

**EKSPLORASI JAMUR ENDOFIT DAN KHAMIR PADA TANAMAN
CENGKEH (*Syzygium aromaticum*) SERTA UJI POTENSI
ANTAGONISMENYA TERHADAP JAMUR AKAR PUTIH
(*Rigidoporus microporus*)**

Oleh

ROSY HUSNA SHOFIANA

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



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

**EKSPLORASI JAMUR ENDOFIT DAN KHAMIR PADA TANAMAN
CENGKEH (*Syzygium aromaticum*) SERTA UJI POTENSI
ANTAGONISMENYA TERHADAP JAMUR AKAR PUTIH
(*Rigidoporus microporus*)**

Oleh

**ROSY HUSNA SHOFIANA
105040200111020**

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

SKRIPSI

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

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
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 juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, September 2014

Rosy Husna Shofiana

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

Judul Skripsi : **Eksplorasi Jamur Endofit Dan Khamir Pada Tanaman Cengkeh (*Syzygium aromaticum*) Serta Uji Potensi Antagonismenya Terhadap Jamur Akar Putih (*Rigidoporus microporus*)**

Nama Mahasiswa : Rosy Husna Shofiana

NIM : 105040200111020

Program Studi : Agroekoteknologi

Minat : Hama Dan Penyakit Tumbuhan

Menyetujui : Dosen pembimbing

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

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

Dr. Anton Muhibuddin, SP.,MP.
NIP. 19771130 200501 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,

Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, SU
NIP. 19550403 198303 1 003

Penguji II,

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

Penguji I,

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

Penguji IV,

Dr. Anton Muhibuddin, SP.,MP.
NIP. 19771130 200501 1 002

Tanggal Lulus :



**" JADIKANLAH KEGAGALAN DI MASA LALU SEBAGAI BATU
LONCATAN UNTUK MERAHAI KEBERHASILAN DI MASA DEPAN,
TETAP OPTIMIS DAN TIDAK PUTUS ASA "**

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Skripsi ini kupersembahkan kepada :

Papa Drs. Abdul Hakim dan Mama Tri Astuti Setyorini, Sp.d

Kakakku Ahmad Farid Rosyadi, SE

Adikku Azmy Afif Al- Bahy

Serta saudara, sahabat, rekan, mikologi '10 dan HPT UB

RINGKASAN

Rosy Husna Shofiana.105040200111020. Eksplorasi Jamur Endofit Dan Khamir Pada Tanaman Cengkeh (*Syzygium aromaticum*) Serta Uji Potensi Antagonismenya Terhadap Jamur Akar Putih (*Rigidoporus microporus*). Di bawah bimbingan Prof. Ir. Liliek Sulistyowati, Ph.D. sebagai Pembimbing Utama dan Dr. Anton Muhibuddin, SP., MP. sebagai Pembimbing Pendamping

Cengkeh (*Syzygium aromaticum*) merupakan tanaman rempah-rempah unggulan asli Indonesia yang sejak dulu menjadi salah satu komoditi utama perkebunan, karena memberikan pemasukan negara melalui cukai rokok. Selain itu, cengkeh juga berperan sebagai penyumbang pendapatan petani, mendukung berkembangnya industri, dan berpotensi menjadi salah satu sumber pendapatan untuk mengembangkan pembangunan suatu wilayah. Direktori Jenderal Perkebunan (2014), menyebutkan bahwa dalam empat tahun terakhir 2008-2012, produksi cengkeh mengalami fluktuasi. Menurunnya produksi cengkeh disebabkan oleh beberapa faktor dan faktor yang paling dominan merusak tanaman cengkeh yaitu organisme pengganggu tanaman (OPT). Serangan OPT terutama penyakit pada tanaman cengkeh mampu menurunkan produksi hingga terjadi gagal panen. Salah satu penyakit yang berperan dapat menurunkan produksi cengkeh yaitu jamur akar putih (JAP) oleh *Rigidoporus microporus*. Penyakit jamur akar putih yang disebabkan jamur *Rigidoporus microporus* ini mempunyai peran penting dalam menimbulkan kerugian pada perkebunan cengkeh. Pengendalian hayati memanfaatkan keanekaragaman hayati yang melimpah di alam dengan salah satunya menggunakan jamur endofit yang bersifat antagonis untuk meningkatkan induksi ketahanan tanaman terhadap penyakit (Sudantha dan Abadi, 2007). Selain jamur endofit yang dimanfaatkan sebagai agen pengendalian hayati, khamir (yeast) juga memiliki manfaat sebagai pengendali hayati. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jamur endofit dan khamir yang terdapat dalam jaringan daun, batang, pangkal batang dan akar tanaman cengkeh serta potensinya dalam menghambat pertumbuhan jamur *Rigidoporus microporus* penyebab penyakit jamur akar putih (JAP) pada tanaman cengkeh.

Penelitian dilaksanakan di Sub Laboratorium Mikologi, Jurusan Hama Dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang. Waktu pelaksanaan pada bulan Februari – Juni 2014. Dalam penelitian ini metode yang akan digunakan adalah eksplorasi dan eksperimen. Eksplorasi jamur endofit dari daun, batang dan akar tanaman cengkeh dan ekplorasi khamir dari daun dan pangkal batang tanaman cengkeh yang di ambil dari Desa Jombok Kabupaten Trenggalek, dengan pertimbangan di kawasan ini merupakan salah satu sentra pembibitan cengkeh di Trenggalek. Eksperimen meliputi uji antagonis jamur endofit dan khamir yang diperoleh terhadap *R. microporus* pada media PDA.

Jamur endofit yang diperoleh adalah sebanyak 13 isolat jamur dan terdiri dari 5 genus yang teridentifikasi antara lain dari genus *Curvularia* sp., *Colletotrichum* sp., *Mucor* sp., *Gonatobotyum* sp., *Aspergillus* sp., dan *Beltrania* sp. dan 4 jamur tidak

teridentifikasi antara lain jamur dengan kode B1, B5, B8 dan A2. Sedangkan khamir yang diperoleh sebanyak 7 isolat yang terdiri dari 4 genus yang teridentifikasi antara lain dari genus *Candida* sp., *Pichia* sp., *Metschnikowia* sp., dan *Cryptococcus* sp.

Berdasarkan hasil analisis ragam dan dilanjutkan dengan uji Duncan pada taraf kesalahan 0,05, diketahui bahwa hasil uji antagonis jamur endofit dengan selisih waktu 2 hari yang memiliki persentase penghambatan yang relatif besar dibandingkan dengan perlakuan pengujian antagonis pada waktu yang sama maupun pada selisih waktu 1 hari. Presentase hambatan tertinggi yaitu pada jamur *Gonatobotryum* sp. 2 sebesar 89,16%, *Colletotrichum* sp. 2 sebesar 69,16%, *Gonatobotryum* sp. 2 sebesar 65,83%, dan Jamur tidak teridentifikasi (A2) sebesar 64,99%. Sedangkan pada pengujian khamir terhadap jamur *R. microporus*, pada semua khamir tidak memiliki potensi dalam penghambatan patogen *R. microporus*, karena hanya menghasilkan nilai hambatan dibawah 50%.



SUMMARY

Rosy Husna Shofiana.105040200111020. The Exploration of Endophytic Fungi and Yeasts on Cloves Plants (*Syzygium aromaticum*) as well as a Antagonisms Potential Test of The White Root Disease (*Rigidoporus microporus*). Under supervisor of Prof. Ir. Liliek Sulistyowati, Ph.D. and Dr. Anton Muhibuddin, SP., MP. as co- supervisor.

Clove (*Syzygium aromaticum*) is an Indonesian native plant herbs which become one of the major commodity plantation. It generates national income through cigarettes custom. Besides, clove also serves as the farmer's income, supports the development of industry and potentially become one of income sources to develop an area development. General Directory of Plantation (2014), said that in the last four years 2008-2012, the production of clove were fluctuating. Clove production decreased due to several factors. The most dominant factor damaging the clove plant namely plant pest organism. Pest attacks especially a disease on clove plants can reduce production and can cause a crop failure. One of disease which can reduce clove production is white root fungi (JAP) by *Rigidoporus microporus*. A white root disease caused by *Rigidoporus microporus* fungi can significantly harm on clove plantations. Biodiversity control takes advantage from the richness of biological diversity by using endophyte fungi, which has antagonist character to increase the induction of plant resistant against disease (Sudantha dan Abadi, 2007). In addition, yeasts also have benefits as a biological control. This research aimed to know the endophyte fungi and yeasts which were found in the fabric of leaves, stems, the base of the stem and roots clove plant as well as the potential in inhibiting the growth of a *Rigidoporus microporus* fungal disease which caused white roots (JAP) on a plant the cloves.

The research was carried out in the laboratory of Mycology, Plant Pests and Disease Department, Faculty of Agriculture, University of Brawijaya, Malang. The implementation was conducted in February - June 2014. This research used exploration and experimentation methods. The exploration of endophytic fungi from leaves, stems and roots cloves plant and the exploration of yeast from leaves and the base of stem of clove plant were taken from Jombok village, Trenggalek district, with consideration in this area is central seedbed of cloves plant in Trenggalek. The experiments included antagonist testing of endophytic fungi and yeasts which were obtained from *R. microporus* on PDA.

The gained endophytic fungi were 13 fungal isolates which consisted of 5 identified genus such as *Curvularia* sp., *Colletotrichum* sp., *Mucor* sp., *Gonatobotyrum* sp., *Aspergillus* sp., and *Beltrania* sp. and four unidentified fungi included fungi with code B1, B5, B8 and A2. The yeast which was obtained were 7 isolates. It consisted of four genus such as *Candida* sp., *Pichia* sp., *Metschnikowia* sp. and *Cryptococcus* sp.

Based on the result of variety analysis and duncan test on standard error 0.05, it was found that the result the antagonist test of endophytic fungi within two days have relatively large percentage inhibitory compared with treatment antagonistic

testing at the same time and within a day. The highest Hindrance percentage was on *Gonatobotryum* sp. 2 fungi (89,16%), the hindrance percentage of *Colletotrichum* sp.2 was 69,16%, *Gonatobotryum* sp.2 was 65,83% and unidentified fungi (A2) was 64,99%. While in yeast testing against *R. microporus* fungi, it was found that all yeasts did not have potential in the inhibition of *R. microporus* pathogenic. It only resulted less than 50% of inhibitory value.



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 Dan Khamir Pada Tanaman Cengkeh (*Syzygium aromaticum*) Serta Uji Potensi Antagonismenya Terhadap Jamur Akar Putih (*Rigidoporus microporus*)”

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 Dr. Anton Muhibuddin, SP, MP. selaku Dosen pembimbing utama dan pembimbing pendamping yang telah memberikan pengarahan penulis dalam menyelesaikan skripsi.
3. Kedua orang tua penulis tercinta Papa Drs. Abdul Hakim dan Mama Tri Astuti Setyorini, Sp.d serta mas Ahmad Farid Rosyadi, SE dan adek Azmy Afif Albahy yang selalu memberikan dukungan dan doa.
4. Saudara dan kerabat terdekat, Mikologi 2010, Agroekoteknologi A, Dharma W.E.P, mas Z. Y. Ganda T, mas Bayu A.K, teman seperjuangan (Yuricha K, T. Intan , N. Umayyatul A, Reni, Enggar, Dinul, Pandu, Fernia, Imam, Ika, dll)
5. Sobat – sobatku Silvia A.S, F. Hesti W, Eny P, Rina A, Isna K.M, Risca D.K , Widyarnes N, Ardania P, Fyrga A, yang selalu memberi dukungan dan doa.

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, September 2014

Penulis

RIWAYAT HIDUP

Penulis merupakan anak kedua dari tiga bersaudara pasangan Drs. Abdul Hakim dan Tri Astuti Setyorini Sp.d. Penulis memulai pendidikan Taman Kanak – Kanak di MPI Cendono (1995-1997), pendidikan dasar di SDN Cendono 1 (1997-2003), kemudian melanjutkan pendidikan menengah di SMPN 1 Kandat (2003-2006). Lalu melanjutkan pendidikan ke SMAN 1 Grogol (2007-2010). Pada tahun 2010 penulis melanjutkan pendidikan di Program Sarjana Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang melalui jalur SNMPTN. Dan pada semester 5 masuk ke jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan sub laboratorium Mikologi.

Selama menempuh di Perguruan Tinggi, penulis pernah menjadi asisten Teknologi Pupuk dan Pemupukan (2012/2013). Selain itu, penulis memiliki pengalaman kepanitiaan kampus antara lain Rantai II (2011), dan PORI (Pekan Olah Raga Ilmu Tanah) pada tahun 2011. Penulis pernah melakukan kegiatan magang kerja selama tiga bulan pada bulan Juni-Agustus 2013 di PTPN XII Kebun Pancursari, Malang.

DAFTAR ISI

RINGKASAN.....	i
SUMMARY	iii
KATA PENGANTAR	v
RIWAYAT HIDUP	vi
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Hipotesis	4
1.5 Manfaat	4
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Tanaman Cengkeh (<i>Syzygium aromaticum</i>)	5
2.1.1 Taksonomi Tanaman Cengkeh	5
2.1.2 Morfologi Tanaman Cengkeh.....	5
2.2 Jamur Endofit	7
2.2.1 Definisi Jamur Endofit	7
2.2.2 Taksonomi Jamur Endofit	8
2.2.3 Ekologi Jamur Endofit	9
2.2.4 Hubungan Jamur Endofit dengan Inangnya	9
2.2.5 Peran Jamur Endofit dan Mekanisme Antagonis dalam Menghambat Patogen.....	10
2.3 Khamir (Yeast).....	10
2.3.1 Definisi khamir	10
2.3.2 Taksonomi, Ekologi dan Peran Khamir di Alam.....	12
2.4 Deskripsi Jamur <i>Rigidoporus microporus</i>	13
2.4.1 Klasifikasi Jamur <i>R. microporus</i>	13
2.4.2 Gejala Penyakit yang Disebabkan <i>R. microporus</i>	13
2.4.3 Biologi Jamur <i>R. microporus</i>	14
2.4.4 Siklus Penyakit Akar Putih oleh Jamur <i>R. microporus</i>	15
III. METODE PENELITIAN	17
3.1 Tempat dan Waktu	17

3.2 Alat dan Bahan	17
3.3 Metode Penelitian	17
3.4 Pelaksanaan penelitian	18
3.4.1 Isolasi Patogen <i>R. microporus</i>	18
3.4.2 Eksplorasi Jamur Endofit Tanaman Cengkeh	18
3.4.3 Eksplorasi khamir (<i>yeast</i>) Tanaman Cengkeh	21
3.4.4 Uji Antagonis Isolat Jamur Endofit dengan Jamur <i>R. microporus</i>	23
3.4.5 Uji Antagonis Isolat Khamir dengan Jamur <i>R. microporus</i>	24
3.5 Analisis Data	25
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	26
4.1 Isolasi dan Identifikasi Jamur <i>Rigidoporus microporus</i> Penyebab Penyakit Jamur Akar Putih	26
4.2 Eksplorasi dan Identifikasi Jamur Endofit dan Khamir Pada Tanaman Cengkeh	27
4.2.1 Eksplorasi Jamur Endofit dari Jaringan Daun, Batang, dan Akar Tanaman Cengkeh.	27
4.2.2 Hasil Isolasi dan Identifikasi Jamur Endofit pada Jaringan Tanaman Cengkeh	29
4.2.2.1 Daun	29
4.2.2.2 Batang	32
4.2.2.3 Akar	40
4.2.3 Eksplorasi Khamir dari Pangkal Batang dan Daun Tanaman Cengkeh....	42
4.2.4 Hasil Isolasi dan Identifikasi Khamir pada Tanaman Cengkeh.....	44
4.2.4.1 Daun	44
4.2.4.2 Pangkal Batang	45
4.3 Uji Antagonis Jamur Endofit dan Khamir terhadap <i>Rigidoporus microporus</i>	54
4.3.1 Hasil Uji Antagonis Jamur Endofit terhadap <i>Rigidoporus microporus</i>	54
4.3.1.1 Uji Antagonis dengan Perlakuan Hari Yang Sama	54
4.3.3.2 Uji Antagonis dengan Perlakuan Selisih 1 Hari	61
4.3.3.3 Uji Antagonis dengan Perlakuan Selisih 2 Hari	65
4.3.2 Hasil Uji Antagonis Khamir terhadap Patogen <i>Rigidoporus microporus</i>	70
V. KESIMPULAN	74
5.1 Kesimpulan	74

5.2 Saran	74
DAFTAR PUSTAKA	76
LAMPIRAN	80



DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Morfologi bunga cengkeh.....	7
2.	Bentuk sel khamir	12
3.	Skema Pengambilan Sampel Metode Sistematis	19
4.	Pengambilan bagian tanaman cengkeh untuk isolasi jamur endofit.	19
5.	Pengambilan bagian tanaman cengkeh untuk isolasi khamir (pangkal batang dan daun)	22
6.	Uji Antagonis Oposisi langsung	23
7.	Uji antagonis in-vitro khamir terhadap <i>R. microporus</i>	25
8.	Jamur <i>Rigidoporus microporus</i> penyebab penyakit Jamur Akar Putih (JAP) pada tanaman cengkeh.....	26
9.	Eksplorasi jamur endofit pada tanaman cengkeh pada media PDA. Hasil persebaran koloni jamur endofit	28
10.	Jamur <i>Curvularia</i> sp. diisolasi dari daun tanaman cengkeh.	30
11.	Jamur <i>Colletotrichum</i> sp. 1 diisolasi dari daun tanaman cengkeh.	31
12.	Jamur <i>Colletotrichum</i> sp. 2 diisolasi dari daun tanaman cengkeh.	32
13.	Jamur tidak teridentifikasi (B1) diisolasi dari batang tanaman cengkeh.....	33
14.	Jamur <i>Mucor</i> sp. diisolasi dari batang tanaman cengkeh.	34
15.	Jamur <i>Gonatobotryum</i> sp. 1 diisolasi dari batang tanaman cengkeh.	35
16.	Jamur <i>Aspergillus</i> sp. diisolasi dari batang tanaman cengkeh.....	36
17.	Jamur tidak teridentifikasi (B5) diisolasi dari batang tanaman cengkeh.....	37
18.	Jamur <i>Beltrania</i> sp. diisolasi dari batang tanaman cengkeh.....	38
19.	Jamur <i>Gonatobotryum</i> sp. 2 diisolasi dari batang tanaman cengkeh.	39
20.	Jamur tidak teridentifikasi (B8) diisolasi dari batang tanaman cengkeh.....	40
21.	Jamur <i>Aspergillus</i> sp. 2 diisolasi dari akar tanaman cengkeh.	41
22.	Jamur tidak teridentifikasi diisolasi dari akar tanaman cengkeh.	42
23.	Hasil isolasi dari eksplorasi khamir pada tanaman cengkeh pada media PDA.	42
24.	Hasil purifikasi dari isolasi khamir pada tanaman cengkeh.	43
25.	Khamir <i>Candida</i> sp. dari daun tanaman cengkeh.	40
26.	Khamir <i>Pichia</i> sp. 1 dari daun tanaman cengkeh.....	45
27.	Khamir <i>Metschnikowia</i> sp. 1 dari pangkal batang tanaman cengkeh.	46

28. Khamir *Metschnikowia* sp. 2 dari pangkal batang tanaman cengkeh. 47

29. Khamir *Pichia* sp. 2 dari pangkal batang tanaman cengkeh..... 48

30. Khamir *Cryptococcus* sp. dari pangkal batang tanaman cengkeh 49

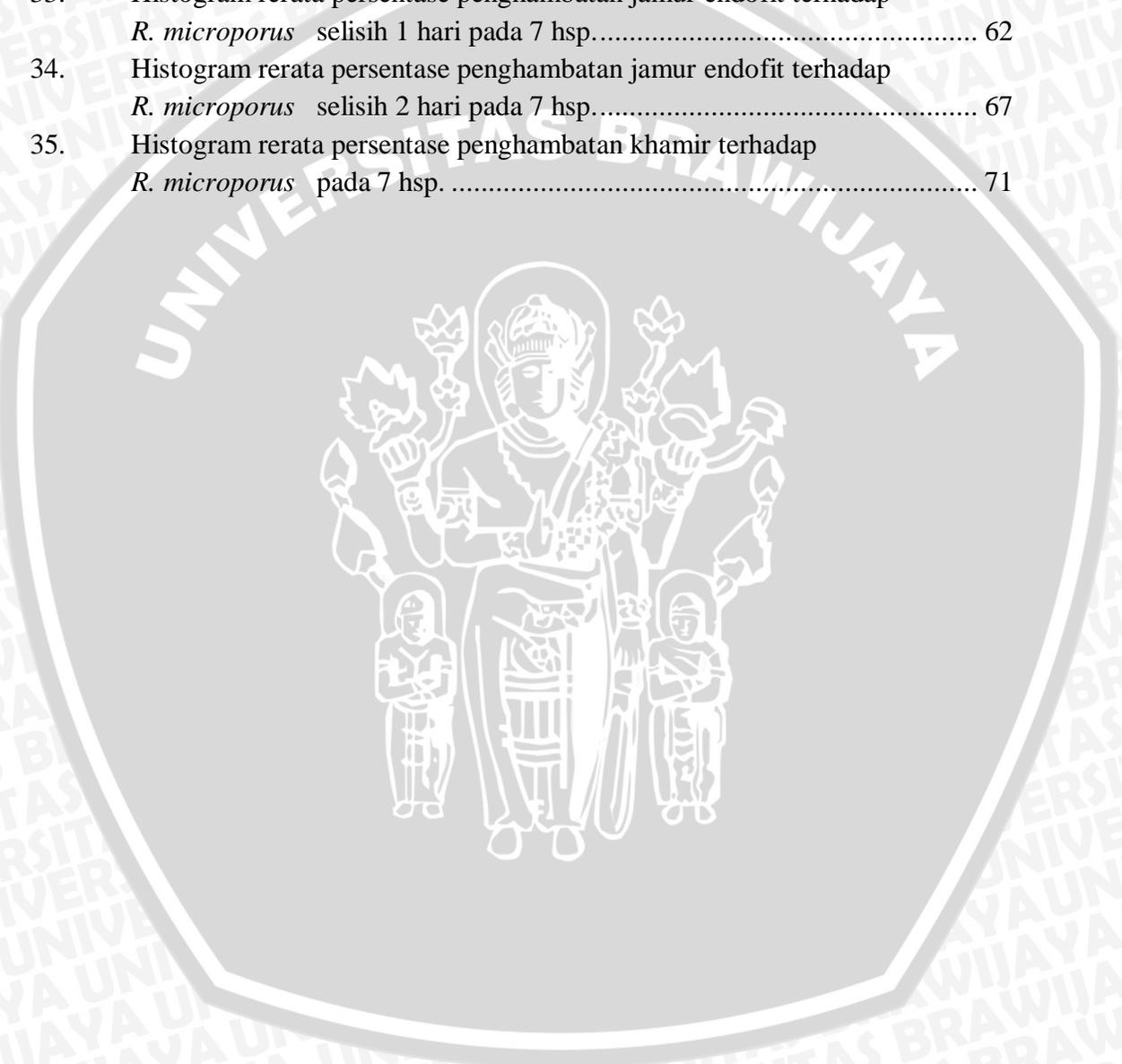
31. Khamir *Metschnikowia* sp. 3 dari pangkal batang tanaman cengkeh. 50

32. Histogram rerata persentase penghambatan jamur endofit terhadap *R. microporus* hari yang sama pada 7 hsp. 56

33. Histogram rerata persentase penghambatan jamur endofit terhadap *R. microporus* selisih 1 hari pada 7 hsp..... 62

34. Histogram rerata persentase penghambatan jamur endofit terhadap *R. microporus* selisih 2 hari pada 7 hsp..... 67

35. Histogram rerata persentase penghambatan khamir terhadap *R. microporus* pada 7 hsp. 71

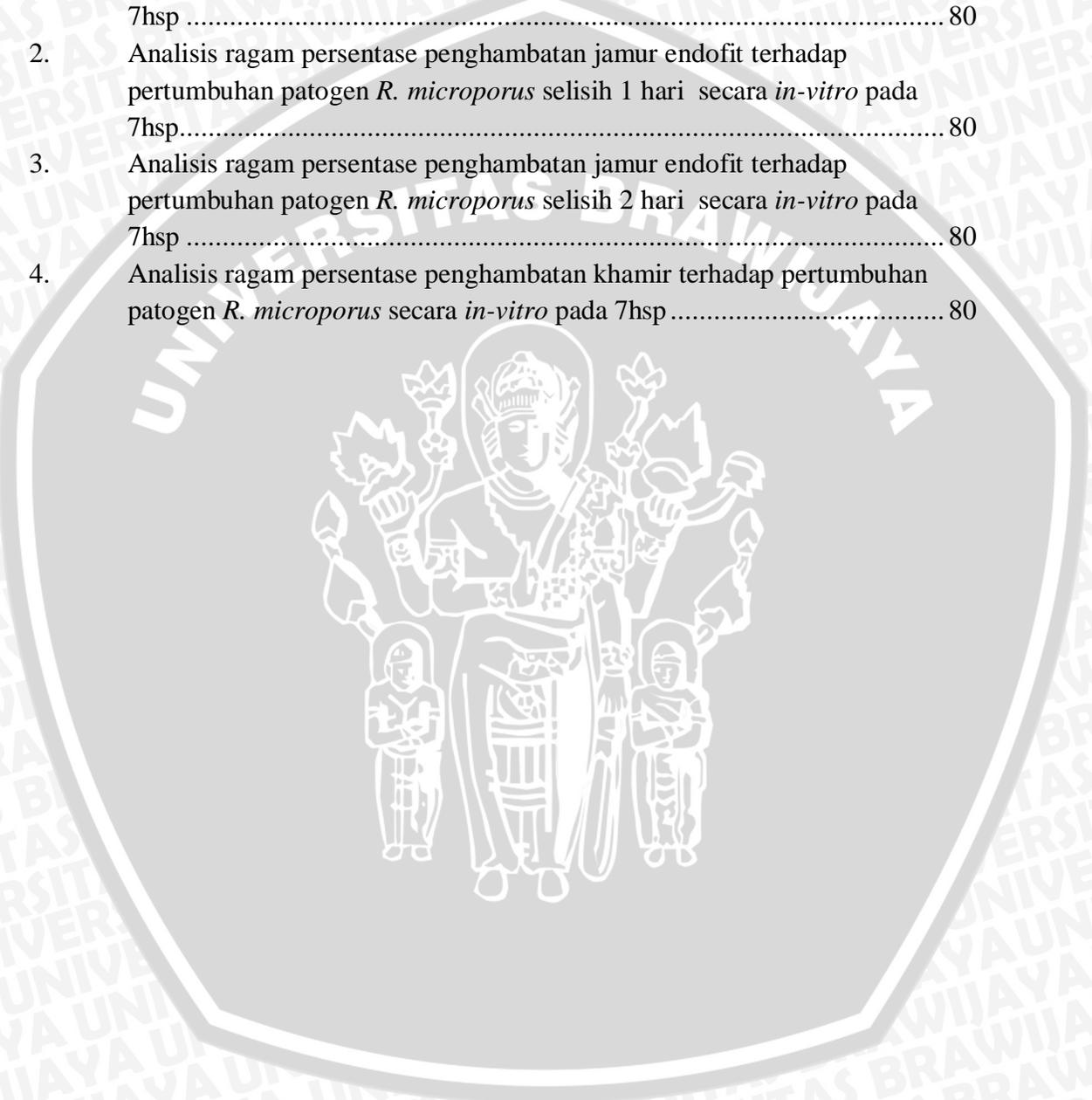


DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Keanekaragaman Jamur Endofit pada jaringan daun, batang dan akar tanaman cengkeh.	28
2.	Keanekaragaman khamir pada pangkal batang dan daun tanaman cengkeh.	43
3.	Karakteristik khamir secara makroskopis dan mikroskopis	51
4.	Rerata persentase penghambatan jamur endofit terhadap patogen <i>R. microporus</i> pada hari yang sama selama 7 hari pengamatan.	50
5.	Rerata persentase penghambatan jamur endofit terhadap patogen <i>R. microporus</i> hari yang sama pada 7 hsp	57
6.	Hasil Dokumentasi Uji Antagonis jamur endofit terhadap pertumbuhan patogen <i>R. microporus</i> hari yang sama secara in-vitro pada 7 hsp	59
7.	Rerata persentase penghambatan jamur endofit terhadap patogen <i>R. microporus</i> pada selisih 1 hari selama 7 hari pengamatan	61
8.	Rerata persentase penghambatan jamur endofit terhadap patogen <i>R. microporus</i> selisih 1 hari pada 7 hsp	63
9.	Hasil Dokumentasi Uji Antagonis jamur endofit terhadap patogen <i>R. microporus</i> selisih 1 hari pada 7 hsp	64
10.	Rerata persentase penghambatan jamur endofit terhadap patogen <i>R. microporus</i> pada selisih 2 hari selama 7 hari pengamatan.	60
11.	Rerata persentase penghambatan jamur endofit terhadap patogen <i>R. microporus</i> selisih 2 hari pada 7 hsp	68
12.	Hasil Dokumentasi Uji Antagonis jamur endofit terhadap patogen <i>R. microporus</i> selisih 2 hari pada 7 hsp	69
13.	Rerata persentase penghambatan khamir terhadap patogen <i>R. microporus</i> selama 7 hari pengamatan.....	70
14.	Persentase penghambatan khamir terhadap pertumbuhan jamur <i>R. microporus</i> pada 7 hsp.	72
15.	Hasil Dokumentasi Uji Antagonis khamir terhadap patogen <i>R. microporus</i> pada 7 hsp	73

Lampiran

Nomor		Halaman
1.	Analisis ragam persentase penghambatan jamur endofit terhadap pertumbuhan patogen <i>R. microporus</i> hari yang sama secara <i>in-vitro</i> pada 7hsp	80
2.	Analisis ragam persentase penghambatan jamur endofit terhadap pertumbuhan patogen <i>R. microporus</i> selisih 1 hari secara <i>in-vitro</i> pada 7hsp.....	80
3.	Analisis ragam persentase penghambatan jamur endofit terhadap pertumbuhan patogen <i>R. microporus</i> selisih 2 hari secara <i>in-vitro</i> pada 7hsp	80
4.	Analisis ragam persentase penghambatan khamir terhadap pertumbuhan patogen <i>R. microporus</i> secara <i>in-vitro</i> pada 7hsp	80



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Cengkeh (*Syzygium aromaticum*) merupakan tanaman rempah-rempah unggulan asli Indonesia yang sejak dulu sampai sekarang menjadi salah satu komoditi perkebunan prioritas utama, karena cukup memberi pemasukan negara melalui cukai rokok. Selain itu, cengkeh juga berperan sebagai penyumbang pendapatan petani, mendukung berkembangnya industri, dan potensial untuk menjadi sarana pengembangan pembangunan wilayah (Siregar dan Suhendi, 2006). Menurut Ruhnyat (2002), pada abad ke-18 tanaman cengkeh tepatnya berasal dari daerah Banda di Kepulauan Maluku. Dan pada abad ke – 19, muncul produsen baru cengkeh yaitu kepulauan Zanzibar dan Madagaskar (Hadiwijaya, 1989). Cengkeh banyak dimanfaatkan sebagai bumbu masakan pedas di negara-negara Eropa, sedangkan di Indonesia cengkeh diproduksi sebagai bahan utama rokok kretek dan minyak atsiri. Kandungan minyak atsiri hasil dari penyulingan tanaman cengkeh terdapat dalam jumlah yang cukup besar, baik dalam bunga 10-20%, tangkai 5-10% dan daun 1-4% (Nurdjanah, 2004). Selain menghasilkan minyak atsiri, cengkeh juga digunakan untuk bahan baku pembuatan rokok kretek. Permintaan kebutuhan komoditas cengkeh diperkirakan beberapa tahun kedepan meningkat, karena meluasnya pemanfaatan hasil produksi cengkeh mulai dari sebagai dimanfaatkan bidang farmasi, makanan dan semakin banyaknya pabrik-pabrik rokok di Indonesia yang membutuhkan bahan baku cengkeh.

Permintaan komoditas cengkeh yang terus meningkat ini tidak diimbangi produksinya. Direktori Jenderal Perkebunan (2014), menyebutkan dalam empat tahun terakhir 2008-2012, produksi akan cengkeh ini mengalami naik turun. Pada tahun 2008 jumlah produksi cengkeh di Indonesia sebesar 70.538 Ton, tahun 2009 produksi naik sebesar 82.032 Ton dan pada tahun 2010 naik drastis sebesar 98.586 Ton. Namun, pada tahun 2011 produksi cengkeh menurun drastis menjadi 72.246 Ton dan pada tahun 2012 sebesar 72.976 Ton. Kebutuhan bahan baku cengkeh untuk rokok kretek di Indonesia dengan rata-rata penyerapan yang dibutuhkan sekitar 92.133

Ton/tahun, sehingga untuk memenuhi kebutuhan domestik, Indonesia melakukan impor terhadap komoditas cengkeh (Husodo, 2006). Menurunnya produksi cengkeh disebabkan beberapa faktor paling dominan merusak tanaman cengkeh yaitu organisme pengganggu tanaman (OPT). Serangan OPT terutama penyakit pada tanaman cengkeh mampu menurunkan produksi hingga gagal panen. Salah satu penyakit yang berperan dapat menurunkan produksi cengkeh yaitu jamur akar putih (JAP) oleh *Rigidoporus microporus*.

Jamur akar putih merupakan jasad polifag yaitu bisa menyerang bermacam – macam tumbuhan. Selain menyerang tanaman karet, jamur akar putih juga dapat menyerang tanaman teh, kopi, kakao, kelapa, kelapa sawit, mangga, nangka, ubi kayu, jati, cengkeh, duwet, lamtoro, sengon, dadap, nibung, kapur barus, cemara, kayu besi, meranti, rasamala, walikukun, kesambi, kumpas, akasia, dan fikus (Newsam, 1963; Van overeem dan Weese, 1924; Young, 1954). Jamur *Rigidoporus microporus* menyerang bagian akar tanaman cengkeh berwarna putih dan agak tebal, berwarna jingga kekuningan pada pangkal akar tanaman. Serangan pada akar tanaman cengkeh menyebabkan akar tanaman menjadi busuk sehingga mudah tumbang dan mati (Semangun, 2006). Penyakit jamur akar putih yang disebabkan jamur *Rigidoporus microporus* ini mempunyai arti penting dalam menimbulkan kerugian pada perkebunan cengkeh. Pengendalian yang tepat telah banyak dilakukan dalam menekan penyakit ini, mulai dari pengendalian secara kimiawi dan hayati. Pengendalian secara kimiawi dengan menggunakan pestisida sekarang telah menimbulkan dampak negatif bagi kerusakan ekosistem lahan pertanian, dengan demikian upaya menekan pertumbuhan jamur akar putih menggunakan pengendalian hayati.

Pengendalian hayati memanfaatkan keanekaragaman hayati yang melimpah di alam dengan salah satunya menggunakan jamur endofit yang bersifat antagonis untuk meningkatkan induksi ketahanan tanaman terhadap penyakit (Sudantha dan Abadi, 2007). Jamur endofit merupakan jamur yang terdapat pada jaringan daun, batang, ranting bunga atau akar pada tanaman (Clay,1988) dan dapat menginfeksi jaringan tanaman sehat agar mampu menghasilkan mikotoksin, enzim, serta antibiotik

terhadap OPT (Carrol, 1988). Namun di Indonesia masih belum banyak laporan mengenai jamur endofit. Sulistyowati *et al.* (2005) melaporkan bahwa jamur endofit *Trichoderma asperellum* yang diisolasi dari jaringan batang jeruk bertindak sebagai antagonis terhadap jamur *Phytophthora* spp. dan *Diplodia* spp. Selain jamur endofit yang dimanfaatkan sebagai agen pengendalian hayati, khamir (yeast) juga memiliki manfaat sebagai pengendali hayati. Khamir diketahui memiliki senyawa antibiotik yang dapat menghambat pertumbuhan patogen. Penggunaan jamur endofit dan khamir perlu dikembangkan lagi agar dapat mengurangi penggunaan pestisida kimiawi dan dijadikan agen hayati dalam menekan pertumbuhan penyakit jamur akar putih pada tanaman cengkeh.

1.2 Rumusan Masalah

1. Apakah didalam jaringan daun, batang dan akar tanaman cengkeh terdapat jamur endofit yang memiliki potensi sebagai antagonis?
2. Bagaimana potensi antagonis jamur endofit dari daun, batang dan akar tanaman cengkeh terhadap jamur akar putih (JAP) oleh *Rigidoporus microporus* ?
3. Apakah didalam jaringan pangkal batang dan daun tanaman cengkeh terdapat khamir yang memiliki potensi sebagai antagonis?
4. Bagaimana potensi antagonis khamir dari pangkal batang dan daun tanaman cengkeh terhadap jamur akar putih (JAP) oleh *Rigidoporus microporus* ?

1.3 Tujuan

Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui jamur dan khamir yang terdapat dalam jaringan daun, batang, pangkal batang dan akar tanaman cengkeh serta potensinya dalam menghambat pertumbuhan jamur *Rigidoporus microporus* penyebab penyakit jamur akar putih (JAP) pada tanaman cengkeh.

1.4 Hipotesis

Pada jaringan daun, batang, pangkal batang dan akar tanaman cengkeh terdapat keanekaragaman jamur dan khamir yang berpotensi dalam pengendalian patogen *Rigidoporus microporus* penyebab penyakit jamur akar putih (JAP).

1.5 Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang jamur dan khamir yang terdapat pada jaringan daun, batang, pangkal batang dan akar tanaman cengkeh serta potensinya terhadap penyakit jamur akar putih (JAP).



II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Cengkeh (*Syzygium aromaticum*)

2.1.1 Taksonomi Tanaman Cengkeh

Menurut Syamsuhidayat dan Hutapea (1991), klasifikasi tanaman cengkeh adalah sebagai berikut, Kerajaan: Plantae; Filum: Angiosperms; Ordo: Myrtales; Famili: Myrtaceae; Genus: *Syzygium*; Spesies: *Syzygium aromaticum* (Merrill & Perry).

2.1.2 Morfologi Tanaman Cengkeh

Untuk morfologi tanaman cengkeh menurut Aak (1981) antara lain:

Akar. Perakaran pohon cengkeh relatif kurang berkembang, namun pada bagian akar yang dekat dengan permukaan tanah banyak tumbuh bulu akar. Dikarenakan perakarannya yang relatif kurang berkembang, maka akar tidak kuat dalam menahan pohon. Sedangkan bulu akar berguna dalam penyerapan nutrisi makanan. Adapun susunan akar adalah sebagai berikut :

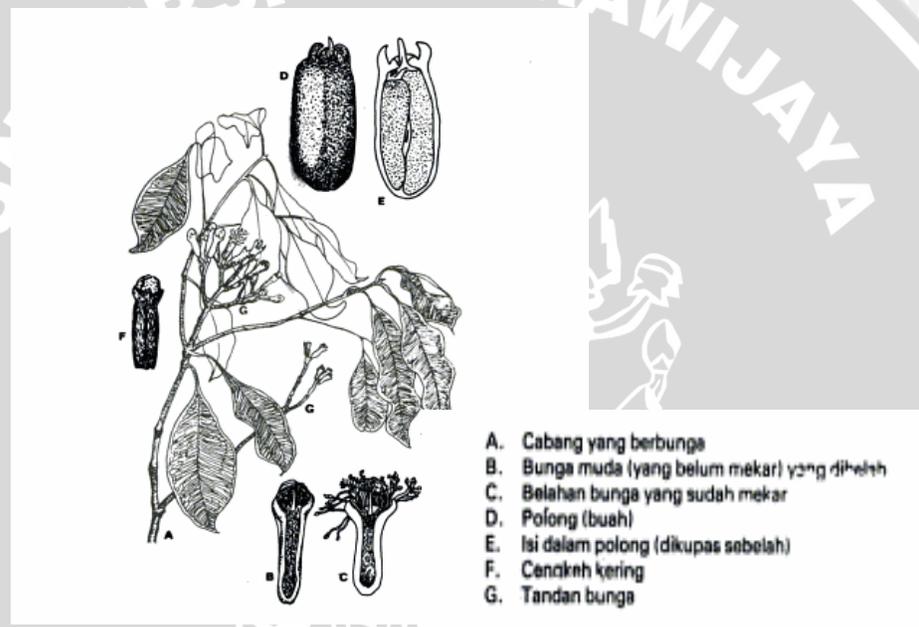
- Tudung akar : bagian yang berguna untuk melindungi akar pada waktu menembus tanah.
- Akar tunggang/akar primer : akar yang lurus masuk ke dalam tanah sedalam \pm 3m. Akar ini berguna untuk membantu tngaknya tanaman dan apabila terjadi kekeringan.
- Akar tunggang palsu : akar yang berada dibawah akar samping.
- Akar samping : akar – akar cabang yang telah membesar, letaknya mendatar di bawah permukaan tanah, dimana akar – akar samping ini banyak sekali tumbuh akar – akar halus. Jika keadaan tanah memungkinkan, pertumbuhan akar samping tersebut bisa mencapai 10 m.
- Bulu akar : bagian akar yang halus dan sangat banyak jumlahnya, serta mudah patah. Bulu akar ini banyak tumbuh pada permukaan tanah, dan berguna untuk menyerap nutrisi.

Batang. Batang pohon cengkeh memiliki kayu yang sangat keras. Bagian batang yang berada di dekat permukaan tanah kadang tumbuh 2 – 3 batang induk yang kuat, tegak lurus, yang sebenarnya tidak dikehendaki. cabang – cabang pada bagian bawah agak merata sehingga pohonnya dapat disebut dengan perdu dan memiliki mahkota berbentuk kerucut. Kebanyakan pohon cengkeh bercabang panjang, padat, kuat, dan tumbuh horizontal atau agak vertikal. Disamping itu, pertumbuhan ranting – rantingnya sangat padat yang dapat digunakan untuk mempertahankan hidupnya. Kulit kayu pada batang yaitu kasar dan berwarna abu – abu, sedangkan pada cabang dan ranting memiliki kulit yang halus dan sangat tipis, sehingga sukar untuk dikelupas.

Daun. Daun cengkeh memiliki ciri yang khas, yang dapat dilihat dari bentuk daun, warna maupun keadaan daunnya. Daun cengkeh memiliki bentuk daun yang berbentuk bulat panjang, dan pada bagian dasar helai daun seperti taji, sedangkan pada bagian ujungnya runcing seperti jarum. Warna daun cengkeh berwarna hijau, akan tetapi ada berbagai macam istilah daun sesuai dengan warna yang dimiliki misalnya siputih memiliki daun yang berwarna kuning atau hijau muda, dan sikotok memiliki daun berwarna hijau muda sampai kehitaman. Keadaan daun cengkeh yakni tebal, kuat, kenyal dan licin. Dan ukuran daun cengkeh memiliki lebar 2,5 – 3 cm, panjang 7,5 – 12,5 cm (tanpa tangkai).

Bunga dan buah. Bunga cengkeh tumbuh pada pucuk – pucuk ranting, bertangkai pendek dan bertandan, yang memiliki panjang 4 – 5 cm. Biasanya tiap tandan sekaligus tumbuh 3 kelompok bunga, sehingga dapat dikatakan dalam satu tandan terdapat 3 -20 pucuk bunga. Kuncup buah tumbuh beberapa bulan sebelum bunga muncul. Kuncup bunga panjangnya 1,3 – 2 cm, terdiri dari badan bunga atau bakal buah berbentuk pipa yang panjangnya \pm 1 cm, dan mengandung ovarium dan lembaga. Pada ujung badan bunga terdapat tajuk bunga atau kelopak berbentuk gerigi yang bersifat permanen. Diatas tajuk bunga terdapat empat daun mahkota bunga berwarna putih kemerah – merahan, bundar, membentuk suatu lingkaran yang melingkari benang sari sebelum bunga membuka. Bunga tersebut jika masih muda berwarna kelabu keungu – unguan, lalu menjadi kuning kehijuan, dan akhirnya

berwarna merah muda. pada permukaan badan bunga terdaat beberapa kalenjar minyak yang dapat digunakan sebagai minyak cengkeh. Jika buah sudah masak, kulitnya berwarna merah dan didalamnya terdapat biji bercelah yang mengandung 1 atau 2 lembaga. Dari bunga sampai buah itu menjadi masak memerlukan waktu $\pm 4 - 6$ bulan. Buah terdiri dari daging buah (kulit tebal), kulit selaput, biji (keping buah) dan lembaga atau embrio. Buah ini disebut cengkeh induk karena ditanam bijinya atau lebih dikenal dengan sebutan polong.



Gambar 1. Morfologi bunga cengkeh

Sumber : Aak (1981)

2.2 Jamur Endofit

2.2.1 Definisi Jamur Endofit

Mikroorganisme endofit merupakan hubungan atau asosiasi antara mikroorganisme dengan jaringan tanaman. Tipe asosiasi biologis antara mikroorganisme endofit dengan tanaman inang bervariasi dari netral, komensalisme, sampai simbiosis. Pada situasi ini tanaman merupakan sumber makanan bagi

mikroorganisme endofit dalam melengkapi siklus hidupnya (Clay, 1988). Mikroba endofit adalah mikroba yang mampu hidup didalam jaringan tanaman pada periode tertentu dan mampu hidup dengan membantu koloni dalam jaringan tanaman tanpa membahayakan inangnya. Setiap tanaman tingkat tinggi dapat mengandung beberapa mikroba endofit yang mampu menghasilkan senyawa biologi atau metabolit sekunder yang diduga sebagai akibat koevolusi atau transfer genetik (*genetic recombination*) dari tanaman inangnya ke dalam mikroba endofit (Tan Zhou, 2001 dalam Radji, 2005).

Menurut Evans (1988) jamur endofit adalah jamur yang tidak menimbulkan gejala infeksi terhadap tanaman yang sehat dan hidup didalam tanaman tersebut dengan membentuk simbiosis mutualisme dengan tanaman. Jamur endofit adalah jamur yang hidup, tumbuh, dan berkembang di dalam jaringan tanaman. Jamur endofit menginfeksi tumbuhan sehat pada jaringan tertentu dan mampu menghasilkan mitotoksin, enzim, serta antibiotika (Carol, 1988 dan Clay, 1988 dalam Worang, 2003). Menurut Deacon (1997) endofit dapat tumbuh didalam jaringan hidup tetapi tidak secara langsung pada sel hidup, dan mendapatkan nutrisi tanpa mengakibatkan kerusakan yang berarti bagi tanaman inangnya. Menurut Prihatiningtyas (2006) mikroorganisme endofit merupakan mikroorganisme yang hidup didalam jaringan tanaman tanpa menimbulkan gejala penyakit pada tanaman inangnya. Mikroba endofit mendapatkan nutrisi untuk melengkapi siklus hidupnya dari tanaman inangnya, dan sebaliknya tanaman inangnya memperoleh proteksi terhadap patogen tumbuhan dari senyawa yang dihasilkan mikroba endofit. Mikroba endofit terdiri atas bakteri dan jamur, namun yang paling banyak ditemukan adalah dari golongan jamur.

2.2.2 Taksonomi Jamur Endofit

Jamur endofit merupakan organisme yang heterogen. Petrini *et al.*(1992) menggolongkan jamur endofit dalam kelompok Ascomycotina dan Deuteromycotina. Keragaman jasad ini cukup besar seperti Loculoascomycetes, Discomycetes dan Pyrenomycetes. Strobell *et al* (1996) mengemukakan bahwa jamur endofit meliputi

genus *Pestalotia*, *Pestalotiopsis*, *Monochaetia*, dan lain-lain sedangkan Clay (1988) melaporkan bahwa jamur endofit dimasukkan dalam famili *Balansiae* yang terdiri dari 5 genus yaitu *Atkinsonella*, *Balansiae*, *Balansiopsis*, *Epichloe* dan *Myriogenospora*. Genus *Balansiae* umumnya dapat menginfeksi tumbuhan tahunan dan hidup secara simbiosis mutualistik dengan tumbuhan inangnya.

2.2.3 Ekologi Jamur Endofit

Jamur endofit terdapat pada batang, akar dan daun dari jaringan tanaman yang sehat. Endofit tumbuh diantara sel – sel tanaman yang umumnya pada kulit batang, dan bagian – bagian reproduksi (Norris, 2003). Menurut Deacon (1997) menjelaskan bahwa jamur endofit hidup pada pembuluh xylem dan hanya akan keluar jika inang sudah dalam keadaan tertekan dan mendekati kematian. Jamur endofit tidak menimbulkan gejala ataupun serangan. Jamur endofit dapat masuk melalui lubang-lubang alami tanpa perlu adanya pelukaan. Jamur endofit juga tidak menyerang jaringan dan meskipun jamur ini berada pada pembuluh xylem jamur endofit mencapainya melalui luka atau melalui jaringan muda atau ujung akar. Kolonisasi jamur endofit dalam pembuluh korteks sama sekali tidak mengakibatkan kerugian pada tanaman yang sehat. Jamur endofit banyak ditemukan pada berbagai varietas inang di seluruh dunia termasuk pada pohon, semak, rumput – rumputan, lumut, tumbuhan paku dan lumut kerak (Clay,1988).

2.2.4 Hubungan Jamur Endofit dengan Inangnya

Menurut Gliessman (2000) terdapat 8 macam interaksi perspektif, yaitu netralisme, kompetisi, mutualisme, protokooperasi, komensalisme, amensalisme, parasitisme dan predasi. Sedangkan menurut Carrol (1988) asosiasi jamur endofit dengan tumbuhan inangnya digolongkan dalam dua kelompok, yaitu mutualisme konstitutif dan induktif. Mutualisme konstitutif merupakan asosiasi yang erat antara jamur dengan tumbuhan terutama rumput-rumputan. Pada kelompok ini jamur endofit menginfeksi ovula (benih) inang dan penyebarannya melalui benih serta organ

penyerbukan inang. Mutualisme induktif adalah asosiasi antara jamur dengan tumbuhan inang yang penyebarannya terjadi secara bebas melalui air dan udara. Jenis ini hanya menginfeksi bagian vegetatif inang dan seringkali berada dalam keadaan metabolisme inaktif pada periode yang cukup lama. Blanco (2002) menjelaskan antara jamur endofit dengan tanaman inangnya dapat terjadi hubungan simbiosis, antagonis atau bisa jугan netral.

2.2.5 Peran Jamur Endofit dan Mekanisme Antagonis dalam Menghambat Patogen

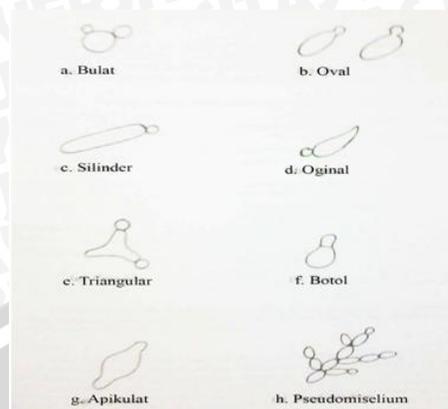
Jamur endofit mampu memproduksi senyawa antibiotik yang aktif melawan bakteri maupun jamur patogenik tumbuhan (Worang, 2003). Asosiasi beberapa jamur endofit dengan tumbuhan inang mampu melindungi tumbuhan inangnya dari beberapa patogen virulen, baik bakteri maupun jamur (Bills dan Polyshook, 1992). Menurut Deacon (1997), jamur endofit hidup pada pembuluh xylem dan hanya akan keluar apabila inangnya sudah dalam keadaan tertekan dan mendekati kematian. Jamur endofit tidak menimbulkan gejala maupun serangan. Jamur endofit dapat masuk melalui lubang alami tanpa perlu adanya pelukaan terlebih dahulu. Jamur endofit tidak menyerang jaringan meskipun jamur ini dapat hidup pada pembuluh xylem. Jamur endofit dapat mencapainya melalui luka atau melalui jaringan muda atau ujung akar. Koloni jamur endofit dalam pembuluh korteks tidak dapat mengakibatkan kerugian pada tanaman sehat. Jamur endofit melindungi tanaman inangnya dengan menghasilkan senyawa mitotoksin untuk mencegah serangan hewan herbivora, dan menghasilkan antibiotik untuk mencegah serangan patogen sehingga dapat menghambat perkembangan patogen (Evans, 1998).

2.3 Khamir (Yeast)

2.3.1 Definisi khamir

Jamur penghasil khamir sering dianggap sebagai penjelmaan dari Endomycetaceae. Biasanya bersifat uniseluler dan perkembangbiakannya dengan membentuk tunas. Pada keadaan makanan tertentu jamur ini dapat memperlihatkan

hifa, namun bersifat tidak tetap dan dapat terputus menjadi sel – sel yang terpisah – pisah (Jaelani, 2008). Menurut Campbell (2003), khamir atau disebut yeast adalah fungi uniseluler yang menempati habitat cair dan lembab, termasuk getah pohon dan jaringan hewan. Khamir dapat bereproduksi secara aseksual dan seksual. Secara aseksual dengan cara pembelahan sel sederhana atau dengan cara pelepasan “sel tunas” dari sel induk. Sedangkan secara seksual, dengan cara membentuk aski atau basidia, dan dikelompokkan ke dalam Askomikota atau Basidiomikota. Beberapa jamur, terutama khamir, tidak membentuk miselium tetapi tumbuh sebagai sel individu yang berkembang dengan tunas atau, pada spesies tertentu, dengan pembelahan (Rogers, 2011). Kavanagh (2005) menjelaskan bahwa khamir yakni memiliki ukuran panjang sel berkisar 2-3 μm sampai 20-50 μm dan memiliki lebar sel 1-10 μm , tidak berflagel, reproduksi secara aseksual yaitu dengan cara *budding* atau *fussion*, atau dapat memproduksi beberapa jenis konidia yang disebut *stalked conidia*, *blastoconidia*, atau *athroconidia*. Menurut Gandjar, dkk (2006), khamir dapat membentuk hifa palsu yang tumbuh dan membentuk miselium palsu (*pseudomycelium*) yaitu sel – sel tunas khamir yang memanjang dan tidak melepaskan diri dari induknya sehingga membentuk seperti rantai. Selain itu, khamir juga dapat membentuk miselium sejati (*true mycelium*). Khamir (*yeast*) merupakan sekelompok mikroorganisme (*unicellular eukaryotes*) yang di Indonesia belum banyak diketahui keanekaragamannya, namun khamir diketahui dapat memberikan sejumlah manfaat yang nyata (Indrawan, 2007).



Gambar 2. Bentuk sel khamir
Sumber : Ohya,dkk (2005)

2.3.2 Taksonomi, Ekologi dan Peran Khamir di Alam

Khamir memiliki keanekaragaman yakni 34 genera yang diperoleh dari lingkungan, yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan bahan makanan yakni 19 genera. Ke 34 genera khamir tersebut antara lain *Aureobasidium*, *Bensingtonia*, *Bullera*, *Candida*, *Clavispora*, *Cryptococcus*, *Cystofilobasidium*, *Debaryomyces*, *Dipodascus*, *Erythrobasidium*, *Exophiala*, *Filobasidium*, *Galactomyces*, *Geotrichum*, *Hyalodendron*, *Issatchenkia*, *Kodamaca*, *Kluuyveromyces*, *Metschnikowia*, *Myxozyma*, *Pichia*, *Pseudozyma*, *Rhodospordium*, *Rhodotorula*, *Saccharomycete*, *Spathaspora*, *Sporisorium*, *Sporidiobolus*, *Sporobolomyces*, *Tetrapisispora*, *Tilletiopsis*, *Trichosporon*, *Ustilago*, dan *Williopsis* (Indrawan, 2007).

Khamir ditemukan di seluruh dunia yaitu di dalam tanah dan di permukaan tanaman dan sangat melimpah pada media yang mengandung gula seperti nektar bunga dan buah-buahan. Terdapat ratusan varietas khamir Ascomycetes (Rogers, 2011). Khamir terdapat pada buah-buahan, lendir dan lain – lain. Dalam cairan yang mengandung gula bisa menyebabkan pengkhamiran, yaitu perubahan gula menjadi alkohol (Jaelani, 2008). Menurut Indrawan (2007), khamir memiliki habitat yang luas, mencakup daratan, perairan dan udara.

Di alam, khamir dapat hidup sebagai saprofit yang berperan penting dalam siklus biogeokimia pada ekosistem. Selain sebagai saprofit, khamir dapat hidup

sabagai epifit, endofit maupun parasit. Menurut Avis dan Belanger (2002), sifat mikroorganisme antagonis yaitu memiliki pertumbuhan yang lebih cepat dibanding dengan pertumbuhan patogen, dan mikroorganisme antagonis dapat menghasilkan senyawa antibiotik yang dapat menghambat pertumbuhan patogen. Khamir memiliki kelebihan dari mikroba antagonis lainnya yaitu pada umumnya khamir tidak menghasilkan spora alergenik atau mikotoksin (Droby & Chalutz, 1994). Selain itu, khamir dapat hidup dan bertahan terhadap kekeringan dan cahaya matahari (Fonseca & Inacio, 2006). Menurut Hagagg & Mohamed (2007), khamir memiliki kemampuan antagonisme dengan beberapa mekanisme yaitu kompetisi ruang dan nutrisi, antibiosis, parasitisme dan predasi.

2.4 Deskripsi Jamur *Rigidoporus microporus*

2.4.1 Klasifikasi Jamur *R. microporus*

Klasifikasi jamur *R. microporus* menurut Alexopoulos and Mims (1979) yaitu :
Kingdom: Fungi ; Filum : Amastigomycota; Class: Basidiomycetes; Subclass : Homobasidiomycetes; Ordo : Polyporales; Family : Meripilaceae; Genus : *Rigidoporus*; Species : *Rigidoporus microporus* (Swartz;Fr.) Van Overeem.

2.4.2 Gejala Penyakit yang Disebabkan *R. microporus*

Penyakit akar putih dapat muncul pada semua umur tanaman, namun penyakit ini lebih banyak ditemukan di kebun muda. Tanaman yang terserang penyakit akar putih, daun – daunnya akan rontok. Pada pohon dewasa, gugurnya daun – daun dan disertai matinya ranting – ranting mengakibatkan pohon memiliki tajuk yang jarang. Pohon yang sakit biasanya membentuk bunga dan buah lebih awal, dan biasanya akar – akarnya akan busuk sehingga menyebabkan pohon rebah (Semangun, 2006). Selain itu, akar yang sehat memiliki permukaan yang halus dan berwarna seperti daging, dengan lentisel yang tampak sebagai titik – titik hitam dan akar dapat menyerap warna tanah disekitarnya. Sedangkan akar yang sakit memiliki permukaan yang kasar dan warnanya sangat ditentukan oleh warna jamur yang menginfeksi. Pada permukaan akar yang sakit terdapat benang – benang miselium jamur (rizomorf)

berwarna putih menjalar sepanjang akar dan meluas atau bercabang – cabang seperti jala.

Pada ujung benang meluas seperti bulu. Benang – benang melekat erat di permukaan akar dan berwarna kekuningan. Pada tanah merah, benang akan berwarna kemerahan atau kecoklatan. Dan pada kulit yang sakit akan membusuk dan berwarna coklat (Semangun, 1988). Kayu dari akar yang baru saja mati akan tetap keras dan berwarna coklat, kadang berwarna kelabu. Pada tingkat pembusukan yang lebih jauh, kayu akan berwarna putih atau krem, tetap padat dan kering dan pada tanah basah, kayu dapat hancur seperti bubur. Pada tanaman yang sakit, jamur akar putih akan membentuk tubuh buah (basidiokarp) pada leher akar, pada tunggul, atau pada akar sakit yang terbuka. Tubuh buah seperti kipas tebal dengan berwarna jingga kuning pada permukaan atasnya, dan berwarna jingga, merah, atau kecoklatan pada permukaan bawahnya. Apabila tubuh buah dipotong, akan tampak memiliki lapisan atas yang berwarna muda dan kecoklatan di lapisan bawah. Kadang jamur membentuk tubuh buah yang tersusun bertingkat. Menurut Young (1954), jamur akar putih selain dapat mengadakan infeksi yang akut, tapi juga dapat mengadakan infeksi yang kronis (menahun). Penyakit tidak menimbulkan gejala yang jelas pada pohon – pohon tua, namun setelah dibongkar, baru dapat diketahui dan terlihat jelas rizomorf jamur akar.

2.4.3 Biologi Jamur *R. microporus*

Menurut Semangun (1988), jamur akar putih memiliki tubuh buah yang berbentuk kipas tebal, agak berkayu, memiliki zone – zone pertumbuhan, mempunyai struktur serat yang radier, dan mempunyai tepi yang tipis. Warna pada permukaan tubuh buah dapat berubah tergantung dari umur dan banyaknya kandungan air didalamnya. Pada waktu masih muda berwarna jingga jernih sampai merah kecoklatan, dengan zone berwarna gelap agak menonjol. Permukaan bawah berwarna jingga, memiliki tepi berwarna kuning jernih atau putih kekuningan. Tubuh buah yang sudah tua memiliki warna kehijauan disebabkan karena tubuh buah ditumbuhi

oleh ganggang. Jika sudah tua atau kering, pada permukaan atas tubuh buah akan suram dan berwarna coklat kekuningan pucat, sedangkan pada permukaan bawahnya berwarna coklat kemerahan dan pada tepinya akan menggulung kebawah dan tidak berwarna kuning lagi.

Lapisan atas tubuh buah *R. microporus* yang berwarna muda terdiri dari benang-benang jamur yang terjalin rapat. Di bawahnya terdapat lapisan pori kemerahan atau kecoklatan. Pori memiliki garis tengah berukuran 45-80 μm , dan memiliki panjang yang berbeda – beda, umumnya memiliki panjang 1,0 mm, meskipun kadang – kadang sampai 15 mm (Steinmann, 1925). Basidiospora berbentuk bulat dan tidak berwarna, memiliki garis tengah 2,8-5,0 μm , banyak dibentuk pada tubuh buah yang masih muda. Basidium pendek (buntak), lebih kurang 16 x 4,5-5,0 μm , tidak berwarna, mempunyai 4 sterigma (tangkai basidiospora). Diantara basidium – basidium terdapat banyak sistidium yang berbentuk gada, berdinding tipis dan tidak berwarna. Pada permukaan tubuh buah benang – benang jamur berwarna kuning jingga, tebalnya 2,8-4,5 μm , dan mempunyai banyak sekat (*septum*) yang tebal (Steinmann, 1925).

2.4.4 Siklus Penyakit Akar Putih oleh Jamur *R. microporus*

Jamur akar putih dapat menular karena adanya kontak antara akar tanaman sehat dengan akar tanaman yang sakit, atau dengan kayu – kayu yang terinfeksi patogen. Untuk menginfeksi akar yang sehat, jamur harus mempunyai alas makanan (*food base*) yang cukup. Dari akar – akar halus, yang tidak banyak mengandung kayu, misalnya dari akar tanaman penutup tanah seperti kacang – kacangan, jamur tidak akan mampu menginfeksi akar tanaman sehat. Jamur akar putih dapat menular melalui perantara rizomorf. Pada kebanyakan jamur akar, rizomorf hanya menjalar pada permukaan akar, sedangkan pada jamur akar putih, rizomorf dapat menjalar bebas didalam tanah terlepas dari akar atau kayu yang menjadi sumber makanannya.

Menurut Young (1954), rizomorf dapat menjalar sampai kurang lebih 180 cm, terutama sepanjang permukaan yang keras. Tetapi rizomorf hanya dapat mengadakan

infeksi pada akar yang sehat bila masih bertumpu pada sepotong kayu yang menjadi alas makanannya. Setelah mencapai akar tanaman yang sehat, rizomorf terlebih dahulu tumbuh secara epifitik pada permukaan akar sampai agak jauh sebelum mengadakan penetrasi ke dalam akar. Rizomorf tidak dapat tumbuh dengan baik pada permukaan akar yang terbuka (berada diluar tanah).

Menurut John (1958), infeksi jamur akar putih lebih mudah terjadi melalui luka atau lentisel, yang akhirnya jamur akan masuk ke dalam kayu melalui jari - jari empulur. Tanaman akan mengadakan reaksi terhadap infeksi dengan membentuk cambium gabus atau berier luka, tetapi pertahanan ini pada umumnya dapat ditembus oleh jamur. Pertumbuhan dan penetrasi jamur pada akar kearah pangkal berlangsung lebih kurang 2 kali lebih cepat dari pada ke arah ujung.



III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di Sub Laboratorium Mikologi, Jurusan Hama Dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang. Waktu pelaksanaan pada bulan Februari – Juni 2014.

3.2 Alat dan Bahan

Alat-alat yang akan 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*, timbangan, *micropipet*, plastik, kantong kertas, *hand sprayer*, kamera, mikroskop, tabung erlenmeyer 250 ml, shaker, *glass L*, jarum ose, tabung reaksi.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu media *Potato Dextrose Agar* (PDA), media *Yeast Malt Agar* (YMA), aquades steril, alkohol 70%, spirtus, NaOCl 2%, bagian akar, batang dan daun tanaman cengkeh, akar bergejala *Rigidoporus microporus* untuk isolasi patogen, pangkal batang dan daun untuk isolasi yeast, aluminium foil, plastik *wrapping*, kapas, kertas label dan buku identifikasi jamur khamir.

3.3 Metode Penelitian

Dalam penelitian ini metode yang akan digunakan adalah eksplorasi dan eksperimen, dengan tahapan sebagai berikut:

1. Isolasi *R. microporus* dari akar tanaman cengkeh yang memiliki gejala sesuai dengan gejala jamur akar putih (JAP) pada akar.
2. Eksplorasi jamur endofit dari akar, batang dan daun tanaman cengkeh yang di ambil dari desa Jombok Kabupaten Trenggalek, dengan pertimbangan di

3. kawasan ini merupakan salah satu sentra pembibitan cengkeh di Trenggalek. Metode pengambilan sampel yang akan digunakan yaitu metode sistematis (*Systematic Sampling*).
4. Eksplorasi khamir (*yeast*) dari pangkal batang dan daun tanaman cengkeh.
5. Menguji daya antagonis isolat jamur endofit dan khamir yang diperoleh terhadap jamur *Rigidoporus microporus* secara in-vitro pada media PDA.

3.4 Pelaksanaan penelitian

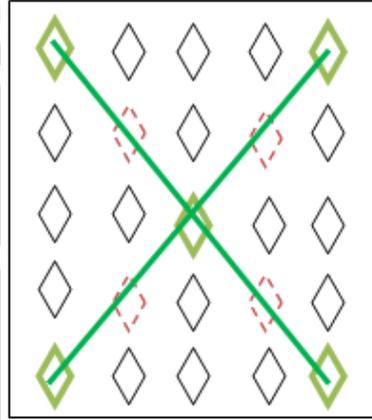
3.4.1 Isolasi Patogen *R. microporus*

R. microporus diisolasi dari akar tanaman cengkeh yang terserang penyakit dan memiliki gejala yang sama dengan gejala penyakit Jamur Akar Putih (JAP). Isolasi dilakukan dengan cara mengambil akar dan memotong akar dengan ukuran ± 1 cm. Kemudian cuci dengan NaOCl 2% selama 1 menit, lalu pada alkohol 70% selama 1 menit, dan kemudian dibilas dengan aquades steril 2 kali masing – masing 1 menit. Lalu tiriskan pada tissue steril. Potongan akar yang sudah kering kemudian ditanam pada media PDA dan diinkubasi selama 7 hari. Koloni jamur pada cawan petri diduga *R. microporus* berdasarkan ciri morfologi. Identifikasi dilakukan merujuk pada pustaka yang menunjukkan ciri – ciri *R. microporus* yaitu Semangun (1988) dan pustaka lainnya.

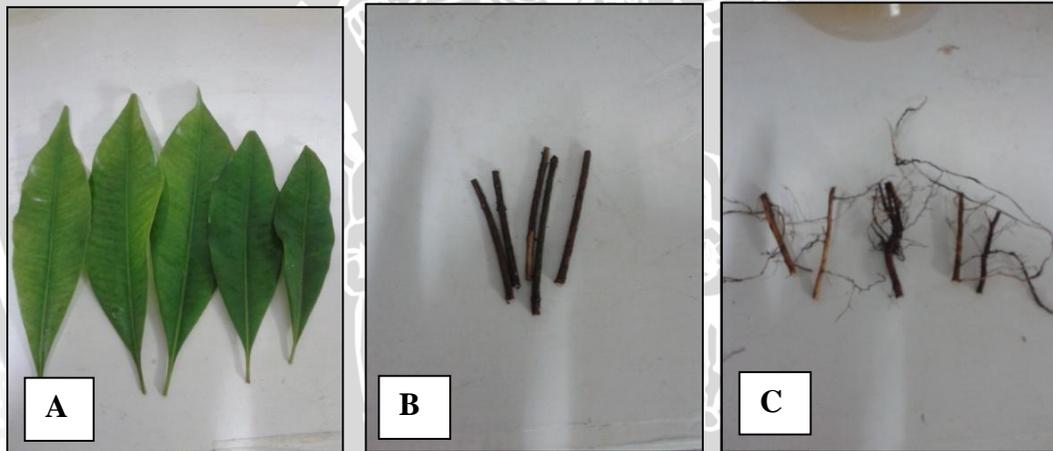
3.4.2 Eksplorasi Jamur Endofit Tanaman Cengkeh

Sampel jamur endofit pada akar, batang dan daun tanaman cengkeh menggunakan metode sistematis (*systematic sampling*). Pengambilan sampel tanaman yang terletak pada posisi garis diagonal, sehingga didapatkan 5 tanaman dalam satu lahan (gambar 3). Sampel yang diambil untuk eksplorasi jamur endofit merupakan tanaman yang sehat dan tidak menunjukkan gejala serangan hama dan penyakit tanaman.

Masing – masing sampel tanaman, diambil bagian akar, batang dan daun. Pada akar diambil bagian tengah, batang diambil diatas pangkal batang, dan daun diambil bagian daun yang terlihat paling sehat.



Gambar 3. Skema Pengambilan Sampel Metode Sistematis



Gambar 4. Pengambilan bagian tanaman cengkeh untuk isolasi jamur endofit. A. Sampel daun, B. Sampel batang, C. Sampel akar.

Isolasi Jamur Endofit

Isolasi jamur endofit dilakukan dengan mencuci bagian akar, batang, dan daun dengan alkohol dan aquades agar steril dari jamur luar sehingga jamur yang tumbuh diharapkan berasal dari dalam jaringan tanaman cengkeh. Kemudian sampel dipotong sepanjang ± 1 cm. Potongan sampel disterilkan dengan cara dicuci ke dalam larutan

NaOCl 10% selama 1 menit dan selanjutnya direndam alkohol 96% selama 1 menit diulang 2 kali. Setelah itu dibilas dengan aquades selama 1 menit dan diulang 2 kali, lalu potongan sampel dikeringkan diatas tissue steril. Setelah kering, kemudian potongan sampel ditanam pada media PDA didalam cawan petri. Pada aquades bilasan terakhir diambil 1 ml dan dituang pada media PDA yang baru untuk digunakan sebagai kontrol yang berfungsi menentukan apakah sampel yang diisolasi merupakan jamur endofit atau bukan. Jika pada media kontrol tumbuh jamur, maka sampel isolasi akar di media bukan merupakan jamur endofit. Kemudian isolat diinkubasi selama 5-7 hari pada suhu 25-30°C atau sampai isolat jamur endofit tumbuh memenuhi cawan petri (Muhibuddin *et al*, 2011). Untuk pengamatan dilakukan 2 hari sekali selama jamur endofit tampak tumbuh.

Pemurnian

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

Pembuatan Preparasi Jamur

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

Pengamatan dan Identifikasi

Isolat jamur endofit yang dimurnikan, diamati secara makroskopis dan mikroskopis. Menurut Gandjar (1999), dalam melakukan pengamatan morfologi koloni, dapat dilihat dari warna permukaan koloni, Selain itu dilihat ada tidaknya garis- garis radial dari pusat koloni ke arah tepi koloni dan juga ada tidaknya lingkaran – lingkaran konsentris. Pengamatan mikroskopis dengan cara melihat hifa (berseptum atau tidak), warna hifa, bentuk hifa, bentuk konidia, dan ukuran spora.

Hasil pengamatan digunakan untuk identifikasi berdasarkan panduan buku identifikasi *Illustrated Genere of Imperfect Fungi fourthed* (Barnet and Hunter, 1972) dan literatur pendukung lainnya.

3.4.3 Eksplorasi khamir (*yeast*) Tanaman Cengkeh

Sama seperti pengambilan sampel jamur endofit, sampel khamir pada pangkal batang dan daun tanaman cengkeh menggunakan metode sistematis (*systematic sampling*) dengan mengambil posisi garis diagonal, sehingga didapatkan 5 tanaman dalam satu lahan (gambar 3). Tanaman yang dipilih merupakan tanaman yang sehat dan tidak menunjukkan gejala serangan hama dan penyakit tanaman. Dan kemudian masing – masing sampel tanaman, diambil bagian pangkal batang dan daun.

Isolasi khamir (*yeast*)

Isolasi khamir dilakukan dengan cara mencuci bersih seluruh bagian tanaman cengkeh, kemudian memotong bagian pangkal batang dan mengambil daun cengkeh utuh. Metode isolasi yang digunakan adalah menggunakan metode pencucian, yakni dengan merendam bagian pangkal batang dan daun cengkeh ke dalam air steril (aquades steril) sebanyak 100 ml untuk pangkal batang, dan 200 ml untuk daun. Kemudian dishaker dengan kecepatan 120 rpm selama 24 jam. Lalu air rendaman pangkal batang dan daun diencerkan dengan seri 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , dan 10^{-5} . Untuk isolasi khamir, yang diambil adalah pengenceran dengan seri 10^{-3} , 10^{-4} , dan 10^{-5} yang

kemudian mengambil 50 μ ml, disebar dengan metode *spread plate* pada media YMA (*Yeast Malt Agar*) dengan dan ditunggu 2-3 hari untuk dilakukan pemurnian.



Gambar 5. Pengambilan bagian tanaman cengkeh untuk isolasi khamir (pangkal batang dan daun)

Pemurnian

Khamir yang telah tumbuh kemudian dimurnikan dengan mengambil koloni tunggal dan menggoreskannya pada media YMA baru. Dan kemudian diamati dan dilihat pada hari ke 2-3, yang kemudian dilakukan pemurnian kembali sampai menemukan isolate murni.

Pembuatan preparasi khamir

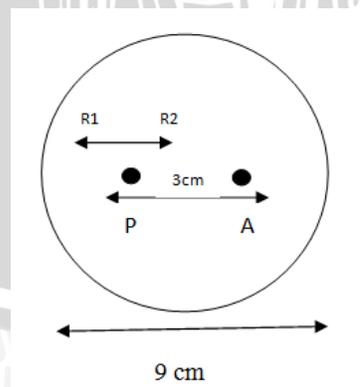
Pembuatan preparasi khamir tidak jauh beda dengan pembuatan preparasi jamur, yakni dengan cara mengambil sedikit aquades menggunakan pipet dan dileakkan di permukaan *object glass*, kemudian mengambil khamir dengan menggunakan jarum ose dan diletakkan diatas *object glass* yang terdapat aquades dan ditutup dengan *cover glass*.

Pengamatan dan Identifikasi

Isolat jamur yang telah dimurnikan diamati secara makroskopis dan mikroskopis. Pengamatan makroskopis koloni khamir dilakukan berdasarkan pengamatan warna, tekstur, tepi, permukaan, dan profil koloni. Sedangkan pengamatan secara mikroskopis yaitu dengan melihat bentuk sel, susunan sel, tipe pertunasan, dan ukuran sel. Koloni khamir pada cawan petri diidentifikasi menggunakan pendekatan morfologi. Identifikasi dilakukan merujuk pada pustaka Kurtzman and Fell (1998) dan pustaka lainnya.

3.4.4 Uji Antagonis Isolat Jamur Endofit dengan Jamur *R. microporus*

Uji antagonis isolat jamur endofit dengan *R. microporus* menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) secara *In-vitro*, dimana setiap perlakuan diulang 3 kali untuk pengujian pada hari yang sama antara jamur *R. microporus* dengan jamur endofit. Dan berikutnya dilakukan pengujian antagonis *R. microporus* dengan selisih 1 hari dan 2 hari dari penanaman jamur endofit dengan masing – masing 4 ulangan pada tiap perlakuan. Pengujian isolat jamur endofit yang diperoleh dari jamur *R. microporus* menggunakan metode oposisi langsung, yaitu pengujian berlawanan antara jamur endofit dan *R. microporus* secara berhadapan langsung dengan jarak 3 cm dalam cawan petri 9 cm berisi media PDA.



Gambar 6. Uji Antagonis Oposisi langsung

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

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

Keterangan:

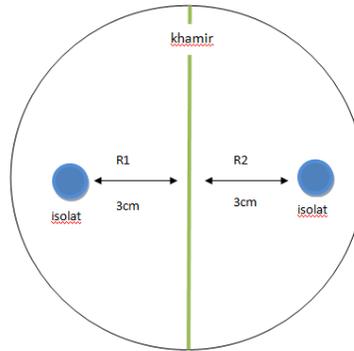
I = Presentase penghambatan

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

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

3.4.5 Uji Antagonis Isolat Khamir dengan Jamur *R. microporus*

Uji antagonis isolat khamir dengan *R. microporus* menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) secara *In-vitro* dimana setiap perlakuan diulang 4 kali. Pengujian isolat khamir yang diperoleh dilakukan dengan cara menggoreskan khamir pada media PDA tepat ditengah petridis berdiameter 9 cm dengan posisi tegak lurus sebanyak 1 lup inokulasi. Kemudian biakan *R. microporus* diambil dengan *cork borer* yang berdiameter 0,6 dan diletakkan pada sisi kanan dan kiri goresan khamir dengan jarak \pm 3cm kemudian diinkubasi pada suhu kamar dan diamati selama 7 hari dengan cara mengukur lebar zona hambat khamir terhadap *R. microporus* pada setiap harinya.



Gambar 7. Uji antagonis in-vitro khamir terhadap *R. microporus*

Untuk menghitung daya hambat khamir terhadap *R. microporus* ditentukan dengan rumus Hadiwiyono (1999):

$$THR = \frac{dk - dp}{dk} \times 100\%$$

THR = Presentase tingkat hambatan relatif terhadap pertumbuhan patogen

Dk = Σ Diameter koloni pertumbuhan patogen tanpa perlakuan (kontrol)

Dp = Σ Diameter koloni pertumbuhan patogen yang diberi khamir (r1+r2)

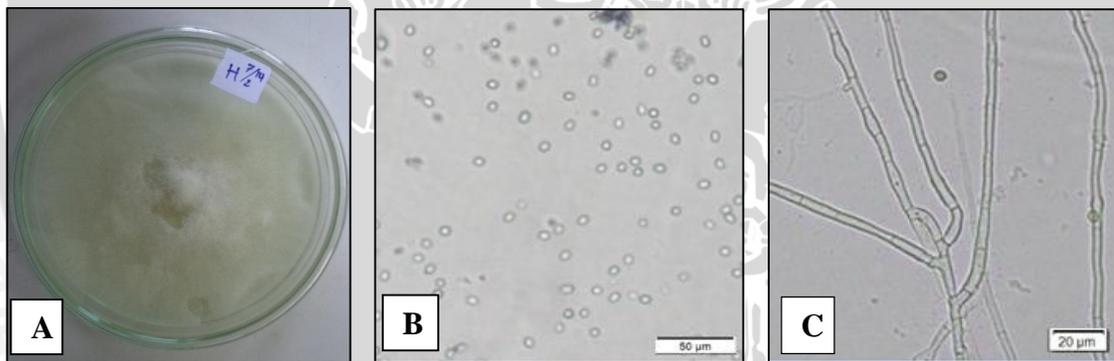
3.5 Analisis Data

Data yang diperoleh dari uji antagonis jamur endofit dan khamir dengan *R. microporus* dianalisis menggunakan analisis ragam (Anova) dan dilanjutkan dengan Uji Duncan pada taraf 5% apabila terdapat beda nyata.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Isolasi dan Identifikasi Jamur *Rigidoporus microporus* Penyebab Penyakit Jamur Akar Putih

Hasil dari pengamatan isolasi patogen yang diperoleh dari akar tanaman cengkeh yang memiliki gejala penyakit Jamur Akar Putih (JAP) didapatkan biakan murni *R. microporus* pada media PDA. Pengamatan koloni dilakukan pada umur 7 Hari Setelah Isolasi (HSI) secara makroskopis (Gambar 8A) menunjukkan ciri – ciri : koloni berwarna putih dan berbentuk seperti kapas, pertumbuhan koloni tidak menunjukkan lingkaran konsentris, miselium lembut, dan memiliki warna dasar putih. *R. microporus* memenuhi cawan petri (diameter 9 cm) dalam waktu 4 hari pada media PDA. Pada pengamatan mikroskopis *R. microporus* (Gambar 8B,8C) menunjukkan hifa memiliki banyak sekat yang tebal, hialin, basidiospora bulat dan hialin dengan memiliki garis tengah rata – rata 3,28 μm .



Gambar 8. Jamur *Rigidoporus microporus* penyebab penyakit Jamur Akar Putih (JAP) pada tanaman cengkeh. A. Biakan murni *Rigidoporus microporus* pada media PDA umur 7 hari. B. basidiospora. C. hifa

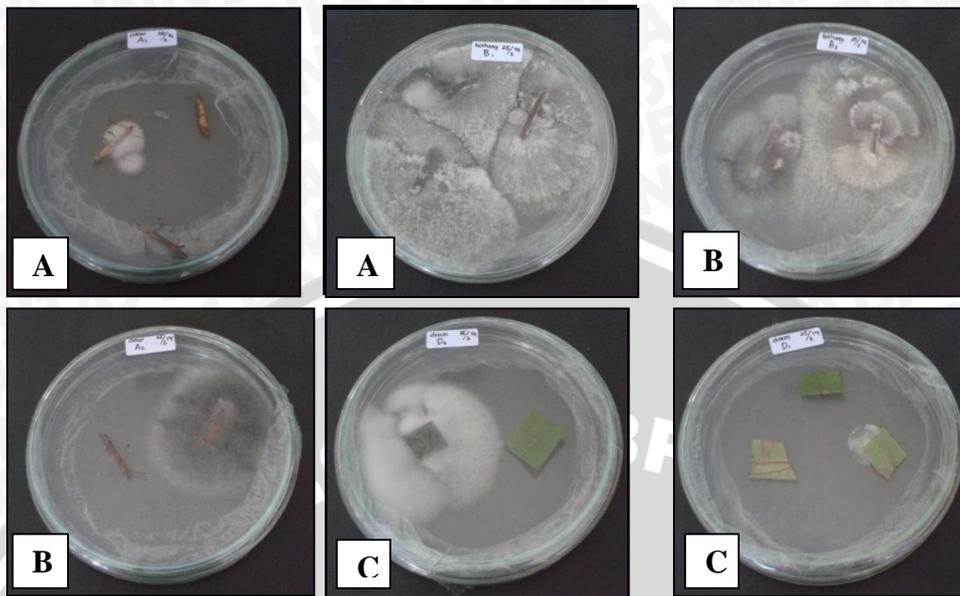
Berdasarkan deskripsi morfologi yang sudah ditemukan, jadi dapat diketahui bahwa jamur tersebut sesuai dengan yang telah dideskripsikan oleh Semangun (1988) yaitu koloni *R. microporus* pada medium memiliki warna putih dan berbentuk seperti kapas, bila koloni telah tua, warnanya akan berubah menjadi putih kekuningan atau kemerahan. Basidiospora berbentuk bulat, tidak berwarna (hialin) dengan garis

tengah 2,8 – 5,0 μm , dan banyak dibentuk pada tubuh buah yang masih muda. basidium pendek (buntak) $\pm 4,5\text{-}5,0 \mu\text{m}$, tidak berwarna, dan memiliki 4 sterigma (tangkai basidiospora), hifa mempunyai banyak sekat (septa) yang tebal.

4.2 Eksplorasi dan Identifikasi Jamur Endofit dan Khamir Pada Tanaman Cengkeh

4.2.1 Eksplorasi Jamur Endofit dari Jaringan Daun, Batang, dan Akar Tanaman Cengkeh.

Eksplorasi jamur endofit dilakukan dengan mengambil bagian jaringan daun, batang dan akar tanaman cengkeh. Tanaman cengkeh yang dipilih adalah bibit yang berumur 1 tahun yang ditempatkan pada *polybag*. Pada jaringan daun diambil daun yang terlihat sehat. Sedangkan pada bagian jaringan batang diambil bagian tengah (diatas pangkal batang), kemudian pada akar sama seperti batang, yaitu diambil bagian tengah. Hasil isolasi dari eksplorasi jamur endofit dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9. Eksplorasi jamur endofit pada tanaman cengkeh pada media PDA. Hasil persebaran koloni jamur endofit : A. Isolasi dari jaringan akar, B. Isolasi dari jaringan batang, C. Isolasi dari jaringan daun.

Hasil dari isolasi dan identifikasi jamur endofit yang ditemukan dari eksplorasi pada bagian daun, batang dan akar tanaman cengkeh diperoleh jamur endofit total keseluruhan 13 isolat jamur. Keanekaragaman jamur endofit pada jaringan daun, batang dan akar tanaman cengkeh dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Keanekaragaman Jamur Endofit pada jaringan daun, batang dan akar tanaman cengkeh.

Jaringan Tanaman	Genus
Daun	1. <i>Curvularia</i> sp.
	2. <i>Colletotrichum</i> sp. 1
	3. <i>Colletotrichum</i> sp. 2
Batang	1. Jamur tidak teridentifikasi (B1)
	2. <i>Mucor</i> sp.
	3. <i>Gonatotryum</i> sp. 1
	4. <i>Aspergillus</i> sp. 1
	5. Jamur tidak teridentifikasi (B5)
	6. <i>Beltrania</i> sp.
	7. <i>Gonatotryum</i> sp. 2
	8. Jamur tidak teridentifikasi (B8)
Akar	1. <i>Aspergillus</i> sp. 2
	2. Jamur tidak teridentifikasi (A2)

Berdasarkan tabel 1 dapat diketahui bahwa pada jaringan tanaman cengkeh ditemukan 13 isolat jamur endofit. Pada jaringan daun terdapat 3 isolat yaitu genus *Curvularia* sp. dan 2 genus *Colletotrichum* sp. Pada jaringan batang ditemukan 8 isolat jamur endofit yakni dari genus *Mucor* sp., *Gonatobotyum* sp., *Aspergillus* sp., *Beltrania* sp., dan 3 jamur tidak teridentifikasi, sedangkan pada jaringan akar ditemukan 2 isolat yaitu genus *Aspergillus* sp. dan 1 jamur tidak teridentifikasi.

4.2.2 Hasil Isolasi dan Identifikasi Jamur Endofit pada Jaringan Tanaman Cengkeh

4.2.2.1 Daun

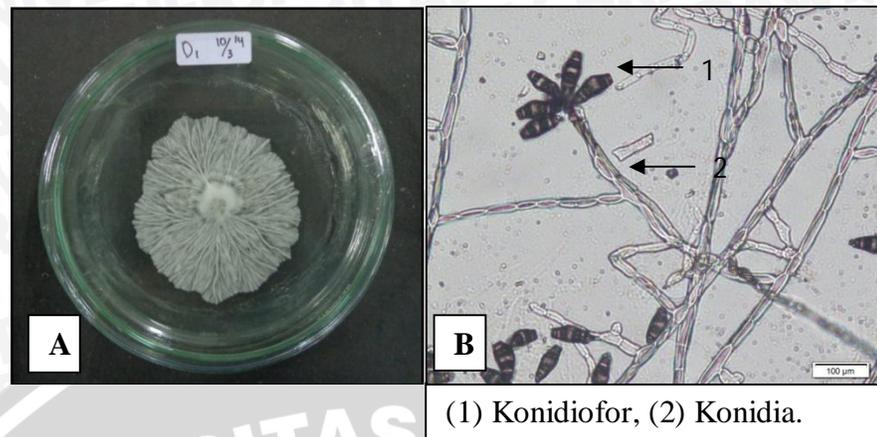
1. *Curvularia* sp.

a. Makroskopis

Pengamatan makroskopis menunjukkan bahwa koloni berwarna putih. Warna dasar koloni berwarna putih. Pada pertumbuhan koloni agak kasar berbentuk mirip bulu unggas, memiliki pola sebaran yang menyebar beraturan dan konsentris. Pertumbuhan koloni lambat yakni pada hari ke tujuh hanya memiliki diameter 5,7 cm.

b. Mikroskopis

Pengamatan mikroskopis menunjukkan bahwa hifa bersekat, terlihat kecoklatan dan bercabang. Konidiofor berwarna coklat lurus dan berwarna kecoklatan. Pada konidia memiliki 4 septa dan berwarna coklat. Pada septa ketiga agak menggelembung dan pada ujung septa berwarna lebih terang. Menurut Barnett dan Hunter (1960), *Curvularia* sp. memiliki konidiofor berwarna coklat dan berbentuk sederhana. Dan konidia memiliki septa 3-5 sel dan membengkok pada sel ketiga.



(1) Konidiofor, (2) Konidia.

Gambar 10. Jamur *Curvularia* sp. diisolasi dari daun tanaman cengkeh. A. Biakan murni umur 7 hari pada media PDA. B. Gambar mikroskopis

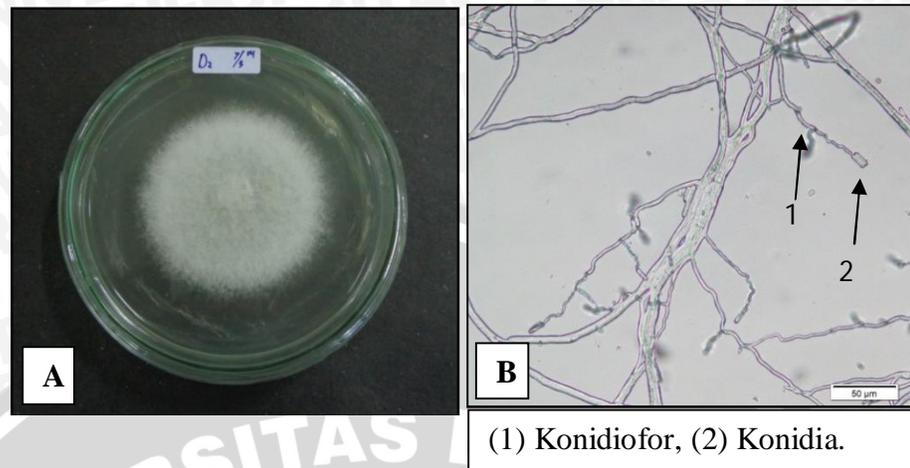
2. *Colletotrichum* sp. 1

a. Makroskopis

Pengamatan makroskopis menunjukkan bahwa koloni berwarna putih seperti kapas dan memiliki warna dasar putih. Memiliki permukaan yang lembut dan menyebar beraturan. Pertumbuhan koloni lambat yaitu memiliki diameter 7,1 cm pada 7 hari ketujuh.

b. Mikroskopis

Pengamatan mikroskopis menunjukkan hifa bersekat, hialin dan bercabang. Konidiofor bersekat, hialin, dan tidak bercabang. Konidia berbentuk oval dan tumpul pada ujungnya, hialin. Seperti yang dijelaskan oleh Barnett dan Hunter (1960), *Colletotrichum* sp. memiliki konidia berbentuk seperti bantal dan ujungnya tumpul, konidiofor berbentuk sederhana dan memanjang. Konidia hialin dan terdiri dari 1 sel.



(1) Konidiofor, (2) Konidia.

Gambar 11. Jamur *Colletotrichum* sp. 1 diisolasi dari daun tanaman cengkeh. A. Biakan murni umur 7 hari pada media PDA. B. Gambar mikroskopis

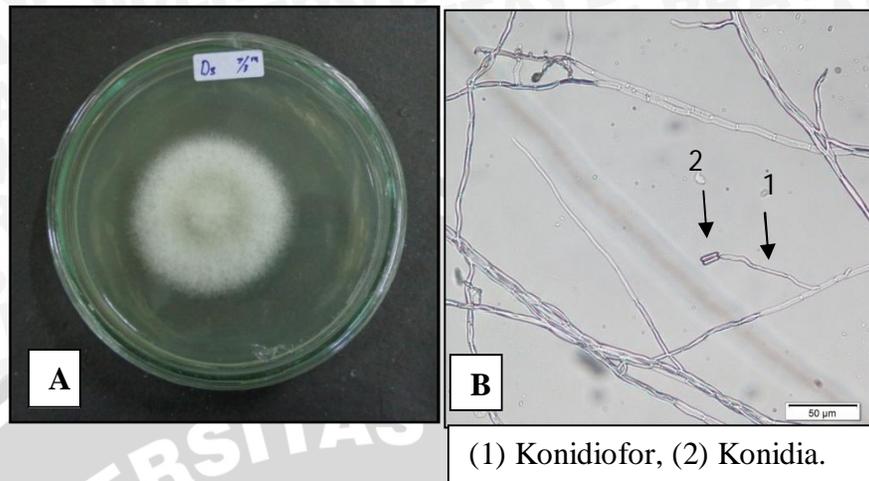
3. *Colletotrichum* sp. 2

a. Makroskopis

Pengamatan makroskopis menunjukkan koloni berwarna putih. Warna balik koloni berwarna putih. Pada permukaan koloni lembut dan menyebar beraturan. Pertumbuhan koloni lambat yakni pada hari ketujuh berdiameter 5,5 cm.

b. Mikroskopis

Pengamatan mikroskopis menunjukkan konidiofor bersekat, hialin tidak bercabang. Dan hifa bersekat, hialin dan bercabang. Konidia berbentuk oval dengan ujung tumpul. Barnett dan Hunter (1960), menjelaskan konidia berbentuk seperti bantal dan ujungnya tumpul, konidiofor berbentuk sederhana dan memanjang. Konidia hialin dan terdiri dari 1 sel.



(1) Konidiofor, (2) Konidia.

Gambar 12. Jamur *Colletotrichum* sp. 2 diisolasi dari daun tanaman cengkeh.

A. Biakan murni umur 7 hari pada media PDA. B. Gambar mikroskopis

4.2.2.2 Batang

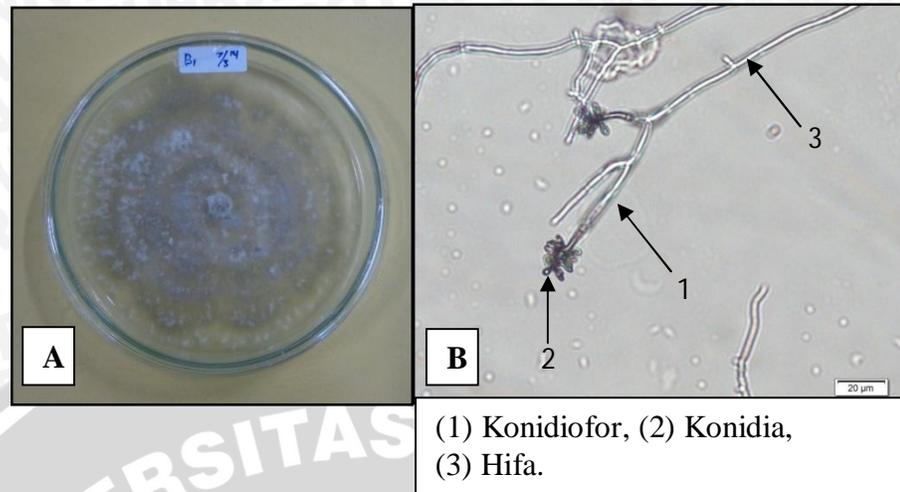
1. Jamur Tidak Teridentifikasi 1 (B1)

a. Makroskopis

Pengamatan makroskopis menunjukkan koloni berwarna putih tulang, dan warna balik koloni berwarna putih kehijauan. Pertumbuhan koloni menyebar beraturan dengan permukaan kasar. Pertumbuhan koloni cepat yakni memiliki diameter 9 cm pada hari keenam.

b. Mikroskopis

Pengamatan mikroskopis menunjukkan hifa bersekat, hialin, dan sedikit bercabang. Konidiofor hialin, bersekat. Konidia bergerombol dan berbentuk elips.



Gambar 13. Jamur tidak teridentifikasi (B1) diisolasi dari batang tanaman cengkeh.

A. Biakan murni umur 7 hari pada media PDA. B. Gambar mikroskopis

2. *Mucor* sp.

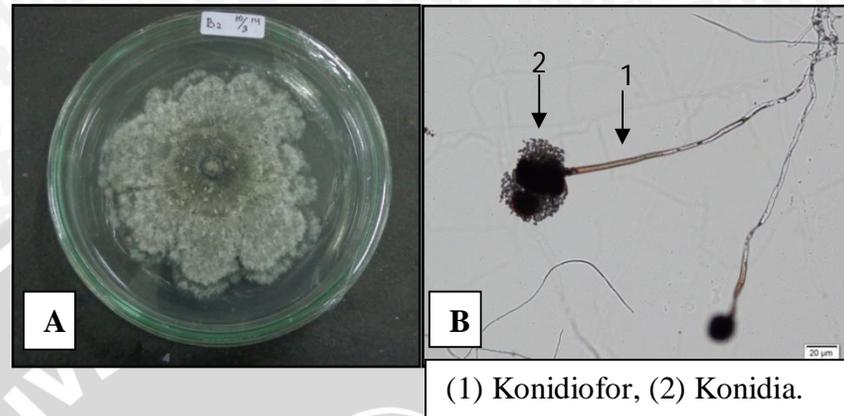
a. Makroskopis

Pengamatan makroskopis menunjukkan koloni berwarna hitam pada bagian tengah dan berwarna putih pada bagian tepi. Warna balik koloni berwarna putih kehijauan. Pertumbuhan koloni menyebar beraturan dengan pola berbentuk seperti bunga. Pada permukaan koloni agak kasar. Pertumbuhan koloni lambat yakni pada hari ketujuh hanya berdiameter 7,3 cm.

b. Mikroskopis

Pengamatan mikroskopis menunjukkan sporangiofor sederhana dan bercabang. Sporangia berwarna kecoklatan. Sporangiospora berbentuk elips, berwarna kuning kecoklatan. Seperti yang dijelaskan oleh Gandjar, dkk (1999) bahwa *Mucor* sp. memiliki bentuk sporangiofor yang sederhana dan kemudian menjadi bercabang – cabang dan berwarna kuning. Sporangia berwarna kuning agak krem dan kemudian menjadi coklat. Memiliki kolumela yang berbentuk bulat yang lama – kelamaan

akan menjadi elips, berwarna hialin, namun kadang – kadang berwarna kuning. Sporangiospora berbentuk elips dan berdinding halus.



Gambar 14. Jamur *Mucor* sp. diisolasi dari batang tanaman cengkeh. A. Biakan murni umur 7 hari pada media PDA. B. Gambar mikroskopis

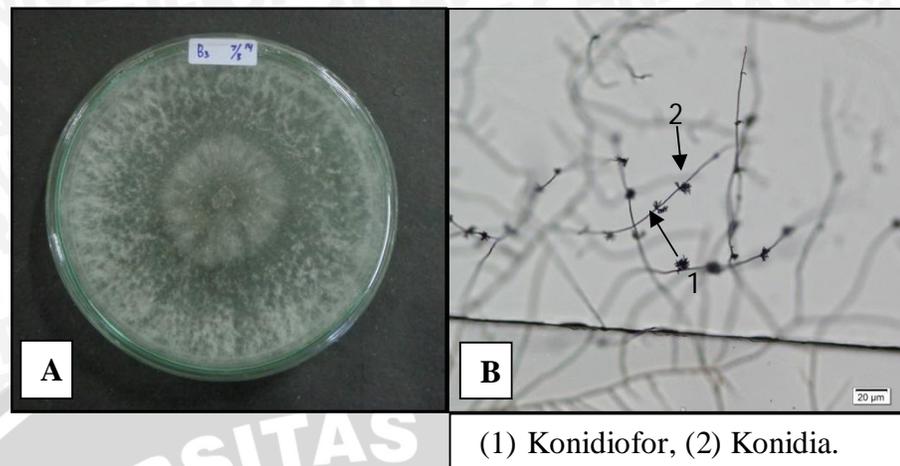
3. *Gonatotryum* sp. 1

a. Makroskopis

Pengamatan makroskopis menunjukkan koloni berwarna putih dan warna balik berwarna putih. Pertumbuhan koloni menyebar beraturan dan memiliki permukaan yang agak kasar. Pertumbuhan koloni cepat yakni memenuhi cawan petri berdiameter 9 cm pada hari keempat.

b. Mikroskopis

Pengamatan mikroskopis menunjukkan hifa bersekat, hialin, dan bercabang. Konidiofor berwarna gelap, panjang, bersekat, dan membentuk konidia pada setiap sambungan pada konidiofor. Konidia berwarna gelap, berbentuk oval dan berantai. Menurut Barnett dan Hunter (1960) menyatakan bahwa *Gonatotryum* sp. memiliki konidiofor gelap, tinggi, gemuk, tegak, biasanya sederhana, bersekat, dan membentuk kepala konidia pada sambungan sel yang menggelembung. Konidia (botryoblastospores) berwarna gelap, bersel 1, berbentuk oval sampai silinder.



(1) Konidiofor, (2) Konidia.

Gambar 15. Jamur *Gonatobotryum* sp. 1 diisolasi dari batang tanaman cengkeh.

A. Biakan murni umur 7 hari pada media PDA. B. Gambar mikroskopis

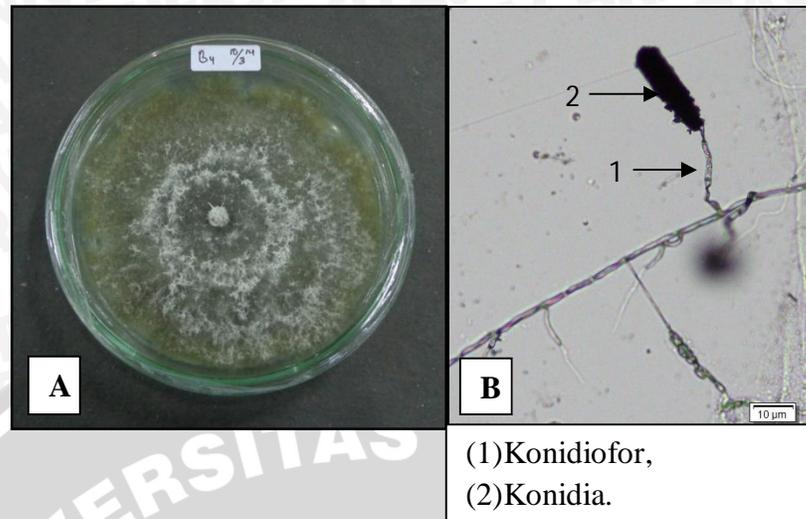
4. *Aspergillus* sp. 1

a. Makroskopis

Pengamatan makroskopis menunjukkan koloni berwarna putih pada bagian tengah dan berwarna hijau pada bagian tepi, warna balik koloni berwarna hijau. Pertumbuhan koloni menyebar beraturan dengan memiliki permukaan agak kasar. Pertumbuhan koloni cepat yakni memenuhi cawan petri berdiameter 9 cm pada hari ketujuh.

b. Mikroskopis

Pengamatan mikroskopis menunjukkan konidiofor hialin, tegak, berbentuk sederhana dan lebih tidak bercabang, halus pada permukaannya. Kepala konidia berbentuk gada, konidia berbentuk elips, dan berwarna hijau. Wanatabe (2002), menjelaskan bahwa konidiofor berwarna coklat pucat, tegak, sederhana dan jarang bercabang. Kepala konidia berbentuk silinder dan berwarna hijau gelap. Konidia tertopang pada fialid yang terbentuk langsung dari vesikula. Phialospora berwarna hijau pucat, berbentuk bulat dan memiliki permukaan yang kasar.



Gambar 16. Jamur *Aspergillus* sp. 1 diisolasi dari batang tanaman cengkeh. A. Biakan murni umur 7 hari pada media PDA. B. Gambar mikroskopis

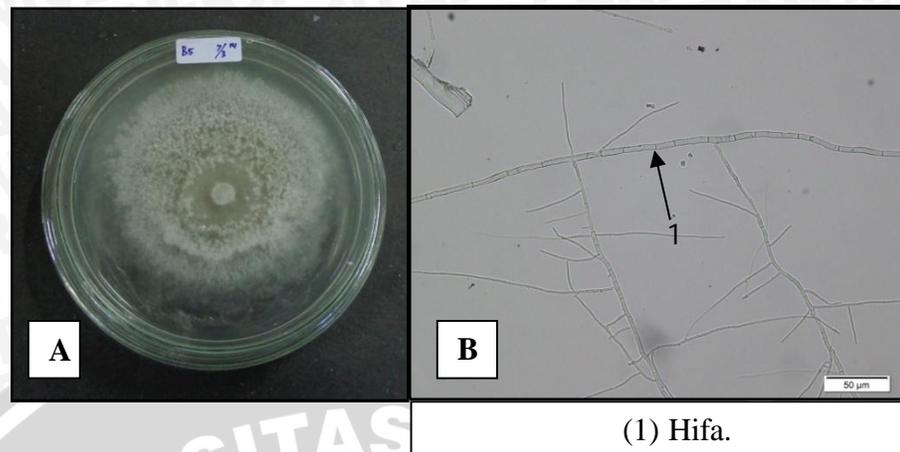
5. Jamur Tidak Teridentifikasi 2 (B5)

a. Makroskopis

Pengamatan makroskopis menunjukkan koloni berwarna putih dengan warna dasar putih kecoklatan (cream). Pertumbuhan koloni menyebar beraturan dengan permukaannya agak kasar. Pertumbuhan koloni lambat yakni berdiameter 8,3 cm pada hari ketujuh.

b. Mikroskopis

Pengamatan mikroskopis menunjukkan hifa bersekat, bercabang dan hialin. Dalam pengamatan di mikroskop tidak terlihat adanya konidia setelah diinkubasi selama 2 minggu, yang terlihat hanya hifa – hifa saja samapai 4 kali pengulangan pengamatan.



(1) Hifa.

Gambar 17. Jamur tidak teridentifikasi (B5) diisolasi dari batang tanaman cengkeh.

A. Biakan murni umur 7 hari pada media PDA. B. Gambar mikroskopis

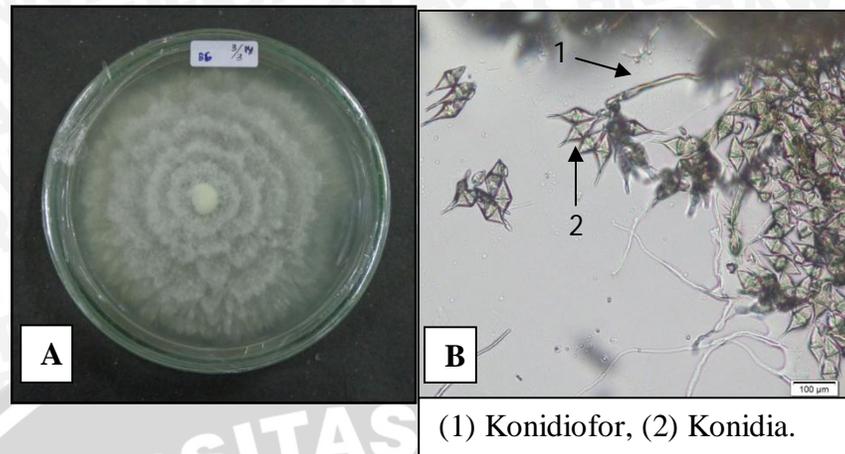
6. *Beltrania* sp.

a. Makroskopis

Pengamatan makroskopis menunjukkan koloni berwarna putih tulang dengan warna dasar putih kehijauan. Pertumbuhan koloni menyebar beraturan dengan permukaan agak kasar. Pertumbuhan koloni cepat yakni berdiameter 7 cm pada hari ketujuh.

b. Mikroskopis

Pengamatan mikroskopis menunjukkan hifa bersekat, berwarna coklat dan sedikit bercabang. Konidiofor sederhana dan sedikit bercabang dan berwarna coklat. Konidia lancip pada kedua ujungnya, berwarna coklat, bersel 1. Menurut Barnett dan Hunter (1960) menyatakan bahwa konidia berwarna gelap (kecoklatan), dan lancip pada kedua ujungnya dan bersel 1. Konidiofor berbentuk sederhana dan lebih sedikit bercabang dan berwarna coklat. Bersifat saprofit.



Gambar 18. Jamur *Beltrania* sp. diisolasi dari batang tanaman cengkeh. A. Biakan murni umur 7 hari pada media PDA. B. Gambar mikroskopis

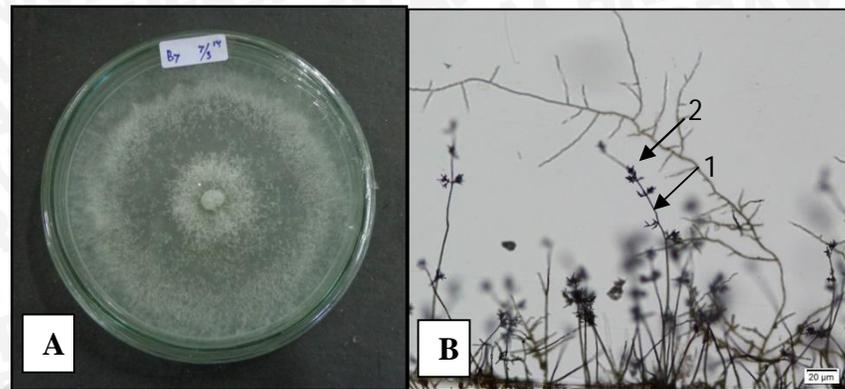
7. *Gonatobotryum* sp. 2

a. Makroskopis

Pengamatan makroskopis menunjukkan warna koloni putih dan warna balik koloni putih. Pertumbuhan koloni menyebar beraturan dan permukaannya agak kasar. Pertumbuhan koloni cepat yakni memenuhi cawan petri berdiameter 9 cm pada hari kelima.

b. Mikroskopis

Pengamatan mikroskopis menunjukkan hifa bersekat, hialin, dan bercabang. Konidiofor berwarna gelap, panjang, bersekat, dan membentuk konidia pada setiap sambungan pada konidiofor. Konidia berwarna gelap, berbentuk oval dan berantai.



(1) Konidiofor,(2) Konidia,.

Gambar 19. Jamur *Gonatobotryum* sp. 2 diisolasi dari batang tanaman cengkeh.

A. Biakan murni umur 7 hari pada media PDA.

B. Gambar mikroskopis

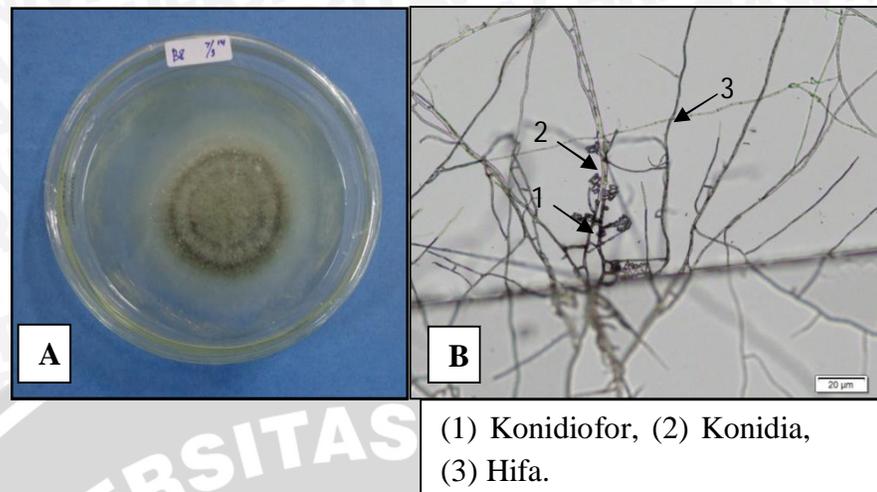
8. Jamur Tidak Teridentifikasi 3 (B8)

a. Makroskopis

Pengamatan makroskopis menunjukkan koloni berwarna abu – abu, dan warna balik koloni hitam. Pertumbuhan koloni menyebar beraturan dengan permukaan yang lembut. Pertumbuhan koloni lambat yakni berdiameter 7,5 cm pada hari ketujuh.

b. Mikroskopis

Pengamatan mikroskopis menunjukkan hifa bersekat, hialin dan bercabang. Konidiofor hialin, tidak bersekat dan pendek. Konidia berbentuk oval dan hialin.



Gambar 20. Jamur tidak teridentifikasi (B8) diisolasi dari batang tanaman cengkeh.

A. Biakan murni umur 7 hari pada media PDA. B. Gambar mikroskopis

4.2.2.3 Akar

1. *Aspergillus* sp. 2

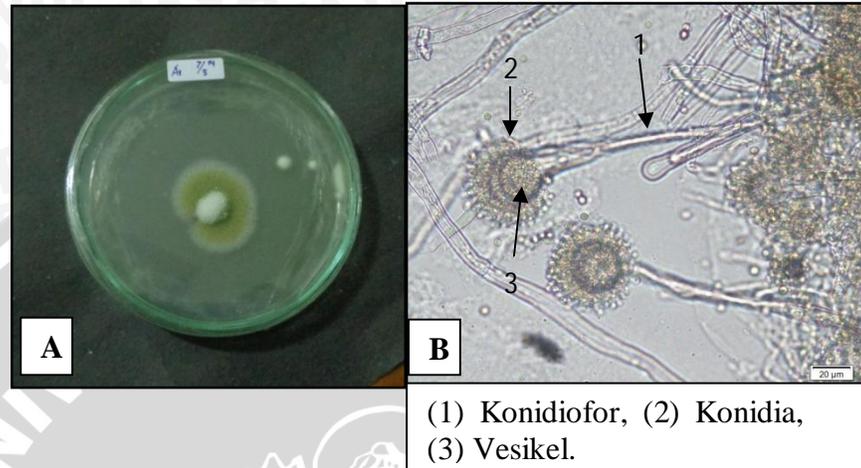
a. Makroskopis

Pengamatan makroskopis menunjukkan koloni memiliki warna hijau kekuningan dan pada bagian tepinya berwarna putih. Warna dasar koloni berwarna putih kehijauan. Pertumbuhan koloni menyebar tidak beraturan dengan bentuk permukaan agak kasar seperti butiran pasir dan bagian tepi halus. Pertumbuhan koloni lambat yaitu berdiameter 5,1 cm pada hari ketujuh namun memiliki pola sebaran yang menyebar.

b. Mikroskopis

Pengamatan mikroskopis menunjukkan hifa hialin, tidak bersekat, bercabang dan memanjang. Konidiofor tegak, tidak bersekat dan tidak bercabang. Pada ujung konidiofor terdapat vesikel berbentuk bulat dan kepala konidia berbentuk bulat tidak beraturan dan berwarna kecoklatan. Menurut Gandjar, dkk (1999), *Aspergillus* sp. memiliki kepala konidia

berwarna kuning dan berbentuk bulat pada saat masih muda. Konidiofor berwarna kuning hingga coklat dengan vesikel berbentuk bulat.



Gambar 21. Jamur *Aspergillus* sp. 2 diisolasi dari akar tanaman cengkeh. A. Biakan murni umur 7 hari pada media PDA. B. Gambar mikroskopis

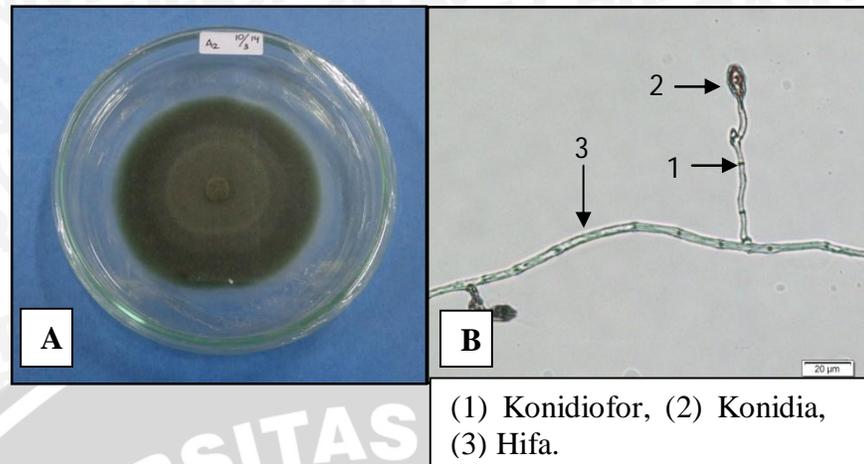
2. Jamur Tidak Teridentifikasi 4 (A2)

a. Makroskopis

Pengamatan makroskopis menunjukkan warna koloni hijau gelap dan warna balik koloni hijau gelap. Pertumbuhan koloni menyebar beraturan dan permukaan koloni lembut. Pertumbuhan koloni lambat yakni pada hari ketujuh hanya berdiameter 7 cm.

b. Mikroskopis

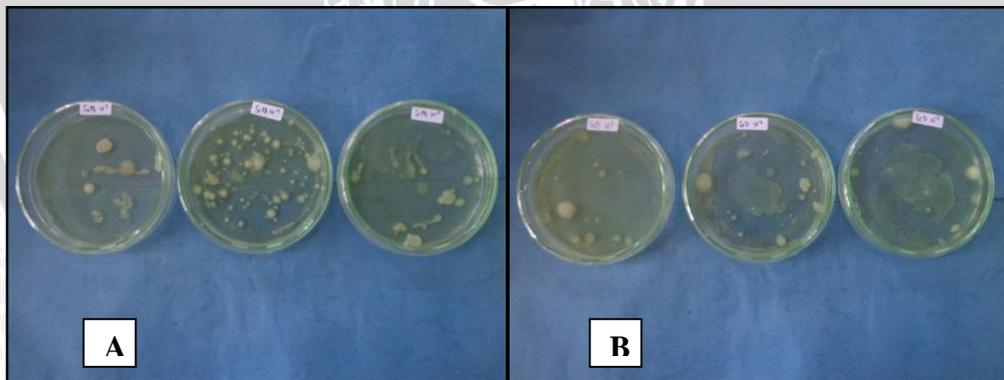
Pengamatan mikroskopis menunjukkan hifa bersekat, hialin, tidak bercabang. Konidiofor hialin dan bersekat. Konidia gelap, berbentuk oval, tunggal.



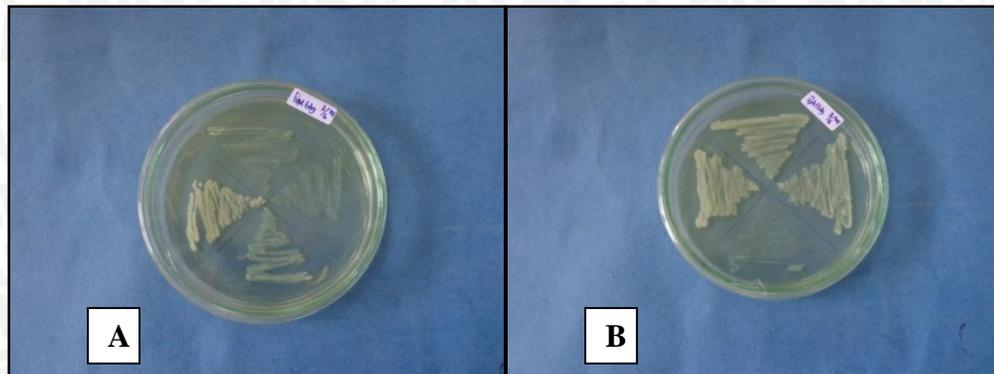
Gambar 22. Jamur tidak teridentifikasi diisolasi dari akar tanaman cengkeh.
 A. Biakan murni umur 7 hari pada media PDA. B. Gambar mikroskopis
 (1) Konidiofor, (2) Konidia,
 (3) Hifa.

4. 2.3 Eksplorasi Khamir dari Pangkal Batang dan Daun Tanaman Cengkeh

Kegiatan eksplorasi khamir dilakukan pada 5 sampel bibit cengkeh, yang berumur 1 tahun yang ditanam pada polybag. Sampel yang digunakan adalah bagian pangkal batang dan daun tanaman cengkeh. Hasil isolasi dari eksplorasi khamir dapat dilihat pada gambar 25.



Gambar 23. Hasil isolasi dari eksplorasi khamir pada tanaman cengkeh pada media PDA.
 A. Isolasi khamir dari pangkal batang dan B. Isolasi khamir dari daun.



Gambar 24. Hasil purifikasi dari isolasi khamir pada tanaman cengkeh. A. Hasil purifikasi dari isolasi khamir pada pangkal batang, B. Hasil purifikasi dari isolasi khamir pada daun tanaman cengkeh.

Hasil isolasi dan identifikasi khamir dari eksplorasi pada pangkal batang dan daun tanaman cengkeh diperoleh 7 khamir. Keanekaragaman khamir pada tanaman cengkeh dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Keanekaragaman khamir pada pangkal batang dan daun tanaman cengkeh.

Bagian tanaman	Genus
Daun	1. <i>Candida</i> sp. 2. <i>Pichia</i> sp. 1
Pangkal Batang	1. <i>Metschnikowia</i> sp. 1 2. <i>Metschnikowia</i> sp. 2 3. <i>Pichia</i> sp. 2 4. <i>Cryptococcus</i> sp. 5. <i>Metschnikowia</i> sp. 3

Berdasarkan tabel 2 dapat diketahui bahwa pada tanaman cengkeh ditemukan 7 isolat khamir. Pada daun terdapat 2 isolat yaitu genus *Candida* sp., dan *Pichia* sp. Pada pangkal batang ditemukan 5 isolat khamir yakni 3 isolat dari genus *Metschnikowia* sp., *Pichia* sp., dan *Cryptococcus* sp.

4.2.4 Hasil Isolasi dan Identifikasi Khamir pada Tanaman Cengkeh

4.2.4.1 Daun

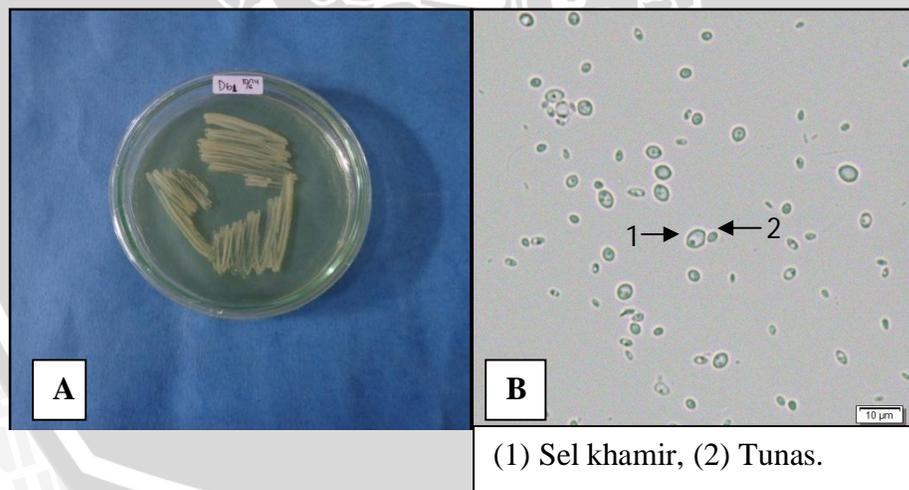
1. *Candida* sp.

a. Makroskopis

Pengamatan makroskopis menunjukkan koloni berwarna putih krem, bertekstur licin, berbentuk butiran, memiliki permukaan yang mengkilap dan tepian rata.

b. Mikroskopis

Pengamatan mikroskopis menunjukkan sel berbentuk bulat telur, ukuran 1-5 μm , sel tunggal, dan membelah secara multilateral. Kurtzman and Fell (1998) menyebutkan bahwa khamir genus *Candida* sp. memiliki bentuk koloni seperti butiran, koloni berwarna putih kekuningan, memiliki bentuk permukaan yang timbul, dan bertekstur halus. Bentuk sel bulat, lonjong maupun bulat lonjong, sel tunggal, berukuran 1-3 μm dan membelah dengan berkelompok seperti rantai pendek.



(1) Sel khamir, (2) Tunas.

Gambar 25. Khamir *Candida* sp. dari daun tanaman cengkeh. A. Biakan murni umur 4 hari pada media YMA. B. Gambar mikroskopis

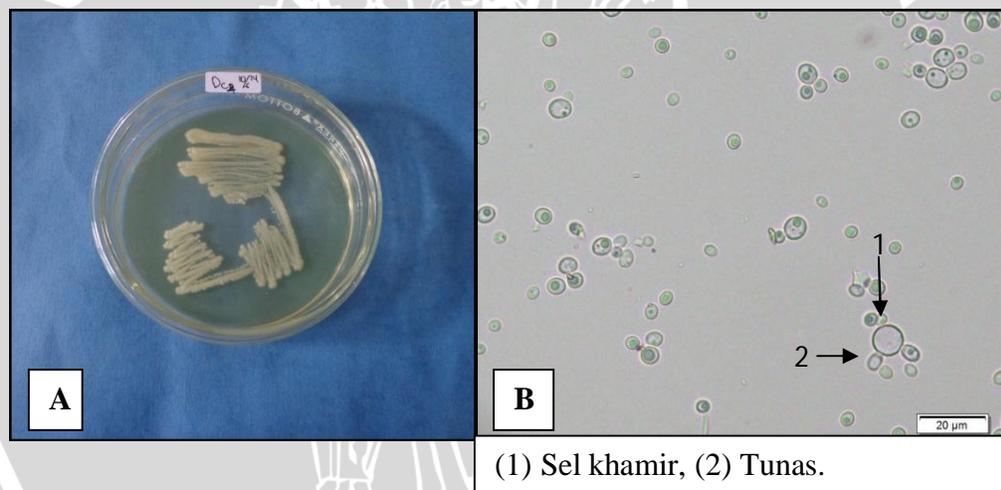
2. *Pichia* sp. 1

a. Makroskopis

Pengamatan makroskopis menunjukkan koloni berwarna putih, bertekstur agak licin, berbentuk butiran, permukaan agak mengkilap dan bertepi rata.

b. Mikroskopis

Pengamatan mikroskopis menunjukkan sel berbentuk bulat telur, memiliki ukuran 3-10 μm , sel tunggal maupun berpasangan dengan membelah secara multilateral. Kurtzman and Fell (1998) menyebutkan bahwa *Pichia* sp. memiliki warna koloni putih, berbentuk butiran, permukaannya rendah, dan bertekstur halus. Bentuk sel bulat telur, berukuran 2,9 -10 μm , sel tunggal dan membentuk rantai pendek, dapat pula membentuk pseudomiselium.



Gambar 26. Khamir *Pichia* sp. 1 dari daun tanaman cengkeh. A. Biakan murni umur 4 hari pada media YMA. B. Gambar mikroskopis

4.2.4.2 Pangkal Batang

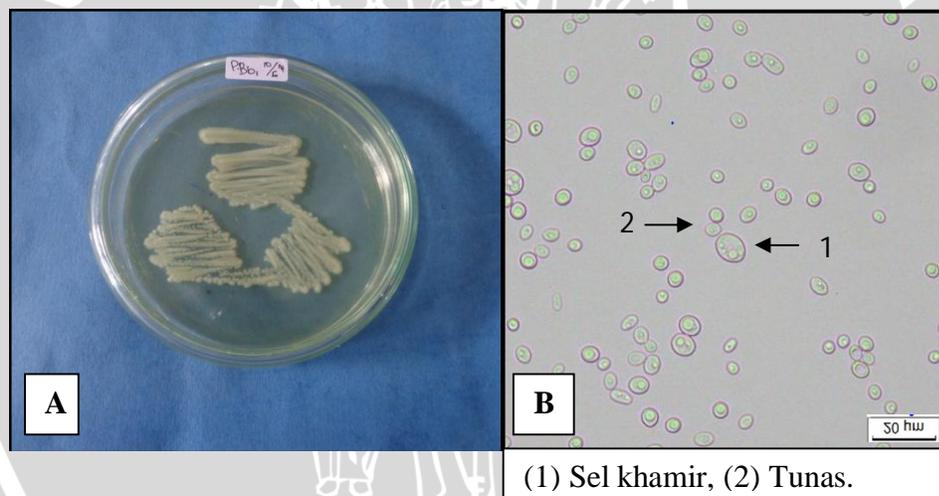
1. *Metschnikowia* sp. 1

a. Makroskopis

Pengamatan makroskopis menunjukkan koloni berwarna putih, bertekstur agak licin, berbentuk butiran, memiliki permukaan yang mengkilap dan bertepi tidak rata.

b. Mikroskopis

Pengamatan mikroskopis menunjukkan sel berbentuk bulat telur, berukuran 3-9 μm , sel tunggal maupun berpasangan dan membelah secara multilateral. Kurtzman and Fell (1998) menyebutkan bahwa koloni memiliki permukaan yang mengkilap, berwarna putih, berbentuk butiran dan permukaan yang cembung. Bentuk sel bulat sampai bulat telur, sel tunggal dan berpasangan, ukuran sel 3-8 μm dan membelah secara multilateral dengan jumlah tunas 1-3 tunas per sel.



Gambar 27. Khamir *Metschnikowia* sp. 1 dari pangkal batang tanaman cengkeh.
A. Biakan murni umur 4 hari pada media YMA. B. Gambar mikroskopis

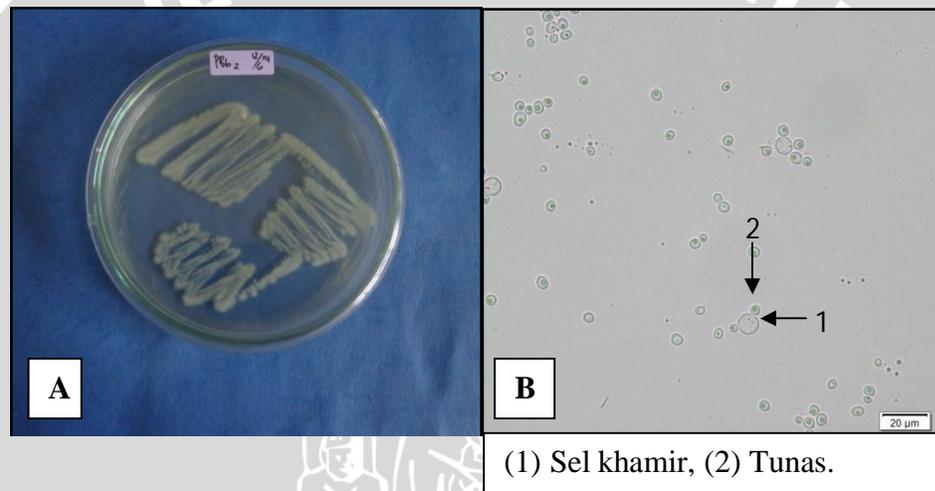
2. *Metschnikowia* sp. 2

a. Makroskopis

Pengamatan makroskopis menunjukkan koloni berwarna putih, bertekstur agak licin, berbentuk butiran, memiliki permukaan mengkilap dan tepian tidak rata.

b. Mikroskopis

Pengamatan mikroskopis menunjukkan sel berbentuk bulat, ukuran sel 3-9 μm , sel tunggal maupun berpasangan dan membelah secara multilateral. Menurut Kurtzman and Fell (1998), koloni berwarna putih, memiliki permukaan yang mengkilap, berbentuk butiran dan bentuk permukaannya cembung. Sel berbentuk bulat sampai bulat telur, ukuran sel 3-8 μm , sel tunggal dan berpasangan, dan membelah secara multilateral dengan jumlah tunas 1-3 tunas per sel.



Gambar 28. Khamir *Metschnikowia* sp. 2 dari pangkal batang tanaman cengkeh.

- A. Biakan murni umur 4 hari pada media YMA.
- B. Gambar mikroskopis

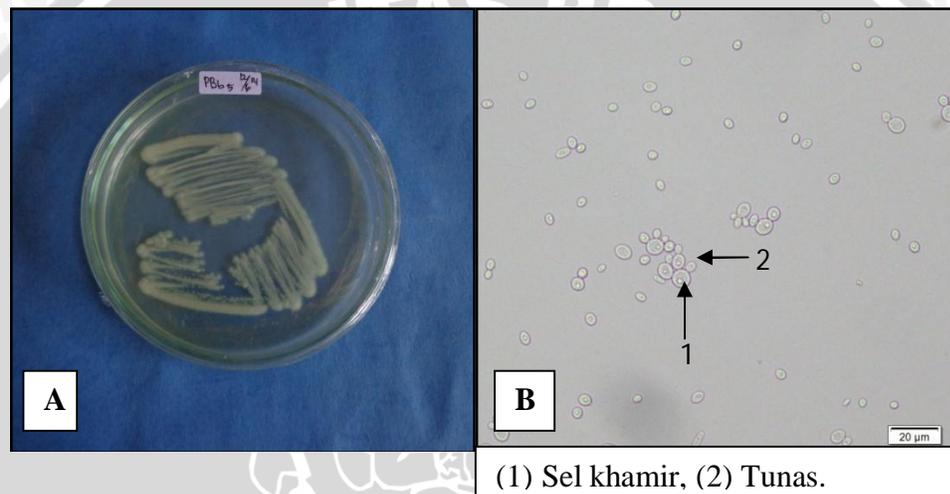
3. *Pichia* sp. 2

a. Makroskopis

Pengamatan makroskopis menunjukkan koloni berwarna putih, memiliki tekstur yang agak licin, berbentuk butiran, permukaan mengkilap dan tepian rata.

b. Mikroskopis

Pengamatan mikroskopis menunjukkan sel berbentuk bulat telur, sel berukuran 3-7 μm , sel tunggal maupun berpasangan dan membelah secara multilateral. Menurut Kurtzman and Fell (1998), koloni *Pichia* sp. berwarna putih, berbentuk butiran, permukaannya rendah, dan bertekstur halus. Bentuk sel bulat telur, berukuran 2,9 -10 μm , sel tunggal dan membentuk rantai pendek, dapat pula membentuk pseudomiselium.



(1) Sel khamir, (2) Tunas.

Gambar 29. Khamir *Pichia* sp. 2 dari pangkal batang tanaman cengkeh. A. Biakan murni umur 4 hari pada media YMA. B. Gambar mikroskopis

4. *Cryptococcus* sp.

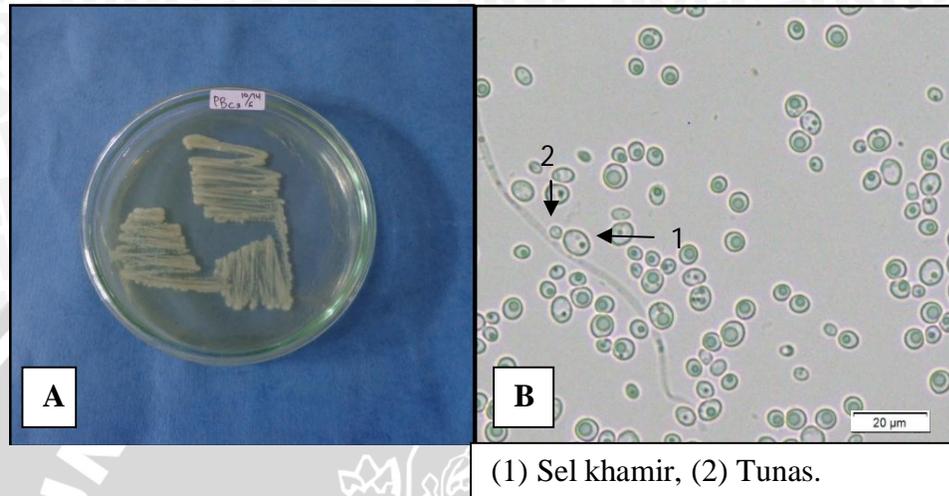
a. Makroskopis

Pengamatan makroskopis menunjukkan koloni berwarna putih krem, bertekstur agak licin, berbentuk butiran, memiliki permukaan agak mengkilap dan tepian tidak rata.

b. Mikroskopis

Pengamatan mikroskopis menunjukkan sel berbentuk bulat, ukuran sel 2-7 μm , sel tunggal dan dapat membentuk tunas. Menurut Kurtzman & Fell (1998), koloni *Cryptococcus* sp. berwarna putih keruh, berbentuk butiran,

dan bertekstur halus. Sel berukuran 5-10 μm , sel tunggal dan bertunas saat pembelahan sel.



Gambar 30. Khamir *Cryptococcus* sp. dari pangkal batang tanaman cengkeh. A. Biakan murni umur 4 hari pada media YMA. B. Gambar mikroskopis

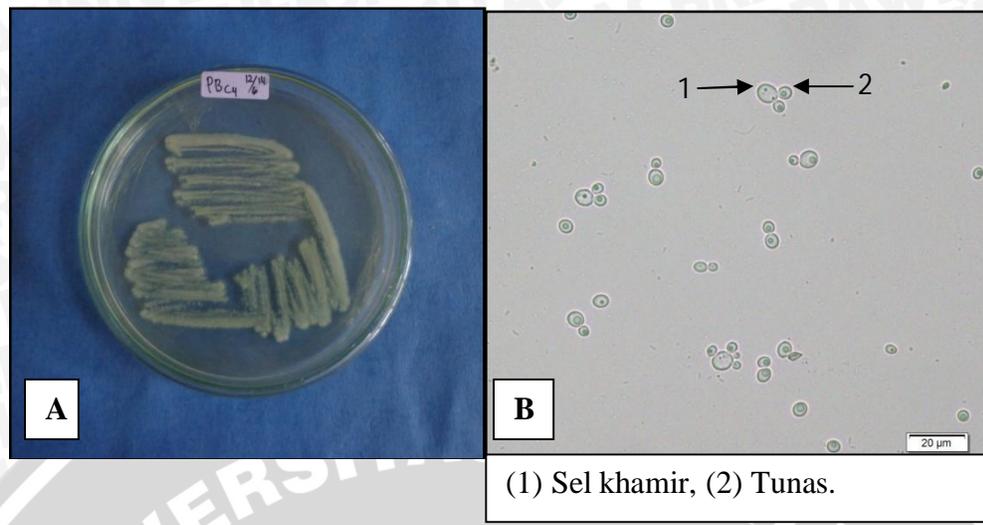
5. *Metschnikowia* sp. 3

a. Makroskopis

Pengamatan makroskopis menunjukkan koloni berwarna putih krem, memiliki tekstur agak licin, berbentuk butiran, memiliki permukaan yang agak mengkilap dan tepian yang tidak rata.

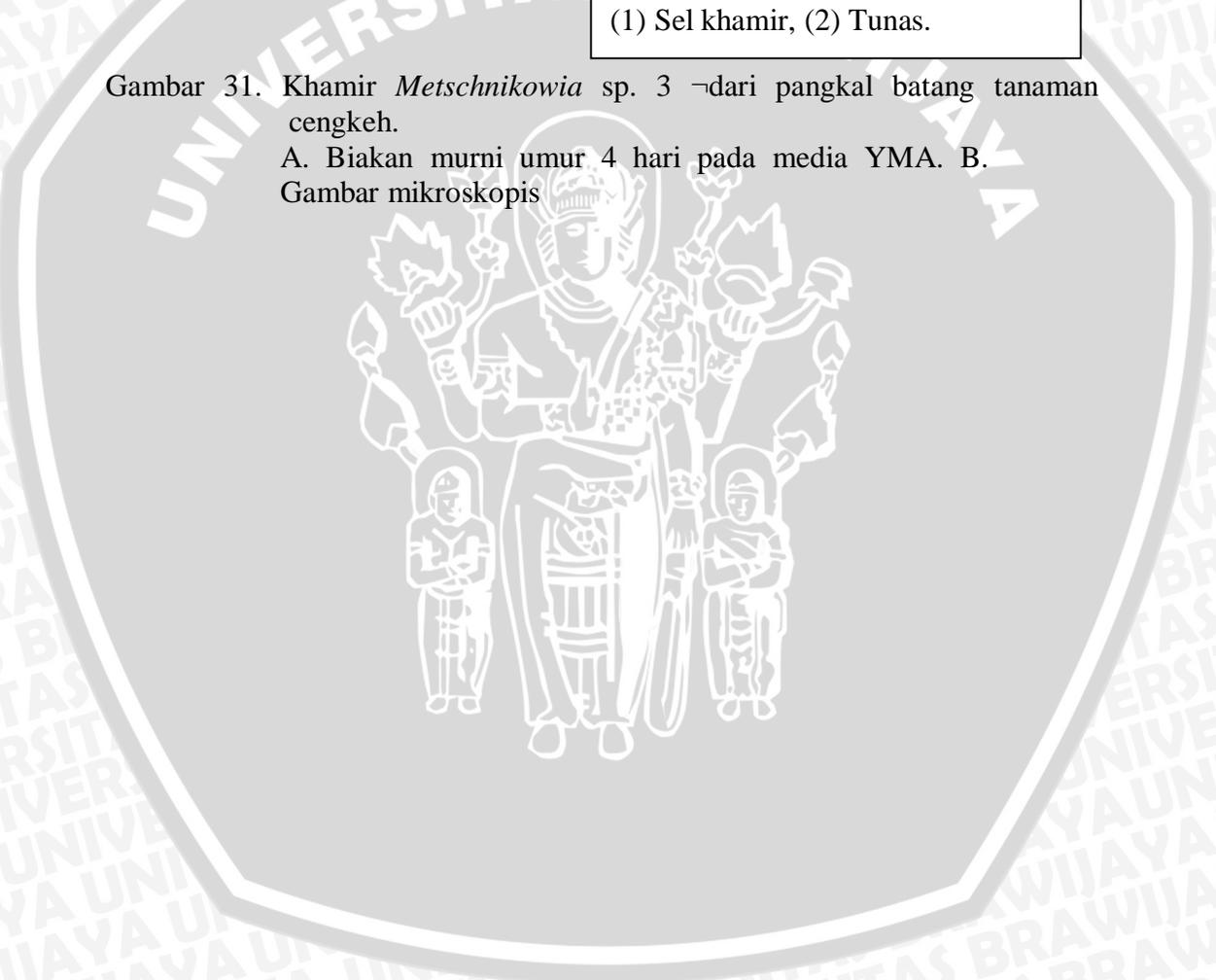
b. Mikroskopis

Pengamatan mikroskopis menunjukkan sel berbentuk bulat, ukuran sel berkisar antara 3-9 μm , sel tunggal dan membentuk tunas secara multilateral. Menurut Kurtzman and Fell (1998), koloni berwarna putih, berbentuk butiran, memiliki permukaan yang mengkilap dan berbentuk cembung. Sel berbentuk bulat sampai bulat telur, sel tunggal dan berpasangan, ukuran sel 3-8 μm dan membelah secara multilateral dengan membentuk tunas berjumlah 1-3 tunas per sel.

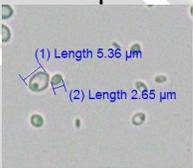
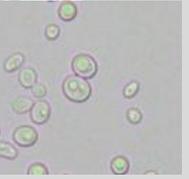
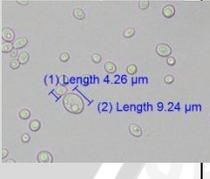
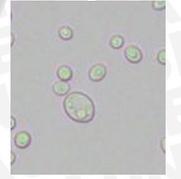


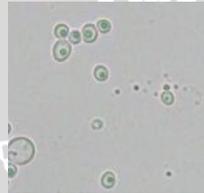
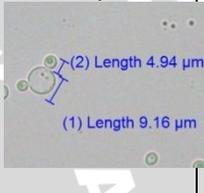
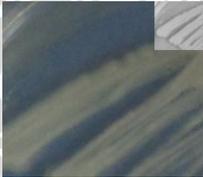
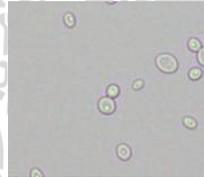
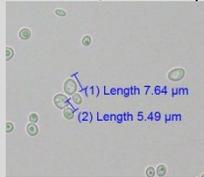
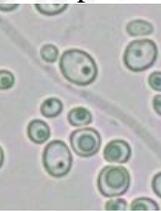
(1) Sel khamir, (2) Tunas.

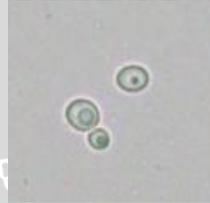
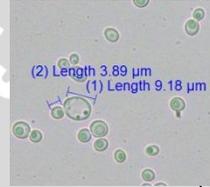
Gambar 31. Khamir *Metschnikowia* sp. 3 dari pangkal batang tanaman cengkeh.
 A. Biakan murni umur 4 hari pada media YMA. B. Gambar mikroskopis



Tabel 3. Karakteristik khamir secara makroskopis dan mikroskopis

Khamir	Karakteristik makroskopis isolat khamir			Karakteristik mikroskopis isolat khamir			
	Warna koloni	Tekstur koloni	Tepian koloni	Bentuk sel	Ukuran sel	Tipe pertunasan	Susunan sel
<i>Candida</i> sp.	Putih krem 	Butiran 	Rata 	Bulat Telur 	1-5 μm 	Multipolar 	Tunggal, Berpasangan
<i>Pichia</i> sp. 1	Putih 	Butiran 	Rata 	Bulat telur 	3-10 μm 	Multipolar 	Tunggal, Berpasangan
<i>Metschnikowia</i> sp. 1	Putih 	Butiran 	Tidak Rata 	Bulat Telur 	3-9 μm 	Multipolar 	Tunggal, Berpasangan

Khamir	Karakteristik makroskopis isolat khamir			Karakteristik mikroskopis isolat khamir			Susunan sel
	Warna koloni	Tekstur koloni	Tepian koloni	Bentuk sel	Ukuran sel	Tipe pertunasan	
<i>Metschnikowia</i> sp. 2	Putih 	Butiran 	Tidak Rata 	Bulat 	3-9 μm 	Multipolar 	Tunggal, Berpasangan
<i>Pichia</i> sp. 2	Putih 	Butiran 	Rata 	Bulat Telur 	3-7 μm 	Multipolar 	Tunggal, Berpasangan
<i>Cryptococcus</i> sp.	Putih krem 	Butiran 	Tidak Rata 	Bulat 	2-7 μm 	Multipolar 	Tunggal, Berpasangan

Khamir	Karakteristik makroskopis isolat khamir			Karakteristik mikroskopis isolat khamir			Susunan sel
	Warna koloni	Tekstur koloni	Tepian koloni	Bentuk sel	Ukuran sel	Tipe pertunasan	
<i>Metschnikowia sp. 3</i>	Putih krem 	Butiran 	Tidak Rata 	Bulat 	3-9 μm 	Multipolar 	Tunggal, Berpasangan

4.3 Uji Antagonis Jamur Endofit dan Khamir terhadap *Rigidoporus microporus*

4.3.1 Hasil Uji Antagonis Jamur Endofit terhadap *Rigidoporus microporus*

Uji antagonis antara jamur endofit terhadap *R. microporus* dilakukan secara *in – vitro*. Metode uji antagonis yang dilakukan menggunakan metode oposisi langsung pada media PDA dalam cawan petri berdiameter 9 cm. Metode oposisi langsung yaitu pengujian berlawanan antara jamur endofit dan *R. microporus* secara berhadapan langsung dengan jarak 3 cm dalam cawan petri 9 cm berisi media PDA.

Perlakuan uji antagonis antara jamur endofit dengan *R. microporus* dilakukan dengan 3 waktu, yaitu 1) pada hari yang sama dengan 13 perlakuan 3 ulangan, 2) selisih 1 hari dengan 6 perlakuan 4 ulangan, 3) selisih 2 hari dengan 6 perlakuan 4 ulangan, terhitung sejak penanaman jamur endofit terlebih dahulu. Hal tersebut bertujuan untuk lebih memastikan potensi daya hambat jamur endofit terhadap *R. microporus*.

4.3.1.1 Uji Antagonis dengan Perlakuan Hari Yang Sama

Pengujian antagonis antara jamur endofit terhadap patogen *R. microporus* dilakukan pada hari yang sama dalam penanaman isolat jamur endofit dengan *R. microporus*. Terdapat 13 perlakuan dengan masing – masing 3 ulangan. Pengamatan dilakukan pada hari pertama setelah perlakuan sampai hari ketujuh setelah perlakuan. Berikut adalah tabel rerata persentase penghambatan 13 isolat jamur endofit terhadap *R. microporus* selama 7 hari pengamatan.

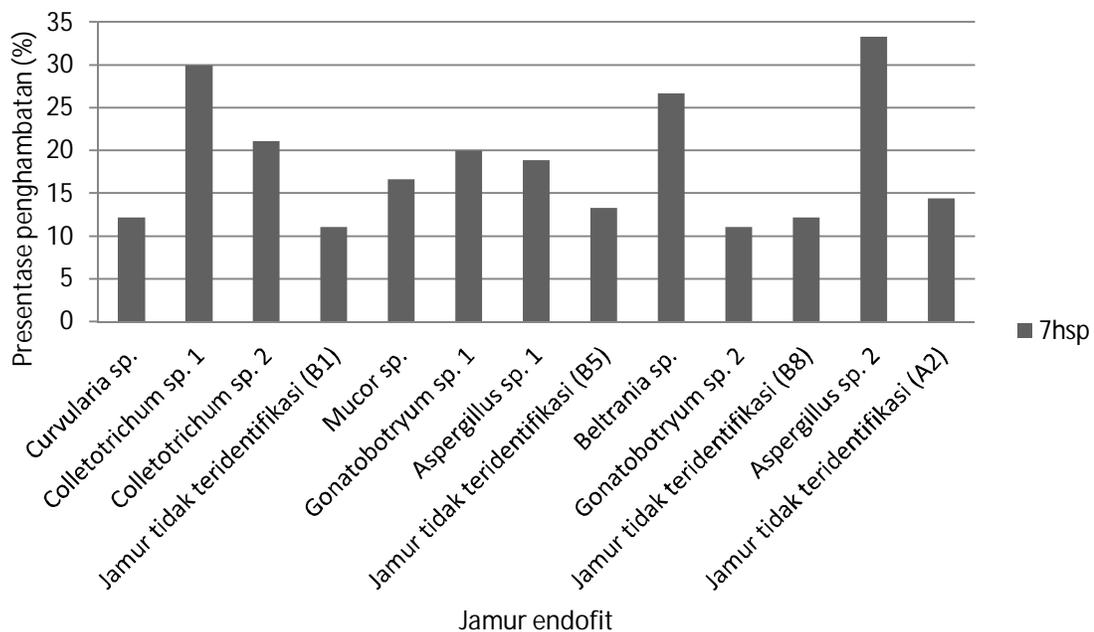
Tabel 4. Rerata persentase penghambatan jamur endofit terhadap patogen *R. microporus* pada hari yang sama selama 7 hari pengamatan.

Jamur Endofit	Rerata Persentase Hambatan (%)						
	1hsp	2hsp	3hsp	4hsp	5hsp	6hsp	7hsp
<i>Curvularia</i> sp.	4,44	2,77	12,22	12,22	12,22	12,22	12,22
<i>Colletotrichum</i> sp. 1	-7,10	-6,84	30	30	30	30	30
<i>Colletotrichum</i> sp. 2	-52,77	3,56	21,11	21,11	21,11	21,11	21,11
Jamur tidak teridentifikasi (B1)	4,66	10,39	11,11	11,11	11,11	11,11	11,11
<i>Mucor</i> sp.	-6,99	16,66	16,66	16,66	16,66	16,66	16,66
<i>Gonatobotryum</i> sp. 1	-8,33	20	20	20	20	20	20
<i>Aspergillus</i> sp. 1	-12,12	21,11	20	18,88	18,88	18,88	18,88
Jamur tidak teridentifikasi (B5)	-6,87	13,33	13,33	13,33	13,33	13,33	13,33
<i>Beltrania</i> sp.	23,33	1,58	26,66	26,66	26,66	26,66	26,66
<i>Gonatobotryum</i> sp. 2	4,76	15,65	11,11	11,11	11,11	11,11	11,11
Jamur tidak teridentifikasi (B8)	3,53	-12,21	12,22	12,22	12,22	12,22	12,22
<i>Aspergillus</i> sp. 2	0	10,14	33,33	33,33	33,33	33,33	33,33
Jamur tidak teridentifikasi (A2)	0	-6,52	11,55	15,55	14,44	14,44	14,44

Berdasarkan data yang disajikan (Tabel 4), dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan persentase daya hambat dari setiap isolat jamur endofit yang ditemukan. Dari hasil uji antagonis antara 13 isolat jamur endofit terhadap patogen *R. microporus* terlihat tidak adanya hambatan yang berarti oleh masing – masing jamur endofit. Pada 1 hsp dan 2 hsp, diperoleh hasil rerata penghambatan jamur endofit terhadap *R. microporus* dengan nilai minus dikarenakan pada awal pertumbuhan dari R2 lebih besar daripada R1, sehingga apabila dimasukkan kedalam rumus penghambatan, maka diperoleh hasil minus. Pertumbuhan R2 yang lebih besar daripada R1 dikarenakan pertumbuhan *R. microporus* yang cepat dan pertumbuhannya yang tidak konsentris. Dan pada 3hsp sampai 7hsp diperoleh hasil yang meningkat drastis dikarenakan pertumbuhan R2 mulai terhambat oleh pertumbuhan *R. microporus* yang memiliki pertumbuhan yang cepat dibandingkan dengan jamur endofit. Kaewchai, dkk (2010) mengemukakan bahwa jamur *R.*

microporus dapat tumbuh memenuhi cawan petri dalam waktu 6 hari dengan pertumbuhannya 1,3 cm per hari.

Dari rerata persentase penghambatan yang didapatkan, hampir semua jamur endofit tidak memiliki penghambatan sampai 50%. Namun dari 13 jamur endofit, jamur *Aspergillus* sp.2 memiliki persentase hambat yang lebih tinggi dibandingkan dengan jamur endofit lainnya yaitu memiliki persentase sebesar 33,33% dilihat dari pengamatan 3hsp sampai 7hsp dan memiliki penghambatan yang konstan. *Aspergillus* sp. merupakan salah satu dari berbagai jenis jamur tanah yang dapat menghasilkan senyawa antimikroba yang produktif (Kasanah, 1998). Dan senyawa yang dihasilkan oleh jamur *Aspergillus* sp. bersifat netral, polar dan memiliki gugus fenol yang mampu mendenaturasikan protein dinding dan membran sel mikroba lain (Awaad, 2012). Rerata persentase penghambatan jamur endofit terhadap *R. microporus* pada 7 hsp disajikan pada gambar 32.



Gambar 32. Histogram rerata persentase penghambatan jamur endofit terhadap *R. microporus* hari yang sama pada 7 hsp

Berdasarkan histogram yang telah disajikan pada gambar 32, dapat diketahui nilai rerata persentase penghambatan oleh jamur endofit terhadap *R. microporus* paling tertinggi yaitu oleh *Aspergillus* sp.2 yakni sebesar 33,33%. Dan diikuti oleh *Colletotrichum* sp. 1 yakni dengan persentase penghambatan sebesar 30%. Dan jamur endofit yang memiliki persentase hambatan paling kecil adalah Jamur tidak teridentifikasi (B1) sebesar 11,11% dan *Gonatobotryum* sp. 2 sebesar 11,11%. Jamur endofit yang memiliki nilai hambatan paling rendah dikarenakan pertumbuhannya yang sangat lambat saat dibiakkan pada media PDA. Sedangkan patogen *R. microporus* memiliki pertumbuhan yang sangat cepat apabila ditanam pada media PDA. Seperti yang dikemukakan oleh Kaewchai, dkk (2010) bahwa jamur *R. microporus* dapat tumbuh memenuhi cawan petri dalam waktu 6 hari dengan pertumbuhannya 1,3 cm per hari. Nilai penghambatan jamur endofit yang paling signifikan terjadi pada hari terakhir pengamatan yaitu pada hari ke tujuh (7hsp). Rerata persentase penghambatan jamur endofit terhadap patogen *R. microporus* pada 7 hsp disajikan pada tabel berikut:

Tabel 5. Rerata persentase penghambatan jamur endofit terhadap patogen *R. microporus* hari yang sama pada 7 hsp

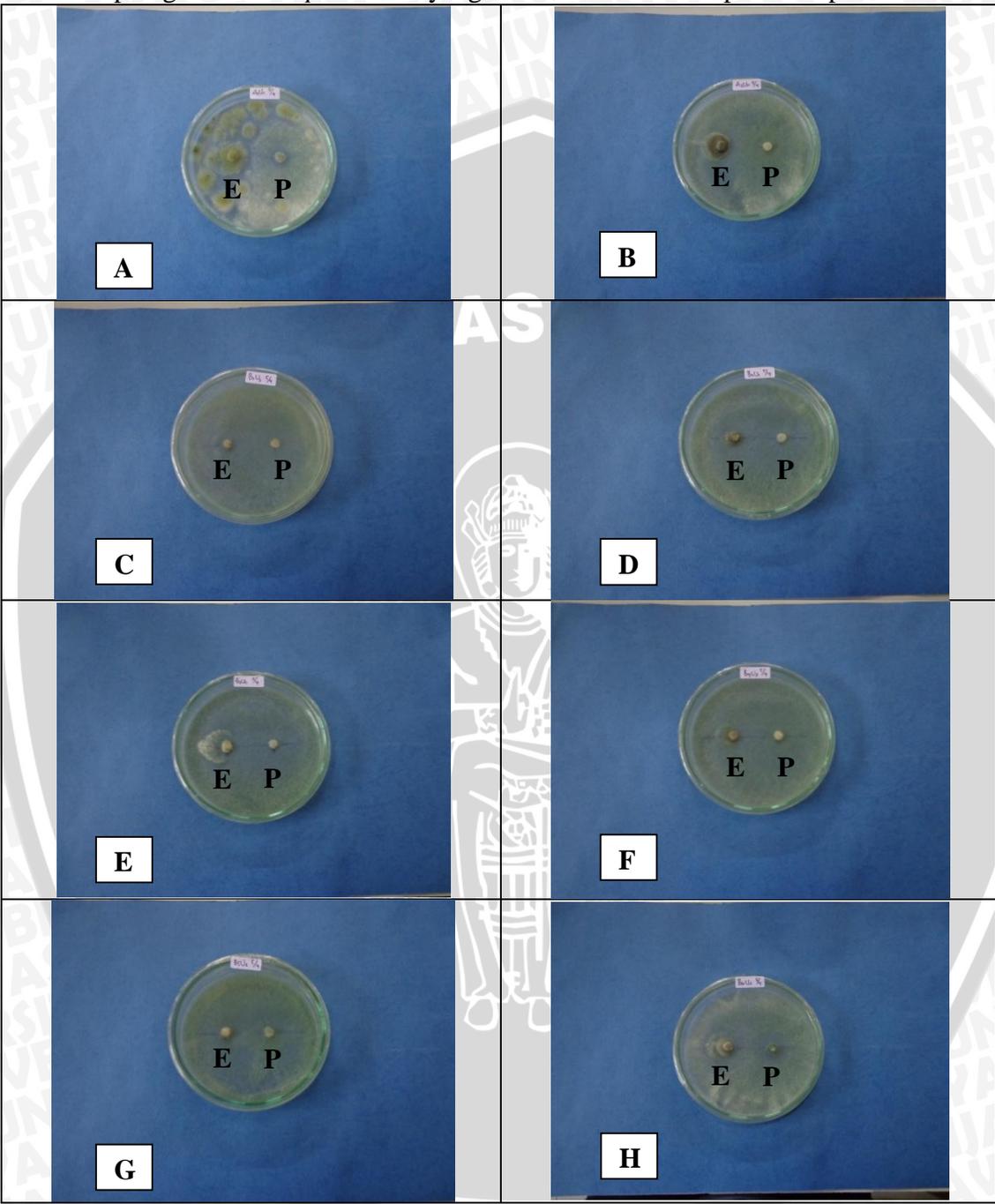
Perlakuan Jamur Endofit	Rerata persentase hambatan jamur endofit(%)
Kontrol	0,00a
<i>Curvularia</i> sp.	12,22bc
<i>Colletotrichum</i> sp. 1	29,99f
<i>Colletotrichum</i> sp. 2	21,10de
Jamur tidak teridentifikasi (B1)	11,11b
<i>Mucor</i> sp.	16,66bcd
<i>Gonatobotryum</i> sp. 1	19,99cde
<i>Aspergillus</i> sp. 1	18,88bcde
Jamur tidak teridentifikasi (B5)	13,33bcd
<i>Beltrania</i> sp.	26,66ef
<i>Gonatobotryum</i> sp. 2	11,11b
Jamur tidak teridentifikasi (B8)	12,22bc
<i>Aspergillus</i> sp. 2	33,33f
Jamur tidak teridentifikasi (A2)	14,44bcd

Keterangan:

Angka disertai huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak terdapat beda nyata antar perlakuan.

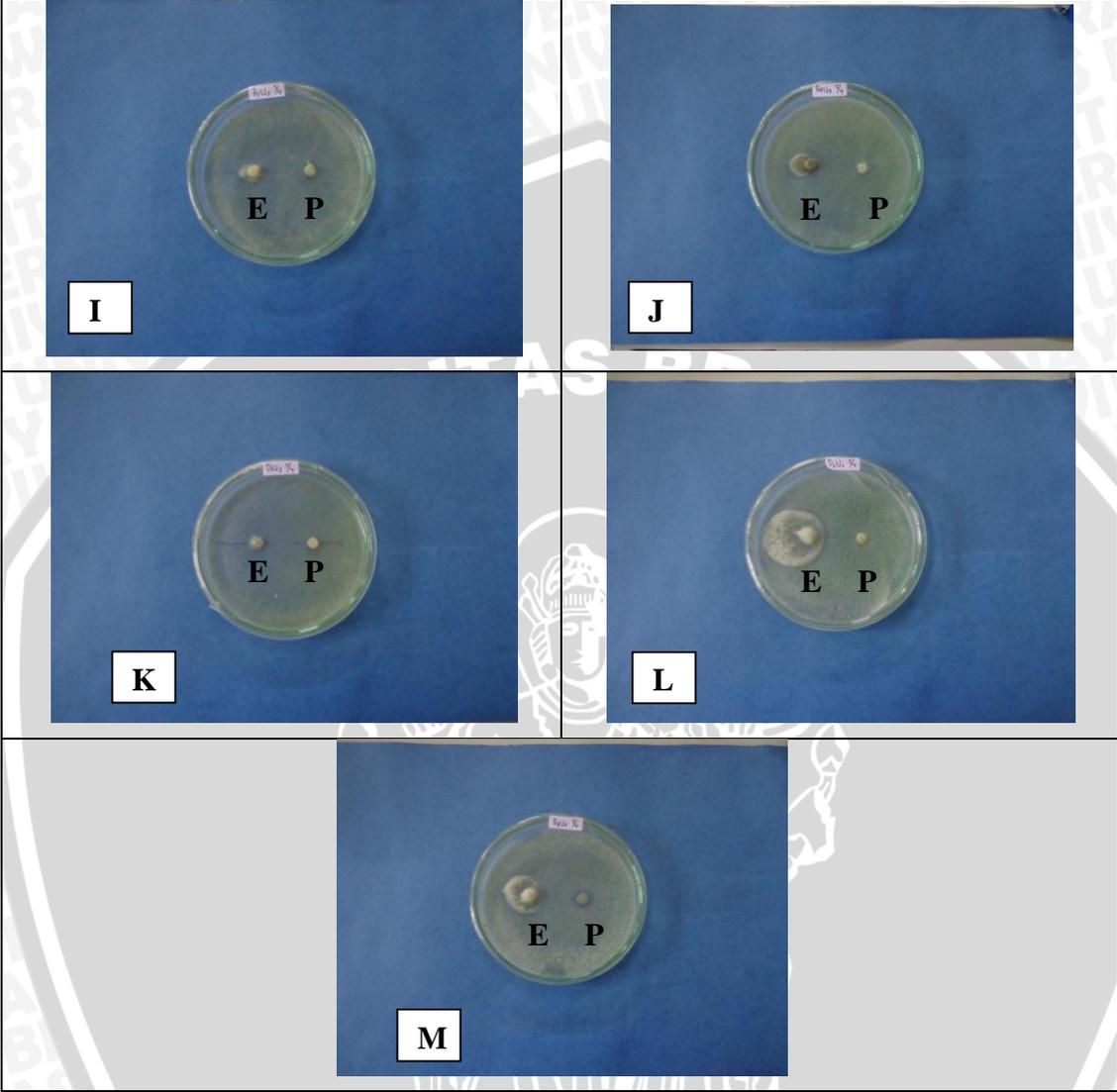
Berdasarkan tabel analisis ragam persentase penghambatan jamur endofit terhadap *R. microporus* pada 7 hsp (Tabel lampiran 1), menunjukkan adanya beda nyata antara perlakuan sehingga dilakukan uji lanjutan yaitu uji Duncan dengan taraf kesalahan 5%. Dari hasil analisis ragam pada tabel 5 menunjukkan bahwa besarnya hambatan pada kontrol adalah 0%, dikarenakan untuk kontrol tidak diberikan agen antagonis sehingga tidak ada interaksi dengan agen antagonis. Dari semua perlakuan memiliki persentase penghambatan kurang dari 50%. *Curvularia* sp. memiliki nilai hambatan sebesar 12,22%,. Pada perlakuan dengan *Colletotrichum* sp. 1 dan *Colletotrichum* sp. 2 memiliki penghambatan berturut – turut sebesar 29,99% dan 21,10%. Pada jamur tidak teridentifikasi (B1), B5, B8 dan A2 memiliki persentase hambatan berturut – turut sebesar 11,11%, 13,13%, 12,22% dan 14,44%. Sedangkan untuk jamur *Mucor* sp. sebesar 16,66%, *Gonatobotryum* sp. 1 sebesar 19,99%, *Aspergillus* sp. 1 sebesar 18,88%, *Beltrania* sp. sebesar 26,66%, *Gonatobotryum* sp. 2 11,11% dan jamur *Aspergillus* sp. 2 sebesar 33,33%. Dilihat dari nilai hambatan, jamur yang memiliki hambatan tertinggi yaitu pada perlakuan *Aspergillus* sp. 2. Dan yang memiliki nilai hambatan terendah yaitu pada Jamur tidak teridentifikasi (B1) dan *Gonatobotryum* sp. 2. Didapatkannya nilai hambatan jamur endofit terhadap *R. microporus* yang kecil dikarenakan terjadinya kompetisi antara jamur endofit dengan patogen dalam memperoleh ruang dan nutrisi untuk kelangsungan hidupnya. Purwantisari dan Hastuti (2009) menjelaskan bahwa jamur yang tumbuh cepat mampu mengungguli dalam penguasaan ruang dan pada akhirnya dapat menekan pertumbuhan jamur lawannya. Namun dari hasil persentase hambatan antara jamur endofit dan patogen, disini patogenlah yang lebih menguasai ruang pada uji antagonis dikarenakan pertumbuhannya yang jauh lebih cepat dibandingkan dengan pertumbuhan masing – masing jamur endofit. Selain itu, pada jamur endofit tidak ada yang menghasilkan enzim untuk mempertahankan kelangsungan hidup dalam melawan patogen, sehingga dapat dikatakan pada uji antagonis pada waktu yang bersamaan, pada jamur endofit tidak memiliki potensi dalam menekan pertumbuhan patogen *R. microporus*. Hasil dokumentasi dari uji antagonis jamur endofit terhadap patogen *R. microporus* pada hari yang sama dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Hasil Dokumentasi Uji Antagonis jamur endofit terhadap pertumbuhan patogen *R. microporus* hari yang sama secara in-vitro pada 7 hsp.



(berlanjut)

(lanjutan)



Keterangan :

E = Jamur Endofit, P = Patogen. A. Perlakuan jamur *Aspergillus* sp. 2. B. Perlakuan Jamur tidak teridentifikasi (A2). C. Perlakuan Jamur tidak teridentifikasi (B1). D. Perlakuan jamur *Mucor* sp. E. Perlakuan jamur *Gonatotryum* sp. 1. F. Perlakuan jamur *Aspergillus* sp. 1. G. Perlakuan Jamur tidak teridentifikasi (B5). H. Perlakuan jamur *Beltrania* sp. I. Perlakuan jamur *Gonatotryum* sp. 2. J. Perlakuan Jamur tidak teridentifikasi (B8). K. Perlakuan jamur *Curvularia* sp. L. Perlakuan jamur *Colletotrichum* sp. 1. M. Perlakuan jamur *Colletotrichum* sp. 2.

4.3.3.2 Uji Antagonis dengan Perlakuan Selisih 1 Hari

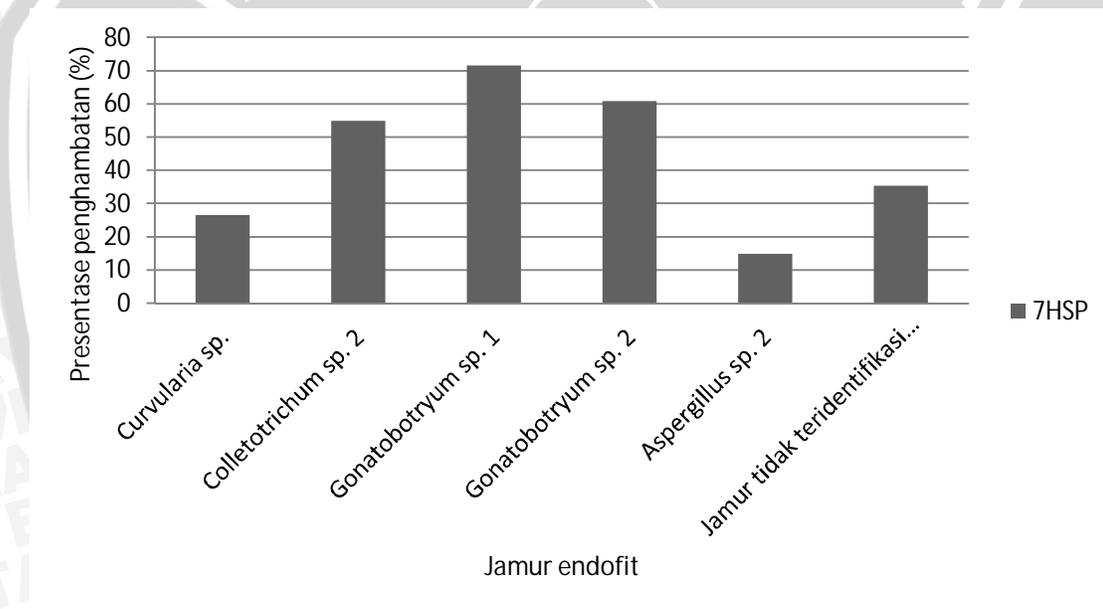
Pengujian antagonis antara jamur endofit terhadap patogen *R. microporus* dilakukan dengan selisih 1 hari terhitung sejak jamur endofit diinokulasi terlebih dahulu, kemudian setelah satu hari patogen diinokulasikan. Terdapat 6 perlakuan dengan masing – masing 4 ulangan. Perlakuan diambil sebagian sebagai perwakilan isolat jamur lainnya dari setiap bagian tanaman. Dalam perlakuan, jamur endofit dipilih yang memiliki pertumbuhan paling cepat digunakan sebagai pembanding terhadap patogen . Pengamatan dilakukan pada hari pertama setelah perlakuan sampai hari ketujuh setelah perlakuan. Berikut adalah tabel rerata persentase penghambatan jamur endofit terhadap *R. microporus* selama 7 hari pengamatan

Tabel 7. Rerata persentase penghambatan jamur endofit terhadap patogen *R. microporus* pada selisih 1 hari selama 7 hari pengamatan.

Jamur Endofit	Rerata Persentase Hambatan (%)						
	1hsp	2hsp	3hsp	4hsp	5hsp	6hsp	7hsp
<i>Curvularia</i> sp.	12,5	-2,07	23,84	26,66	26,66	26,66	26,66
<i>Colletotrichum</i> sp. 2	0	-0,17	46,86	55	55	55	55
<i>Gonatobotryum</i> sp. 1	0	51,47	71,66	71,66	71,66	71,66	71,66
<i>Gonatobotryum</i> sp. 2	0	1,11	51,70	60,83	60,83	60,83	60,83
<i>Aspergillus</i> sp. 2	0	3,57	13,69	15	15	15	15
Jamur tidak teridentifikasi (A2)	0,07	-6,68	31,87	35,42	35,42	35,42	35,42

Berdasarkan data yang disajikan (Tabel 7), dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan persentase daya hambat dari setiap isolat jamur endofit yang ditemukan. Dari hasil uji antagonis antara 6 isolat jamur endofit terhadap patogen *R. microporus* terlihat ada sedikit penghambatan oleh beberapa jamur endofit. Nilai persentase hambatan yang tertinggi terdapat pada perlakuan *Gonatobotryum* sp. 1 dengan nilai hambatan sebesar 51,47% pada 2hsp dan 71,66% pada 3hsp bernilai konstan sampai 7hsp. Kemudian jamur endofit lainnya yang memiliki persentase hambatan yang cukup besar yaitu pada perlakuan *Gonatobotryum* sp. 2 yaitu sebesar 51,70% pada 3hsp dan meningkat 60,83% pada 4hsp sampai 7hsp. Dan pada *Colletotrichum* sp. 2

memiliki nilai hambatan 46,86% pada 3hsp dan meningkat menjadi 55% pada 4hsp sampai 7hsp. Namun sebagian dari jamur endofit tersebut memiliki persentase hambatan yang cukup rendah karena tidak sampai 50%, yaitu pada Jamur tidak teridentifikasi (A2) sebesar 31,87% pada 3hsp dan 15% pada 4hsp sampai 7hsp. Lalu *Curvularia* sp. sebesar 23,84% dan 26,66% pada 4hsp sampai 7hsp. Dan terakhir pada perlakuan *Aspergillus* sp. 2 sebesar 13,69% pada 3hsp dan menjadi 15% pada 4hsp sampai 7hsp. Adanya persamaan nilai hambatan pada 4hsp sampai 7hsp dikarenakan berhentinya pertumbuhan antara jamur endofit dengan patogen karena sudah bersinggungan antara keduanya. Rerata persentase penghambatan jamur endofit terhadap *R. microporus* selisih 1 hari pada 7 hsp disajikan pada gambar 33.



Gambar 33. Histogram rerata persentase penghambatan jamur endofit terhadap *R. microporus* selisih 1 hari pada 7 hsp.

Berdasarkan histogram yang telah disajikan (Gambar 33), dapat diketahui nilai rerata persentase penghambatan oleh jamur endofit terhadap *R. microporus* paling tertinggi yaitu jamur *Gonatobotryum* sp. 1 yakni dengan nilai penghambatan sebesar 71,66% dan *Gonatobotryum* sp. 2 sebesar 60,83%. Jamur *Gonatobotryum* sp. bersifat asosiatif pada seresah, yang biasanya jamur ini menjadi detritus atau sumber

makanan detrivor atau serangga pengurai (Alexander, 1977). Jamur *Colletotrichum* sp. 2 memiliki nilai hambatan yang cukup besar karena lebih dari 50% yaitu dengan hambatan sebesar 55%. Dan jamur endofit yang memiliki persentase hambatan terkecil pada perlakuan selisih 1 hari yaitu pada jamur *Aspergillus* sp. 2 sebesar 15%.

Rerata persentase penghambatan jamur endofit terhadap patogen *R. microporus* pada 7 hsp disajikan pada tabel berikut :

Tabel 8. Rerata persentase penghambatan jamur endofit terhadap patogen *R. microporus* selisih 1 hari pada 7 hsp

Perlakuan Jamur Endofit	Rerata persentase hambatan jamur endofit(%)
Kontrol	0,00a
<i>Curvularia</i> sp.	26,66c
<i>Colletotrichum</i> sp. 2	54,99de
<i>Gonatobotryum</i> sp. 1	71,66f
<i>Gonatobotryum</i> sp. 2	60,83ef
<i>Aspergillus</i> sp. 2	14,99b
Jamur tidak teridentifikasi (A2)	45,83d

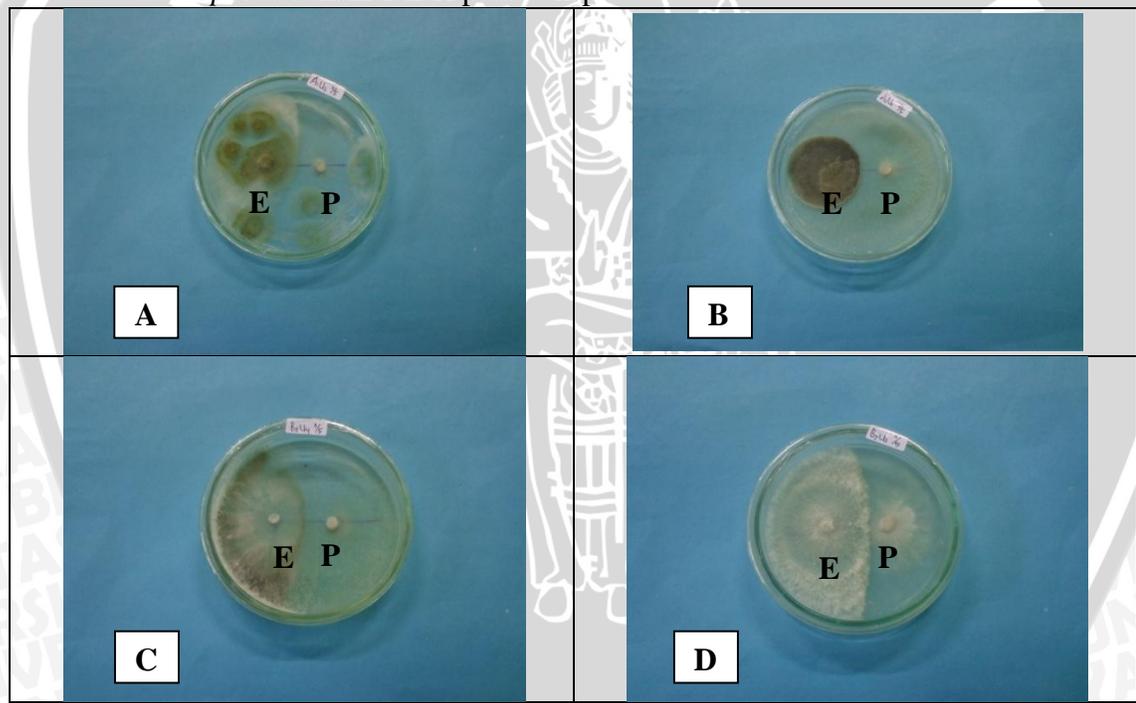
Keterangan:

Angka disertai huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak terdapat beda nyata antar perlakuan.

Berdasarkan tabel analisis ragam persentase penghambatan jamur endofit terhadap *R. microporus* pada 7 hsp (Tabel lampiran 2), menunjukkan adanya beda nyata antara perlakuan sehingga dilakukan uji lanjutan yaitu uji Duncan dengan taraf kesalahan 5%. Dari hasil analisis ragam pada tabel 8 menunjukkan bahwa besarnya hambatan pada kontrol adalah 0%, dikarenakan untuk kontrol tidak diberikan agen antagonis sehingga tidak ada interaksi dengan agen antagonis. Dari hasil perlakuan diperoleh hambatan yang cukup tinggi pada beberapa jamur endofit. Pada *Curvularia* sp. memiliki nilai hambatan sebesar 26,66%. Sedangkan *Colletotrichum* sp. 2 54,99%. Pada jamur *Gonatobotryum* sp. 1 dan *Gonatobotryum* sp. 2 memiliki nilai hambatan berturut – turut sebesar 71,66% dan 60,83%. Pada jamur *Aspergillus* sp. 2 hambatannya sebesar 14,99% dan pada Jamur tidak teridentifikasi (A2) memiliki nilai hambatan sebesar 45,83%.

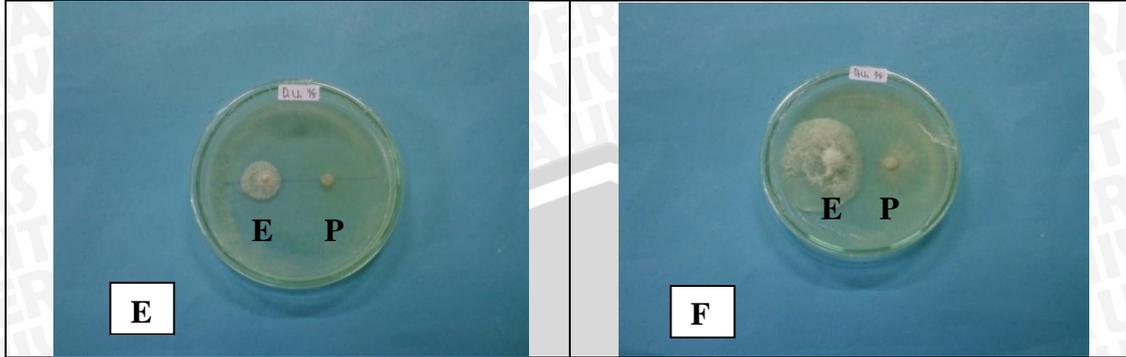
Hasil uji antagonis secara *in – vitro* menunjukkan bahwa dari 6 jamur endofit, hanya ada 3 jamur endofit yang dapat menekan pertumbuhan patogen *R. microporus* melalui mekanisme kompetisi. Mekanisme kompetisi ditunjukkan oleh jari – jari patogen yang menuju jamur endofit tumbuhnya melambat. Seperti yang dijelaskan oleh Johnson *et al.* (1960) bahwa apabila ada dua mikroorganisme berinteraksi pada media agar, maka salah satu reaksi yang terjadi yaitu kedua mikroorganisme akan saling terhambat pertumbuhannya setelah terjadi kontak. Hasil dokumentasi dari uji antagonis jamur endofit terhadap patogen *R. microporus* pada selisih 1 hari dapat dilihat pada tabel 9.

Tabel 9. Hasil Dokumentasi Uji Antagonis jamur endofit terhadap patogen *R. microporus* selisih 1 hari pada 7 hsp



(berlanjut)

(lanjutan)



Keterangan :

E = Jamur Endofit, P = Patogen. A. Perlakuan jamur *Aspergillus* sp. 2. B. Perlakuan Jamur tidak teridentifikasi (A2). C. Perlakuan jamur *Gonatobotryum* sp. 1. D. Perlakuan jamur *Gonatobotryum* sp. 2. E. Pelakuan jamur *Curvularia* sp. F. Perlakuan jamur *Colletotrichum* sp. 2.

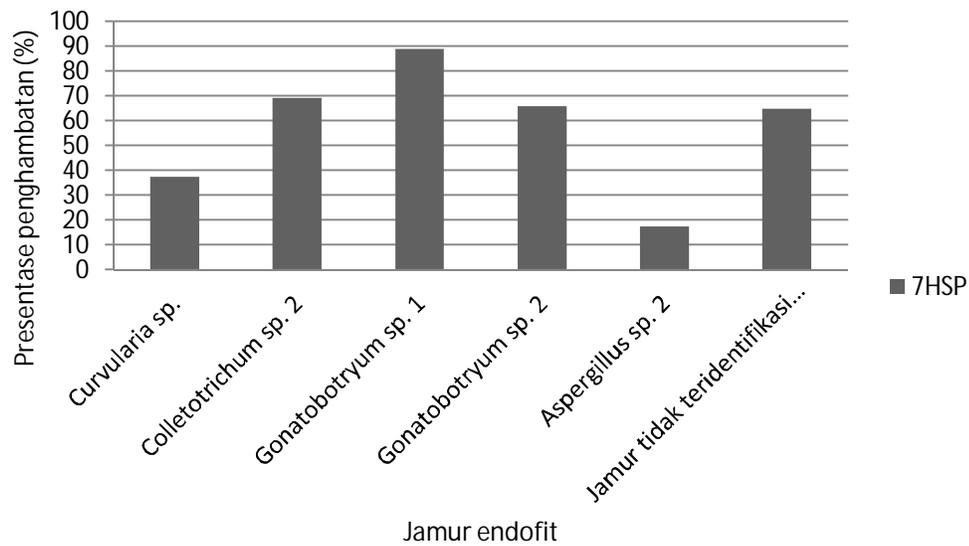
4.3.3.3 Uji Antagonis dengan Perlakuan Selisih 2 Hari

Seperti pada pengujian sebelumnya, pengujian antagonis antara jamur endofit terhadap patogen *R. microporus* dilakukan dengan selisih 2 hari terhitung sejak jamur endofit diinokulasi terlebih dahulu, kemudian setelah satu hari patogen diinokulasikan. Terdapat 6 perlakuan dengan masing – masing 4 ulangan. Perlakuan diambil sebagian sebagai perwakilan isolat jamur lainnya dari setiap bagian tanaman. Dalam perlakuan, jamur endofit dipilih yang memiliki pertumbuhan paling cepat digunakan sebagai pembanding terhadap patogen . Pengamatan dilakukan pada hari pertama setelah perlakuan sampai hari ketujuh setelah perlakuan. Berikut adalah tabel rerata persentase penghambatan jamur endofit terhadap *R. microporus* selama 7 hari pengamatan.

Tabel 10. Rerata persentase penghambatan jamur endofit terhadap patogen *R. microporus* pada selisih 2 hari selama 7 hari pengamatan.

Jamur Endofit	Rerata Persentase Hambatan (%)						
	1hsp	2hsp	3hsp	4hsp	5hsp	6hsp	7hsp
<i>Curvularia</i> sp.	0	-7,26	33,52	37,5	37,5	37,5	37,5
<i>Colletotrichum</i> sp. 2	0	33,84	64,88	69,16	69,16	69,16	69,16
<i>Gonatobotryum</i> sp. 1	12,5	77,00	87,95	89,16	89,16	89,16	89,16
<i>Gonatobotryum</i> sp. 2	0	57,39	65	65,83	65,83	65,83	65,83
<i>Aspergillus</i> sp. 2	0	10	16,66	17,5	17,5	17,5	17,5
Jamur tidak teridentifikasi (A2)	0	42,25	65	65	65	65	65

Berdasarkan data yang disajikan (Tabel 10), terlihat bahwa terdapat perbedaan persentase daya hambat antar isolat jamur endofit. Dari hasil uji antagonis antara 6 isolat jamur endofit terhadap patogen *R. microporus* diketahui ada penghambatan yang cukup signifikan. Pada *Gonatobotryum* sp. 1 memiliki nilai hambatan yang tertinggi dibandingkan dengan jamur endofit lainnya yaitu sebesar 87,95% pada 3hsp dan menjadi 89,16% pada 4hsp sampai 7hsp. Kemudian pada jamur *Colletotrichum* sp. 2 memiliki nilai hambatan sebesar 64,88% pada 3hsp dan meningkat menjadi 69,16% pada 4hsp sampai 7hsp. *Gonatobotryum* sp. 2 memiliki nilai hambatan sebesar 65% pada 3hsp dan menjadi 65,83% pada 4hsp sampai 7hsp. Pada Jamur tidak teridentifikasi (A2) nilai hambatannya pada 3hsp sampai 7hsp sebesar 65%. Dua jamur yang memiliki nilai hambatan terendah yaitu jamur *Curvularia* sp. dengan hambatan sebesar 33,52% pada 3hsp dan 37,5% pada 4hsp sampai 7hsp dan jamur *Aspergillus* sp. 2 dengan hambatan sebesar 16,66% pada 3hsp dan 17,5% pada 4hsp sampai 7hsp. Rerata persentase penghambatan jamur endofit terhadap *R. microporus* selisih 2 hari pada 7 hsp disajikan pada gambar 34.



Gambar 34. Histogram rerata persentase penghambatan jamur endofit terhadap *R. microporus* selisih 2 hari pada 7 hsp.

Berdasarkan histogram yang disajikan (Gambar 34), diketahui rerata penghambatan yang tertinggi yaitu pada *Gonatobotryum* sp. 1 dengan nilai hambatan sebesar 87,95%. Kemudian hambatan tertinggi lainnya yaitu pada *Colletotrichum* sp. 2 dengan nilai hambatan sebesar 69,16%. Lalu pada *Colletotrichum* sp. 2 dan Jamur tidak teridentifikasi (A2) yang memiliki nilai hambatan berturut – turut sebesar 65,83% dan 65%. Keempat jamur tersebut dapat dikatakan memiliki nilai hambatan yang cukup tinggi karena persentase hambatan lebih dari 50%. Jamur yang memiliki hambatan terendah yaitu pada *Curvularia* sp. dan *Aspergillus* sp. 2 dengan nilai hambatan berturut – turut yaitu sebesar 37,5% dan 13,5%. Kedua jamur tersebut memiliki persentase hambatan kurang dari 50% sehingga dapat dikatakan kurang memiliki potensi dalam menghambat pertumbuhan *R. microporus*.

Rerata persentase penghambatan jamur endofit terhadap patogen *R. microporus* pada 7 hsp disajikan pada tabel berikut :

Tabel 11. Rerata persentase penghambatan jamur endofit terhadap patogen *R. microporus* selisih 2 hari pada 7 hsp

Perlakuan Jamur Endofit	Rerata persentase hambatan jamur endofit(%)
Kontrol	0,00a
<i>Curvularia</i> sp.	37,50bc
<i>Colletotrichum</i> sp. 2	69,16cd
<i>Gonatobotryum</i> sp. 1	89,16d
<i>Gonatobotryum</i> sp. 2	65,83cd
<i>Aspergillus</i> sp. 2	17,50ab
Jamur tidak teridentifikasi (A2)	64,99cd

Keterangan:

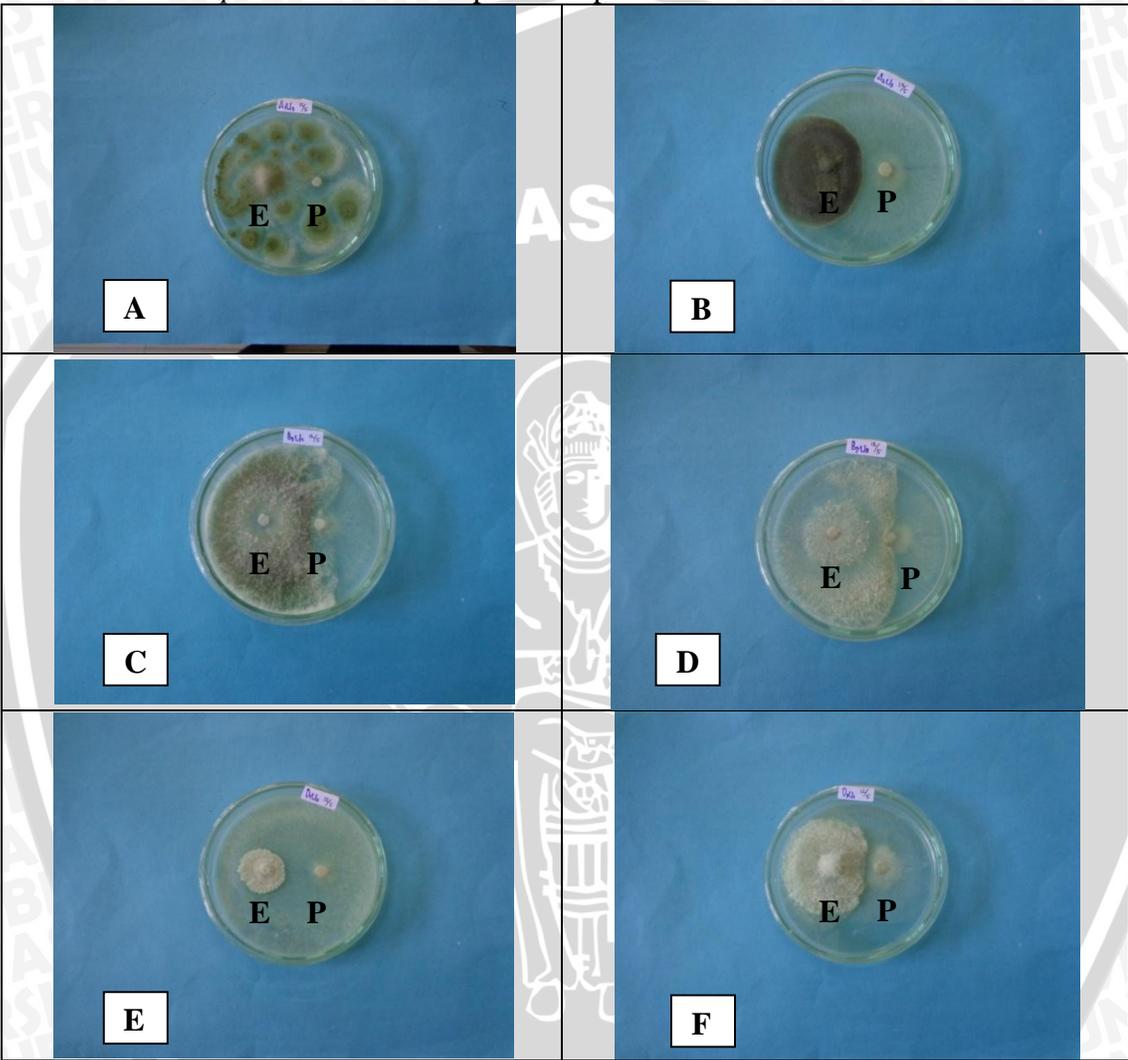
Angka disertai huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak terdapat beda nyata antar perlakuan.

Berdasarkan tabel analisis ragam persentase penghambatan jamur endofit terhadap *R. microporus* pada 7 hsp (Tabel lampiran 3), menunjukkan adanya beda nyata antara perlakuan sehingga dilakukan uji lanjutan yaitu uji Duncan dengan taraf kesalahan 5%. Seperti yang dijelaskan pada perlakuan sebelumnya, besarnya hambatan pada kontrol adalah 0%, dikarenakan untuk kontrol tidak diberikan agen antagonis sehingga tidak ada interaksi dengan agen antagonis. Dari hasil perlakuan diperoleh hambatan yang cukup tinggi pada beberapa jamur endofit. Pada *Curvularia* sp. memiliki nilai hambatan sebesar 37,50%. Sedangkan *Colletotrichum* sp. 2 69,16%. Pada jamur *Gonatobotryum* sp. 1 dan *Gonatobotryum* sp. 2 memiliki nilai hambatan berturut – turut sebesar 89,16% dan 65,83%. Pada jamur *Aspergillus* sp. 2 hambatannya sebesar 17,50% dan pada Jamur tidak teridentifikasi (A2) memiliki nilai hambatan sebesar 64,99%.

Hasil uji antagonis secara *in – vitro* menunjukkan bahwa dari 6 jamur endofit, hanya ada 4 jamur endofit yang dapat menekan pertumbuhan patogen *R. microporus* melalui mekanisme kompetisi ditunjukkan dengan melambatnya pertumbuhan jari – jari patogen yang menuju jamur endofit. Johnson *et al.* (1960) menjelaskan bahwa jika terdapat dua mikroorganisme yang saling berinteraksi, maka salah satu reaksi yang terjadi yaitu kedua mikroorganisme akan saling terhambat pertumbuhannya

setelah terjadi kontak. Hasil dokumentasi dari uji antagonis jamur endofit terhadap patogen *R. microporus* pada selisih 2 hari dapat dilihat pada tabel 12.

Tabel 12. Hasil Dokumentasi Uji Antagonis jamur endofit terhadap patogen *R. microporus* selisih 2 hari pada 7 hsp



Keterangan :

E = Jamur Endofit, P = Patogen. A. Perlakuan jamur *Aspergillus* sp. 2. B. Perlakuan Jamur tidak teridentifikasi (A2). C. Perlakuan jamur *Gonatobotryum* sp. 1. D. Perlakuan jamur *Gonatobotryum* sp. 2. E. Perlakuan jamur *Curvularia* sp. F. Perlakuan jamur *Colletotrichum* sp. 2.

4.3.2 Hasil Uji Antagonis Khamir terhadap Patogen *Rigidoporus microporus*

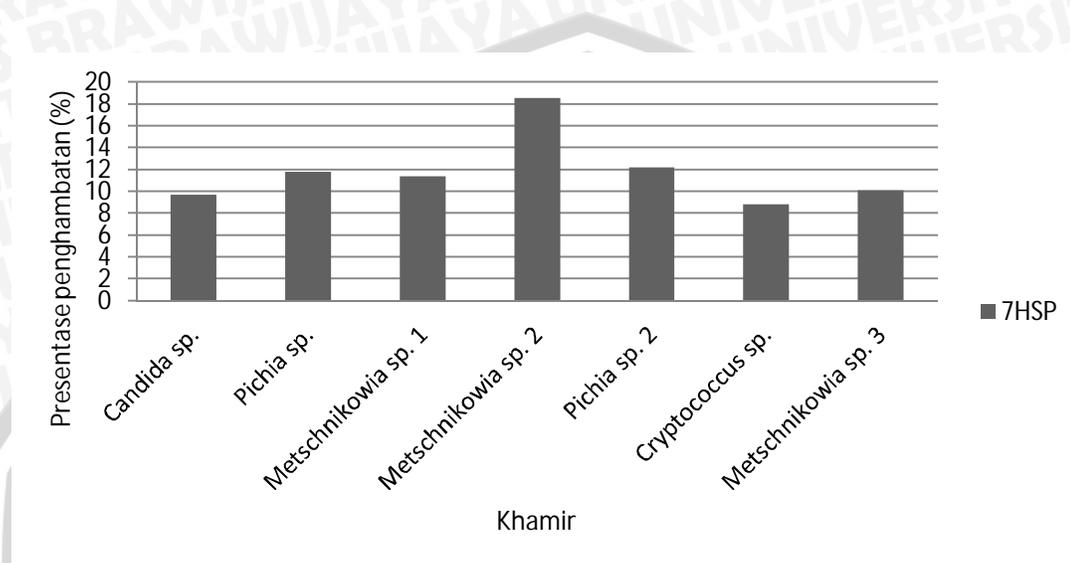
Pengujian antagonis dilakukan terhadap 7 isolat khamir dengan *Rigidoporus microporus* pada media PDA. Pengamatan dilakukan pada hari pertama sampai hari ke tujuh setelah dilakukan perlakuan untuk mengetahui daya hambat khamir terhadap patogen *R. microporus*. Berikut adalah hasil uji antagonis khamir terhadap patogen *R. microporus*. Rerata persentase penghambatan khamir selama 7 hari pengamatan disajikan dalam tabel 13 sebagai berikut :

Tabel 13. Rerata persentase penghambatan khamir terhadap patogen *R. microporus* selama 7 hari pengamatan.

Khamir	Rerata Persentase Hambatan (%)						
	1hsp	2hsp	3hsp	4hsp	5hsp	6hsp	7hsp
<i>Candida</i> sp.	6,42	7,48	14,35	9,69	9,69	9,69	9,69
<i>Pichia</i> sp. 1	17,71	19,30	17,31	12,65	11,80	11,80	11,80
<i>Metschnikowia</i> sp.1	15,24	16,39	15,62	12,23	11,39	11,39	11,39
<i>Metschnikowia</i> sp. 2	16,40	22,99	20,26	18,58	18,58	18,58	18,58
<i>Pichia</i> sp. 2	26,08	24,66	15,19	12,22	12,22	12,22	12,22
<i>Cryptococcus</i> sp.	12,46	25,51	20,23	12,62	10,52	8,85	8,85
<i>Metschnikowia</i> sp. 3	27,55	26,48	14,75	10,96	10,12	10,12	10,12

Berdasarkan data yang disajikan (Tabel 13), dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan persentase daya hambat dari setiap isolat khamir yang ditemukan. Dari hasil uji antagonis antara 7 isolat khamir terhadap patogen *R. microporus* terlihat hampir tidak ada penghambatan oleh khamir terhadap patogen *R. microporus*. Meskipun tidak terdapat persentase penghambatan lebih dari 50%, namun dari tabel 13 dapat diketahui persentase penghambatan tertinggi yang dapat dilihat dari nilai penghambatan pada 2hsp. Karena pada 3-7hsp mulai terjadi penurunan nilai persentase penghambatan. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa hari yang efektif khamir dalam menghambat pertumbuhan patogen *R. microporus* yaitu pada hari ke 2hsp. Pertama khamir yang memiliki penghambatan tertinggi yakni oleh *Metschnikowia* sp. 3 dengan penghambatan sebesar 27,55%, *Cryptococcus* sp. sebesar 25,51%, *Pichia* sp. 2 sebesar 24,66%, *Metschnikowia* sp. 2 sebesar 22,99%,

Pichia sp. 1 sebesar 19,30%, *Metschnikowia* sp.1 sebesar 16,39% dan *Candida* sp. sebesar 7,48%. Rerata persentase penghambatan jamur endofit terhadap *R. microporus* pada 7 hsp disajikan pada gambar 35.



Gambar 35. Histogram rerata persentase penghambatan khamir terhadap *R. microporus* pada 7 hsp.

Berdasarkan histogram yang telah disajikan (Gambar 35) diketahui bahwa rerata persentase penghambatan yang terbesar yaitu pada *Metschnikowia* sp. 3 sebesar 18,58%, kemudian *Pichia* sp. 2 sebesar 12,22%, *Pichia* sp. 1 sebesar 11,80%, *Metschnikowia* sp. 1 sebesar 11,39%, *Metschnikowia* sp.3 sebesar 10,12%, *Candida* sp. sebesar 9,69% dan *Cryptococcus* sp. sebesar 8,85%.

Besarnya persentase penghambatan antar perlakuan disajikan pada tabel 14. Dimana tabel 14 memberikan gambaran rerata persentase hambatan 7 isolat khamir terhadap isolat patogen *R. microporus* pada 7 hsp.

Tabel 14. Persentase penghambatan khamir terhadap pertumbuhan jamur *R. microporus* pada 7 hsp.

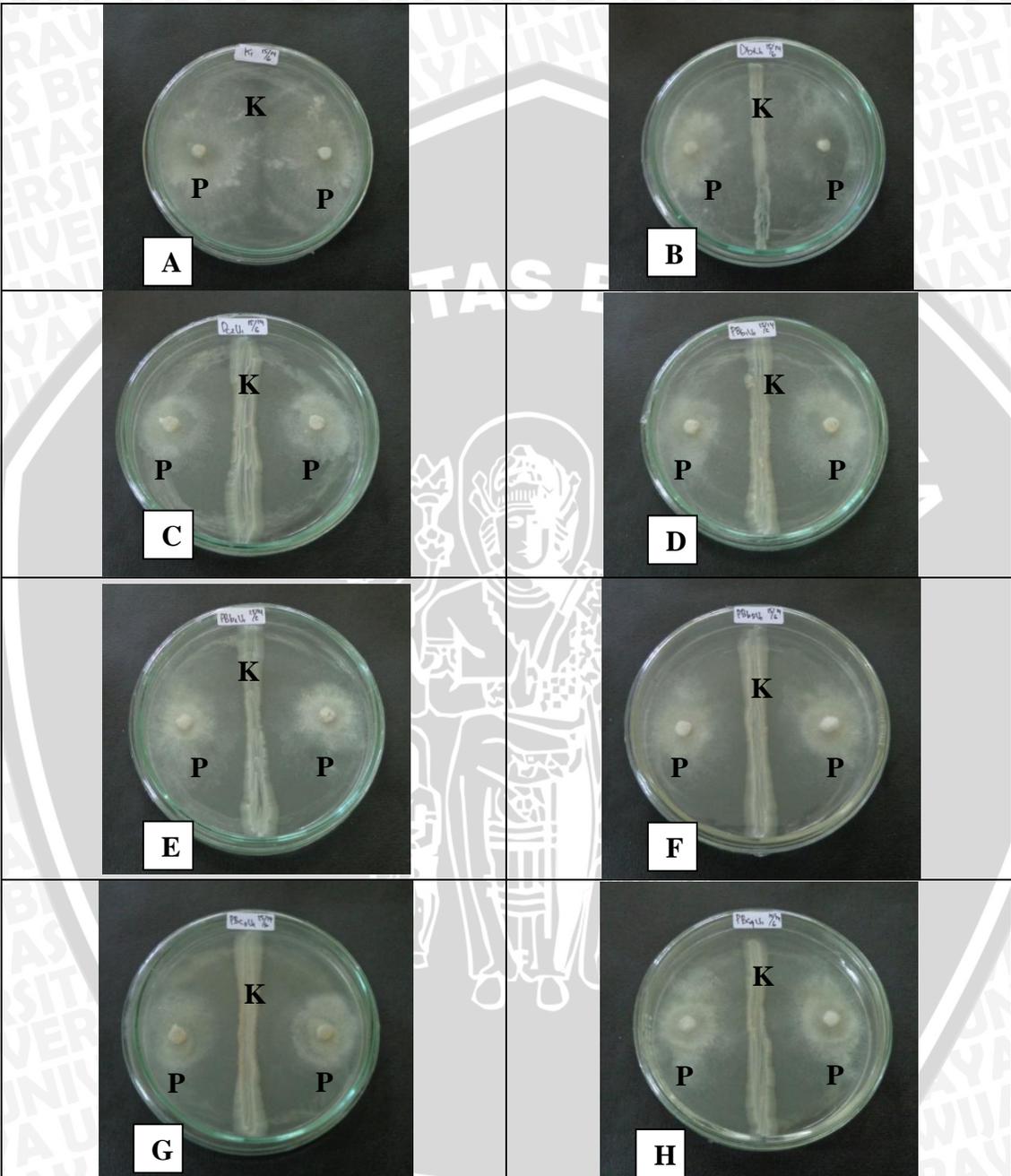
Perlakuan khamir	Rerata persentase hambatan khamir (%)
Kontrol	0,00a
<i>Candida</i> sp.	9,69b
<i>Pichia</i> sp.	11,80bc
<i>Metschnikowia</i> sp. 1	11,38bc
<i>Metschnikowia</i> sp. 2	18,57c
<i>Pichia</i> sp. 2	12,21bc
<i>Cryptococcus</i> sp.	8,85b
<i>Metschnikowia</i> sp. 3	10,11b

Keterangan:

Angka disertai huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak terdapat beda nyata antar perlakuan.

Analisis ragam (Tabel lampiran 4) menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata antar perlakuan dari 7 isolat khamir dalam menghambat pertumbuhan patogen *R. microporus* pada 7 hsp. Pada perlakuan menggunakan khamir *Candida* sp. menghasilkan persentase penghambatan sebesar 9,69%. Pada perlakuan menggunakan khamir *Pichia* sp. penghambatan yang diperoleh yaitu sebesar 11,80%. Khamir *Metschnikowia* sp. 1 mampu menghasilkan persentase penghambatan sebesar 11,38% dan 18,57% untuk persentase penghambatan *Metschnikowia* sp. 2. Pada perlakuan menggunakan khamir *Pichia* sp. 2 diperoleh persentase penghambatan sebesar 12,21%, dan besarnya persentase penghambatan oleh khamir *Cryptococcus* sp. adalah sebesar 8,85%. Dan terakhir, untuk persentase penghambatan dari khamir *Metschnikowia* sp. 3 adalah sebesar 10,11%. Berdasarkan hasil penelitian yang dilihat dari persentase penghambatan pada 7 hsp, dapat diketahui persentase penghambatan terbesar adalah pada perlakuan yang menggunakan khamir *Metschnikowia* sp. 2, kemudian oleh khamir *Pichia* sp. 2, lalu *Candida* sp. dan terakhir khamir genus *Cryptococcus* sp. Hasil dokumentasi dari uji antagonis khamir terhadap patogen *R. microporus* dapat dilihat pada tabel 15.

Tabel 15. Hasil Dokumentasi Uji Antagonis khamir terhadap patogen *R. microporus* pada 7 hsp



K = Khamir, P = Patogen. A : Kontrol patogen *R. microporus*, B : Perlakuan khamir *Candida* sp., C: Perlakuan khamir *Pichia* sp.1, D: Perlakuan khamir *Metschnikowia* sp.1, E: Perlakuan khamir *Metschnikowia* sp.2, F: Perlakuan khamir *Pichia* sp.2, G: Perlakuan khamir *Cryptococcus* sp., H: Perlakuan khamir *Metschnikowia* sp.3.

V. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

1. Jamur endofit yang berhasil diisolasi dari tanaman cengkeh pada bagian daun adalah jamur *Curvularia* sp., dan 2 jamur *Colletotrichum* sp. Pada bagian batang yaitu jamur *Mucor* sp., 2 jamur *Gonatobotryum* sp., jamur *Aspergillus* sp., jamur *Beltrania* sp., dan 3 jamur tidak teridentifikasi (B1,B5 dan B8). Sedangkan pada bagian akar diperoleh jamur *Aspergillus* sp. dan 1 jamur tidak teridentifikasi (A2).
2. Pada uji antagonis antara hari yang sama, selisih 1 hari dan selisih 2 hari, dapat diketahui bahwa jamur endofit yang memiliki potensi dalam penghambatan terhadap pertumbuhan *Rigidoporus microporus* yaitu pada perlakuan selisih 2 hari yang memiliki 4 isolat jamur yang mampu memperlambat pertumbuhan jamur *Rigidoporus microporus*. Ke empat isolat tersebut yaitu jamur *Gonatobotryum* sp. 1, *Colletotrichum* sp. 2, *Gonatobotryum* sp. 2, dan Jamur tidak teridentifikasi (A2).
3. Khamir yang berhasil diisolasi dari tanaman cengkeh pada bagian daun adalah khamir *Candida* sp. dan *Pichia* sp. 1. Sedangkan pada bagian pangkal batang ditemukan 3 khamir *Metschnikowia* sp., khamir *Pichia* sp., dan khamir *Cryptococcus* sp.
4. Dari hasil uji antagonis antara khamir dengan patogen *R. microporus*, dapat diketahui bahwa khamir yang telah diisolasi tidak berpotensi dalam penghambatan pertumbuhan patogen *R. microporus*, dilihat dari persentase penghambatan yakni dibawah 50%.

5.2 Saran

Dalam penelitian ini perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai :

1. Identifikasi jamur endofit pada tingkat spesies agar didapatkan hasil identifikasi yang lebih signifikan.

2. Identifikasi khamir lebih lanjut secara molekuler agar diketahui jenis khamir sampai pada tingkat spesies.
3. Eksplorasi mikroba lain seperti bakteri endofit atau jamur tanah untuk mendapatkan isolat yang mampu menekan pertumbuhan patogen *R. microporus*.



DAFTAR PUSTAKA

- Aak. 1981. Petunjuk Bercocok Tanam Cengkeh. Kanisius. Yogyakarta.hal 20-25.
- Alexander, M. 1977. Introduction to Soil Mycobiology 2nd Edition. New York. Jhon Wiley and Sons.
- Alexopoulos, C.J. and C.W. Mims, 1979. Introductory Mycologi. Jhon Wiley and Sons. New York. P. 355, 36.
- Anonymous. 1958. The White Root Disease of Hevea, *Fomes lignosus*. *Rubb. Res. Inst. Ceylon*, Adv. Circ. 62, 5 pp.
- Avis T.J, and R.R. Belanger. 2002. Mechanism And Means Of Detection Of Biocontrol Activity Of *Pseudozyma* Yeasts Against Plant – Patogenic Fungi. *FEMS yeast Res.* 2:5-8.
- Awaad, A. S., A. A. Nabilah, dan M. E. Zain. 2012. New Antifungal Compounds from *Aspergillus terreus* Isolated from Desert Soil. *Phytother. Res.* 10: 1-6.
- Barnett, H.L and B.B. Hunter. 1972. Illustrated Genera of Imperfect Fungi fourth edition. Burgess Publishing Company. Minneopolis. Minnesota. 217 hal.
- Bills, G.F and J.D. Polyshook,1992. Recovery of endophytic Fungi from *Chamaechyparishthyoides*. *Sydowia* 44 : 1-2.
- Campbell, N.A. 2003. Biologi Edisi lima Jilid II. Erlangga. Jakarta. Hal. 193.
- Clay, K. 1988. Fungal Endophytes Of Grasses : A Defensive Mutualism Between Plant Patogen. The American Phytopathological Society. St. paul. 539 hal.
- Deacon, J.W. 1997. Introduction to Modern Mycology Third Edition. Blackwell Science. 303 hal.
- Droby, S. and E. Chalutz 1994. Mode of Action of Biocontrol Agents of Postharvest Disease. Dalam: Wilson CL, Winiewski ME (Eds.). Biological Control of Postharvest Disease of Fruits and Vegetables Theory and Practice. CRC Press. Boca Raton, FL, pp. 63-75.
- Evans, H.C. 1998. Classical Biological Control. <http://www.cabi-communities.org/Acc/ACCrc/PDFFiles/W-BPD/ch3.pdf>. Diunduh 1 Februari 2014.

- Fonseca, A. and J. Inacio. 2006. Phylloplane Yeast. Dalam: Peter G & Rosa C. 2006. The Yeast Handbook: Biodiversity and Ecophysiology of Yeast. Springer-Verlag. Berlin Heidelberg: 263-301
- Gandjar, I., R.A. Samson,., K. V. D. Tweel-Vermeulen., A. Oetari, dan I. Santoso. 1999. Pengenalan Kapang Tropik Umum. Yayasan Obor Indonesia. Jakarta.
- Gliessman, S.R., E. Eric, and K. Robin. 2000. Agroecology : Ecological Processes In Sustainable Agriculture. Ann Arbor Press. California. 357 hal.
- Hadiwiyono. 1999. Jamur Akar Gada (*Plasmodiophora brassicae* Wor.) pada cruciferae : Uji Toleransi Inang dan Pengendaliannya secara Hayati dengan Trichoderma. Purwokerto : Universitas Jenderal Sudirman. Hal. 365 – 371.
- Haggag W. M, dan H.A.A. Mohamed. 2007. Biotechnological Aspects of Microorganisms used in Plant Biological Control. American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture 1(1): 7-12.
- Indrawan, M., B. Richard, Primack dan J. Supriatna. 2007. Biologi Konservasi. Yayasan Obor Indonesia. Jakarta. Hal. 483.
- Jaelani. 2008. Jamur Berkhasiat Obat. Pustaka Obor Populer. Jakarta. Hal.78.
- John, K.P. 1958. Inoculation Experiment With *Fomes lignosus*. *J. Rubb. Res. Inst. Mal.* 15, 223-233; Comm. 321.
- Johnson L. F, E. A Curl, J. H Bond and H. A. Fritbourg. 1960. Methods for Studying Soil Microflora. Plant Diseases Relationships. Burgess Publishing Company, St. Minneapolis.
- Kaewchai, S. Lin, F.C., H.K. Wang, and K. Soyong. 2010. Characterization of *Rigidoporus microporus* isolated from rubber trees based on morphology and ITS sequencing. *Journal of Agricultural Technology*. Vol.6(2):289-298.
- Kasanah, N., Amini dan Wahyono. 1998. Karakterisasi Senyawa Antimikroba Isolat *Aspergillus* sp. Hasil Isolasi dari Tanah. *Majalah Farmasi*. 9 (4): 166-173.
- Kavanagh, K. 2005. Fungi Biology and Application. John Wiley & Sons Ltd.
- Kirsop, B., K. Paintin, and J. Henry. 1984. Yeast Identification. Dalam: Yeasts: Their Identification, Preservation and use in Biotechnology. Bangkok Mircen Thailand, Institute of Scientific and Technological Research, Bangkok, November 19-23 & Desember 3-7 1984. Bangkok: 10-106.

- Kurtzman C. P and J. W. Fell. 1998. The yeast: A Taxonomic Study, 3rd ed. Elsevier, Amsterdam: xvii + 1035 hlm.
- Muhibuddin, A., L. Addina., A. L. Abadi., dan A. Ahmad. 2011. Biodiversity of Soil Fungi on Integrated Pest Management Farming System. *Agrivita* Vol. 33, No. 22 : 111-118.
- Newsam, A. 1963. Cover and Root disease. *Rubb. Res. Inst. Mal., Plntr. Bull.* 68, 177-181.
- Norris, R., C.E. Caswekk and M. Kogan. 2003. Concept In Integrated Pest Management. Prentice Hall. New Jersey. 586 hal.
- Ohya, Y., J. Sese, M. Yukawa, F. Sano, Y. Nakatani, T.L. Saito, A. Saka, T. Fukuda, S. Ishihara, S. Oka, G. Suzuki, M. Wanatabe, A. Hirata, M. Ohtani, H. Sawai, N. Fraysse, J.P. Letge, J.M. Francois, M. Aebi, S. Tanaka, S. Muramatsu, H. Araki, K. Sonoike, S. Nogami, and S. Morishita. 2005. High Dimensional and Large Scale Phenotyping of Yeast Mutant. *Proc Natl Acad Sci USA.* 102 (52): 19015-20.
- Perwantisari, S dan R.B. Hastuti. 2009. Uji Antagonisme Jamur Patogen *Phytophthora infestans* Penyebab Penyakit Busuk Daun Dan Umbi Tanaman Kentang dengan Menggunakan *Trichoderma* spp. Isolat Lokal. *Bioma* vol.11 no.1. Hlm 24-32.
- Petrini, O., T.N. Sieber, L. Toti and O. Viret. 1992. Ecology Metabolite Production and Substrate Utilization in Endophytic Fungi. *Natural Toxins* 1 : 185 – 196.
- Prihatiningtias, W dan H.W.M. Sri. 2006. Prospek Mikroba Endofit Sebagai Sumber Senyawa Bioaktif. Fakultas Farmasi UGM. Yogyakarta.
- Radji, M. 2005. Peranana Bioteknologi Dan Mikroba Endofit Dalam Pengembangan Obat Herbal. *Majalah Ilmu Kefarmasian*, Vol. II, No. 3, Desember 2005. 113-126.
- Rogers, K. 2011. Fungi, algae, and Protist (Biochemistry, cell, and life). *Britannica Educational Publishing.* New York.
- Semangun, H. 1988. Penyakit – Penyakit Tanaman Perkebunan Di Indonesia. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. Hal. 10.
- Semangun, H. 2006. Pengantar Ilmu Penyakit Tumbuhan. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. Hal.519.

- Sitepu, D dan A, Asman.1991. Penelitian Penyakit Nilam di DI. Aceh. Laporan Kerjasama PT. Pupuk Iskandar Muda dan Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat Bogor : 22 hal.
- Steinmann, A.1925. *Ziekten en plagen van Hevea brasiliensis in Ned. Indie*. Rubber Proefta. West Java.
- Strobell, G.A., W.M. Hess, E. Ford, R.S Sidhu, and X. Yang. 1996. Taxol from Fungal Endophytes and The Issues of Biodiversity. *Journal of Industrial Microbiology*. Vol. 17 : No 5-6. 417 – 423.
- Sudantha, I.M dan L. Abadi. 2007. Identifikasi Jamur Endofit dan Mekanisme Antagonismenya Terhadap Jamur *Fusarium oxysporum* F. SP. *vanilla* pada Tanaman Vanili. *Agroteksos*. Vol 17 : No 1.
- Sulistyowati, L., N. F. Deci and A. R. Gendall. 2005. Isolation and Sequencing of Chitinase and Glucanase Genes of Endophytic *Trichoderma asperellum* from Citrus Stem. In Program and Abstract The 1st International Conference of Crop Security 2005, Brawijaya University, Malang, September 20th – 22nd, 2005. 264.
- Syamsuhidayat S.S, dan J.R. Hutapea. 1991. Inventaris Tanaman obat Indonesia. Jakarta: Depkes RI. Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Jakarta
- Van Overeem, C. and J. Weese. 1924. Polyporaceae: *Rigidoporus microporus*. *Icones Fungorum Malayensium*, Heft V, Wien.
- Wanatabe, T. 2002. Pictorial Atlas of Soil and Seed Fungi : morphologies of Cultured Fungi and Key to Species Second Edition. CRC Press. USA.
- Worang, R.L. 2003. Fungi Endofit Sebagai Penghasil Antibiotika. Pengantar Falsafah Sains Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor. http://rudyet.com/PPS702-ipb/07134/rantje_worang.htm. Diunduh 1 Februari 2014.
- Young, H.E. 1954. White root disease of Havea, *Leptoporus lignosus* (*Fomes lignosus*). *Rubb. Res. Inst. Ceylon*, Adv. Circ. 46, 8 pp.

LAMPIRAN

Tabel Lampiran 1. Analisis ragam persentase penghambatan jamur endofit terhadap pertumbuhan patogen *R. microporus* hari yang sama secara *in-vitro* pada 7hsp.

SK	db	JK	KT	F Hitung	F tabel 5%	F tabel 1%
Perlakuan	13	2945,63	226,58	11,26**	2,08	2,84
Galat	28	563,05	20,10			
Total	41	3508,69				

Tabel Lampiran 2. Analisis ragam persentase penghambatan jamur endofit terhadap pertumbuhan patogen *R. microporus* selisih 1 hari secara *in-vitro* pada 7hsp.

SK	db	JK	KT	F Hitung	F tabel 5%	F tabel 1%
Pelakuan	6	16378,92	2729,82	44,30**	2,57	3,81
Galat	21	1294,05	61,62			
Total	27	17672,97				

Tabel Lampiran 3. Analisis ragam persentase penghambatan jamur endofit terhadap pertumbuhan patogen *R. microporus* selisih 2 hari secara *in-vitro* pada 7hsp.

SK	db	JK	KT	F Hitung	F tabel 5%	F tabel 1%
Perlakuan	6	24336,12	4056,02	8,84**	2,57	3,81
Galat	21	9630,11	458,57			
Total	27	33966,23				

Tabel Lampiran 4. Analisis ragam persentase penghambatan khamir terhadap pertumbuhan patogen *R. microporus* secara *in-vitro* pada 7hsp.

SK	db	JK	KT	F Hitung	F tabel 5%	F tabel 1%
Perlakuan	7	736,69	105,24	3,92**	2,42	3,49
Galat	24	644,19	26,84			
Total	31	1380,88				