

**EKSPLORASI KHAMIR DARI RIZOSFER TANAMAN JARAK  
KEPYAR (*Ricinus communis* L.) DAN UJI ANTAGONIS  
TERHADAP *Fusarium oxysporum* f. sp. *ricini***

Oleh

**ASMIDYAH DWI RAHAYU**



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**FAKULTAS PERTANIAN**

**MALANG**

**2016**

**EKSPLORASI KHAMIR DARI RIZOSFER TANAMAN JARAK  
KEPYAR (*Ricinus communis* L.) DAN UJI ANTAGONIS  
TERHADAP *Fusarium oxysporum* f. sp. *ricini***

**OLEH  
ASMIDYAH DWI RAHAYU**

**125040201111019**

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

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh**

**Gelar Sarjana Pertanian Strata Satu (S-1)**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**FAKULTAS PERTANIAN**

**JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN**

**MALANG**

**2016**

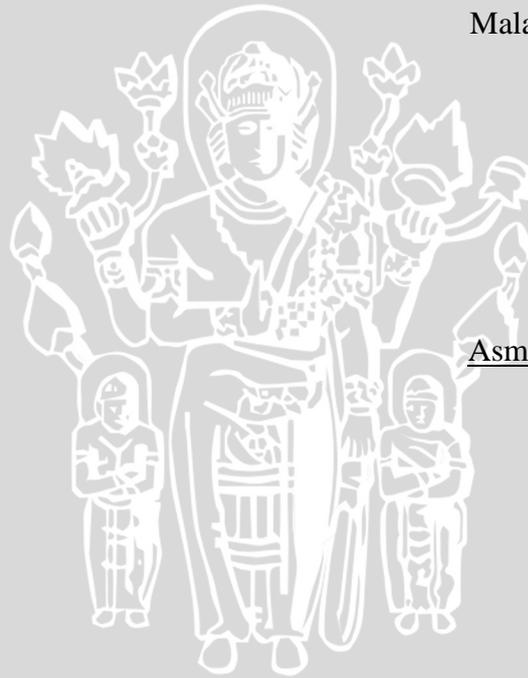
## PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri, dengan bimbingan komisi pembimbing. Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar di perguruan tinggi manapun dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang dengan jelas ditunjukkan rujukannya dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, Agustus 2016

Asmidyah Dwi Rahayu

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



## LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Penelitian : EKSPLORASI KHAMIR DARI RIZOSFER  
TANAMAN JARAK KEPYAR (*Ricinus  
communis* L.) DAN UJI ANTAGONIS  
TERHADAP *Fusarium oxysporum* f. sp. *ricini*

Nama Mahasiswa : ASMIDYAH DWI RAHAYU

NIM : 125040201111019

Jurusan : HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN

Program Studi : AGROEKOTEKNOLOGI

Disetujui

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

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

Antok Wahyu Sektiono, SP., MP.  
NIK. 201304 841014 1 001

Diketahui,  
Ketua Jurusan

Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS.  
NIP. 19551018 198601 2 001

Tanggal Persetujuan :

**LEMBAR PENGESAHAN**

Mengesahkan

**MAJELIS PENGUJI**

Penguji I

Silvi Ikawati, SP., MP., MSc.  
NIK. 201304 861210 2 001

Penguji II

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

Penguji III

Antok Wahyu Sektiono, SP., MP.  
NIK. 201304 841014 1 001

Penguji IV

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

Tanggal Lulus :

# UNIVERSITAS BRAWIJAYA



*Skripsi ini kupersembahkan untuk  
kedua orang tuaku tercinta (Supriadi & Tatik Sujati) dan  
kakakku tersayang Alfian Adi Nugraha  
Dan calon imamku yang masih dirahasiakan Allah*



## RINGKASAN

**ASMIDYAH DWI RAHAYU. 125040201111019. Eksplorasi Khamir dari Rizosfer Tanaman Jarak Kepyar (*Ricinus communis* L.) dan Uji Antagonis terhadap *Fusarium oxysporum* f. sp. *ricini*. Dibawah bimbingan Prof. Ir. Liliek Sulistyowati, Ph.D selaku Pembimbing Utama dan Antok Wahyu Sektiono, SP., MP. selaku Pembimbing Pendamping.**

---

Jarak kepyar (*Ricinus communis* L.) merupakan salah satu tanaman penghasil bahan baku industri. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (2015), produksi jarak kepyar di Indonesia dari tahun 2010 hingga tahun 2014 mengalami penurunan. Pada tahun 2010 produksi jarak kepyar mencapai 170.000 ton dan menurun pada tahun 2014 menjadi 140.000 ton. Produktivitas jarak kepyar di Indonesia rendah dibandingkan dengan negara lain dikarenakan adanya salah satu penyebab yaitu gangguan *Fusarium oxysporum* f. sp. *ricini*. *F. oxysporum* sering dikendalikan dengan menggunakan pestisida sintetis. Penggunaan pestisida sintetis untuk mengendalikan penyakit layu fusarium bisa menyebabkan resistensi sehingga diperlukan pengendalian alternatif yang lebih aman dan ramah lingkungan untuk menghindari dampak negatif dari penggunaan pestisida sintetis. Alternatif pengendalian dengan memanfaatkan potensi khamir pada daerah rizosfer yang berperan dalam perlindungan tanaman yakni sebagai agens pengendali hayati. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan memperoleh jenis khamir yang terdapat pada rizosfer tanaman jarak kepyar serta mengetahui daya antagonismenya terhadap *F. oxysporum* penyebab layu fusarium tanaman jarak kepyar.

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Penyakit, Sub laboratorium Mikologi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya pada Februari sampai dengan Mei 2016. Eksplorasi khamir diambil dari rizosfer tanaman jarak kepyar lahan Jatikerto dan Waingapu, serta uji antagonis khamir yang diperoleh terhadap *F. oxysporum* pada media PDA.

Khamir yang diperoleh dari lahan Jatikerto sebanyak 4 isolat antara lain *Metschnikowia* sp., *Pichia* sp. 1, *Pichia* sp. 2, dan *Candida* sp. Dari lahan Waingapu ditemukan sebanyak 4 isolat antara lain *Zygosaccharomyces* sp., *Hansenula* sp., *Pichia* sp. 3 dan *Cryptococcus* sp. Nilai keanekaragaman khamir rizosfer tanaman jarak kepyar lahan Jatikerto dan Waingapu >3 yakni 4,875 dan 5,011 yang termasuk kategori keanekaragaman tinggi. Nilai dominasi khamir lahan Jatikerto dan Waingapu <0,5 yakni 0,271 dan 0,312 yang termasuk kategori dominasi rendah. Nilai keseragaman khamir lahan Jatikerto dan Waingapu >1 yakni 3,517 dan 3,614 yang termasuk kategori keseragaman tinggi. Hasil uji antagonis tertinggi pada khamir *Pichia* sp. 2 sebesar 45,62% dari lahan Jatikerto dan khamir *Hansenula* sp. sebesar 53,21% dari lahan Waingapu.

## SUMMARY

**ASMIDYAH DWI RAHAYU. 125040201111019. Exploration Yeast of Rhizosphere Castor Plant (*Ricinus communis* L.) and Antagonist Potential *Fusarium oxysporum* f. sp. *ricini*. Supervised by Prof. Ir. Liliek Sulistyowati, Ph.D and Muhammad Antok Wahyu Sektiono, SP., MP.**

---

Castor (*Ricinus communis* L.) is one of plant that produce industrial raw materials. Based on Central Bureau of Statistics (2015) data, the production of castor in Indonesia from 2010 to 2014 was decrease. In 2010, the production of castor reached 170,000 tons and decreased in 2014 to 140,000 tons. Productivity castor in Indonesia is low compared to other countries due to one cause is that disruption of *Fusarium oxysporum* f. sp. *ricini*. *F. oxysporum* often controlled using synthetic pesticides. Using synthetic pesticides to control fusarium wilt can lead to resistance so it required control safer alternative and environmentally friendly to avoid the negative impact of the use of synthetic pesticides. Alternative restraint use yeast potency in castor plant's rhizosphere which plays role as protection plant in biological control. This research aims to know and obtain a type of yeast in castor plant's rhizosphere in Jatikerto and Waingapu and the potential of antagonism to *F. oxysporum* as the cause of withered in castor plant's fusarium.

This research was conducted at the Laboratory of Diseases, Mycology Laboratory Sub, Department of Plant Pests and Diseases, Faculty of Agriculture, Brawijaya University on February until May 2016. Exploration of yeast was taken on castor plant's rhizosphere in Jatikerto land and Waingapu, and testing of yeast antagonistic that obtained to *F. oxysporum* on PDA.

Yeast which was obtained from Jatikerto land was 4 isolates, they were *Metshnikowia* sp., *Pichia* sp. 1, *Pichia* sp. 2, and *Candida* sp. Yeast which was obtained in Waingapu was 4 isolates, they were *Zygosaccharomyces* sp., *Hansenula* sp., *Pichia* sp. 3, and *Cryptococcus* sp. The value of diversity of yeast on castor plant's rhizosphere in Jatikerto land and Waingapu were >3, were that 4,875 and 5,011. The value of diversity of yeast in Jatikerto land and Waingapu were <5 were that 0,271 and 0,312. The value of diversity of yeast from Jatikerto land and Waingapu were grouped into high uniformity (>1), were that 3,517 and 3,614. The result of highest antagonist test on *Pichia* sp. 2 yeast were 45,62% from Jatikerto land and *Hansenula* sp. yeast were 53,21% from Waingapu land.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang dengan rahmat dan hidayah-Nya telah menuntun penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Eksplorasi Khamir dari Rizosfer Tanaman Jarak Kepyar (*Ricinus communis* L.) dan Uji Antagonis terhadap *Fusarium oxysporum* f. sp. *ricini* “.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya, kepada Prof. Ir. Liliek Sulistyowati, Ph.D. dan Muhammad Akhid Syib’li, SP., MP. serta Antok Wahyu Sektiono, SP., MP, selaku dosen pembimbing atas segala kesabaran, nasihat, arahan dan bimbingannya kepada penulis. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Dr. Anton Muhibuddin, SP., MP. dan Silvi Ikawati, SP., MP., MSc. selaku penguji atas nasihat, arahan dan bimbingan kepada penulis. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Ketua Jurusan Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS. serta seluruh dosen, karyawan, laboran dari Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya yang telah memberikan ilmu pengetahuan yang bermanfaat bagi penulis.

Penghargaan yang tulus penulis berikan kepada kedua orang tua dan kakak atas doa, cinta, kasih sayang, pengertian dan dukungan yang diberikan kepada penulis. Juga kepada rekan-rekan HPT khususnya angkatan 2012 atas bantuan, dukungan dan kebersamaan selama ini.

Penulis berharap semoga hasil penelitian ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak dan memberikan sumbangan pemikiran dalam kemajuan ilmu pengetahuan.

Malang, Agustus 2016

Penulis

## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Magetan pada tanggal 31 Mei 1993 sebagai putri kedua dari dua bersaudara dari Bapak Supriadi dan Ibu Tatik Sujati.

Penulis menempuh pendidikan dasar di SD Negeri Milangasri 1 Magetan pada tahun 2000 sampai tahun 2006, kemudian penulis melanjutkan ke SMP Negeri 1 Magetan pada tahun 2006 dan selesai pada tahun 2009. Setelah selesai menempuh pendidikan SMP, penulis melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 1 Magetan pada tahun 2009 sampai tahun 2012. Pada tahun 2012 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Strata-1 (S-1) Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang, Jawa Timur, melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN) Undangan.

Selama menjadi mahasiswa penulis pernah memperoleh beasiswa PPA pada tahun akademik 2013/2014. Penulis pernah menjadi asisten praktikum Mata Kuliah Manajemen Agroekosistem pada tahun akademik 2014/2015. Penulis pernah aktif dalam kepanitiaan PROTEKSI (Pekan Orientasi Terpadu Keprofesional) pada tahun 2015. Penulis pernah melakukan kegiatan magang kerja selama tiga bulan dari bulan Juli hingga Oktober 2015 di PTPN XII Kebun Tretes, Ngawi.

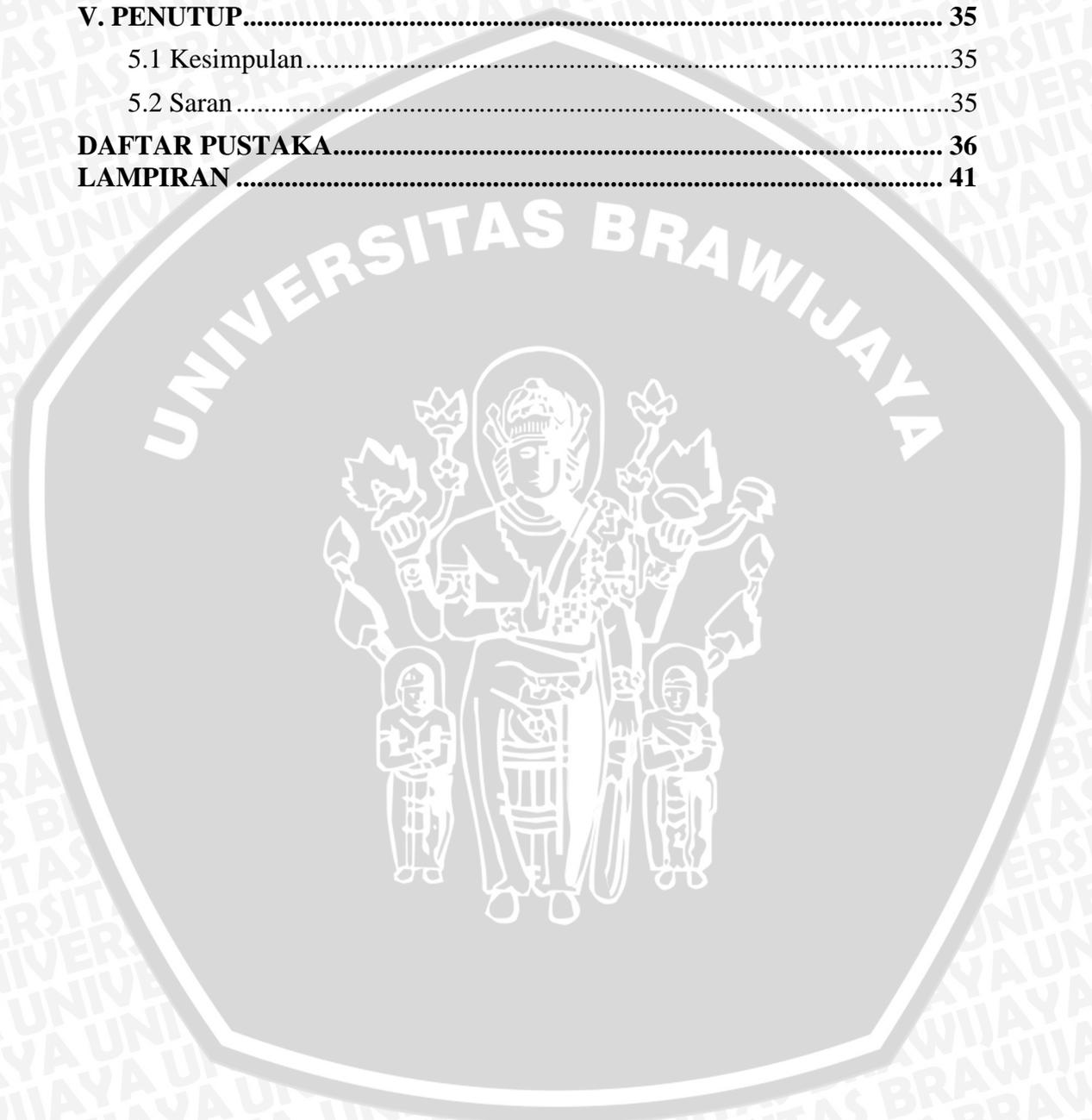


DAFTAR ISI

	Halaman
<b>RINGKASAN</b> .....	<b>i</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>ii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>iii</b>
<b>RIWAYAT HIDUP</b> .....	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>v</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>viii</b>
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	2
1.3 Hipotesis .....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>3</b>
2.1 Khamir .....	3
2.1.1 Definisi Khamir .....	3
2.1.2 Morfologi Khamir .....	3
2.1.3 Taksonomi, Ekologi dan Peran Khamir di Alam .....	4
2.1.4 Mekanisme Antagonis Khamir.....	5
2.2 Tanaman Jarak Kepyar ( <i>Ricinus communis</i> L.).....	6
2.3 <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>ricini</i> .....	7
2.3.1 Klasifikasi <i>F. oxysporum</i> .....	7
2.3.2 Morfologi <i>F. oxysporum</i> .....	7
2.3.3 Gejala Penyakit.....	8
2.3.4 Pertumbuhan <i>F. oxysporum</i> .....	9
2.3.5 Siklus Hidup Jamur <i>F. oxysporum</i> .....	10
2.3.6 Faktor-Faktor Pertumbuhan <i>F. oxysporum</i> .....	10
2.4 Pengendalian Hayati .....	11
<b>III. METODE PENELITIAN</b> .....	<b>12</b>
3.1 Tempat dan Waktu .....	12
3.2 Alat dan Bahan .....	12
3.3 Metode Penelitian .....	12
3.4 Variabel pengamatan .....	16
3.5 Analisis data .....	17
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>18</b>



4.1 Kondisi Lahan.....	18
4.2 Perbanyak dan Identifikasi Patogen <i>F. oxysporum</i> .....	18
4.3 Isolasi dan Identifikasi Khamir .....	20
4.4 Analisis Data Khamir .....	28
4.5 Uji Antagonis Khamir terhadap <i>F. oxysporum</i> Secara <i>In-Vitro</i> .....	31
<b>V. PENUTUP</b> .....	<b>35</b>
5.1 Kesimpulan.....	35
5.2 Saran .....	35
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>36</b>
<b>LAMPIRAN</b> .....	<b>41</b>



**DAFTAR TABEL**

Nomor	Teks	Halaman
1.	Kriteria Indeks Keanekaragaman .....	16
2.	Kriteria Indeks Dominasi .....	16
3.	Kriteria Indeks Keseragaman .....	17
4.	Khamir yang ditemukan dari rizosfer tanaman jarak kepyar .....	20
5.	Hasil Perhitungan Indeks Keanekaragaman, Indeks Dominasi, Indeks Keseragaman .....	28
6.	Persentase rerata hambatan khamir selama 7 hari pengamatan .....	32

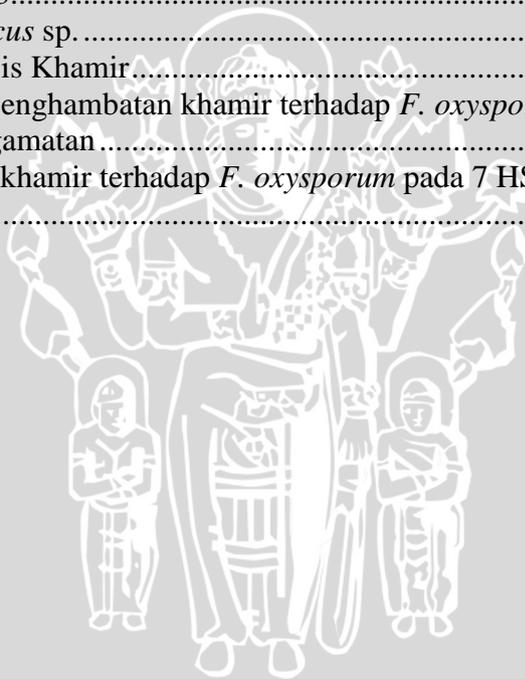
**LAMPIRAN**

Nomor	Teks	Halaman
1.	Analisis Ragam Persentase Penghambatan Khamir terhadap Pertumbuhan Patogen <i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>ricini</i> pada 2 HSI.....	41
2.	Analisis Ragam Persentase Penghambatan Khamir terhadap Pertumbuhan Patogen <i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>ricini</i> pada 3 HSI.....	41
3.	Analisis Ragam Persentase Penghambatan Khamir terhadap Pertumbuhan Patogen <i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>ricini</i> pada 4 HSI.....	41
4.	Analisis Ragam Persentase Penghambatan Khamir terhadap Pertumbuhan Patogen <i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>ricini</i> pada 5 HSI.....	41
5.	Analisis Ragam Persentase Penghambatan Khamir terhadap Pertumbuhan Patogen <i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>ricini</i> pada 6 HSI.....	41
6.	Analisis Ragam Persentase Penghambatan Khamir terhadap Pertumbuhan Patogen <i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>ricini</i> pada 7 HSI.....	42
7.	Analisa Keragaman Khamir Tanah Jatikerto .....	42
8.	Analisa Keragaman Khamir Tanah Waingapu.....	42
9.	Analisis Tanah Jatikerto dan Waingapu .....	43



## DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Bentuk sel khamir .....	4
2.	Tanaman Jarak Keyar ( <i>R. communis</i> L.).....	7
3.	Morfologi <i>F. oxysporum</i> .....	8
4.	Metode isolasi khamir dari rizosfer tanaman jarak keyar dengan pengenceran $10^{-3}$ , $10^{-4}$ , $10^{-5}$ dan proses inkubasi selama 3 hari .....	14
5.	Uji antagonis khamir terhadap <i>F. oxysporum</i> pada media PDA.....	15
6.	Biakan murni patogen <i>F. oxysporum</i> .....	19
7.	Khamir <i>Metschnikowia</i> sp.....	21
8.	Khamir <i>Pichia</i> sp. 1.....	22
9.	Khamir <i>Pichia</i> sp. 2.....	23
10.	Khamir <i>Candida</i> sp. ....	24
11.	Khamir <i>Zygosaccharomyces</i> sp.....	25
12.	Khamir <i>Hansenula</i> sp.....	26
13.	Khamir <i>Pichia</i> sp. 3.....	27
14.	Khamir <i>Cryptococcus</i> sp. ....	28
15.	Nilai Indeks Analisis Khamir.....	30
16.	Rerata persentase penghambatan khamir terhadap <i>F. oxysporum</i> selama 7 hari pengamatan .....	31
17.	Hasil uji antagonis khamir terhadap <i>F. oxysporum</i> pada 7 HSI secara in-vitro.....	33



## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Jarak kepyar (*Ricinus communis* L.) merupakan salah satu tanaman penghasil bahan baku industri. Tanaman jarak kepyar dimanfaatkan sebagai bahan cat, vernis, pelapis, kosmetik, plastik, tekstil serat sintetis, pelumas dan minyak rem dari industri otomotif. Produktivitas jarak kepyar di Indonesia tergolong rendah dibandingkan produktivitas jarak kepyar negara lain. Negara produsen jarak kepyar di dunia yaitu India, Brazil, Uni Soviet dan China. India adalah pemimpin produktivitas tanaman jarak kepyar dunia dengan produksi 2.200.000 ton (Patil, 2014). Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (2015), produksi jarak kepyar dari tahun 2010 hingga tahun 2014 mengalami penurunan. Pada tahun 2010 produksi jarak kepyar mencapai 170.000 ton, dan menurun pada tahun 2014 menjadi 140.000 ton.

Produktivitas jarak kepyar di Indonesia tergolong lebih rendah dibandingkan dengan negara lain, hal ini disebabkan oleh pengaruh faktor biotik maupun abiotik. Salah satu gangguan akibat faktor biotik adalah adanya penyakit layu fusarium yang disebabkan oleh *Fusarium oxysporum* f. sp. *ricini*. Penyakit layu fusarium menyerang seluruh bagian tanaman mulai dari akar hingga jaringan tanaman sehingga menyebabkan kehilangan hasil signifikan. Pernah dilaporkan bahwa kerugian yang disebabkan oleh penyakit layu fusarium mencapai 77% dari produktivitas (Pushpavathi *et al.*, 1998). Kerugian akibat layu antara 10-40% dari hasil panen (Lakshminarayana dan Raof, 2006).

Saat ini penyakit layu fusarium lebih sering dikendalikan dengan menggunakan fungisida sintetis. Pengendalian penyakit dengan mengaplikasikan fungisida sintetis ke dalam tanah hanya dapat menekan penyakit layu fusarium untuk beberapa bulan saja (Alabouvette *et al.*, 1996). Pengendalian pestisida sintetis berlebihan menimbulkan dampak buruk bagi kesehatan dan lingkungan. Untuk menghindari dampak negatif dari penggunaan pestisida sintetis dalam jangka waktu panjang maka diperlukan pengendalian alternatif yang lebih aman dan ramah lingkungan. Salah satu alternatif pengendalian patogen ialah menggunakan agens hayati, seperti pemanfaatan mikroba antagonis berupa khamir yang berada pada rizosfer tanaman jarak kepyar yang berasal dari Jatikerto

dan Waingapu. Jatikerto dan Waingapu merupakan daerah sentra produksi tanaman jarak kepyar di Indonesia, kedua daerah tersebut tergolong daerah yang panas sehingga cocok untuk ditanami tanaman jarak kepyar.

Khamir adalah mikroba antagonis golongan fungi, uniseluler eukariotik yang bersifat saprofit atau parasit serta memiliki antimikroba dan lebih bisa tahan terhadap stress lingkungan (Widiastuti *et al.*, 2014). Pernah dilaporkan bahwa khamir *Saccharomyces cerevisiae* mempunyai daya antagonisme terhadap *Phytium aphanidermatum* penyebab penyakit rebah kecambah yang merupakan mekanisme mikoparasitisme (Begayoub *et al.*, 1996). Pengendalian dengan menggunakan agens hayati diakui mempunyai nilai positif dibanding pengendalian dengan menggunakan fungisida sintetik.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keanekaragaman dan pengaruh khamir untuk menekan pertumbuhan *F. oxysporum* secara *in-vitro* di Jatikerto dan Waingapu.

### 1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini yaitu:

1. Mengetahui jenis khamir yang terdapat pada rizosfer tanaman jarak kepyar yang berpotensi sebagai agen antagonis.
2. Menguji daya antagonis dari khamir hasil isolasi dari rizosfer tanaman jarak kepyar terhadap *F. oxysporum*.

### 1.3 Hipotesis

Terdapat isolat khamir pada rizosfer tanaman jarak kepyar yang berpotensi antagonis dalam mengendalikan *F. oxysporum*.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dalam upaya pengendalian hayati yang ramah lingkungan dengan memanfaatkan potensi dari khamir antagonis.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Khamir

#### 2.1.1 Definisi Khamir

Khamir merupakan fungi uniseluler eukariotik mikroskopik dan adaptif terhadap stress lingkungan yang berpotensi sebagai antagonis tanaman (Widiastuti *et al.*, 2014). Beberapa spesies khamir yang dapat digunakan untuk mengendalikan patogen berasal dari komoditas hortikultura yaitu buah-buahan dan sayur-mayur (Mari dan Guizzardi, 1998). Beberapa generasi ada yang membentuk miselium dengan percabangan (Pelczar, 2005). Beberapa khamir tidak memproduksi spora sehingga disebut asporogenous, dan digolongkan ke dalam fungi imperfekti. Ada pula khamir yang memproduksi spora, khamir ini disebut sporogenous dan digolongkan ke dalam kelas Ascomycetes dan Basidiomycetes (Sarles *et.al.*, 1956).

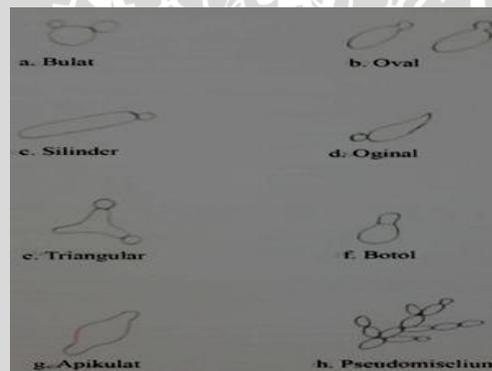
Khamir dapat bereproduksi secara aseksual dan seksual. Secara aseksual dengan cara pembelahan sel sederhana atau dengan cara pelepasan “sel tunas” dari sel induk. Sedangkan secara seksual, dengan cara membentuk aski atau basidia, dan dikelompokkan ke dalam Askomikota atau Basidiomikota. Beberapa jamur, terutama khamir, tidak membentuk miselium tetapi tumbuh sebagai sel individu yang berkembang dengan tunas atau pada spesies tertentu dengan cara pembelahan (Rogers, 2011).

#### 2.1.2 Morfologi Khamir

Sel khamir mempunyai ukuran yang bervariasi, yaitu dengan panjang 1-5  $\mu\text{m}$  sampai 20-50  $\mu\text{m}$  dan lebar 1-10  $\mu\text{m}$  (Pelczar, 2005). Khamir memiliki ukuran panjang sel berkisar 2-3  $\mu\text{m}$  sampai 20-50  $\mu\text{m}$  dan memiliki lebar sel 1-10  $\mu\text{m}$ , tidak berflagel, reproduksi secara aseksual yaitu dengan cara *budding* atau *fussion*, atau dapat memproduksi beberapa jenis konidia yang disebut *stalked conidia*, *blastoconidia*, atau *athroconidia* (Kavanagh, 2005). Khamir adalah fungi uniseluler yang bersifat mikroskopik. Sel khamir mempunyai ukuran yang bervariasi, yaitu dengan panjang 1-5  $\mu\text{m}$  sampai 20  $\mu\text{m}$  dan lebar 1-10  $\mu\text{m}$ . Bentuk sel khamir bermacam-macam yaitu bulat, oval, silinder atau batang, ogival yaitu bulat panjang dengan salah satu ujung runcing, segitiga melengkung

(triangular), bentuk botol, bentuk apikulat atau lemon, membentuk pseudomiselium dan sebagainya (Gambar 1) (Fardiaz, 1985).

Khamir merupakan fungi uniselular tanpa miselium, hanya merupakan sel tunggal. Beberapa khamir berbentuk sferoidal, elip, berbentuk lemon, atau silinder. Reproduksi aseksualnya dengan bertunas atau berfusi (Sarles *et al.*, 1956). Sel vegetatif yang berbentuk apikulat atau lemon merupakan karakteristik khamir yang ditemukan pada tahap awal fermentasi alami buah-buahan dan bahan lain yang mengandung gula, misalnya *Hanseniaspora* dan *Kloeckera*. Bentuk ogival adalah bentuk memanjang di mana salah satu ujung bulat dan ujung yang lainnya runcing. Bentuk ini merupakan karakteristik dari khamir yang disebut *Brettanomyces*. Khamir yang berbentuk bulat misalnya *Debaryomyces*, berbentuk oval misalnya *Saccharomyces*, dan yang berbentuk triangular misalnya *Trygonopsis*.



Gambar 1. Bentuk sel khamir (Ohya *et al.*, 2005)

### 2.1.3 Taksonomi, Ekologi dan Peran Khamir di Alam

Khamir ditemukan di seluruh dunia yaitu di dalam tanah dan di permukaan tanaman dan sangat melimpah pada media yang mengandung gula seperti nektar bunga dan buah-buahan. Terdapat ratusan varietas khamir Ascomycetes. Khamir memiliki habitat yang luas, mencakup daratan, perairan dan udara (Rogers, 2011).

Di alam, khamir dapat hidup sebagai saprofit yang berperan penting dalam siklus biogeokimia pada ekosistem. Selain sebagai saprofit, khamir dapat hidup sebagai epifit, endofit maupun parasit. Sifat mikroorganisme antagonis yaitu memiliki pertumbuhan yang lebih cepat dibanding dengan pertumbuhan patogen, dan mikroorganisme antagonis dapat menghasilkan senyawa antibiotik yang dapat

menghambat pertumbuhan patogen (Avis dan Belanger, 2002). Khamir memiliki kelebihan dari mikroba antagonis lainnya yaitu pada umumnya khamir tidak menghasilkan spora alergenik atau mitotoksin (Droby dan Chalutz, 1994). Selain itu, khamir dapat hidup dan bertahan terhadap kekeringan dan cahaya matahari (Fonseca dan Inacio, 2006).

#### 2.1.4 Mekanisme Antagonis Khamir

Mekanisme antagonisme khamir antara lain kompetisi ruang dan nutrisi, antibiosis, parasitisme dan predasi (Hagagg dan Mohamed, 2007). Khamir hidupnya sebagian ada yang saprofit dan ada beberapa yang parasitik (Pelczar, 2005). Mekanisme kompetisi ruang dan nutrisi terjadi apabila khamir berusaha memperoleh ruang dan nutrisi yang terbatas ketika ditumbuhkan bersama patogen (Janisiewicz dan Korsen, 2002). Keberhasilan kompetisi ditunjukkan melalui pertumbuhan sel serta kolonisasi khamir antagonis yang lebih cepat atau sejumlah molekul organik hasil metabolisme khamir yang lebih banyak dibandingkan dengan jamur patogen (Morricca dan Ragazzi, 2008).

Mekanisme antibiosis oleh khamir melibatkan penggunaan senyawa metabolit sekunder atau senyawa toksik seperti enzim pelisis, senyawa *volatile*, *siderophores* atau senyawa toksik lainnya (Hagagg dan Mohamed, 2007). Terbentuknya senyawa metabolit sekunder tersebut dapat menyebabkan fungistatik, lisis dinding sel, atau nekrotik, sehingga pertumbuhan jamur patogen menjadi terhambat. Kemampuan khamir dalam menekan kejadian penyakit diduga karena khamir mampu menghasilkan enzim yang berpotensi menghambat, menekan dan mampu merangsang beberapa jenis respon pertahanan inang. Enzim tersebut mampu mendegradasi dinding sel patogen.

Mekanisme parasitisme terjadi melalui kontak langsung antara sel khamir dengan kapang. Sel khamir memanfaatkan kapang sebagai inang yang merupakan habitat dan sumber nutrisi untuk melakukan pertumbuhan (Sharma *et al.*, 2009). Sedangkan mekanisme predasi terjadi melalui kontak langsung atau melalui struktur hifa atau spora sehingga mengganggu viabilitas jamur patogen (Morricca dan Ragazzi, 2008).

## 2.2 Tanaman Jarak Kepyar (*Ricinus communis* L.)

Jarak kepyar tumbuh liar di hutan, semak-semak, tanah kosong dataran rendah sampai 800 meter di atas permukaan laut, atau di sepanjang pantai. Sekarang banyak dibudidayakan sebagai salah satu komoditas perkebunan. Dapat tumbuh di daerah yang kurang subur, pH tanah sekitar 6-7 dan drainase cukup baik karena akar tumbuhan jarak cepat busuk dalam air yang tergenang atau dalam tanah yang banyak mengandung air (Sinaga, 2005).

Tanaman jarak kepyar (*R. communis* L.) berasal dari Ethiopia. Budidaya jarak pertama kali dipelopori oleh bangsa Portugis dan Spanyol. Oleh bangsa Portugis dan Spanyol jarak dikenal dengan nama “Agno Casto” dan “Agno Castor” oleh bangsa Inggris. Dalam bahasa latin jarak disebut *Ricinus* yang artinya serangga, karena bentuk biji jarak kepyar berbintik-bintik menyerupai serangga (Cahyo, 2008).

Tanaman jarak kepyar dalam tata nama (taksonomi) tumbuhan diklasifikasikan sebagai berikut (Plantamor, 2008) yaitu Kingdom Plantae, Sub kingdom Tracheobionta, Super divisi Spermatophyta, Divisi Magnoliophyta, Kelas Magnoliopsida, Sub kelas Rosidae, Ordo Euphorbiales, Famili Euphobiaceae, Genus *Ricinus*, Spesies *Ricinus communis* L.

Jarak merupakan perdu berbatang tegak, tinggi 1-5 meter. Tanaman jarak kepyar berkembang sangat cepat, tidak bergantung pada musim, dan dapat berkembang biak dalam waktu singkat melalui biji-bijinya yang tanggal dan tersebar dengan sendirinya. Batang jarak kepyar berkayu, bulat licin, berongga, berbuku-buku dengan tanda bekas tangkai daun yang lepas, berwarna hijau dengan semburat merah tua (Gambar 2) (Firdaus, 2006).

Daun dari tanaman *R. communis* L. adalah daun tidak lengkap. Tangkai daun jarak kepyar bulat berongga. Daun jarak kepyar menjari dan bangun daun bulat. Bentuk daun memanjang. Bagian tepi daun bergerigi dan warna daun coklat hijau (Manuel, 2005).

Bunga jarak kepyar merupakan bunga majemuk berbentuk tandan. Berwarna kuning, berkelamin satu. Benang sari banyak, tangkai putik sangat pendek berbentuk benang berwarna merah atau merah muda. Buah jarak kepyar berupa buah kotak berbentuk bulat agak lonjong berlekuk tiga, berkumpul dalam

tandan. Buah jarak kepyar berduri lunak, berwarna hijau muda, dengan rambut berwarna merah. Biji keras, lonjong, berwarna coklat berbintik hitam (Sinaga, 2005).

Tanaman jarak kepyar atau *R. communis* termasuk satu famili dengan jarak pagar atau *Jatropha curcas* yaitu tergolong famili Euphorbiaceae. Khusus spesies *R. communis* terdiri dari beberapa varietas yaitu: 1) varietas berumur genjah (pendek): TRC 15A dan TRC 37A, 2) varietas berumur tengahan: CWD 236, CWD 244, dan CWD 259, 3) varietas berumur dalam: IS I dan IS II.



Gambar 2. Tanaman Jarak Kepyar (*R. communis* L.) (Rumape, 2013)

### 2.3 *Fusarium oxysporum* f. sp. *ricini*

#### 2.3.1 Klasifikasi *F. oxysporum*

Tata nama patogen penyebab layu fusarium yaitu, Kingdom Mycota, Phylum Deuteromycota, Kelas Deuteromycetes, Ordo Moniliales, Famili Tuberculariaceae, Genus *Fusarium*, Spesies *Fusarium oxysporum* (Sastrahidayat, 2009).

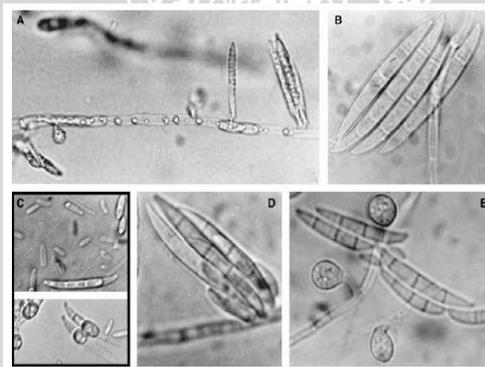
#### 2.3.2 Morfologi *F. oxysporum*

*F. 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  $\mu\text{m}$ , cabang-cabang samping biasanya bersel satu, panjang sampai 14  $\mu\text{m}$ , konidium terbentuk pada ujung cabang utama dan pada cabang samping. Pada miselium yang lebih tua terbentuk klamidiospora. Jamur ini membentuk banyak mikrokonidium bersel satu atau dua, tidak berwarna (hialin), lonjong atau bulat

telur,  $6-15 \times 2,5-4 \mu\text{m}$ . Makrokonidium lebih jarang terdapat, berbentuk sabit, bertangkai kecil, tidak berwarna, kebanyakan bersekat dua atau tiga, berukuran  $25-33 \times 3,5-5,5 \mu\text{m}$  (Semangun, 2001).

Klamidospora bersel satu, jorong atau bulat, berukuran  $7-13 \times 7-8 \mu\text{m}$ , terbentuk di tengah hifa atau pada makrokonidium dan seringkali berpasangan (Semangun, 2001). Mikrokonidium banyak dijumpai di dalam jaringan tanaman yang terinfeksi, sedangkan makrokonidium umumnya banyak dijumpai di permukaan tanaman yang mati karena infeksi *F. oxysporum* (Agrios, 2000).

Klamidospora dihasilkan apabila keadaan lingkungan tidak sesuai bagi patogen dan berfungsi untuk mempertahankan kelangsungan hidup patogen (Sastrahidayat, 1990). Konidia mempunyai ukuran 3-5 septa dan sel apikal yang tipis serta sel dasarnya yang berbentuk kaki. Klamidosporanya dapat berbentuk tunggal atau berpasangan (Ploetz, 1994).



Gambar 3. Morfologi *F. oxysporum*. A: hifa, makrokonidia, mikrokonidia, klamidospora. B: Makrokonidia. C: Makrokonidia, mikrokonidia, dan klamidospora. D: Makrokonidia. E: Makrokonidia dan klamidospora (Wanatabe, 2002)

### 2.3.3 Gejala Penyakit

Gejala *F. oxysporum* yaitu tulang-tulang daun memucat dan tangkai merunduk. Gejala bisa muncul pada waktu kondisi yang menguntungkan. Daun menguning, pertama kali muncul pada daun tua, biasanya daun sebelah bawah. Selanjutnya daun layu dan mati, dan gejala berlanjut ke daun muda. Satu persatu cabang-cabang mulai terinfeksi. Dalam beberapa minggu penyakit berkembang cepat, pencoklatan pada berkas pembuluh dapat dilihat pada pangkal batang. Keseluruhan tanaman akhirnya terinfeksi, dan biasanya kejadian ini menjadikan

layu keseluruhan pada tanaman, hingga akhirnya mati, dan batang kering seperti kayu (Walker, 1952).

Pada tanaman yang masih muda, penyakit dapat menyebabkan matinya tanaman secara mendadak, karena pada pangkal terjadi kerusakan atau kanker yang melingkar. Sedangkan pada tanaman dewasa yang terinfeksi sering dapat bertahan terus dan membentuk buah, tetapi hasilnya sangat sedikit dan buahnya pun kecil-kecil (Semangun, 2007).

#### 2.3.4 Pertumbuhan *F. oxysporum*

Jamur *F. oxysporum* dapat bertahan hidup di dalam tanah bahkan sampai kedalaman 30 cm. Jamur *F. oxysporum* seringkali dikategorikan sebagai fungi penghuni tanah (*soil inhabitant*) dan memiliki sifat sebagai parasit fakultatif. Sifat yang demikian menunjukkan *F. oxysporum* memiliki daya saprofit yang tinggi dan dapat hidup di dalam tanah dalam waktu yang lama, kurang lebih hingga satu tahun. Hal ini menyebabkan usaha pengendalian dengan cara pergiliran tanaman tidak efektif, patogen tetap hidup di dalam tanah. Struktur fungi *F. 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. Jamur *F. oxysporum* berkembang pada suhu tanah 21-33°C, dengan suhu optimum adalah 25-28°C. Pada kondisi kadar air yang tinggi menyebabkan penyakit berkembang pesat, jamur *F. oxysporum* dapat hidup pada pH tanah yang luas variansinya (Semangun, 2001). Serangan berat terjadi pada tanah yang kaya nitrogen tetapi miskin kalium.

Jamur *F. oxysporum* menyerang jaringan korteks sehingga mengakibatkan tanaman yang terinfeksi lebih cepat kehilangan air dibandingkan 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).

### 2.3.5 Siklus Hidup Jamur *F. oxysporum*

Perakaran tanaman sehat terletak di dekat tanaman sakit sehingga tertular spora *F. oxysporum* (Semangun, 2000). 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 (Muharam *et al.*, 1992). Di dalam tanah yang terinfeksi, jamur bertahan dalam bentuk miselium atau dalam semua bentuk konidium (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 kladiospora sampai adanya rangsangan untuk berkecambah yang berasal dari jaringan tanaman segar yang belum terkolonisasi cendawan patogen atau ekskresi akar (Semangun, 2001). Patogen penyebab penyakit layu fusarium 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.

Di dalam pembuluh *xylem* tersebut jamur membebaskan polyphenol. Polyphenol ini dioksidasi oleh enzim polyphenol oxydase 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 polyphenol oxydase tergantung pada jumlah miselium di dalam pembuluh *xylem* dari batang yang terinfeksi. Bila tanaman mati, maka patogen akan mengadakan sporulasi secara luas pada jaringan yang mati dan ini merupakan sumber inokulum kedua (Sastrahidayat, 1990).

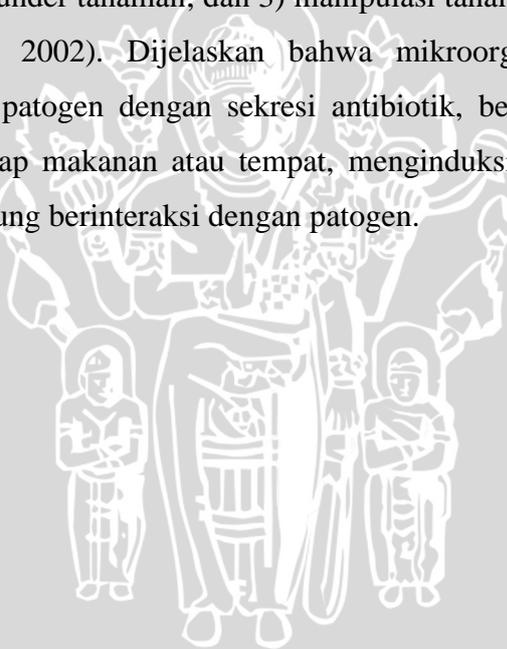
### 2.3.6 Faktor-Faktor Pertumbuhan *F. oxysporum*

Faktor yang berpengaruh terhadap perkembangan *F. oxysporum* yaitu: curah hujan, intensitas penyinaran, suhu, dan kelembaban. Suhu optimum untuk

pertumbuhan *F. oxysporum* adalah 25-27°C dengan kelembaban 60-90%. Intensitas penyinaran sporulasi optimal terjadi pada suhu 20-25°C dengan 12 jam terang dan 12 jam gelap. Jamur *F. oxysporum* mudah diisolasi dan dapat tumbuh tanpa O<sub>2</sub>, toleran terhadap konsentrasi CO<sub>2</sub> (Semangun, 2001).

## 2.4 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). Agens pengendalian hayati potensial meliputi: 1) mikroorganisme antagonis; 2) metabolit toksik yang merupakan metabolit-metabolit sekunder tanaman; dan 3) manipulasi tanaman inang (Wilson, 1991 dalam Susanna, 2002). Dijelaskan bahwa mikroorganisme antagonis langsung menghambat patogen dengan sekresi antibiotik, berkompetisi dengan patogen-patogen terhadap makanan atau tempat, menginduksi proses ketahanan dalam inang serta langsung berinteraksi dengan patogen.



### III. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari sampai dengan Mei 2016, di Laboratorium Penyakit, Sub laboratorium Mikologi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya.

#### 3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian adalah sekop kecil (cetok), baskom, nampan plastik, *ice box*, kompor, panci, pisau, cutter, gunting, penggaris 30 cm, cawan Petri (d= 9 cm), botol media 250 ml, gelas ukur, tabung *erlenmeyer*, *beaker glass*, kaca preparat, kaca penutup, pipet tetes, mikropipet, jarum ose, *cork borer*, stik L, timbangan, tabung reaksi, rak tabung reaksi, pinset, spatula, Bunsen, korek api, mikroskop, handsprayer, *autoclave*, *rotary shaker*, *Laminar Air Flow Cabinet* (LAFC), dan kamera.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel tanah yang diperoleh dari Waingapu dan Kebun Percobaan Jatikerto, media *Potato Dextrose Agar* (PDA), media *Yeast Malt Agar* (YMA), media *Yeast Malt Broth* (YMB), alkohol 70%, aquades steril, spirtus, air, antibiotik (*cloramphenicol*), kertas label, kantong plastik, kapas, aluminium foil, plastik wrapping, plastik tahan panas, tisu, dan isolat jamur *Fusarium oxysporum* f. sp. *ricini*.

#### 3.3 Metode Penelitian

**Pengambilan sampel tanah.** Sampel tanah diambil pada bagian tanah rizosfer tanaman jarak kepyar lahan Jatikerto dan Waingapu. Metode pengambilan sampel tanah dilakukan secara komposit. Sampel tanah diambil mulai dari top soil hingga kedalaman 20 cm dengan menggunakan cetok. Sampel yang telah diambil dibungkus dengan aluminium foil dan disimpan dalam *ice box*.

**Analisa kimia tanah.** Analisis tanah dari lahan Jatikerto dan Waingapu yang diambil tanahnya secara komposit untuk mengetahui bahan organik tanah meliputi C organik dan N total. Analisis dilaksanakan di laboratorium kimia Universitas Muhammadiyah Malang.

**Sterilisasi alat.** Peralatan yang disterilisasi adalah gelas ukur, cawan petri, tabung *erlenmeyer*, dan alat-alat tahan panas lainnya menggunakan autoklaf pada suhu 121°C dan tekanan 15 atm selama 120 menit. Peralatan yang tidak tahan panas disterilkan dengan menggunakan alkohol 70%.

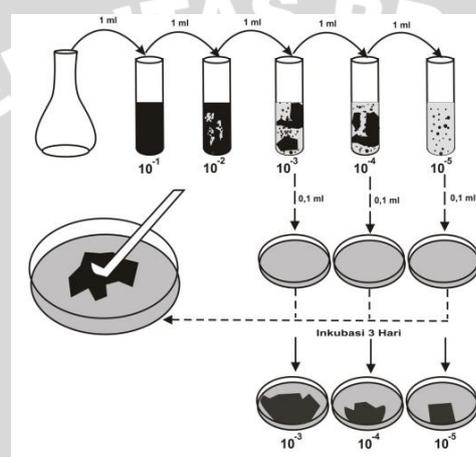
**Pembuatan media perbanyak jamur *F. oxysporum*.** Perbanyak jamur *F. oxysporum* menggunakan media PDA dengan komposisi kentang 200 g, agar 20 g, dekstrose 20 g, dan 1 liter aquades steril. Kentang yang telah dicuci dan dikupas, dipotong kotak dengan ukuran 1 cm, kemudian direbus di dalam 1 liter aquades steril. Setelah mendidih, air rebusan disaring dan ditambahkan aquades steril hingga mencapai volume 1 liter. Agar dan dekstrose ditambahkan setelah sari kentang mendidih. Media yang sudah homogen dimasukkan ke dalam botol media, ditutup dengan kapas dan aluminium foil, kemudian disterilisasi dengan autoklaf.

**Pembuatan media tumbuh khamir.** Media YMA digunakan untuk perbanyak khamir. Bahan yang digunakan untuk membuat YMA yaitu *yeast extract* 3 g, *malt extract* 3 g, pepton 5 g, glukosa 10 g, agar 20 g, aquades 1000 ml dan *chloramphenicol* 1 kapsul 0,25 g. Bahan dimasukkan setelah aquades mendidih, kemudian diaduk hingga homogen. Anti bakteri *chloramphenicol* ditambahkan sebagai media membeku untuk mencegah media terkontaminasi dari bakteri. Selanjutnya media dimasukkan ke dalam botol ditutup kapas dan aluminium foil sebelum disterilisasi dengan autoklaf. Media yang sudah jadi dimasukkan ke dalam cawan Petri. Khamir siap untuk diinokulasikan pada media yang sudah dingin.

**Perbanyak jamur *F. oxysporum*.** Isolat jamur *F. oxysporum* yang digunakan dalam penelitian diperoleh dari koleksi Laboratorium Mikologi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya. Isolat jamur *F. oxysporum* diperbanyak dengan cara ditanam pada media PDA. Tujuan peremajaan biakan adalah untuk mendapatkan umur jamur yang sesuai.

**Isolasi khamir.** Sampel tanah yang didapat, ditimbang 10 gram dan dimasukkan ke dalam *erlenmeyer* yang berisi 90 ml aquades steril. Selanjutnya, dihomogenkan dan diendapkan selama  $\pm 5$  menit. Sebanyak 10 ml supernatan dimasukkan ke dalam *erlenmeyer* berisi 40 ml medium perbanyak (*enrichment*)

yaitu medium YMB. Kemudian diinkubasi di atas *rotary shaker* pada suhu ruang selama 4 hari. Pengenceran bertingkat dilakukan dengan cara diambil 1 ml suspensi dari *erlenmeyer* berisi isolat dari YMB, kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang berisi aquades steril sebanyak 9 ml dan diencerkan dengan seri pengenceran  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$  dan  $10^{-5}$ . Isolasi khamir diambil dari pengenceran dengan seri  $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$  dan  $10^{-5}$  sebanyak 0,1 ml suspensi ditanam pada medium YMA melalui metode sebar (*spread plate*). Kemudian diinkubasi pada suhu  $25-30^{\circ}\text{C}$  selama  $\pm 3$  hari dan diamati pertumbuhannya (Ashliha dan Alami, 2014).



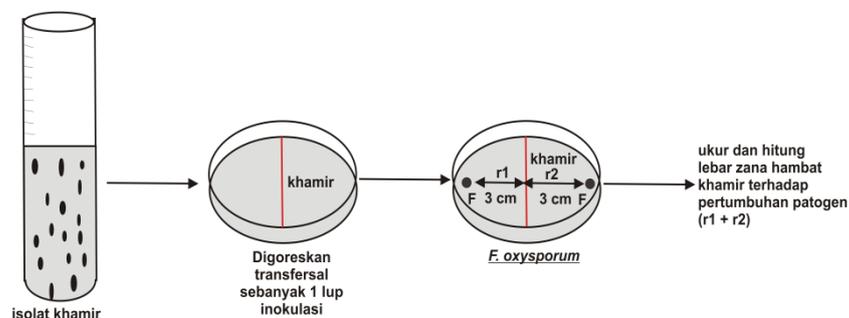
Gambar 4. Metode isolasi khamir dari rizosfer tanaman jarak kepyar dengan pengenceran  $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$ ,  $10^{-5}$  dan proses inkubasi selama 3 hari

**Purifikasi Khamir** Purifikasi dilakukan untuk mendapatkan isolat murni dengan memilih koloni yang tumbuh dominan dan berbeda yang memiliki karakteristik morfologi koloni khamir. Kemudian dilakukan inokulasi pada media YMA baru menggunakan metode *streak plate*. Dilakukan pengamatan hari ke-3 sampai menemukan isolat yang murni. Hasil *streak* diamati bentuk sel secara makroskopis dan mikroskopis (Widiastutik dan Alami, 2014).

**Identifikasi khamir.** Isolat khamir diidentifikasi sampai tingkat genus dengan mengacu pada buku panduan identifikasi “*The Yeasts a Taxonomic Study*” (Kurtzman dan Fell, 1998). Identifikasi dilakukan dengan pengamatan morfologi makroskopis dan mikroskopis. Pengamatan morfologi makroskopis pada saat isolasi dan purifikasi meliputi bentuk, tekstur, warna, permukaan dan tepi. Pengamatan mikroskopis dari preparasi khamir pada mikroskop. Pembuatan preparat yaitu khamir hasil purifikasi diambil dengan jarum ose kemudian

diletakkan pada kaca preparat yang telah diberi sedikit aquades steril. Khamir dilarutkan pada aquades steril hingga homogen. Pemberian aquades steril bertujuan agar khamir yang akan diamati tidak rapat pada pengamatan mikroskop. Pengamatan mikroskopis meliputi bentuk sel, ukuran, budding (pertunasan), tipe pertunasan, dan tipe sel. Pengamatan dengan mikroskop menggunakan perbesaran 400x (Widiastutik dan Alami, 2014).

**Uji antagonis secara in-vitro.** Uji antagonis isolat khamir dengan *F. oxysporum* menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) secara *in vitro* dengan 9 perlakuan, 1 perlakuan kontrol dan 8 perlakuan khamir yaitu *Metschnikowia* sp. (J1), *Saccharomyces* sp. (J2), *Pichia* sp. 1 (J3), *Pichia* sp. 2 (J4), *Zygosaccharomyces* sp. (W1), *Hansenula* sp. (W2), *Pichia* sp. 3 (W6), dan *Cryptococcus* sp. (W7). Setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali sehingga terdapat 27 satuan percobaan. Metode pengujian antagonis khamir secara *in vitro* merujuk pada Shofiana *et al.* (2015). Pengujian isolat khamir yang diperoleh dilakukan dengan cara khamir digoreskan pada media PDA tepat di tengah cawan Petri (d= 9 cm) dengan posisi tegak lurus sebanyak 1 lup inokulasi. Kemudian biakan *F. oxysporum* diambil dengan *cork borer* dan diletakkan pada sisi kanan dan kiri goresan khamir dengan jarak  $\pm 3$  cm kemudian diinkubasi pada suhu ruangan dan diamati selama 7 hari dengan cara mengukur lebar zona hambat khamir terhadap *F. oxysporum* pada setiap harinya. Kontrol disiapkan sebagai pembanding, *F. oxysporum* diambil menggunakan bor gabus dan diletakkan pada media PDA tanpa perlakuan khamir. Pengamatan selama 7 hari juga pada jari-jari koloni *F. oxysporum* yang tumbuh ke arah tengah cawan Petri.



Gambar 5. Uji antagonis khamir terhadap *F. oxysporum* pada media PDA

### 3.4 Variabel pengamatan

#### 1. Indeks keanekaragaman ( $H'$ )

Indeks keanekaragaman digunakan untuk menghitung keanekaragaman jenis khamir pada rizosfer tanaman jarak kepyar lahan Jatikerto dan Waingapu. Indeks keanekaragaman menurut Brower dan Zar (1977) yang ditunjukkan pada Tabel 1. Indeks keanekaragaman dihitung dengan rumus sebagai berikut (Ludwig dan Reynold, 1988):

$$H' = \sum_{i=1}^s \left(\frac{n_i}{N}\right) \ln \left(\frac{N}{n_i}\right)$$

Keterangan  $H'$  adalah indeks keanekaragaman Shannon,  $S$  adalah jumlah spesies,  $n_i$  adalah jumlah jenis ke  $i$  dalam sampel total, dan  $N$  adalah jumlah individu seluruh jenis.

Tabel 1. Kriteria Indeks Keanekaragaman

Nilai Keanekaragaman ( $H'$ )	Kriteria
$H' < 1,0$	Keanekaragaman rendah, penyebaran jumlah individu tiap jenis rendah
$1,0 < H' \leq 3,0$	Keanekaragaman sedang, penyebaran jumlah individu tiap jenis sedang
$H' > 3,0$	Keanekaragaman tinggi, penyebaran jumlah individu tiap jenis tinggi

#### 2. Indeks dominasi (C)

Indeks Dominasi Simpson (Krebs, 1999) digunakan untuk mengetahui adanya dominasi jenis khamir pada suatu komunitas. Kriteria indeks dominasi menurut Simpson (1949) dalam Odum (1993) dapat dilihat di Tabel 2. Indeks Dominasi dihitung dengan menggunakan rumus Indeks Dominasi Simpson:

$$C = \sum_{i=1}^s \frac{n_i^2}{N}$$

Keterangan  $C$  adalah indeks dominasi simpson,  $n_i$  adalah jumlah individu jenis ke- $i$ , dan  $N$  adalah Jumlah individu seluruh jenis.

Tabel 2. Kriteria Indeks Dominasi

Tabel Dominasi (C)	Kriteria
$0 < C \leq 0,5$	Tidak ada jenis yang mendominasi
$0,5 > C \geq 1$	Terdapat jenis yang mendominasi

### 3. Indeks Keseragaman (E)

Dari nilai indeks keanekaragaman ( $H'$ ) dapat dilakukan pendugaan Indeks Keseragaman. Semakin besar nilai indeks keseragaman (E) menunjukkan kelimpahan yang hampir seragam dan merata antar jenis (Odum, 1993). Adapun kriteria keseragaman disajikan pada Tabel 3. Rumus indeks keseragaman Odum (1993), yaitu:

$$E = \frac{H'}{\ln S}$$

Keterangan E adalah indeks keseragaman,  $H'$  adalah indeks keanekaragaman, dan S adalah jumlah jenis genus atau spesies.

Tabel 3. Kriteria Indeks Keseragaman

Nilai Indeks (E)	Kriteria
$0,00 < E \leq 0,50$	Keseragaman rendah
$0,50 < E \leq 0,75$	Keseragaman sedang
$0,75 < E \leq 1,00$	Keseragaman tinggi

### 4. Persentase penghambatan khamir terhadap *F. oxysporum*

Persentase penghambatan khamir terhadap *F. oxysporum* dihitung dengan menggunakan rumus yang dikemukakan oleh Hadiwiyono (1999),

$$PH = \frac{rp - rk}{rp} \times 100 \%$$

Keterangan PH adalah persentase hambatan khamir terhadap pertumbuhan *F. oxysporum*, Rp adalah jumlah jari-jari koloni *F. oxysporum* tanpa perlakuan khamir ( $r_1 + r_2$ ), dan Rk adalah jumlah jari-jari koloni *F. oxysporum* yang diberi perlakuan khamir ( $r_1 + r_2$ ).

### 3.5 Analisis data

Analisis ragam atau Uji F taraf 5 % digunakan untuk menganalisis berbeda nyata atau tidaknya data hasil uji antagonis. Jika hasil Uji F berbeda nyata maka dilanjutkan dengan uji lanjutan menggunakan DMRT (Duncan Multiple Range Test) pada taraf 5 % untuk lebih teliti dan mengetahui perbedaan antara perlakuan.

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Kondisi Lahan

Berdasarkan studi literatur lahan di Desa Jatikerto, Kecamatan Kromengan, Kabupaten Malang dan Kecamatan Kota Waingapu, Kabupaten Sumba Timur diperoleh informasi bahwa kondisi kedua lahan tersebut berbeda. Jatikerto adalah salah satu desa yang termasuk dalam wilayah Kecamatan Kromengan. Kecamatan Kromengan termasuk wilayah dataran rendah dengan ketinggian tempat 220-400 m di atas permukaan laut. Daerah ini memiliki landform datar hingga bergelombang dengan kemiringan berkisar antara 0-60%. Suhu udara pada daerah ini berkisar antara 13-31°C dengan curah hujan per tahun 1600-5000 mm (Darmawan dan Soemarno, 2000). Secara umum jenis tanah yang ada di Kecamatan Kromengan adalah Inceptisol dan Asosiasi Alfisol. Dari penelitian yang dilakukan oleh Lestari dan Basuki (2012) diketahui bahwa jenis tanah yang ada di Desa Jatikerto dan sekitarnya adalah Alfisol. Hasil analisis kimia tanah pada lahan Jatikerto meliputi C organik 2,3%, bahan organik 3% dan N total 0,2%.

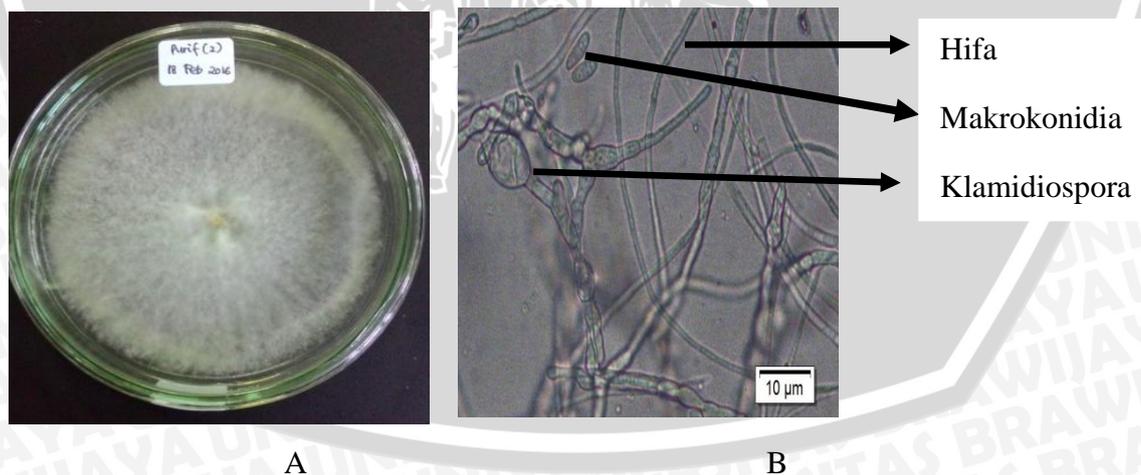
Kota Waingapu adalah kota kecamatan yang merupakan ibukota dari Kabupaten Sumba Timur, Nusa Tenggara Timur. Kondisi topografi Sumba Timur secara umum datar (di daerah pesisir), landai sampai bergelombang (wilayah dataran rendah <100 m) dan berbukit (pegunungan). Kabupaten ini beriklim tropis dengan musim hujan yang relatif pendek dan musim kemarau yang panjang (delapan bulan). Suhu rata-rata adalah 22,5°-31,7°C. Jumlah curah hujan dalam setahun 1.860 mm, sehingga daerah ini termasuk daerah beriklim kering (Legowo, 2011). Hasil analisis kimia tanah pada lahan Waingapu meliputi C organik 3,5%, bahan organik 4,6% dan N total 0,3%.

#### 4.2 Perbanyak dan Identifikasi Patogen *F. oxysporum*

Isolat jamur *F. oxysporum* didapatkan dari koleksi Laboratorium Mikologi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan kemudian dibiakkan pada media PDA. Berdasarkan hasil pengamatan secara makroskopis dan mikroskopis terhadap biakan murni *F. oxysporum* memiliki ciri-ciri sebagai berikut,

Makroskopis koloni patogen *F. oxysporum* pada media PDA berwarna putih bersih dan berserabut halus seperti kapas. Tekstur permukaan koloni halus dan memiliki tepi yang rata. Miselia rapat dan tebal. Bentuk koloni membulat serta tidak terdapat lingkaran konsentris (Gambar 6A). Waktu yang dibutuhkan *F. oxysporum* untuk memenuhi cawan Petri (d=9 cm) pada media PDA adalah selama 7 hari.

Mikroskopis hifa *F. oxysporum* bersekat dan hialin. Makrokonidia berbentuk seperti bulan sabit dengan 3-5 septa. Klamidospora berbentuk bulat. Di dalam klamidospora terdapat banyak titik-bintik hitam yang menyerupai inti diploid. Hal ini sesuai dengan Wanatabe (2002) menyatakan bahwa konidiophore hialin, sederhana, pendek. Konidia phialsporous, hialin, terdiri dari dua macam: makrokonidia berbentuk perahu, dengan ramping lonjong, dan bengkok sebagai dasar, terdiri dari 4 sekat, dan mikrokonidia elips bersekat 1. Klamidiofor coklat, bulat dan biasanya tersendiri.



Gambar 6. Biakan murni patogen *F. oxysporum* A. Makroskopis *F. oxysporum* pada media PDA umur 7 hsi. B. Mikroskopis *F. oxysporum* (hifa, makrokonidia, klamidospora)

### 4.3 Isolasi dan Identifikasi Khamir

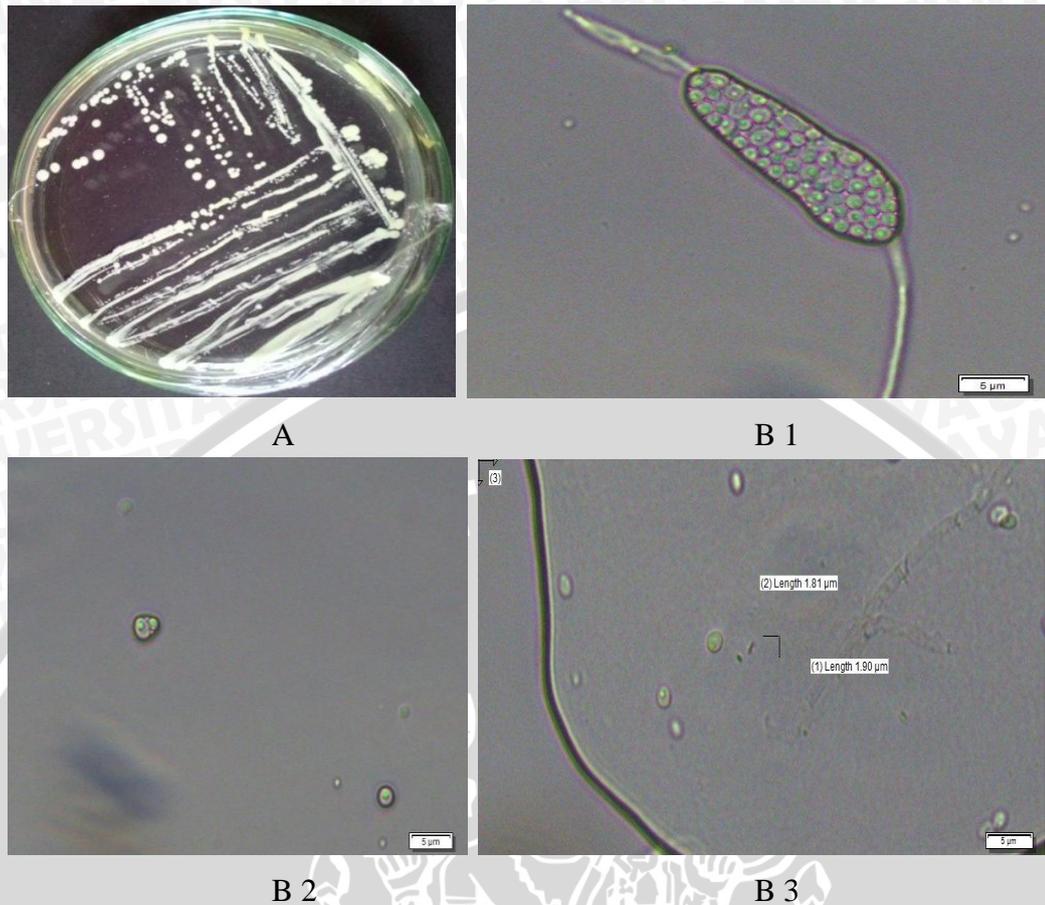
Isolasi khamir dilakukan dari rizosfer tanaman jarak kepyar lahan Jatikerto dan Waingapu. Berdasarkan hasil eksplorasi diperoleh total 8 isolat khamir yaitu 4 isolat khamir yang diisolasi dari rizosfer tanaman jarak kepyar lahan Jatikerto yaitu *Metschnikowia* sp., *Pichia* sp. 1, *Pichia* sp. 2, dan *Candida* sp. Pada rizosfer tanaman jarak kepyar lahan Waingapu diperoleh 4 isolat khamir yaitu *Zygosaccharomyces* sp., *Hansenula* sp., *Pichia* sp. 3, dan *Cryptococcus* sp. Kedelapan khamir yang diperoleh diidentifikasi secara makroskopis dan mikroskopis (Tabel 4).

Tabel 4. Khamir yang ditemukan dari rizosfer tanaman jarak kepyar

Sampel Tanah	Genus Khamir
Jatikerto	<i>Metschnikowia</i> sp. (J1) <i>Pichia</i> sp. 1 (J2) <i>Pichia</i> sp. 2 (J3) <i>Candida</i> sp. (J4)
Waingapu	<i>Zygosaccharomyces</i> sp. (W1) <i>Hansenula</i> sp. (W2) <i>Pichia</i> sp. 3 (W6) <i>Cryptococcus</i> sp. (W7)

*Metschnikowia* sp. memiliki ciri makroskopis menunjukkan koloni khamir berwarna putih, memiliki tekstur padat dan butiran, tepi koloni rata, memiliki elevasi timbul dan permukaan koloni halus mengkilap (Gambar 7). Mikroskopis menunjukkan sel-sel berbentuk bulat telur dengan ukuran 1,81-1,90  $\mu\text{m}$ , sel tunggal atau berpasangan dan membelah secara multilateral (Gambar 7).

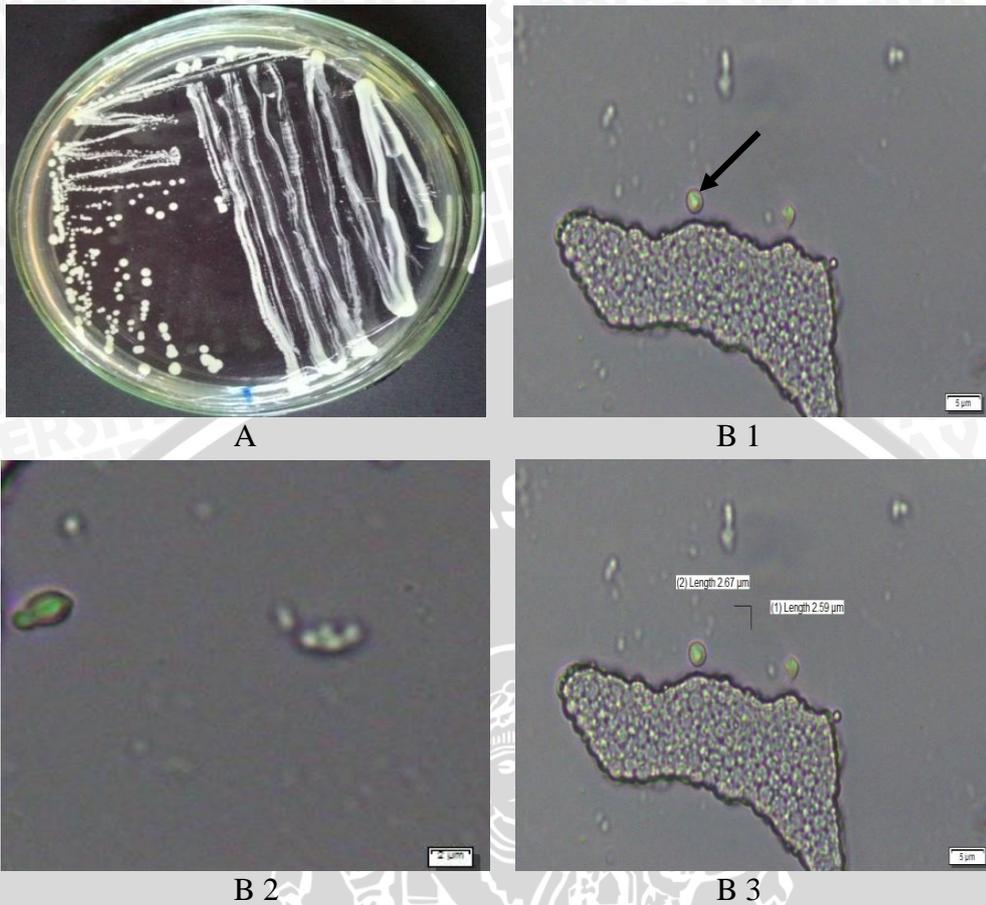
Kurtzman dan Fell (1998) mendeskripsikan bahwa pertumbuhan biakan *Metschnikowia* sp. pada suhu 25°C menunjukkan koloni yang mengkilap, berwarna putih, berbentuk butiran dan memiliki elevasi cembung. Ciri mikroskopis *Metschnikowia* sp., sel-selnya berbentuk bulat hingga bulat telur, sel tunggal atau berpasangan dalam kelompok kecil. Sel berukuran 1-8  $\mu\text{m}$  dan membelah secara multilateral dengan 1-3 tunas per sel.



Gambar 7. Khamir *Metschnikowia* sp. A. Makroskopis pada media YMA. B. mikroskopis (1) hifa, (2) tunas, (3) ukuran sel

*Pichia* sp. 1 memiliki ciri makroskopis menunjukkan koloni khamir berwarna putih, memiliki tekstur padat dan butiran, tepian koloni rata, memiliki elevasi timbul dan permukaan koloni mengkilap pada (Gambar 8). Mikroskopis menunjukkan sel-sel berbentuk bulat telur dengan ukuran antara 2,59-2,67 µm (Gambar 8).

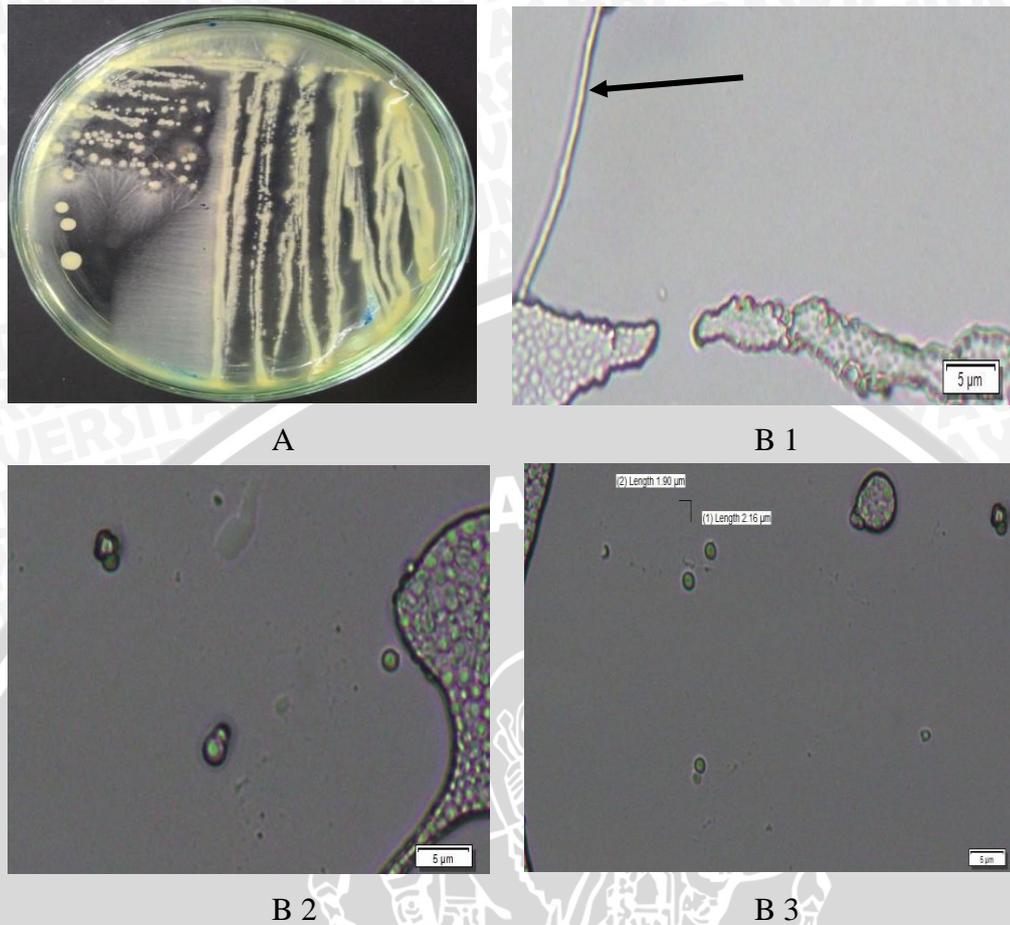
Kurtzman dan Fell (1998) mendeskripsikan bahwa pertumbuhan biakan *Pichia* sp. pada suhu 25°C menunjukkan koloni berwarna putih, berbentuk butiran cembung rendah, dan tekstur yang halus. Ciri mikroskopis *Pichia* sp., sel berbentuk bulat telur memanjang dengan ukuran 2-10 µm, sel tunggal dan membentuk rantai pendek dan membentuk pseudomiselium.



Gambar 8. Khamir *Pichia* sp. 1. A. Makroskopis pada media YMA B.mikroskopis (1) sel tunggal, (2) tunas, (3) ukuran sel

*Pichia* sp. 2 memiliki ciri makroskopis koloni khamir berwarna putih, tekstur padat dan butiran, tepi koloni rata, elevasi timbul dan permukaan koloni mengkilap (Gambar 9). Mikroskopis menunjukkan sel berbentuk botol dan berukuran antara 1,90-2,16  $\mu\text{m}$  (Gambar 9).

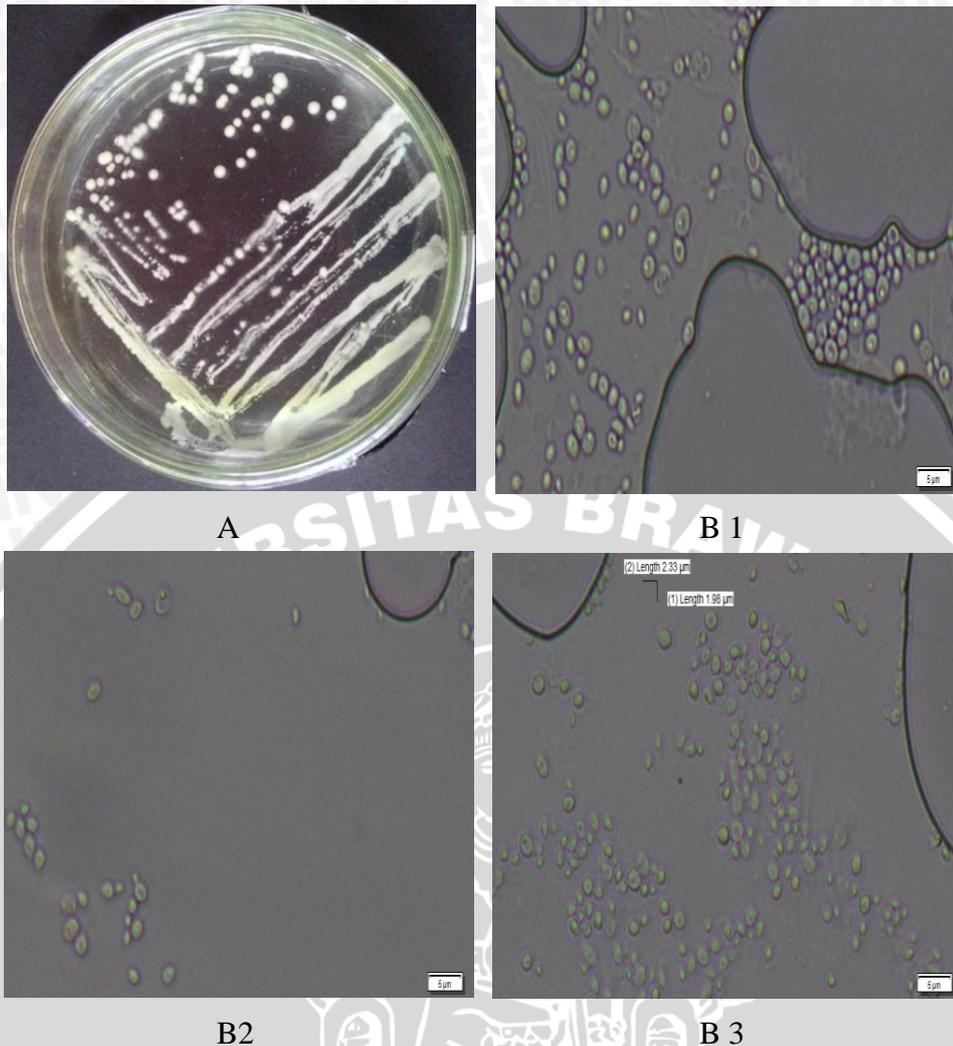
Kurtzman dan Fell (1998) mendeskripsikan bahwa pertumbuhan biakan *Pichia* sp. pada suhu 25°C menunjukkan koloni berwarna putih, berbentuk butiran cembung rendah, dan memiliki tekstur yang halus. Ciri mikroskopis *Pichia* sp., sel berbentuk bulat telur memanjang dengan ukuran 1-10  $\mu\text{m}$ , sel tunggal dan membentuk rantai pendek dan membentuk pseudomiselium.



Gambar 9. Khamir *Pichia* sp. 2. A. Makroskopis pada media YMA B.mikroskopis (1) hifa, (2) tunas, (3) ukuran sel

*Candida* sp. makroskopis menunjukkan koloni khamir berwarna krem, memiliki tekstur padat dan butiran, tepi koloni rata, elevasi timbul dan permukaan koloni mengkilap (Gambar 10). Mikroskopis menunjukkan sel berbentuk bulat telur dengan ukuran antara 1,95-2,33  $\mu\text{m}$ , sel tunggal dan membentuk tunas multipolar (Gambar 10).

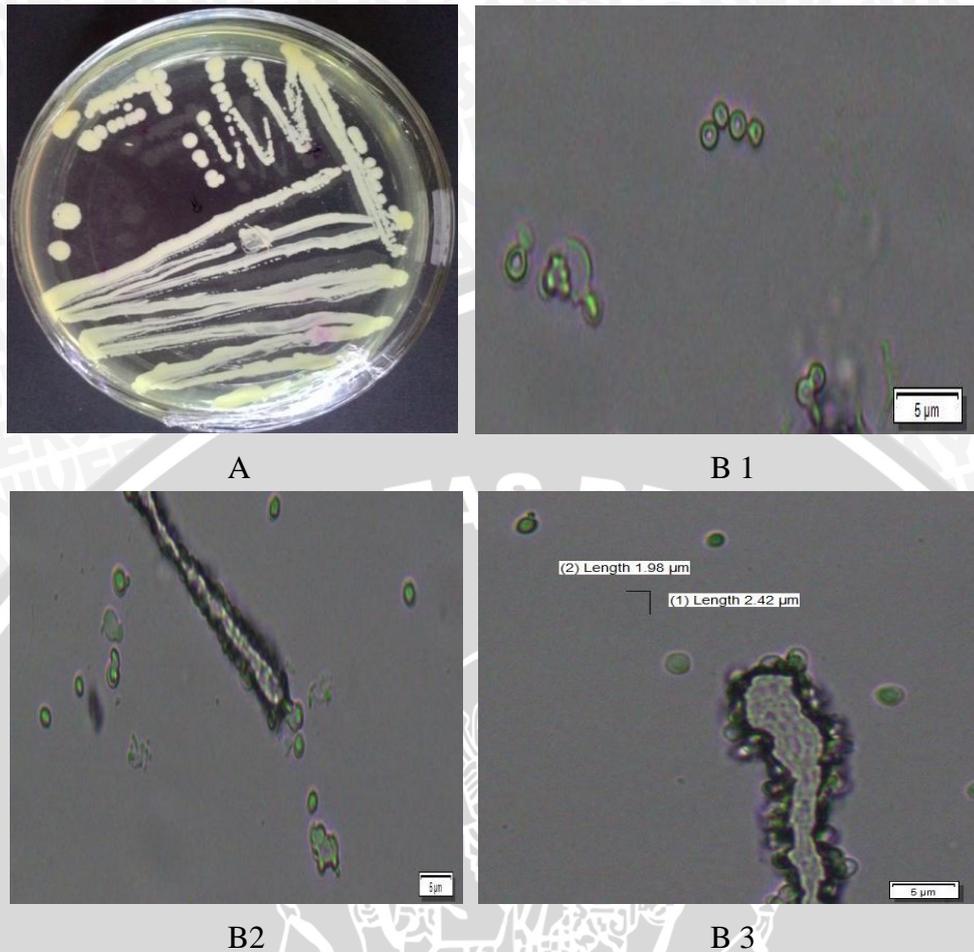
Kurtzman dan Fell (1998) mendeskripsikan bahwa pertumbuhan biakan *Candida* sp. pada suhu 25°C menunjukkan koloni berwarna putih kekuningan, berbentuk butiran, timbul pada permukaan media, tekstur koloni halus dan lembut, berbau khas ragi. Ciri mikroskopis *Candida* sp. sel tunggal dan berbentuk bulat, lonjong atau bulat lonjong. Ukuran sel 1-5  $\mu\text{m}$  dan pembelahan sel membentuk kelompok seperti rantai pendek.



Gambar 10. Khamir *Candida* sp. A. Makroskopis pada media YMA  
 B.mikroskopis (1) sel khamir, (2) tunas, (3) ukuran sel

*Zygosaccharomyces* sp. Makroskopis menunjukkan koloni khamir berwarna putih dan putih susu pada bagian tengah pusat, tekstur padat dan butiran, tepi tidak rata, elevasi timbul dan permukaan koloni halus mengkilap (Gambar 11). Mikroskopis menunjukkan sel berbentuk oval dan berukuran antara 1,98-2,42  $\mu\text{m}$  (Gambar 11).

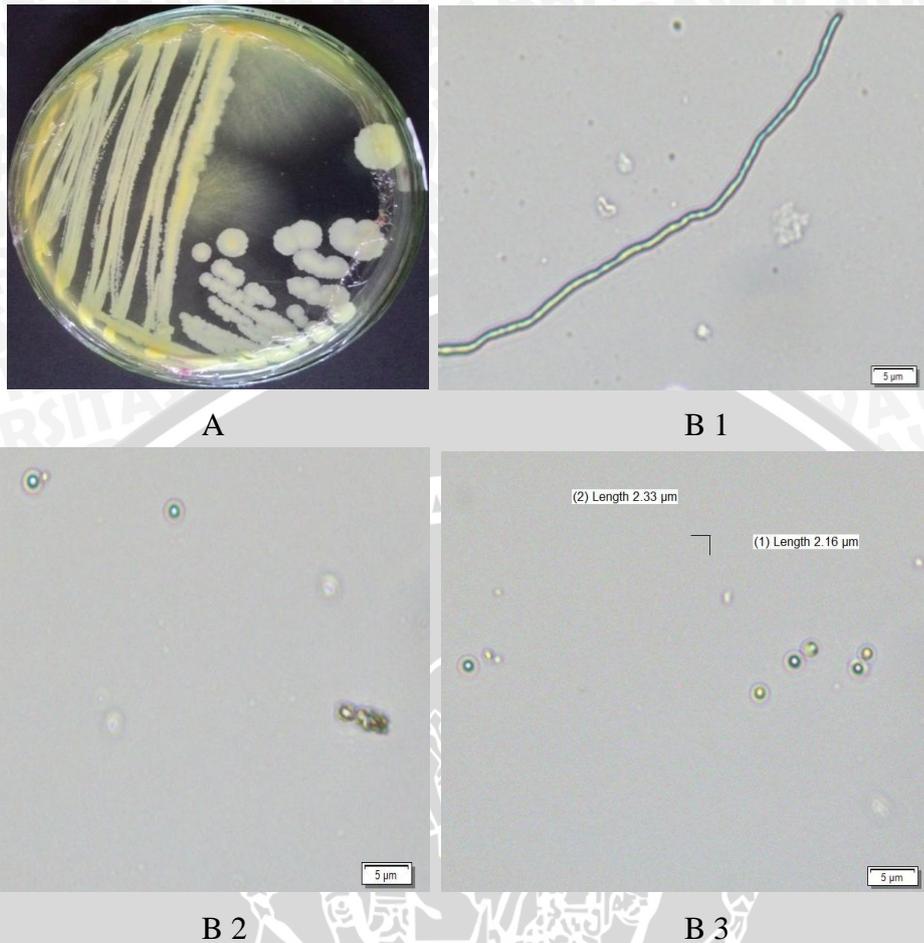
Kurtzman dan Fell (1998) mendeskripsikan bahwa pertumbuhan biakan *Zygosaccharomyces* sp. menunjukkan koloni berwarna putih kekuningan, berbentuk butiran, dan tekstur yang halus. Ciri mikroskopis *Zygosaccharomyces* sp., sel tunggal atau berpasangan, bulat telur memanjang, sel berukuran 1-13  $\mu\text{m}$ . Pembelahan secara multilateral, memproduksi askospora yang halus berbentuk elips.



Gambar 11. Khamir *Zygosaccharomyces* sp. A. Makroskopis pada media YMA  
 B.mikroskopis (1) pseudomiselium, (2) tunas, (3) ukuran sel

*Hansenula* sp. Makroskopi menunjukkan koloni khamir berwarna putih pada bagian tengah pusat dengan pinggir koloni berwarna bening bertekstur padat, miselium di tepi koloni, elevasi rata dan permukaan koloni agak mengkilap (Gambar 12). Mikroskopis menunjukkan sel berbentuk bulat dengan ukuran antara 2,16-2,33  $\mu\text{m}$  (Gambar 12).

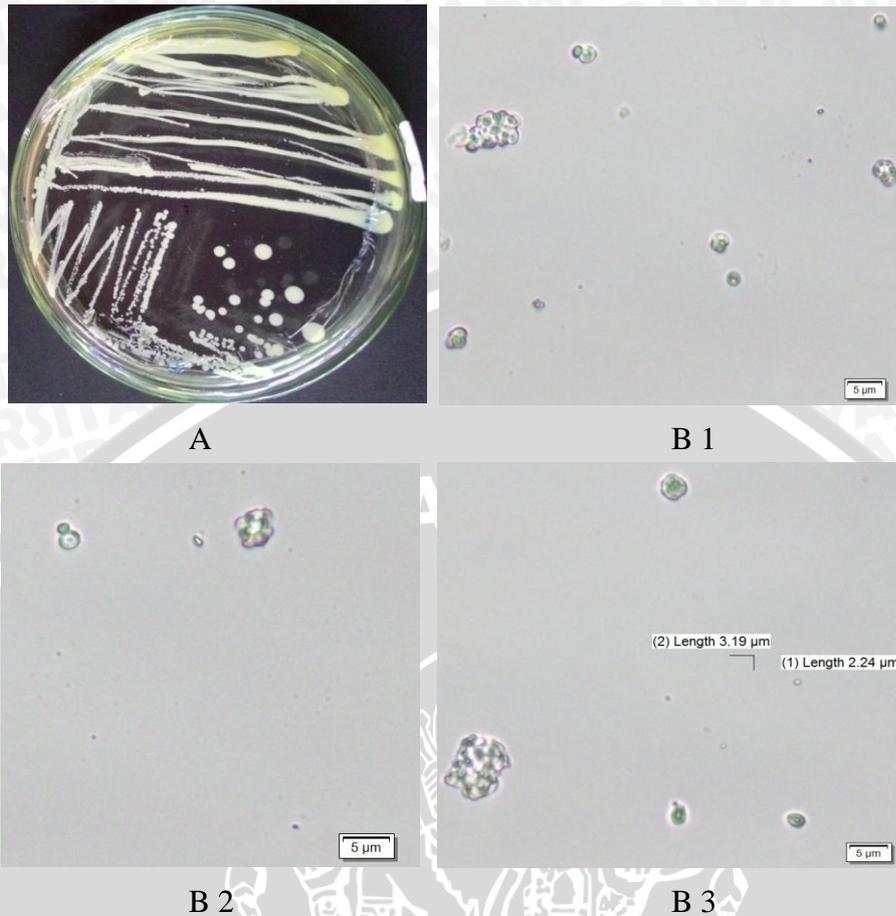
Hal ini sesuai dengan (Widiastuti, 2014) yang mengatakan bahwa isolat genus *Hansenula* sp. bentuk sel bulat, elips atau memanjang dengan true hifa atau pseudohifa mungkin terbentuk. Reproduksi aseksual dengan pertunasan multilateral dan secara seksual dengan askospora.



Gambar 12. Khamir *Hansenula* sp. A. Makroskopis pada media YMA  
 B.mikroskopis (1) hifa, (2) tunas, (3) ukuran sel

***Pichia* sp. 3** Makroskopis menunjukkan koloni khamir berwarna putih, tekstur padat dan butiran, tepi koloni rata, elevasi timbul dan permukaan koloni mengkilap (Gambar 13). Mikroskopis menunjukkan sel berbentuk bulat, sel tunggal atau berpasangan dan berukuran antara 2,24-3,19 μm (Gambar 13).

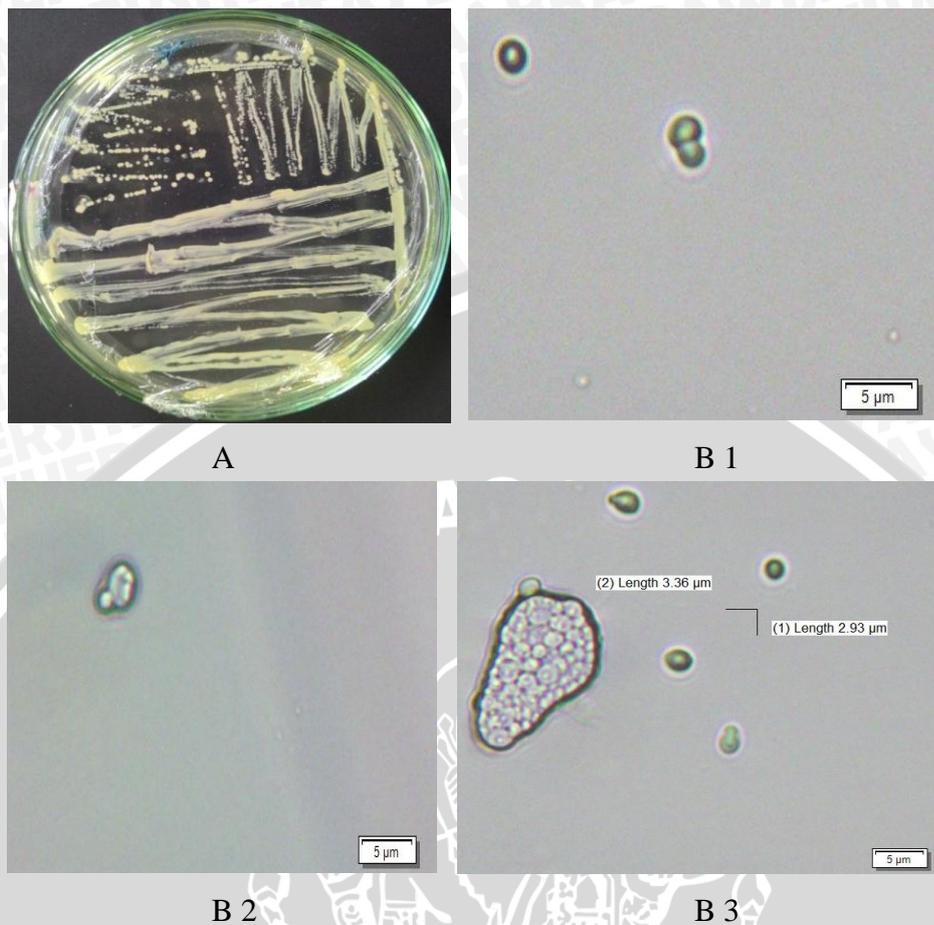
Kurtzman dan Fell (1998) mendeskripsikan bahwa pertumbuhan biakan *Pichia* sp. pada suhu 25°C menunjukkan koloni berwarna putih, berbentuk butiran cembung rendah, dan tekstur yang halus. Ciri mikroskopis *Pichia* sp., sel berbentuk bulat telur memanjang dengan ukuran 1-10 μm, sel tunggal dan membentuk rantai pendek dan pseudomiselium.



Gambar 13. Khamir *Pichia* sp. 3. A. Makroskopis pada media YMA  
 B.mikroskopis (1) sel khamir, (2) tunas, (3) ukuran sel

***Cryptococcus* sp.** Makroskopis menunjukkan koloni khamir berwarna putih kusam, tekstur padat dan butiran, tepi koloni rata, elevasi timbul dan permukaan koloni mengkilap (Gambar 14). Mikroskopis menunjukkan sel berbentuk bulat dengan ukuran 2,93-3,36 µm yang menghasilkan tunas secara multipolar (Gambar 14).

Kurtzman dan Fell (1998) mendeskripsikan bahwa pertumbuhan biakan *Cryptococcus* sp. menunjukkan koloni berwarna putih keruh, berbentuk butiran, dan memiliki tekstur yang halus. *Cryptococcus* sp. memiliki sel tunggal berbentuk bulatan berukuran 1-7 µm yang dapat menghasilkan tunas pada saat melakukan pembelahan.



Gambar 14. Khamir *Cryptococcus* sp. A. Makroskopis pada media YMA  
 B.mikroskopis (1) sel khamir, (2) tunas, (2) ukuran sel

#### 4.4 Analisis Data Khamir

Perbedaan keanekaragaman khamir rizosfer tanaman jarak kepyar Jatikerto dan Waingapu diperoleh menggunakan rumus keanekaragaman, keseragaman dan dominasi. Hasil isolasi dan determinasi diperoleh data perhitungan dengan menggunakan indeks keanekaragaman ( $H'$ ) Shannon, dominasi (C), dan keseragaman (E). Hasil perhitungan disajikan pada Tabel 5 dan data perhitungan pada Lampiran 2.

Tabel 5. Hasil Perhitungan Indeks Keanekaragaman, Indeks Dominasi, Indeks Keseragaman

No.	Tanah	Nilai Indeks			Jumlah		
		$H'$	C	E	Genus	Spesies	Koloni
1	Jatikerto	4,875(t)	0,271(r)	3,517(t)	4	4	131
2	Waingapu	5,011(t)	0,312(r)	3,614(t)	4	4	150
	Total	9,886	0,583	7,131		8	281

Keterangan:  $H'$ : indeks keanekaragaman, C: indeks dominasi, E: indeks keseragaman, t: tinggi, dan r: rendah.

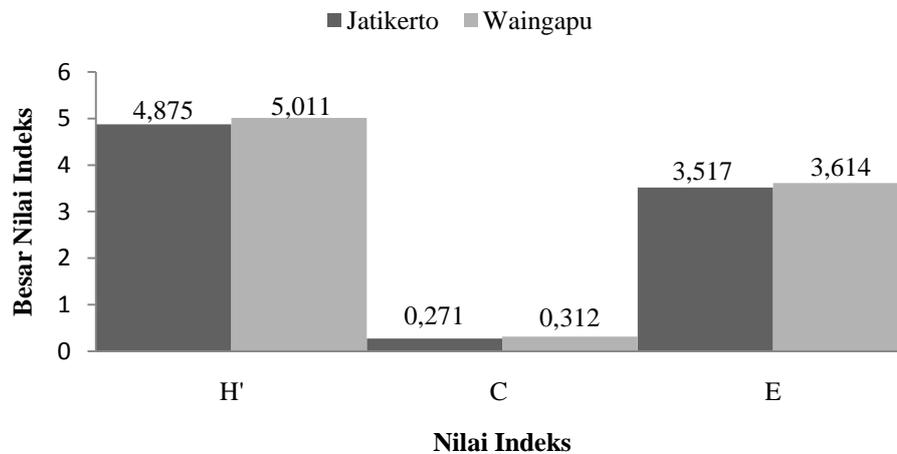
Berdasarkan Tabel 5, jumlah koloni khamir di lahan jarak kepyar Waingapu lebih tinggi dibandingkan jumlah koloni khamir di lahan jarak kepyar Jatikerto. Hal ini menunjukkan bahwa khamir hidup pada lingkungan yang memiliki bahan organik tinggi. Kanti (2006) mengatakan bahwa khamir memiliki rentang ekologi yang cukup luas, mampu hidup pada daerah ekstrim dan banyak ditemukan pada lingkungan yang memiliki bahan organik tinggi.

Berdasarkan hasil isolasi dan determinasi khamir di rizosfer tanaman jarak kepyar pada lahan Jatikerto dan Waingapu didapatkan keanekaragaman khamir. Hasil isolasi khamir dari rizosfer tanaman jarak kepyar lahan Jatikerto ditemukan 131 koloni. Khamir dari rizosfer tanaman jarak kepyar lahan Jatikerto terdeterminasi 4 genus. Hasil isolasi khamir dari rizosfer tanaman jarak kepyar lahan Waingapu ditemukan 150 koloni. Khamir dari rizosfer tanaman jarak kepyar lahan Waingapu terdeterminasi 4 genus.

Keanekaragaman khamir dari lahan Jatikerto dan Waingapu dihitung menggunakan indeks keanekaragaman ( $H'$ ). Hasil perhitungan indeks keanekaragaman khamir dapat dilihat pada Tabel 5. Indeks keanekaragaman pada rizosfer tanaman jarak kepyar pada lahan Waingapu sebesar (5,011) sehingga lebih tinggi bila dibandingkan dengan lahan Jatikerto (4,875). Hal tersebut didukung dengan data analisis tanah (Lampiran 3) yang didapatkan bahwa kandungan bahan organik di lahan Waingapu sebesar 4,6% dan Jatikerto sebesar 3%. Hal ini sesuai dengan Kanti (2006) menyatakan bahwa khamir memiliki rentang ekologi yang cukup luas, mampu hidup pada daerah ekstrim dan banyak ditemukan pada lingkungan yang memiliki bahan organik tinggi.

Berdasarkan nilai indeks kriteria keragaman, kedua lahan termasuk kategori  $>3$  (keanekaragaman tinggi) dengan jumlah penyebaran tiap jenis individu tinggi di alam. Hal ini sesuai dengan Brower dan Zar (1977) yang menyebutkan bahwa nilai  $<1$  yang berarti kriteria keragaman rendah, nilai 1-3

berarti kriteria keragaman sedang, dan  $>3$  berarti kriteria keragaman tinggi.



Gambar 15. Nilai Indeks Analisis Khamir

Untuk mengetahui dominasi khamir di rizosfer tanaman jarak kepyar pada lahan Jatikerto dan Waingapu diperlukan metode perhitungan dengan menggunakan Indeks Dominasi (C). Hasil perhitungan indeks dominasi khamir pada lahan Jatikerto dan Waingapu dapat dilihat pada Tabel 5.

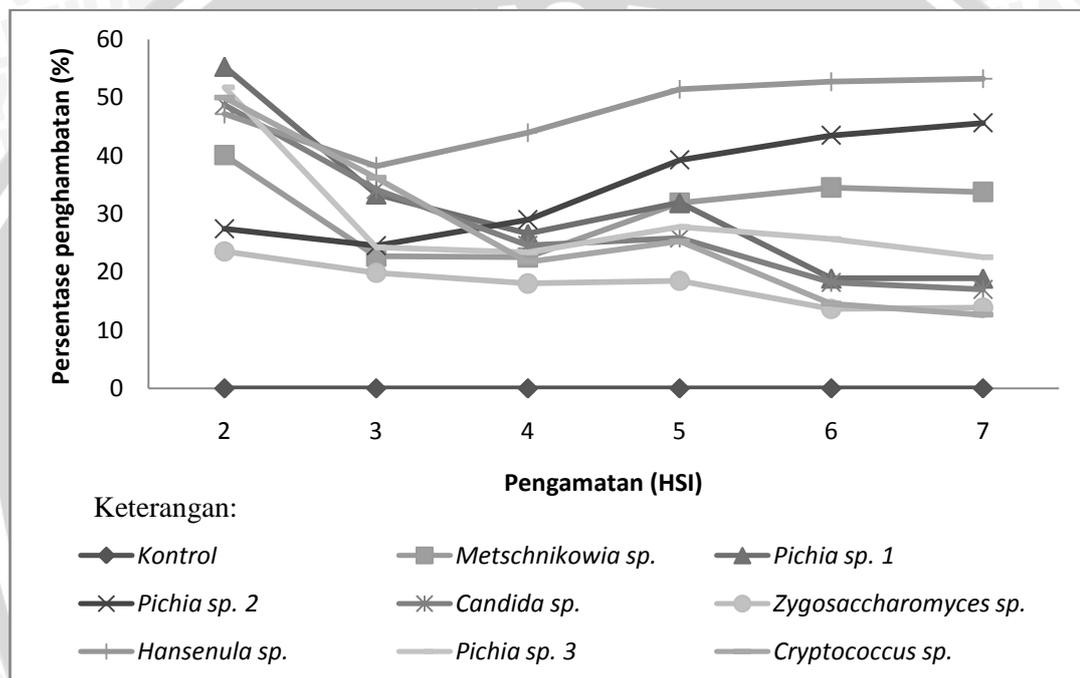
Berdasarkan hasil perhitungan menunjukkan bahwa tingkat dominasi lahan Jatikerto lebih rendah daripada tingkat dominasi lahan Waingapu. Nilai dominasi lahan Jatikerto 0,271 sedangkan nilai dominasi lahan Waingapu 0,312 yang berarti tidak ada khamir yang mendominasi terhadap khamir yang lain atau penyebaran populasi merata. Hal ini sesuai dengan pernyataan Ariyono *et al.* (2014) bahwa nilai indeks dominasi berkisar antara 0-1 sehingga semakin kecil nilai indeks dominasi maka semakin kecil pula dominasi populasi yang berarti penyebaran jumlah individu setiap jenis sama dan tidak ada kecenderungan dominasi dari satu jenis.

Untuk mengetahui keseragaman khamir di rizosfer tanaman jarak kepyar pada lahan Jatikerto dan Waingapu diperlukan metode perhitungan dengan menggunakan Indeks Keseragaman (E). Hasil perhitungan indeks keseragaman khamir pada lahan Jatikerto dan Waingapu dapat dilihat pada Tabel 5. Berdasarkan hasil perhitungan menunjukkan bahwa tingkat keseragaman lahan Waingapu lebih tinggi daripada tingkat keseragaman lahan Jatikerto. Nilai keseragaman lahan Jatikerto 3,517 sedangkan nilai keseragaman lahan Waingapu 3,614 yang berarti nilai keseragaman khamir tinggi dan komunitas yang stabil.

Menurut Odum (1993) bahwa indeks keseragaman menunjukkan kelimpahan mikroorganisme yang hampir seragam dan merata antar jenis, semakin tinggi nilai keseragaman, menunjukkan bahwa komunitas tersebut stabil.

#### 4.5 Uji Antagonis Khamir terhadap *F. oxysporum* Secara *In-Vitro*

Pengujian antagonis dilakukan terhadap 8 isolat khamir dengan *F. oxysporum* pada media PDA. Pengamatan daya hambat khamir terhadap *F. oxysporum* dilakukan sejak 1 hari setelah inokulasi (hsi) sampai 7 hsi. Penghambatan khamir terhadap *F. oxysporum* sebagai berikut:



Gambar 16. Rerata persentase penghambatan khamir terhadap *F. oxysporum* selama 7 hari pengamatan

Pada gambar 16 menunjukkan bahwa 8 isolat khamir yang diujikan mampu memberikan penghambatan terhadap pertumbuhan patogen *Fusarium oxysporum*. Persentase hambatan yang paling tinggi selama 7 hari pengamatan ditunjukkan pada perlakuan menggunakan *Hansenula sp.* Perlakuan kontrol memiliki persentase hambatan paling rendah ditunjukkan tidak adanya hambatan sampai pengamatan 7 hsi. Perlakuan *Cryptococcus sp.* menunjukkan persentase hambatan paling rendah sedangkan perlakuan *Hansenula sp.* menunjukkan persentase hambat yang paling tinggi dibandingkan perlakuan yang lain. Persentase hamabatan khamir terhadap pertumbuhan *F. oxysporum* paling tinggi

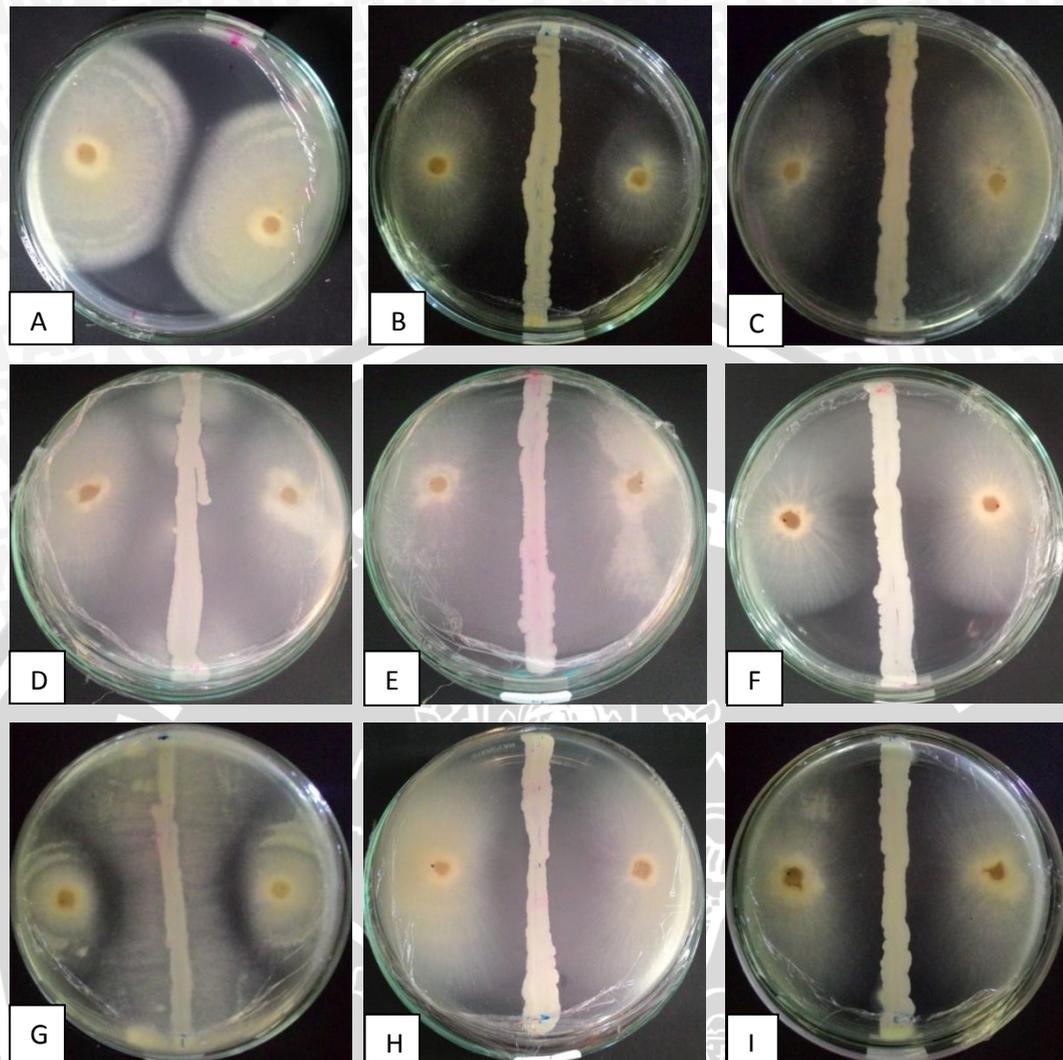
dihasilkan pada hari ke-7 setelah inokulasi. Rerata persentase hambatan khamir terhadap *F. oxysporum* disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Persentase rerata hambatan khamir selama 7 hari pengamatan

Perlakuan	Persentase penghambatan (%)					
	2 HSI	3 HSI	4 HSI	5 HSI	6 HSI	7 HSI
<i>Metschnikowia</i> sp.	40,08	22,67	22,53	31,9 ab	34,54 ab	33,78 ab
<i>Pichia</i> sp. 1	55,3	33,37	26,58	31,9 ab	18,92 ab	18,91 ab
<i>Pichia</i> sp. 2	27,41	24,52	28,99	39,26 ab	43,49 ab	45,62 ab
<i>Candida</i> sp.	48,7	34,16	24,55	25,84 ab	18,19 ab	17,00 ab
<i>Zygosaccharomyces</i> sp.	23,54	19,88	18,03	18,48 a	13,67 a	13,9 a
<i>Hansenula</i> sp.	47,15	38,18	43,94	51,42 b	52,7 b	53,21 b
<i>Pichia</i> sp. 3	51,73	24,25	23,36	27,76 ab	25,68 ab	22,54 ab
<i>Cryptococcus</i> sp.	50,01	36,21	21,76	25,31 ab	14,57 a	12,65 a

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

Hasil analisis menggunakan uji Duncan pada taraf kesalahan 0,05 (Tabel 6) menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata antar perlakuan dalam menghambat pertumbuhan *F. oxysporum* pada 7 hsi. Pada perlakuan kontrol yaitu *F. oxysporum* saja tanpa khamir, tidak dihasilkan hambatan sehingga persentase hambatannya adalah 0%. Pada perlakuan menggunakan *Metschnikowia* sp. mampu menghasilkan penghambatan sebesar 33,78%. Pada perlakuan menggunakan *Pichia* sp. 1 menghasilkan penghambatan sebesar 18,91%. Pada perlakuan menggunakan *Pichia* sp. 2, besarnya penghambatan yang dihasilkan sebesar 45,62%. Kemudian penghambatan yang dihasilkan pada perlakuan menggunakan *Candida* sp. adalah sebesar 17%. Perlakuan menggunakan *Zygosaccharomyces* sp. mampu menghasilkan penghambatan sebesar 13,9%. Selanjutnya pada perlakuan menggunakan *Hansenula* sp., besarnya penghambatan yang dihasilkan adalah sebesar 53,21%. Pada perlakuan menggunakan *Pichia* sp. 3 dari hasil isolasi tanah Waingapu menghasilkan penghambatan sebesar 22,54%. Perlakuan menggunakan *Cryptococcus* sp., penghambatan yang dihasilkan adalah sebesar 12,65%. Berdasarkan hasil pengujian tersebut diketahui bahwa hambatan yang terbesar adalah pada perlakuan menggunakan *Hansenula* sp. dari hasil isolasi tanah Waingapu yang mampu menghasilkan persentase hambatan hingga 53,21%. Berikut hasil dokumentasi uji antagonis khamir hasil isolasi dari tanah Jatikerto dan Waingapu terhadap patogen *Fusarium oxysporum* f. sp. *ricini* pada 7 hsi (Gambar 18).



Gambar 17. Hasil uji antagonis khamir terhadap *F. oxysporum* pada 7 HSI secara in-vitro. A: kontrol patogen *F. oxysporum*, B: perlakuan *Metschnikowia* sp., C: perlakuan *Pichia* sp. 1, D: perlakuan *Pichia* sp. 2, E: perlakuan *Candida* sp., F: perlakuan *Zygosaccharomyces* sp., G: perlakuan *Hansenula* sp., H: perlakuan *Pichia* sp. 3, I: perlakuan *Cryptococcus* sp.

Hasil uji antagonis menunjukkan bahwa antara 8 isolat khamir memiliki interaksi antagonisme dengan *F. oxysporum*. Mekanisme antagonis yang dihasilkan oleh khamir antara lain antibiosis dan kompetisi. Mekanisme antibiosis ditunjukkan dengan adanya zona bening di sekitar khamir yang tidak ditumbuhi koloni patogen *F. oxysporum* ditunjukkan oleh (Gambar 18G). Hagagg dan Mohamed (2007) melaporkan bahwa mekanisme antibiosis oleh khamir melibatkan penggunaan senyawa metabolit sekunder seperti enzim pelisis, senyawa volatile, siderophores atau senyawa toksik lainnya sehingga dapat

menyebabkan fungistatik, lisis dinding sel, atau nekrotik, sehingga pertumbuhan patogen menjadi terhambat. Mekanisme kompetisi ditunjukkan dengan lambatnya pertumbuhan koloni jamur patogen ketika ditumbuhkan bersama dengan khamir pada media yang sama ditunjukkan oleh (Gambar 18I). Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Moricca dan Ragazzi (2008) bahwa mekanisme kompetisi ditunjukkan dengan adanya batas tegas antara dua koloni khamir dan jamur patogen. Mekanisme kompetisi ruang dan nutrisi terjadi apabila khamir berusaha memperoleh ruang dan nutrisi yang terbatas ketika ditumbuhkan bersama jamur patogen (Janisiewicz dan Korsen, 2002).

Menurut Droby dan Chalutz (1994) potensi lain khamir sebagai agens pengendali hayati yaitu khamir tidak menghasilkan spora alergenik atau mikotoksin seperti cendawan *miselia* sehingga memiliki sedikit resiko terhadap konsumen. Selain itu, kelebihan khamir dibandingkan agens antagonis lain seperti jamur multiseluler dan bakteri antagonis adalah mampu tumbuh cepat pada media buatan atau inangnya, mampu berkompetisi, mikoparasit, menghasilkan senyawa antibiosis, mampu bertahan pada keadaan kekeringan, radiasi sinar matahari (Fonseca dan Inacio, 2006). Kisaran inang dari khamir sangat luas mulai dari organisme yang tidak mampu menghasilkan makanan sendiri hingga yang mampu menghasilkan makanan sendiri (McCormark *et al.*, 1994).

Pada pengujian antagonis secara *in-vitro* terhadap *F. oxysporum* menunjukkan potensi baik dalam menghambat pertumbuhan patogen adalah *Hansenula* sp. yang diisolasi dari rizosfer tanaman jarak kepyar Waingapu. Khamir *Hansenula* sp. memiliki kemampuan antagonisme terhadap kapang. Aplikasi senyawa antibiosis yang dihasilkan oleh *Hansenula* sp. mampu mengurangi intensitas serangan dan jumlah spora patogen *F. oxysporum* (Hajlaoui *et al.*, 1994).

## V. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penilaian ini, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Khamir dari rizosfer tanaman jarak kepyar lahan Jatikerto yang berhasil diisolasi yaitu *Metschnikowia* sp., *Pichia* sp. 1, *Pichia* sp. 2, dan *Candida* sp.. Dari lahan Waingapu yaitu *Zygosaccharomyces* sp., *Hansenula* sp., *Pichia* sp. 3, dan *Cryptococcus* sp.
2. Nilai indeks keanekaragaman lahan Jatikerto 4,875 dan lahan Waingapu 5,011. Indeks dominasi lahan Jatikerto 0,271 dan lahan Waingapu 0,312. Indeks keseragaman lahan Jatikerto 3,517 dan lahan Waingapu 3,614.
3. Persentase penghambatan tertinggi ditunjukkan pada perlakuan *Hansenula* sp. sebesar 53,21%, sedangkan persentase penghambatan terendah ditunjukkan pada perlakuan *Cryptococcus* sp. sebesar 12,65%.

### 5.2 Saran

Dalam penelitian ini perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang:

1. Dalam penelitian ini diperlukan penelitian molekuler selanjutnya untuk identifikasi spesies dan mengetahui senyawa pada khamir yang ditemukan dalam menekan pertumbuhan *F. oxysporum* f. sp. *ricini* penyebab layu fusarium pada tanaman jarak kepyar.
2. Pengujian antagonis khamir terhadap *F. oxysporum* f. sp. *ricini* secara *in vivo*.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Agrios, G. N. 2000. Ilmu penyakit tumbuhan. UGM Press. Yogyakarta.
- Allabouvette R., Lemanceae P. and Steinberg C. 1996. Biological control of Fusarium wilts: opportunities for developing a commercial product. P 193-211.
- Ariyono, R. Q., S. Djauhari, dan L. Sulistyowati, 2014. Keanekaragaman Jamur Endofit Daun Kangkung Darat (*Ipome reptans* Poir.) pada Lahan Pertanian Organik dan Konvensional. Universitas Brawijaya. Malang.
- Ashliha, I. N. dan Alami, N. H. 2014. Karakterisasi khamir dari pulau Poteran Madura. Jurnal Sains dan Seni POMITS 3 (2): 49-52.
- Avis, T. J., and Belanger, R. R. 2002. Mechanism and means of detection of biocontrol activity of *Pseudozyma* yeasts against plant – patogenic fungi. FEMS yeast Res. 2:5-8.
- Baker, K. F. and Cook, R. J. 1983. Nature and practice of biological control of plant pathogens. Minnesota: The American Phytopathology Society Press.
- Begayoub, M., Rhlid, R. B. and Belanger, R. R. 1996. Purification and characterisation of new fatty acids with antibiotic activity produced by *sporothrix flocculosa*. J.Cem.Ecol. 22:405-413.
- Brower, J. E. dan J. H. Zar. 1977. Field and Laboratory Methods for General Ecology. WM. J. Brown Company Publisher. Iowa.
- Cahyo, A. 2006. Perbandingan Penggunaan Minyak Tanah dan Biodiesel (Minyak Jarak) Sebagai Bahan Bakar Bertekanan. <http://www.docstoc.com/docs/27694693>. Diakses tanggal 26 Januari 2016.
- Darmawan, F. dan Soemarno. 2000. Analisis Kesesuaian Lahan bagi Usahatani Tebu dan Kedelai di Wilayah Kecamatan Kromengan, Kabupaten Malang. Jurnal Agritek Vol. 8 No. 4 November 2000.
- Droby, S. and E. Chalutz. 1994. Mode of action of biocontrol agents of postharvest disease. *Dalam*: Wilson CL, Winiewski ME (Eds.). Biological Control of Postharvest Disease of Fruits and Vegetables Theory and Practice. CRC Press. Boca Raton, FL, pp. 63-75.
- Fardiaz, S. 1985. Mikrobiologi pangan. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Pusat antar Universitas Pangan dan Gizi. IPB. Bogor.
- Firdaus, U.I. 2006. Analisis investasi jarak. <http://www.nguntononadi.wonogiri.org>. Diakses tanggal 26 Januari 2016.

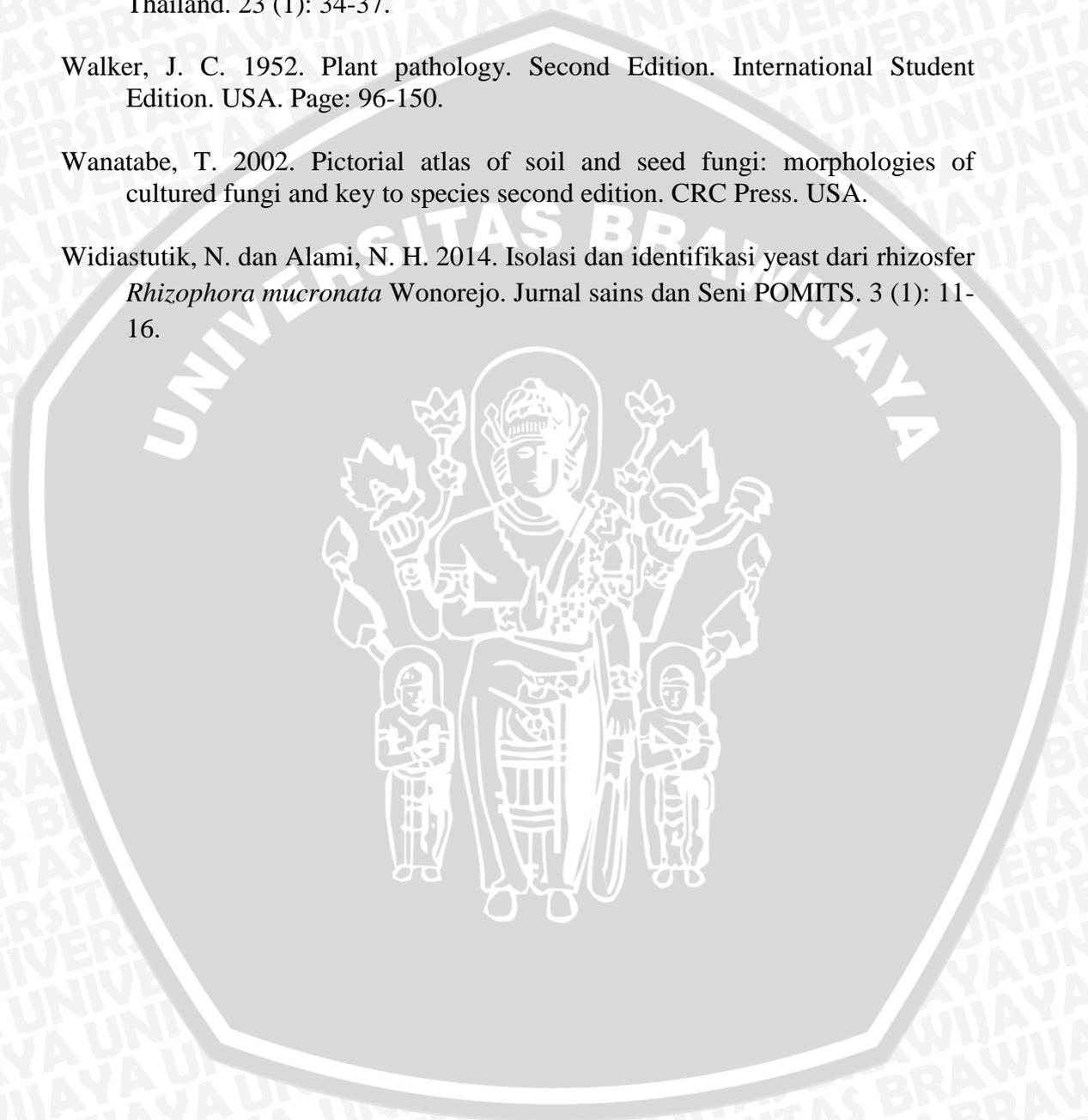
- Fonseca, A. and Inacio, J. 2006. Phylloplane yeast. *Dalam*: Peter G & Rosa C. 2006. *The Yeast Handbook: Biodiversity and Ecophysiology of Yeast*. Springer-Verlag. Berlin Heidelberg: 263-301.
- Hadiwiyono. 1999. Jamur akar gada (*Plasmodiphora brassicae* Wor.) pada cruciferae: uji toleransi inang dan pengendaliannya secara hayati dengan *Trichoderma*. Universitas Jenderal Soedirman: hlm 365-371.
- Haggag, W. M., dan Mohammed, H. A. A. 2007. Biotechnological aspects of microorganisms used in plant biological control. *American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture* 1 (1): 7-12.
- Hajlaoui, M. R, Traquair, J. A, Jarvis, W. R. and Bèlanger, R. R. 1994. Antifungal activity of extracellular metabolites produced by *Sporothrix flocculosa*. *Biocontrol Sci. Technol.* 4 : 229-237.
- Janisiewicz, W. J. and Korsen, L. 2002. Biological control of postharvest diseases of fruits. *Annu Rev Phytopathol.* 40: 11-441.
- Kanti, A. 2006. Marga Candida, Khamir Tanah Pelarut Fosfat yang Diisolasi dari Tanah Kebun Biologi Wamena Papua. *Biodiversitas.* 7(2): 105-108.
- Kavanagh, K. 2005. *Fungi biology and application*. John Wiley & Sons Ltd.
- Krebs, C. J. 1999. *Ecological Methodology*. Bejamins Cummings. New York. Hal. 624
- Kurtzman, C. P. Dan J. W. Fell. 1998. *The Yeast: A Taxonomic Study*, 3rd ed. Elsevier. Amsterdam.
- Lakshminarayana, M. and Raoof, M. A. 2006. Research achievements. c. crop protection. *In*: AICRP on Castor, DOR, 2006. *Research Achievements in Castor*. Hegde, D. M. (Ed) All India Co-ordinated Research Project on Castor, Directorate of Oilseeds Research, India. pp. 49-80.
- Legowo, Heru. 2011. Kondisi Geografis Waingapu. <http://visitsumbaisland.blogspot.co.id/2011/06/waingapu-nun-jauh-di-sana-sumba-timur.html> Diakses tanggal 3 Agustus 2016.
- Lestari, Sri dan Basuki, N. 2012. Variabilitas Kandungan Besi pada Beberapa Varietas Ubi Jalar di Indonesia. Seminar Nasional 3 in 1, Peran Nyata Hortikultura. Agronomi dan Pemuliaan Tanaman terhadap Kontinuitas Ketahanan Pangan 21-22 Agustus 2013 di Universitas Brawijaya, Malang, Jawa Timur.
- Ludwig, J. A. dan J. F. Reynold. 1988. *Statistical Ecology: Primer on Methods and Computing*. John Wiley and Sons Inc. Canada.
- Manuel, F. 2005. *Ricinus communis* L. <http://images.toiusd.multiply.multiplycontent.com/attachment/0/Rjn4xgp8>

AA@Vag1/Ricinus%20communis%20L.%20%5BClick%20Here.%2doc?mid=19411209. Diakses tanggal 26 Januari 2016.

- Mari M. and Guizzardi, M. 1998. The postharvest phase: emerging technologies for the control of fungal diseases. *Phytoparasitica* 26 (1): 59-66.
- McCormark, P. J., Wildman, H. G. and Jeffries, P. 1994. Production of Antibacterial Compounds by Inhabiting Yeast and Yeast-like Fungi. *App. Environ. Microbiol.* 60 : 927-931.
- Morrica S. and Ragazzi A. 2008. Fungal endophytes in Mediterranean oak forests : a lesson from *Discula quercina*. *Phytopathology*. 98 (4): 380-386.
- 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.
- Nanda, S. dan Prasad, N. 1974. Wilt of castor a new record. *J. Mycol. Plant Path.* 4, 103-105.
- Nurhariyati, T., Ni'matuzahroh dan Surtiningsih, T. 2004. Keanekaragaman khamir pendegradasi minyak hasil isolasi dari Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya. *Berk. Penelitian Hayati*: 87-91.
- Odum, P. E. 1993. *Dasar-Dasar Ekologi edisi Ketiga*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Ohya, Y., Sese, J., Yukawa, M., *et al.* 2005. High dimensional and large scale phenotyping of yeast mutant. *Proc Natl Acad Sci USA*. 102 (52):19015-20.
- Patil, J. V. 2014. Annual Report, Castor, 2013-14. Directorate of Oilseeds Research, Rajendranagar, Hyderabad-500 030. India. p 150.
- Pelczar, M. J. and Chan, E. C. S. 2005. *Dasar-dasar mikrobiologi*. UI Press. Jakarta
- Plantamor. 2008. Klasifikasi Jarak Kepyar.  
[http://www.plantamor.com/index.php?albumjarak\\_kepyar](http://www.plantamor.com/index.php?albumjarak_kepyar). Diakses tanggal 26 Januari 2016.
- Ploetz, R. C. 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.
- Pushpawathi, B., Sarwar, H. A. K., Raof, M. A., Babu, R. R. 1998. Management of wilt disease in castor. *Ind. J. Plant Prot.* 26 (2), 177-180.

- Rogers, K. 2011. Fungi, algae, and protist (biochemistry, cell, and life). Britannica Educational Publishing. New York.
- Rumape, Opir. 2013. Isolasi dan identifikasi senyawa antifeedant dari daun jarak kepyar (*Ricinus communis* L.) terhadap kumbang *Epilachna varivestis* Milsant. Universitas Negeri Gorontalo.
- Sastrahidayat, I. R. 1990. Ilmu penyakit tumbuhan. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Malang.
- Sastrahidayat, I. R. 2009. Ilmu jamur (mikologi). Karya Anda. Surabaya. 444 hlm.
- Sarles, W. B., Frazier, W. C., Wilson, J. C. 1956. Microbiology general and applied. 2<sup>nd</sup> Ed. Harper and Brothers. New York, p: 45-46
- Semangun, H. 1989. Penyakit-penyakit tanaman ortikultura di Indonesia. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Semangun, H. 1996. Pengantar ilmu penyakit tumbuhan. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Semangun, H. 2000. Penyakit-penyakit tanaman hortikultura di Indonesia. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Semangun, H. 2001. Pengantar ilmu penyakit tumbuhan. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Semangun, H. 2007. Penyakit-penyakit tanaman hortikultura di Indonesia. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Sharma, R. R., Singh, D., and Singh R. 2009. Biological control of postharvest disease of fruits and vegetables by microbial antagonists: A review. Biol. Control. 50: 205-221.
- Shofiana, R. H., Sulistyowati, L. dan Muhibuddin, A. 2015. Eksplorasi jamur endofit dan khamir pada tanaman cengkeh (*Syzygium aromaticum*) serta uji potensi antagonismenya terhadap jamur akar putih (*Rigidopus microporus*). 3 (1): 75-83.
- Sinaga, E. 2005. *Ricinus communis* Linn jarak (Online). Tersedia: [http://iptek.apjii.or.id/artikel/ttg\\_tanaman\\_obat/unas/Jarak.pdf](http://iptek.apjii.or.id/artikel/ttg_tanaman_obat/unas/Jarak.pdf) Diakses tanggal 26 Januari 2016.
- Sugipriatini, D. 2009. Potensi penggunaan khamir dan kitosan untuk pengendalian busuk buah *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griffon & Maubl. (syn. *Botryodiplodia theobromae* Pat.) pada buah mangga selama penyimpanan (tesis). Institut Pertanian Bogor.

- Susanna. 2000. Analisis keefektifan mikroorganisme antagonis dalam mengendalikan *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* pada pisang (*Musa sapientum* L.). [Tesis]. Program Pascasarjana. IPB.
- Tuntiwongwanich, S. and Leenanon, B. 2009. Morphology and identification of yeast isolated from toddy palm in Thailand. *Journal of Microscopy Society of Thailand*. 23 (1): 34-37.
- Walker, J. C. 1952. *Plant pathology*. Second Edition. International Student Edition. USA. Page: 96-150.
- Wanatabe, T. 2002. *Pictorial atlas of soil and seed fungi: morphologies of cultured fungi and key to species second edition*. CRC Press. USA.
- Widiastutik, N. dan Alami, N. H. 2014. Isolasi dan identifikasi yeast dari rhizosfer *Rhizophora mucronata* Wonorejo. *Jurnal sains dan Seni POMITS*. 3 (1): 11-16.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Analisis Ragam Persentase Penghambatan Khamir terhadap Pertumbuhan Patogen *F. oxysporum* f. sp. *ricini* pada 2 HSI

SK	db	JK	KT	F Hitung	Ftabel 5%	Ftabel 1%
Perlakuan	8	7797,780	974,722	1,616	2,773	4,247882
Galat	18	10859,815	603,323	1,616		
Total	26	18657,595	717,600			

Lampiran 2. Analisis Ragam Persentase Penghambatan Khamir terhadap Pertumbuhan Patogen *F. oxysporum* f. sp. *ricini* pada 3 HSI

SK	db	JK	KT	F Hitung	Ftabel 5%	Ftabel 1%
Perlakuan	8	3309,662	413,708	1,013	2,773	4,247882
Galat	18	7349,493	408,305	1,013		
Total	26	10659,155	409,967			

Lampiran 3. Analisis Ragam Persentase Penghambatan Khamir terhadap Pertumbuhan Patogen *F. oxysporum* f. sp. *ricini* pada 4 HSI

SK	db	JK	KT	F Hitung	Ftabel 5%	Ftabel 1%
Perlakuan	8	3133,093	391,637	1,456	2,773	4,247882
Galat	18	4840,518	268,918	1,456		
Total	26	7973,610	306,677			

Lampiran 4. Analisis Ragam Persentase Penghambatan Khamir terhadap Pertumbuhan Patogen *F. oxysporum* f. sp. *ricini* pada 5 HSI

SK	db	JK	KT	F Hitung	Ftabel 5%	Ftabel 1%
Perlakuan	8	4774,343	596,793	3,445*	2,773	4,247882
Galat	18	3118,185	173,233	3,445		
Total	26	7892,528	303,559			

Lampiran 5. Analisis Ragam Persentase Penghambatan Khamir terhadap Pertumbuhan Patogen *F. oxysporum* f. sp. *ricini* pada 6 HSI

SK	db	JK	KT	F Hitung	Ftabel 5%	Ftabel 1%
Perlakuan	8	6434,827	804,353	6,141**	2,773	4,247882
Galat	18	2357,825	130,990	6,141		
Total	26	8792,653	338,179			

Lampiran 6. Analisis Ragam Persentase Penghambatan Khamir terhadap Pertumbuhan Patogen *F. oxysporum* f. sp. *ricini* pada 7 HSI

SK	db	JK	KT	F Hitung	Ftabel 5%	Ftabel 1%
Perlakuan	8	6900,153	862,519	10,435**	2,773	4,247882
Galat	18	1487,796	82,655	10,435		
Total	26	8387,949	322,613			

Lampiran 7. Analisa Keragaman Khamir Tanah Jatikerto

No.	Genus	$\sum$ Koloni	ni/n	ln (131)	h'	C	ln(4)	E
1	<i>Metschnikowia</i> sp.	42	0,321	4,875	1,563	0,103	1,386	1,127
2	<i>Pichia</i> sp. 1	38	0,290	4,875	1,414	0,084	1,386	1,020
3	<i>Pichia</i> sp. 2	34	0,260	4,875	1,265	0,067	1,386	0,913
4	<i>Candida</i> sp.	17	0,130	4,875	0,633	0,017	1,386	0,456
Total	Total	131			4,875	0,271		3,517

Lampiran 8. Analisa Keragaman Khamir Tanah Waingapu

No.	Genus	$\sum$ Koloni	ni/n	ln (150)	h'	c	ln(4)	E
1	<i>Zygosaccharomyces</i> sp.	57	0,380	5,011	1,904	0,144	1,386	1,373
2	<i>Hansenula</i> sp.	49	0,327	5,011	1,637	0,107	1,386	1,181
3	<i>Pichia</i> sp. 3	36	0,240	5,011	1,203	0,058	1,386	0,867
4	<i>Cryptococcus</i> sp.	8	0,053	5,011	0,267	0,003	1,386	0,193
Total	Total	150			5,011	0,312		3,614

## Lampiran 9. Analisis Tanah Jatikerto dan Waingapu



# UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG

## LABORATORIUM KIMIA

Jl. Raya Tlogomas No. 246 Telp. 0341-464318 Psw. 152 Malang 65144

### LAPORAN ANALISIS

No. Surat : 35 /LK-B/IV/2016

Contoh disampaikan oleh pelanggan dengan keterangan sebagai berikut:

Pelanggan : **Asmidyah Dwi**  
125040201111019  
Fakultas Pertanian/Hama dan Penyakit Tumbuhan  
Universitas Brawijaya Malang

Jenis Contoh : Tanah

Tgl. Penerimaan : 7 Maret 2016

Analisis/Uji yang diminta : C organik dan N total (N)

Metode Analisis : Walkey Black and Denstedt (C organik dan bahan organik)  
Semi micro kjeldahl (N total)

Hasil Analisis : Terlampir

Malang, 12 April 2016  
Kepala Laboratorium

Dr. Nurul Mahmudati, Dra, MKes

Lampiran Surat No. 35 /LK-B/IV/2016

#### Hasil Analisis Kimia Sampel Tanah

Sampel	Ulangan	C Organik (%)	Bahan Organik (%)	N Total (%)	Rasio C/N
J	1	2,362	3,068	0,210	11,249
	2	2,388	3,101	0,224	10,668
W	1	3,568	4,634	0,321	11,116
	2	3,575	4,643	0,308	11,619