



**DAYA HAMBAT *SACCHAROMYCES CEREVISIAE* TERHADAP
PERTUMBUHAN JAMUR *FUSARIUM OXYSPORUM***

SKRIPSI

Oleh
Dhita Agustining
NIM 070210193022

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER
2012**



**DAYA HAMBAT *SACCHAROMYCES CEREVISIAE* TERHADAP
PERTUMBUHAN JAMUR *FUSARIUM OXYSPORUM***

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan dan mencapai gelar Sarjana Pendidikan (S1) pada Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Jember

Oleh
Dhita Agustining
NIM 070210193022

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER
2012**

PERSEMBAHAN

Sembah sujud dan syukur Alhamdulillah saya panjatkan kepada Allah SWT atas karunia yang telah diberikan, serta Sholawat dan Salam atas Nabi Muhammad SAW, Dengan rasa syukur Alhamdulillah skripsi ini saya persembahkan kepada:

1. Ibunda Frida Istiarsih dan ayahanda M. Ikhsan yang senantiasa memberikan kasih sayang, semangat, nasehat dan telah berkorban sekuat tenaga demi tercapainya cita-cita buah hatimu;
2. Segenap keluarga besarku yang telah memberi nasehat dan senantiasa memberikan kasih sayang;
3. Guru-guruku dari TK, SD, SMP, SMA serta dosen-dosen Perguruan Tinggi Yang terhormat, yang telah memberikan bekal ilmu yang bermanfaat bagi masa depanku;
4. Seluruh sahabatku, teman seperjuangan, teman sepermainan Arina, Qori, Vida, Dian rosmala, Hasyim, Dianita, Alfian, Isnani, Rina, Sri, mbak Dita, Khomsiyatus, Tutut elok, Ugik, Retno dan sahabatku semua terima kasih atas dorongan, semangat dan bantuannya.
5. Almamater Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember yang kubanggakan.

MOTTO

“Dan Allah tidak menjadikan pemberian bala bantuan itu melainkan sebagai kabar gembira bagi kemenanganmu, dan agar tentram hatimu karenanya. Dan kemenanganmu itu hanyalah dari Allah Yang”.

*(Terjemahan Surat Al-Isra' Ayat 32)**

“Orang yang banyak ketawa itu kurang wibawanya. Orang yang suka menghina orang lain, dia juga akan dihina. Orang yang mencintai akhirat, dunia pasti menyertainya. Barangsiapa menjaga kehormatan orang lain, pasti kehormatan dirinya akan terjaga”.

*(Sayidina Umar bin Khattab)*Mo**

*) Motto Skripsi Yang Baik dan Benar. 2011. <http://aadesanjaya.blogspot.com>

**)Kata Mutiara dan Bijak Islam.2010. <http://blogbintang.com>

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dhita Agustining

NIM : 070210193022

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “Daya Hambat *Saccharomyces cerevisiae* Terhadap Pertumbuhan Jamur *Fusarium oxysporum*”, adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi mana pun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Januari 2012

Yang menyatakan,

Dhita Agustining

NIM 070210193022

SKRIPSI

DAYA HAMBAT *SACCHAROMYCES CEREVISIAE* TERHADAP PERTUMBUHAN JAMUR *FUSARIUM OXYSPORUM*

Nama : Dhita Agustining
NIM : 070210193022
Angkatan Tahun : 2007
Tempat/ tanggal lahir : Jember, 24 Agustus 1989

Pembimbing :

Dosen Pembimbing I : Prof. Dr. H. Joko Waluyo, M.Si
Dosen Pembimbing II : Dr. Dwi Wahyuni, M. Kes

PENGESAHAN

Skripsi berjudul: Daya Hambat *Saccharomyces cerevisiae* Terhadap Pertumbuhan Jamur *Fusarium oxysporum* telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember pada:

Hari : Rabu

Tanggal : 1 Februari 2012

Tempat : Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Tim Penguji

Ketua,

Sekretaris,

Dr. Iis Nur Asyiah, SP., MP.
NIP. 19730614 2200801 2 008

Dr. Dwi Wahyuni, M. Kes
NIP. 19600309 198702 2 002

Anggota I,

Anggota II,

Prof. Dr. H. Joko Waluyo, M.Si
NIP. 19571028 198503 1 001

Drs. Slamet Hariyadi, M.Si
NIP 196801011 992003 1 007

Mengesahkan
Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Drs. Imam Muchtar, S.H., M.Hum
NIP 195407121980031005

RINGKASAN

“Daya Hambat *Saccharomyces cerevisiae* Terhadap Pertumbuhan Jamur *Fusarium oxysporum* 2012: 79 halaman; Program Studi Pendidikan Biologi; Jurusan Pendidikan MIPA; Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Layu *Fusarium* dianggap penyakit yang paling penting pada tanaman pisang di seluruh dunia dan merupakan penyakit yang paling merugikan di daerah tropika (Semangun, 1989). Pengendalian penyakit dengan mengaplikasikan fungisida sintetik ke dalam tanah hanya dapat menekan penyakit layu *Fusarium* untuk beberapa bulan saja (Alabouvette *et al.*, 1996). Salah satu spesies yang banyak digunakan sebagai agensia pengendali hayati adalah *Saccharomyces cerevisiae*. Mekanisme penghambatan agen hayati *Saccharomyces cerevisiae* terhadap pathogen adalah dengan kompetisi ruang, nutrisi dan oxygen (Janisiewicz, 2002). *Saccharomyces cerevisiae* menghasilkan etanol, enzim β -1,3-glucanase, chitinase, peroxidase, ethyl acetate, senyawa volatile yang bersifat antijamur, toksin dan antibiotic (El Ghaouth *et al.*, 2003; Rojas *et al.*, 2001; Saksena *et al.*, 1987; Ippolito *at al.*, 2000; Wilson dan Wisniewski, 1994).

Tujuan dari penelitian ini adalah guna mengetahui adanya daya hambat *Saccharomyces cerevisiae* terhadap pertumbuhan jamur *Fusarium oxysporum*, mengetahui besar volume (jumlah kepadatan) isolat *Saccharomyces cerevisiae* yang efektif menghambat pertumbuhan jamur *Fusarium oxysporum*, serta mengetahui perbedaan penghambatan dari perbedaan serial volume *Saccharomyces cerevisiae* terhadap pertumbuhan jamur *Fusarium oxysporum*. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi FMIPA Universitas Jember. Dilaksanakan mulai bulan Oktober sampai Desember 2011, merupakan penelitian *in vitro* dengan menggunakan metode dua biakan (*dual culture method*). Apabila biakan jamur *Fusarium oxysporum* dan *Saccharomyces cerevisiae* telah memasuki fase log, maka hasil plong jamur

Fusarium oxysporum kemudian ditanam pada medium cawan baru dengan jarak 3cm dari pinggir cawan yang berdiameter 9cm dan pada waktu bersamaan biakan *Saccharomyces cerevisiae* ditanam pada sisi yang berlawanan dengan jarak 3cm dari pinggir cawan, selanjutnya diinkubasi pada suhu kamar selama \pm 10 hari, kemudian dilakukan pengukuran persentase penghambatan pertumbuhan dan besar zona bening setiap harinya. Serial volume untuk *Saccharomyces cerevisiae* yang dibuat untuk perlakuan adalah 10 μ l-100 μ l. Rancangan penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 kali ulangan . Analisis data dengan One-Way ANOVA menggunakan SPSS, dan untuk menguji perbedaan diantara semua pasangan perlakuan dilanjutkan dengan uji Duncan 5%.

Berdasarkan data hasil penelitian diketahui bahwa perbedaan serial volume *Saccharomyces cerevisiae* mampu menghambat pertumbuhan *Fusarium oxysporum*. Pada pengamatan hari terakhir, persentase penghambatan jamur *Fusarium oxysporum* yang paling kecil terjadi pada pemberian 10 μ l *Saccharomyces cerevisiae* dengan rerata jari-jari koloni jamur patogen 6.18cm² dan persentase penghambatan sebesar 50.37% sedangkan persentase penghambatan terbesar terjadi pada pemberian 100 μ l *Saccharomyces cerevisiae* dengan rerata jari-jari koloni jamur patogen 24.92cm² dan persentase penghambatan sebesar 87.75%. Berdasarkan hasil uji Duncan (5%) persentase penghambatan oleh serial perbedaan volume berbeda nyata pada pengamatan hari kesembilan dan kesepuluh.

Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan bahwa *Saccharomyces cerevisiae* mampu menghambat pertumbuhan jamur *Fusarium oxysporum*. Besar volume isolat *Saccharomyces cerevisiae* yang efektif menghambat pertumbuhan jamur *Fusarium oxysporum* adalah sebesar 100 μ l dengan besar persentase penghambatan sebesar 87.75%. Berdasarkan penelitian ini juga disarankan perlu dilakukan penelitian lanjut melalui aplikasi lapang mengenai daya hambat *Saccharomyces cerevisiae* terhadap pertumbuhan *Fusarium oxysporum*.

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul: Daya Hambat *Saccharomyces cerevisiae* Terhadap Pertumbuhan Jamur *Fusarium oxysporum*. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan pendidikan strata satu (S1) pada Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Drs. Imam Muchtar, SH, M.Hum., selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember;
2. Dra. Sri Astutik, M. Si., selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA FKIP Universitas Jember;
3. Dr. Suratno, M. Si., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jember;
4. Prof. Dr. Joko Waluyo, M. Si., selaku Dosen pembimbing I dan Dr. Dwi Wahyuni, M. Kes, selaku Dosen pembimbing II yang telah membimbing dan mengarahkan dalam penulisan skripsi ini;
5. Dra. Pujiastuti M.Si., selaku Dosen Pembimbing Akademik; Sulifa Aprilya H, S.Pd, M.Pd selaku Ketua Laboratorium Pendidikan Biologi; dan Bapak Tamyis selaku teknisi laboratorium Program Studi Pendidikan Biologi;
6. Seluruh dosen Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jember;
7. Seluruh sahabatku, terima kasih atas bantuan, semangat dan dukungannya;
8. Seluruh mahasiswa Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Jember;
9. Semua pihak yang telah membantu terselesainya skripsi ini.

Penulis menerima kritik dan saran demi kesempurnaan skripsi ini.
Akhirnya penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, Januari 2012

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN.....	v
HALAMAN PERSETUJUAN	vi
HALAMAN PENGESAHAN.....	vii
RINGKASAN	viii
PRAKATA.....	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 <i>Saccharomyces cereviceae</i>.....	5
2.1.1 Klasifikasi <i>Saccharomyces cereviceae</i>	5
2.1.2 Morfologi <i>Saccharomyces cereviceae</i>	5
2.1.3 Pertumbuhan <i>Saccharomyces cereviceae</i>	6
2.1.4 Kandungan <i>Saccharomyces cereviceae</i>	9
2.2 <i>Fusarium oxysporum</i>.....	10

2.2.1	Klasifikasi <i>Fusarium oxysporum</i>	10
2.2.2	Morfologi <i>Fusarium oxysporum</i>	11
2.2.3	Pertumbuhan <i>Fusarium oxysporum</i>	12
2.2.4	Siklus Hidup <i>Fusarium oxysporum</i>	15
2.2.5	Faktor Pertumbuhan <i>Fusarium oxysporum</i>	16
2.3	Pengendaliah Hayati	17
2.5	Hipotesis Penelitian	22
BAB 3	METODE PENELITIAN	23
3.1	Jenis Peneliti	23
3.2	Tempat dan Waktu Peneltian	23
3.3	Variabel Penelitian	23
3.4	Definisi Operasional	23
3.5	Alat dan Bahan	24
3.6	Prosedur Penelitian	25
3.7	Analisis Data	30
3.8	Alur Penelitian	31
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAAN	32
4.1	Hasil Penelitian	32
4.1.1	Karakterisasi Khamir dan Jamur	32
4.1.2	Kurva Pertumbuhan Khamir dan Jamur.....	33
4.1.3	Uji Antagonisme Secara <i>In Vitro</i>	35
4.2	Analisis Data	42
4.2.1	Uji ANOVA Perbedaan Serial Volume Antagonis <i>Saccharomycess cerevisiae</i> Terhadap Pertumbuhan <i>Fusarium oxysporum</i>	43
4.2.2	Uji Duncan serial perbedaan volume antagonis <i>Saccharomycess cerevisiae</i> terhadap pertumbuhan <i>Fusarium</i> <i>oxysporum</i>	43
4.3	Pembahasan	46

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	54
5.1 Kesimpulan	54
5.2 Saran.....	54
DAFTAR PUSTAKA	55
LAMPIRAN LAMPIRAN.....	60

DAFTAR TABEL

	Halaman
4.1 Rerata luas koloni pertumbuhan jamur <i>Fusarium oxysporum</i> (cm) pada hari ke-4 sampai ke-10 setelah perlakuan	40
4.2 Rerata persentase penghambatan <i>Saccharomyces</i> terhadap pertumbuhan <i>cerevisiae</i> <i>Fusarium oxysporum</i>	41
4.3 Uji Duncan serial perbedaan volume antagonis <i>Saccharomyces</i> <i>cerevisiae</i> terhadap pertumbuhan <i>Fusarium oxysporum</i> pada pengamatan hari ke-4 sampai hari ke-10 setelah perlakuan.....	44

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Morfologi khamir <i>Saccharomycess cerevisiae</i>	5
2.2 Kurva Pertumbuhan Khamir <i>Saccharomycess cerevisiae</i>	7
2.3 Morfologi Jamur <i>Fusarium oxysporum</i>	11
2.4 Kurva Pertumbuhan <i>Fusarium oxysporum</i>	13
3.1 Metode Pengujian Antagonisme	30
4.1 Hasil Karakterisasi <i>Saccharomycess cerevisiae</i>	32
4.2 Hasil Karakterisasi <i>Fusarium oxysporum</i>	33
4.3 Kurva Pertumbuhan Khamir <i>Saccharomycess cerevisiae</i>	34
4.4 Kurva Pertumbuhan <i>Fusarium oxysporum</i>	35
4.5 Uji antagonism Daya Hambat <i>Saccharomycess cerevisiae</i> Terhadap Pertumbuhan Jamur <i>Fusarium oxysporum</i> Pada Hari ke-4 Sampai ke-10 Setelah Perlakuan	36
4.9 Grafik Rerata Jari-Jari Pertumbuhan Jamur <i>Fusarium oxysporum</i> Setelah Perlakuan	40
4.3 Rerata Persentase Daya Hambat <i>Saccharomycess cerevisiae</i> Terhadap Pertumbuhan Jamur <i>Fusarium oxysporum</i> Pada Hari ke-4 Sampai ke-10 Setelah Perlakuan	41

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. MATRIKS PENELITIAN	60
B. FOTO PENELITIAN	62
B.1 Jamur dan khamir penelitian	62
B.2 Alat-alat Penelitian	62
B.3 Alat-alat Perlakuan	63
B.4 Alat dan Bahan Pewarnaan.....	63
B.5 Peneliti melakukan uji antagonism <i>Saccharomycess cerevisiae</i> terhadap pertumbuhan <i>Fusarium oxysporum</i>	64
C. DATA KURVA PERTUMBUHAN JAMUR <i>Fusarium oxysporum</i>	65
C.1 Pengukuran pertumbuhan jamur <i>Fusarium oxysporum</i> berdasarkan jari-jari koloni yang tumbuh pada media cawan petri.....	65
D. DATA KURVA PERTUMBUHAN <i>Saccharomycess cerevisiae</i>	66
D.1 Pengukuran pertumbuhan khamir <i>Saccharomycess cerevisiae</i> berdasarkan jumlah koloni yang tumbuh pada media PDA cawan.....	66
D.2 Perhitungan jumlah koloni bakteri berdasarkan besar pengenceran	67
E. PENGHMBATAN PERTUMBUHAN JAMUR <i>Fusarium oxysporum</i> OLEH KHAMIR <i>Saccharomycess cerevisiae</i>	68
E.1 Jari-jari luas koloni jamur <i>Fusarium oxysporum</i> setelah perlakuan	68
E.3 Persentase daya hambat <i>Saccharomycess cerevisiae</i> Terhadap Pertumbuhan <i>Fusarium oxysporum</i> setelah perlakuan	70

F. UJI ANOVA DAN DUNCAN 5% PERSENTASE	
DAYA HAMBAT KHAMIR <i>Saccharomycess cerevisiae</i> TERHADAP	
<i>Fusarium oxysporum</i>	72
F.1 Hasil uji ANOVA serial perbedaan volume antagonis	
<i>Saccharomycess cerevisiae</i> terhadap pertumbuhan	
<i>Fusarium oxysporum</i>	72
F.2 Hasil uji Duncan serial perbedaan volume antagonis	
<i>Saccharomycess cerevisiae</i> terhadap pertumbuhan	
<i>Fusarium oxysporum</i> pada pengamatan hari.....	73
G. LEMBAR KONSULTASI PENYUSUNAN SKRIPSI	77
G.1 Lembar Konsultasi Dosen Pembimbing 1	77
G.1 Lembar Konsultasi Dosen Pembimbing 2.....	78

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Layu *Fusarium* dianggap penyakit yang paling penting pada tanaman pisang di seluruh dunia dan merupakan penyakit yang paling merugikan di daerah tropika (Semangun, 1989). *Fusarium oxysporum* menyerang jaringan bagian vaskuler dan mengakibatkan kelayuan pada tanaman inangnya dengan cara menghambat aliran air pada jaringan xylem (De Cal *et al.*, 2000). Perkembangbiakan dari jamur ini secara aseksual baik di dalam tanah maupun pada biakan murni memproduksi tiga macam spora yaitu mikrokonidia, makrokonidia dan klamidospora. *Fusarium oxysporum* adalah patogen yang dapat bertahan dalam tanah dengan bentuk klamidospora dalam jangka waktu tidak terbatas walaupun tidak ada tanaman inang (Sastrahidayat, 1990). Pengendalian penyakit dengan mengaplikasikan fungisida sintetis ke dalam tanah hanya dapat menekan penyakit layu *Fusarium* untuk beberapa bulan saja (Alabouvette *et al.*, 1996).

Penggunaan pestisida sintetis yang berlebihan juga dapat menimbulkan dampak buruk bagi kesehatan dan lingkungan (UPI, 1996). Menurut Irawan (2006) Fungisida sintetis yang mencemari lingkungan telah menyebabkan kematian manusia di dunia hingga mencapai 40 %. Sementara dari 80 ribu jenis pestisida dan bahan kimia lain yang digunakan saat ini, hampir 10 persennya bersifat karsinogenik atau menyebabkan kanker. Memasuki abad 21 masyarakat dunia mulai sadar akan bahaya yang ditimbulkan oleh pemakaian bahan kimia sintetis dalam pertanian. Orang semakin arif dalam memilih bahan pangan yang aman bagi kesehatan dan ramah lingkungan. Gaya hidup sehat dengan slogan *back to nature* telah menjadi trend baru dan meninggalkan pola hidup lama yang menggunakan bahan kimia non alami, seperti pupuk, pestisida kimia sintetis dan hormon tumbuh dalam produksi pertanian (Santoso, 2010).

Tumbuhnya kesadaran konsumen untuk menggunakan produk pertanian yang sehat dan terbebas dari residu bahan kimia, semakin memacu peningkatan

penggunaan agensia pengendali hayati di dalam mengatasi masalah penyakit tanaman pertanian. Pengendalian hayati terhadap pathogen tanaman, baik terhadap bagian tanaman di permukaan tanah maupun di dalam tanah, melibatkan mikroba antagonis atau agensia pengendali hayati. Patogen tanaman yang dikendalikannya tidak saja terbatas pada kelompok jamur dan bakteri, juga nematoda patogen tanaman. Penggunaan agensia pengendali hayati tersebut sudah banyak dilakukan, terutama terhadap patogen tanaman yang sukar dijangkau keberadaannya oleh agensia kimia sintesis, yaitu fungisida, bakterisida, dan nematesida. Beberapa macam agensia pengendali hayati dapat dikelompokkan ke dalam jamur, bakteri dan khamir antagonis. Kelompok khamir antagonis salah satunya adalah *Saccharomyces* sp (Soesanto, 2008).

Saccharomyces sp. merupakan jenis khamir yang umum digunakan dalam pembuatan roti dan bir, sehingga dianggap sebagai organisme yang aman. Spora *Saccharomyces* sp. biasanya bulat atau pipih. Salah satu spesies yang banyak digunakan sebagai agensia pengendali hayati adalah *Saccharomyces cerevisiae*. *Saccharomyces cerevisiae* memengaruhi pertumbuhan *Penicillium roqueforti*, suatu mikroba patogen pada simpanan yang menghasilkan beberapa toksin seperti roquefortin, dan yang masih dapat tumbuh pada tekanan oksigen rendah dan suhu rendah (Soesanto, 2008). Beyagoub *et al* ., (1996) juga menyampaikan bahwa *Saccharomyces cerevisiae* mempunyai daya antagonisme terhadap *Phytium aphanidermatum* penyebab penyakit rebah kecambah yang merupakan mekanisme mikoparasitisme. *Fusarium oxysporum* dapat memproduksi *mycotoxin* dalam biji-bijian yang dapat mempengaruhi kesehatan manusia dan hewan jika memasuki rantai makanan. Toksin utama yang diproduksi oleh jamur ini adalah *fumonisin* dan *trichothecenes* (Leslie and Summerell, 2006).

Pada tahun 2006, Balai Besar Penelitian Veteriner Bogor melakukan penelitian mengenai “Isolat Lokal *Saccharomyces cerevisiae* sebagai Biokompetitor *Aspergillus flavus*” yang dilakukan oleh Eni Kusumaningtyas. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa aktivitas biokompetitif terjadi dengan hambatan

pertumbuhan *Aspergillus flavus* oleh *Saccharomyces cerevisiae*. *Saccharomyces cerevisiae* juga tumbuh lebih cepat dari pada *Aspergillus flavus* dalam rentang waktu yang sama.

Berdasarkan uraian di atas, peneliti bermaksud untuk melakukan penelitian tentang **“Daya Hambat *Saccharomyces cerevisiae* Terhadap Pertumbuhan Jamur *Fusarium oxysporum*”**.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut di atas, dapat dirumuskan masalah sebagai berikut :

- a. Adakah daya hambat *Saccharomyces cerevisiae* terhadap pertumbuhan jamur *Fusarium oxysporum* ?
- b. Berapakah besar volume isolat *Saccharomyces cerevisiae* yang mampu menghambat pertumbuhan jamur *Fusarium oxysporum* paling optimum?
- c. Adakah perbedaan penghambatan dari perbedaan serial volume *Saccharomyces cerevisiae* terhadap pertumbuhan jamur *Fusarium oxysporum*?

1.3 Batasan Masalah

- a. Khamir *Saccharomyces cerevisiae* diperoleh dari Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Teknologi Hasil Pangan FTP Universitas Jember.
- b. Volume isolat *Saccharomyces cerevisiae* yang digunakan adalah 10µl-100µl
- c. Jamur yang digunakan dalam penelitian adalah *Fusarium oxysporum* yang diperoleh dari Laboratorium Mikrobiologi FMIPA Universitas Jember.
- d. Pertumbuhan *Fusarium oxysporum* adalah bertambahnya luas koloni pada medium biak agar.
- e. Daya hambat jamur diukur dari zona hambat yang menunjukkan terhambatnya pertumbuhan *Fusarium oxysporum*.

1.4 Tujuan penelitian

Berdasarkan latar belakang di atas, tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Menganalisis adanya daya hambat *Saccharomyces cerevisiae* terhadap pertumbuhan jamur *Fusarium oxysporum*.
- b. Mengetahui besar volume isolat *Saccharomyces cerevisiae* yang mampu menghambat pertumbuhan jamur *Fusarium oxysporum* paling optimum?
- c. Mengetahui perbedaan penghambatan dari perbedaan serial volume *Saccharomyces cerevisiae* terhadap pertumbuhan jamur *Fusarium oxysporum*?

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat antara lain :

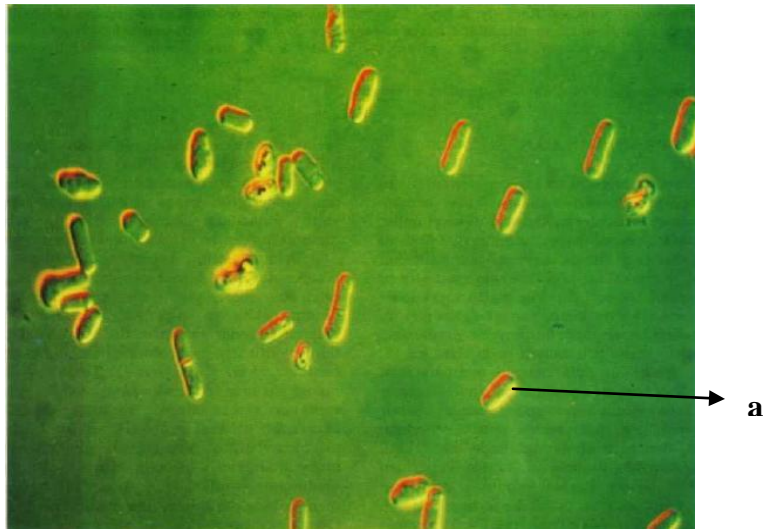
- a. Bagi peneliti lain dalam bidang yang sama, dapat digunakan sebagai acuan untuk penelitian berikutnya yang berkaitan.
- b. Bagi lembaga ilmu pengetahuan, penelitian ini akan memberikan informasi tentang manfaat khamir *Saccharomyces cerevisiae* sebagai antifungi.
- c. Bagi masyarakat khususnya para petani, penelitian ini dapat menambah wawasan tentang pemberantasan OPT yang disebabkan oleh jamur dan dapat digunakan sebagai motivasi masyarakat untuk memanfaatkan khamir *Saccharomyces cerevisiae* sebagai agensia hayati.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Saccharomyces cerevisiae*

2.1.1 Klasifikasi *Saccharomyces cerevisiae*

Filum	: Ascomycota
Subfilum	: Saccharomycotina
Kelas	: Saccharomycetes
Ordo	: Saccharomycetales
Famili	: Saccharomycetaceae
Genus	: <i>Saccharomyces</i>
Spesies	: <i>Saccharomyces cerevisia</i>



Gambar 2.1 : Khamir *Saccharomyces cerevisiae* Pembesaran 10x40
(a. sel tunggal *Saccharomyces cerevisiae*)
(Sumber :Jean-Michael: 2005)

2.1.2 Morfologi *Saccharomyces cerevisiae*

Saccharomyces berasal dari bahasa Latin Yunani yang berarti “gula jamur” sedangkan *cerevisiae* berasal dari bahasa Latin yang berarti bir (Sukoco, 2010.). *Saccharomyces cerevisiae* merupakan jenis khamir yang mempunyai sel tunggal. Sel khamir terdiri dari dari kapsul, dinding sel, membrane sitoplasma, nucleus, vakuola,

globula lipid dan mitokondria. Bentuk dari khamir ini oval (bulat telur) dengan ukuran sekitar 1-5 μ m atau 20-25 μ m dengan lebar sekitar 1-10 μ m. Koloninya berbentuk rata, lembab, mengkilap dan halus (Fardiaz, 1992).

Saccharomyces cerevisiae termasuk dalam golongan Ascomycetes karena dapat membentuk askospora dalam askus. Spesies ini dapat bereproduksi secara seksual dengan membentuk spora seksual berupa konidium atau juga bereproduksi secara aseksual dengan membentuk spora aseksual berupa askospora sebanyak 4-8 buah dalam askus serta melakukan pertunasan. Pertunasan pada spesies ini dapat berupa pertunasan multilateral, yaitu tunas dapat tumbuh disekitar ujung sel (Fardiaz, 1992).

Menurut Fardiaz (1992), sel *Saccharomyces cerevisiae* dapat tumbuh pada medium yang mengandung air gula dengan konsentrasi tinggi. *Saccharomyces cerevisiae* merupakan golongan khamir yang mampu memanfaatkan senyawa gula yang dihasilkan oleh mikroorganisme selulolitik untuk pertumbuhannya. Spesies ini dapat memfermentasikan berbagai karbohidrat dan menghasilkan enzim invertase yang bisa memecah sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa serta dapat mengubah glukosa menjadi alcohol dan karbondioksida sehingga banyak digunakan dalam industri pembuatan bir, roti ataupun anggur.

2.1.3 Pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae*

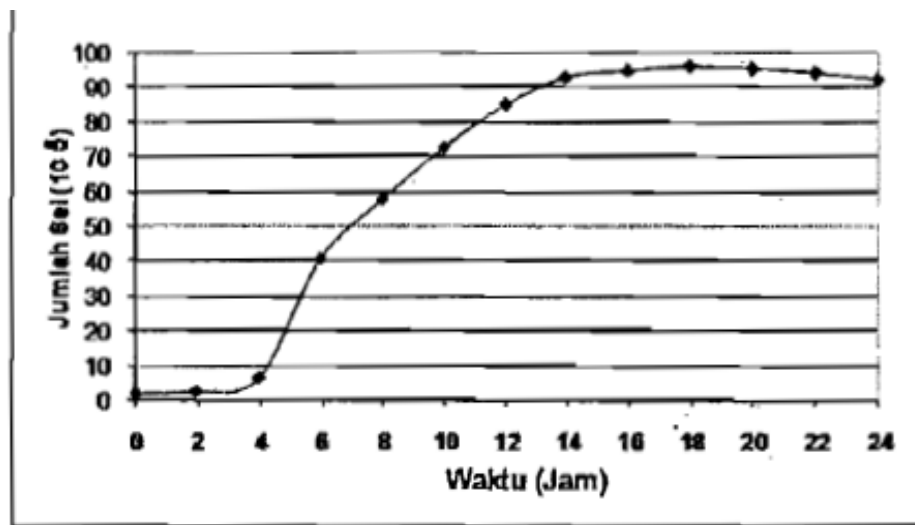
Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae* adalah :

a. Suhu

Saccharomyces cerevisiae mempunyai suhu optimal untuk pertumbuhan mikroba. Suhu dibawah minimal dan diatas maksimal dapat menyebabkan terjadinya denaturasi enzim sehingga tidak dapat tumbuh. Sebagian besar *Saccharomyces cerevisiae* umumnya tumbuh baik pada kisaran suhu 25-46°C (Fosith dan Quesnel, 1963).

b. pH

Selama proses fermentasi pH pertumbuhan ini berpengaruh pada laju pertumbuhan mikroorganisme. Perubahan pH media akan mempengaruhi permeabilitas sel dan sintesis enzim, oleh sebab itu perlu dilakukan upaya untuk mempertahankan pH dan buffer. Nilai pH optimal untuk pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae* adalah antara 2,5-4,5 (Fosith dan Quesnel, 1963).



Gambar 2.2 : Kurva Pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae* (Widi, 2009)

Keterangan:

- a : Fasa adaptasi (Lag phase)
- b: Fasa percepatan (Acceleration phase)
- c : Fasa eksponensial/pertumbuhan (Log phase)
- d : Fasa penurunan (Deceleration phase)
- e : Fasa Stationary (penetapan/konstan)
- f : Fase kematian (Death phase)

Adapun tahap-tahap pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae* adalah sebagai berikut :

a. Fase adaptasi (Lag phase)

Pada fase ini sebagian besar *Saccharomyces cerevisiae* terlebih dahulu menyesuaikan diri (adaptasi) dengan lingkungan barunya dan belum mengadakan perbanyakan sel. Pada fase ini mikroba merombak substrat menjadi nutrisi untuk pertumbuhannya. Jika ditemukan senyawa kompleks yang tidak dikenalnya, mikroba akan memproduksi enzim untuk merombak senyawa tersebut (Casselman, 2005). *Saccharomyces cerevisiae* termasuk ragi yang mudah beradaptasi, ditunjukkan dengan singkatnya waktu yang dibutuhkan untuk beradaptasi, yaitu selama 1 jam 40 menit (Anonim, 2010).

b. Fase percepatan (Acceleration phase)

Pada fase ini mulai terjadi peningkatan jumlah sel dalam waktu singkat (rapid growth). Waktu percepatan yang dibutuhkan yaitu selama 20 menit (Anonim, 2010).

c. Fase Eksponensial/pertumbuhan (Log phase)

Pada fase ini *Saccharomyces cerevisiae* telah dapat menyesuaikan diri dengan lingkungannya. Pembelahan sel telah dapat menyesuaikan diri dengan lingkungannya. Pembelahan sel terjadi sangat cepat secara eksponensial. Dalam kondisi kultur yang optimum, sel mengalami reaksi metabolisme yang maksimum. Fase eksponensial ini berlangsung selama 2 jam. Hal ini menunjukkan bahwa kultur telah berada dalam kondisi aktif dan proses aktivasi yang dilakukan sebelumnya berjalan dengan baik (Anonim, 2010).

d. Fase penurunan (Deceleration phase)

Pada fase ini laju pertumbuhan mengalami perlambatan. Fase ini berlangsung selama 20 menit (Anonim, 2010).

e. Fase penetapan/konstan (Stasioner phase)

Selama fase ini kecepatan pertumbuhan adalah nol. Meskipun demikian, tidak berarti terjadi pertumbuhan sel. Konsentrasi biomassa pada fase ini berada dalam keadaan maksimum, yaitu berlangsung selama 20 menit. Hasil metabolisme pada fase

ini adalah metabolisme sekunder, yaitu merupakan inhibitor dan bersifat racun. Pada fase ini nutrient mulai habis sehingga asupan nutrisi bagi *Saccharomyces cerevisiae* berkurang. Berkurangnya nutrient ini menyebabkan adanya persaingan antar mikroba yang mengakibatkan semakin cepatnya kematian (Anonim, 2010).

f. Fase Kematian (Decline phase)

Pada fase ini semua aktifitas kehidupan *Saccharomyces cerevisiae* terhenti karena sudah tidak ada lagi energi untuk melakukan metabolisme. Fase ini berlangsung mulai dari menit ke-500 (Anonim, 2010).

2.1.4 Kandungan *Saccharomyces cerevisiae* sebagai agensia pengendali hayati

Saccharomyces cerevisiae yang mempunyai kemampuan fermentasi telah lama dimanfaatkan untuk pembuatan berbagai produk makanan dan sudah banyak digunakan sebagai probiotik (Agawane dan Lonkar, 2004). Pemanfaatan mikroba dalam biopestisida merupakan langkah awal dalam mewujudkan pertanian yang berwawasan lingkungan. *Saccharomyces cerevisiae* menghasilkan etanol, enzim β -1,3-glucanase, chitinase, peroxidase, ethyl acetate, senyawa volatile yang bersifat antijamur, toksin dan antibiotic (El Ghaouth *et al.*, 2003; Rojas *et al.*, 2001; Saksena *et al.*, 1987; Ippolito *at al.*, 2000; Wilson dan Wisniewski, 1994). Passoth dan Schnurer (2003) menyatakan bahwa mekanisme penghambatan agen hayati *Saccharomyces cerevisiae* dalam menekan pertumbuhan pathogen adalah melalui mekanisme mikoparasitisme. Druvefors (2005) dan Droby *at al.*, (1991) juga menyatakan bahwa *Saccharomyces cerevisiae* dapat digunakan sebagai agen penginduksi respon pertahanan inang. Dalam kompetisi ruang, *Saccharomyces cerevisiae* dibantu oleh kapsul yang membentuk polisakarida ekstra seluler yang digunakan untuk melekat pada bagian permukaan tanaman. Kecepatan berkembangbiak dan berkolonisasi sangat menentukan keberhasilan *Saccharomyces cerevisiae* dalam kompetisi nutrisi (Piano *et al.*, 1997). Beyagoub *et al.*, (1996) mengemukakan bahwa *Saccharomyces cerevisiae* mempunyai daya antagonisme

terhadap *Pythium aphanidermatum* penyebab penyakit rebah kecambah yang merupakan mekanisme mikoparasitisme, sekresi enzim lytic seperti β -1,3-glucanase dan menghasilkan antibiotik. Parasitisme ditunjukkan dengan melekatnya sel *Saccharomyces cerevisiae* secara kuat pada miselium jamur (Wisniewski *et al.*, 1991).

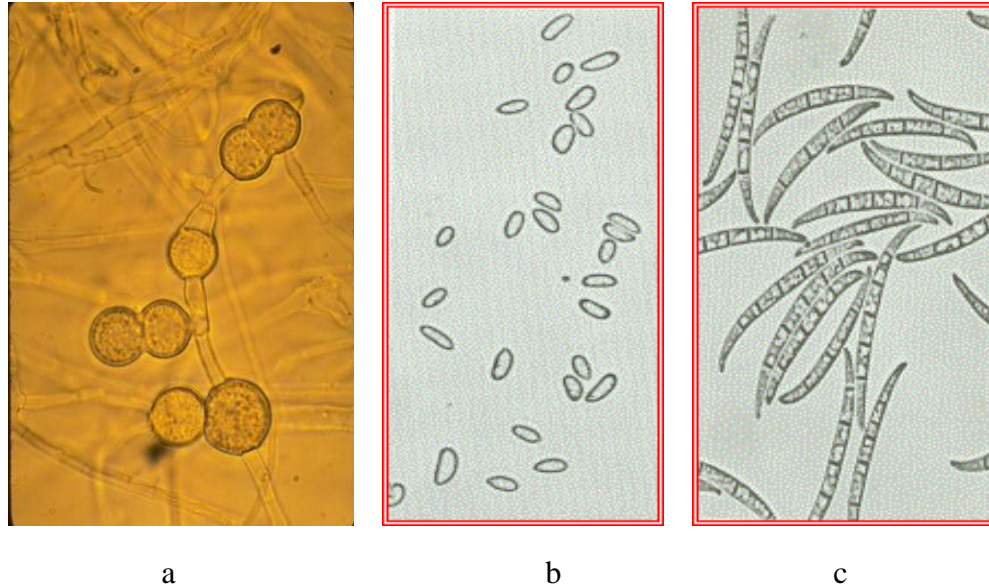
2.2 *Fusarium oxysporum*

2.2.1 Klasifikasi *Fusarium oxysporum*

Jamur *Fusarium oxysporum* termasuk kelas Ascomycetes, semula dimasukkan ke dalam kelas Deuteromycetes karena hanya melakukan reproduksi secara aseksual dengan alat reproduksi yang disebut konidia, namun saat ini telah ditemukan fase seksualnya dalam bentuk teleomorph (Leli and Summerell, 2006).

Menurut Schlecht, Emend, Snyder dan Hansen pengkelasan *Fusarium oxysporum* sebagai berikut:

Kingdom : Jamur
Divisi : Ascomycota
Kelas : Sordariomycetes
Ordo : Hypocreales
Famili : Nectriaceae
Genus : *Fusarium*
Spesies : *Fusarium oxysporum*



Gambar 2.3 : Morfologi *Fusarium oxysporum* secara mikroskopis (a. chlamidospora, b. microspora, c. macrospora)
(Sumber: Toussoun, T.A., and Nelson, P.E, 1976)

2.2.2 Morfologi *Fusarium oxysporum*

Fusarium oxysporum membentuk konidium pada suatu badan yang disebut sporodokium yang dibentuk pada permukaan tangkai atau daun sakit pada tangkai yang telah tua. Konidiofor bercabang dan rata-rata mempunyai panjang 70 μ m, cabang-cabang samping biasanya bersel satu, panjang sampai 14 μ m, konidium terbentuk pada ujung cabang utama dan pada cabang samping. Mikrokonidium bersel satu atau dua, hialin, jorong atau agak memanjang, berukuran 5-7 x 2,5-3 μ m. Makrokonidium berbentuk sabit, bertangkai kecil, kebanyakan bersel 4, berukuran 22-36 x 4-5 μ m. Klamidospora bersel satu, jorong atau bulat, berukuran 7-13 x 7-8 μ m, terbentuk di tengah hifa atau pada makrokonidium dan seringkali berpasangan (Semangun 1994). Mikrokonidium banyak dijumpai di dalam jaringan tanaman yang terinfeksi, sedangkan makrokonidium umumnya banyak dijumpai di permukaan tanaman yang mati karena infeksi *Fusarium oxysporum* (Agrios, 1996). Menurut Sastrahidayat (1990), klamidospora dihasilkan apabila keadaan lingkungan tidak sesuai bagi patogen dan berfungsi untuk mempertahankan kelangsungan hidup patogen. Konidiana biasanya mempunyai 3-5 septa dan sel apikal yang tipis serta

sel dasarnya yang berbentuk kaki. Klamidosporanya dapat berbentuk tunggal atau berpasangan (Ploetz 1994).

Koloni fungi yang ditumbuhkan pada media ADK (Agar Dekstrose kentang) berwarna abu-abu, coklat, violet atau putih. Sedangkan pada media ADK yang ditambahkan ekstrak sayur-sayuran, koloni mula-mula tidak berwarna, semakin tua menjadi krem, akhirnya koloni tampak mempunyai benang berwarna merah muda agak ungu (Semangun, 1996:564-565).

2.2.3 Pertumbuhan *Fusarium oxysporum*

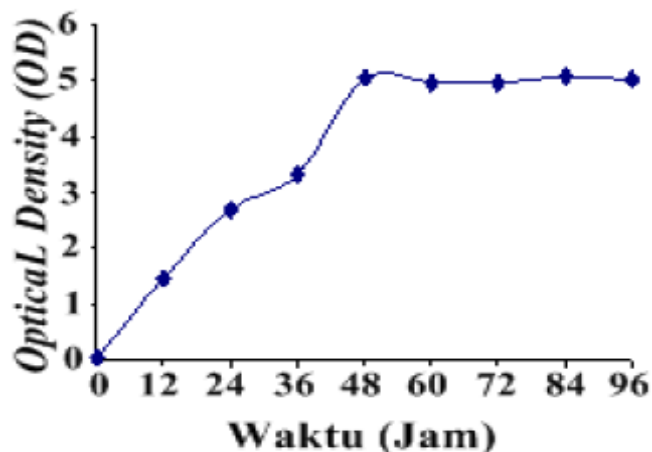
Fungi ini dapat bertahan hidup di dalam tanah bahkan sampai kedalaman 30 cm. Fungi ini sering kali dikategorikan sebagai fungi penghuni tanah (soil inhabitant) dan memiliki sifat sebagai parasit fakultatif. Sifat yang demikian menunjukkan *Fusarium oxysporum* memiliki daya saprofit yang tinggi dan dapat hidup di dalam tanah dalam waktu yang lama, sekurang-kurangnya satu tahun. Hal ini menyebabkan usaha pengendalian dengan cara pergiliran tanaman tidak efektif, karena walaupun tanaman inang tidak ada, pathogen tetap hidup di dalam tanah. Struktur fungi *Fusarium oxysporum* yang hidup sebagai saprofit adalah dalam bentuk miselium. Selain itu fungi dapat hidup di dalam tanah dalam keadaan dorman yakni dalam struktur yang sangat resisten terhadap pengaruh lingkungan ekstrim yang disebut sebagai klamidospora. Tanah yang terinfeksi sukar dibebaskan kembali dari fungi ini (Pranata, 1993). Fungi ini berkembang pada suhu tanah 21°C-33°C, dengan suhu optimumnya adalah 25°C-28°C. Pada kondisi kadar air yang tinggi menyebabkan penyakit berkembang pesat, penyakit ini dapat hidup pada pH tanah yang luas variansinya (Semangun, 1996:57). Serangan hebat terjadi pada tanah yang kaya nitrogen tetapi miskin kalium (Rukman, 1999:41-42).

Patogen ini menyerang jaringan korteks sehingga mengakibatkan tanaman yang terinfeksi lebih cepat kehilangan air daripada tanaman sehat. Penyakit ini terutama menular melalui perakaran tanaman yang sehat bersentuhan atau berhubungan dengan spora yang dilepaskan oleh tanaman sakit di dekatnya,

pemakaian bahan tanaman yang sakit, fungi dapat terbawa oleh tanaman yang melekat pada alat-alat pertanian. Perendaman tanah dan air pengairan juga menyebabkan terjadinya pemencaran setempat (Semangun, 2000:560).

Menurut Madane (1998) ada 4 fase kurva pertumbuhan mikroorganisme, yaitu:

1. Fase Lag (adaptasi)
2. Fase Acceleration (percepatan)
3. Fase Exponential (pertumbuhan)
4. Fase Deceleration (penurunan)
5. Fase Stationary (penetapan/konstan)
6. Fase Decline (kematian)



Gambar 2.4: Kurva Pertumbuhan *Fusarium oxysporum*
(Sumber: Irma Rosiana E, 2011)

a. Fase Lag (adaptasi)

Jika mikroba dipindahkan ke dalam suatu medium, mula-mula akan mengalami fase adaptasi untuk menyesuaikan dengan kondisi lingkungan disekitarnya. Lamanya fase adaptase ini dipengaruhi oleh beberapa factor, diantaranya :

- 1) Medium dan lingkungan pertumbuhan

Jika medium dan lingkungan pertumbuhan sama seperti medium dan lingkungan sebelumnya, mungkin tidak diperlukan waktu adaptasi. Tetapi jika nutrient yang tersedia dan kondisi lingkungan yang baru berbeda dengan sebelumnya, diperlukan waktu penyesuaian untuk mensintesis enzim-enzim.

2) Jumlah inokulum

Jumlah awal sel yang semakin tinggi akan mempercepat adaptasi. Fase adaptasi mungkin berjalan lambat karena beberapa sebab, misalnya :

- a) Kultur dipindahkan dari medium yang kaya nutrient ke medium yang kandungan nutrientnya terbatas.
- b) Mutan yang baru dipindahkan dari fase statis ke medium baru dengan komposisi sama seperti sebelumnya.

b. Fase Acceleration (percepatan)

Dalam fase ini, ada kenaikan tingkat pembelahan sel dari nol sampai beberapa karakteristik nilai maksimum dari fase berikutnya yaitu fase eksponensial.

c. Fase Exponential (pertumbuhan)

Pada fase ini mikroba membelah dengan cepat dan konstan mengikuti larva logaritmik. Pada fase ini kecepatan pertumbuhan sangat dipengaruhi oleh medium tempat tumbuhnya seperti pH kandungan nutrient, juga kondisi lingkungan termasuk suhu dan kelembapan udara. Pada fase ini mikroba membutuhkan energi lebih banyak dari pada fase lainnya. Pada fase ini kultur paling sensitif terhadap keadaan lingkungan. Akhir fase log, kecepatan populasi menurun dikarenakan:

- 1) Nutrient di dalam medium sudah berkurang
- 2) Adanya hasil metabolisme yang mungkin beracun atau dapat menghambat pertumbuhan mikroba.

d. Fase Deceleration (penurunan)

Setelah 50 jam inkubasi volume sel akan lebih besar sebagai akibat dari pertumbuhan eksponensial. Pertumbuhan ini harus dihentikan karena memasuki fase perlambatan selama penurunan laju pertumbuhan spesifik. Penurunan ini umumnya akibat akumulasi produk metabolik toksik atau mengubah kondisi lingkungan, seperti suhu, pH, dan lain-lain. Selama fase perlambatan, sel-sel mulai banyak memproduksi metabolit sekunder sebagai antibiotik.

e. Fase Stationary (penetapan/konstan)

Pada fase ini jumlah populasi sel tetap karena jumlah sel yang tumbuh sama dengan jumlah sel yang mati. Ukuran sel pada fase ini menjadi lebih kecil karena sel tetap membelah meskipun zat-zat nutrisi sudah habis. Karena kekurangan zat nutrisi, sel kemungkinan mempunyai komposisi yang berbeda dengan sel yang tumbuh pada fase logaritmik. Pada fase ini sel-sel lebih tahan terhadap keadaan ekstrim seperti panas, dingin, radiasi, dan bahan-bahan kimia.

f. Fase Decline (kematian)

Pada fase ini sebagian populasi mikroorganisme melalui mengalami kematian karena beberapa sebab yaitu:

- 1) Nutrient di dalam medium sudah habis
- 2) Energi cadangan di dalam sel habis

Kecepatan kematian bergantung pada kondisi nutrient, lingkungan, dan jenis mikroorganisme.

2.2.4 Siklus Hidup Jamur *Fusarium oxysporum*

Penyakit ini terutama menular karena perakaran tanaman sehat berhubungan dengan spora yang dilepaskan oleh tanaman sakit di dekatnya (Semangun 1994). Selain itu penularan dapat juga terjadi melalui bibit, tanah yang terinfeksi, tanah yang melekat pada alat-alat pertanian, perendaman tanah, aliran air pada permukaan tanah serta sisa-sisa tanaman sakit (Sulyo dan Muharam *et al.* 1992). Di dalam tanah yang

terinfeksi, jamur bertahan dalam bentuk miselium atau dalam semua bentuk konidiumnya (Sastrahidayat, 1990). Penyakit menyebar cepat pada tanah-tanah bertekstur ringan atau berpasir yang memiliki drainase jelek dan masam (Muharam *et al.* 1992). *F. oxysporum* termasuk cendawan yang bersifat *soil-borne* yang dapat bertahan hidup lebih lama di dalam tanah dalam bentuk klamidiospora sampai adanya rangsangan untuk berkecambah yang berasal dari jaringan tanaman segar yang belum terkolonisasi cendawan patogen atau ekskresi akar (Semangun 1994). Cendawan penyebab penyakit ini masuk ke dalam akar melalui lubang-lubang alami atau luka, lambat laun masuk ke bonggol. Patogen berkembang sangat cepat menuju batang sampai ke jaringan pembuluh sebelum masuk ke batang semu atau palsu. Pada tingkat infeksi lanjut miselium akan meluas dari jaringan pembuluh ke parenkim, selanjutnya patogen membentuk konidia dalam jaringan tanaman dan mikrokonidia dapat terangkut melalui xilem dalam arus transpirasi (Sulyo 1992).

Di dalam pembuluh xylem tersebut jamur membebaskan polyphenol. Polyphenol ini dioksidasi oleh enzim polyphenoloxydase menjadi quinon yang segera mengadakan polimerasi menjadi melanin yang berwarna sawo matang. Dan inilah yang menyebabkan perubahan warna di dalam pembuluh-pembuluh xylem dari tanaman yang terinfeksi. Kegiatan aktivitas polyphenoloxydase tergantung pada jumlah miselium di dalam pembuluh xylem dari batang yang terinfeksi. Bila tanaman mati, maka pathogen akan mengadakan sporulasi secara luas pada jaringan yang mati tersebut dan ini merupakan sumber inokulum kedua (Sastrahidayat, 1990).

2.2.5 Faktor-Faktor Pertumbuhan *Fusarium oxysporum*

Curah hujan, intensitas penyinaran, dan kecepatan angin adalah faktor-faktor yang berpengaruh terhadap perkembangan penyakit *Fusarium oxysporum* membutuhkan kelembapan yang tinggi antara 60%-90% dan intensitas penyinaran yang rendah adalah kondisi optimum bagi perkembangan penyakit (Soetono, 1992). *Fusarium oxysporum* suhu optimum untuk tumbuhnya adalah 27°C-25°C. Pada suhu kurang dari 16°C dan lebih dari 34°C gejala penyakit lebih hebat (Kranz *et al.*, 1997).

Sporulasi optimal terjadi pada suhu 20°C-25°C dengan 12 jam terang dan 12 jam gelap. Jamur ini mudah diisolasi dan dapat tumbuh tanpa O₂, toleran terhadap konsentrasi CO₂. Pada media agar kentang dengan suhu ruangan 29°C pada hari ketujuh pertumbuhan koloni jamur telah memenuhi petridish yang berdiameter 9cm (Mirin dkk., 1997).

Jamur *Fusarium* dapat bertahan hidup dalam waktu yang lama dalam bentuk klamidospora, daya tahan untuk bertahan hidup ini disebut viabilitas. Viabilitas jamur dalam kultur makanan dipengaruhi oleh suhu, pH, kelembapan. Kemungkinan faktor-faktor tersebut berpengaruh terhadap protoplasma. Viabilitas ini dapat diperpanjang dengan penambahan minyak mineral ke dalam media biakan. Hilangnya viabilitas tidak sama dengan hilangnya infektivitas, kadang-kadang hilangnya infektivitas dari suatu populasi spora jamur terjadi sebelum adanya perubahan visibilitas. Selain faktor-faktor iklim tersebut di atas, viabilitas juga dapat hilang karena adanya zat antibiotik di dalam media tumbuh jamur (Hadi dkk., 1978).

Daya tahan hidup juga dapat hilang karena adanya zat antibiotik baik yang dihasilkan mikroorganisme maupun oleh tumbuhan tingkat tinggi. Jamur membutuhkan karbon dan nitrogen untuk perkecambahan klamidosporanya (Bruehl, 1987).

2.3 Pengendalian hayati

Pengendalian hayati adalah pengurangan jumlah inokulum dalam keadaan aktif maupun dorman atau aktivitas patogen sebagai parasit oleh satu atau lebih organisme yang berlangsung secara alami atau melalui manipulasi lingkungan, inang atau agens antagonis dengan introduksi secara massal satu atau lebih organisme antagonis (Cook & Baker 1983). Penggunaan agensia pengendali hayati di dalam mengendalikan patogen tanaman telah banyak dilakukan. Setiap pengendali hayati yang ditemukan selalu mempunyai mekanisme penghambatan yang tidak sama dengan agensia pengendali hayati lainnya. Mekanisme penghambatan agensia pengendali hayati adalah cara kerja agensia pengendali hayati di dalam

mengendalikan patogen tanaman. Cara kerja yang dilakukan oleh agensia tersebut biasanya menggunakan hasil metabolisme sekunder, baik berupa antibiotik, toksin, enzim, atau hormone, serta tanpa melibatkan hasil metabolit sekunder tersebut misalnya parasitisme

Mekanisme agensia pengendali hayati terhadap patogen maupun tanaman inangnya adalah sebagai berikut :

a. Siderofor

Kebanyakan mikroba aerob dan anaerob fakultatif tanggap terhadap stress besi pada konsentrasi rendah di alam, dengan menghasilkan agensia luar sel yang mengangkut besi (III) dengan molekul rendah (500-1.000 dalton). Agensia ini dikenal dengan *Siderofor*. Senyawa siderofor ini berikatan dengan ion ferri (Fe^{3+}) yang berfungsi sebagai pengangkut ion ferri ke sel dan menjadi ruas penyusun selaput protein. Hal ini berkaitan dengan peranan besi yang terlibat pada stadium kritis metabolisme mikrob.

Selain sebagai pengangkut besi (III), siderofor juga bertindak sebagai factor pertumbuhan, perkecambahan dan beberapa sebagai antibiotika yang berpotensi. Siderofor juga bertindak sebagai faktor kevirulenan pada infeksi.

Siderofor berperan penting dalam pengendalian hayati patogen tanaman, khususnya patogen tular tanah, misalnya *Gaeumannomyces graminis* var. *trunci* dan *Fusarium oxysporum*. Hal ini terjadi karena mikroba yang ada pada tanah berpenekanan yang terbatas pada besi menghasilkan siderofor, yang mengasingkan besi (III) dan membantunya tidak tersedia bagi patogen.

b. Antibiotika

Antibiotika merupakan senyawa organik metabolit sekunder, yang dihasilkan oleh mikroba, dengan berat molekul rendah dan bersifat toksin bagi mikroba lain. Senyawa ini dalam konsentrasi rendah berbahaya bagi pertumbuhan dan keaktifan metabolisme patogen atau mikroba lain. Kebanyakan antibiotika dihasilkan oleh mikroba penghuni tanah. Antibiotika yang murni telah diterapkan sebagai pestisida untuk mengendalikan penyakit tanaman. Strain tertentu agensia pengendali

hayati kemungkinan menghasilkan beberapa jeni senyawa antijamur yang efektif terhadap spesies patogen jamur tertentu. Antibiotika mempunyai keaktifan mekanisme mengganggu selaput jamur, sehingga menghambat kemampuan pathogen menyebabkan penyakit. Fungsi antibiotic di dalam tanah seringnya diikat oleh lempung bahan organik, atau dengan cepat dibusukkan oleh mikroflora.

c. Ketahanan Terimbas Sistemik (*Induced Systemic Resistance* = ISR)

Ketahanan penyakit terimbas didefinisikan sebagai proses ketahanan aktif yang tergantung pada penghalang fisik atau kimia tanaman inang, yang diaktifkan oleh agensia biotik atau abiotik yang dapat melindungi tanaman terhadap pathogen tanah atau dedaunan. Ketahanan terimbas ini dikenal sebagai cara pengendalian hayati yang penting pada jaringan vegetative. Ketahanan mungkin diimbas secara setempat atau sistemik. Pengimbas ketahanan dapat berupa elisitor hayati ketahanan, bahan kimia toksin dan tak-toksin, sinar ultraviolet, kompos dan agensia lainnya.

Ketahan terimbas merupakan bentuk mekanisme agensia pengendali hayati yang mampu menurunkan jumlah sisi infeksi dan membatasi pertumbuhan pathogen selama tahap parasitnya di dalam tanah. Apabila mekanisme pertahanan tanaman digerakkan oleh rangsangan karena infeksi pathogen tanaman, maka penyakit dapat berkurang. Ketahan terimbas merupakan daya peningkatan yang dikembangkan tanaman karena adanya rangsangan yang sesuai. Ketahanan terimbas bukan merupakan penciptaan ketahanan yang sebelumnya tidak mempunyai ketahanan, tetapi pengaktifan mekanisme ketahanan laten, yang ditampakkan terhadap inokulasi patogen atau mikroba. Hal ini dapat ditunjukkan dengan terbatasnya infeksi primer, yang cukup mendatangkan ketahanan terimbas.

d. Enzim

Keikutsertaan enzim di dalam pengendalian hayati digunakan sebagai pembeda antara parasitisme dan antibiotika. Produksi enzim pengurai dinding sel oleh antagonis akan mensorong secara beruntun dalam parasitisme antibiosis. Enzim yang lain mungki hanya menyebabkan antibiosis. Dalam pengendalian hayati terdapat jenis enzim hidolisis dan pengurai dinding sel. Enzim pengurai dinding sel selain

kitinase adalah glukukanase yang berperan penting di dalam pengendalian hayati, meskipun enzim pengurai dinding sel bagian luar juga terlibat, seperti protease, lipase dan fosfatase. Pada bakteri enzim berfungsi dalam hal nutrisi, sedangkan pada jamur antagonis, enzim yang berfungsi pada umumnya adalah β -glukanase yaitu pada pergerakan glukukan dinding sel dan penyimpanan karbohidrat pada kondisi pelaparan; penguraian kalosa ada tanaman oleh fitopatogen; nutrisi saprofit; dan keterlibatan di dalam mekanisme penyerangan dan nutrisi dari mikoparasitisme.

e. Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR)

PGPR merupakan kependekan dari (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) atau Rhizobakteri pendukung pertumbuhan tanaman. Mekanisme PGPR dalam mendukung pertumbuhan tanaman belum sepenuhnya dimengerti, tetapi diperkirakan melalui mekanisme sebagai berikut :

- 1) Kemampuannya di dalam menghasilkan atau mengubah konsentrasi fitohormon ama indolasetat (indoleasetic acid=IAA), asam gibberelat, sitokinin, dan etilen atau prekursornya (1-aminosiklopropena-1-karboksilat deaminase; ACC deaminase) di dalam tanaman.
- 2) Tak simbiosis fiksasi N₂, memengaruhi perbintilan, atau menguasai bintil akar.
- 3) Antagonisme terhadap mikroba fitopatogen melalui produk siderofor, β -1,3 glukukanase, kitinase, selulose, antibiotika dan sianida.
- 4) Pelarutan fosfat mineral dan nutris lainnya.
- 5) Pendorong fungsi mikoriza.
- 6) Pengaturan produksi etilen pada perakaran.
- 7) Penurunan ketoksinan logam berat.

f. Persaingan

Persaingan dapat terjadi ketika ada kesempatan dari dua mikroba atau lebih yang memerlukan lebih banyak sumber yang sama di dalam memanfaatkan pasokan bahan atau kondisi secara langsung. Persaingan antara agensia pengendali hayati dan

pathogen menuju pada pengendalian hayati, jika pertumbuhan antagonisnya menyebabkan pengurangan populasi atau produksi inokulum patogen. Berdasarkan konsep ekologi, persaingan dibagi dalam dua macam, yaitu persaingan eksploitasi dan persaingan campur. Persaingan eksploitasi memandang penipisan sumber oleh organisme atau populasi yang diberikan, tanpa melibatkan organisme lain yang membatasi secara langsung terhadap sumber tersebut. Persaingan campur melibatkan mekanisme perilaku atau kimia, organisme yang satu membatasi organisme yang lain.

g. Mikoparasitisme

Istilah mikoparasitisme, hiperparasitisme, parasitisme langsung, atau parasitisme anatr-jamur digunakan dengan dapat dipertukarkan untuk menjelaskan fenomena satu jamur yang berbeda secara taksonomi memarasit yang lain, yang melibatkan penggabungan fisik yang tetap atau semi-tetap antar-bagiannya. Mikoparasit umumnya memiliki kisaran inang yang besar dan mampu mengendalikan beragam pathogen tanaman, khususnya pathogen tular tanah. Keberadaannya di alam dapat terjadi secara alami atau sengaja diberi inokulum baru.

Interaksi hifa antar jamur pathogen tanaman dan antagonis, yang mempunyai mekanisme mikoparasitisme, tampak sebagai pembelitan hifa antagonis di sekeliling hifa jamur pathogen. Pembelitan hifa antagonis ini terjadi karena adanya rangsangan kontak yang diperlukan untuk membelit, misalnya rangsangan pH.

h. Toksin

Toksin didefinisikan sebagai hasil metabolit sekunder yang tak-enim dari suatu organisme, yang membahayakan organisme lain. Agensia pengendali hayati yang diketahui mempunyai mekanisme toksin diantaranya dari genus *Tricoderma* dan *Gliocladium* (Soesanto, 2008).

2.5 Hipotesis Penelitian

- a. Terdapat pengaruh dari pemberian formulasi isolate antagonisme *Saccharomyces cerevisiae* terhadap pertumbuhan jamur *Fusarium oxysporum*.
- b. *Saccharomyces cerevisiae* memiliki volume (kepadatan tertentu) yang efektif dalam menghambat pertumbuhan jamur *Fusarium oxysporum*.
- c. Terdapat perbedaan penghambatan dari perbedaan serial volume *Saccharomyces cerevisiae* terhadap pertumbuhan jamur *Fusarium oxysporum*.

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratories

3.2 Tempat dan waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi FMIPA Universitas Jember yang dilaksanakan mulai 3 Oktober- 31 Desember 2011.

3.3 Variabel Penelitian

a. Variabel Bebas

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah serial volume khamir antagonis *Saccharomyces cereviceae*.

b. Variabel terikat

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah persentase hambatan yang menunjukkan terhambatnya pertumbuhan jamur *oxysporum*.

c. Variable kontrol

Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah pertumbuhan *Fusarium oxysporum*.

3.4 Definisi Operasional

a. *Saccharomyces cerevisiae* adalah salah satu jenis khamir antagonis yang pada umumnya digunakan dalam pembuatan roti dan bir.

b. *Fusarium oxysporum* merupakan pathogen tular tanah yang sangat umum dijumpai menyerang tanaman hortikultura di Indonesia (Semangun, 2000:555). *Fusarium oxysporum* menghasilkan 3 spora tak-kawin, yaitu mikrokonidium, makrokonidium, dan klamidospora. Mikrokonidium mempunyai satu atau dua sel, terdapat jumlah banyak, dan sering dihasilkan pada semua kondisi. Makrokonidium mempunyai tiga sampai lima sel dan

berbentuk lengkung, gelendong, lonjong, ujung tajam, mempunyai 3-5 sekat, dan ukuran [(20-27) – (46-60) x (3,5-4,5 (5))] μm . Klamidospora berbentuk bulat, berdinding tebal, dihasilkan di bagian ujung maupun di tengah miselium yang tua atau pada makrokonidium, dengan diameter 5-15 μm (Domsch *et al.*, 1993).

- c. Serial perbedaan volume merupakan perbedaan volume isolat antagonis *Saccharomyces cerevisiae* (10 μl -100 μl) terhadap pertumbuhan jamur *Fusarium oxysporum*.
- d. Pertumbuhan *Fusarium oxysporum* adalah bertambahnya luas koloni jamur pada medium biak agar.
- e. Persentase hambatan merupakan besarnya hambatan bakteri antagonis yang dapat menghambat pertumbuhan jamur patogen dengan cara menghitung jari-jari koloni jamur *Fusarium oxysporum* pada kontrol dan pada perlakuan dengan khamir antagonis yang dihitung berdasarkan rumus menurut Khalimi (2010).

3.5 Alat dan Bahan

3.5.1 Alat

Alat yang digunakan antara lain adalah incubator, lemari es, autoklaf, kompor gas, penangas, neraca ohaus/analitik, vacuum rotary evaporator, bunsen dan spiritus, papan miring, vortex mixer, pipet mikro, jangka sorong/mistar, mikropipet, gelas ukur, erlenmeyer, beaker glass, corong, tabung reaksi dan rak tabung reaksi, cawan petri, spatula, pinset, ose, evendrop, tip kuning dan biru, aluminium foil, selotip plastic, kertas kayu, karet, kertas label, kapas, tisu, korek api, penyemprot berisi alcohol 70%, toples, botol, saringan, nampan, spidol dan kertas.

3.5.2 Bahan

Bahan yang digunakan adalah isolat khamir *Saccharomyces cerevisiae* yang diperoleh dari Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Teknologi Hasil Pangan FTP

Universitas Jember, biakan *Fusarium oxysporum* yang diperoleh dari Laboratorium Penyakit Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, *Potato Dextrose Agar* (media padat), *Potato Nutrient Broth* (media cair), kentang, aquades, garfis dan alcohol 70%.

3.6 Prosedur Penelitian

Terdapat beberapa langkah dalam penelitian ini. Langkah-langkah tersebut dijelaskan sebagai berikut :

3.6.1 Sterilisasi alat

Bahan dan peralatan yang digunakan dalam bidang mikrobiologi harus dalam keadaan steril, artinya pada bahan dan peralatan tersebut tidak didapatkan mikroba yang tidak diharapkan kehadirannya. Mikroba yang dimaksud adalah mikroba yang tidak baik yang akan mengganggu atau merusak media ataupun mengganggu pertumbuhan bakteri/protozoa dan proses yang sedang dikerjakan (Suriawiria, 1997). Semua peralatan yang digunakan dalam penelitian ini harus disterilkan antara lain tabung reaksi, gelas ukur, erlenmeyer, cawan petri, medium yang belum dicetak, evendrop, tip dan lainnya disterilkan dalam autoklaf. Jarum ose, pinset, disterilkan dengan cara dipanaskan diatas api bunsen sampai pijar lalu dimasukkan ke alcohol 70% dan dipanaskan lagi untuk menghilangkan sisa-sisa alcohol (Waluyo dan Wahyuni, 2009:11-13).

3.6.2 Pembuatan Medium

Pembuatan medium PDA meliputi medium cawan, medium miring dan medium cair. Medium cawan dan miring dibuat dari larutan PDA, yaitu campuran serbuk PDA dan aquades sesuai jumlah kebutuhan. Setiap 1000ml aquadest ditambah dengan 200 gram kentang, dextrose 10 gram dan serbuk agar 15 gram. Campuran dididihkan sambil diaduk lalu diangkat. Larutan PDA dituang pada tabung reaksi masing-masing 5ml untuk medium miring dan 20ml untuk medium cawan, Tabung ditutup rapat dengan kapas lalu disterilkan dengan autoklaf. Tabung berisi 5ml larutan PDA yang telah steril diletakkan pada papan miring 15° dan dibiarkan sampai dingin

sehingga terbentuk medium miring. Larutan PDA 20ml dari tabung dituang ke cawan petri steril hingga padat kemudian dibungkus dengan kertas kayu (Waluyo dan Wahyuni, 2009).

Pembuatan medium cair (*Potato Dextrose Broth*) dengan cara melarutkan 0.1 gram dextrose ke dalam 10ml air rebusan kentang. Kentang yang direbus seberat 2 gram. Kemudian aduk hingga homogen dan setelah itu masukkan ke dalam erlemeyer 5ml. Erlemeyer ditutup rapat dengan kapas dan kertas kayu lalu disterilkan dengan autoklaf.

3.6.3 Identifikasi morfologi *Saccharomyces cerevisiae* dan *Fusarium oxysporum* secara mikroskopis

a. Identifikasi *Saccharomyces cerevisiae*

Pengamatan mikroskopis dilakukan dengan mengamati bentuk blastospora yang berbentuk bulat lonjong, silindris, oval atau bulat telur serta koloni berbentuk bulat, warna kuning muda, permukaan berkilau, licin, tekstur lunak dan memiliki sel bulat dengan askospora 1-8 buah dengan melakukan pewarnaan menggunakan larutan MB (*Metilen Blue*) yang kemudian diamati di bawah mikroskop dengan perbesaran 400X. Cara pembuatannya adalah, pertama mengoleskan 1 ose isolate *Saccharomyces cerevisiae* pada gelas objek kemudian ditetesi MB dan difiksasi di atas pemanas busen (dijaga jangan sampai kering) dan terakhir diamati dibawah mikroskop.

b. Identifikasi *Fusarium oxysporum*

Pengamatan mikroskopis dilakukan dengan mengamati struktur konidia, bentuk spora dan hifa jamur *Fusarium oxysporum* dengan menggunakan metode *slide culture* secara aseptik. Adapun prosedur dalam pembuatan *slide culture* yaitu, cawan petri untuk *slide culture* steril berisi kain kasa, tusuk gigi yang dibentuk segi tiga, satu buah kaca objek dan dua buah kaca penutup. Medium PDA steril sebanyak 5ml dicairkan kemudian dituangkan ke dalam cawan petri steril. Selanjutnya setelah medium PDA membeku. Dibuat kotak agar dengan ukuran 3X3 mm kemudian disimpan di atas kaca objek. Setelah itu, miselium jamur *Fusarium oxysporum*

ditanamkan di atas kaca objek. Setelah itu, miselium jamur *Fusarium oxysporum* ditanamkan di atas kotak agar dengan menggunakan jarum inokulasi dan ditutup dengan kaca penutup (Heritage, 1996:145). Jamur ditumbuhkan selama 4 hari dengan kondisi lembab, kemudian diamati dengan menggunakan mikroskop. Untuk menciptakan kondisi lembab, tissue/kain kasa yang ada di dalam cawan petri ditetesi aquadest steril menggunakan pipet mikro $\pm 10\mu\text{l}$.

3.6.4 Pembuatan Inokulum *Saccharomyces cerevisiae* dan *Fusarium oxysporum*

a. Pembuatan Inokulum *Saccharomyces cerevisiae*

Pembuatan biakan turunan (subkultural) dari biakan murni untuk persediaan biakan perlu dilakukan, dengan cara mengambil 1 ose biakan isolate *Saccharomyces cerevisiae* kemudian ditumbuhkan pada media agar miring *Potato Dextrose Agar* (PDA) dan diinkubasi pada suhu 28°C selama 24 jam.

b. Pembuatan Inokulum *Fusarium oxysporum*

Sebanyak satu ose biakan isolate *Fusarium oxysporum* ditumbuhkan pada media agar miring *Potato Dextrose Agar* (PDA) dan diinkubasi pada suhu 28°C selama 4 hari.

3.6.5 Pengamatan Kurva Pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae* dan *Fusarium oxysporum*

a. Pengamatan Kurva Pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae*

Kurva pertumbuhan ini dimulai dari jam ke-0 hingga jam ke-24. Pengamatan kurva pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae* dilakukan setiap 2 jam sekali. Uji pertumbuhan sel jamur *Saccharomyces cerevisiae* dilakukan dengan cara menambahkan satu ose isolate *Saccharomyces cerevisiae* dicampurkan ke dalam 50 ml PDB. Untuk pengenceran 10^{-1} diambil 1 ml ($1000\mu\text{l}$) suspensi tersebut dan dimasukkan ke dalam 9 ml larutan garfis yang terdapat dalam tabung reaksi kemudian di-vortex. Pengenceran 10^{-2} dilakukan dengan cara mengambil 1 ml suspensi dari pengenceran 10^{-1} kemudian dimasukkan ke dalam 9 ml garfis yang

terdapat dalam evendrop kemudian di vortex, begitu juga untuk pengenceran selanjutnya. Dimisalkan untuk jam ke-0, sebanyak 10 µl pengenceran yang telah di buat (10^0 - 10^{-5}) dituangkan kedalam PDA cawan petri yang telah dibagi menjadi 6 bagian yang sama kemudian ditaruh dalam inkubator dengan suhu 28°C kurang lebih selama 22 jam. Apabila inkubasi telah selesai maka koloni *Saccharomyces cerevisiae* dihitung jumlahnya, begitu juga selanjutnya untuk pengamatan jam berikutnya (Waluyo dan Wahyuni, 2009).

b. Pengamatan Kurva Pertumbuhan *Fusarium oxysporum*

Pembuatan kurva pertumbuhan *Fusarium oxysporum* dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui umur optimum dari inokulum jamur *Fusarium oxysporum* berdasarkan kemampuan jamur dalam menutupi seluruh permukaan medium agar yang terdapat dalam cawan petri berdiameter 9cm. Cara pengamatan kurva *Fusarium oxysporum* adalah sebagai berikut :

- 1) Biakan jamur *Fusarium oxysporum* yang telah ditanam dalam cawan petri diplong dengan diameter 0,5cm.
- 2) Menanam jamur *Fusarium oxysporum* yang telah diplong tersebut dalam medium cawan petri baru tepat di tengah cawan.
- 3) Menginkubasi jamur pada suhu kamar selama 10 hari (sampai jamur tumbuh memenuhi media dalam cawan petri).
- 4) Mengukur jari-jari koloni jamur *Fusarium oxysporum* setiap hari.
- 5) Kecepatan pertumbuhan diukur dengan cara menghitung pertambahan jari-jari koloni jamur setiap harinya.

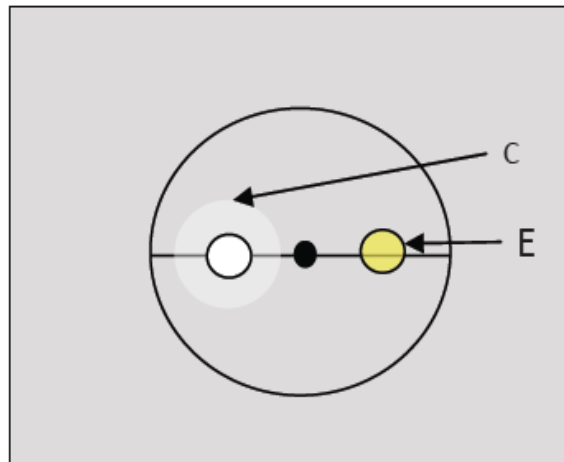
3.6.6 Pengujian Aktivitas Penghambatan Isolat *Saccharomyces cerevisiae* Terhadap Pertumbuhan *Fusarium oxysporum*

Pengujian aktivitas penghambatan *Saccharomyces cerevisiae* terhadap pertumbuhan *Fusarium oxysporum* dilakukan untuk mengetahui besar kecilnya kemampuan isolate *Saccharomyces cerevisiae* dalam menghambat pertumbuhan *Fusarium oxysporum* pada media PDA. Pengujian aktivitas penghambatan ini

mengacu pada metode dua biakan (*dual culture method*) (Benhamou dan Chet, 1993). Pada medium PDA dalam petridish dilakukan inokulasi pada dua tempat yang berbeda baik dengan khamir antagonis maupun jamur pathogen.

Dalam pengujian invitro menggunakan metode *dual culture methode*, jamur *Fusarium oxysporum* yang sudah diremajakan, dibiakkan dalam medium cawan hingga mencapai fase log (eksponensial) yaitu pada umur empat hari sedangkan untuk *Saccharomyces cerevisiae* dibiakkan dalam medium miring. Biakan *Saccharomyces cerevisiae* pada medium miring tersebut diambil tiga ose kemudian diinokulasikan pada medium cair (PDB) dan diinkubasi sampai mencapai fase log (eksponensial) yaitu selama 16 jam pada suhu 25°C-46°C . Perbedaan volume *Saccharomyces cerevisiae* yang digunakan adalah 10µl-100µl. Apabila biakan jamur *Fusarium oxysporum* pada medium cawan telah mencapai umur empat hari maka biakan tersebut diplong menggunakan alat plong berdiameter 0,5cm. Hasil plong jamur *Fusarium oxysporum* kemudian ditanam pada medium cawan baru dengan jarak 3cm dari pinggir cawan yang berdiameter 9cm (Gambar 3.1) dan pada waktu bersamaan biakan *Saccharomyces cerevisiae* yang telah mencapai fase log ditanam pada sisi yang berlawanan dengan jarak 3cm dari pinggir cawan, selanjutnya diinkubasi pada suhu kamar selama ± 10 hari. Sebagai control ditumbuhkan hanya jamur *Fusarium oxysporum* tanpa khamir antagonis. Besar penghambatan pertumbuhan jamur *Fusarium oxysporum* diukur dengan cara menghitung persentase penghambatan pertumbuhan dan besar zona bening setiap harinya. Menurut Khalimi (2010) penentuan persentase daya hambat mikroba antagonis ditentukan dengan rumus sebagai berikut.

$$\text{Daya Hambat} = \frac{\text{Luas Koloni Kontrol} - \text{Luas Koloni Perlakuan}}{\text{Luas Koloni Kontrol}} \times 100\%$$



Keterangan :

C : Koloni jamur *Fusarium oxysporum*

E : Koloni khamir *Saccharomyces cerevisiae*

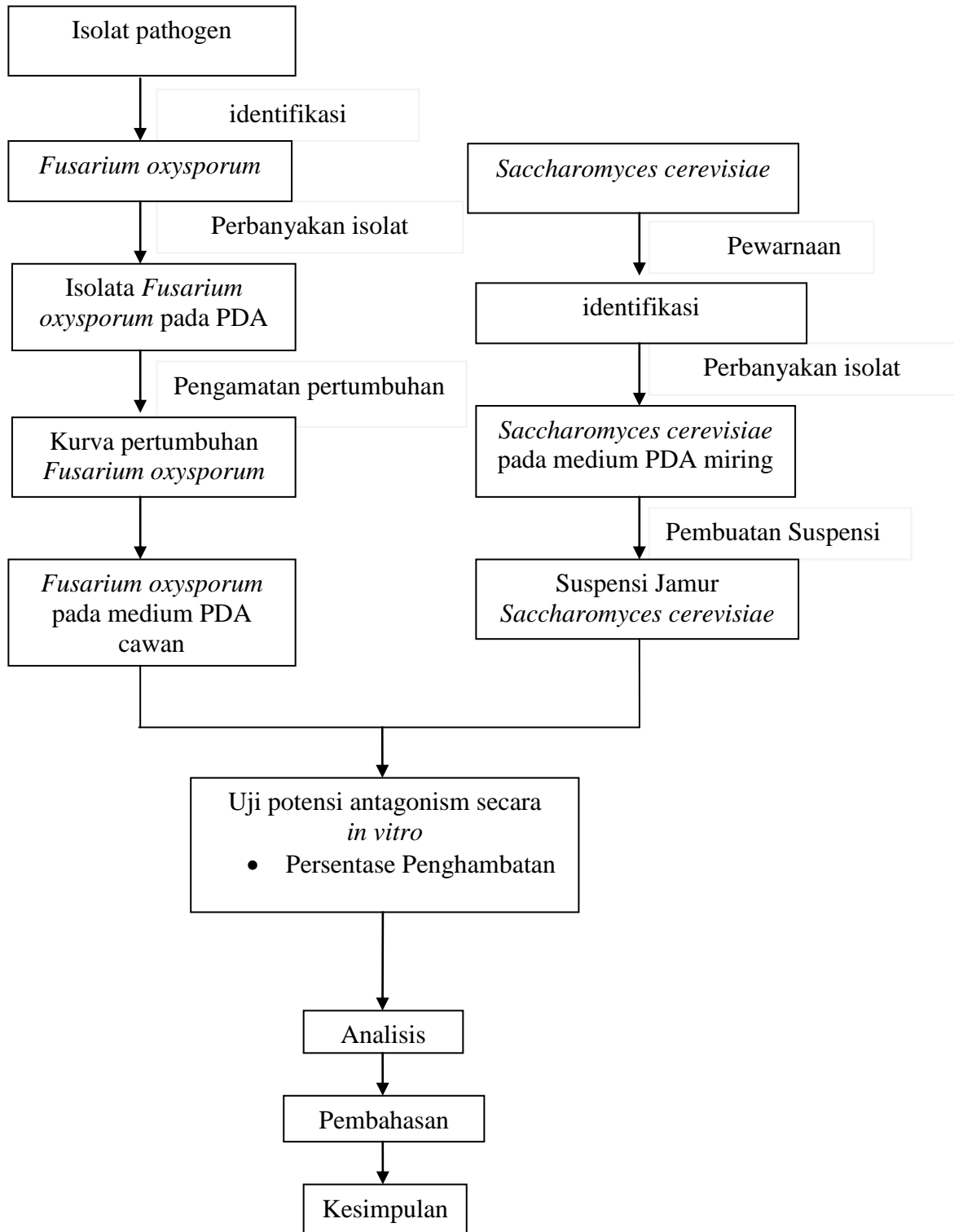
RC : Diameter pertumbuhan koloni *Fusarium oxysporum* (diukur kearah khamir dan sebaliknya)

Gambar 3.1. Pengujian antagonisme *Saccharomyces cerevisiae* terhadap pertumbuhan *Fusarium oxysporum*

3.7 Analisis Data

Untuk mengetahui adanya daya hambat *Saccharomyces cerevisiae* terhadap pertumbuhan jamur *Fusarium oxysporum* dilakukan uji analisis of Varian (ANOVA) dengan derajat kepercayaan 95% ($p < 0,05$). Apabila terdapat perbedaan dilakukan uji Duncan dengan taraf kesalahan 5% (Sastrosupadi, 1999).

3.9 Alur Penelitian



BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Penelitian daya hambat *Saccharomyces cerevisiae* terhadap pertumbuhan jamur *Fusarium oxysporum* dilaksanakan pada bulan 3 Oktober sampai 31 Desember 2011 di Laboratorium Mikrobiologi FMIPA Universitas Jember.

4.1.1 Karakteristik Khamir dan Jamur

a. Karakterisasi khamir *Saccharomyces cerevisiae*

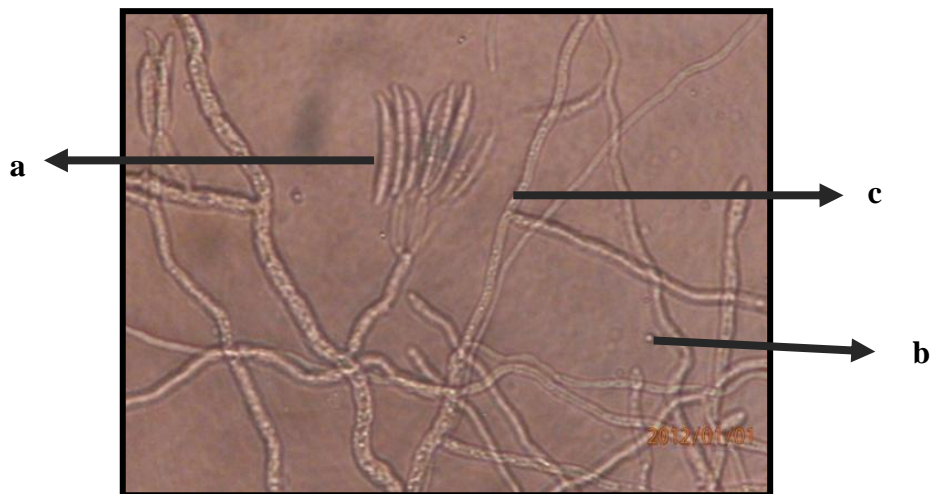
Karakterisasi khamir dan jamur dilakukan pada awal penelitian untuk menghindari kesalahan penggunaan khamir dan jamur dalam penelitian. Karakterisasi dilakukan dengan cara pengamatan morfologi baik secara makroskopis maupun mikroskopis. Pengamatan secara mikroskopis dilakukan dengan melakukan pewarnaan khamir menggunakan larutan MB (*metilen blue*) yang kemudian diamati di bawah mikroskop. Hasil pengamatan makroskopis menunjukkan bahwa koloni berbentuk bulat, warna kuning muda, permukaan berkilau, licin dan tekstur lunak. Pengamatan mikroskopis menunjukkan bahwa sel khamir *Saccharomyces cerevisiae* berbentuk bulat telur (oval) dan bereproduksi dengan membelah diri melalui *budding cell* seperti yang terlihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Hasil karakterisasi khamir *Saccharomyces cerevisiae* perbesaranm400X (a. sel tunggal, b. budding cell)

b. Karakterisasi jamur *Fusarium oxysporum*

Karakterisasi morfologi jamur *Fusarium oxysporum* secara mikroskopis dilakukan dengan membuat *slide culture* yang kemudian diamati di bawah mikroskop. Hasil pengamatan mikroskopis menunjukkan bahwa miselium *Fusarium oxysporum* berwarna putih keabu-abuan, makrospora berbentuk sabit dan mikrospora berbentuk oval.

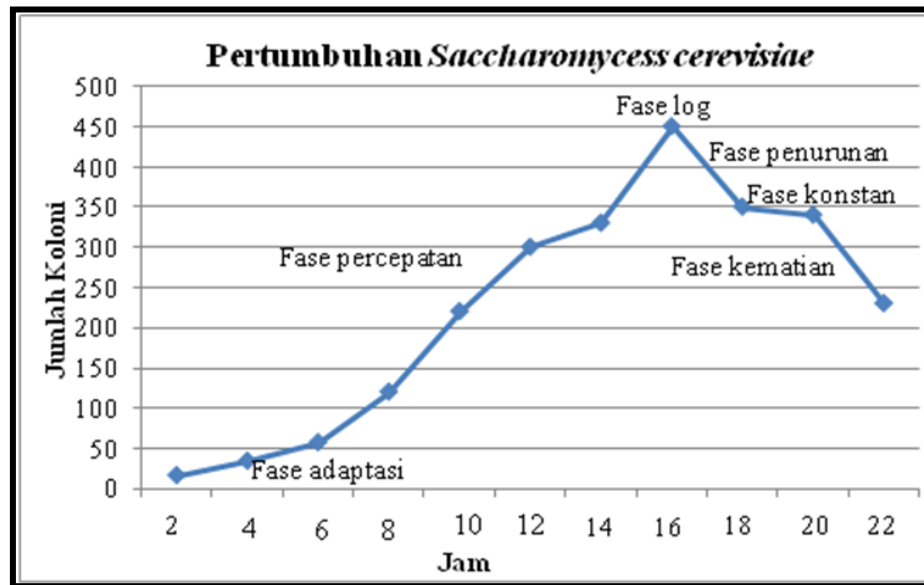


Gambar 4.2 Hasil karakterisasi jamur *Fusarium oxysporum* perbesaran 400X
(a. makrospora, b. mikrospora, c. miselium)

4.1.2 Kurva Pertumbuhan Khamir dan Jamur

a. Kurva pertumbuhan khamir *Saccharomyces cerevisiae*

Pengamatan pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae* bertujuan mengetahui waktu pertumbuhan optimum *Saccharomyces cerevisiae*. Hasil kurva pertumbuhan khamir *Saccharomyces cerevisiae* dapat dilihat pada Gambar 4.3 berikut ini.

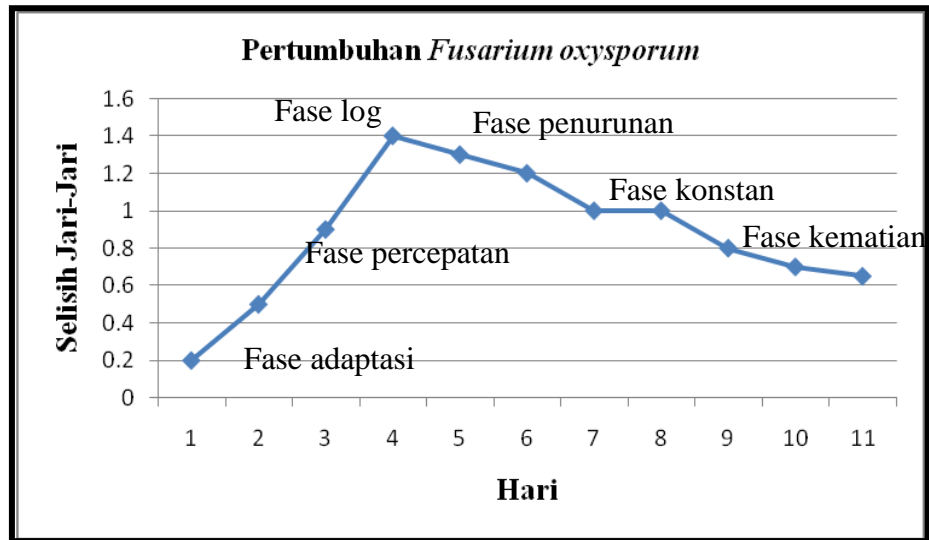


Gambar 4.3 Kurva pertumbuhan khamir *Saccharomyces cerevisiae*

Berdasarkan grafik di atas dapat diketahui bahwa *Saccharomyces cerevisiae* pada jam ke-0 sampai jam ke-4 mengalami fase adaptasi, jam ke-4 sampai ke-14 mengalami fase percepatan (acceleration phase), jam ke-14 sampai ke-16 mengalami fase eksponensial (log phase), jam ke-16 sampai ke-18 mengalami fase penurunan (deceleration phase), jam ke-20 sampai ke-22 mengalami fase konstan (stationery phase) dan jam ke-22 sampai ke 24 mengalami fase penurunan (decline phase). Hasil data pengamatan dapat dilihat pada lampiran D.

b. Kurva pertumbuhan jamur *Fusarium oxysporum*

Hasil kurva pertumbuhan jamur *Fusarium oxysporum* dapat dilihat pada Gambar 4.4 berikut ini :

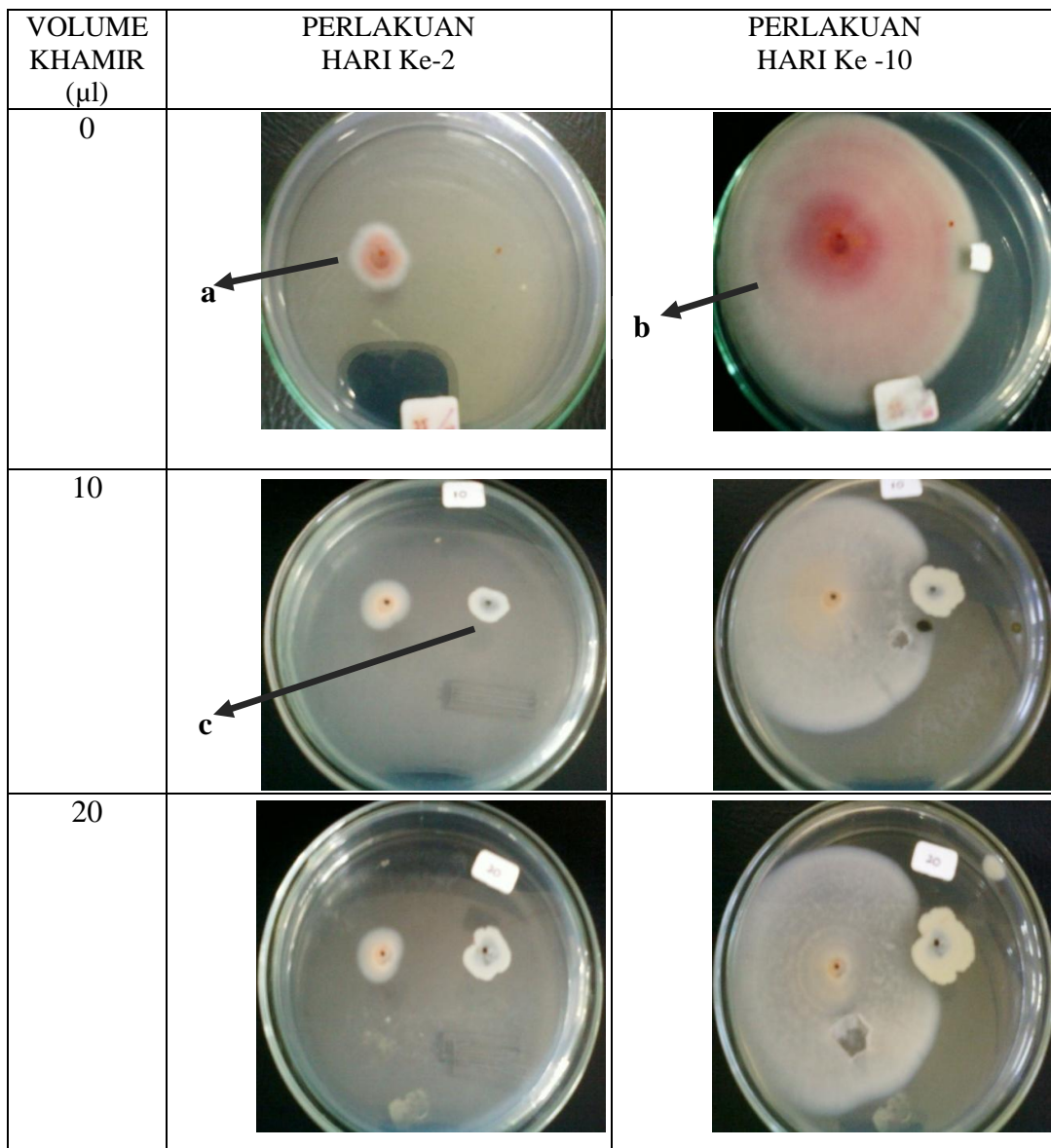


Gambar 4.4 Kurva pertumbuhan jamur *Fusarium oxysporu*

Berdasarkan grafik di atas dapat diketahui bahwa *Fusarium oxysporum* pada hari ke-0 sampai hari ke-2 mengalami fase adaptasi, hari ke-2 sampai ke-3 mengalami fase percepatan (acceleration phase), hari ke-3 sampai ke-4 mengalami fase eksponensial (log phase), hari ke-4 sampai ke-7 mengalami fase penurunan (deceleration phase), hari ke-7 sampai ke-8 mengalami fase konstan (stationery phase) dan hari ke-8 sampai ke 11 mengalami fase kematian (decline phase). Hasil data pengamatan dapat dilihat pada lampiran C.

4.1.3 Uji Antagonisme Secara *In Vitro*

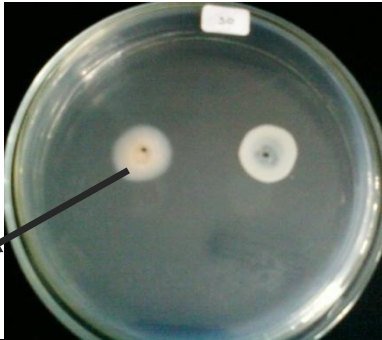
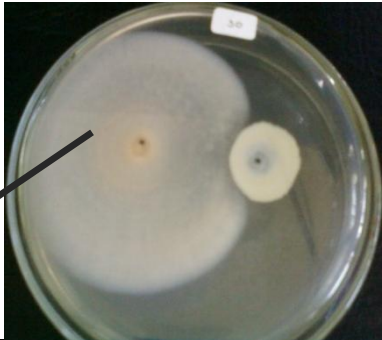


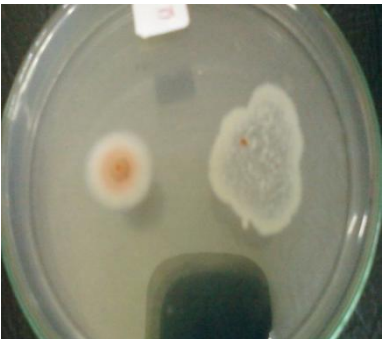
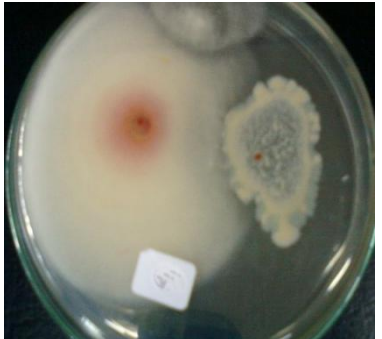
Hasil uji antagonisme *Saccharomycess cerevisiae* terhadap pertumbuhan *Fusarium oxysporum* secara *in vitro* dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Keterangan:

- a: koloni jamur *Fusarium oxysporum* umur 2 hari
 b: koloni jamur *Fusarium oxysporum* umur 10 hari
 c: koloni khamir *Saccharomyces cerevisiae*

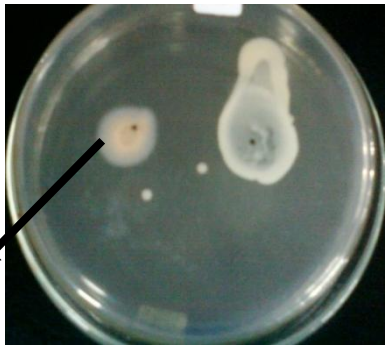
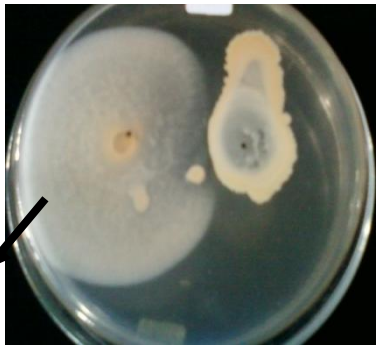
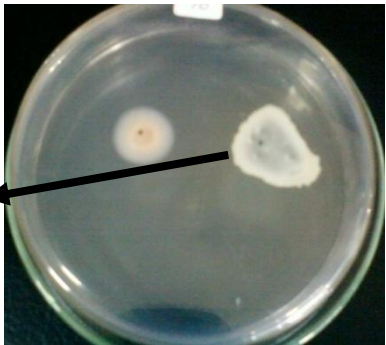


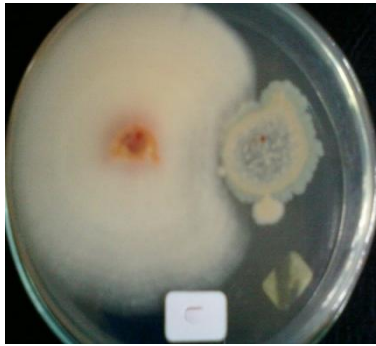
Gambar 4.5 Hasil uji antagonisme *Saccharomyces cerevisiae* *Fusarium oxysporum* secara invitro pada medium PDA

VOLUME KHAMIR (μl)	PERLAKUAN HARI Ke-2	PERLAKUAN HARI Ke -10
30		
40		
50		

Keterangan:

- a: koloni jamur *Fusarium oxysporum* umur 2 hari
b: koloni jamur *Fusarium oxysporum* umur 10 hari
c: koloni khamir *Saccharomyces cerevisiae*

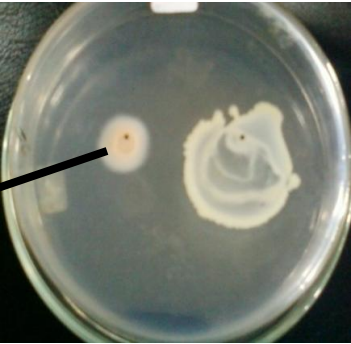

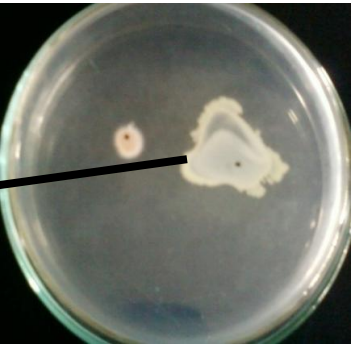
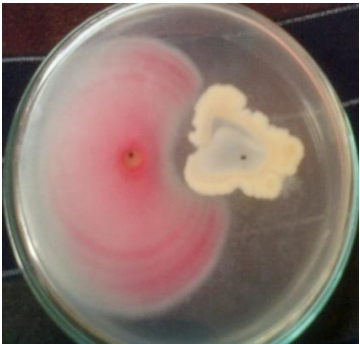
Gambar 4.6 Hasil uji antagonisme *Saccharomyces cerevisiae* *Fusarium oxysporum* secara invitro pada medium PDA

VOLUME KHAMIR (μl)	PERLAKUAN HARI Ke-2	PERLAKUAN HARI Ke -10
60		
70		
80		

Keterangan:

- a: koloni jamur *Fusarium oxysporum* umur 2 hari
b: koloni jamur *Fusarium oxysporum* umur 10 hari
c: koloni khamir *Saccharomyces cerevisiae*

Gambar 4.7 Hasil uji antagonisme *Saccharomyces cerevisiae* *Fusarium oxysporum* secara invitro pada medium PDA.

VOLUME KHAMIR (μl)	PERLAKUAN HARI Ke-2	PERLAKUAN HARI Ke -10
90		
100		

Keterangan:

- a: koloni jamur *Fusarium oxysporum* umur 2 hari
 b: koloni jamur *Fusarium oxysporum* umur 10 hari
 c: koloni khamir *Saccharomyces cerevisiae*

Gambar 4.8 Hasil uji antagonisme *Saccharomyces cerevisiae* *Fusarium oxysporum* secara invitro pada medium PDA

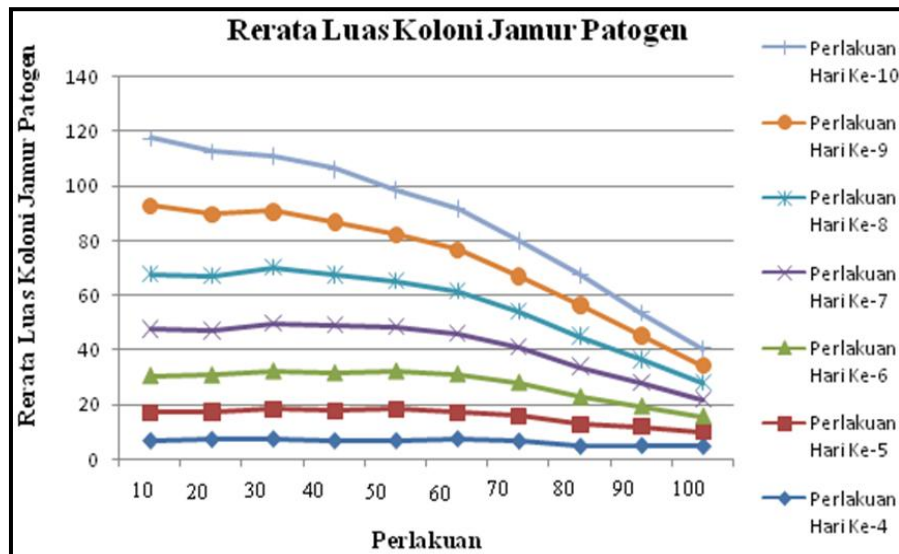
Tabel 4.1 Rerata luas koloni pertumbuhan jamur *Fusarium oxysporum* (cm²) pada hari ke-4 sampai ke-10 setelah perlakuan

No	Perlakuan	Rerata Luas Koloni <i>Fusarium oxysporum</i> (cm ²)						
		Hari ke- (Setelah Perlakuan)						
		4	5	6	7	8	9	10
1	10µl	6.91	10.19	13.42	17.12	20.17	24.92	24.92
2	20µl	7.38	9.97	13.42	16.37	20.16	22.62	22.62
3	30µl	7.55	10.75	13.85	17.61	20.46	20.46	20.46
4	40µl	6.89	10.77	13.87	17.85	18.09	19.38	19.38
5	50µl	6.92	11.14	14.07	16.63	16.63	16.63	16.63
6	60µl	7.58	9.64	13.85	15.20	15.20	15.20	15.20
7	70µl	6.77	9.26	11.95	12.99	12.99	12.99	12.99
8	80µl	4.91	7.89	10	11.15	11.15	11.15	11.15
9	90µl	5.18	6.46	7.72	8.57	8.57	8.57	8.57
10	100µl	4.91	5.08	5.76	6.18	6.18	6.18	6.18
11	Kontrol	9.47	13.44	18.11	24.95	32.51	43	50.26

Keterangan:

Kontrol : Perlakuan tanpa pemberian *Saccharomyces cerevisiae*

Berdasarkan data pada Tabel 4.1 dapat dibuat grafik rerata jari-jari koloni jamur *Fusarium oxysporum* (cm) pada hari ke-4 sampai ke-10 setelah perlakuan seperti berikut Gambar 4.9 berikut ini.



Gambar 4.9 Grafik Rerata jari-jari pertumbuhan jamur *Fusarium oxysporum*

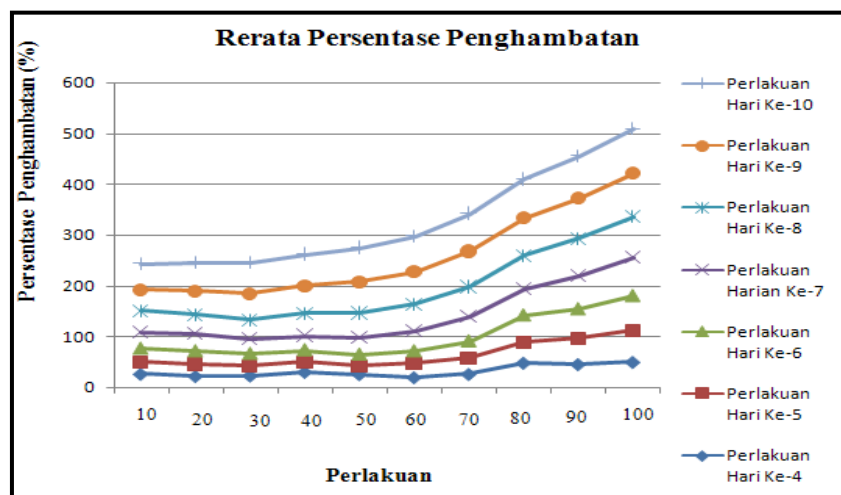
Tabel 4.2 Rerata persentase daya hambat *Saccharomycess cerevisiae* terhadap pertumbuhan jamur *Fusarium oxysporum* pada hari ke-4 sampai ke-10 setelah perlakuan

No	Perlakuan	Rerata Persentase Penghambatan (%)							
		Hari ke- (Setelah Perlakuan)							
		4	5	6	7	8	9	10	
1	10µl	26.04	24.07	25.83	31.37	42.97	41.99	50.37	
2	20µl	21.58	23.72	25.67	34.10	37.90	47.40	55	
3	30µl	22.78	19.64	23.35	29.36	37.19	52.51	59.36	
4	40µl	29.79	19.78	23.46	28.33	44.20	54.95	61.45	
5	50µl	25.46	16.53	22.13	33.31	48.88	61.37	66.95	
6	60µl	19.28	28.25	23.35	38.90	53.20	64.73	69.75	
7	70µl	25.77	30.93	33.92	47.81	60	69.86	74.15	
8	80µl	47.78	41.15	52.75	52.27	65.73	74.10	76.51	
9	90µl	45.12	51.43	57.35	65.65	73.69	80.11	82.98	
10	100µl	49.40	62.19	68.39	75.32	81.08	85.68	87.75	
11	Kontrol	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	

Keterangan:

Kontrol : Perlakuan tanpa pemberian *Saccharomycess cerevisiae*

Berdasarkan data pada Tabel 4.2 dapat dibuat grafik persentase daya hambat *Saccharomycess cerevisiae* terhadap pertumbuhan jamur *Fusarium oxysporum* pada hari ke-4 sampai ke-10 setelah perlakuan.



Gambar 4.10 Grafik rerata persentase daya hambat *Saccharomycess cerevisiae* terhadap pertumbuhan jamur *Fusarium oxysporum*.

Data Tabel 4.1 dan Tabel 4.2 menunjukkan bahwa khamir *Saccharomyces cerevisiae* mampu menghambat pertumbuhan jamur *Fusarium oxysporum*. Penghambatan tersebut terjadi mulai dari hari ke-4 sampai hari ke-10 setelah perlakuan. Penghambatan khamir *Saccharomyces cerevisiae* terhadap pertumbuhan *Fusarium oxysporum* terus meningkat dari hari ke-4 sampai hari ke-10. Persentase terbesar dari penghambatan khamir *Saccharomyces cerevisiae* terhadap pertumbuhan *Fusarium oxysporum* adalah sebesar 87.75% pada pengamatan hari ke-10 dengan pemberian antagonisme *Saccharomyces cerevisiae* sebesar 100 μ l. Persentase terkecil dari penghambatan khamir *Saccharomyces cerevisiae* terhadap pertumbuhan *Fusarium oxysporum* adalah sebesar 16.53% dengan pemberian antagonisme *Saccharomyces cerevisiae* sebesar 50 μ l pada hari ke-5. Persentase penghambatan khamir *Saccharomyces cerevisiae* terhadap pertumbuhan *Fusarium oxysporum* mengalami penurunan pada pengamatan hari ke-4 sampai ke-8 dengan pemberian antagonisme sebesar 20 μ l dan 30 μ l. Pada perlakuan kontrol pertumbuhan *Fusarium oxysporum* tidak terhambat sama sekali.

4.2 Analisis Data

Untuk mengetahui adanya perbedaan daya hambat dari beberapa serial volume antagonisme *Saccharomyces cerevisiae* terhadap pertumbuhan *Fusarium oxysporum* dapat dilakukan uji statistik ANOVA dengan taraf kepercayaan 0,05. Pengujian yang digunakan dalam uji statistik ANOVA adalah pengujian berdasarkan probabilitas ANOVA dengan hipotesis dan ketentuan sebagai berikut.

a. Hipotesis

H_0 : tidak ada perbedaan daya hambat antar serial volume antagonis *Saccharomyces cerevisiae* terhadap pertumbuhan *Fusarium oxysporum*.

H_1 : ada perbedaan daya hambat antar serial volume antagonis *Saccharomyces cerevisiae* terhadap pertumbuhan *Fusarium oxysporum*.

b. Ketentuan

1) Jika probabilitas $<0,05$ (taraf signifikan), maka H_0 : ditolak

2) Jika probabilitas $>0,05$ (taraf signifikan), maka H_0 : diterima

Jika terdapat perbedaan maka dilanjutkan dengan Uji Duncan dengan derajat kepercayaan 95% ($p < 0,05$).

4.2.1 Uji ANOVA Perbedaan Serial Volume Antagonis *Saccharomycess cerevisiae* Terhadap Pertumbuhan *Fusarium oxysporum*

Berdasarkan hasil uji statistik ANOVA perbedaan serial volume antagonis *Saccharomycess cerevisiae* terhadap pertumbuhan *Fusarium oxysporum* dengan volume 10 μ l-100 μ l pada pengamatan hari ke-4 sampai hari ke-10 menunjukkan nilai probabilitas sebesar 0,00 ($0,000 < 0,05$) maka H_0 : ditolak dan H_1 : diterima. Dapat ditarik kesimpulan bahwa ada perbedaan daya hambat yang signifikan antar serial volume antagonis *Saccharomycess cerevisiae* terhadap pertumbuhan *Fusarium oxysporum*. Hasil uji statistik ANOVA dapat dilihat pada lampiran F.

4.2.2 Hasil Uji Duncan serial perbedaan volume antagonis *Saccharomycess cerevisiae* terhadap pertumbuhan *Fusarium oxysporum*

Uji Duncan dilakukan untuk menguji besarnya perbedaan daya hambat *Saccharomycess cerevisiae* terhadap pertumbuhan *Fusarium oxysporum* diantara semua pasangan perlakuan. Uji Duncan pengujian volume antagonis *Saccharomycess cerevisiae* dengan volume 10 μ l-100 μ l pada pengamatan hari ke-4 sampai hari ke-10 ditunjukkan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Uji Duncan serial perbedaan volume antagonis *Saccharomyces cerevisiae* terhadap pertumbuhan *Fusarium oxysporum* pada pengamatan hari ke-4 sampai hari ke-10 setelah perlakuan

Perla kuan	Persentase Penghambatan (%)						
	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10
Kontrol	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a
10µl	26.04 b	24.07 bcd	25.83 b	31.37 bc	42.97 bcd	41.99 b	50.37 b
20µl	21.58 b	23.72 bcd	25.67 b	34.10 c	37.90 bc	47.40 c	55 c
30µl	22.78 b	19.64 bc	23.35 b	29.36 b	37.19 b	52.51 d	59.36 d
40µl	29.79 b	19.78 bc	23.46 b	28.33 b	44.20 cd	54.95 e	61.45 d
50µl	25.46 b	16.53 b	22.13 b	33.31 bc	48.88 de	61.37 f	66.95 e
60µl	19.28 b	28.25 cd	23.35 b	38.90 d	53.20 de	64.73 g	69.75 f
70µl	25.77 b	30.93 d	33.92 c	47.81 e	60 f	69.86 h	74.15 g
80µl	47.78 c	41.15 e	52.75 d	52.27 f	65.73 f	74.10 i	76.51 h
90µl	45.12 c	51.43 f	57.35 d	65.65 g	73.69 g	80.11 j	82.98 i
100µl	49.40 c	62.19 g	68.39 e	75.32 h	81.08 h	85.68 k	87.75 j

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji Duncan 0,05

Berdasarkan hasil uji statistik menggunakan Duncan seperti yang tertera pada Tabel 4.3 dapat diketahui bahwa pada pengamatan hari ke-4 volume 10µl-70µl dan 80µl-100µl berada pada kolom yang sama hal ini menandakan bahwa volume 10µl-70µl dan 80µl-100µl memiliki daya hambat yang berbeda tidak nyata atau berbeda tidak signifikan.

Pada pengamatan hari ke-5 volume (10µl-50µl), (10-µl-40µl, 60µl) dan (10µl, 20µl, 60µl) berada pada kolom yang sama hal ini menandakan bahwa volume tersebut memiliki daya hambat yang berbeda tidak nyata atau berbeda tidak signifikan. Pada volume 80µl-100µl berada pada kolom yang berbeda, hal ini menunjukkan bahwa volume tersebut memiliki daya hambat yang berbeda nyata atau berbeda signifikan.

Pada pengamatan hari ke-6 volume 10µl-60µl dan 80µl-90µl berada pada kolom yang sama hal ini menandakan bahwa volume tersebut memiliki daya hambat yang berbeda tidak nyata atau berbeda tidak signifikan. Pada volume 70µl dan 100µl

berada pada kolom yang berbeda sehingga volume tersebut mempunyai daya hambat yang berbeda nyata atau berbeda signifikan.

Pada pengamatan hari ke-7 volume (10 μ l, 30 μ l-50 μ l) dan (10 μ l, 20 μ l, 40 μ l) berada pada kolom yang sama hal ini menandakan bahwa volume tersebut memiliki daya hambat yang berbeda tidak nyata atau berbeda tidak. Pada volume 60 μ l-100 μ l berada pada kolom yang berbeda sehingga volume tersebut mempunyai daya hambat yang berbeda nyata atau berbeda signifikan.

Pada pengamatan hari ke-8 volume (10 μ l-30 μ l), (10 μ l, 20 μ l, 40 μ l), (10 μ l, 40 μ l-60 μ l), (50 μ l-60 μ l) dan (70 μ l-80 μ l) berada pada kolom yang sama hal ini menandakan bahwa volume tersebut memiliki daya hambat yang berbeda tidak nyata atau berbeda tidak signifikan. Pada volume 90 μ l dan 100 μ l berada pada kolom yang berbeda sehingga mempunyai daya hambat yang berbeda nyata atau berbeda signifikan.

Pada pengamatan hari ke-9 volume 10 μ l-100 μ l berada pada kolom yang berbeda sehingga mempunyai daya hambat yang berbeda nyata atau berbeda signifikan terhadap semua serial perbedaan volume antagonis *Saccharomyces cerevisiae*.

Pada pengamatan hari ke-10 volume 30 μ l dan 40 μ l berada pada kolom yang sama hal ini menandakan bahwa volume tersebut memiliki daya hambat yang berbeda tidak nyata atau berbeda tidak signifikan. Pada volume 10 μ l, 20 μ l, 50 μ l, 60 μ l, 70 μ l, 80 μ l, 90 μ l dan 100 μ l berada pada kolom yang berbeda sehingga mempunyai daya hambat yang berbeda nyata atau berbeda signifikan. Selain itu kontrol juga mempunyai daya hambat yang berbeda nyata atau berbeda signifikan terhadap semua serial perbedaan volume antagonis *Saccharomyces cerevisiae*. Hasil uji statistik Duncan dapat dilihat pada lampiran F.

4.3 Pembahasan

Jamur *Fusarium oxysporum* merupakan salah satu jamur patogen tanaman yang sulit dikendalikan (Singh *et al*, 1999). Jamur *Fusarium oxysporum* memiliki ciri-ciri morfologi miselium bersekat yang mula-mula berwarna putih dan lambat laun berwarna krem atau kuning pucat, semakin tua warnanya menjadi krem dan akhirnya tampak benang-benang berwarna oker (Agrios, 1996). Jamur ini mempunyai tiga alat reproduksi aseksual, yaitu mikrokonidia (terdiri dari satu sel), makrokonidia (dua sampai enam septa) dan kladospora (merupakan pembengkakan pada hifa) (Webster and Weber, 2007). Bentuk makrokonidium melengkung panjang dengan ujung mengecil dan mempunyai sekat antara 1-10 atau lebih, sedangkan mikrokonidium bentuknya pendek, tidak bersekat atau bersekat satu. Dalam bentuk kladospora, menghasilkan mikrokonidia bening, silindris atau seperti perahu dan bersekat-sekat (Mehrotra, 1976). Dinding sel *Fusarium* tersusun atas 39% kitin, 29% glukukan, 7% protein dan 6% lemak (Webster and Weber, 2007:5). Kandungan kitin pada dinding sel jamur *Fusarium oxysporum* ini akan memicu pembentukan enzim degradatif oleh antagonismenya.

Fusarium oxysporum yang digunakan dalam penelitian ini dikarakterisasi terlebih dahulu dengan cara pembuatan *slide culture*. Berdasarkan hasil penelitian pada pengamatan mikroskop warna miselium jamur *Fusarium oxysporum* berwarna putih keabu-abuan, makrospora berbentuk sabit dan mikrospora berbentuk oval. Pembuatan *slide culture Fusarium oxysporum* dapat dilakukan dengan tahapan yaitu cawan petri untuk *slide culture* steril berisi kain kasa, tusuk gigi yang dibentuk segi tiga, satu buah kaca objek dan dua buah kaca penutup. Medium PDA steril sebanyak 5ml dicairkan kemudian dituangkan ke dalam cawan petri steril. Selanjutnya setelah medium PDA memadat, dibuat kotak agar dengan ukuran 3X3mm kemudian disimpan di atas kaca objek. Setelah itu, miselium jamur *Fusarium oxysporum* ditanamkan di atas kaca objek. Setelah itu, miselium jamur *Fusarium oxysporum* ditanamkan di atas kotak agar dengan menggunakan jarum inokulasi dan ditutup dengan kaca penutup (Heritage, 1996:145). Jamur ditumbuhkan selama 4 hari pada

suhu $\pm 31^{\circ}\text{C}$, kemudian diamati dengan menggunakan mikroskop. Kondisi lembab dapat diadakan dengan cara tissue/kain kasa yang ada di dalam cawan petri ditetesi aquadest steril menggunakan pipet mikro $\pm 30\mu\text{l}$.

Menurut Semangun (2000:555), Jamur *Fusarium oxysporum* ini merupakan pathogen tanaman yang penting secara ekonomi karena dapat menyebabkan busuk dan layu pada akar, batang maupun kecambah pada lebih dari 100 jenis tanaman, sehingga penyakit ini termasuk penyakit tumbuhan yang paling merugikan di tropika. Selama ini pengendaliannya dengan menggunakan fungisida sintetis selalu diikuti dengan pertimbangan ekonomi dan dampak negatif terhadap lingkungan. Menghadapi kenyataan tersebut perlu segera diupayakan pengurangan penggunaan fungisida kimiawi dan mengalihkannya pada jenis fungisida yang aman bagi lingkungan. Salah satu upaya pengendaliannya adalah dengan memanfaatkan agen hayati khamir antagonis *Saccharomyces cerevisiae*.

Khamir *Saccharomyces cerevisiae* secara umum dimanfaatkan oleh masyarakat untuk keperluan pembuatan roti, dan tape singkong. *Saccharomyces cerevisiae* merupakan khamir sejati yang tergolong eukariot dan secara mikroskopis memiliki morfologi membentuk blastospora dan selnya berbentuk bulat lonjong, silindris, oval atau bulat telur. *Saccharomyces cerevisiae* dapat berkembang biak dengan membelah diri melalui *budding cell*. Reproduksi dapat dipengaruhi oleh keadaan lingkungan serta jumlah nutrisi yang tersedia bagi pertumbuhan sel. Morfologi *Saccharomyces cerevisiae* secara makroskopik mempunyai koloni berbentuk bulat, warna kuning muda, permukaan berkilau, licin, tekstur lunak dan memiliki sel bulat dengan askospora 1-8 buah (Nikon,2004; Landecker,1972; Lodder, 1970).

Berdasarkan hasil pengamatan dalam penelitian ini, hasil karakterisasi *Saccharomyces cerevisiae* adalah sel berbentuk bulat telur (oval) dan bereproduksi dengan membelah diri melalui *budding cell*. Karakterisasi *Saccharomyces cerevisiae* dengan cara melakukan pewarnaan menggunakan larutan MB (*Metilen Blue*) yang kemudian diamati di bawah mikroskop dengan perbesaran 200X. Cara pembuatannya

adalah, pertama mengoleskan 1 ose isolate *Saccharomyces cerevisiae* pada gelas objek kemudian ditetesi MB dan difiksasi di atas pemanas busen (dijaga jangan sampai kering) dan terakhir diamati dibawah mikroskop.

Pada penelitian ini, uji daya hambat *Saccharomyces cerevisiae* terhadap pertumbuhan *Fusarium oxysporum* dilakukan secara *in vitro* yang dilakukan dengan metode *dual method* pada medium PDA dalam cawan petri berdiameter 9cm. Jamur *Fusarium oxysporum* yang sudah diremajakan, dibiakkan dalam medium cawan hingga mencapai fase log (eksponensial) yaitu pada umur empat hari sedangkan untuk *Saccharomyces cerevisiae* dibiakkan dalam medium miring. Biakan *Saccharomyces cerevisiae* pada medium miring tersebut diambil tiga ose kemudian diinokulasikan pada medium cair (PDB) dan diinkubasi sampai mencapai fase log (eksponensial) yaitu selama 16 jam pada suhu 31°C . Perbedaan volume *Saccharomyces cerevisiae* yang digunakan adalah 10µl-100µl. Apabila biakan jamur *Fusarium oxysporum* pada medium cawan telah mencapai umur empat hari maka biakan tersebut diplong menggunakan alat plong berdiameter 0,5cm. Hasil plong jamur *Fusarium oxysporum* kemudian ditanam pada medium cawan baru dengan jarak 3cm dari pinggir cawan yang berdiameter 9cm (Gambar 3.1) dan pada waktu bersamaan biakan *Saccharomyces cerevisiae* yang telah mencapai fase log ditanam pada sisi yang berlawanan dengan jarak 3cm dari pinggir cawan menggunakan mikropipet, selanjutnya diinkubasi pada suhu kamar selama ± 10 hari. Sebagai kontrol hanya ditumbuhkan jamur *Fusarium oxysporum* tanpa khamir antagonis. Besar penghambatan pertumbuhan jamur *Fusarium oxysporum* diukur dengan cara menghitung persentase penghambatan pertumbuhan setiap harinya. Mekanisme penghambatan yang terjadi pada uji antagonisme ini adalah antibiosis dan mikoparasitisme yang dapat diamati dengan terbentuknya zona bening sebagai zona penghambatan pertumbuhan bagi *Fusarium oxysporum* (antibiosis) dan melekatnya sel *Saccharomyces cerevisiae* secara kuat pada miselium jamur *Fusarium oxysporum* (mikoparasitisme). Namun, berdasarkan hasil penelitian, zona bening yang dibentuk oleh *Saccharomyces cerevisiae* tidak terlalu nampak. Zona bening terlihat agak jelas

pada pengamatan hari kesepuluh dengan pemberian 100 μ l *Saccharomyces cerevisiae*.

Pengamatan pertumbuhan *Fusarium oxysporum* dilakukan sejak inkubasi hari keempat sampai hari kesepuluh. Pada hari pertama sampai hari ketiga, belum terjadi mekanisme penghambatan antar kedua kapang dimana masing-masing tumbuh tanpa saling mempengaruhi karena jarak tumbuh kedua biakan tersebut cukup lebar yakni 3cm, selain itu *Fusarium oxysporum* juga termasuk jamur yang pertumbuhannya lambat. Hal itu dikarenakan apabila dibandingkan dengan jamur yang lain seperti *Trichoderma*, pertumbuhan *Fusarium oxysporum* jauh lebih lambat. *Trichoderma* hanya memerlukan waktu tujuh hari untuk memenuhi medium yang ada di cawan petri. Pada hari keempat telah tampak bahwa pertumbuhan kedua biakan tersebut saling mendekati sehingga terbentuklah penghambatan bagi pertumbuhan jamur *Fusarium oxysporum*. Penghambatan ini bersifat tidak tetap selama pengamatan. Hal itu dikarenakan semakin lama hari pengamatan, maka semakin dekat jarak biakan *Fusarium oxysporum* dan *Saccharomyces cerevisiae* serta kepadatan koloni *Saccharomyces cerevisiae* semakin banyak sehingga mekanisme antibiosis dan mikoparasitisme juga semakin besar. Selain itu, semakin besarnya volume *Saccharomyces cerevisiae* yang digunakan dalam perlakuan maka mekanisme antibiosis dan mikoparasitisme juga akan semakin besar, karena semakin besar volume *Saccharomyces cerevisiae* maka jumlah kepadatan sel *Saccharomyces cerevisiae* juga semakin besar. Penghambatan pertumbuhan jamur *Fusarium oxysporum* ditandai dengan ketidakmampuan koloni jamur ini untuk tumbuh dengan baik pada seluruh bagian media jika ditumbuhkan bersama dengan *Saccharomyces cerevisiae*. Pada pengamatan diatas sepuluh hari, persentase penghambatan konstan. Pengamatan ditentukan sampai hari kesepuluh dikarenakan pada hari kesepuluh koloni jamur *Fusarium oxysporum* yang menjauhi biakan *Saccharomyces cerevisiae* telah sampai pada tepi cawan petri.

Seiring bertambahnya hari, pertumbuhan *Fusarium oxysporum* yang mendekati biakan *Saccharomyces cerevisiae* semakin lambat dan terdesak karena

kehabisan ruang tumbuh. Akibatnya jari-jari pertumbuhan biakan *Fusarium oxysporum* yang mendekati biakan *Saccharomyces cerevisiae* lebih kecil daripada yang menjauhi biakan *Saccharomyces cerevisiae*. Apabila ruang dalam medium cawan petri telah habis, maka *Fusarium oxysporum* akan tumbuh dengan arah tumbuh ke atas. Hal ini sesuai dengan pernyataan Hawker (1950) bahwa adanya kompetisi ruang dan makanan pada kedua jamur yang saling berinteraksi menyebabkan pertumbuhan salah satu jamur terdesak ke samping tepi koloninya, sehingga pertumbuhannya akan ke atas tidak menyamping.

Berdasarkan data hasil penelitian dapat diketahui bahwa perbedaan serial volume *Saccharomyces cerevisiae* mampu menghambat pertumbuhan *Fusarium oxysporum* dengan parameter yang diamati yaitu luas koloni *Fusarium oxysporum* dan persentase penghambatan. Hal ini dapat dibuktikan dengan luas koloni jamur *Fusarium oxysporum* yang paling kecil yaitu 6.18cm^2 terjadi pada pemberian $100\mu\text{l}$ *Saccharomyces cerevisiae* sedangkan koloni terbesar yaitu 24.92cm^2 pada pemberian $10\mu\text{l}$ pada pengamatan hari kesepuluh. Persentase penghambatan jamur *Fusarium oxysporum* yang paling kecil terjadi pada pemberian $10\mu\text{l}$ *Saccharomyces cerevisiae* sebesar 50.37% sedangkan persentase penghambatan terbesar pada pemberian $100\mu\text{l}$ sebesar 87.75% pada pengamatan hari kesepuluh. Pada pengamatan hari kesepuluh, jamur *Fusarium oxysporum* yang dijadikan kontrol menunjukkan pertumbuhan yang hampir menutupi permukaan media di cawan petri. Pada kontrol tersebut, fase logaritmik (fase dimana terjadinya pertumbuhan yang maksimum) pertumbuhan koloni jamur mencapai maksimal tanpa hambatan karena kebutuhan terhadap nutrisi terpenuhi.

Pada hasil uji ANOVA perbedaan serial volume antagonis *Saccharomyces cerevisiae* terhadap pertumbuhan *Fusarium oxysporum*, pengamatan hari keempat sampai hari kesepuluh menunjukkan nilai probabilitas yang signifikan yaitu sebesar 0,00. Apabila hasil tersebut diteruskan dengan uji Duncan, peresentase penghambatan berbeda nyata atau berbeda signifikan pada pengamatan hari kesembilan dan hari kesepuluh. Pada pengamatan hari kedelapan persentase penghambatan berbeda nyata

pada volume (90µl-100µl), hari ketujuh (60µl-100µl), hari keenam (70µl-100µl) dan hari kelima (80µl-100µl).

Mekanisme antagonisme antara *Saccharomyces cerevisiae* terhadap *Fusarium oxysporum* terlihat dengan pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae* lebih cepat bila dibandingkan dengan *Fusarium oxysporum*. Menurut Avis dan Belanger (2002) menyatakan bahwa sifat mikroorganisme antagonis adalah pertumbuhannya lebih cepat dibandingkan dengan patogen dan menghasilkan senyawa antibiotik yang dapat menghambat pertumbuhan patogen. Pertumbuhan koloni *Fusarium oxysporum* yang diberi perlakuan menjadi terhambat dengan adanya *Saccharomyces cerevisiae* yang berada di sebelahnya. Efek *Saccharomyces cerevisiae* terhadap penghambatan pertumbuhan *Fusarium oxysporum* ditunjukkan dengan berkurangnya luas koloni jamur tersebut. Hal ini disebabkan oleh terjadinya lisis dari hifa jamur *Fusarium oxysporum* atau adanya rambatan senyawa antibiotik yang dihasilkan *Saccharomyces cerevisiae* sehingga menyebabkan terjadinya penekanan pada pertumbuhan *Fusarium oxysporum*.

Kemampuan suatu agen hayati dalam menekan patogen biasanya melibatkan satu atau beberapa cara mekanisme penghambatan. Mekanisme penghambatan agen hayati *Saccharomyces cerevisiae* terhadap patogen adalah dengan kompetisi ruang, nutrisi dan oxygen (Janisiewicz, 2002). Menurut Piano *et al* (1997), dalam kompetisi ruang, *Saccharomyces cerevisiae* dibantu oleh kapsul yang membentuk polisakarida ekstraseluler yang digunakan untuk melekat pada bagian permukaan tanaman. Kecepatan berkembangbiak dan berkolonisasi juga sangat menentukan keberhasilan *Saccharomyces cerevisiae* dalam berkompetisi mendapatkan nutrisi. Dalam Suharna dan Widhyastuti (1996), bahwa jamur yang tumbuh cepat mampu mengungguli dalam penguasaan ruang dan pada akhirnya bisa menekan pertumbuhan jamur lawannya. *Saccharomyces cerevisiae* menghasilkan etanol, enzim β -1,3-glucanase, chitinase, peroxidase, ethyl acetate, senyawa volatile yang bersifat antijamur, toksin dan antibiotic (El Ghaouth *et al.*, 2003; Rojas *et al.*, 2001; Saksena *et al.*, 1987;

Ippolito *at al.*, 2000; Wilson dan Wisniewski, 1994). Enzim β -1,3-glukanase dan kitinase yang dihasilkan oleh *Saccharomyces cerevicea* merupakan enzim yang berfungsi sebagai enzim pendegradasi masing-masing kitin dan glukon yang terdapat dalam dinding sel jamur patogen sehingga menyebabkan lisisnya dinding sel. Produksi enzim pengurai dinding sel oleh antagonis akan mendorong secara beruntun dalam parasitisme dan antibiosis. Enzim kitinase berperan penting dalam kontrol fungi patogen tanaman secara mikoparasitisme (Nugroho et al, 2003). Kitin (homopolimer ikatan β -1,4 dari N-asetilglukosamin) merupakan komponen struktural dari sebagian besar dinding sel cendawan patogen (Yanai et al., 1994 dalam Wijaya, 2002)

Passoth dan Schnurer (2003) menyatakan bahwa mekanisme penghambatan agen hayati *Saccharomyces cerevisiae* dalam menekan pertumbuhan patogen adalah melalui mekanisme mikoparasitisme. Mikoparasitisme ditunjukkan dengan melekatnya sel *Saccharomyces cerevisiae* secara kuat pada miselium jamur (Wisniewski *et al.*, 1991). Pada tahap pelekatan ini, taju penetrasi akan melubangi dinding sel atau dengan memecah dinding sel yang diimbasi oleh kitinase, enzim lisis dan enzim β -1,3-glukanase yang dihasilkan oleh *Saccharomyces cerevisiae*.

Soesanto (2008) mengemukakan bahwa pengaruh antagonisme *Saccharomyces cerevisiae* rendah selama minggu pertama diawal pengamatan, tetapi kemudian meningkat pada hari berikutnya. Rendahnya kemampuan antagonisme tersebut disebabkan lambatnya pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae* jika dibandingkan dengan mikroorganisme antagonis yang lain.

Adapun faktor-faktor yang berpengaruh terhadap perkembangan *Fusarium oxysporum* adalah *Fusarium oxysporum* berkembang pada suhu 21°C-33°C dengan suhu optimumnya 28°C (Semangun, 1996). Pada suhu antara 25°C-28°C patogen akan menjadi virulen dan spora akan berkecambah, sedangkan pada suhu lebih rendah proses perkecambahan akan terhambat (Duriat, 2001). *Fusarium oxysporum* membutuhkan kelembapan yang tinggi yaitu antara 60%-90% untuk pertumbuhan

miselium maupun untuk perkecambahan konidianya. Intensitas penyinaran yang rendah adalah kondisi optimum bagi perkembangan *Fusarium oxysporum* (Deptan, 2005).

Scoot (1926) dalam Walker (1957) menyatakan bahwa pertumbuhan *Fusarium oxysporum* mencapai maksimum pada dua kisaran pH medium, yaitu antara pH 4.5 – 5.3 dan antara pH 5.58 – 6.85. Selanjutnya Walker (1957) menjelaskan bahwa untuk perkembangan spora mempunyai dua puncak maksimum, yaitu pH medium sekitar pH 4.5 - 7.0. Menurut McKane dan Kandel (1985), sebagian besar dari *Fusarium oxysporum* dapat tumbuh baik pada pH rendah antara pH 5.0 - 6.0 dan dapat bertoleransi secara ekstrim terhadap konsentrasi gula yang tinggi. Booth (1971) dan Smith dan Onions (1994) menyatakan bahwa media yang baik untuk pertumbuhan *Fusarium oxysporum* adalah media *Potato Sucrose Agar* (PSA).

Adapun factor lingkungan yang mempengaruhi perkembangan *Saccharomyces cerevisiae* adalah khamir ini memperoleh energy dari pemecahan glukosa menjadi ATP, tahan terhadap kadar gula yang tinggi dan tetap aktif melakukan aktivitasnya pada suhu 4°C-32°C dan suhu optimum 28°C-30°C (Kartika *et al.*, 1992). Menurut Hidayat *et al.*, (2006) *Saccharomyces cerevisiae* tumbuh pada pH 4-5 dan membutuhkan oksigen terutama pada awal pertumbuhan. Kelembapan yang dibutuhkan *Saccharomyces cerevisiae* adalah 80%.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian Daya Hambat *Saccharomyces cerevisiae* Terhadap Pertumbuhan Jamur *Fusarium oxysporum* dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- a. *Saccharomyces cerevisiae* mampu menghambat pertumbuhan jamur *Fusarium oxysporum*.
- b. Besar volum isolat *Saccharomyces cerevisiae* yang mampu menghambat pertumbuhan jamur *Fusarium oxysporum* secara optimum adalah sebesar 100µl dengan besar persentase penghambatan 87.75% sedangkan penghambatan minimum adalah sebesar 10µl dengan besar persentase 50.37%.
- c. Terdapat perbedaan daya hambat dari perbedaan serial volume *Saccharomyces cerevisiae* terhadap pertumbuhan jamur *Fusarium oxysporum* yaitu pada pengamatan hari kesembilan dan hari kesepuluh.

5.2 Saran

- a. Perlu dilakukan penelitian lanjut melalui aplikasi lapang mengenai Daya Hambat *Saccharomyces cerevisiae* Terhadap Pertumbuhan *Fusarium oxysporum*.
- b. Hendaknya mengendalikan penyakit tanaman perkebunan maupun pertanian lebih menekankan pada penggunaan agen hayati misalnya *Saccharomyces cerevisiae* karena ramah lingkungan dan tidak mencemari alam.
- c. Pada penelitian selanjutnya hendaknya menggunakan media yang baik untuk pertumbuhan *Fusarium oxysporum* adalah media *Potato Sucrose Agar* (PSA).

DAFTAR PUSTAKA

Buku

- Agrios, G.N. 1996. *Ilmu Penyakit Tumbuhan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Alexopoulos, C.J. dan C.W.Mim.1979. *Introductory Mycology*. New York: John Wiley and Sons.
- Baker KF and Cook RJ. 1983. *Nature and Practice of Biological Control of Plant Pathogens*. Minnesota: The American Phytopathology Society Press.
- Djatnika dan Wakiah. 1992. *Pengendalian penyakit layu pisang dengan cara biologi*. Dalam: Prosiding Seminar Sehari. *Pisang Sebagai Komoditas Andalan Prospek dan Kendalanya*. Cianjur: Sub Balai Penelitian Hortikultura.
- Fardiaz, S. 1992. *Mikrobiologi Pangan*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Forsyth, W.G.C & V.C, Quesnel. 1963. *Mechanisme of Cacao Cuning Advence in Enzimologst*. New York: Mc Graw Hill Book Co.
- Leslie, J.F. and Summerell, B.A.(2006). *The Fusarium Laboratory Manual*. Blackwell Publishing: USA.
- Lodder, J . 1970 . *The Yeast : A Taxonomic Study Second Revised and Enlarged Edition* . The Netherland, Northolland Publishing Co ., Amsterdam.
- Maimunah. 1999. *Evaluasi resistensi lima kultivar pisang (Musa spp.) terhadap tiga macam isolat dan diferensiasi isolat Fusarium oxysporum f.sp. cubense sebagai penyebab penyakit layu*. [Tesis]. Program Pascasarjana. Bogor: IPB.
- Mehrotra, B.S. (1976). *The Fungi An Introduction 2nd Ed*. New Delhi : Oxford & IBHPublishing Company.
- Muharam A, Sulyo Y, Djatnika dan Marwoto B.1992. *Identifikasi dan daerah pencair penyakit penting pada pisang*. Dalam: prosiding seminar sehari. *pisang*

sebagai komoditas andalan prospek dan kendalanya. Cianjur: Sub Balai Penelitian Hortikultura.

Ploetz RC. 1994. *Banana: Compendium of Tropical Fruit Disease.* Minnesota: The American Phytopathology Society Press.

Pranata, T. 1993. *Resistensi Beberapa Varietas Tomat Terhadap Fusarium oxysporum.* FP UNEJ.

Rukmana, R. 1999. *Usaha Tani Pisang.* Yogyakarta: Kanisius.

Roediyarto. 1997. *Budidaya Pisang Ambon.* Surabaya: PT. Trubus Agrisarana.

Taufik, E. (2004). *Aktivitas Ekstrak dan Minyak Rimpang Lengkuas (Alpinia galanga L) terhadap pathogen rembah kecambah.* Tesis Megister pada HPT IPB : tidak diterbitkan.

Sastrahidayat, I.R. 1990. *Ilmu Penyakit Tumbuhan.* Surabaya: Usaha Nasional.

Semangun, H. 1989. *Penyakit-Penyakit Tanaman Hortikultura di Indonesia.* Gajah Mada University Press. Hal 808.

Semangun H. 1994. *Penyakit-Penyakit Tanaman Hortikultura di Indonesia.* Yogyakarta: Gajah Mada University Press.

Semangun H. 1996. *Pengantar Ilmu Penyakit Tumbuhan.* Yogyakarta: Gajah Mada University Press.

Semangun, H. 2000. *Penyakit-Penyakit Tanaman Holtikultura di Indonesia.* Yogyakarta: Gajah Mada University Press.

Soesanto, Lukas. 2008. *Pengantar Pengendalian Hayati Penyakit Tanaman.* Jakarta: PT. Rajawali Grafindo Persada.

Sukoco, Shagita N. 2010. *Aplikasi Saccharomyces cereviceae, Pichia ohmeri dan Glucanobacter thailandicus Dalam Bentuk Sel Bebas dan Termobilisasi Gel Alginas Untuk Produksi Arabitol dan Xylitol Nir Tebu*. Jember: Jurusan Teknologi Hasil Pertanian FTP UNEJ.

Jurnal

Agawane, S.b and P.S. lonkar.2004. *Effect of Probiotic Containing Saccharomyces boulardii on Experimental Ochratoxicosis in Broilers: Hermatobiochemical Studies*. J. Vet,Sci. 5: 359-367.

Ahmad, Riza Zainuddin. 2005 *Pemanfaatan Khamir Saccharomyces cerevisiae Untuk Ternak*.Bogor : Balai Penelitian Veteriner,

Allabouvette R, Lemanceae P & Steinberg C. 1996. *Biological Control of Fusarium Wilts : Opputunities for developing a Comercial product*. P 193-211.

Benyagoub, M., Rhlid, R.B. and Belanger, R.R. 1996. *Purification And Charactersation Of New Fatty Acids With Antibiotic Activity Produced By Sporothrix Flocculosa*. J.Cem.Ecol.22:405-413.

Benhamou, N dan I. Chet. 1993. Hyphal Interactions Between *Trichoderma harzianum* and *Rizoctonia solani*: Ultrastructure and Gold Cytochemistry of the Mycoparasitic process. *Phytopathology* 83: 1062-1071

De Cal A, Garcia-Lepe R dan Melgarejo P. 2000. *Induced Resistance by Penicillium Oxalicum Againt F. oxysporum f.sp. licopersici*: Histological studies of infected and induced tomato stem. *Phytopathology* 90:260-268.

Droby, S., Chalutz, E & Wilson, C.L. 1991. *Antagonisms As Bioogical Control Agents Of Postharvest Disease Of fruits And vegetables*. Postharvest News and Information 2, 169-173.

Druvefors U, Passoth V, and Schnurer J. 2005. *Nutrient Effect on Biocontrol of Penicillium requeforti by Pichia anomala J121 During Airtight of Wheat*. Applied and Environmental Microbiology. Vol.17, No.4, pp. 1865-1869.

- El Ghouth, A., Wilson, C.L & Wisniewski, M. 2003. *Control Of Postharvest Decay Of Apple Fruit With Candida Saitoana And Induction Of Defense Responses*. *Phytopathology* 93, 344-348.
- Ippolito, A., Nigro, F., 2000. *Impact Of Preharvest Application Of Biological Control Agents On Postharvest Disease Of Fresh Fruits And Vegetables*. *Crops Prot.* 19, 619-619.
- Kuswinanti, Tutik dan Ade Rosmana. 2010. *Efektivitas Penggunaan Filtrat Mikroba dari Larutan Bioaktivator Untuk menekan pertumbuhan cendawan phytophthora palmivora secara in vitro*. Makassar, Universitas Hasanuddin.
- Landecker, E.M. 1972 . *Fundamental of the Fungi* . Prentice Hall Inc . NewYork University. NewYork . USA. pp .59-61 .
- Passoth, V & Schnurer, J.2003. *Function Genetics Of Industrial Yeasts* (Ed, de Winde, H). Springer Verlag Berlin, Heidelberg, pp. 297-330.
- Piano, S, Neyrotti, V., Migheli, Q., Gullino, M.L. 1997. *Characterization Of The Biocontrol Capability Of Metschnikowia pulcherrima Against Postharvest Rot of Apple*. *Postharvest Biol. Technol.* 11,131-140.
- Purwantisari, Susiana dan Rini Budi H. 2009. *Uji Antagonisme Jamur Patogen Phytophthora infestans Penyebab Penyakit Busuk Daun dan Umbi Tanaman Kentang Dengan Menggunakan Trichoderma spp. Isolat Lokal*. Undip : Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi FMIPA.
- Rojas, V., J. V. Gil, F. Pinaga, and P. Manzaners. 2001. *Studies On Acetate Ester Production By Non Saccharomyces Wine Yeast*. *Int. J. Food Microbiological.* 70:283-289.
- Wisniewski, M., Biles, C., Droby, S., McLaughlin, R., Wilson, C & Chalutz, E. 1991. *Mode Of Action Of The Postharvest Biocontrol Yeast, Pichia guilliermondii. Characterization Of Attachment To Botrytis cinerea. Physiological and molecular Plan Pathology* 39, 245-258.

internet

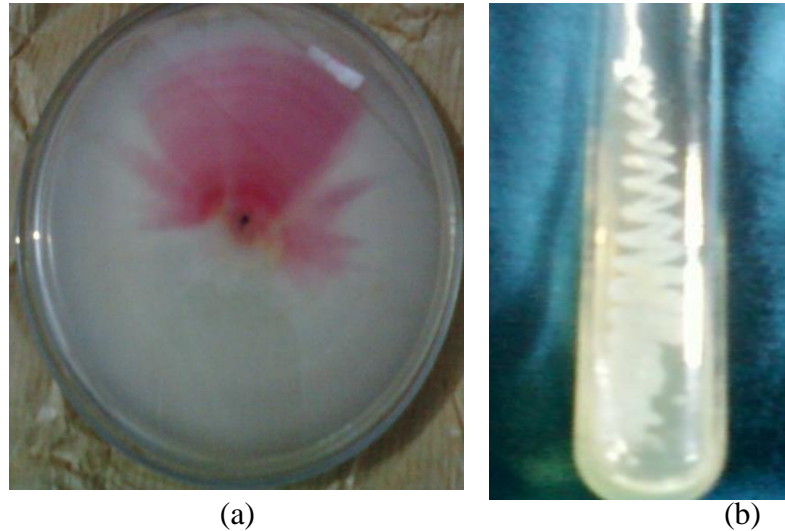
- _____.2011. *Saccharomyces cerevisiae*. http://www.doctorfungus.org/Images/eban/images/init_images).

- _____.2011.*Fusariumoxysporum*.http://www.scientistlive.com/media/images/119429_fullsize.jpg.
- Ditlinhorti.2005.*Pengenalan dan Pengendalian Beberapa OPT Benih Hottikultura*.
[http://www.deptan.go.id/ditlinhorti/buku/bab iv tanaman sayur.html](http://www.deptan.go.id/ditlinhorti/buku/bab_iv_tanaman_sayur.html).
- Irawan, D. (2006). *BERITA BKP SUMUT : Bawang Merah Dan Pestisida*.
http://www.bahanpang.sumutprov.go.id/ardet.php?idx_hotnews=31.
- Istikorini, Y. 2002. *Pengendalian penyakit tumbuhan secara hayati yang ekologis dan berkelanjutan*. http://rudycct.com/PPS702-ipb/05123/yunik_istikorini.htm.
- Jean, michel. 2005. *Saccharomyces cerevisiaes* . [http://www. Inra. Fr/ internet/directions/dic/presse/Communiqués/images/sia2004/saccharomycescerevisiae.jpg](http://www.Inra.Fr/internet/directions/dic/presse/Communiqués/images/sia2004/saccharomycescerevisiae.jpg).
- Nikon. 2004. *Saccharomyces Yeast Cells : Nikon Microscopy . Phase Contrast ImageGallery* .[http// www.microscopyu .com/galleries/phasecontrast/saccharomycescellsmall .html](http://www.microscopyu.com/galleries/phasecontrast/saccharomycescellsmall.html).
- Santoso, Urip. 2010. *Pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) Secara Hayati Yang Ramah Lingkungan dan Berkelanjutan*. <http://uripsantoso.wordpress.com/2010/09/08/pengendalian-organisme-pengganggu-tanaman-opt-secara-hayati-yang-ramah-lingkungan-dan-berkelanjutan/>.
- Setyono, A. B., 2009. *Kajian pestisida terhadap lingkungan dan kesehatan serta alternatif solusinya*.<http://wongtaniku.wordpress.com/2009/04/26/kajian-pestisida-terhadap-lingkungan-dan-kesehatan-serta-alternatif-solusinya/>.

Judul	Latar Belakang	Rumusan Masalah	Tujuan	Variabel	Indikator	Analisis
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);"> Daya Hambat <i>Saccharomyces cerevisiae</i> Terhadap Pertumbuhan Jamur <i>Fusarium oxysporum</i> </p>	<p>Salah satu OPT yang berasal dari kelompok jamur adalah <i>Fusarium oxysporum</i>. Jamur ini merupakan patogen tular tanah atau “soil-borne pathogen” yang sangat umum dijumpai menyerang tanaman hortikultura di Indonesia (Semangun, 2000:555). Layu <i>Fusarium</i> dianggap penyakit yang paling penting pada tanaman pisang di seluruh dunia dan merupakan penyakit yang paling merugikan di daerah tropika (Semangun, 1989). <i>Fusarium oxysporum</i> menyerang jaringan bagian vaskuler dan mengakibatkan kelayuan pada tanaman inangnya dengan cara menghambat aliran air pada jaringan xylem (De Cal <i>et al.</i>,2000).</p> <p>Penggunaan pestisida sintetik yang kurang bijaksana ternyata lebih banyak merugikan manusia dan agroekosistem, misalnya timbulnya OPT yang resisten terhadap senyawa sintetik, terstimulasinya pembentukan baru ras patogen yang lebih virulen, musnahnya musuh alami dan agen antagonis, serta keracunan operator fungisida sintetik membuat permasalahan menjadi kompleks.</p> <p>Tumbuhnya kesadaran konsumen untuk menggunakan produk pertanian yang sehat dan terbebas dari residu bahan kimia, semakin memacu peningkatan penggunaan agensia pengendali hayati di dalam mengatasi masalah penyakit tanaman pertanian. Salah satu spesies yang banyak digunakan sebagai agensia pengendali hayati adalah <i>Saccharomyces cerevisiae</i>.</p> <p><i>Saccharomyces cerevisiae</i> memengaruhi pertumbuhan <i>Penicillium requeforti</i>, suatu mikroba patogen pada simpanan yang menghasilkan beberapa toksin seperti roquefortin, dan yang masih dapat tumbuh pada tekanan oksigen rendah dan suhu rendah (Soesanto, 2008).</p>	<p>a. Adakah daya hambat <i>Saccharomyces cerevisiae</i> terhadap pertumbuhan jamur <i>Fusarium oxysporum</i> ?</p> <p>b. Berapakah besar volume isolate <i>Saccharomyces cerevisiae</i> yang mampu menghambat pertumbuhan jamur <i>Fusarium oxysporum</i> paling optimum?</p> <p>c. Adakah perbedaan penghambatan dari perbedaan serial volume <i>Saccharomyces cerevisiae</i> terhadap pertumbuhan jamur <i>Fusarium oxysporum</i>?</p>	<p>a. Menganalisis adanya daya hambat <i>Saccharomyces cerevisiae</i> terhadap pertumbuhan jamur <i>Fusarium oxysporum</i>.</p> <p>b. Mengetahui besar volume isolat <i>Saccharomyces cerevisiae</i> yang mampu menghambat pertumbuhan jamur <i>Fusarium oxysporum</i> paling optimum?</p> <p>c. Mengetahui perbedaan penghambatan dari perbedaan serial volume <i>Saccharomyces cerevisiae</i> terhadap pertumbuhan jamur <i>Fusarium oxysporum</i>?</p>	<p>a. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah serial volume khamir antagonis <i>Saccharomyces cerevisiae</i>.</p> <p>b. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah persentase hambatan yang menunjukkan terhambatnya pertumbuhan jamur <i>oxysporum</i>.</p> <p>c. Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah pertumbuhan <i>Fusarium oxysporum</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Formulasi Konsentrasi khamir antagonis <i>Saccharomyces cerevisiae</i> • Lebar zona hambatan pada medium agar cawan 	<ul style="list-style-type: none"> • Uji Statistik One-Way ANOV • Uji Duncan

Judul	Latar Belakang	Rumusan Masalah	Tujuan	Variabel	Indikator	Analisis
	<p>Beyagoub <i>et al</i> ., (1996) juga menyampaikan bahwa <i>Saccharomyces cerevisiae</i> mempunyai daya antagonisme terhadap <i>Phytium aphanidermatum</i> penyebab penyakit rebah kecambah yang merupakan mekanisme mikoparasitisme. <i>Fusarium oxysporum</i> dapat memproduksi <i>mycotoxin</i> dalam biji-bijian yang dapat mempengaruhi kesehatan manusia dan hewan jika memasuki rantai makanan. Toksin utama yang diproduksi oleh jamur ini adalah <i>fumonisin</i> dan <i>trichothecenes</i> (Leslie and Summerell, 2006).</p> <p>Pada tahun 2006, Balai Besar Penelitian Veteriner Bogor melakukan penelitian mengenai “Isolat Lokal <i>Saccharomycess cerevisiae</i> sebagai Biokompetitor <i>Aspergillus flavus</i>” yang dilakukan oleh Eni Kusumaningtyas. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa aktivitas biokompetitif terjadi dengan hambatan pertumbuhan <i>Aspergillus flavus</i> oleh <i>Saccharomycess cerevisiae</i>. <i>Saccharomycess cerevisiae</i> juga tumbuh lebih cepat dari pada <i>Aspergillus flavus</i> dalam rentang waktu yang sama.</p>					

LAMPIRAN B. FOTO PENELITIAN



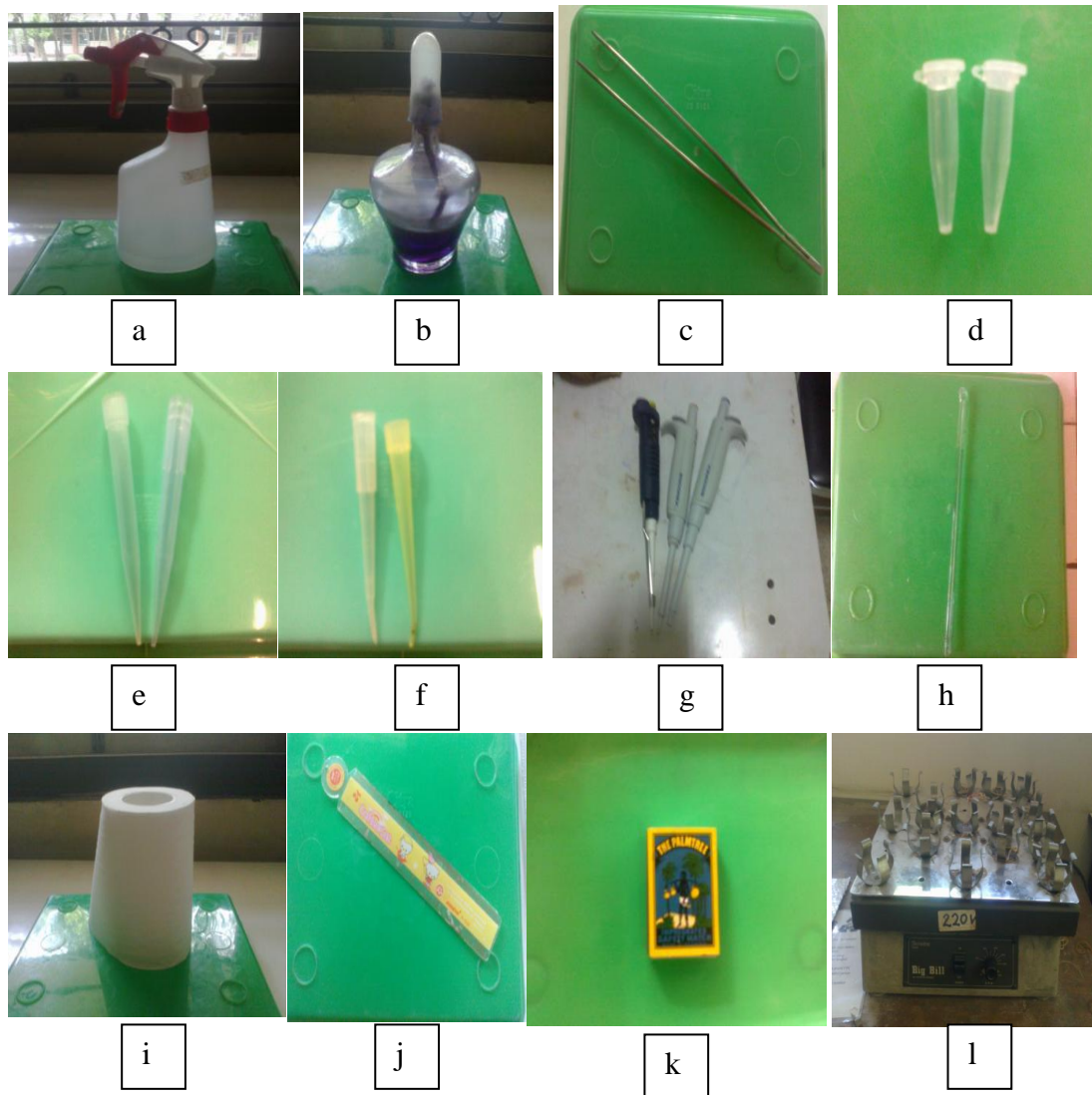
Gambar B.1 Jamur dan khamir penelitian
(a. *Fusarium oxysporum*, b. *Saccharomyces cerevisiae*)



Keterangan:

(a) ruang laminar; (b) lemari es; (c) autoklaf listrik; (d) inkubator; (e) autoklaf kompor; (f) neraca ohaus; (g) colony counter; (h) pemanas; (i) vortex; (j) alat-alat gelas; (k) biakan bakteri; (l) aquade

Gambar B.2 Alat-alat Penelitian



Keterangan:

(a) Penyemprot berisi alkohol 70%; (b) Bunsen; (c) pinset; (d) Evendrop; (e) Tip biru; (f) Tip kuning ; (g) Mikropipet; (h) Spatula; (i)Tisu; (j)penggris; (k) korek api; (l) seker

Gambar B.3 Alat-alat Perlakuan



Keterangan:

(a) Larutan *metilen blue*; (b) pipet tetes; (c) Bunsen; (d) penyemprot aquades; (e) Pipet tetes, (f) Kaca benda

Gambar B.4 Alat dan Bahan Pewarnaan khamir



Gambar B.5 Peneliti melakukan uji antagonisme *Saccharomyces cerevisiae* terhadap pertumbuhan *Fusarium oxysporum*

LAMPIRAN C. DATA KURVA PERTUMBUHAN JAMUR

Fusarium oxysporum

Tabel C.1 Pengukuran pertumbuhan jamur *Fusarium oxysporum* berdasarkan jari-jari koloni yang tumbuh pada media cawan petri.

Hari	Jari-Jari			Rerata jari-jari koloni jamur	Selisih jari-jari koloni jamur
0	0.5	0.5	0.5	0.5	
1	0.6	0.6	0.6	0.6	0.2
2	1.1	1.3	1.2	1.2	0.5
3	1.8	1.5	1.5	1.6	0.9
4	1.5	2.3	2.5	2.1	1.4
5	5.3	4.3	4.8	4.8	1.3
6	5	4.7	4.9	4.7	1.2
7	7	6	8	7	1
8	9	8	7	8	1
9	8.6	8.3	9.5	8.8	0.8
10	11	9	8.5	9.5	0.7
11	10	10.5	11	10.5	0.7

LAMPIRAN D. DATA KURVA PERTUMBUHAN

Saccharomycess cerevisiae

Tabel D.1 Pengukuran pertumbuhan khamir *Saccharomycess cerevisiae* berdasarkan jumlah koloni yang tumbuh pada media PDA cawan.

Jam ke-	Jumlah Bakteri Pada Pengenceran									
	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	10 ⁻⁹	10 ⁻¹⁰
0	TBUD	TBUD	TBUD	16	0	0	0	0		0
2	TBUD	TBUD	TBUD	TBUD	20	0	0	0	0	0
4	TBUD	TBUD	TBUD	TBUD	TBUD	22	0	0	0	0
6	TBUD	TBUD	TBUD	TBUD	TBUD	TBUD	25	0	0	0
8	TBUD	TBUD	TBUD	TBUD	TBUD	TBUD	TBUD	29	0	0
10	TBUD	TBUD	TBUD	TBUD	TBUD	TBUD	TBUD	TBUD	30	0
12	TBUD	TBUD	TBUD	TBUD	TBUD	TBUD	TBUD	TBUD	33	0
14	TBUD	TBUD	TBUD	TBUD	TBUD	TBUD	TBUD	TBUD	TBUD	45
16	TBUD	TBUD	TBUD	TBUD	TBUD	TBUD	TBUD	TBUD	TBUD	35
18	TBUD	TBUD	TBUD	TBUD	TBUD	TBUD	TBUD	TBUD	32	0
20	TBUD	TBUD	TBUD	TBUD	TBUD	TBUD	TBUD	23	0	0

Tabel D.2 Perhitungan jumlah koloni khamir berdasarkan besar pengenceran

Jam ke-	Jumlah koloni	Jumlah koloni bakter $\times 10^{10}$
0	16000000	16
2	200000000	34
4	2200000000	57
6	25000000000	120
8	29000000000	220
10	300000000000	300
12	330000000000	330
14	450000000000	450
16	350000000000	350
18	320000000000	320
20	230000000000	230

LAMPIRAN E. PENGHMBATAN PERTUMBUHAN JAMUR *Fusarium oxysporum* OLEH KHAMIR *Saccharomycess cerevisiae*

Tabel E.1 Luas koloni jamur *Fusarium oxysporum* setelah perlakuan

Volume	Hari ke-4	Hari ke-5	Hari ke-6	Hari ke-7	Hari ke-8	Hari ke-9	Hari ke-10
Kontrol	8,04	12,56	16,61	28,89	30,18	40,69	47,76
Kontrol	10,75	12,56	18,09	27,33	33,17	45,34	52,78
Kontrol	9,62	15,20	19,63	24,62	34,19	42,99	50,24
Mean	9,47	13,44	18,11	24,95	32,51	43	50,26
10µl	6,60	9,62	12,56	15,90	19,63	24,62	24,62
	8,04	9,62	13,20	16,61	20,42	24,62	24,62
	7,54	11,34	14,51	18,85	22,05	25,51	25,51
Mean	6,91	10,19	13,42	17,12	20,17	24,92	24,92
20µl	6,60	10,17	13,20	16,61	21,23	21,23	21,23
	8,04	10,17	13,85	16,61	19,63	22,89	22,89
	7,54	9,62	13,20	15,90	19,63	23,75	23,75
Mean	7,38	9,97	13,42	16,37	20,16	22,62	22,62
30µl	7,07	10,17	13,20	15,90	18,09	18,09	18,09
	7,55	11,34	14,51	18,85	21,23	21,23	21,23
	7,07	10,74	13,85	18,09	22,05	22,05	22,05
Mean	7,55	10,75	13,85	17,61	20,46	20,46	20,46
40µ	6,06	9,62	12,56	16,61	18,09	18,09	18,09
	7,07	10,74	13,85	18,09	18,09	19,63	19,63
	7,55	11,94	15,20	18,85	18,09	20,42	20,42
Mean	6,89	10,77	13,87	17,85	18,09	19,38	19,38
50µl	7,07	10,74	13,20	15,20	15,20	15,20	15,20
	6,15	11,34	14,51	16,61	16,61	16,61	16,61
	7,55	11,34	14,51	18,09	18,09	18,09	18,09
Mean	6,92	11,14	14,07	16,63	16,63	16,63	16,63
60µl	8,04	9,62	13,20	14,51	14,51	14,51	14,51
	7,07	10,74	13,85	15,20	15,20	15,20	15,20
	7,64	8,55	14,51	15,90	15,90	15,90	15,90
Mean	7,58	9,64	13,85	15,20	15,20	15,20	15,20
70µl	6,15	9,07	11,34	12,56	12,50	12,56	12,56
	7,55	8,55	12,56	13,85	13,85	13,85	13,85
	6,60	10,17	11,94	12,56	12,56	12,56	12,56
Mean	6,77	9,26	11,95	12,99	12,99	12,99	12,99

Tabel E.1 Luas koloni jamur *Fusarium oxysporum* setelah perlakuan

Volume	Hari ke-4	Hari ke-5	Hari ke-6	Hari ke-7	Hari ke-8	Hari ke-9	Hari ke-10
80µl	4,52	7,07	9,08	10,17	10,171	10,17	10,17
	5,31	8,04	10,17	11,34	11,34	11,34	11,34
	4,91	8,55	10,75	11,94	11,94	11,94	11,94
Mean	4,91	7,89	10	11,15	11,15	11,15	11,15
90µl	5,31	6,15	7,07	8,04	8,04	8,04	8,04
	5,72	7,07	8,04	8,55	8,55	8,55	8,55
	4,52	6,15	8,04	9,08	9,08	9,08	9,08
Mean	5,18	6,46	7,72	8,57	8,57	8,57	8,57
100µl	3,14	3,80	4,52	5,31	5,31	5,31	5,31
	7,07	5,72	6,15	6,15	6,15	6,15	6,15
	4,52	5,72	6,60	7,07	7,07	7,07	7,07
Mean	4,91	5,08	5,76	6,18	6,18	6,18	6,18

Tabel E.3 Persentase daya hambat *Saccharomyces cerevisiae* Terhadap Pertumbuhan *Fusarium oxysporum* setelah perlakuan

volume	Persentase Daya Hambat (%)						
	DH4	DH5	DH6	DH7	DH8	DH9	DH10
kontrol	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0
Mean	0	0	0	0	0	0	0
10µl	17.91	25.39	26.08	31.03	35.51	43.74	51.67
	38.60	23.41	27.03	32.53	38.44	42.73	51
	21.62	23.41	24.38	30.54	34.96	39.49	48.45
Mean	26.04	24.07	25.83	31.37	42.97	41.99	50.37
20µl	17.91	33.09	29.44	39.22	37.91	47.62	55
	25.21	19.03	27.03	32.53	40.82	46.76	54.44
	21.61	19.03	20.53	30.54	34.96	47.83	55.55
Mean	21.58	23.72	25.67	34.10	37.90	47.40	55
30µl	12.06	25.39	26.08	31.03	35.51	51.37	58.23
	29.77	14.49	23.44	26.52	36	50.62	57.74
	26.51	19.03	20.53	30.54	40.06	55.54	62.12
Mean	22.78	19.64	23.35	29.36	37.19	52.51	59.36
40µl	24.63	21.45	22.57	31.03	47.09	54.96	61.31
	34.23	23.41	23.44	26.52	45.46	54.34	60.93
	21.52	14.49	24.38	27.44	40.06	55.54	62.12
Mean	29.79	19.78	23.46	28.33	44.20	54.95	61.45
50µl	12.06	25.39	26.08	33.81	47.09	60.10	65.73
	42.79	14.49	19.79	32.53	49.92	61.36	66.94
	21.52	9.71	20.53	33.60	49.64	62.64	68.17
Mean	25.46	16.53	22.13	33.31	48.88	61.37	66.95
60µl	25.21	29.34	26.08	41.82	53.50	64.93	69.87
	12.06	31.93	23.44	38.26	54.18	64.64	69.75
	20.58	23.49	20.53	36.61	51.92	64.34	69.62
Mean	19.28	28.25	23.35	38.90	53.20	64.73	69.75
70µl	29.77	33.09	36.02	49.32	59.49	69.45	73.76
	29.63	27.77	34	48.98	62.13	70.78	75
	17.91	31.93	31.73	45.13	58.38	69.34	73.70
Mean	25.77	30.93	33.92	47.81	60	69.86	74.15

Tabel E.4 Persentase daya hambat *Saccharomyces cerevisiae* Terhadap Pertumbuhan *Fusarium oxysporum* setelah perlakuan

volume	Persentase Daya Hambat (%)						
	DH4	DH5	DH6	DH7	DH8	DH9	DH10
80µl	50.60	43.75	45.24	56.31	65.08	73.67	73.38
	48.96	35.99	55.56	53.94	65.81	73.62	77.43
	43.78	43.71	57.44	55.57	66.30	75	78.71
Mean	47.78	41.15	52.75	55.27	65.73	74.10	76.51
90µl	46.79	59.54	59.04	66.78	73.44	79.97	82.80
	44.80	51.04	55.56	65.27	74.22	80.11	82.98
	43.78	43.71	57.44	64.89	73.40	80.24	83.17
Mean	45.15	51.43	57.35	65.65	73.69	80.11	82.98
100µl	34.23	62.37	66.38	74.13	79.32	84.40	86.61
	53.03	54.46	66	75.02	81.50	85.69	87.76
	60.95	69.75	72.79	76.80	82.41	86.95	88.88
Mean	49.40	62.19	68.39	75.32	81.08	85.68	87.75

**LAMPIRAN F. UJI ANOVA DAN DUNCAN 5% PERSENTASE DAYA
HAMBAT KHAMIR *Saccharomyces cerevisiae* TERHADAP
*Fusarium oxysporum***

Tabel F.1 Hasil uji ANOVA serial perbedaan volume antagonis *Saccharomyces cerevisiae* terhadap pertumbuhan *Fusarium oxysporum*

Daya Hambat Hari Ke-	Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	df	Rerata Kuadrat	F.Hitung	Sig.
4	Perlakuan	6262.219	10	626.222	8.508	0,00
	Galat	1619.332	22	73.606		
	Total	2402,93	32			
5	Perlakuan	8933.971	10	893.397	27.961	0,00
	Galat	702.923	22	31.951		
	Total	9636.894	32			
6	Perlakuan	11463.707	10	1146.371	108.299	0,00
	Galat	232.876	22	10.585		
	Total	11696.583	32			
7	Perlakuan	12611.695	10	1261.169	272.825	0,00
	Galat	101.698	22	4.623		
	Total	12713.392	32			
8	Perlakuan	14330.768	10	1433.077	98.569	0,00
	Galat	319.855	22	14.539		
	Total	14650.623	32			
9	Perlakuan	16438.406	10	1643.841	1049.045	0,00
	Galat	34.474	22	1.567		
	Total	16472.879	32			
10	Perlakuan	16742.991	10	1674.299	901.469	0,00
	Galat	40.861	22	1.857		
	Total	16783.852	32			

Tabel F.2 Hasil uji Duncan serial perbedaan volume antagonis *Saccharomyces cerevisiae* terhadap pertumbuhan *Fusarium oxysporum* pada pengamatan hari ke-4 setelah perlakuan

Volume	N	Taraf $\alpha= 0,05$		
		1	2	3
Kontrol	3	0,00	26.0433 21.5767 22.7800 26.7933 25.4567 19.2833 25.7700	47.7800 45.1233 49.4033
10	3			
20	3			
30	3			
40	3			
50	3			
60	3			
70	3			
80	3			
90	3			
100	3			
Sig.				

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Tabel F.3 Uji Duncan serial perbedaan volume antagonis *Saccharomyces cerevisiae* terhadap pertumbuhan *Fusarium oxysporum* pada pengamatan hari ke-5 setelah perlakuan

Volume	N	Taraf $\alpha= 0,05$						
		1	2	3	4	5	6	7
Kontrol	3	0,00	16.5300 19.6367 19.7833 23.7167 24.0700 28.2533 30.9300	19.6367 19.7833 23.7167 24.0700 28.2533 30.9300	23.7167 24.0700 28.2533 30.9300	41.1500	51.4300	62.1933
50	3							
30	3							
40	3							
20	3							
10	3							
60	3							
70	3							
80	3							
90	3							
100	3							
Sig.								

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Tabel F.4 Uji Duncan serial perbedaan volume antagonis *Saccharomycess cerevisiae* terhadap pertumbuhan *Fusarium oxysporum* pada pengamatan hari ke-6 setelah perlakuan

Volume	N	Taraf $\alpha= 0,05$				
		1	2	3	4	5
Kontrol	3	0.00				
50	3		22.1333			
30	3		23.3500			
60	3		23.3500			
40	3		23.4633			
20	3		25.6667			
10	3		25.8300			
70	3			33.9167		
80	3				52.7467	
90	3				57.3467	
100	3					68.3900
Sig.		1.00	0.231	1.000	0.097	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Tabel F.5 Uji Duncan serial perbedaan volume antagonis *Saccharomycess cerevisiae* terhadap pertumbuhan *Fusarium oxysporum* pada pengamatan hari ke-7 setelah perlakuan

Volume	N	Taraf $\alpha= 0,05$							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Kontrol	3	0,00							
40	3		28.3300						
30	3		29.3633						
10	3		31.3667	31.3667					
50	3			33.3133					
20	3			34.0967					
60	3				38.8967				
70	3					47.8100			
80	3						55.2733		
90	3							65.6467	
100	3								75.3167
Sig.		1,00	0.115	0.155	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Tabel F.6 Uji Duncan serial perbedaan volume antagonis *Saccharomyces cerevisiae* terhadap pertumbuhan *Fusarium oxysporum* pada pengamatan hari ke-8 setelah perlakuan

Volume	N	Tarf $\alpha= 0,05$								
		1	2	3	4	5	6	7	8	
Kontr	3	0,00								
ol	3		37.1900							
30	3		37.8967	37.8967						
20	3		42.9700	42.9700	42.9700					
10	3			44.2033	44.2033					
40	3				48.8833	48.8833				
50	3					53.2000				
60	3						60.0000			
70	3						65.7300			
80	3							73.6867		
90	3									
100	3									81.0767
Sig.		1,00	0.092	0.067	0.085	0.179	0.079	1.000		1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Tabel F.7 Uji Duncan serial perbedaan volume antagonis *Saccharomyces cerevisiae* terhadap pertumbuhan *Fusarium oxysporum* pada pengamatan hari ke-9 setelah perlakuan

Vol	N	Taraf $\alpha=0,05$												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
Ktrl	3	0,0												
10	3		41.98 67											
20	3			47.40 33										
30	3				52.51 00									
40	3					54.94 67								
50	3						61.36 67							
60	3							64.63 67						
70	3								69.85 67					
80	3									74.09 67				
90	3										80.10 67			
100	3											85.68 00		
Sig.		1,0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Tabel F.8 Uji Duncan serial perbedaan volume antagonis *Saccharomyces cerevisiae* terhadap pertumbuhan *Fusarium oxysporum* pada pengamatan hari ke-10 setelah perlakuan

Volume	N	Taraf $\alpha=0,05$										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Ktrl	3	0,0										
10	3		50.37 33									
20	3			54.99 67								
30	3				59.3633							
40	3				61.4533							
50	3					66.94 67						
60	3						69.74 67					
70	3							74.15 33				
80	3								76.50 67			
90	3									82.98 33		
100	3										87.75 00	
Sig.		1,0	1.000	1.000	.074	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

LAMPIRAN G

H.1 Lembar Konsultasi Penyusunan Skripsi (Dosen Pembimbing I)



KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN

Jalan Kalimantan III/3 Kampus Bumi Tegal Boto Telp./Fax. 0331-334988 Jember 68121

LEMBAR KONSULTASI PENYUSUNAN SKRIPSI (Dosen Pembimbing I)

Nama : Dhita Agustining
NIM/Angkatan : 070210193022/2007
Jurusan/Program Studi : Pendidikan MIPA/Pendidikan Biologi
Judul Skripsi : Daya Hambat *Saccharomyces cerevisiae* Terhadap
Pertumbuhan Jamur *Fusarium oxysporum*
Dosen Pembimbing I : Prof. Dr. Joko Waluyo, M. Si
Kegiatan Konsultasi :

No.	Hari/Tanggal	Kegiatan	Tanda Tangan Pembimbing
1	Selasa, 8 Maret 2011	Pengajuan Judul	
2	Kamis, 17 Maret 2011	Konsultasi Matriks Penelitian	
3	Senin, 4 April 2011	Penyerahan Bab 1, 2, dan 3	
4	Senin, 18 April 2011	Revisi Bab 1, 2, dan 3	
5	Kamis, 28 April 2011	Revisi Bab 1, 2, dan 3	
6	Senin, 9 Mei 2011	Revisi Bab 1, 2, dan 3	
7	Jum'at, 29 Juli 2011	Konsultasi Uji Pendahuluan	
8	Senin, 15 Agustus 2011	Acc Seminar Proposal	
9	Jum'at, 19 Agustus 2011	Seminar Proposal	
10	Senin, 2 Januari 2012	Konsultasi Hasil Uji Akhir	
11	Senin, 16 Januari 2012	Revisi Bab 1, 2, 3, 4 dan 5	
12	Jum'at, 20 Januari 2012	Revisi bab 4 dan 5	
13	Rabu, 25 Januari 2012	Acc Ujian Skripsi	

Catatan:

1. Lembar ini harus dibawa dan diisi setiap melakukan konsultasi
2. Lembar ini harus dibawa sewaktu seminar proposal skripsi dan ujian skripsi

H.2 Lembar Konsultasi Penyusunan Skripsi (Dosen Pembimbing II)



KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
Jalan Kalimantan III/3 Kampus Bumi Tegal Boto Telp./Fax. 0331-334988 Jember 68121

LEMBAR KONSULTASI PENYUSUNAN SKRIPSI (Dosen Pembimbing II)

Nama : Dhita Agustining
NIM/Angkatan : 070210193022/2007
Jurusan/Program Studi : Pendidikan MIPA/Pendidikan Biologi
Judul Skripsi : Daya Hambat *Saccharomyces cerevisiae* Terhadap
Pertumbuhan Jamur *Fusarium oxysporum*
Dosen Pembimbing II : Dr. Dwi Wahyuni. M. Kes
Kegiatan Konsultasi :

No.	Hari/Tanggal	Kegiatan	Tanda Tangan Pembimbing
1	Rabu, 9 Maret 2011	Pengajuan Judul	
2	Senin, 21 Maret 2011	Konsultasi Matriks Penelitian	
3	Rabu, 6 April 2011	Penyerahan Bab 1, 2, dan 3	
4	Selasa, 19 April 2011	Revisi Bab 1, 2, dan 3	
5	Kamis, 28 April 2011	Revisi Bab 1, 2, dan 3	
6	Rabu, 11 Mei 2011	Revisi Bab 1, 2, dan 3	
7	Jum'at, 29 Juli 2011	Konsultasi Uji Pendahuluan	
8	Jum'at 12 Agustus 2011	Acc Seminar Proposal	
9	Jum'at, 19 Agustus 2011	Seminar Proposal	
10	Rabu, 4 Januari 2012	Konsultasi Hasil Uji Akhir	
11	Senin, 16 Januari 2012	Revisi Bab 1, 2, 3, 4 dan 5	
12	Jum'at, 20 Januari 2012	Revisi bab 4 dan 5	
13	Rabu, 25 Januari 2012	Acc Ujian Skripsi	

Catatan:

1. Lembar ini harus dibawa dan diisi setiap melakukan konsultasi
2. Lembar ini harus dibawa sewaktu seminar proposal skripsi dan ujian skripsi