circ}\text{C}$ serta kondisi lingkungan berair, konidium akan membentuk spora kembara (zoospora) dalam waktu 2-2,5 jam, karena pembentukan dan perkecambahan konidium *P. infestans* dipengaruhi suhu dan kelembapan

(Semangun, 1989). Konidium dapat disebarkan oleh angin dari sumber infeksi ke tanaman sekitarnya kemudian membentuk tabung kecambah maupun zoospora dan melakukan penetrasi pada inang untuk memproduksi lesion (Semangun, 2000). Menurut Sastrahidayat (2011) bahwa infeksi awal sering terjadi melalui pangkal akar dari sisa tanam kentang sakit sebelumnya yang kemudian naik ke atas dan akhirnya menyerang daun, sedang ke bawah menyerang umbi yang dibentuk kemudian. Daur hidup patogen *P. infestans* dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Daun hidup *Phytophthora infestans* (Paul, 1998)

Menurut Bush (2012) *P. infestans* dapat bertahan dalam umbi-umbi yang sakit dalam penyimpanan dan bila umbi-umbi tersebut ditanam maka *P. infestans* dapat tumbuh kembali karena umbi merupakan sumber inokulum patogen. *P. infestans* tidak bisa hidup pada jaringan tanaman yang mati karena *P. infestans* ini merupakan patogen obligat yang hanya tumbuh pada jaringan tanaman hidup.

2.2.4 Pengelolaan Patogen *Phytophthora infestans* (Mont.) de Barry

Upaya pengelolaan penyakit hawar daun dapat dilakukan dengan menanam bibit yang sehat, penanaman varietas tahan serta komponen manajemen yang harus diperhatikan yaitu sumber bibit, pemilihan bibit diseleksi dari yang rusak, peralatan yang digunakan untuk penyemprotan, fungisida yang digunakan, waktu aplikasi fungisida dan kondisi lingkungan (Sastrahidayat, 2011). Sedangkan untuk mencegah terjadinya infeksi pada umbi dilakukan pembuangan

daun dan bagian tanaman yang lain beberapa hari sebelum panen, membuang umbi yang rusak dan yang menunjukkan gejala penyakit. Penggunaan pestisida sistesis oleh petani dalam mengendalikan penyakit yang disebabkan jamur ini berdampak negatif dalam lingkungan di antaranya residu yang melekat pada hasil tanaman yang akan mengganggu kesehatan konsumen, pencemaran lingkungan serta membunuh organisme lainnya yang bukan sasaran (Purwantisari dkk, 2008).

2.3 Jamur Endofit

Menurut Clay (1988) jamur endofit dimasukkan dalam famili Balansiae yang terdiri lima genus yaitu *Atkinsonella*, *Balansiae*, *Balansiopsis*, *Epichloe* dan *Myriogenospora*. Genus *Balansiae* umumnya dapat menginfeksi tumbuhan tahunan dan hidup secara simbiosis mutualistik dengan tanaman inangnya. Sedangkan Petrini dkk. (1992) menggolongkan jamur dalam kelompok Ascomycotina dan Deuteromycotina.

2.3.1 Definisi Jamur Endofit

Jamur endofit merupakan jamur yang hidup pada jaringan tanaman sehat tanpa menyebabkan gejala atau kerusakan pada tanaman inang (Petrini, 1991 dalam Sudantha dan Abadi, 2007). Menurut Clay (1988) jamur endofit terdapat pada jaringan tanaman seperti daun, buah, ranting ataupun akar tanaman. Clay (1988) juga menyebutkan jamur endofit ditemukan pada berbagai varietas inang di seluruh dunia, termasuk pada pohon, semak, lumut, rumput-rumputan dan tumbuhan paku. Mikroba endofit yang hidup di dalam jaringan tanaman pada periode tertentu dan membentuk koloni dalam jaringan tanpa membahayakan tanamannya (Prihatiningtias, 2006).

2.3.2 Hubungan Jamur Endofit dengan Inangnya

Menurut Strobel (2003, dalam Prihatiningtias, 2006) bahwa hubungan jamur endofit dengan inangnya dapat berbentuk simbiosis mutualisme atau saling menguntungkan sampai hubungan patogenik, hal ini ditandai jamur endofit dapat melindungi tanaman inang dari serangan patogen dengan senyawa yang dikeluarkan mikroba endofit serta tanaman inang menyediakan nutrisi yang

dibutuhkan oleh mikroba endofit untuk melengkapi siklus hidupnya. Menurut Carrol (1988) jamur endofit dapat menginfeksi tumbuhan sehat pada jaringan tertentu yang menghasilkan mikotoksin, enzim dan antibiotik serta asosiasi jamur endofit dengan inangnya digolongkan dalam dua kelompok yaitu mutualisme konstitutif dan induktif. Mutualisme konstitutif merupakan asosiasi yang erat antara jamur dengan tumbuhan terutama rumput-rumputan. Mutualisme induktif merupakan asosiasi jamur endofit dengan tumbuhan inang yang penyebarannya terjadi secara bebas melalui air dan udara. Jamur endofit memiliki peranan penting pada jaringan tanaman inang yang memperlihatkan interaksi mutualistik, yaitu interaksi positif dengan inangnya dan interaksi negatif terhadap hama dan penyakit tanaman (Azevedo *et al*, 2000).

2.4 Peranan dan Mekanisme Antagonis Jamur Endofit dalam Menghambat Patogen

Mekanisme antagonis terdapat tiga cara yaitu parasit (memarasitasi pertumbuhan patogen), kompetisi (memperebutkan nutrisi pada tanaman) dan Antibiosis (mengeluarkan senyawa yang berfungsi menghambat pertumbuhan patogen). Mekanisme antagonis jamur endofit dalam menekan perkembangan patogen dengan antibiosis sehingga tanaman tahan (Sudantha dan Abadi, 2011). Menurut Purwanto (2000) mikroorganisme endofit mengeluarkan suatu metabolit sekunder merupakan senyawa antibiotik yang disintesis oleh suatu mikroba, tidak untuk memenuhi kebutuhannya (tumbuh dan berkembang) melainkan untuk mempertahankan eksistensinya dalam berinteraksi dengan lingkungannya. Senyawa metabolit sekunder yang dikeluarkan mikroba endofit dapat membunuh patogen (Prihatintias, 2006). Photita (2003 dalam Sudantha dan Abadi, 2006) menyebutkan jamur endofit antagonis mempunyai aktifitas tinggi dalam menghasilkan enzim yang dapat digunakan untuk mengendalikan patogen. Dalam hasil penelitian yang dilakukan Sunarmi (2010) menyatakan bahwa isolat jamur endofit berupa *Penicilium* sp., *Aspergillus* sp., dan *Hoemiscium* sp. dari akar tanaman kentang mampu menghambat pertumbuhan jamur *Fusarium* sp dan jamur *Phytophthora infestans*.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Bioteknologi, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang. Waktu pelaksanaan pada bulan Maret – Oktober 2013.

3.2 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu cawan petri, gelas ukur 1000 ml, *laminar air flow cabinet* (LAFC), *autoclave*, bunsen, *object glass*, *cover glass*, botol ukur 250 ml, *cork borer*, jarum ose, timbangan, *micropipet*, plastik, kantong kertas, *hand sprayer*, kamera dan mikroskop.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu media *Potato Dextrose Agar* (1 liter sari kentang, 20 gr agar, 20 gr dextrose), Media *Rye Agar* (200 ml konsentrat *Rye*, 20 gr sukrosa, 0,1 gr β -sitosterol, 15 gr agar, 800 aquades), NaOCl 2% dan 5%, aquades steril, alkohol 70%, bagian daun, batang dan akar tanaman kentang yang sehat, daun bergejala *Phytophthora infestans* pada tanaman kentang, spirtus, alumunium foil, plastik *wrapping*, *streptomycin*, kapas, kertas label dan buku identifikasi jamur.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dengan metode eksplorasi dan eksperimen, dengan tahapan sebagai berikut:

1. Isolasi *P. infestans* dari daun tanaman kentang yang bergejala sesuai dengan gejala hawar daun.
2. Eksplorasi jamur endofit pada daun, batang dan akar tanaman kentang yang di ambil dari desa Sumber Brantas kota batu, karena dengan pertimbangan di kawasan ini merupakan salah satu sentra kentang di Batu. Metode pengambilan sampel yang akan digunakan yaitu metode sistematis (*Systematic Sampling*).

3. Uji daya antagonis isolat jamur endofit yang diperoleh terhadap jamur *Phytophthora infestans* secara *In-vitro* pada media PDA.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Isolasi Patogen *Phytophthora infestans*

P. infestans diisolasi dari daun tanaman kentang yang terserang penyakit dan mempunyai gejala sama dengan gejala penyakit hawar daun. Menurut Semangun (2004), gejala daun yang sakit terdapat bercak-bercak nekrotis pada tepi dan ujungnya serta terjadinya *water soak* yang membentuk lingkaran atau tidak beraturan kemudian menyebar ke seluruh bagian daun. Daun berubah warna menjadi coklat kehitaman lalu membusuk dan mati.

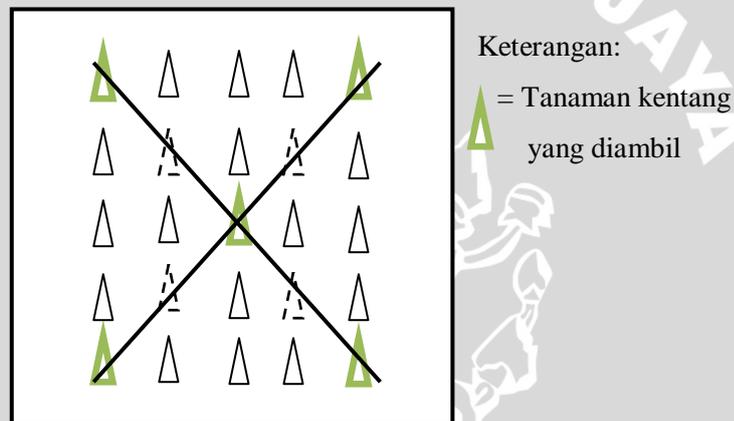
Daun yang bergejala sebelum diisolasi terlebih dahulu diinkubasi pada wadah steril tertutup yang dialasi tissue basah. Inkubasi bertujuan untuk menumbuhkan spora pada daun yang bergejala dan memudahkan untuk ditumbuhkan pada media biakan. Isolasi *P. infestans* dengan cara memotong bagian daun setengah sakit dan setengah sehat. Kemudian direndam pada NaOCl 2%, dicuci dengan alkohol 70% selama 1 menit dan dibilas menggunakan aquades steril 2 kali masing-masing 1 menit. Lalu dikeringkan atau ditiriskan pada tissue steril. Potongan daun yang sudah kering, masing-masing di tanam pada media *Rye Agar* yang merupakan media selektif untuk *P. infestans*. Kemudian diinkubasikan selama 4-7 hari sampai patogen tumbuh pada media biakan.

Koloni jamur yang diduga *P. infestans* berdasarkan ciri morfologi dimurnikan pada media biakan yang baru. Koloni yang dimurnikan kemudian diidentifikasi secara makroskopis dan mikroskopis. Identifikasi dilakukan merujuk pada pustaka yang menunjukkan ciri-ciri *P. infestans* yaitu Semangun (2004) dan Agrios (2005). Setelah diidentifikasi, koloni *P. infestans* dipindahkan ke media PDA, karena untuk mengetahui pertumbuhan *P. infestans* pada media PDA. Media PDA merupakan media yang bersifat umum untuk menumbuhkan beberapa macam jamur dan sebagai media yang digunakan dalam uji antagonis ini antara *P. infestans* dengan jamur endofit yang diperoleh dari jaringan tanaman kentang.

3.4.2 Eksplorasi Jamur Endofit Tanaman Kentang

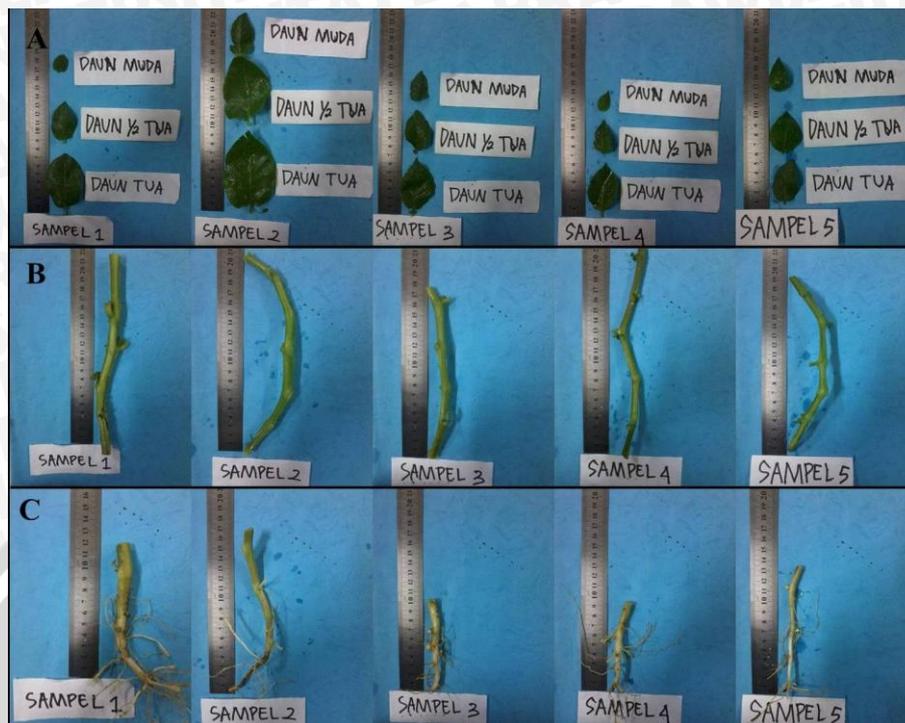
Pengambilan Sampel Daun, Batang dan Akar

Pengambilan sampel jamur endofit pada daun, batang dan akar tanaman kentang menggunakan metode sistematis (*systematic sampling*), karena pertimbangan satuan elemeter atau sampel yang akan dipilih cukup besar dan ukuran populasi cukup banyak. Pengambilan sampel tanaman yang terletak pada posisi garis diagonal, sehingga didapatkan 5 tanaman dalam satu lahan (Gambar 4). Sampel yang diambil untuk eksplorasi jamur endofit merupakan tanaman yang sehat dan tidak menunjukkan gejala serangan hama dan penyakit tanaman.



Gambar 4. Skema Pengambilan Sampel Metode Sistematis

Masing-masing sampel tanaman, diambil bagian daun, batang dan akar secara acak disartifikasi (*Stratified Random Sampling*) yaitu tanaman dibagi dalam strata atau lapisan-lapisan (Gambar 5). Pada sampel daun diambil 3 strata yaitu daun muda, setengah tua dan daun tua secara acak. Untuk batang diambil 3 strata dalam ketinggian 3, 6 dan 9 cm dari permukaan tanah, kemudian pada akar diambil 3 strata juga yaitu pada kedalaman 2, 4 dan 6 cm.



Gambar 5. Pengambilan bagian tanaman kentang. A. Sampel daun, B. Sampel batang, C. Sampel akar

Isolasi Jamur Endofit

Isolasi jamur endofit dilakukan dengan mencuci bagian permukaan daun, batang dan akar dengan alkohol dan aquades agar steril dari jamur luar sehingga jamur yang tumbuh diharapkan berasal dari dalam jaringan daun, batang dan akar tanaman kentang. Kemudian sampel daun, batang dan akar dipotong sepanjang \pm 1 cm. Potongan daun, batang dan akar di sterilkan dengan cara dicuci ke dalam larutan NaOCl 5% selama 1 menit dan selanjutnya direndam alkohol 70% selama 1 menit diulang 1 kali. Setelah itu dibilas dengan aquades 1 menit dan diulang 2 kali, lalu daun, batang dan akar dikeringkan diatas *tissue* steril. Kemudian setelah kering potongan daun, batang dan akar ditanam ke media PDA didalam cawan petri. Pada aquades bilasan terakhir diambil 1 ml dan dituang ke dalam media PDA yang baru untuk digunakan sebagai kontrol dan berfungsi menentukan apakah sampel yang diisolasi merupakan jamur endofit atau bukan. Jika pada media kontrol tumbuh jamur, maka sampel isolasi daun, batang dan akar di media bukan merupakan jamur endofit. Untuk pengamatan dilakukan 2 hari sekali selama jamur endofit tampak tumbuh.

Pemurnian

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

Pembuatan Preparat Jamur

Pembuatan preparat berfungsi untuk membantu dalam identifikasi jamur. Tahapan pertama yaitu menyiapkan *object glass*, kemudian mengambil sedikit bagian media PDA baru dan diletakkan di atas permukaan *object glass*. Hal ini untuk menjaga nutrisi selama jamur tersebut berada di preparat pada saat di inkubasi. Selanjutnya mengambil jamur dengan menggunakan jarum ose dan diletakkan di atas *object glass* yang terdapat media PDA dan ditutup dengan *cover glass*. Kemudian preparat di taruh di dalam wadah yang berisi tissue basah steril dan di inkubasi selama 4 hari.

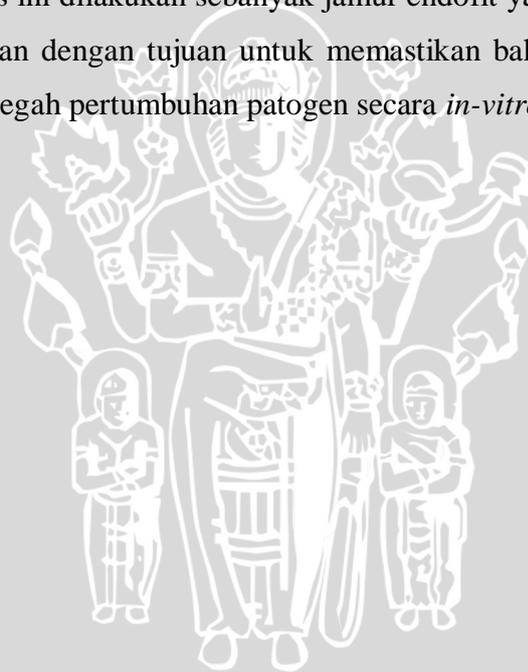
Pengamatan dan Identifikasi

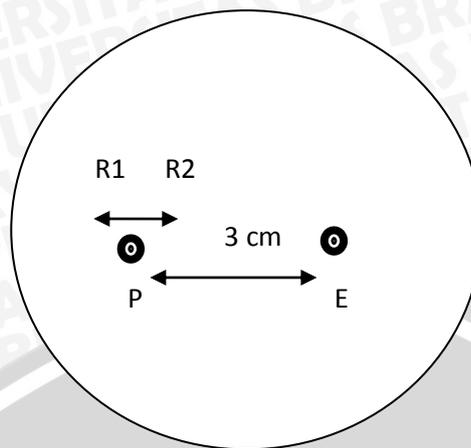
Isolat jamur endofit yang dimurnikan, diamati secara makroskopis dan mikroskopis. Hasil pengamatan digunakan untuk identifikasi berdasarkan panduan buku identifikasi *Illustrated Genere of Imperfect Fungi fourth ed* (Barnet and Hunter, 1960). Gandjar *et al.* (1999) menyatakan pengamatan makroskopis meliputi warna dan tekstur koloni (granular, seperti tepung, menggunung, licin, ada tidaknya tetesan eksudat), ada atau tidak garis-garis radial dari pusat koloni ke arah tepi koloni, ada atau tidak lingkaran-lingkaran konsentris dan *Reverse side* (warna sebalik koloni). Pada pengamatan mikroskopis meliputi hifa bersekat atau tidak, pertumbuhan hifa (bercabang atau tidak bercabang), warna hifa dan konidia (gelap atau hialin transparan), konidiofor (bentuk, bersekat atau tidak, bercabang atau tidak, warna), ada tidaknya konidia dan bentuk konidia (bulat, lonjong, berantai atau tidak beraturan).

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

Pengujian isolat jamur endofit yang diperoleh dengan jamur *P. infestans* menggunakan metode oposisi langsung, yaitu pengujian berlawanan antara jamur endofit dan *P. infestans* secara berhadapan langsung dengan jarak 3 cm dalam cawan petri 9 cm berisi media PDA (Gambar 6). Metode ini berfungsi untuk mengetahui ada atau tidak daya hambatan dan mengetahui besar hambatan jamur endofit terhadap jamur *P. infestans* didalam media. Media yang digunakan untuk uji antagonis ini adalah media PDA.

Inokulasi jamur endofit dan jamur *P. infestans* dilakukan secara bersamaan dengan jarak masing-masing 3 cm dari tepi media, kemudian diinkubasi pada suhu kamar (28°-30°C) sampai jamur *P. infestans* memenuhi cawan petri. Perlakuan uji antagonis ini dilakukan sebanyak jamur endofit yang ditemukan dan sebanyak 3 kali ulangan dengan tujuan untuk memastikan bahwa jamur endofit memiliki potensi mencegah pertumbuhan patogen secara *in-vitro*.





Gambar 6. Uji Antagonis Metode Oposisi Langsung

Presentase daya hambat jamur antagonis dapat diketahui melalui petumbuhan koloni yang dihitung dengan menggunakan rumus:

$$I = \frac{R1-R2}{R1} \times 100\%$$

Keterangan:

I = Presentase penghambatan

R1 = Jari-jari koloni patogen yang arah pertumbuhannya berlawanan dengan jamur endofit.

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

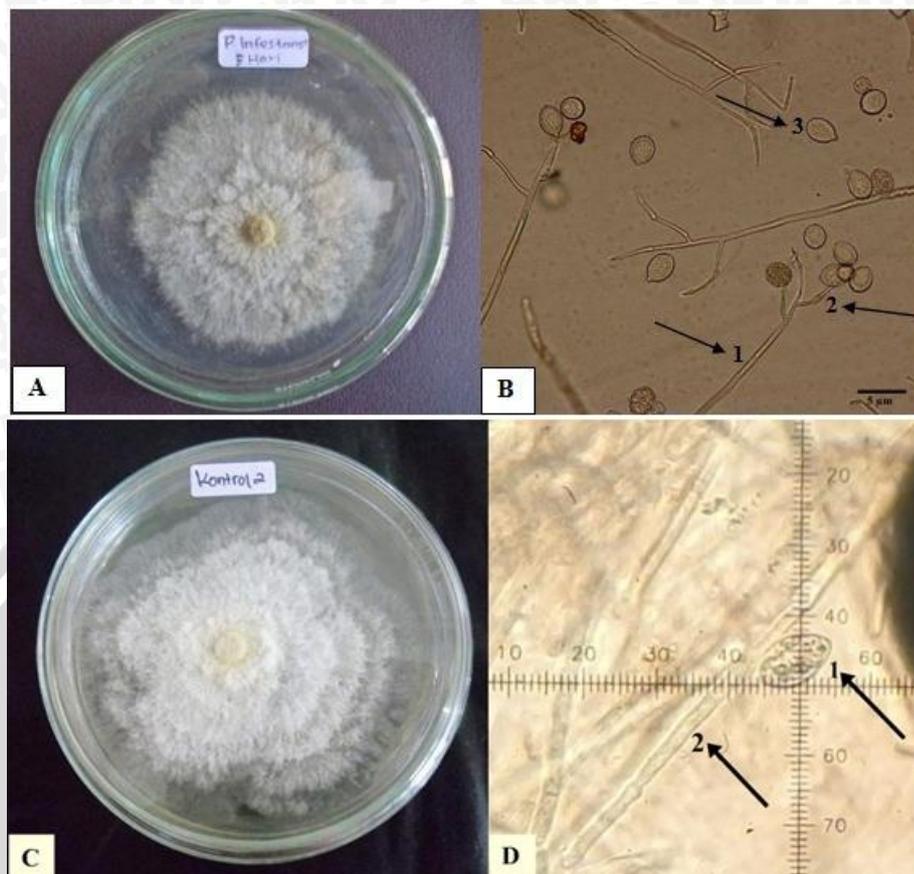
3.5 Analisis Data

Data yang diperoleh dari uji antagonis jamur endofit dengan *P. infestans* di analisis dengan Uji T pada taraf 5% (0,05), bertujuan untuk membandingkan daya tumbuh *P.infestans* yang di uji antagonis dengan *P.infestans* kontrol sehingga dapat mengetahui potensi antagonis jamur endofit.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Isolasi dan Identifikasi Jamur *Phytophthora infestans* Penyebab Hawar Daun Kentang

Hasil pengamatan isolasi patogen dari daun kentang dengan gejala hawar daun didapatkan biakan murni *P. infestans* pada media *Rye Agar* dan media PDA. Pada pengamatan koloni berumur 5 hari secara makroskopis (Gambar 7A) menunjukkan ciri-ciri sebagai berikut: koloni terlihat seperti kelopak bunga, berwarna putih menyerupai kapas, pertumbuhan koloni melingkar konsentris, miselium lembut yang bagian ujung lebih tebal, bagian tepi koloni bergerigi dan warna dasar koloni berwarna putih. *P. infestans* memenuhi cawan petri (diameter 9cm) dalam waktu 8 hari pada media *Rye Agar*. Pada *P. infestans* di media PDA (Gambar 7C) koloni seperti kelopak bunga, berwarna putih, pertumbuhan koloni konsentris agak renggang, miselium pada tepi bergelombang dan putih tipis. Bagian warna dasar koloni berwarna putih kekuningan. Koloni *P. infestans* memenuhi cawan petri pada media PDA dalam waktu delapan hari. Pada pengamatan mikroskopis *P. infestans* (Gambar 7B) menunjukkan hifa tidak bersekat dan tidak beraturan, sporangiofor hialin dan tidak bersekat, sporangium berbentuk seperti buah pear yang ujungnya terdapat papila. Mikroskopis *P. infestans* pada media PDA (Gambar 7D) hifa tidak beraturan dan tidak bersekat, konidia berbentuk seperti buah pear. Perbedaan *P. infestans* pada media *Rye Agar* dan PDA terdapat pada banyaknya sporangium yang dihasilkan. Pada media *Rye Agar* sporangiumnya lebih banyak daripada pada media PDA. Hal ini diduga nutrisi pada media *Rye Agar* lebih lengkap dibandingkan media PDA dan mendukung pembentukan sporangium *P. infestans* pada media.



Gambar 7. Jamur *Phytophthora infestans* penyebab hawar daun kentang. A. Biakan murni *Phytophthora infestans* pada media Rye Agar umur 5 hari. B. (1) Hifa, (2) sporangiofor, (3) sporangium. C. Biakan murni *P. infestans* pada media PDA umur 7 hari. D. (1) Sporangium, (2) Hifa

Berdasarkan morfologi tersebut, dapat diketahui jamur ini sesuai dengan yang dideskripsikan oleh Semangun (2004) diantaranya miselium interseluler, tidak bersekat, mempunyai banyak haustorium, sporangiofor keluar dari mulut kulit dengan percabangan simpodial, mempunyai bengkakan-bengkakan yang khas, sporangium berbentuk oval seperti buar pear atau lemon, berinti banyak 7-32. Sporangium berkecambah secara langsung dengan membentuk hifa (benang) baru, atau tidak langsung dengan membentuk spora kembara (zoospora).

4.2 Eksplorasi Jamur Endofit Jaringan Daun, Batang dan Akar Tanaman Kentang

Eksplorasi jamur endofit dilakukan pada bagian jaringan daun, batang dan akar tanaman kentang. Pada jaringan daun diambil bagian daun muda,

setengah tua dan daun tua sedangkan jaringan batang diambil dalam ketinggian 3, 6 dan 9 dari pangkal batang bawah, kemudian pada akar diambil 2, 4 dan 6 cm dari pangkal atas akar. Hasil eksplorasi jamur endofit dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Eksplorasi jamur endofit pada tanaman kentang pada media PDA. A. Isolasi dari jaringan daun, batang dan akar. B. Hasil persebaran koloni jamur endofit dari jaringan daun, batang dan akar.

Hasil isolasi dan identifikasi jamur endofit dari eksplorasi pada jaringan daun, batang dan akar tanaman kentang diperoleh total keseluruhan 28 isolat jamur. Keanekaragaman jamur endofit pada jaringan tanaman kentang dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Keanekaragaman Jamur Endofit pada Daun, Batang dan Akar Tanaman Kentang

Jaringan Tanaman	Genus
Daun	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. <i>Fusarium</i> sp.1
	6. <i>Cephalosporium</i> sp.1
	7. <i>Hyalodendron</i> sp.
	8. <i>Penicillium</i> sp.1
	9. <i>Curvularia</i> sp.
	10. <i>Botrytis</i> sp.1
	11. <i>Botrytis</i> sp.2
	12. Tidak Teridentifikasi 1 (S2D1 DM)
	13. Tidak Teridentifikasi 2 (S4D1 DM)
Batang	1. <i>Colletotrichum</i> sp.
	2. <i>Penicillium</i> sp.2
	3. <i>Paecilomyces</i> sp.
	4. <i>Aspergillus</i> sp.5
	5. <i>Fusarium</i> sp.2
	6. <i>Cunninghamella</i> sp.
	7. <i>Penicillium</i> sp.3
Akar	1. <i>Acremonium</i> sp.
	2. <i>Aspergillus</i> sp.6
	3. <i>Cephalosporium</i> sp.2
	4. <i>Fusarium</i> sp.3
	5. <i>Monascus</i> sp.1
	6. <i>Monascus</i> sp.2
	7. Tidak Teridentifikasi 3 (S3A1 6cm)
	8. Tidak Teridentifikasi 4 (S4A1)

Berdasarkan tabel 1 menunjukkan koloni jamur endofit pada jaringan daun terdapat 13 isolat terdiri dari 7 genus yang teridentifikasi antara lain *Aspergillus* sp., *Fusarium* sp., *Chepalosporium* sp., *Hyalodendron* sp., *Penicillium* sp., *Culvularia* sp., *Botrytis* sp., dan dua koloni yang tidak teridentifikasi. Pada jaringan batang terdapat 7 isolat terdiri dari 6 genus yang teridentifikasi antara lain *Colletotrichum* sp., *Paecilomyces* sp., *Aspergillus* sp., *Fusarium* sp., *Cunninghamella* sp., dan *Penicillium* sp., sedangkan pada jaringan akar terdapat 8 isolat yang terdiri dari 5 genus yang teridentifikasi antara lain *Acremonium* sp., *Aspergillus* sp., *Chepalosporium* sp., *Fusarium* sp., *Monascus* sp., dan dua koloni yang tidak teridentifikasi.

4.3 Hasil Isolasi dan Identifikasi Jamur Endofit pada Jaringan Tanaman Kentang

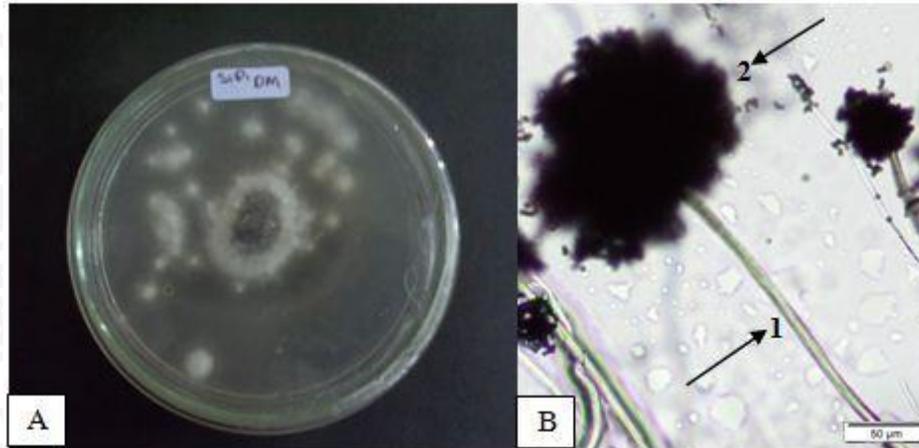
4.3.1 *Aspergillus* sp.1

a. Makroskopis

Berdasarkan pengamatan makroskopis menunjukkan koloni berwarna hitam, tepi berwarna putih dan warna dasar koloni putih kekuningan. Pada awal pertumbuhan koloni tipis halus berwarna putih, setelah beberapa hari koloni berubah berwarna menjadi hitam dan menebal seperti kapas. Pertumbuhan koloni menyebar tidak merata seperti butiran-butiran tepung. Pada hari kedelapan masa inkubasi diameter 4,7 cm (Gambar 9A).

b. Mikroskopis

Pada pengamatan mikroskopis (Gambar 9B) menunjukkan hifa memanjang, tidak bersekat dan hialin. Konidiofor tegak, tidak bercabang dan hialin. Diujung konidiofor terdapat konidia yang mengumpul berwarna hitam. Barnett dan Hunter (1960), mendiskripsikan bahwa ciri-ciri mikroskopis jamur *Aspergillus* sp. memiliki konidiofor tegak lurus simpel, berakhir dengan ujung yang membengkak dan konidia terdiri 1 sel dan berwarna hitam. Berdasarkan deskripsi makroskopis dan mikroskopis, maka jamur endofit ini adalah *Aspergillus* sp.1 .



Gambar 9. Jamur *Aspergillus* sp.1. yang diisolasi dari daun tanaman kentang. A. Biakan murni umur 8 hari pada media PDA. B. (1) Konidiofor, (2) Konidia

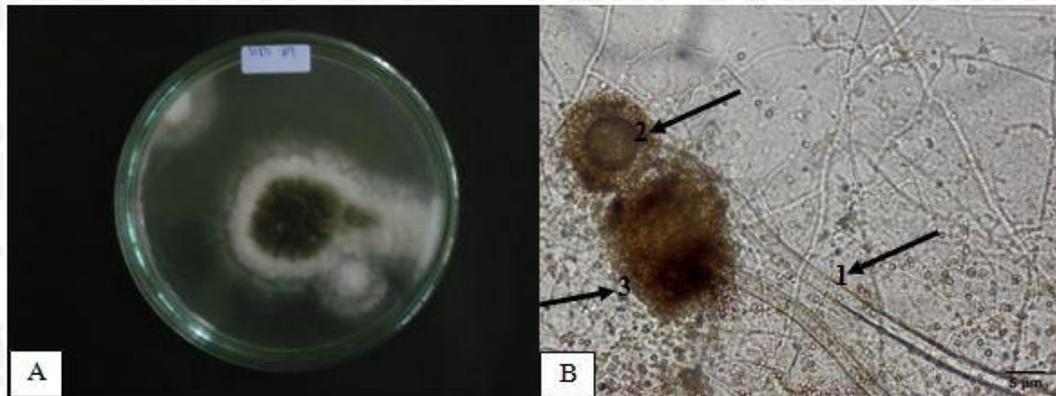
4.3.2 *Aspergillus* sp. 2

a. Makroskopis

Pengamatan secara makroskopis menunjukkan koloni berwarna hitam dan bagian tepi koloni berwarna putih dan menebal (Gambar 10A). Pada awal pertumbuhan koloni berwarna putih tipis. Warna dasar koloni putih kekuningan. Pada hari ketiga koloni tengah berwarna hitam dan menyebar tidak merata, permukaan koloni seperti tepung. Tepi koloni tebal seperti kapas. Pada hari kedelapan diameter koloni mencapai 6,2 cm.

b. Mikroskopis

Pengamatan secara mikroskopis (Gambar 10B) menunjukkan hifa hialin, tidak bersekat dan memanjang. Konidiofor tegak lurus, tidak bercabang dan tidak bersekat. Pada ujung konidiofor terdapat vesikel berbentuk bulat dan kepala konidia berbentuk semi bulat berwarna kecoklatan dengan tepi bergerigi. Konidia hialin menyebar di vesikel dan konidiofor. Gandjar dkk. (1999) menyatakan kepala konidia berwarna kuning, bila masih muda berbentuk bulat, kemudian merekah menjadi beberapa kolom yang kompak. Vesikel berbentuk bulat. Konidiofor berwarna kuning hingga coklat pucat. Berdasarkan deskripsi secara makroskopis dan mikroskopis, maka jamur endofit ini adalah *Aspergillus* sp.2.



Gambar 10. Jamur *Aspergillus* sp.2 yang diisolasi dari daun tanaman kentang. A. Biakan murni umur 8 hari pada media PDA. B. (1) Konidiofor, (2) Vesikel dan (3) Konidia

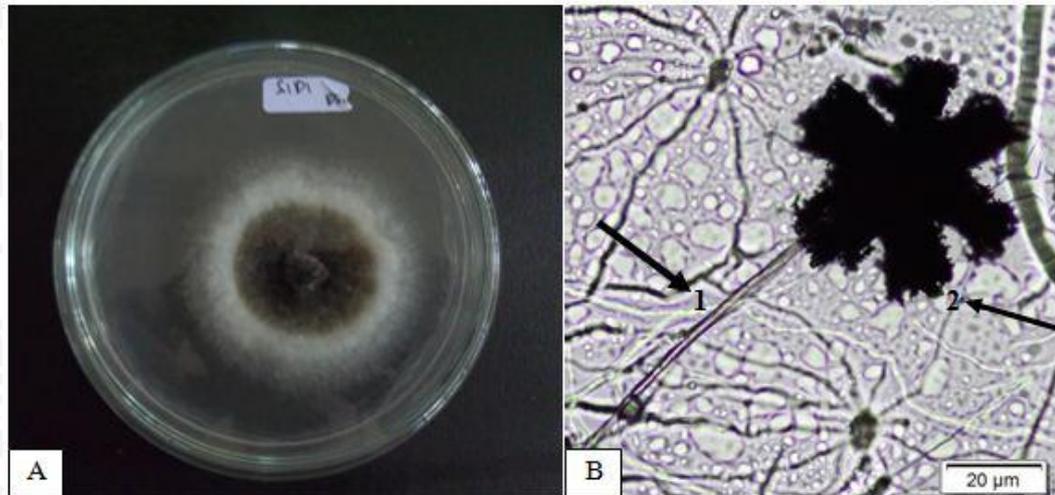
4.3.3 *Aspergillus* sp.3

a. Makroskopis

Pengamatan makroskopis (Gambar 11A) menunjukkan bahwa koloni berwarna hitam di bagian tengah dan pada bagian menebal berwarna putih. Permukaan koloni agak tebal dan sedikit kasar seperti butiran pasir. Warna dasar koloni berwarna putih. Pola pertumbuhan koloni yaitu konsentris. Pada hari kedelapan koloni mencapai diameter 7 cm.

b. Mikroskopis

Pengamatan mikroskopis (Gambar 11B) menunjukkan bahwa hifa hialin, tidak bersekat dan memanjang. Konidiofor tunggal dan tegak. Pada ujung konidiofor membengkak dan terdapat kepala konidia dan konidia bersel 1 yang berwarna hitam. Menurut Barnett dan Hunter (1960) pada ujung konidiofor sedikit membulat. Konidiofor tegak lurus sederhana. Konidia bersel 1 dan bulat. Berdasarkan deskripsi secara makroskopis dan mikroskopis jamur endofit ini adalah *Aspergillus* sp.3.



Gambar 11. Jamur *Aspergillus* sp.3 yang diisolasi dari daun tanaman kentang. A. Biakan murni umur 8 hari pada media PDA. B. (1) Konidiofor, (2) Konidia

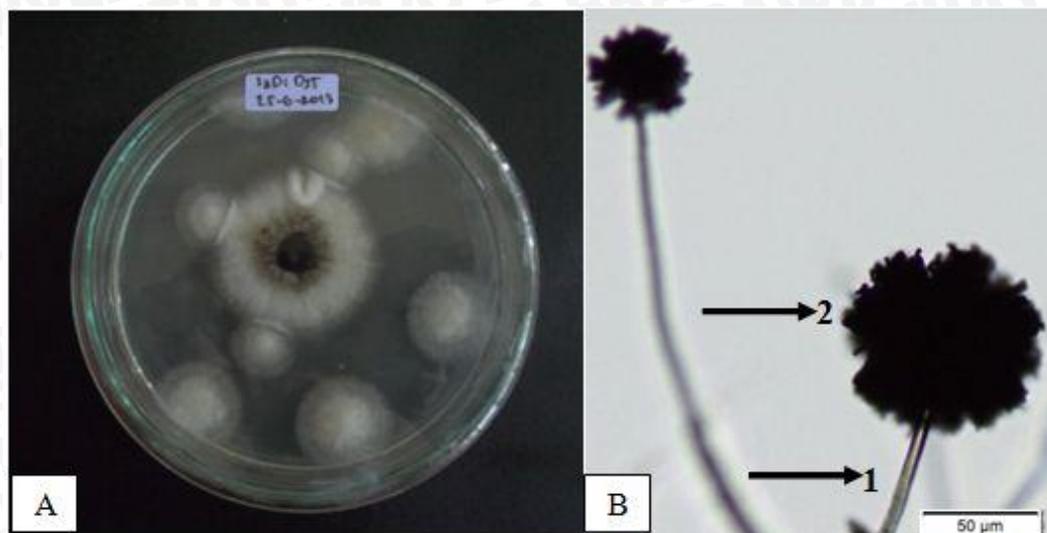
4.3.4 *Aspergillus* sp.4

a. Makroskopis

Pengamatan makroskopis (Gambar 12A) menunjukkan warna koloni tengah hitam dan tepi putih. Pada awal pertumbuhan koloni tipis berwarna putih dan beberapa hari menebal. Pola pertumbuhan radial menuju tepi dan menyebar. Tekstur permukaan koloni seperti tepung dan bagian tepi seperti kapas. Warna dasar koloni berwarna putih kekuningan. Pada hari kedelapan koloni mencapai diameter 4,7 cm.

b. Mikroskopis

Pengamatan mikroskopis (Gambar 12B) konidiofor panjang, tegak, dan hialin, tidak bercabang dan tidak bersekat, berdinding tebal. Konidia berwarna hitam dan membulat. Hifa tidak bersekat dan memanjang. Gandjar dkk. (1999) menyatakan konidiofor berdinding tebal, konidia semi bulat hingga bulat dan berwarna hijau tua sampai hitam. Berdasarkan deskripsi tersebut jamur endofit ini adalah *Aspergillus* sp.4.



Gambar 12. Jamur *Aspergillus* sp.4 yang diisolasi dari daun tanaman kentang. A. Biakan murni pada media PDA. B. (1) Konidiofor, (2) Konidia

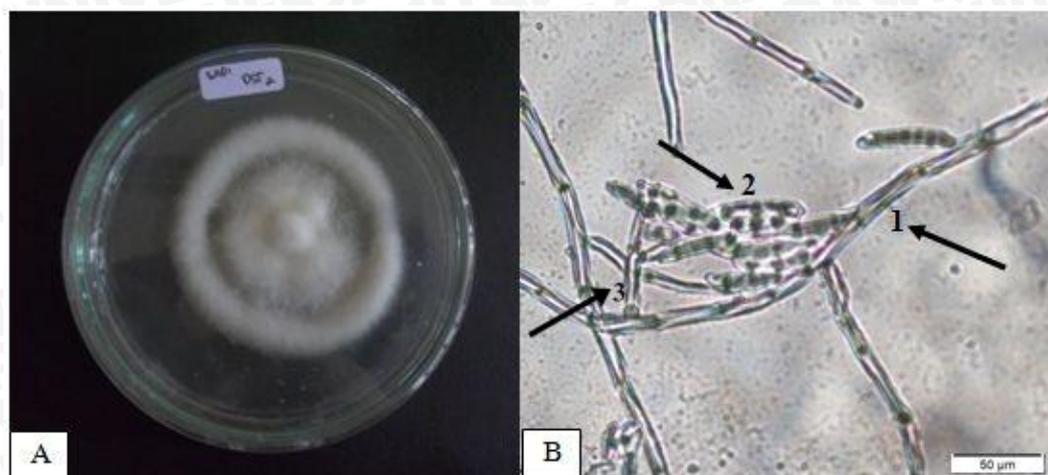
4.3.5 *Fusarium* sp.1

a. Makroskopis

Pengamatan makroskopis (Gambar 13A) menunjukkan koloni berwarna putih seperti kapas. Warna dasar koloni awal berwarna putih kekuningan dan bertambah hari menjadi kemerah muda. Tekstur permukaan menggelembung pada tengah koloni, kemudian menipis dan menebal pada tepi. Pola pertumbuhan konsentris agak renggang. Pertumbuhan koloni cepat, pada hari kedelapan mencapai diameter 7,4 cm. Menurut Gandjar dkk. (1999) bahwa miselia aerial seperti kapas berwarna agak putih atau kekuningan atau agak merah muda, kemudian menjadi kecoklatan hingga merah kecoklatan.

b. Mikroskopis

Pengamatan mikroskopis menunjukkan (Gambar 13B) bahwa hifa bersekat, hialin. Konidiofor pendek, hialin, simpel tidak bercabang dan di bagian konidiofor terdapat makrokonidia. Makrokonidia bersekat, hialin, membengkok tampak seperti bulan sabit. Terdiri dari beberapa mikrokonidia. Barnett dan Hunter (1960) menyatakan konidiofor bervariasi berbentuk ramping dan simpel, menggelembung dan pendek, makrokonidia terdiri dari beberapa sel sedikit melengkung, berbentuk seperti perahu kano. Berdasarkan deskripsi makroskopis dan mikroskopis jamur endofit ini adalah *Fusarium* sp.1.



Gambar 13. Jamur *Fusarium* sp.1 yang diisolasi dari daun tanaman kentang. A. Biakan murni umur 8 hari. B. (1) Hifa, (2) Makrokonidia, (3) konidiofor

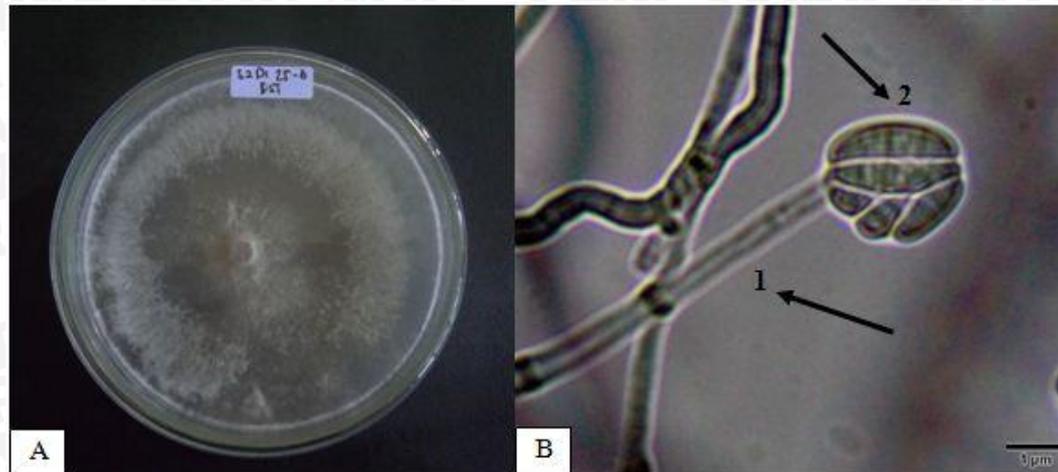
4.3.6 *Cephalosporium* sp.1

a. Makroskopis

Pengamatan makroskopis (Gambar 14A) menunjukkan warna koloni putih kekuningan transparan. Awal pertumbuhan koloni tipis, menyebar tidak rata, bagian tepi menebal seperti tepung. Permukaan koloni sedikit kasar. Warna dasar koloni berwarna putih kecoklatan. Pertumbuhan koloni cepat, pada hari kedelapan mencapai diameter 8,2 cm.

b. Mikroskopis

Pengamatan mikroskopis menunjukkan (Gambar 14B) hifa memanjang bersekat dan hiali. Konidiofor bersekat, tidak bercabang, dan simpel. Pada ujung konidior terdapat konidia yang berkumpul seperti kepala. Konidia bersel satu, bentuk lonjong dan hialin. Barnett dan Hunter (1960) menyatakan konidia terbentuk diujung konidiofor dan berkelompok, terdiri 1 sel. Berdasarkan deskripsi secara makroskopis dan mikroskopis jamur endofit ini adalah *Cephalosporium* sp.1.



Gambar 14. Jamur *Cephalosporium* sp.1 yang diisolasi dari daun tanaman kentang. A. Biakan murni umur 8 hari pada media PDA. B. (1) Konidiofor, (2) Konidia

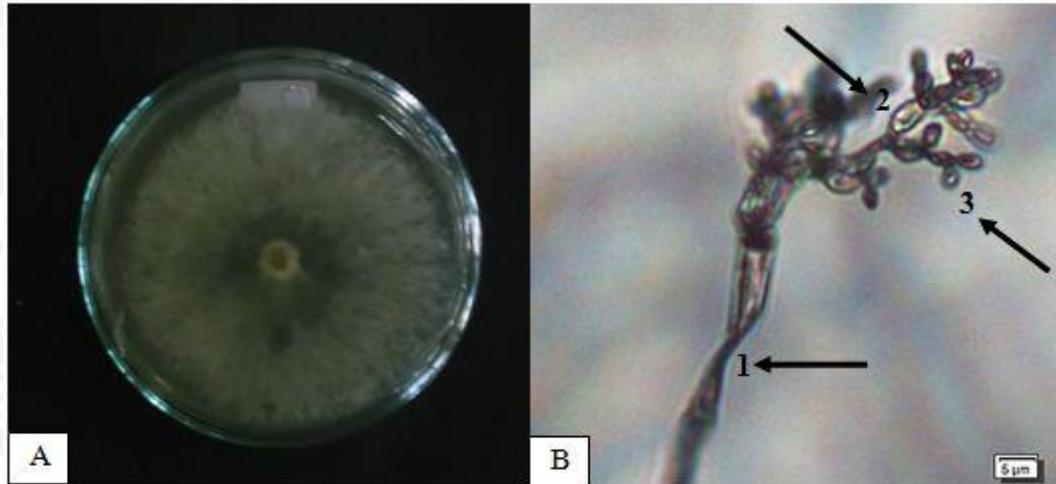
4.3.7 *Hyalodendron* sp.

a. Makroskopis

Pengamatan makroskopis (Gambar 15A) menunjukkan koloni berwarna putih. Awal pertumbuhan tipis. Pola pertumbuhan koloni tidak rata, tipis pada tengah dan bagian tepi menebal kasar. Warna dasar koloni berwarna putih. Pertumbuhan koloni cepat memenuhi cawan petri (diameter 9 cm) dalam waktu delapan hari.

b. Mikroskopis

Pengamatan mikroskopis (Gambar 15B) menunjukkan konidiofor memanjang bercabang. Terdapat fialid yang hialin dan diujungnya ada konidia. Konidia berbentuk membulat, hialin, tumbuh diujung fialid. Konidia bercabang lagi. Barnett dan Hunter (1960) menyatakan bahwa miselium berwarna putih. Konidiofor memanjang bervariasi, simpel maupun bercabang. Menghasilkan konidia pada ujung cabang. Pada rantai-rantai konidia akan bercabang lagi, hialin, berbentuk variasi dari bujur telur sampai membulat atau silinder. Berdasarkan deskripsi makroskopis dan mikroskopis jamur endofit ini adalah *Hyalodendron* sp.



Gambar 15. Jamur *Hyalodendron* sp. yang diisolasi dari daun tanaman kentang. A. Biakan murni umur 8 hari pada media PDA. B. (1) Konidiofor, (2) Fialid), (3) Konidia

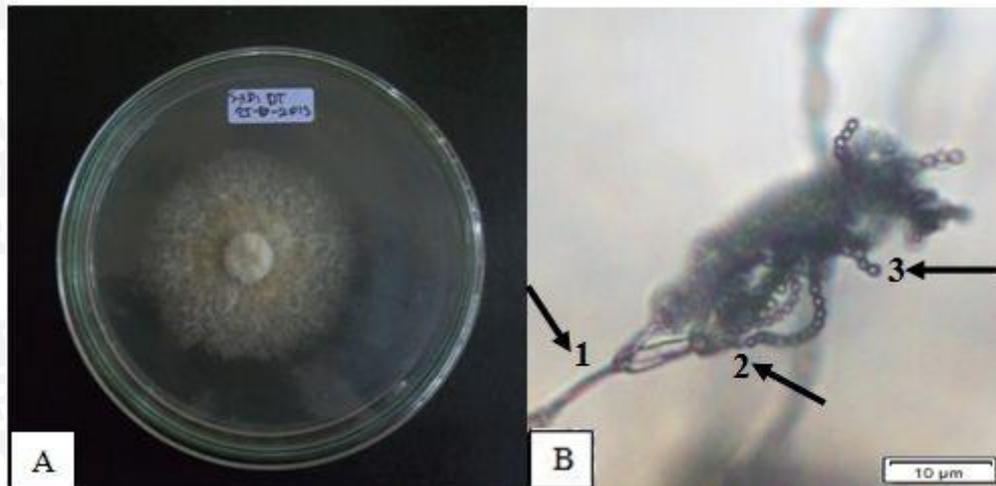
4.3.8 *Penicillium* sp.1

a. Makroskopis

Pengamatan makroskopis (Gambar 16A) menunjukkan koloni berwarna kuning kehijauan. Tekstur permukaan koloni agak kasar seperti beludru, agak tipis dan bagian tepi bergerigi berwarna putih. Warna dasar koloni berwarna putih kekuningan. Pertumbuhan koloni cepat pada hari kedelapan mencapai diameter 7,9 cm. Gandjar dkk. (1999) menyebutkan koloni tumbuh cepat mencapai diameter 4-6 cm dalam waktu tujuh hari, permukaan seperti beludru dan berwarna kuning hingga hijau kecoklatan.

b. Mikroskopis

Pengamatan mikroskopis (Gambar 16B) menunjukkan hifa memanjang. Konidiofor tunggal, tegak dan diujung terdapat fialid-fialid. Konidia berantai diujung fialid, bersel 1, bulat dan hialin. Barnett dan Hunter (1960) menyatakan konidiofor tunggal atau bercabang diujung terdapat beberapa fialid, konidia hialin atau cerah, 1 sel, berantai. Berdasarkan deskripsi makroskopis dan mikroskopis jamur endofit ini adalah *Penicillium* sp.2.



Gambar 16. Jamur *Penicillium* sp.1 yang diisolasi dari daun tanaman kentang. A. Biakan murni umur 8 hari. B. (1) Konidiofor, (2) Fialid, (3) konidia

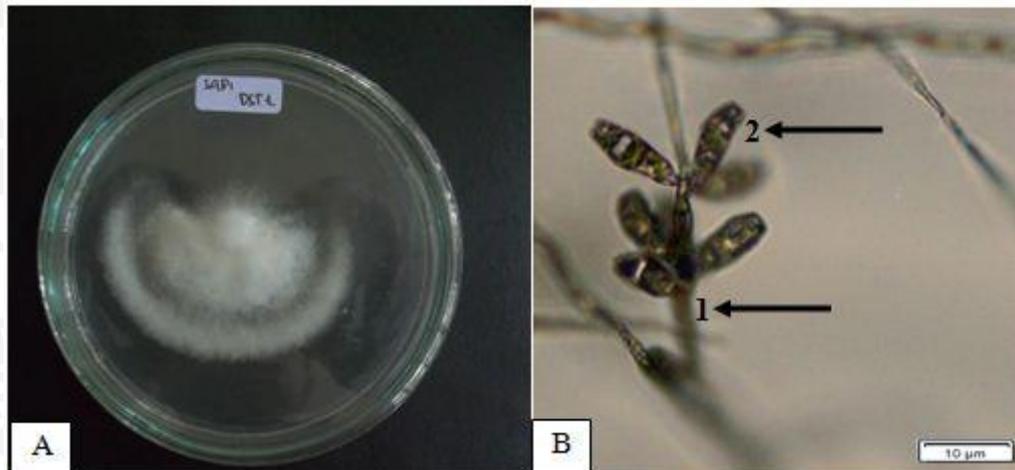
4.3.9 *Curvularia* sp.

a. Makroskopis

Pengamatan makroskopis (Gambar 17A) menunjukkan koloni berwarna putih seperti kapas. Awal pertumbuhan koloni menebal dan halus, menyebar konsentris tidak sempurna. Warna dasar koloni berwarna putih kecoklatan. Pertumbuhan koloni cepat pada hari kedelapan mencapai 7,2 cm.

b. mikroskopis

Pengamatan mikroskopis (Gambar 17B) menunjukkan konidiofor berwarna coklat, lurus dan terdapat beberapa konidia. Konidia berwarna coklat bersepta 4, di septa ketiga agak mengembung dan membengkok, di septa ujung berwarna lebih terang. Barnett dan Hunter (1960) menyatakan konidiofor berwarna coklat, sederhana. Konidia bersepta 3-5 sel dan membengkok pada sel ketiga. Berdasarkan deskripsi makroskopis dan mikroskopi jamur endofit ini adalah *Curvularia* sp.



Gambar 17. Jamur *Curvularia* sp. diisolasi dari daun tanaman kentang. A. Biakan murni umur 8 hari pada media PDA. B. (1) Konidiofor, (2) Konidia

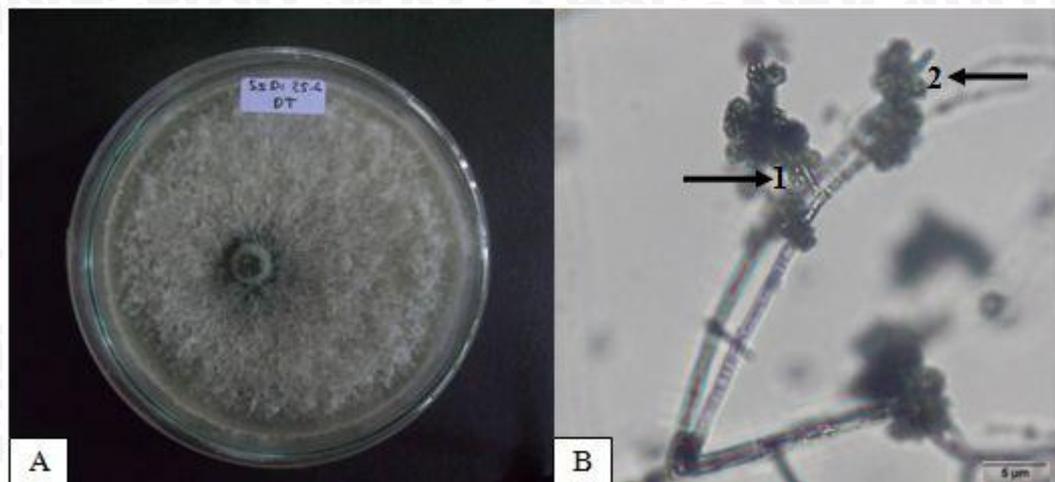
4.3.10 *Botrytis* sp.1

a. Makroskopis

Pengamatan makroskopis (Gambar 18A) menunjukkan koloni berwarna putih. Awal koloni tumbuh menyebar halus, beberapa hari melebat, dan berserabut tidak rata. Warna dasar koloni berwarna putih transparan. Pertumbuhan koloni sangat cepat pada hari 6 sudah memenuhi cawan petri diamete 9 cm.

b. Mikroskopis

Pengamatan mikroskopis (Gambar 18B) menunjukkan hifa hialin tidak bersekat dan bercabang. Konidiofor hialin, tegak, panjang dan tidak bersekat. Konidia bulat seperti telur bergerombul. Barnett dan Hunter (1960) menyatakan konidiofor panjang, ramping, tegak lurus, hialin atau berwarna abu-abu terdiri dari satu sel bujur telur. Berdasarkan pengamatan makroskopis dan mikroskopis jamur endofit ini adalah *Botrytis* sp.1.



Gambar 18. Jamur *Botrytis* sp.1 diisolasi dari daun tanaman kentang. A. Biakan murni umur 6 hari pada media PDA . B. (1) Konidiofor, (2) Konidia

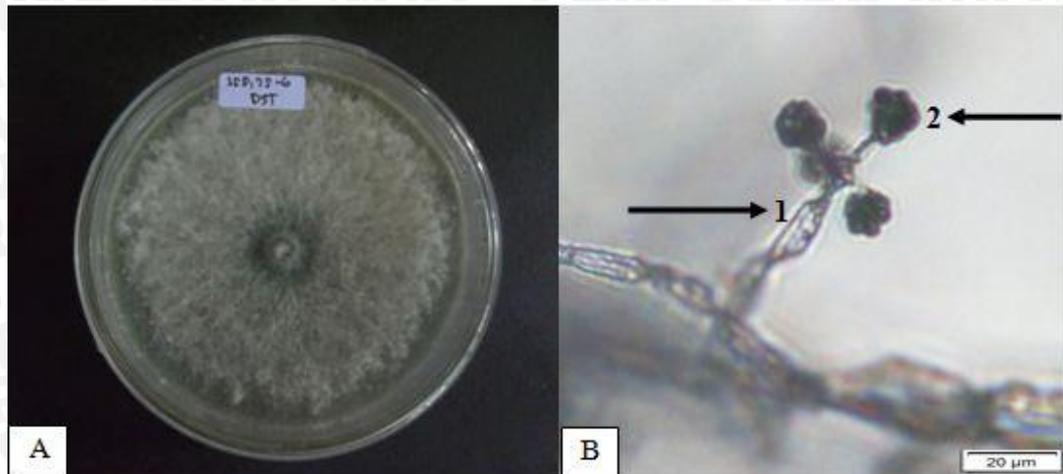
4.3.11 *Botrytis* sp.2

a. Makroskopis

Pengamatan makroskopis (Gambar 19A) menunjukkan koloni berwarna putih kehijauan. Pada hari kedua koloni tumbuh tipis menyebar, setelah hari keempat dan seterusnya koloni menyebar tipis, kasar seperti serabut. Koloni yang awalnya putih transparan menjadi kehijauan pada tengah koloni dan tepi koloni. Warna dasar koloni berwarna putih kehijauan. Pertumbuhan koloni sangat cepat pada hari ke 5 sudah memenuhi cawan petri diameter 9 cm.

b. Mikroskopis

Pengamatan mikroskopis (Gambar 19B) menunjukkan bahwa hifa hialin dan bercabang. Konidiofor hialin, tidak bersekat, dan beranting. Pada bagian apikal membentuk sekelompok konidia. Konidia berwarna gelap dan berbentuk bulat atau seperti telur. Menurut Gandjar dkk. (1999) pada media OA dan PDA di daerah tropis miselia mampu memenuhi cawan petri dalam waktu enam hari, koloni awal berwarna hialin hingga putih. Konidiofor muncul tidak teratur, pada bagian apikal terdapat percabangan. Konidia berbentuk obovoid.. Berdasarkan deskripsi makroskopis dan mikroskopis jamur endofit ini adalah *Botrytis* sp.2.



Gambar 19. Jamur *Botrytis* sp.2 yang diisolasi pada daun tanaman kentang. A. Biakan murni umur 5 hari pada media PDA. B. (1) Konidiofor, (2) Konidia

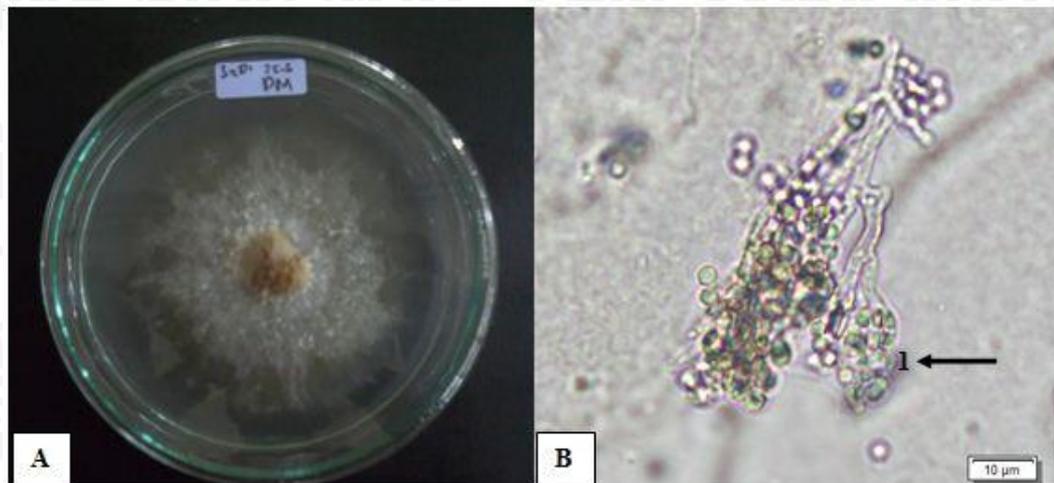
4.3.12 Jamur Tidak Teridentifikasi 1 (S2D1 DM)

a. Makroskopis

Pengamatan makroskopis (Gambar 20A) menunjukkan koloni berwarna putih kecoklatan. Koloni awal berwarna putih, kemudian berubah menjadi coklat pada tengah koloni dan tepi berwarna putih kecoklatan. Pertumbuhan awal menggunung dan menyebar tipis, kasar dan pada tepi bergerigi. Warna dasar koloni berwarna coklat muda. Pertumbuhan koloni sangat cepat pada hari kedelapan sudah memenuhi cawan petri diameter 9cm.

b. Mikroskopis

Pengamatan mikroskopis (Gambar 20B) menunjukkan bahwa konidia hialin, berbentuk bulat dan bergerombol. Hifa panjang bercabang, tidak bersekat, ramping dan hialin.



Gambar 20. Jamur tidak teridentifikasi 1 (S2D1 DM) yang diisolasi dari daun tanaman kentang. A. Biakan murni umur 8 hari pada media PDA. B. (1) Konidia

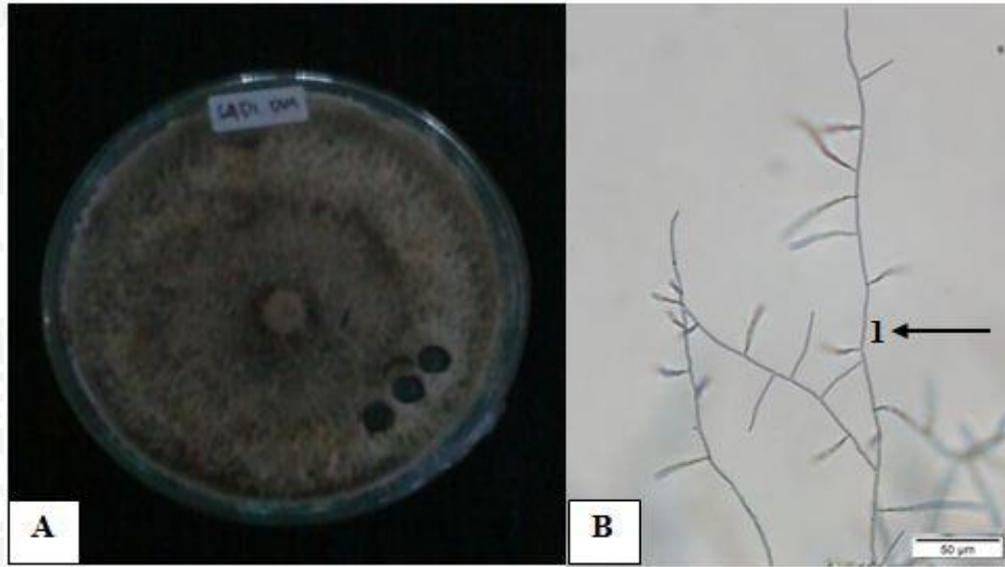
4.3.13 Jamur Tidak Teridentifikasi 2 (S4D1 DM)

a. Makroskopis

Pengamatan makroskopis (Gambar 21A) menunjukkan koloni berwarna coklat. Awal pertumbuhan koloni berwarna putih kemudian bertambah hari berwarna coklat. Permukaan koloni bertekstur kasar, tebal, seperti serabut dan bagian tepi menebal bergerigi. Warna dasar koloni berwarna coklat. Pertumbuhan koloni sangat cepat pada hari kedelapan sudah memenuhi cawan petri 9 cm.

b. Mikroskopis

Pengamatan mikroskopis (Gambar 21B) menunjukkan hifa ramping, panjang, bercabang dan hialin. Pada mikroskop yang muncul hanya hifa-hifa sampai pengulangan empat kali.



Gambar 21. Jamur tidak teridentifikasi 2 diisolasi dari daun tanaman kentang. A. Biakan murni umur 8 hari pada media PDA. B. (Hifa)

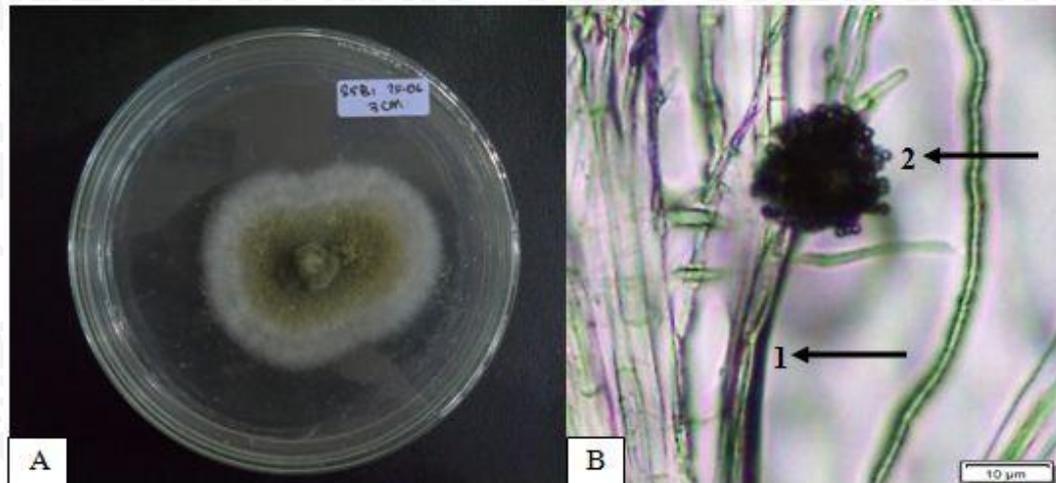
4.3.14 *Aspergillus* sp.5

a. Makroskopis

Pengamatan makroskopis (Gambar 22A) menunjukkan koloni berwarna hijau kekuningan dan bagian tepi berwarna putih kapas. Awal pertumbuhan koloni menggunung berwarna putih kemudian menyebar agak tebal dan bagian tengah koloni warna berubah menjadi hijau kekuningan. Pada bagian tengah permukaan kasar seperti butiran pasir dan bagian tepi halus seperti kapas. Warna dasar koloni berwarna putih kekuningan. Pertumbuhan koloni agak cepat mencapai diameter 6,5 cm.

b. Mikroskopis

Pengamatan mikroskopis (Gambar 22B) menunjukkan bahwa konidiofor tegak, tidak bercabang, hialin dan diujung terdapat kumpulan konidia. Konidia bulat, hialin dan mengumpul berwarna gelap atau hitam. Gandjar dkk. (1999) menyebutkan koloni berwarna hijau kekuningan karena lebatnya konidiofor yang terbentuk, konidiofor berwarna hialin dan konidia berbentuk semi bulat sampai bulat. Berdasarkan deskripsi makroskopis dan mikroskopis jamur endofit ini adalah *Aspergillus* sp.5.



Gambar 22. Jamur *Aspergillus* sp.5 yang diisolasi dari batang tanaman kentang. A. Biakan murni umur 8 hari pada media PDA. B. (1) Konidiofor, (2) Konidia

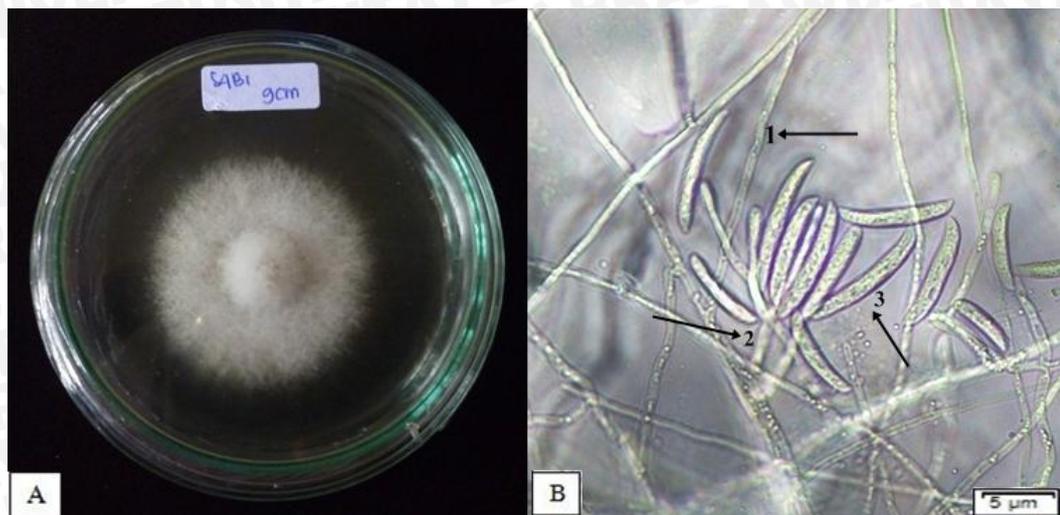
4.3.15 *Fusarium* sp.2

a. Makroskopis

Pengamatan makroskopis (Gambar 23A) menunjukkan koloni berwarna putih kapas. Pada awal pertumbuhan koloni menggumpal kemudian menyebar agak tebal, agak kasar dan tumbuh rata. Warna dasar koloni berwarna putih kekuningan. Pertumbuhan koloni agak cepat mencapai 5,6 dalam delapan hari. Barnett dan Hunter (1960) menyatakan miselium *Fusarium* sp. seperti kapas pada biakan media, bagian dasar berwarna merah muda, ungu atau kuning.

b. Mikroskopis

Pengamatan secara mikroskopis (Gambar 23B) menunjukkan hifa panjang, hialin dan bersekat. Konidiofor pendek, tidak bercabang dan hialin. Makrokonidia hialin berbentuk melengkung seperti bulan sabit atau perahu kano. Gandjar dkk. (1999) menyebutkan makrokonidia berbentuk sabit, langsing dan runcing pada kedua ujungnya. Berdasarkan deskripsi makroskopis dan mikroskopis jamur endofit ini adalah *Fusarium* sp.2



Gambar 23. Jamur *Fusarium* sp.2 yang diisolasi dari batang tanaman kentang. A. Biakan murni umur 8 hari pada media PDA. B. (1) Hifa, (2) Konidiofor, (3) Makrokonidia

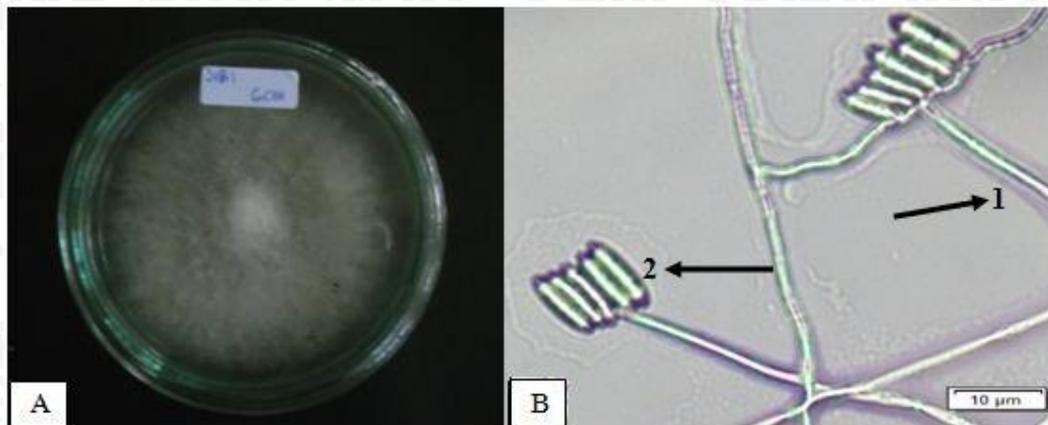
4.3.16 *Colletotrichum* sp.

a. Makroskopis

Pengamatan makroskopis (Gambar 24A) menunjukkan koloni berwarna putih kapas. Permukaan koloni tipis sampai ke tepi, halus dan rata. Warna dasar koloni berwarna putih. Pertumbuhan koloni cepat pada hari ketujuh sudah memenuhi cawan petri diameter 6 cm.

b. Mikroskopis

Pengamatan mikroskopis menunjukkan (Gambar 24B) hifa hialin, panjang dan bercabang. Konidiofor panjang, hialin, bersekat, tunggal, tidak bercabang dan bersekat. Konidia hialin, berbentuk oval seperti bantal dengan ujung tumpul. Barnett dan Hunter (1960) menyatakan konidia berbentuk seperti bantal dengan ujung tumpul, konidiofor sederhana memanjang, konidia hialin terdiri 1 sel. Berdasarkan deskripsi makroskopis dan mikroskopis jamur endofit ini adalah *Colletotrichum* sp.



Gambar 24. Jamur *Colletotrichum* sp. yang diisolasi dari batang tanaman kentang. A. Biakan murni umur 7 hari pada media PDA. B. (1) Konidiofor, (2) Konidia

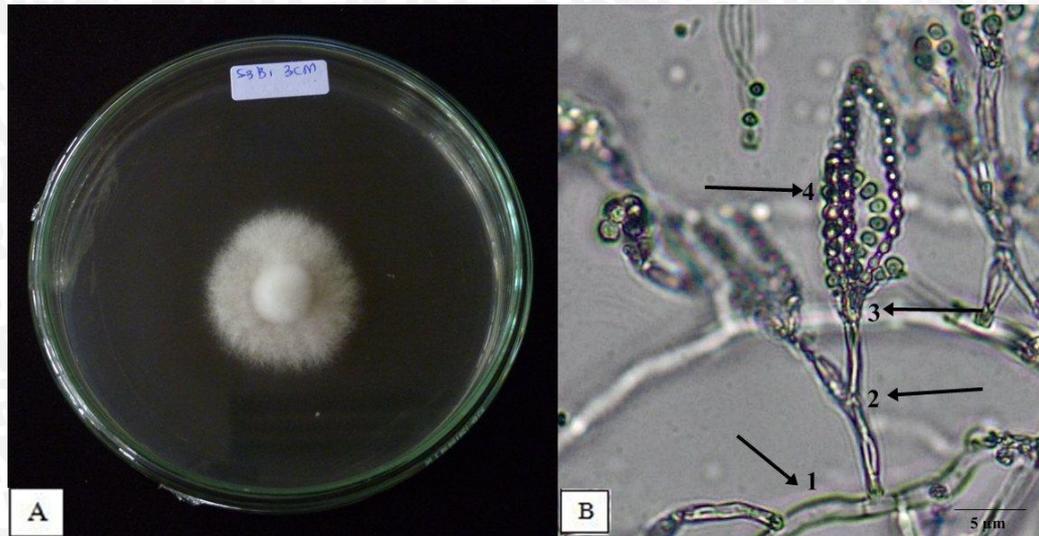
4.3.17 *Penicillium* sp.2

a. Makroskopis

Pengamatan makroskopis menunjukkan (Gambar 25A) koloni berwarna putih kapas. Pada awal koloni tumbuh menggunung dan kemudian menyebar rata. Permukaan agak kasar seperti serabut. Warna dasar koloni berwarna putih kekuningan. Pertumbuhan koloni agak lambat mencapai 4,7 cm dalam cawan petri diameter 9 cm. Gandjar dkk. (1999) menyebutkan koloni tampak seperti beludru dan tepi koloni rata, miselia berwarna putih atau kuning cerah, atau merah muda karena hifa yang terjalin didalamnya.

b. Mikroskopis

Pengamatan mikroskopis menunjukkan (Gambar 25B) hifa panjang, hialin dan tidak bersekat. Konidiofor tegak, bercabang, tidak bersekat, hialin dan diujung terdapat 3 fialid. Konidia berantai pada ujung fialid, hialin dan cerah, bulat. Barnett dan Hunter (1960) menyatakan bahwa jamur *Penicillium* sp. memiliki konidiofor tunggal atau bercabang, konidia berantai, hialin atau terang, bulat dan bersel 1 terbentuk dari fialid. Berdasarkan deskripsi makroskopis dan mikroskopis jamur endofit ini adalah *Penicillium* sp.2.



Gambar 25. Jamur *Penicillium* sp.2 diisolasi dari batang tanaman kentang. A. Biakan murni umur 8 hari pada media PDA. B. (1) Hifa, (2) Konidiofor, (3) Fialid, (4) Konidia

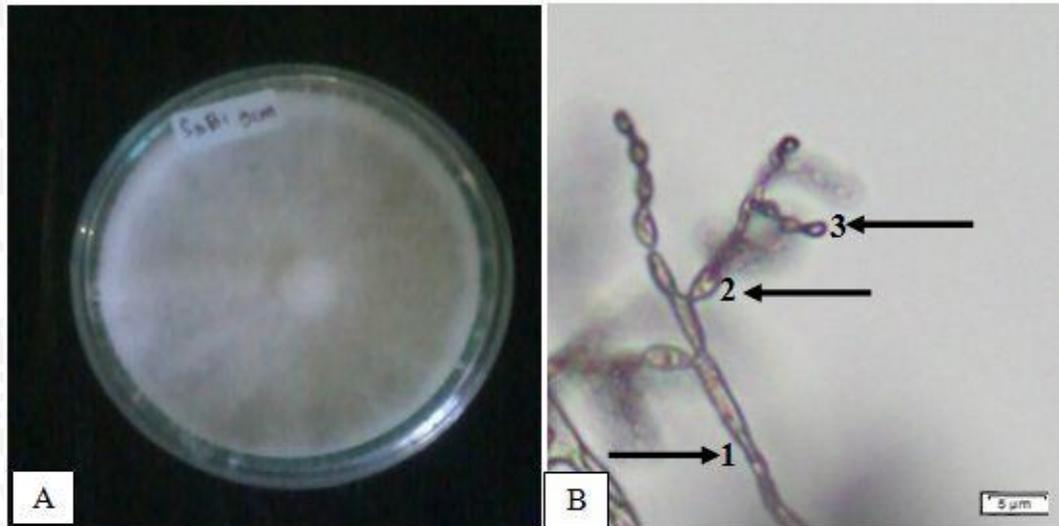
4.3.18 *Paecilomyces* sp.

a. Makroskopis

Pengamatan makroskopis (Gambar 26A) menunjukkan koloni putih seperti kapas. Pertumbuhan koloni berawal menggunung dan menyebar rata agak tebal berwarna putih. Permukaan halus, bagian tengah menggunung. Warna dasar koloni berwarna putih kecoklatan. Pertumbuhan sangat cepat memenuhi cawan petri diameter 6cm dalam waktu 5 hari.

b. Mikroskopis

Pengamatan mikroskopis (Gambar 26B) menunjukkan konidiofor hialin, bersekat dan terdapat fialid-fialid. Fialid lonjong atau silinder seperti botol. Konidia tumbuh difialid, berantai dan hialin. Barnett dan Hunter (1960) menyebutkan sebagian besar konidiofor muncul dari hifa arrial, fialid yang muncul dari konidiofor bisa langsung dari miselium. Fialit berbentuk tabung, konidia berantai atau bujur telur dan hialin. Berdasarkan deskripsi makroskopis dan mikroskopis jamur endofit ini adalah *Paecilomyces* sp.



Gambar 26. Jamur *Paecilomyces* sp. yang diisolasi dari batang tanaman kentang. A. Biakan murni umur 5 hari pada media PDA. B. (1) Konidiofor, (2) Fialid, (1) Konidia

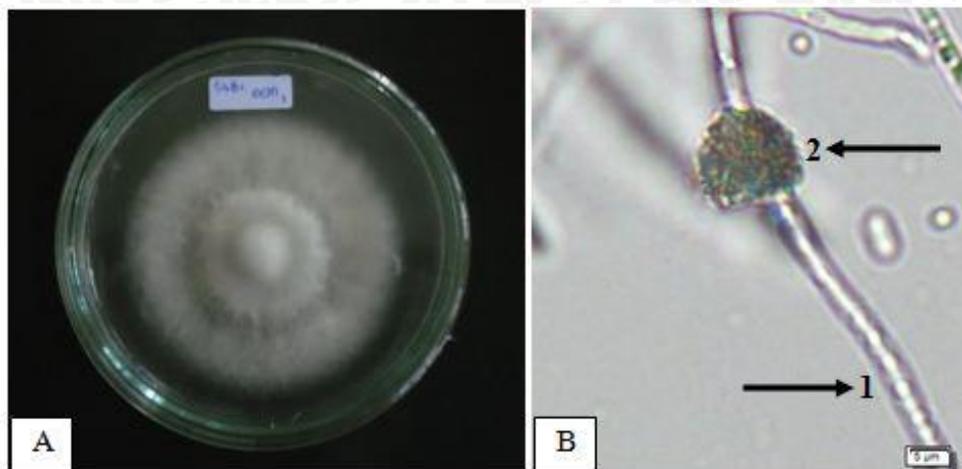
4.3.19 *Cunninghamella* sp.

a. Makroskopis

Pengamatan makroskopis menunjukkan (Gambar 27A) koloni berwarna putih. Awal pertumbuhan menggunung, menyebar luas secara rata. Permukaan koloni halus, rapat sampai ketepi koloni. Pola pertumbuhan koloni konsentris teratur, bagian tengah menggunung, menyebar tebal dan membentuk lingkaran kembali agak tebal seperti tingkatan. Warna dasar koloni berwarna putih. Pertumbuhan koloni sangat cepat mencapai 7,9 cm dalam waktu delapan hari pada cawan petri diameter 9 cm.

b. Mikroskopis

Pengamatan mikroskopis menunjukkan (Gambar 27B) bahwa hifa tidak bersekat dan hialin. Konidiofor tegak, tidak bersekat dan bagian ujung menuju konidia agak membesar. Konidia agak bulat berada pada ujung konidiofor. Barnett dan Hunter (1960) menyatakan miselium *Cunninghamella* sp. berwarna putih, pertumbuhan luas pada media, tidak bersekat, konidiofor tunggal atau bercabang dengan meluas ke bagian konidia, konidia hialin 1 sel dan mendekati seperti bola. Berdasarkan deskripsi makroskopis dan mikroskopis jamur endofit ini adalah *Cunninghamella* sp. .



Gambar 27. Jamur *Cunninghamella* sp. yang diisolasi dari batang tanaman kentang. A. Biakan murni umur 8 hari pada media PDA. B. (1) Konidiofor, (2) Konidia

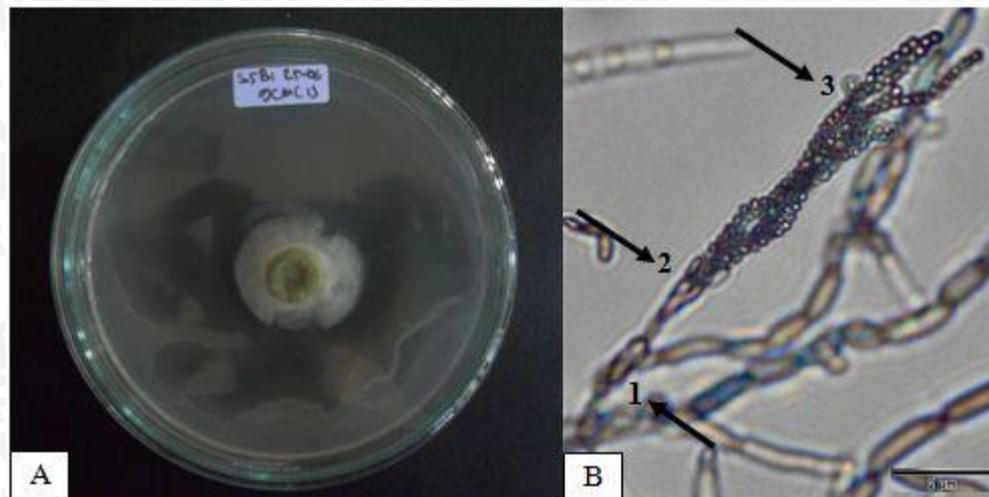
4.3.20 *Penicillium* sp.3

a. Makroskopis

Pengamatan makroskopis (Gambar 28A) menunjukkan koloni berwarna hijau muda dan bagian tepi berwarna putih. Pertumbuhan koloni berawal menggunung berwarna putih dan berubah menjadi hijau, menyebar tipis ke tepi. Bagian tengah koloni seperti beludru dan kasar. Warna dasar koloni berwarna kuning pekat. Pertumbuhan koloni lambat mencapai 3,1 cm dalam waktu delapan hari pada diameter 9 cm. Menurut Gandjar dkk. (1999) koloni berwarna hijau kekuningan dan semakin tua akan berubah menjadi semakin gelap.

b. Mikroskopis

Pengamatan mikroskopis (Gambar 28B) menunjukkan hifa bersekat dan bercabang. Konidiofor tegak lurus, tidak bersekat dan dibagian ujung terdapat 3 fialid. Fialid berbentuk lonjong dan terdapat konidia disetiap fialid. Konidia berantai, hialin, dan bulat seperti bujur telur. Gandjar dkk. (1999) menyebutkan konidia *Penicillium* sp. berbentuk bulat, hialin atau hijau redup yang berantai terbentuk diatas fialid. Berdasarkan deskripsi secara makroskopis dan mikroskopis jamur endofit ini adalah *Penicillium* sp.3.



Gambar 28. Jamur *Penicillium* sp.3 yang diisolasi dari batang tanaman kentang. A. Biakan murni umur 8 hari pada media PDA. B. (1) Konidiofor, (2) Fialid, (3) Konidia

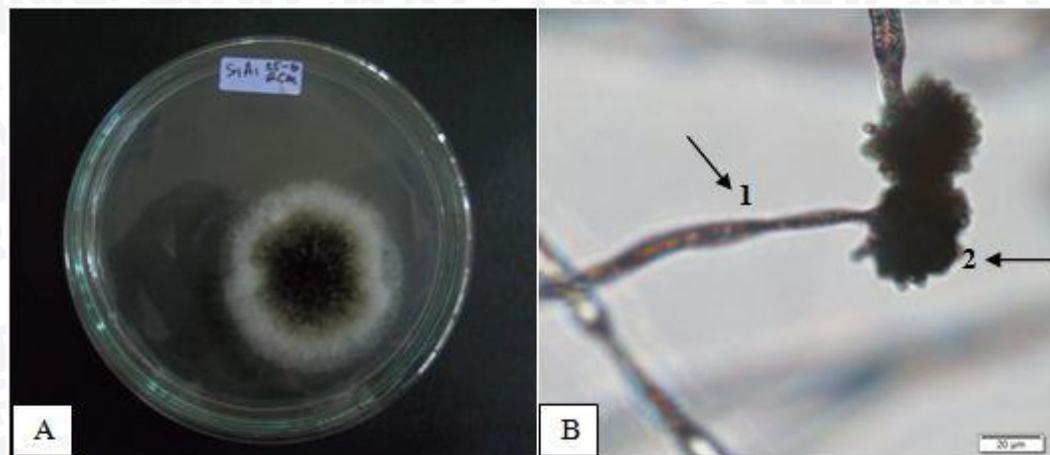
4.3.21 *Aspergillus* sp.6

a. Makroskopis

Pengamatan makroskopis (Gambar 29A) menunjukkan koloni berwarna hitam di bagian tengah dan tepi berwarna putih. Awal pertumbuhan koloni berwarna putih, dan berubah menjadi hitam dibagian tengah. Pola pertumbuhan rata dan menyebar. Permukaan koloni seperti butiran pasir, agak tebal dan kasar. Warna dasar koloni berwarna kuning. Pertumbuhan koloni agak cepat mencapai 4,9 cm dalam waktu delapan hari pada cawan petri diameter 9 cm.

b. Mikroskopis

Pengamatan mikroskopis menunjukkan (Gambar 29B) bahwa konidiofor tegak, tidak bercabang atau tunggal. Konidia berada diujung konidiofor yang berbentuk bulat, hialin, bergerombol berwarna gelap. Barnett dan Hunter (1960) menyatakan konidiofor sederhana, tegak lurus, konidia terdiri 1 sel, biasanya hialin dan bergerombol berwarna gelap. Berdasarkan deskripsi secara makroskopis dan mikroskopis jamur endofit ini adalah *Aspergillus* sp.6.



Gambar 29. Jamur *Aspergillus* sp.6 yang diisolasi dari akar tanaman kentang. A. Biakan murni umur 8 hari pada media PDA. B. (1) Konidiofor, (2) Konidia

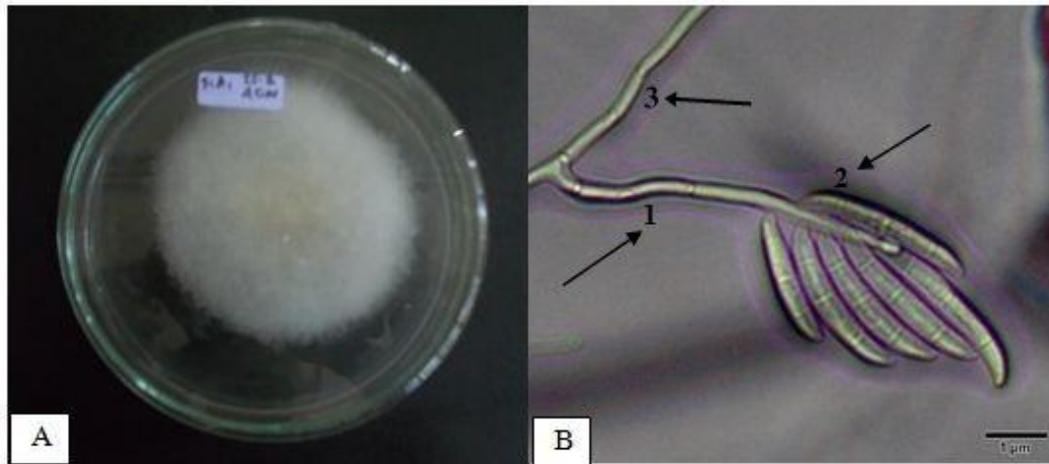
4.3.22 *Fusarium* sp.3

a. Makroskopis

Pengamatan makroskopis (Gambar 30A) menunjukkan koloni berwarna putih seperti kapas. Pertumbuhan koloni menggunung dan tumbuh teratur sampai ke tepi. Permukaan koloni rapat dan tebal seperti kapas. Warna dasar koloni bagian tengah berwarna merah muda dan tepi berwarna putih. Pertumbuhan koloni cepat mencapai 7 cm dalam delapan hari pada cawan petri 9 cm.

b. Mikroskopis

Pengamatan mikroskopis (Gambar 30B) menunjukkan hifa memanjang, hialin, bercabang dan bersekat. Konidiofor ramping, tegak, bersekat dan hialin. Makrokonidia hialin, bersekat 3 atau lebih, melengkung pada kedua ujung lancip seperti bulan sabit. Barnett dan Hunter (1960) menyatakan miselium *Fusarium* sp. seperti kapas pada media biakan, warna dasar koloni berwarna merah muda, ungu atau kuning. Konidiofor bervariasi bebrbentuk ramping, sederhana atau menggebung, pendek, tunggal atau bercabang. Makrokonidia terdiri dari beberapa sel sedikit melengkung, membengkok pada bagian ujung dengan kata lain bebrbentuk seperti perahu kano, berwarna hialin. Berdasarkan deskripsi makroskopis dan mikroskopis jamur endofit ini adalah *Fusarium* sp.3.



Gambar 30. Jamur *Fusarium* sp.3 yang diisolasi dari akar tanaman kentang. A. Biakan murni umur 8 hari pada media PDA. B. (1) Konidiofor, (2) Makrokonidia, (3) Hifa

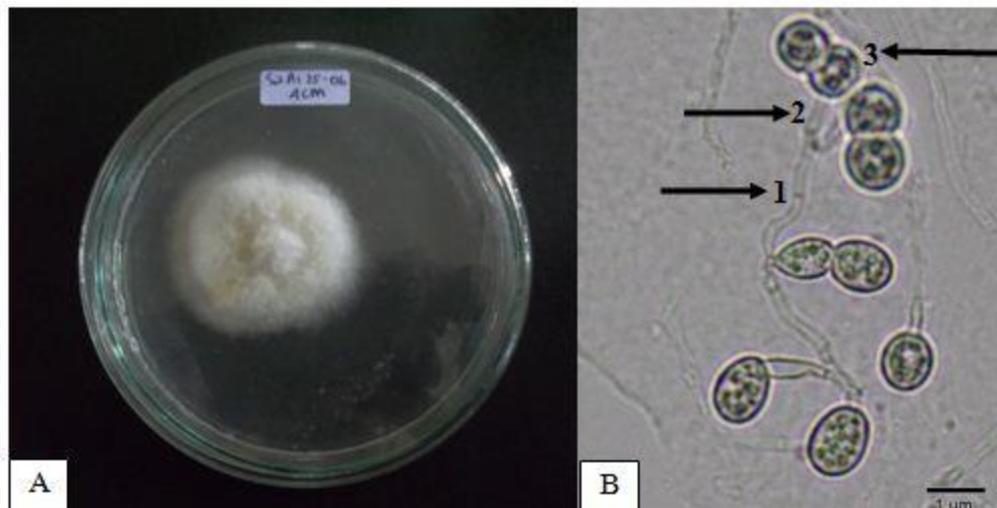
4.3.23 *Monascus* sp.1

a. Makroskopis

Pengamatan makroskopis menunjukkan (Gambar 31A) koloni berwarna abu-abu kecoklatan. Pertumbuhan koloni menggunung seperti kapas, tebal dan agak kasar. Pola pertumbuhan menyebar dan tidak konsentris. Warna dasar koloni berwarna coklat kemerahan. Pertumbuhan koloni agak cepat mencapai 5,7 cm pada cawan petri diameter 9 cm.

b. Mikroskopis

Pengamatan mikroskopis (Gambar 31B) menunjukkan hifa bersekat, hialin dan bercabang. Konidiofor bersekat, hialin dan pendek. Konidia elips dan bulat, hialin dan tunggal atau dua . Gandjar dkk. (1999) menyebutkan miselia ditengah koloni berwarna coklat keabu-abuan dan warna dasar koloni berwarna coklat kemerahan, askospora hialin, berbentuk oval hingga elips, dinding berwarna hialin dan halus. Berdasarkan deskripsi makroskopis dan mikroskopis jamur endofit ini adalah *Monascus* sp.1.



Gambar 31. Jamur *Monascus* sp.1 yang diisolasi pada akar tanaman kentang. A. Biakan murni umur 8 hari pada media PDA. B. (1) Hifa, (2) Konidiofor, (3) Konidia

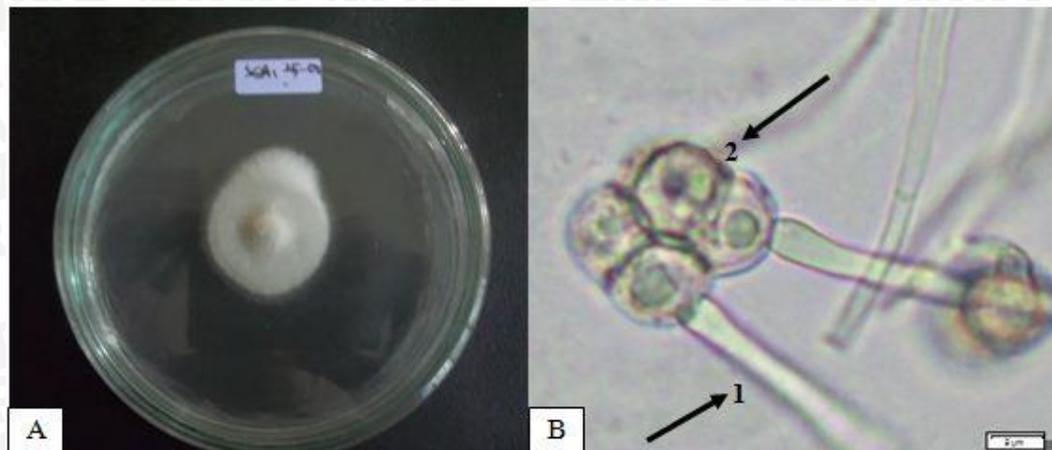
4.3.24 *Monascus* sp.2

a. Makroskopis

Pengamatan makroskopis (Gambar 32A) menunjukkan koloni berwarna putih keabu-abuan. Permukaan koloni halus, rapat dan agak tebal. Pola pertumbuhan koloni menyebar rata. Warna dasar koloni berwarna kuning kemerahan. Pertumbuhan koloni agak cepat mencapai 4,2 cm dalam waktu delapan hari pada cawan petri diameter 9 cm.

b. Mikroskopis

Pengamatan mikroskopis (Gambar 32B) menunjukkan konidiofor hialin, agak besar dan di ujung terdapat konidia. Konidia hialin, tidak bersekat dan oval. Gandjar dkk. (1999) menyebutkan jamur *Monascus* sp. dapat diisolasi dari perakaran, dari tanah, kentang yang matang dan ciri mikroskopis mempunyai konidia hialin, berbentuk oval hingga elips, dinding berwarna hialin dan halus. Berdasarkan deskripsi makroskopis dan mikroskopis jamur endofit ini adalah *Monascus* sp.2.



Gambar 32. Jamur *Monascus* sp.2 yang diisolasi dari akar tanaman kentang. A. Biakan murni umur 8 hari pada media PDA. B. (1) Konidiofor, (2) Konidia

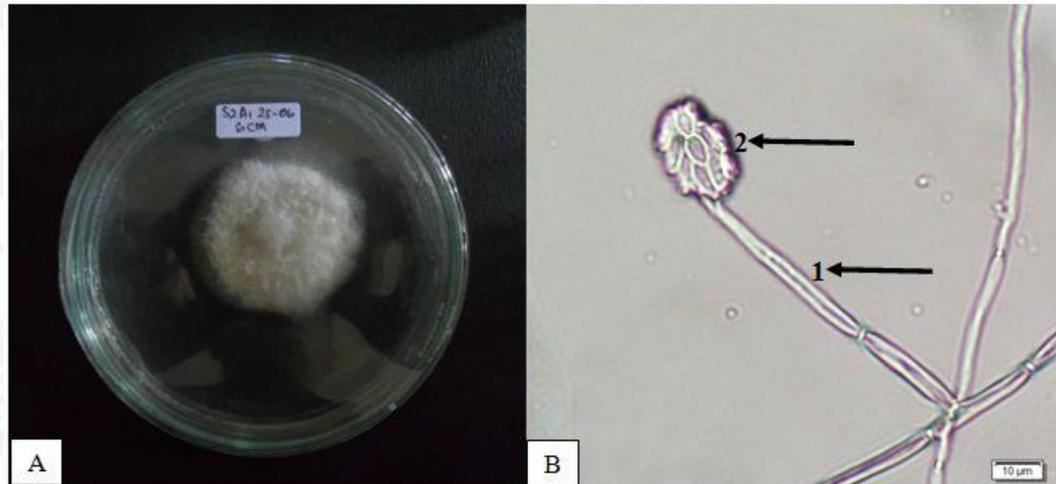
4.3.25 *Cephalosporium* sp.2

a. Makroskopis

Pengamatan makroskopis menunjukkan (Gambar 33A) koloni berwarna putih kekuningan. Awal pertumbuhan koloni menggunung, menyebar ketepi dan tidak konsentris. Permukaan koloni tebal, kasar seperti serabut sampai ke tepi. Warna dasar koloni berwarna putih kecoklatan. Pertumbuhan koloni agak cepat mencapai 4,3 cm dalam waktu delapan hari pada cawan petri 9 cm.

b. Mikroskopis

Pengamatan mikroskopis (Gambar 33B) menunjukkan bahwa hifa bersekat dan panjang. Konidiofor hialin, tidak bercabang dan bersekat. Konidia di ujung konidiofor yang berkelompok, hialin dan lonjong. Barnett dan Hunter (1960) menyatakan konidiofor ramping atau membengkak sederhana, konidia hialin terdiri 1 sel dan terbentuk diujung konidiofor, konidia berkelompok. Berdasarkan deskripsi makroskopis dan mikroskopis jamur endofit ini adalah *Cephalosporium* sp.2.



Gambar 33. Jamur *Cephalosporium* sp.2 yang diisolasi dari akar tanaman kentang. A. Biakan murni umur 8 hari pada media PDA. B. (1) Konidiofor, (2) Konidia

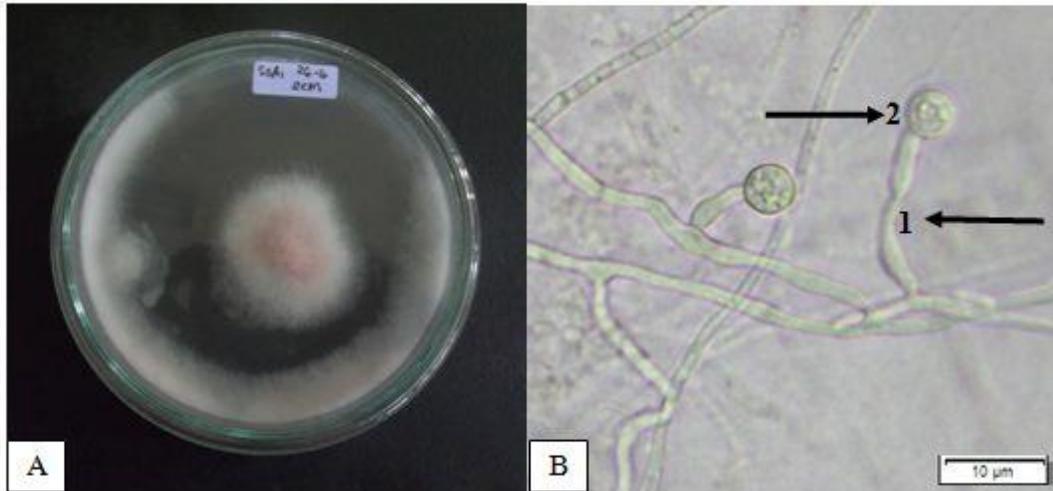
4.3.26 *Acremonium* sp.

a. Makroskopis

Pengamatan makroskopis menunjukkan (Gambar 34A) koloni berwarna putih kemerah muda. Awal pertumbuhan koloni berwarna putih dan berubah menjadi merah muda. Permukaan koloni licin, menyebar tidak rata, menggunung dan seperti kapas. Warna dasar koloni berwarna kuning kecoklatan. Pertumbuhan koloni agak cepat mencapai 5,1 cm dalam delapan hari pada cawan petri diameter 9 cm. Gandjar dkk. (1960) menyebutkan pada awal pertumbuhan koloni *Acremonium* sp. agak basah, kemudian menjadi tepung dan tampak seperti kapas yang berwarna putih hingga merah muda.

b. Mikroskopis

Pengamatan mikroskopis (Gambar 34B) menunjukkan hifa panjang, bercabang dan hialin. Konidiofor ada yang panjang dan pendek, tidak bersekat dan hialin. Di ujung konidiofor terdapat konidia. Konidia hialin dan bentuknya bulat. Barnett dan Hunter (1960) menyatakan miselium ramping, memproduksi konidia di bagian ujung, konidia hialin terdiri 1 sel, masing-masing konidiofor terdapat 1 konidia. Berdasarkan deskripsi makroskopis dan mikroskopis jamur endofit ini adalah *Acremonium* sp.



Gambar 34. Jamur *Acremonium* sp. yang diisolasi dari akar tanaman kentang. A. Biakan murni umur 8 hari pada media PDA. B. (1) Konidiofor, (2) Konidia

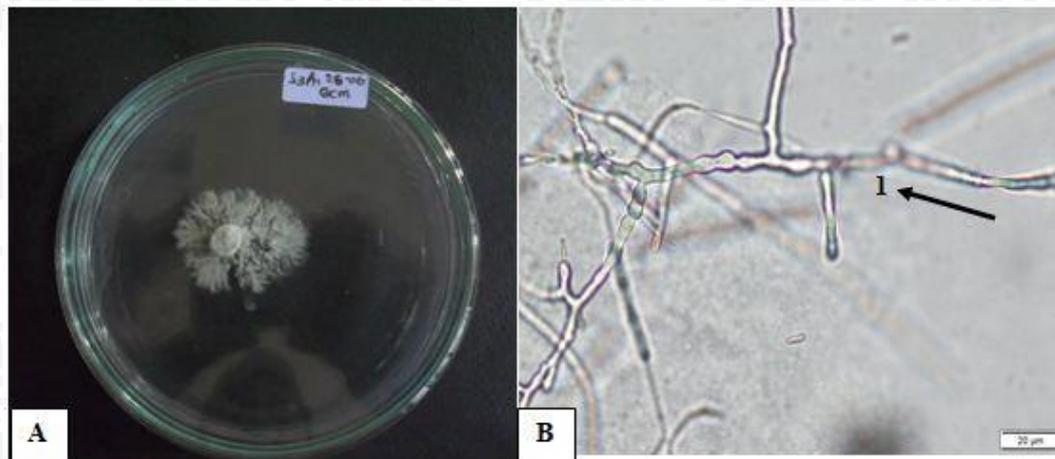
4.3.27 Jamur Tidak Teridentifikasi 3 (S3A1 6 cm)

a. Makroskopis

Pengamatan makroskopis menunjukkan (Gambar 35A) koloni berwarna putih kehijauan. Pola pertumbuhan koloni menyebar dan tidak rata. Permukaan koloni kasar, seperti rhizoid atau akar serabut. Pertumbuhan koloni agak cepat dalam waktu delapan hari mencapai 5,6 cm dalam cawan petri diameter 9 cm.

b. Mikroskopis

Pengamatan mikroskopis (Gambar 35B) menunjukkan hifa hialin, tidak bersekat dan bercabang-cabang. Pengamatan mikroskopis dilakukan sampai mengulang 4 kali tetapi yang muncul hanya hifa-hifa.



Gambar 35. Jamur tidak teridentifikasi 3 yang diisolasi dari akar tanaman kentang. A. Biakan murni umur 8 hari pada media PDA. B. (1) Hifa

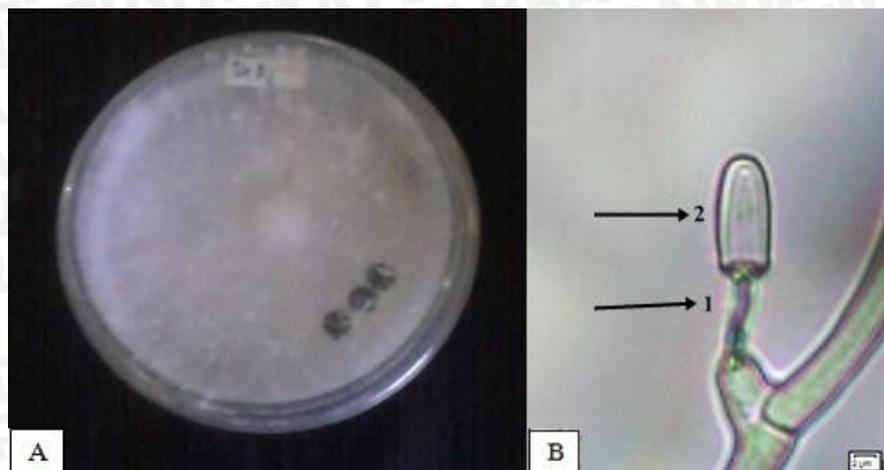
4.3.28 Jamur Tidak Teridentifikasi 4 (S4A1)

a. Makroskopis

Pengamatan makroskopis menunjukkan (Gambar 36A) koloni berwarna putih kapas. Pola pertumbuhan menyebar rata. Permukaan koloni halus seperti kapas dan menggunung. Warna dasar koloni berwarna kuning. Pertumbuhan koloni sangat cepat, dapat memenuhi cawan petri diameter 9 cm dalam 8 hari.

b. Mikroskopis

Pengamatan mikroskopis menunjukkan (Gambar 36B) bahwa hifa tidak bersekat dan bercabang. Konidiofor pendek, hialin dan ramping. Konidia hialin, bentuk lonjong dengan ujung di konidiofor tumpul dan ujung atas oval.



Gambar 36. Jamur tidak teridentifikasi 4 yang diisolasi dari akar tanaman kentang. A. Biakan murni umur 8 hari pada media PDA. B. (1) Konidiofor, (2) Konidia

4.4 Hasil Uji Antagonis Jamur Endofit terhadap *Phytophthora infestans* (Mont.) de Barry

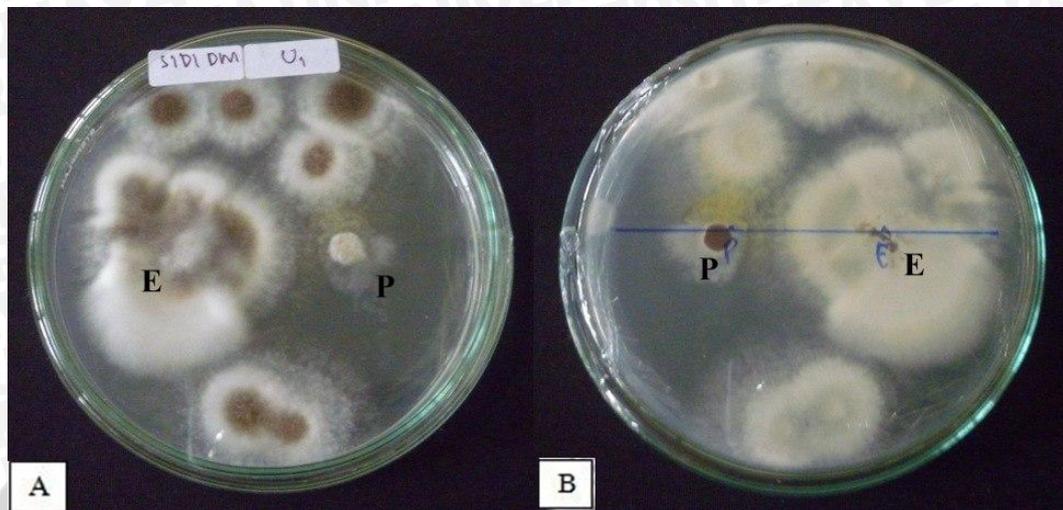
Uji antagonis jamur endofit terhadap *P. infestans* dilakukan dengan metode oposisi langsung dalam media PDA yang menggunakan cawan petri 9 cm secara *In vitro*. Pengamatan daya hambat jamur endofit dilakukan sejak 1 hari setelah inokulasi (hsi) sampai 7 hsi. Perlakuan uji antagonis sebanyak 28 perlakuan sesuai dengan jamur endofit yang ditemukan diulang 3 kali ulangan, bertujuan untuk memastikan potensi daya hambat jamur endofit terhadap *P. infestans*.

4.4.1 Hasil Uji Antagonis Jamur *Aspergillus* sp. terhadap *Phytophthora infestans*

1. *Aspergillus* sp.1

Pada uji antagonis *Aspergillus* sp.1 terhadap *P. infestans* di media PDA, koloni *P. infestans* pada 1 hsi belum menunjukkan pertumbuhan berbeda dengan *Aspergillus* sp.1 yang mulai tumbuh. Pada hari ke-3 hsi pertumbuhan koloni *Aspergillus* sp.1 lebih cepat daripada *P. infestans*. Pola pertumbuhan koloni *Aspergillus* sp.1 menyebar pada media sehingga pada hari ke-4 hsi koloni mulai besinggungan dengan koloni *P. infestans*. Pertumbuhan koloni *P. infestans*

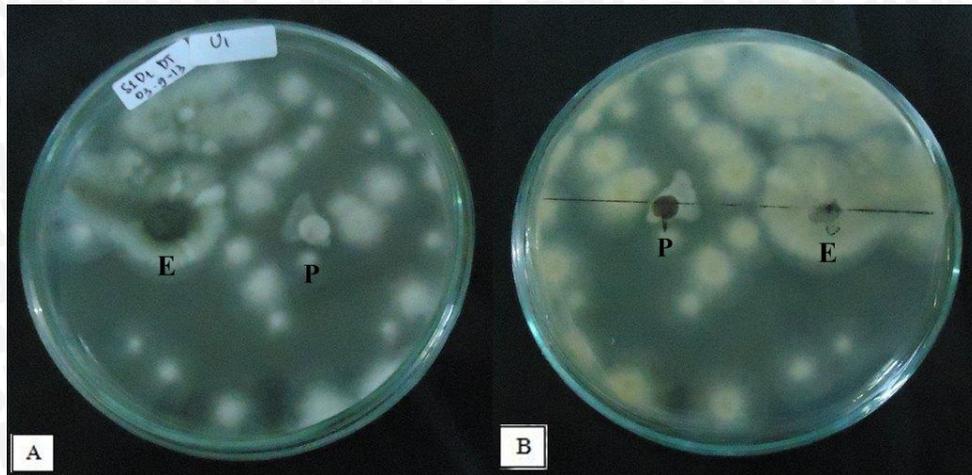
terhenti pada hari ke-6 hsi dan pada 7 hsi *Apergillus* sp.1 hampir memenuhi cawan petri.



Gambar 37. Hasil uji antagonis jamur *Aspergillus* sp.1 (E) terhadap *P. infestans* (P). A. Tampak dari atas. B. Tampak dari bawah.

2. *Aspergillus* sp.2

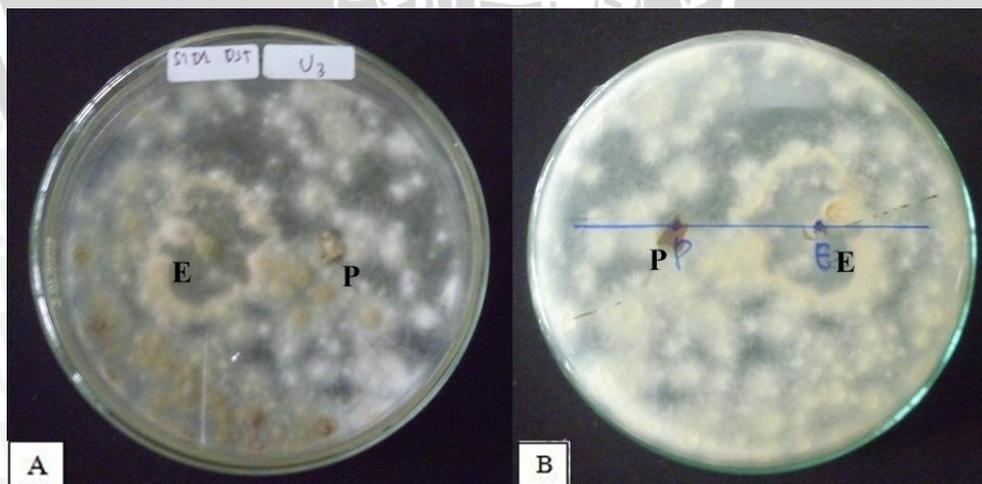
Pada uji antagonis jamur *Aspergillus* sp.2 dengan *P. infestans* di media PDA, koloni *P. infestans* di 1 hsi belum tumbuh. Pada 2 hsi pertumbuhan koloni *Aspergillus* sp.2 sangat cepat dan pola pertumbuhannya menyebar dengan membentuk spot-spot. Spot-spot tersebut mulai bersinggungan dengan *P. infestans* kemudian meluas hingga pada 3 hsi permukaan media di cawan petri dipenuhi dan pertumbuhan koloni *P. infestans* baik R1 dan R2 terhenti. Pada 4 hsi semua permukaan media dipenuhi oleh miselium *Aspergillus* sp.2.



Gambar 38. Hasil uji antagonis jamur *Aspergillus* sp.2 (E) terhadap *P. infestans* (P). A. Tampak dari atas. B. Tampak dari bawah.

3. *Aspergillus* sp.3

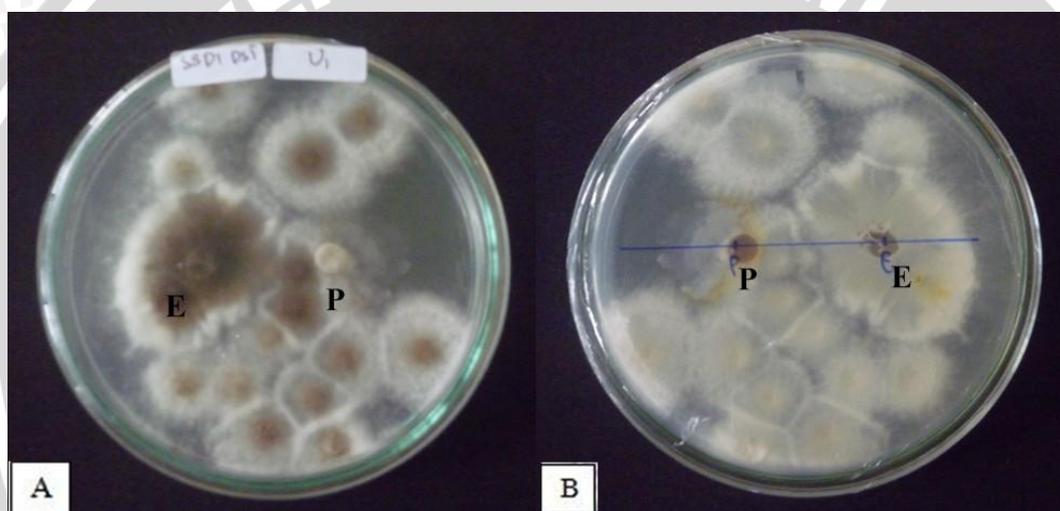
Pertumbuhan koloni jamur *Aspergillus* sp.3 pada saat uji antagonis dengan *P. infestans* lebih cepat. Jamur *Aspergillus* sp.3 pada 2 hsi menyebar dengan membentuk spot-spot pada media dan spot tersebut menghambat pertumbuhan R1 dan R2 dari *P. infestans* yang mulai tumbuh sedikit, sehingga pada 3 hsi mampu menghentikan pertumbuhan *P. infestans*. Pada 7 hsi semua permukaan media di penuhi spot-spot koloni *Aspergillus* sp.3.



Gambar 39. Hasil uji antagonis jamur *Aspergillus* sp.3 (E) terhadap *P. infestans* (P). A. Tampak dari atas. B. Tampak dari bawah.

4. *Aspergillus* sp.4

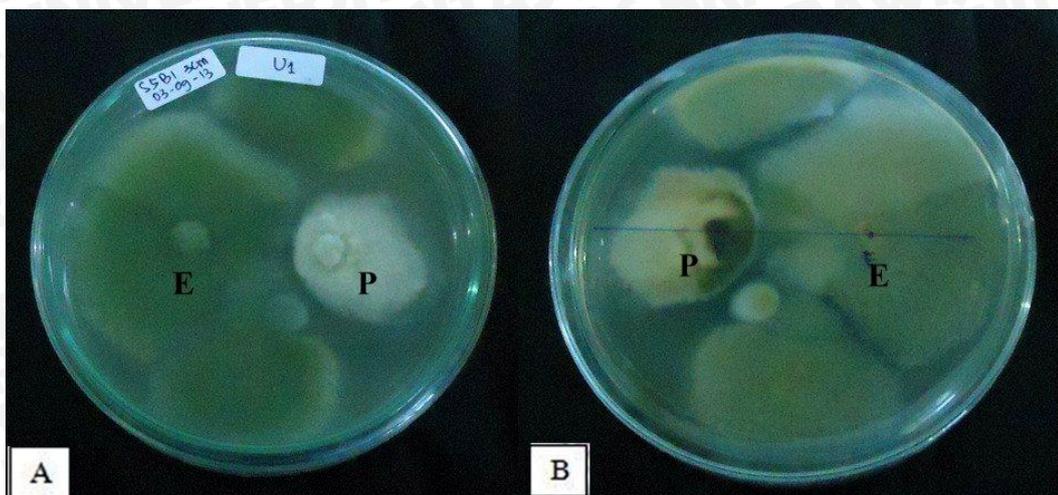
Pertumbuhan koloni jamur *Aspergillus* sp.4 lebih cepat daripada *P. infestans* pada 1 hsi. Koloni jamur *Aspergillus* sp.4 dengan *P. infestans* mulai bersinggungan pada hari ke- 3 dan R2 dari *P. infestans* terhenti. Bagian *P. infestans* yang bersinggungan mengalami perubahan warna karena *P. infestans* mempertahankan dari tekanan *Aspergillus* sp.4 dengan mengeluarkan metabolit sekunder. Pada 4-7 hsi pertumbuhan R1 *P. infestans* terus tumbuh menjauhi pusat koloni *Aspergillus* sp.2. Pada hari ke-7 permukaan media hampir dipenuhi koloni *Aspergillus* sp.4.



Gambar 40. Hasil uji antagonis jamur *Aspergillus* sp.4 (E) terhadap *P. infestans* (P). A. Tampak dari atas. B. Tampak dari bawah.

5. *Aspergillus* sp.5

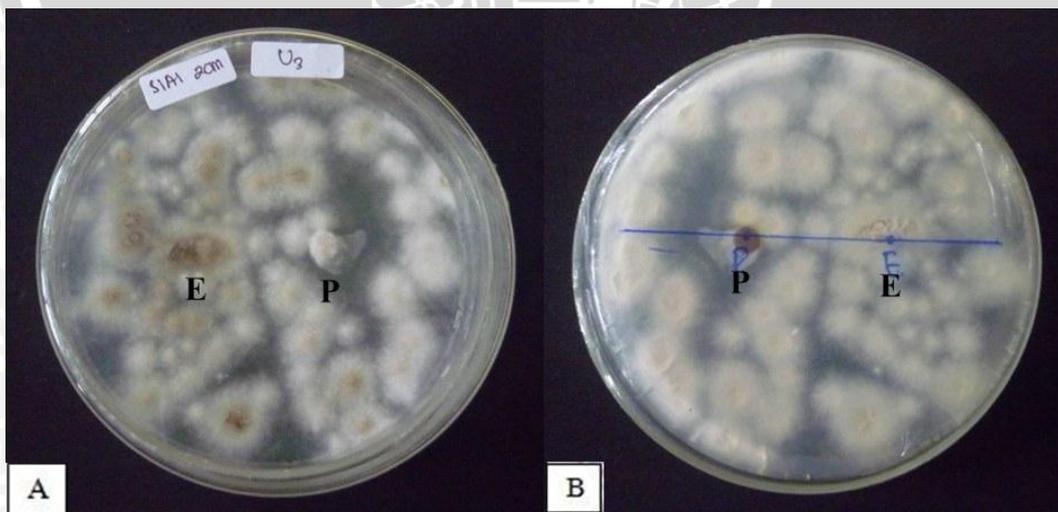
Koloni *Aspergillus* sp.5 tumbuh lebih cepat daripada pertumbuhan koloni *P. infestans*. Koloni *P. infestans* mulai tumbuh 2 hsi dan pertumbuhan koloni *Aspergillus* sp.5 sudah menyebar. Pola pertumbuhan koloni menyebar ke samping *P. infestans* dan mulai bersinggungan pada hari ke 5 hsi. Pertumbuhan R2 *P. infestans* terhenti pada jari-jari 0,7 cm sedangkan pada R1 terus tumbuh menjauhi pusat koloni jamur *Aspergillus* sp.5. Pada hari ke 7 hsi koloni *Aspergillus* sp.5 mampu menekan pertumbuhan koloni *P. infestans* dengan spot-spot koloni yang memenuhi media.



Gambar 41. Hasil uji antagonis jamur *Aspergillus* sp.5 (E) terhadap *P. infestans* (P). A. Tampak dari atas. B. Tampak dari bawah

6. *Aspergillus* sp.6

Koloni jamur *Aspergillus* sp.6 tumbuh lebih cepat daripada koloni *P. infestans*. Pada hari ke-2 koloni *P. infestans* mulai tumbuh sedikit sedangkan *Aspergillus* sp.6 sudah tumbuh menyebar. Pola tumbuh koloni *Aspergillus* sp.6 menyebar membentuk spot-spot. Spot-spot tersebut bertambah waktu menyebar luas, sehingga pada hari ke-3 sampai 7 hsi sudah menghentikan pertumbuhan koloni *P. infestans* baik pertumbuhan R2 maupun R1.

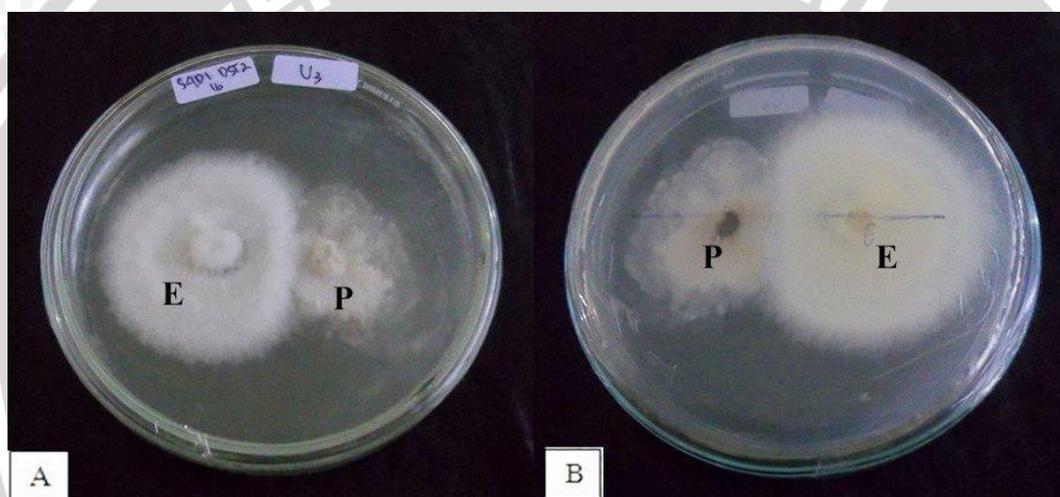


Gambar 42. Hasil uji antagonis jamur *Aspergillus* sp.6 (E) terhadap *P. infestans* (P). A. Tampak dari atas. B. Tampak dari bawah

4.4.2 Hasil Uji Antagonis Jamur *Fusarium* sp. terhadap *Phytophthora infestans*

1. *Fusarium* sp.1

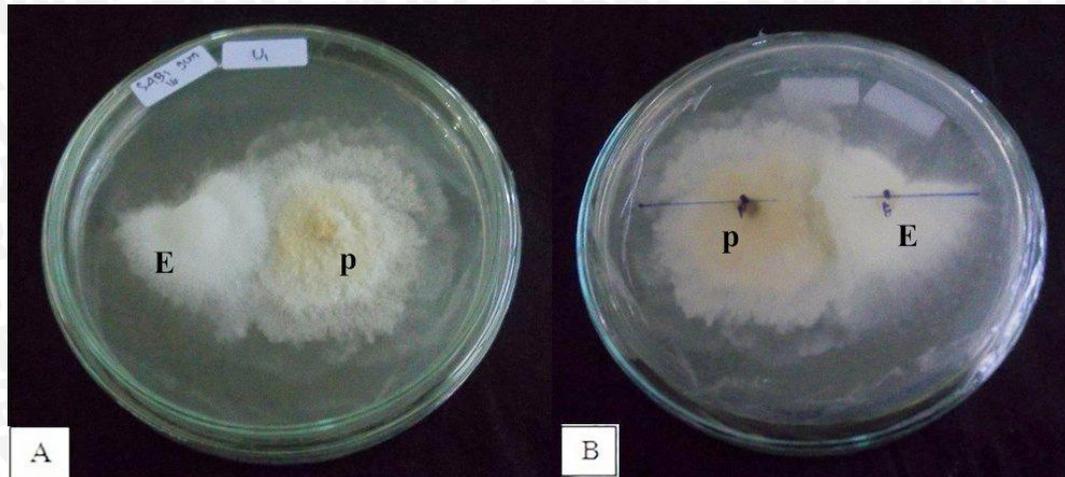
Koloni *Fusarium* sp.1 dengan *P. infestans* sama-sama tumbuh pada hari ke-2 hsi. Pertumbuhan koloni *Fusarium* sp.1 dan *P. infestans* hampir sama, sehingga pada 3-4 hsi belum bersinggungan. Namun, pada 5 hsi kedua koloni sudah bersinggungan dan R2 *P. infestans* tidak bisa tumbuh karena terhalang pertumbuhan koloni dari *Fusarium* sp.1. Pada hari ke-7 hsi koloni R1 *P. infestans* terus tumbuh lambat dan koloni *Fusarium* sp.1 ke samping bagian media uji.



Gambar 43. Hasil uji antagonis jamur *Fusarium* sp.1 (E) terhadap *P. infestans* (P).
A. Tampak dari atas. B. Tampak dari bawah

2. *Fusarium* sp.2

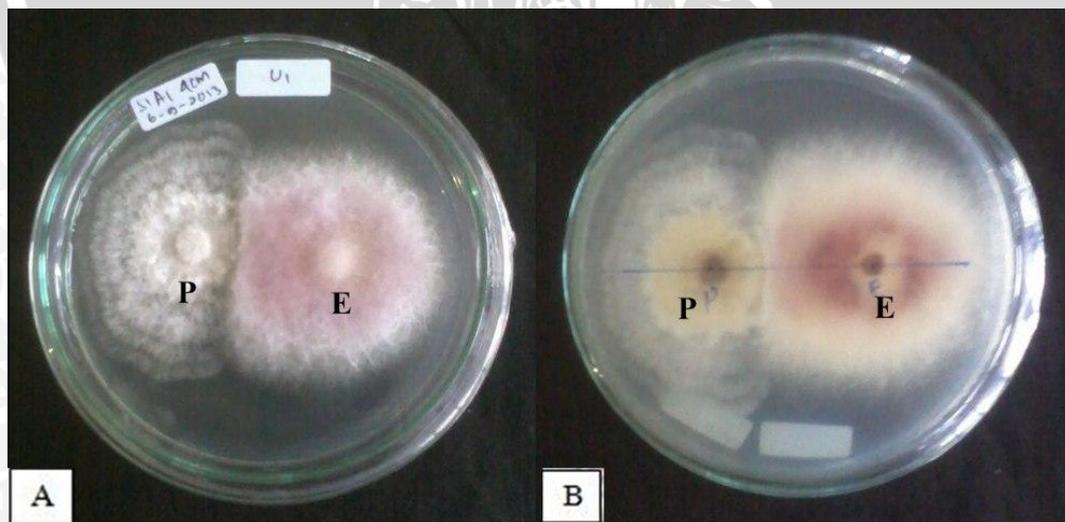
Pertumbuhan koloni *Fusarium* sp.2 dan *P. infestans* hampir sama. Pada 1 hsi koloni tumbuh sama-sama sedikit atau lambat, sehingga pada hari ke-6 hsi baru bersinggungan. Pertumbuhan R2 koloni *P. infestans* terhenti dari hari ke 6-7 hsi pada rerata jari-jari R2 1,5cm. Pada bagian koloni *P. infestans* yang bersinggungan terjadi perubahan warna dan pertumbuhan koloni *P. infestans* menjadi ke bagian samping media.



Gambar 44. Hasil uji antagonis *Fusarium* sp.2 (E) terhadap *P. infestans* (P). A. Tampak dari atas. B. Tampak dari bawah

3. *Fusarium* sp.3

Koloni jamur *Fusarium* sp.3 tumbuh lebih cepat daripada koloni *P. infestans*. Pada 1 hsi koloni *Fusarium* sp.3 lebih dulu dibandingkan pertumbuhan koloni *P. infestans*. Pada 3 hsi hampir bersinggungan dan pada 4 hsi sudah mulai bersinggungan. Pertumbuhan koloni R2 *P. infestans* terhenti karena pertumbuhan koloni *Fusarium* sp.3 lebih cepat. Pada hari ke-7 hsi *Fusarium* sp.3 hampir memenuhi media.

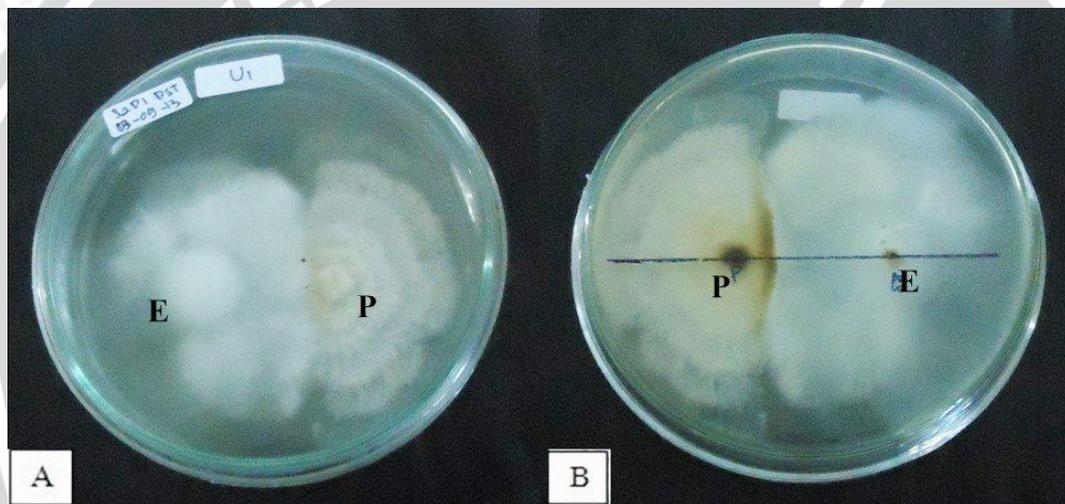


Gambar 45. Hasil uji antagonis jamur *Fusarium* sp.3 (E) terhadap *P. infestans* (P). A. Tampak dari atas. B. Tampak dari bawah

4.4.3 Hasil Uji Antagonis Jamur *Chepalosporium* sp. terhadap *Phytophthora infestans*

1. *Chepalosporium* sp.1

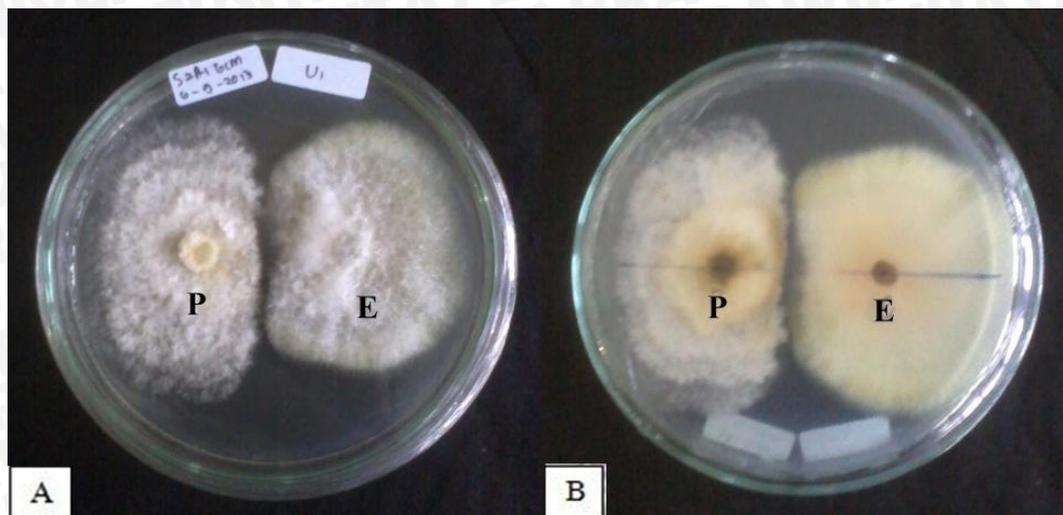
Pertumbuhan koloni jamur *Chepalosporium* sp.1 lebih cepat daripada koloni *P. infestans*. Pada 1 hsi koloni *P. infestans* belum tumbuh sedangkan *Chepalosporium* sp.1 sudah tumbuh cepat. Koloni *Chepalosporium* sp.1 dan *P. infestans* mulai bersinggungan pada hari ke-4 hsi. Pertumbuhan koloni *Chepalosporium* sp.1 menghambat pertumbuhan R2 koloni *P. infestans* sehingga yang terus tumbuh adalah R1 yang menjauhi pusat koloni *Chepalosporium* sp.1. Koloni *Chepalosporium* sp.1 memenuhi bagian media pada 7 hsi.



Gambar 46. Hasil uji antagonis jamur *Chepalosporium* sp.1 (E) terhadap *P. infestans* (P). A. Tampak dari atas. B. Tampak dari bawah.

2. *Chepalosporium* sp.2

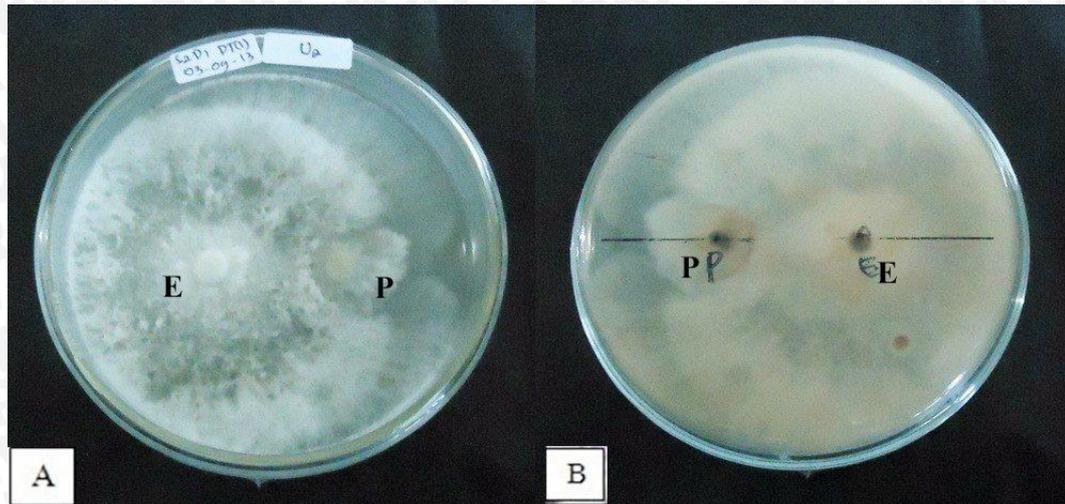
Koloni jamur *Chepalosporium* sp.2 agak lebih cepat pertumbuhannya daripada koloni *P. infestans*. Pada hari ke 1-3 hsi kedua koloni masih belum bersinggungan. Koloni *P. infestans* mulai bersinggungan dengan koloni *Chepalosporium* sp.2 pada hari ke 4 hsi. Pada bagian yang bersinggungan terdapat sekat atau zona bening yang tidak ditumbuhi keduanya. Masing-masing koloni menyebar kesamping media. Pertumbuhan koloni *Chepalosporium* sp.2 dapat menghambat koloni *P. infestans* sejak 4 hsi.



Gambar 47. Hasil uji antagonis jamur *Chepalosporium* sp.2 (E) terhadap *P. infestans* (P). A. Tampak dari atas. B. Tampak dari bawah

4.4.4 Hasil Uji Antagonis Jamur *Hyalodendron* sp. terhadap *Phytophthora infestans*

Pertumbuhan koloni *Hyalodendron* sp. lebih cepat dari pada koloni *P. infestans*. Koloni *Hyalodendron* sp. mulai bersinggungan dengan R2 koloni *P. infestans* pada 4 hsi dan R2 koloni *P. infestans* pertumbuhannya mulai melambat. Pada 5 hsi pertumbuhan R2 koloni *P. infestans* terhenti karena desakan pertumbuhan dari koloni *Hyalodendron* sp. yang terus tumbuh menyebar. Pertumbuhan R1 dari koloni *P. infestans* terus tumbuh menjauhi pusat koloni jamur *Hyalodendron* sp. dan pertumbuhannya terhenti karena koloni jamur *Hyalodendron* sp. mengelilingi pertumbuhan koloni *P. infestans*. Pada 7 hsi koloni jamur *Hyalodendron* sp. mampu memenuhi media.

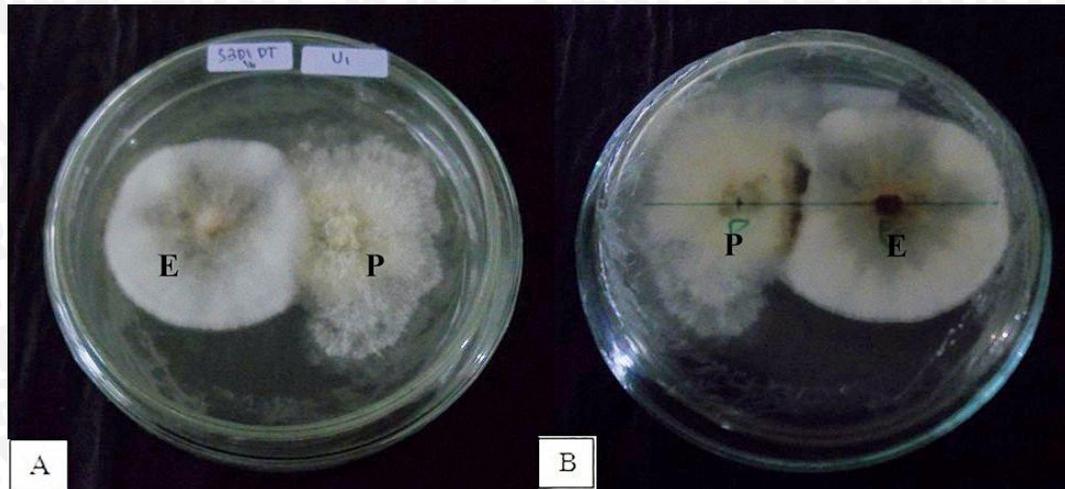


Gambar 48. Hasil uji antagonis jamur *Hyalodendron* sp. (E) terhadap *P. infestans* (P). A. Tampak dari atas. B. Tampak dari bawah

4.4.5 Hasil Uji Antagonis Jamur *Penicillium* sp. terhadap *Phytophthora infestans*

1. *Penicillium* sp.1

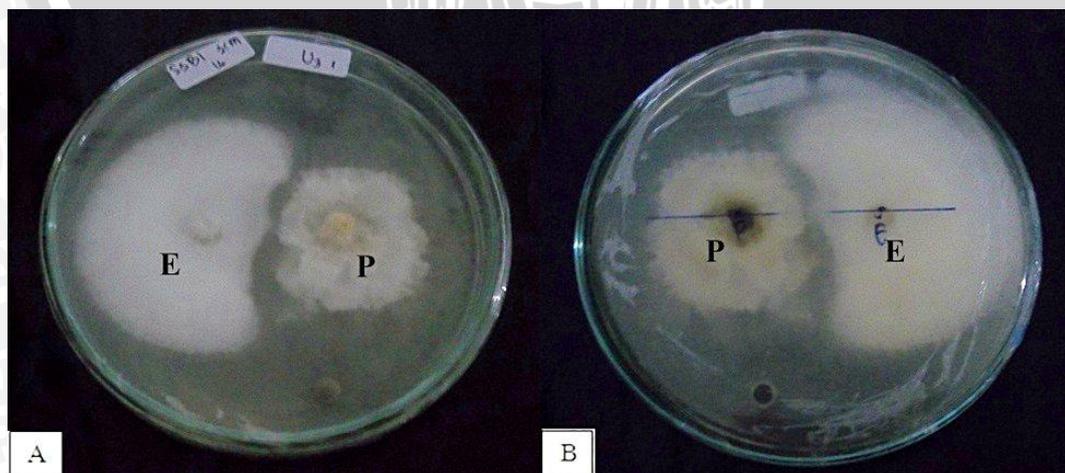
Awal pertumbuhan koloni jamur *Penicillium* sp.1 hampir sama dengan koloni *P. infestans*, namun pada 3 hsi koloni jamur *Penicillium* sp.1 lebih cepat dibandingkan koloni *P. infestans*. Pada 4 hsi koloni R2 *P. infestans* mulai bersinggungan dengan koloni jamur *Penicillium* sp.1 dan pertumbuhannya mulai berhenti. Pertumbuhan koloni R1 *P. infestans* terus tumbuh dan menyebar ke samping. Pada 5 sampai 7 hsi koloni *Penicillium* sp.1 dapat menghentikan pertumbuhan koloni *P. infestans*.



Gambar 49. Hasil uji antagonis jamur *Penicillium* sp.1 (E) terhadap *P. infestans* (P). A. Tampak dari atas. B. Tampak dari bawah

2. *Penicillium* sp.2

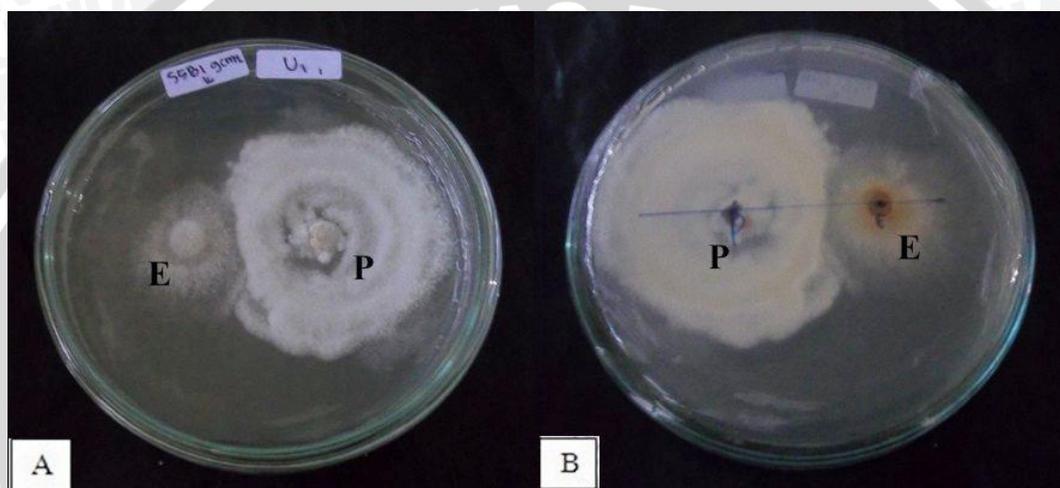
Koloni jamur *Penicillium* sp.2 dan koloni *P. infestans* sama pertumbuhannya. Pada 3 hsi pertumbuhan koloni R2 *P. infestans* mulai melambat karena koloni *Penicillium* sp.2 mulai mendekati. Koloni R2 *P. infestans* mulai bersinggungan dengan *Penicillium* sp.2 pada 4 hsi. Diantara bagian koloni *P. infestans* dan *Penicillium* sp.2 yang bersinggungan terdapat zona kosong atau bening dan tidak ditumbuhi koloni kedua jamur tersebut. Pada 5 sampai 7 hsi koloni *Penicillium* sp.2 menghambat pertumbuhan koloni *P. infestans* dan tumbuh kesamping.



Gambar 50. Hasil uji antagonis jamur *Penicillium* sp.2 (E) terhadap *P. infestans* (P). A. Tampak dari atas. B. Tampak dari bawah

3. *Penicillium* sp.3

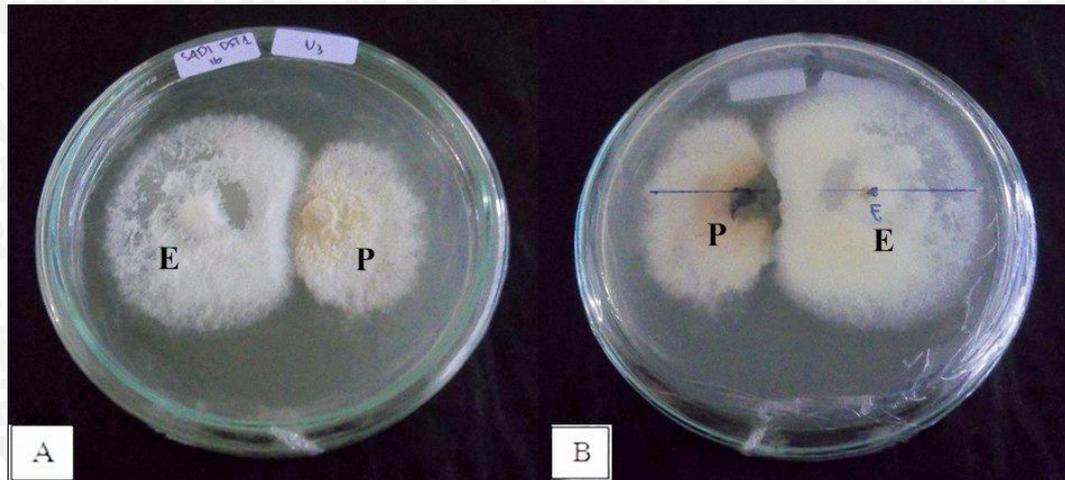
Koloni jamur *Penicillium* sp.3 dan *P. infestans* pertumbuhannya hampir sama. Pada 1 sampai 4 hsi belum bersinggungan diantara keduanya karena sama-sama agak lambat pertumbuhannya. Koloni jamur *Penicillium* sp.3 mulai bersinggungan dengan koloni R2 *P. infestans* pada 5 hsi dan mampu menghambat pertumbuhan koloni *P. infestans* sampai 7 hsi. Koloni *P. infestans* tumbuh kesamping dan R1 terus menjauhi pusat koloni jamur *Penicillium* sp.3.



Gambar 51. Hasil uji antagonis jamur *Penicillium* sp.3 (E) terhadap *P. infestans* (P). A. Tampak dari atas. B. Tampak dari bawah

4.4.6 Hasil Uji Antagonis Jamur *Curvularia* sp. terhadap *Phytophthora infestans*

Pertumbuhan koloni jamur *Curvularia* sp. lebih cepat daripada koloni *P. infestans*. Pada 1 sampai 3 hsi pertumbuhannya kedua koloni hampir sama, namun pada 4 hsi koloni R2 *P. infestans* mulai melambat karena koloni jamur *Curvularia* sp. mulai mendekati. Koloni R2 *P. infestans* mulai bersinggungan dengan *Curvularia* sp. pada 4 hsi. Koloni R1 *P. infestans* terus tumbuh menjauhi pusat koloni jamur *Curvularia* sp.. Koloni jamur *Curvularia* sp. mampu menghambat pertumbuhan koloni *P. infestans* pada 4 hsi dan seterusnya. Selain menghambat, koloni jamur *Curvularia* sp. juga terus tumbuh ke samping dan hampir mengelilingi koloni *P. infestans* pada 7 hsi.

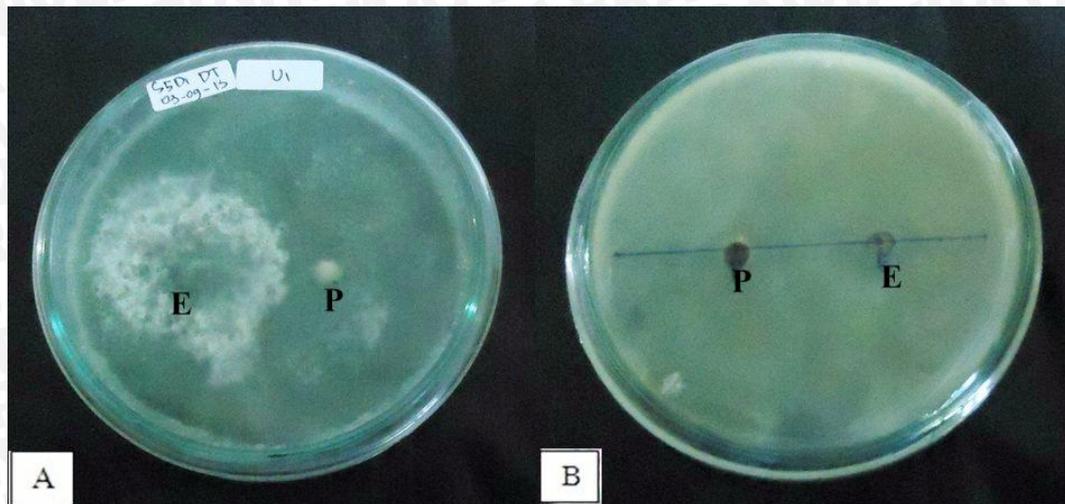


Gambar 52. Hasil uji antagonis jamur *Curvularia* sp. (E) terhadap *P. infestans* (P).
A. Tampak dari atas. B. Tampak dari bawah

4.4.7 Hasil Uji Antagonis Jamur *Botrytis* sp. terhadap *Phytophthora infestans*

1. *Botrytis* sp.1

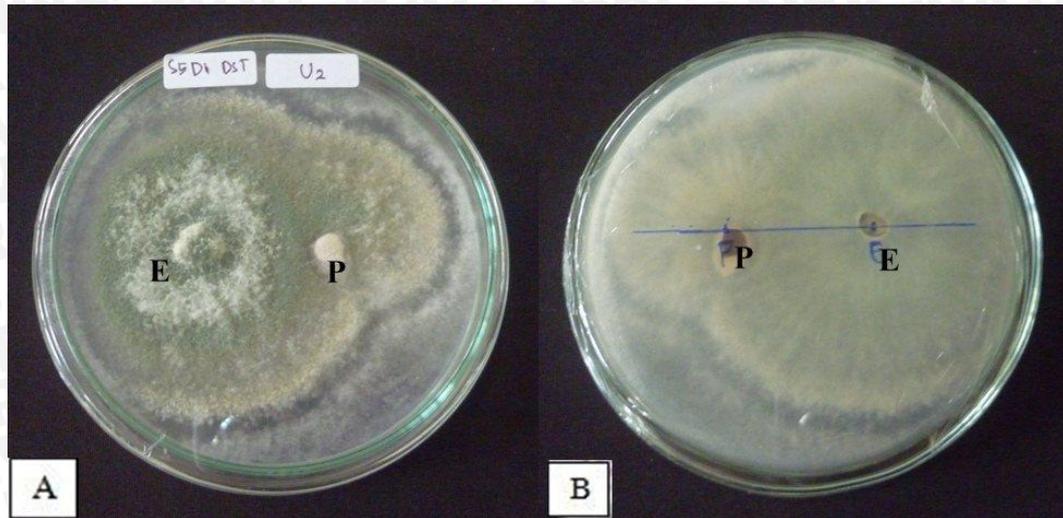
Pertumbuhan koloni jamur *Botrytis* sp.1 lebih cepat dibandingkan dengan koloni *P. infestans*. Pada 4 hsi koloni R2 *P. infestans* mulai melambat pertumbuhannya karena terdesak oleh pertumbuhan koloni jamur *Botrytis* sp.1 yang cepat. Pertumbuhan koloni R2 *P. infestans* berhenti pada 5 hsi karena koloni jamur *Botrytis* sp.1 menghambat. Koloni jamur *Botrytis* sp.1 mulai mengelilingi koloni *P. infestans* dan pada 7 hsi koloni jamur *Botrytis* sp.1 mampu menghambat pertumbuhan koloni *P. infestans* seluruhnya.



Gambar 53. Hasil uji antagonis jamur *Botrytis* sp.1 (E) terhadap *P. infestans* (P).
A. Tampak dari atas. B. Tampak dari bawah

2. *Botrytis* sp.2

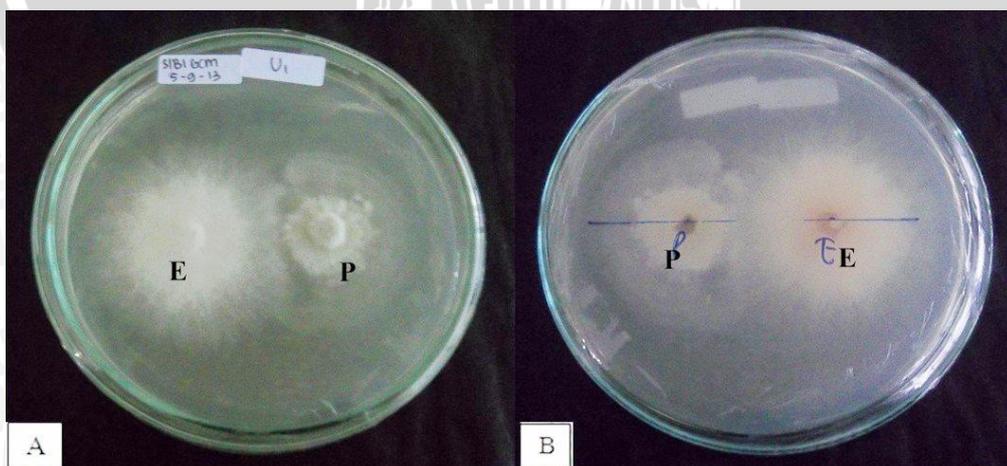
Pertumbuhan koloni jamur *Botrytis* sp.2 lebih cepat daripada koloni *P. infestans*. Pada 1 sampai 2 hsi kedua sama-sama tumbuh dan belum bersinggungan, namun pada 3 hsi koloni R2 *P. infestans* sudah bersinggungan. Pertumbuhan koloni R2 *P. infestans* berhenti pda 3 hsi dan seterusnya karena koloni jamur *Botrytis* sp.2 tumbuh lebih cepat dan menghambat pertumbuhan koloni *P. infestans*. Pada 7 hsi koloni jamur *Botrytis* sp.2 sudah mengililingi koloni *P. infestans* dan memenuhi cawan petri



Gambar 54. Hasil uji antagonis jamur *Botrytis sp.2* (E) terhadap *P. infestans* (P).
A. Tampak dari atas. B. Tampak dari bawah.

4.4.8 Hasil Uji Antagonis Jamur *Colletotrichum sp.* terhadap *Phytophthora infestans*

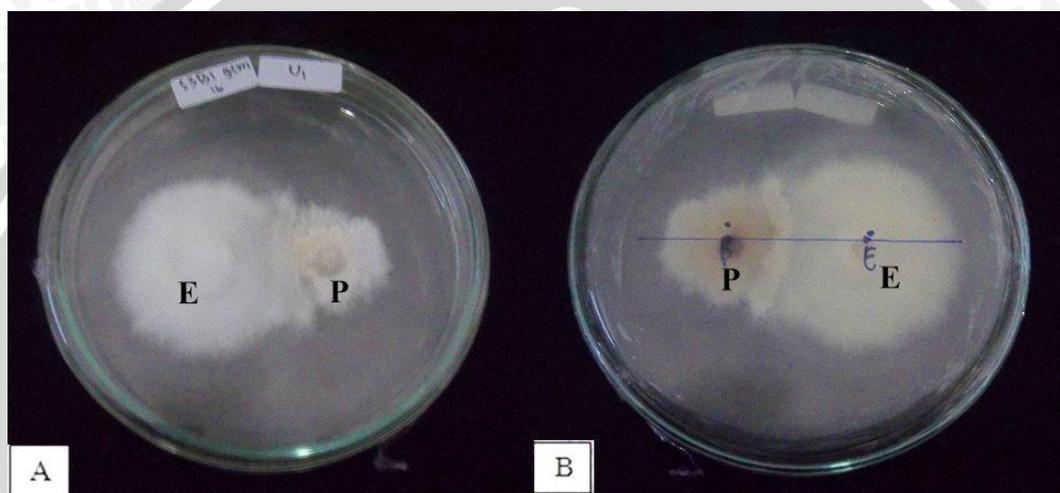
Pertumbuhan koloni jamur *Colletotrichum sp.* lebih cepat daripada koloni *P. infestans*. Pada 3 hsi koloni jamur *Colletotrichum sp.* mulai mendekati koloni R2 *P. infestans* sehingga pertumbuhan koloni R2 *P. infestans* mulai melambat. Koloni *P. infestans* mulai bersinggungan dengan koloni jamur *Colletotrichum sp.* pada 4 hsi dan pertumbuhan R2 *P. infestans* berhenti. Pada 7 hsi koloni R1 *P. infestans* terus tumbuh dan hampir sampai pada tepi cawan petri.



Gambar 55. Hasil uji antagonis jamur *Colletotrichum sp.* (E) terhadap *P. infestans* (P). A. Tampak dari atas. B. Tampak dari bawah

4.4.9 Hasil Uji Antagonis Jamur *Paecilomyces* sp. terhadap *Phytophthora infestans*

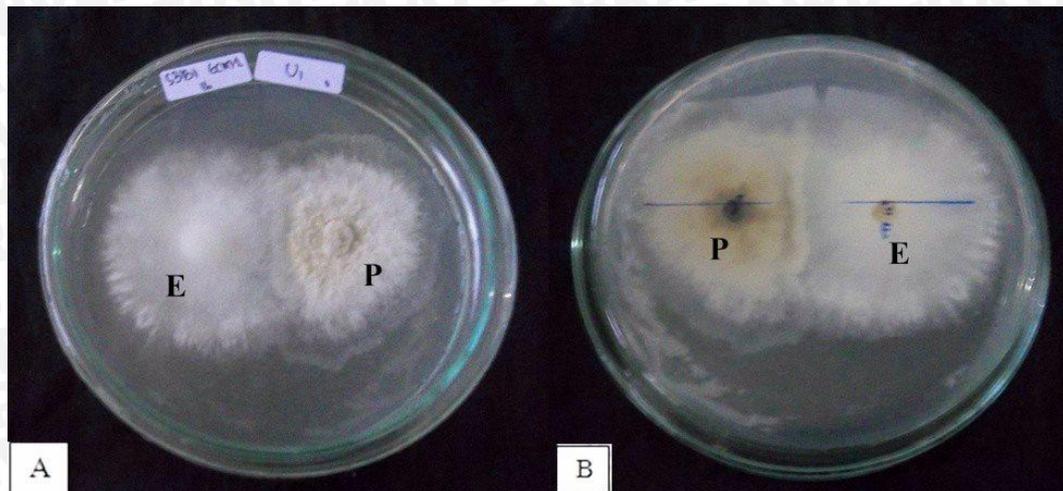
Awal pertumbuhan koloni jamur *Paecilomyces* sp. dan *P. infestans* hampir sama. Pada 4 hsi kedua koloni sudah berdekatan dan tumbuh agak melambat. Koloni *P. infestans* mulai bersinggungan dengan koloni jamur *Paecilomyces* sp. pada 5 hsi dan pertumbuhan R2 *P. infestans* mulai berhenti. Pada 7 hsi koloni jamur *Paecilomyces* sp. mampu menghambat pertumbuhan *P. infestans* dan terlihat akan mengelilingin koloni *P. infestans*.



Gambar 56. Hasil uji antagonis jamur *Paecilomyces* sp. (E) terhadap *P. infestans* (P). A. Tampak dari atas. B. Tampak dari bawah

4.4.10 Hasil Uji Antagonis Jamur *Cunninghamella* sp. terhadap *Phytophthora infestans*

Pertumbuhan koloni jamur *Cunninghamella* sp. dan koloni *P. infestans* hampir sama. Koloni jamur *Cunninghamella* sp. mulai mendekati *P. infestans* pada 5 hsi dan pertumbuhan koloni *P. infestans* menjadi melambat karena desakan pertumbuhan koloni jamur *Cunninghamella* sp.. Pada 6 hsi pertumbuhan koloni jamur *Cunninghamella* sp. dapat menghambat pertumbuhan koloni R2 *P. infestans*. R1 koloni *P. infestans* terus tumbuh menjauhi pusat koloni jamur *Cunninghamella* sp. dan hampir sampai pada tepi cawan petri.

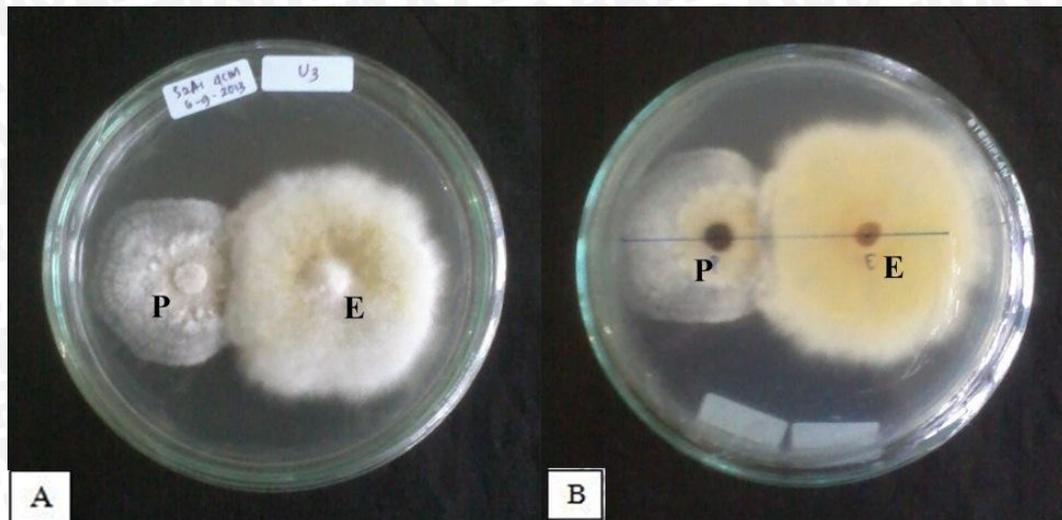


Gambar 57. Hasil uji antagonis jamur *Cunninghamella* sp. (E) terhadap *P. infestans* (P). A. Tampak dari atas. B. Tampak dari bawah

4.4.11 Hasil Uji Antagonis Jamur *Monascus* sp. terhadap *Phytophthora infestans*

1. *Monascus* sp.1

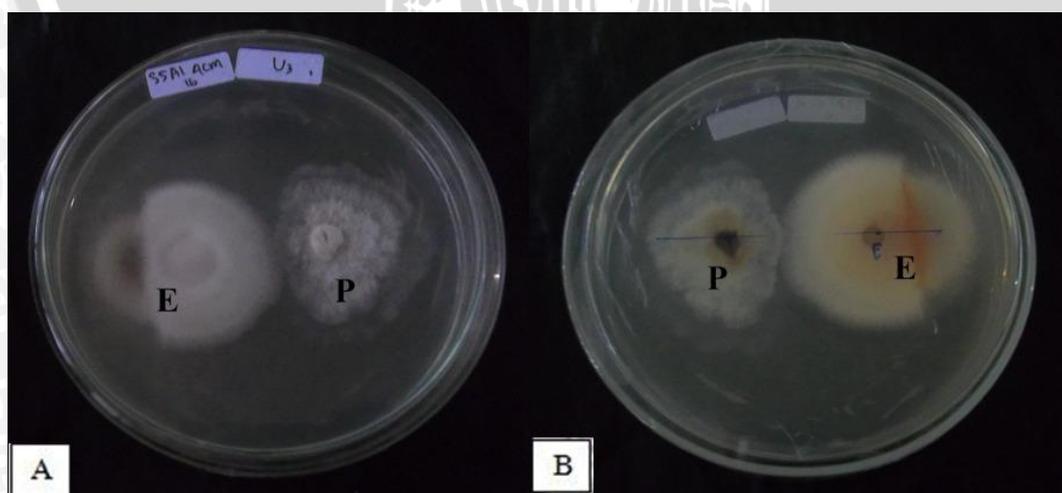
Pada pertumbuhan koloni jamur *Monascus* sp.1 lebih cepat dibandingkan dengan pertumbuhan koloni *P. infestans*. Kedua koloni pada 1 sampai 2 hsi tumbuh tapi belum bersinggungan. koloni R2 *P. infestans* mulai bersinggungan dengan koloni jamur *Monascus* sp.1 pada 3 hsi. Pertumbuhan koloni jamur *Monascus* sp.1 mampu menekan dan menghentikan pertumbuhan koloni R2 *P. infestans* sampai 7 hsi. Koloni R2 *P. infestans* terus tumbuh menjauhi pusat koloni jamur *Monascus* sp.1.



Gambar 58. Hasil uji antagonis jamur *Monascus* sp.1 (E) terhadap *P. infestans* (P). A. Tampak dari atas. B. Tampak dari bawah

2. *Monascus* sp.2

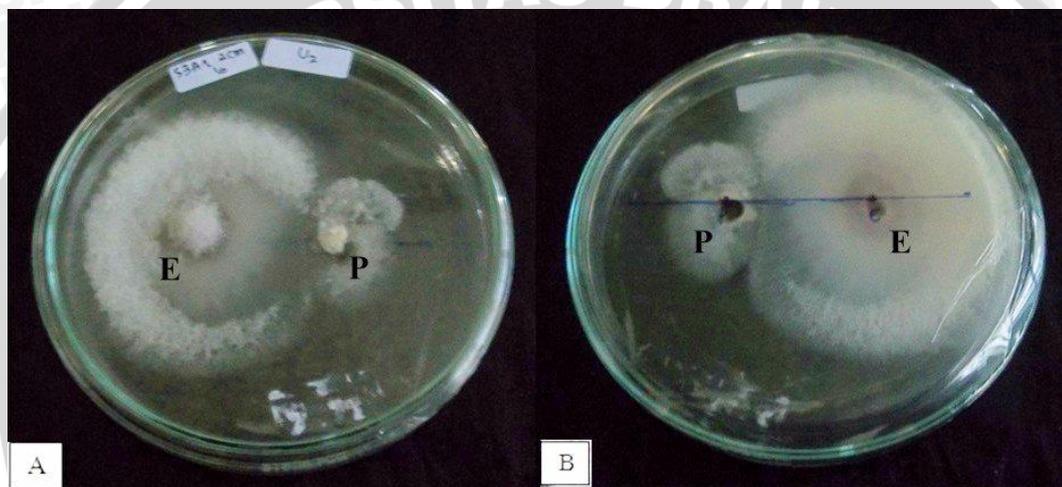
Pada media uji antagonis, pertumbuhan koloni jamur *Monascus* sp.2 hampir sama dengan koloni *P. infestans*. Pada waktu 1 sampai 3 hsi kedua koloni belum bersinggungan, namun pada 4 hsi pertumbuhan koloni R2 *P. infestans* mulai melambat karena pertumbuhan koloni jamur *Monascus* sp.2 mulai mendekati. Koloni R2 *P. infestans* mulai bersinggungan dengan koloni jamur *Monascus* sp.2 pada 5 hsi dan pertumbuhan koloni R2 *P. infestans* berhenti sampai 7 hsi.



Gambar 59. Hasil uji antagonis jamur *Monascus* sp.2 (E) terhadap *P. infestans* (P). A. Tampak dari atas. B. Tampak dari bawah

4.4.12 Hasil Uji Antagonis Jamur *Acremonium* sp. terhadap *Phytophthora infestans*

Pertumbuhan koloni jamur *Acremonium* sp. lebih cepat daripada koloni *P. infestans*. Koloni R2 *P. infestans* mulai bersinggungan dengan koloni *Acremonium* sp. pada 4 hsi dan koloni R2 *P. infestans* mulai berhenti pertumbuhannya karena desakan pertumbuhan koloni jamur *Acremonium* sp. sampai 7 hsi. Koloni R1 *P. Infestans* terus tumbuh menjauhi pusat koloni jamur *Acremonium* sp.

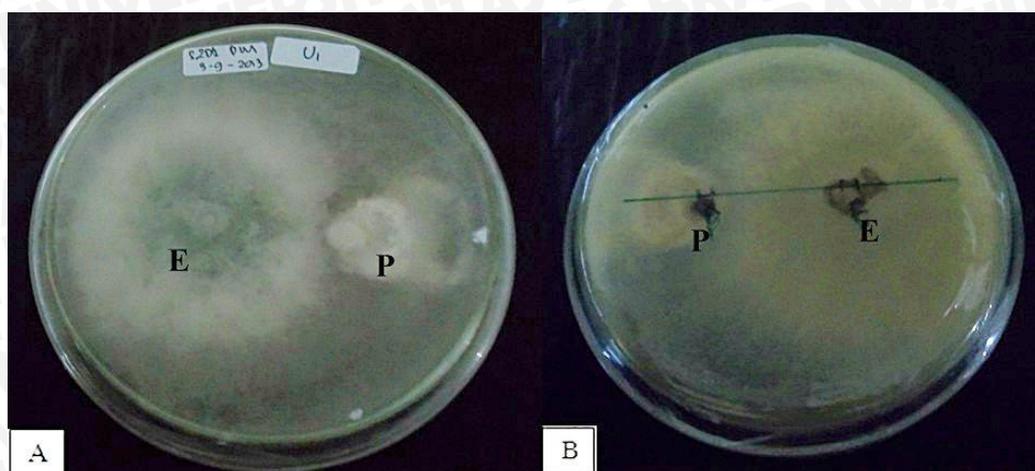


Gambar 60. Hasil uji antagonis jamur *Acremonium* sp. (E) terhadap *P. infestans* (P). A. Tampak dari atas. B. Tampak dari bawah

4.4.13 Hasil Uji Antagonis Jamur Tidak Teridentifikasi terhadap *Phytophthora infestans*

1. Jamur Tidak Teridentifikasi 1 (S2D1 DM)

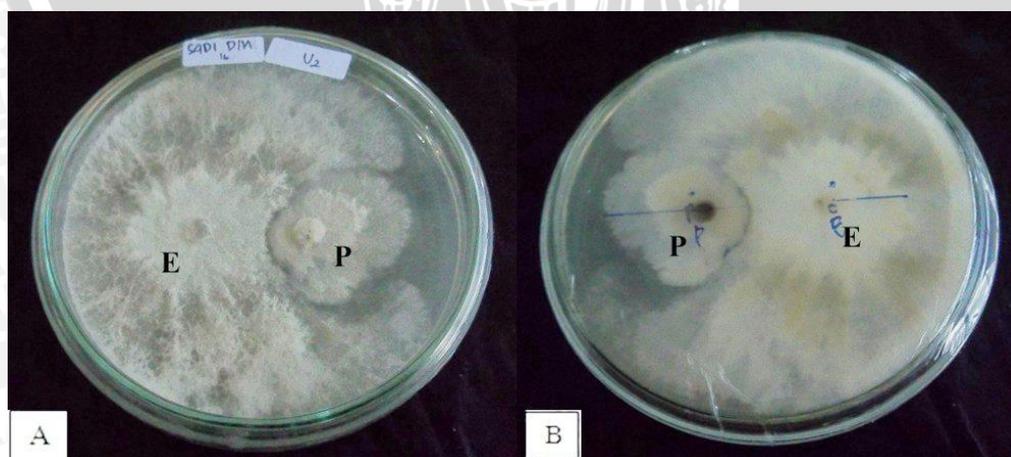
Pertumbuhan koloni jamur S2D1 DM lebih cepat daripada koloni *P. infestans*. Pada hari 1 sampai 3 hsi koloni jamur S2D1 DM terus tumbuh dan mendekati pertumbuhan koloni *P. infestans*. Koloni *P. infestans* mulai bersinggungan dengan koloni jamur S2D1 DM pada 4 hsi. Pertumbuhan koloni R2 *P. infestans* berhenti karena desakan koloni jamur S2D1 DM yang terus tumbuh. Koloni jamur S2D1 DM mampu mengelilingi koloni *P. infestans* dan memenuhi media pada 7 hsi.



Gambar 61. Hasil uji antagonis jamur S2D1 DM (E) terhadap jamur *P. infestans* (P). A. Tampak dari atas. B. Tampak dari bawah

2. Jamur Tidak Teridentifikasi 2 (S4D1 DM)

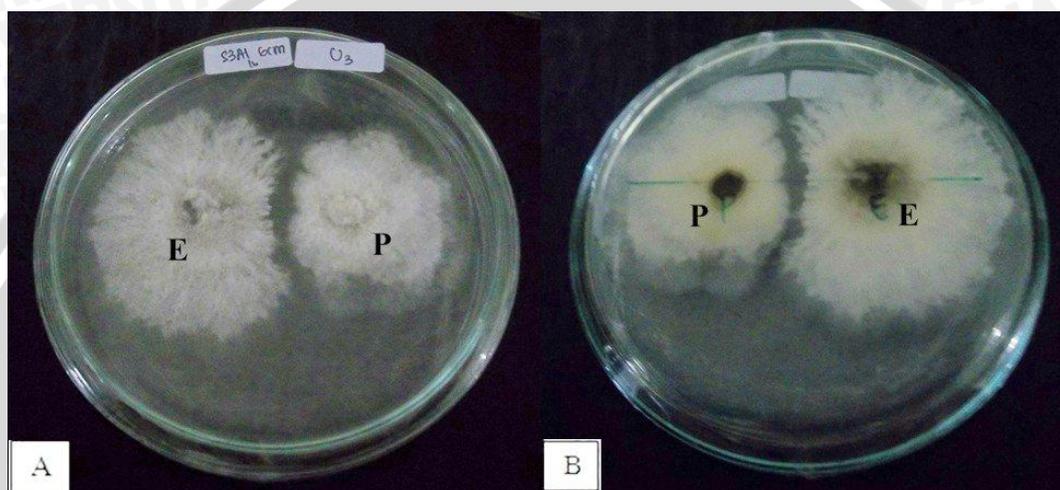
Pertumbuhan koloni jamur S4D1 DM lebih cepat daripada koloni *P. infestans*. Koloni R2 *P. infestans* pada 3 hsi mulai melambat karena koloni jamur S4D1 DM mulai mendekati. Kedua koloni bersinggungan pada 4 hsi dan koloni R2 *P. infestans* pertumbuhannya berhenti karena desakan pertumbuhan jamur S4D1 DM yang tumbuh cepat. Pada 7 hsi koloni jamur S4D1 DM mengelilingi pertumbuhan koloni *P. infestans* dan memenuhi media. Terdapat batas yang jelas pada bagian koloni yang bersinggungan antara koloni jamur S4D1 DM dan *P. infestans*.



Gambar 62. Hasil uji antagonis jamur S4D1 DM (E) terhadap jamur *P. infestans* (P). A. Tampak dari atas. B. Tampak dari bawah

3. Jamur Tidak Teridentifikasi 3 (S3A1 6CM)

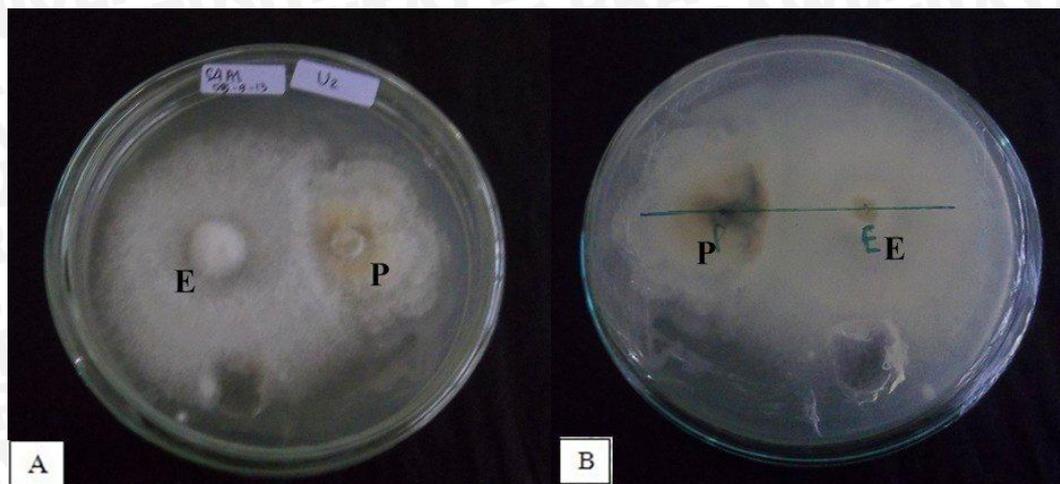
Awal pertumbuhan koloni jamur S3A1 6CM dan *P. infestans* hampir sama, namun pada 4 hsi koloni R2 *P. infestans* mulai melambat karena koloni jamur S3A1 6cm mulai mendekati. Koloni R2 *P. infestans* mulai bersinggungan dengan koloni jamur S3A1 6cm pada 5 hsi. Pada bagian yang bersinggungan antara koloni jamur S3A1 6cm dan koloni *P. infestans* terdapat zona kosong yang tidak ditumbuhi kedua koloni dan pertumbuhan koloni terhambat sampai 7 hsi.



Gambar 63. Hasil uji antagonis jamur S3A1 6cm (E) terhadap *P. infestans* (P). A. Tampak dari atas. B. Tampak dari bawah

4. Jamur Tidak Teridentifikasi 4 (S4A1)

Pertumbuhan koloni jamur S4A1 lebih cepat dibandingkan dengan koloni *P. infestans*. Koloni *P. infestans* mulai bersinggungan pada 4 hsi dengan koloni jamur S4A1 dan pertumbuhan koloni R2 *P. infestans* berhenti sehingga tidak bisa tumbuh ke arah pusat koloni jamur S4A1. Pada 5 hsi koloni jamur S4A1 mulai mengelilingi koloni *P. infestans* dan pada 7 hsi koloni jamur S4A1 memenuhi media dalam cawan petri.



Gambar 64. Hasil uji antagonis jamur S4A1 (E) terhadap jamur *P. infestans* (P).
A. Tampak dari atas. B. Tampak dari bawah.

4.5 Persentase Penghambatan Uji antagonis Jamur Endofit terhadap *P. infestans*

Persentase daya hambat dapat diketahui dengan menghitung selisih dari panjang jari-jari koloni patogen yang arahnya berlawanan dengan jamur endofit (R1) dikurangi jari-jari koloni patogen yang mengarah pusat koloni endofit (R2), dibagi dengan jari-jari patogen yang arah berlawanan dengan jamur endofit (R1), kemudian dikalikan 100 dan diamati dari 1 sampai 7 hari setelah inokulasi. Berikut tabel rata-rata persentase penghambatan jamur endofit terhadap *P. infestans* pada tabel 2.

Tabel 2. Persentase Penghambatan Jamur Endofit terhadap *P. infestans*

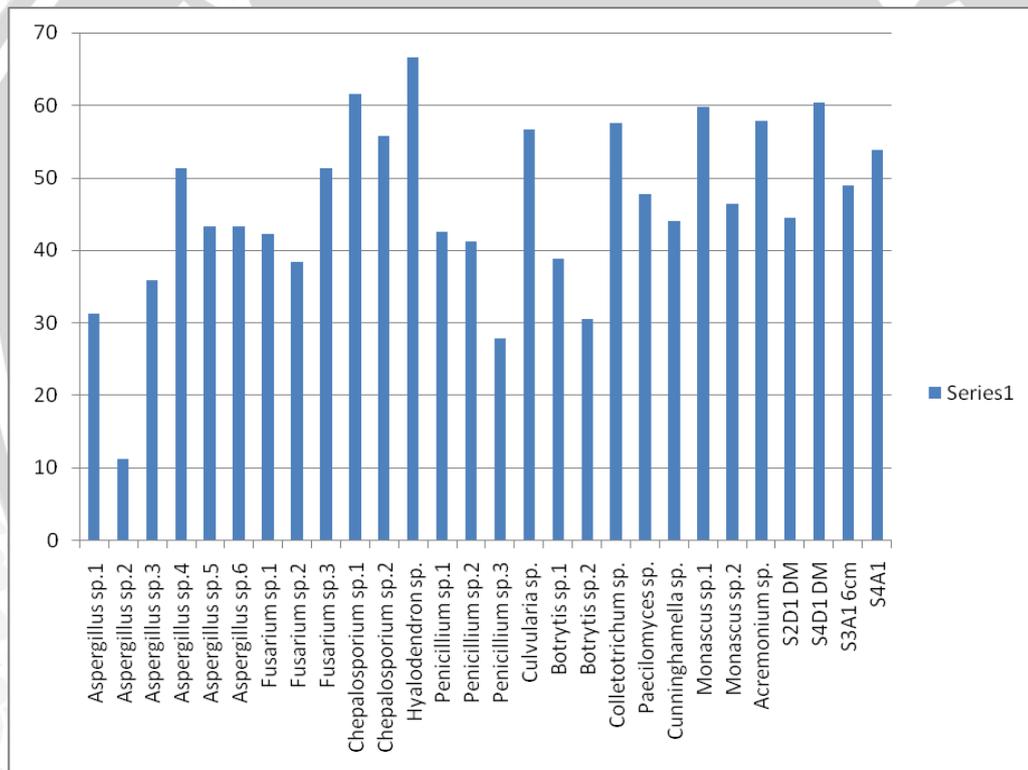
No.	Kode Jamur	Persentase Penghambatan (%)						
		1 hsi	2 hsi	3 hsi	4 hsi	5 hsi	6 hsi	7 hsi
1.	<i>Aspergillus</i> sp.1	0	17,78	18,89	20,56	26,81	28,89	31,27
2.	<i>Aspergillus</i> sp.2	0	8,33	11,11	11,11	11,11	11,11	11,11
3.	<i>Aspergillus</i> sp.3	0	12,22	16,19	27,5	35,83	35,83	35,83
4.	<i>Aspergillus</i> sp.4	0	23,33	29,34	42,46	47,36	50,49	51,32
5.	<i>Aspergillus</i> sp.5	0	15	8,33	21,3	28,89	35,86	43,3
6.	<i>Aspergillus</i> sp.6	0	21,67	35,56	38,99	40	41,59	43,27
7.	<i>Fusarium</i> sp.1	0	16,67	23,21	24,33	28,21	36,46	42,17
8.	<i>Fusarium</i> sp.2	0	17,78	17,63	25,12	26,02	29,77	38,33
9.	<i>Fusarium</i> sp.3	0	7,41	8,16	15,32	31,11	44,93	51,28
10.	<i>Chepalosporium</i> sp.1	0	15,08	22,99	38,35	53,4	59,04	61,52
11.	<i>Chepalosporium</i> sp.2	0	8,93	20,42	16,9	30,65	44,8	55,71
12.	<i>Hyalodendron</i> sp.	0	6,67	25,5	45,56	50,56	61,52	66,56
13.	<i>Penicillium</i> sp.1	0	6,67	10,07	14,39	23,93	38,42	42,47
14.	<i>Penicillium</i> sp.2	8,33	15	9,42	6,85	23,02	34,51	41,11
15.	<i>Penicillium</i> sp.3	0	18,52	11,31	9,69	17,14	21,22	27,78
16.	<i>Culvularia</i> sp.	0	8,33	22,69	32,98	42,73	52,11	56,67
17.	<i>Botrytis</i> sp.1	0	28,33	26,19	26,19	23,7	35,38	38,79
18.	<i>Botrytis</i> sp.2	8,33	12,96	27,2	28,97	30,46	30,46	30,46
19.	<i>Colletotrichum</i> sp.	0	15,28	24,29	27,05	41,37	51,94	57,58
20.	<i>Paecilomyces</i> sp.	0	8,33	15,28	11,15	31,18	43,57	47,69
21.	<i>Cunninghamella</i> sp.	0	15	8,33	13,25	26,61	33,24	43,98
22.	<i>Monascus</i> sp.1	8,33	15,08	17,42	34,21	46,85	55,17	59,72
23.	<i>Monascus</i> sp.2	0	11,11	20	28,74	30,51	40,61	46,39
24.	<i>Acremonium</i> sp.	0	26,19	25,47	32,65	42,78	53,3	57,78
25.	S2D1 DM	0	11,11	14,44	21,11	27,61	40,28	44,42
26.	S4D1 DM	0	6,67	18,7	15,81	43,2	55,82	60,41
27.	S3A1 6cm	0	13,33	26,67	28,19	25,61	41	48,85
28.	S4A1	0	26,19	22,04	23,86	37,23	47,96	53,8

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

Data pengamatan persentase penghambatan jamur endofit terhadap *P. infestans* (tabel 2) menunjukkan bahwa 28 jamur endofit yang ditemukan memiliki perbedaan daya hambat dalam menekan pertumbuhan koloni *P. infestans*. Pada pengamatan 1 hsi hampir semua koloni *P. infestans* belum terjadi pertumbuhan dan koloni *P. infestans* yang sudah tumbuh pada 1 hsi hanya pada saat di uji antagoniskan dengan *Penicillium* sp.2, *Botrytis* sp.2 dan *Monascus* sp.1. Pada pengamatan 2 hsi terdapat *P. infestans* yang sudah mengalami penghambatan. Penghambatan tertinggi pada 2 hsi oleh jamur endofit *Botrytis* sp.1 sebesar 28,33 %. Schuster *et al* (2002) menyatakan bahwa penyebaran koloni *Botrytis* sp. luas pada lingkungan yang lembab. Pengamatan selanjutnya pada 3 hsi, hampir semua koloni jamur endofit sudah mendekati sehingga pertumbuhan R2 koloni *P. infestans* mulai melambat dan terdapat koloni jamur endofit yang sudah bersinggungan dengan koloni *P. infestans*. Jamur yang sudah bersinggungan tersebut yaitu jamur *Aspergillus* sp.2 sehingga pertumbuhan koloni *P. infestans* berhenti pada 3 hsi. Pada 4 hsi terdapat jamur endofit yang belum bersinggungan yaitu jamur *Culvularia* sp., *Fusarium* sp.2, *Paecylomyces* sp. dan *Penicillium* sp.3 karena keempat jamur tersebut pertumbuhannya lambat sehingga belum bersinggungan dengan jamur *P. infestans* serta 24 jamur endofit lainnya sudah bersinggungan. Pada 5 hsi semua koloni jamur endofit sudah bersinggungan dengan *P. infestans* dan mempunyai tingkat persentase hambatan yang bervariasi.

Pada pengamatan selanjutnya menunjukkan bahwa terjadi peningkatan penghambatan dari waktu ke waktu, namun pada *Aspergillus* sp.2 di 3 hsi sampai hari akhir pengamatan tidak terjadi peningkatan hambatan karena pertumbuhan koloni *Aspergillus* sp.2 menyebar menutupi pertumbuhan R1 dan R2 *P. infestans* sehingga pada 3 hsi sudah berhenti pertumbuhannya. Pada 6 hsi semua koloni endofit terus mendesak dan menghentikan pertumbuhan koloni *P. infestans*. Pengamatan pada 7 hsi terjadi peningkatan penghambatan, antara 11,11 – 66,56% terdiri dari <50% sebanyak 17 jamur dan di atas 50% sebanyak 11 jamur. Pada 7 hsi banyak jamur yang sudah memenuhi media dan ada juga beberapa isolat yang belum memenuhi media yaitu *Penicillium* sp., *Fusarium* sp., *Colletotrichum* sp.,

Paecilomyces sp., dan *Cunninghamella* sp., karena pada uji antagonis koloni-koloni jamur tersebut pertumbuhannya agak lambat tapi jamur endofit mampu menekan atau menghambat pertumbuhan koloni *P. infestans*. Menurut Gandjar dkk. (1999) pertumbuhan koloni *Fusarium* sp. dan *Paecilomyces* sp. pada media PDA dan MEA mencapai 3-5 cm dalam waktu 7 hari, sedangkan koloni *Penicillium* sp. pada media MEA mencapai 4-5 cm. Sedangkan menurut Nuryani dkk. (2001) banyak spesies *Fusarium* menghasilkan senyawa metabolik yang toksik, toksiknya bersifat tidak spesifik inang dan dikenal dengan asam furasat. Persentase penghambatan jamur endofit terhadap *P. infestans* pada 7 hsi secara *in vitro* dapat dilihat dalam gambar 65.



Gambar 65. Histogram persentase penghambatan jamur endofit terhadap *P. infestans* pada 7 hsi

Berdasarkan histogram tersebut menunjukkan persentase penghambatan oleh jamur endofit yang bervariasi yaitu antara 11,11-66,56%. Penghambatan tertinggi terhadap pertumbuhan koloni *P. infestans* terdapat pada jamur *Hyalodendron* sp. yaitu sebesar 66,65%. Pertumbuhan koloni *Hyalodendron* sp.

sangat cepat pada media uji antagonis, sehingga mampu menekan pertumbuhan koloni *P. infestans* dengan cara tumbuh memenuhi media dan pertumbuhan *P. infestans* terbatas. Stillwell *et al.* (1971) menyebutkan secara *in vitro* *Hyalodendron* sp. menghasilkan senyawa hyalodendrin antimikroba terhadap spektrum yang luas dari jamur yang terkait dengan kerusakan tanaman. Jamur *Hyalodendron* sp. menghasilkan epithiodioxopiperazine (ETP) epicorazine dan hyalodendrin yang mengandung gugus ETP menjanjikan sebagai agen antitumor (Gardiner 2005 dalam Nursid dkk. 2011). Selain jamur *Hyalodendron* sp. juga ada jamur *Chepalosporium* sp.1 yang mampu menekan pertumbuhan *P. infestans* sebesar 61,52%. Jamur *Cephalosporium* sp. menghasilkan senyawa antibiotik sefalosporium yang menghambat sintesis dinding sel sehingga dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme (Irmawan, 2007). Persentase penghambatan terendah yaitu pada jamur *Aspergillus* sp.2 karena koloni jamur *Aspergillus* sp.2 pertumbuhannya menyebar membentuk spot-spot sehingga lebih cepat menekan pertumbuhan koloni *P. infestans* pada waktu 3 hsi sebesar 11,11 %.

4.6 Analisis Penghambatan Jamur Endofit terhadap *P. infestans*

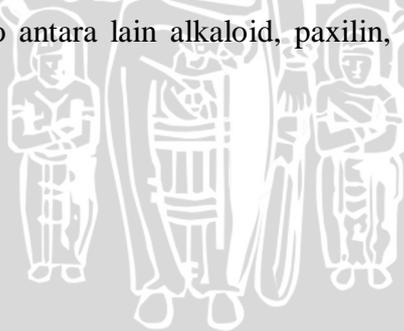
Dalam analisis penghambatan jamur endofit terhadap *P. infestans* dihitung jumlah pertumbuhan diameter koloni *P. infestans* pada media uji antagonis dibandingkan dengan diameter koloni *P. infestans* pada media kontrol di hari terakhir yaitu 7 hsi. Cara menghitung yaitu menambah R1 dan R2 koloni *P. infestans* setiap ulangnya pada media uji antagonis agar mengetahui diameter koloni *P. infestans* pada media uji antagonis. Kemudian diameter koloni *P. infestans* pada media uji antagonis dibandingkan dengan diameter koloni *P. infestans* pada media kontrol. Perbandingan diameter tersebut bertujuan untuk mengetahui kemampuan pertumbuhan koloni *P. infestans*, apabila diameter koloni *P. infestans* pada media uji antagonis lebih sedikit berarti terjadi penghambatan dari jamur endofit terhadap koloni *P. infestans* dan begitu sebaliknya. Diameter koloni *P. infestans* pada media uji antagonis dan media kontrol diuji dengan Uji T pada taraf kesalahan 5% (0,05), bertujuan untuk mengetahui potensi jamur endofit sebagai antagonis terhadap *P. infestans*. Hasil uji T diameter koloni *P. infestans* pada media uji antagonis dan kontrol dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji T diameter koloni jamur *P. infestans*

No	Kode Jamur	Rata-rata Diameter Koloni <i>P. infestans</i> pada 8 hsi (cm)
1.	Kontrol	7,53
2.	<i>Aspergillus</i> sp.1	1,83*
3.	<i>Aspergillus</i> sp.2	0,87*
4.	<i>Aspergillus</i> sp.3	1,03*
5.	<i>Aspergillus</i> sp.4	2,13*
6.	<i>Aspergillus</i> sp.5	2,27*
7.	<i>Aspergillus</i> sp.6	1,33*
8.	<i>Fusarium</i> sp.1	3,48*
9.	<i>Fusarium</i> sp.2	4,1*
10.	<i>Fusarium</i> sp.3	4*
11.	<i>Chepalosporium</i> sp.1	3,87*
12.	<i>Chepalosporium</i> sp.2	4,13*
13.	<i>Hyalodendron</i> sp.	3,07*
14.	<i>Penicillium</i> sp.1	4,57*
15.	<i>Penicillium</i> sp.2	4,77*
16.	<i>Penicillium</i> sp.3	4,93*
17.	<i>Culvularia</i> sp.	3,1*
18.	<i>Botrytis</i> sp.1	1,87*
19.	<i>Botrytis</i> sp.2	1,43*
20.	<i>Colletotrichum</i> sp.	3,33*
21.	<i>Paecilomyces</i> sp.	3,4*
22.	<i>Cunninghamella</i> sp.	4,1*
23.	<i>Monascus</i> sp.1	3,7*
24.	<i>Monascus</i> sp.2	3,77*
25.	<i>Acremonium</i> sp.	3,5*
26.	S2D1 DM	3,53*
27.	S4D1 DM	3,53*
28.	S3A1 6cm	4,23*
29.	S4A1	3,23*

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

Semua koloni jamur endofit berbeda nyata karena nilai t hitung diameter *P. infestans* pada media uji antagonis lebih besar daripada nilai t tabel (4,303). Terdapat perbedaan yang signifikan antara pertumbuhan koloni *P. infestans* pada media uji antagonis dengan *P. infestans* pada media kontrol. Pada rata-rata diameter koloni *P. infestans* pada media uji antagonis dengan jamur endofit lebih kecil daripada koloni *P. infestans* pada media kontrol karena pada media kontrol *P. infestans* tidak ada persaingan atau penghambatan dari jamur lain. Selain itu hal ini menunjukkan adanya penghambatan yang dilakukan jamur endofit terhadap pertumbuhan koloni *P. infestans* pada media uji antagonis. Dari hasil Uji T pada tabel tersebut menunjukkan bahwa semua jamur endofit yang ditemukan mempunyai potensi sebagai antagonis terhadap *P. infestans*. Istikorini (2005) menyatakan bahwa jamur mampu menjadi agen antagonis yang baik untuk pengendalian hayati apabila jamur tersebut memiliki kemampuan dalam mengkolonisasi jaringan tanaman dan berkompetisi dengan mikroorganisme lain. Jamur endofit melindungi tanaman dari serangan patogen melalui mekanisme kompetisi, antibiosis, antagonisme dan mikoparasit (CABI 2004 dalam Wilia dkk. 2011). Menurut Dahlam *et al.* (1991) dan Brunner *et al.* (1992) dalam Sudantha dan Abadi (2011) menyebutkan jamur endofit menghasilkan senyawa aktif biologi secara in-vitro antara lain alkaloid, paxilin, lolitrens, dan tetranose steroid.



V. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

1. Jamur endofit yang ditemukan pada jaringan daun, batang dan akar tanaman kentang (*Solanum tuberosum* L) sebanyak 28 isolat jamur dan terdiri dari 12 genus yang teridentifikasi antara lain *Aspergillus* sp., *Fusarium* sp., *Chepalosporium* sp., *Hyalodendron* sp., *Penicillium* sp., *Culvularia* sp., *Botrytis* sp., *Colletotrichum* sp., *Paecilomyces* sp., *Cunninghamella* sp., *Monascus* sp., *Acremonium* dan 4 jamur yang tidak teridentifikasi antara lain jamur kode S2D1 DM, S4D1 DM, S3A1 6cm dan S4A1.
2. Daya antagonis jamur endofit terhadap pertumbuhan *P. infestans* bervariasi. Persentase penghambatan tertinggi yaitu pada jamur *Hyalodendron* sp. sebesar 66,56% diikuti jamur *Chepalosporium* sebesar 61,52%. Persentase penghambatan terkecil yaitu jamur *Aspergillus* sp.2 sebesar 11,11%. Semua jamur endofit yang ditemukan pada jaringan kentang berpotensi sebagai antagonis pengendali hayati karena pada Uji T nilai t hitung lebih besar daripada t tabel (4,303) dan semua jamur endofit yang ditemukan mampu menekan pertumbuhan koloni *P. infestans*.

5.2 Saran

Dalam penelitian ini diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui:

1. Kandungan senyawa metabolit jamur endofit yang ditemukan dalam menekan pertumbuhan *P. infestans* penyebab hawar daun.
2. Uji Postulat Koch untuk mengetahui kemungkinan jamur endofit sebagai patogen dan senyawa metabolit yang dihasilkan menyebabkan penyakit terhadap tanaman atau organisme lain.
3. Menguji antagonis jamur endofit terhadap *P. infestans* secara *In-vivo*

DAFTAR PUSTAKA

- Abadi, A. L. 2003. Ilmu Penyakit Tumbuhan. Bayumedia Publishing, Malang. 124 hal.
- Azevedo, J.L *et al.* 2000. Endophytic Microorganisms: a Review on Insect Control and Recent Advances on Tropical Plants. *Electronic Journal of Biotechnology*. Universidad Catolica de Valparaiso. Vol. 3 No. 1
- Badan Pusat Statistik. 2013. Luas Panen, Produksi dan Produktivitas Kentang, 2009-2011. <http://www.bps.go.id>. Di unduh 21 Maret 2013
- Barnet, H. L., and B. B. Hunter. 1960. *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*. Brgess publishing company. USA.
- Birch, P.R.J and Stephen C.W. 2001. *Phytophthora infestans* Enters The Genomics Era. *Molecular Plant Pathology* 2 (5): 257-263
- Bush, E. 2012. Late Blight of Tomato and Potato. Virginia Cooperative Extension. College of Agriculture and Life Sciences. Petersburg
- Cahyono, B. 1996. *Budidaya Intensif Tanaman Kentang*. CV Aneka. Solo
- Carrol, G.C. 1988. Fungal Endophyte in Stems and Leaves. From Latent Pathogens to Mutualistic Symbiont. *Journal of Ecology*. Vol. 69 No. 1: 2-9
- Clay, K. 1988. Fungal Endophyte of Grasses: a Defensive Mutualism Between Plants Fungi. *Journal of Ecology*. Vol. 69No. 1: 10-16
- Gandjar, I., Robert A.S, Karin van den T.V, Arianti O., dan Imam S. 1999. *Pengenalan Kapang Tropik Umum*. Yayasan Obor Indonesia. Jakarta
- Irmawan, D. E. 2007. *Kelimpahan Keragaman Cendawan Endofit pada Beberapa Varietas Padi Di Kuningan, Tasikmalaya dan Subang, Jawa Barat*. Fakultas Pertanian, IPB. Bogor
- Istikorini, Y. 2005. *Eksplorasi Cendawan Endofit dari Tanaman Cabai (Capsicum annum L) dan Teki (Cyperus rotundus)*. IPB. Bogor
- Nursid, M., Chasanah, E., Murwantoko dan Wahyuono, S. 2011. Isolation and Identification of Emestrin from *Emericella nidulans* and Investigation of Its Anticancer Properties. *Microbiology Indonesia*. Vol 5, No 4: 160-169
- Paul. 1998. Daur Hidup *Phytophthora infestans*. <http://www.apsnet.org/online/feature/lateblit/chapter1/epidemic.htm>). Diunduh pada 1 April 2013

- Petrini, O. 1992. Ecology, Metabolite Production, and Substrate Utilization in Endophyte Fungi. Wiley Liss Inc. Swiss : Natural Toxins. 1: 185-186
- Prihatiningtias, W dan Mae S.H.W. 2006. Prospek Mikroba Endofit Sebagai Sumber Senyawa Bioaktif. Fakultas Farmasi UGM. Yogyakarta
- Purwantisari, S dan Rini B.H. 2009. Isolasi dan Identifikasi Jamur Indigenous Rhizosfer Tanaman Kentang dari Lahan Pertanian Kentang Organik di Desa Pakis, Magelang. Jurnal BIOMA Vol. 11 No. 2 Hal. 45-53
- Purwantisari, S dan Rini B.S. 2009. Uji Antagonisme Jamur Patogen *Phytophthora infestans* Penyebab Penyakit Busuk Daun dan Umbi Tanaman Kentang dengan Menggunakan *Trichoderma* sp. Isolat Lokal
- Purwantisari, S., R.S Ferniah & B. Raharjo. 2008. Pengendalian Hayati Penyakit Lodoh (Busuk Umbi Kentang) Dengan Agens Hayati Jamur-jamur Antagonis Isolat Lokal. Jurnal BIOMA. Vol. 10, No. 2, Hal. 13-19
- Purwanto, R. 2008. Peranan Mikroorganisme Endofit sebagai Penghasil Antibiotik. www.kabarindonesia.com. Diunduh pada 1 April 2013
- Ridwan, H.K, Numalinda dkk. 2010. Analisis Finansial Penggunaan Benih Kentang G4 Bersertifikat dalam Meningkatkan Pendapatan Usahatani Kentang. Jurnal Hortikultura 20 (2): 196-206
- Rukmana, R. 1997. Kentang Budidaya & Pascapanen. Kanisius. Yogyakarta
- Samadi, B. Usaha Tani Kentang. Kanisius. Yogyakarta
- Sastrahidayat, I.R. 2011. Fitopatologi (Ilmu Penyakit Tumbuhan). UB press. Malang
- Sastrahidayat, I.R. 2011. Mikologi Ilmu Jamur. UB Press. Malang
- Semangun, H. 1989. Penyakit-Penyakit Tanaman Hortikultura di Indonesia. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta
- Semangun, H. 2000. Penyakit-Penyakit Tanaman Hortikultura di Indonesia. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta
- Semangun, H. 2004. Penyakit-Penyakit Tanaman Hortikultura di Indonesia. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 849 hal.
- Stillwell, M.A, L.P Magasi, G.M Strunz. 1974. Production, Isolation and Antimicrobial Activity of Hyalodendrin, a New Antibiotic Produced by a Species of *Hyalodendron*. Canadian Journal of Microbiology. 20 (5): 759-764.
- Sudantha, I.M dan A.L Abadi. 2007. Identifikasi Jamur Endofit dan Mekanisme Antagonismenya terhadap Jamur *Fusarium oxysporum* f. sp. vanillae Pada Tanaman Vanili. Agroteksos. Vol. 17 No 1

Sudantha, I.M dan A.L Abadi. 2011. Uji Efektifitas Beberapa Jenis Jamur Endofit *Trichoderma* spp. Isolat Lokal NTB Terhadap Jamur *Fusarium oxysporum* f. sp. *Vanillae* Penyebab Penyakit Busuk Batang pada Bibit Vanili. Crop Agro Vol. 4 No. 2

Sunarjono, H. 2007. Petunjuk Praktis Budidaya Kentang. Agro Media Pustaka. Jakarta

Sunarmi, N. 2010. Isolasi dan Identifikasi Jamur Endofit dari Akar Tanaman Kentang Sebagai Anti Jamur (*Fusarium* sp, *Phytophthora infestans*) dan Anti Bakteri (*Ralstonia solanacaerum*). Skripsi. UIN Maulana Malik Ibrahim. Malang

Widya. 2009. Sporangia Pada *Phytophthora infestans*.
http://wpcontent.answers.com/wikipedia/commons/thumb/f/fe/Phytophthora_reproduction.png/565px-Phytophthora_reproduction.png. Diunduh pada 1 April 2013

Wilia, W., Y. Alia., dan Trias N. 2011. Eksplorasi Cendawan Endofit dari Beberapa Varietas Kedelasi sebagai Agens Pemacu Pertumbuhan Tanaman. Fakultas Pertanian, Universitas Jambi, Jambi. Vol. 13. No.1: hal. 33-38



LAMPIRAN

Tabel . Hasil Uji T diameter jamur *P. infestans* uji antagonis dibandingkan dengan kontrol

No	Kode Jamur	Rata-rata Diameter Koloni <i>P. infestans</i> pada 8 hsi (cm)	t Hitung
1.	Kontrol	7,53	
2.	<i>Aspergillus</i> sp.1	1,83	7,37*
3.	<i>Aspergillus</i> sp.2	0,87	32,88*
4.	<i>Aspergillus</i> sp.3	1,03	112,58*
5.	<i>Aspergillus</i> sp.4	2,13	15,38*
6.	<i>Aspergillus</i> sp.5	2,27	6,29*
7.	<i>Aspergillus</i> sp.6	1,33	14,89*
8.	<i>Fusarium</i> sp.1	3,48	31,87*
9.	<i>Fusarium</i> sp.2	4,1	8,74*
10.	<i>Fusarium</i> sp.3	4	16,16*
11.	<i>Chepalosporium</i> sp.1	3,87	20,79*
12.	<i>Chepalosporium</i> sp.2	4,13	19,63*
13.	<i>Hyalodendron</i> sp.	3,07	25,32*
14.	<i>Penicillium</i> sp.1	4,57	24,68*
15.	<i>Penicillium</i> sp.2	4,77	31,37*
16.	<i>Penicillium</i> sp.3	4,93	17,02*
17.	<i>Curvularia</i> sp.	3,1	9,89*
18.	<i>Botrytis</i> sp.1	1,87	170*
19.	<i>Botrytis</i> sp.2	1,43	15,09*
20.	<i>Colletotrichum</i> sp.	3,33	14*
21.	<i>Paecilomyces</i> sp.	3,4	23,43*
22.	<i>Cunninghamella</i> sp.	4,1	20,6*
23.	<i>Monascus</i> sp.1	3,7	9,18*
24.	<i>Monascus</i> sp.2	3,77	7,47*
25.	<i>Acremonium</i> sp.	3,5	5,5*
26.	S2D1 DM	3,53	8,73*
27.	S4D1 DM	3,53	15,11*
28.	S3A1 6cm	4,23	12,47*
29.	S4A1	3,23	28,15*

Keterangan: * = Berbeda nyata, n = Tidak berbeda nyata

