



**POTENSI ANTAGONIS KHAMIR TERHADAP *Collectotrichum* sp.  
PENYEBAB PENYAKIT ANTRAKNOS PADA BUAH PISANG DAN TOMAT  
SECARA *IN VITRO***

Oleh :

**SETIA MURNI SIDABUTAR**

**Minat Hama dan Penyakit Tumbuhan  
Program Studi Agroekoteknologi**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**MALANG**

**2015**



**POTENSI ANTAGONIS KHAMIR TERHADAP *Collectotrichum* spesies  
PENYEBAB PENYAKIT ANTRAKNOS PADA BUAH PISANG DAN TOMAT  
SECARA IN VITRO**

Oleh :

**SETIA MURNI SIDABUTAR**

**115040200111121**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh**

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



**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI**

**MINAT HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN**

**FAKULTAS PERTANIAN**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**MALANG**

**2015**



## RINGKASAN

**SETIA MURNI SIDABUTAR. 115040200111121. Potensi Antagonis Khamir Terhadap *Colletotrichum* sp. Penyebab Penyakit Antraknosa Pada Buah Pisang Dan Tomat Secara *In Vitro*. Di bawah bimbingan Prof.Ir. Liliek Sulistyowati, Ph.D sebagai Pembimbing Utama dan Dr. Anton Muhibuddin, SP. MP sebagai Pembimbing Pendamping.**

Antraknosa adalah penyakit utama pascapanen yang disebabkan oleh jamur *Colletotrichum* yang menyerang buah-buahan di daerah tropis dan subtropis. Penyakit antraknosa menyerang berbagai jenis tanaman diantaranya pisang dan tomat. Penyakit ini sulit dikendalikan, terutama jika kelembaban areal pertanaman sangat tinggi. Salah satu tanaman yang tumbuh subur di iklim tropis adalah tanaman tomat (*Solanum lycopersicum* L.) dan pisang (*Musa* sp). Buah tomat merupakan salah satu komoditas hortikultura yang bernilai ekonomi tinggi dan masih memerlukan penanganan serius, terutama dalam hal peningkatan kualitas buahnya. Buah tomat akan segera mengalami kerusakan jika tanpa perlakuan saat penyimpanan. Penyebab turunnya kualitas buah pisang adalah serangan dari *Colletotrichum* sp. Kualitas buah pisang di Indonesia masih kurang maksimal hal ini disebabkan oleh kerusakan mekanis dan memberi peluang infeksi mikroorganisme penyebab penyakit pascapanen lebih besar.

Salah satu teknik pengendalian pascapanen yang saat ini sedang dikembangkan adalah pengendalian hayati. Salah satu agens hayati yang digunakan untuk pengendalian penyakit pascapanen adalah khamir. Khamir mampu memproduksi enzim racun seperti enzim hidrolitik, dan senyawa *volatile* beracun yang mampu mendegradasi dinding sel jamur fitopatogenik. Kelebihan khamir adalah adaptif pada permukaan tanaman yang kering, tahan terhadap terpaan sinar matahari yang kuat, fluktuasi cuaca yang tajam, dan miskin nutrisi. Penelitian mengenai pengendalian hayati penyakit antraknosa khususnya yang disebabkan oleh *Colletotrichum* sp menggunakan khamir masih sedikit dilakukan oleh sebab itu perlu diteliti untuk mengetahui potensi khamir yang terdapat pada buah pisang dan tomat.

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Mikologi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya mulai bulan Januari 2015 sampai Juni 2015. Khamir yang diisolasi dari buah pisang dan tomat kemudian diuji antagonis terhadap *Colletotrichum* sp yang diisolasi dari buah pisang dan tomat. Khamir digoreskan pada media PDA tepat ditengah cawan petri secara tegak lurus sebanyak satu lup inokulasi. Biakan murni *Colletotrichum* sp diambil dengan bor gabus, diletakkan pada sisi kanan dan kiri goresan khamir dengan jarak 3cm kemudian diinkubasikan pada suhu ruangan. Uji antagonis menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan menguji ke 11 isolat khamir terhadap *Colletotrichum* sp., setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali. Data yang diperoleh dari pengujian antagonis khamir terhadap patogen *Colletotrichum* sp dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) dan apabila terdapat perbedaan yang nyata, akan dilanjutkan dengan menggunakan uji Duncan pada taraf 5%. Khamir yang diisolasi dari buah pisang adalah *Zigowilia* sp., *Candida* sp. 1, *Lindnera* sp. 1, *Debaryomyces* sp., *Candida* sp. 2, *Kloeckera* sp., dan khamir yang diisolasi dari buah



tomat adalah *Candida* sp. 3, *Lindnera* sp. 2, *Saccharomyces* sp., *Candida* sp. 4, *Saccharomycopsis* sp. Hasil analisis menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata antar perlakuan dalam menghambat pertumbuhan patogen *Colletotrichum* sp. yang diisolasi dari buah pisang dan tomat. Khamir yang paling berpotensi dalam mengendalikan pathogen *Colletotrichum* sp. pada buah pisang adalah khamir *Saccharomycopsis* sp. yang diisolasi dari buah tomat dengan daya hambat sebesar 40,56 %, sedangkan khamir yang paling berpotensi dalam mengendalikan patogen *Colletotrichum* sp. pada buah tomat adalah khamir *Candida* sp. 1 yang diisolasi dari buah pisang dengan daya hambat sebesar 38,33%. Kemampuan antagonis khamir lebih meningkat apabila diujikan terhadap patogen dari habitat yang berbeda dengan khamir.



## SUMMARY

**SETIA MURNI SIDABUTAR. 115040200111121. Antagonistic Potential Of Yeasts As Biological Control Agent Isolated From Banana And Tomato Against *Colletotrichum* sp. Under advisory of Prof. Ir. Liliek Sulistyowati, Ph.D as Main Supervisor and Dr. Anton Muhibuddin, SP, MP as Second Supervisor**

Anthraco-nose is a major postharvest disease caused by *Colletotrichum* which attack fruits in the tropics and subtropics, including banana (*Musa* sp.) and tomato (*Solanum lycopersicum* L.). The disease is difficult to be controlled, especially if the humidity is very high. Tomato and banana are important fruits crop that have high economic value and still requires serious attention, especially the quality of the fruit. These fruits will be damaged if not treated well during storage. *Colletotrichum* sp reduces the quality of these fruits. The quality of these fruits in Indonesia is not maximum due to mechanical damage and created opportunities for microorganisms to cause postharvest diseases.

One of postharvest control techniques that are currently being developed is biological control, using microorganism such as bacteria, fungi and yeast as the agent. Yeast produced hydrolytic enzymes and toxic volatile compounds that able to degrade the cell walls of phytopathogenic fungi. Yeast are more adaptive to the dry plant surface, resistant to exposure of sunlight, weather sharp fluctuations, and poor nutrition. Research on biological control against anthracnose disease by using yeast particularly in banana and tomato has not been reported.

The study was conducted at the laboratory of Mycology, Department of Plant Pests and Disease, Agriculture Faculty, Brawijaya University, from January to June 2015. Yeast was isolated from surface of these fruits, *Colletotrichum* sp. was isolated from infected fruit and were tested antagonistic against *Colletotrichum* sp. on PDA medium. Yeast inscribed on PDA right in the petri dish vertically as much as an inoculation loop. The pure cultures of *Colletotrichum* sp was taken with a corkborer and placed on the right and left of scratches yeast with 3cm in distance and was incubated at room temperature. This experiment used a completely randomized design (CRD) with 11 yeast isolates tested for against *Colletotrichum* sp. and each treatment were replicated 3 times.

The data obtained from the antagonistic test were analyzed using analysis of variance (ANOVA). It was found 6 species of yeasts from banana, namely *Zygowilia* sp., *Candida* sp. 1, *Lindnera* sp. 1, *Debaryomyces* sp., *Candida* sp. 2, *Kloeckera* sp., furthermore it was also found 5 species of yeasts from tomato, namely *Candida* sp. 3, *Lindnera* sp. 2, *Saccharomyces* sp., *Candida* sp. 4, *Saccharomycopsis* sp. The analysis showed a significant different effect among the treatments to inhibit the growth of pathogenic *Colletotrichum* sp. The most potential yeast to inhibited *Colletotrichum* sp. from banana was *Saccharomycopsis* sp. isolated from tomato, while the most potential yeast to inhibited pathogens *Colletotrichum* sp. from tomato was *Candida* sp. 1 isolated from bananas. The antagonist ability of yeast was increased when it tested to pathogen from different habitats with the yeast.



## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa yang dengan berkat dan kasih Nya yang melimpah telah menuntun penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul Potensi Antagonis Khamir Terhadap *Collectotrichum* Spesies Penyebab Penyakit Antraknosa Pada Buah Pisang Dan Tomat Secara *In Vitro*. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya, kepada Prof.Ir. Liliek Sulistyowati, Ph.D selaku dosen pembimbing utama dan Dr. Anton Muhibuddin, SP. MP sebagai pembimbing pendamping atas segala kesabaran, nasihat, arahan dan bimbingannya kepada penulis.

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak, dan memberikan sumbangan pemikiran bagi ilmu pengetahuan.

Malang, September 2015

Penulis



## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan pada tanggal 23 September 1993 di Desa Martoba, Sumatera Utara. Anak keempat dari lima bersaudara dan orang tua bernama U. Sidabutar dan R. Sihombing. Penulis menempuh pendidikan pada tahun 1999 diterima di SD INPRES UNJUR, pada tahun 2005 diterima di SMP Negeri I Simanindo, tahun 2008 di terima di SMA RK Budi Mulia Pematangsiantar dan pada tahun 2011 diterima di Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang, Jawa Timur, melalui jalur SNMPTN.

Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah menjadi panitia pada berbagai kegiatan di Christian Community (CC), seperti sie danus di kepanitiaan Natal CC tahun 2011, anggota sie acara di kepanitiaan Retret 2012, anggota sie humas di kepanitiaan Paskah CC 2012, anggota sie acara di kepanitiaan Retret CC 2013, penulis juga pernah menjadi pengurus di Himpunan Mahasiswa Perlindungan Tanaman (HIMAPTA) seperti anggota bidang PSDA (Pengembangan Sumberdaya Anggota) periode 2013/2014 dan menjadi Bendahara ARTHROPODA HIMAPTA tahun 2014.

**DAFTAR ISI**

Halaman

<b>RINGKASAN</b> .....	i
<b>SUMMARY</b> .....	iii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iv
<b>RIWAYAT HIDUP</b> .....	v
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	viii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	x
<b>I. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan.....	4
1.4 Hipotesis.....	4
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Khamir.....	5
2.2 Morfologi Khamir.....	6
2.3 Mekanisme Antagonis Khamir.....	7
2.4 Patogen <i>Collectotrichum</i> sp.....	8
2.5 Gejala serangan <i>Collectotrichum</i> sp pada Buah Pisang dan Tomat ...	10
2.6 Pengendalian Antraknosa pada Pisang dan Tomat.....	11
<b>III. METODE PELAKSANAAN</b>	
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	13
3.2 Alat dan Bahan.....	13
3.3 Metode Penelitian.....	13
3.3.1 Isolasi Patogen <i>Collectotrichum</i> sp.....	13



3.3.2	Isolasi Khamir .....	14
3.3.3	Uji Antagonis Khamir terhadap Patogen <i>Colletotrichum</i> sp secara in vitro .....	15
3.4	Analisis Data .....	15
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>		
4.1	Isolasi dan Identifikasi Patogen <i>Colletotrichum</i> sp .....	16
4.1.1	Patogen <i>Colletotrichum</i> sp. yang diisolasi dari buah pisang .....	16
4.1.2	Patogen <i>Colletotrichum</i> sp. yang diisolasi dari buah tomat .....	17
4.2	Isolasi dan Identifikasi Khamir .....	17
4.2.1	Khamir yang diisolasi dari buah pisang .....	18
4.2.2	Khamir yang diisolasi dari buah tomat .....	22
4.3	Antagonis Khamir terhadap Patogen <i>Colletotrichum</i> sp .....	25
4.3.1	Hasil uji antagonis khamir terhadap patogen <i>Colletotrichum</i> sp. yang diisolasi dari buah pisang .....	26
4.3.2	Hasil uji antagonis khamir terhadap patogen <i>Colletotrichum</i> sp. yang diisolasi dari buah tomat .....	30
4.4	Pembahasan .....	34
<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN</b>		
5.1	Kesimpulan .....	37
5.2	Saran .....	37
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....		
<b>LAMPIRAN</b> .....		
		41



DAFTAR TABEL

Nomor Halaman

Teks

- 1. Persentase Hambatan Khamir terhadap Patogen *Colletotrichum* sp. yang Diisolasi dari Buah Pisang pada 6HSP..... 27
- 2. Persentase hambatan khamir terhadap patogen *Colletotrichum* sp. yang diisolasi dari buah tomat pada 10 HSP..... 31



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1 Gejala serangan antraknosa pada tomat.....	10
Gambar 2 Gejala serangan antraknosa pada pisang.....	11
Gambar 3 Patogen <i>Colletotrichum</i> sp yang diisolasi dari buah pisang.....	16
Gambar 4 Patogen <i>Colletotrichum</i> sp yang diisolasi dari buah tomat.....	17
Gambar 5 <i>Zygowilia</i> sp.....	18
Gambar 6 <i>Candida</i> sp. 1.....	18
Gambar 7 <i>Lindnera</i> sp. 1.....	19
Gambar 8 <i>Debaryomyces</i> sp.....	20
Gambar 9 <i>Candida</i> sp. 2.....	20
Gambar 10 <i>Kloeckera</i> sp.....	21
Gambar 11 <i>Candida</i> sp. 3.....	22
Gambar 12 <i>Lindnera</i> sp.2.....	22
Gambar 13 <i>Saccharomyces</i> sp.....	23
Gambar 14 <i>Candida</i> sp. 4.....	24
Gambar 15 <i>Saccharomycopsis</i> .....	24
Gambar 16 Rerata persentase daya hambat khamir terhadap pertumbuhan patogen <i>Colletotrichum</i> sp dari buah pisang.....	26
Gambar 17 Hasil uji antagonis khamir terhadap patogen <i>Colletotrichum</i> sp dari buah pisang secara in vitro.....	29
Gambar 18 Rerata persentase daya hambat khamir terhadap pertumbuhan patogen <i>Colletotrichum</i> sp. dari buah pisang.....	30
Gambar 19 Hasil uji antagonis khamir terhadap patogen <i>Colletotrichum</i> sp. dari buah tomat.....	34



DAFTAR LAMPIRAN

Nomor Halaman

Teks

1. Tabel ANOVA Persentase daya hambat khamir terhadap

*Colletotrichum* sp. yang diisolasi dari buah pisang ..... 42

2. Tabel ANOVA Persentase daya hambat khamir terhadap

*Colletotrichum* sp. yang diisolasi dari buah tomat..... 44



## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Antraknosa adalah penyakit utama pascapanen yang disebabkan oleh *Collectotrichum* yang menyerang buah-buahan di daerah tropis dan sub tropis. *Colletotrichum* sp. mempunyai peranan penting pada ekonomi subsistem pertanian di seluruh dunia. Patogen ini menginfeksi sejumlah tanaman mulai dari monokotil hingga tanaman dikotil. Penyakit antraknosa menyerang berbagai jenis tanaman diantaranya pisang dan tomat. Penyakit ini sulit dikendalikan, terutama jika kelembaban areal pertanaman sangat tinggi. Bagian tanaman yang terserang penyakit antraknosa pada umumnya adalah buah atau daun. Meskipun infeksi antraknosa dapat terjadi pada semua stadia tanaman, namun stadia yang harus diwaspadai adalah terjadinya infeksi pada berbagai macam buah-buahan pascapanen (Dickman, 1993).

Pembusukan buah-buahan dan sayuran pascapanen berasal dari infeksi yang terjadi baik antara pembungaan dan pematangan buah, atau selama penanganan panen, dan penyimpanan. Sebagian besar infeksi terjadi melalui luka yang timbul dipermukaan komoditas pada saat panen, pascapanen dan pada penanganan selanjutnya. Kerugian akibat infeksi ini dapat ditangani dengan menggunakan fungisida yang diaplikasikan di lapangan atau setelah panen (Droby, 2006). Fungisida sintetik adalah bahan utama yang digunakan untuk mengendalikan pembusukan pascapanen (Sharma *et al.*, 2009). Residu pestisida pada buah-buahan dan sayuran menjadi perhatian utama konsumen dalam industri buah dan sayuran. Peningkatan kesehatan, perhatian terhadap residu pestisida pada produk segar, perkembangan strain patogen yang tahan terhadap fungisida, dan pendaftaran kembali beberapa fungisida yang lebih efektif, telah mendorong pengembangan alternatif yang lebih aman terhadap kesehatan manusia dan lingkungan (Droby, 2006). Saat ini banyak dilakukan alternatif pengendalian yang lebih aman terhadap lingkungan dalam mengendalikan pembusukan pascapanen.

Salah satu teknik pengendalian pascapanen yang saat ini sedang dikembangkan adalah pengendalian hayati. Teknik pengendalian ini berkembang



pesat karena berbasis sumber daya hayati, dan ramah lingkungan. Salah satu agen hayati yang digunakan untuk pengendalian penyakit pascapanen adalah khamir.

Beberapa khamir dan mikroorganisme lain telah dilaporkan dapat menghambat patogen tanaman, khususnya patogen yang berada didalam buah dan sayuran, serta beberapa produk komersial (Janisiewicz dan Korsten, 2002). Jones dan Prusky (2002) melaporkan bahwa beberapa khamir antagonis juga telah dilaporkan efektif untuk menghambat patogen pascapanen pada beberapa buah-buahan dan dapat digunakan sebagai agens pengendali hayati cendawan pascapanen.

*Yeast* atau khamir adalah mikroorganisme eukariotik bersel tunggal yang termasuk dalam kerajaan *fungi*. Khamir telah dimanfaatkan oleh manusia sejak zaman dahulu. Khamir biasanya tumbuh di lingkungan lembab yang memiliki nutrisi sederhana, seperti gula dan asam amino. Organisme ini diketahui memproduksi antifungal *aureobasidin A* yang memiliki aktivitas fungisidal yang kuat. Khamir lebih mudah ditemukan dipermukaan daun dan buah karena, pada bagian ini banyak mengandung kadar gula (Sharm *et al.*, 2009). Khamir mampu memproduksi enzim racun seperti enzim hidrolitik yang mampu mendegradasi dinding sel jamur fitopatogenik dan juga menghasilkan senyawa *volatile* beracun (Bruce *et al.*, 2004).

Kelebihan khamir adalah bioekologinya yang lebih adaptif pada permukaan tanaman yang kering, tahan terhadap terpaan sinar matahari yang kuat, fluktuasi cuaca yang tajam, dan miskin nutrisi (El-Tarably dan Sivasithamparam 2006).

Khamir mudah diperbanyak dalam waktu yang cepat, umumnya tidak menghasilkan mikotoksin seperti cendawan lain atau antibiotik seperti bakteri sehingga untuk aplikasi pada produk yang dikonsumsi segar, secara sosial khamir lebih bisa diterima (Droby dan Chalutz 1994). Secara umum khamir dapat ditemui pada tumbuhan (daun, bunga, buah akar), serangga, dan juga berbagai jenis makanan. Studi lain menyatakan bahwa khamir ini mudah ditemukan di permukaan (*phyllosphere*) tumbuhan dan bermacam-macam buah tropis (Lotrakul *et al.*, 2009).

Salah satu tanaman yang tumbuh subur di iklim tropis adalah tanaman tomat (*Solanum lycopersicum* L.) dan pisang. Buah tomat saat ini merupakan salah satu komoditas hortikultura yang bernilai ekonomi tinggi dan masih memerlukan



penanganan serius, terutama dalam hal peningkatan hasilnya dan kualitas buahnya. Seringkali terjadi penanaman tomat tanpa memperhatikan kualitasnya, sehingga hasil dan kualitas buahnya sangat rendah. Oleh karena itu untuk memenuhi kebutuhan tomat yang semakin tinggi maka penelitian perlu diarahkan untuk meningkatkan hasil dan kualitas buah tomat. Buah tomat akan segera mengalami kerusakan jika tanpa perlakuan saat penyimpanan. Besarnya kerusakan buah tomat setelah panen berkisar antara 20% sampai dengan 50% (Winarno, 1986). Salah satu penyakit yang menyerang tomat adalah penyakit antraknosa yang disebabkan oleh *Collectotrichum*.

Menurut Hadi, (2005) dalam Rumahlewang (2012) Penyebab turunnya kualitas buah pisang adalah serangan dari *Collectotrichum* sp. Indonesia merupakan negara penghasil pisang ke-4 didunia. Produksi buah pisang di Indonesia sampai dengan tahun 2009 sebesar 512,27 ton/ha. Khusus di Maluku, produksi buah pisang sampai dengan tahun 2009 sebesar 6,69 ton/ha. Kualitas buah pisang di Indonesia masih kurang maksimal hal ini disebabkan oleh waktu panen yang kurang tepat, kurangnya perawatan tanaman pisang, buruknya penanganan di kebun dan selama pengangkutan yang mengakibatkan kerusakan mekanis dan memberi peluang infeksi mikroorganisme penyebab penyakit pascapanen lebih besar. Salah satu penyakit yang menyerang buah pisang saat penyimpanan adalah penyakit antraknosa (Semangun, 2000). Penelitian mengenai pengendalian hayati penyakit antraknosa khususnya yang disebabkan oleh *Collectotrichum* sp menggunakan khamir masih sedikit dilakukan (Kallogianis *et al.* 2006) oleh sebab itu perlu diteliti potensi khamir yang terdapat pada buah pisang dan tomat.



## 1.2 Rumusan Masalah

1. Apakah isolat khamir yang diisolasi dari buah pisang dan tomat berpotensi untuk mengendalikan penyakit antraknosa?
2. Bagaimana daya antagonis khamir hasil isolasi dari buah pisang dan tomat dalam mengendalikan penyakit *Collectotrichum* sp?

## 1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu

1. Untuk mengetahui dan memperoleh jenis khamir yang terdapat pada buah pisang dan tomat serta
2. Untuk mengetahui daya antagonismenya terhadap *Collectotrichum* sp

## 1.4 Manfaat

Menginformasikan pada masyarakat tentang potensi dari khamir antagonis dalam mengendalikan penyakit antraknosa yang ramah lingkungan.

## 1.5 Hipotesis

Terdapat isolat khamir pada buah pisang dan tomat yang berpotensi mengendalikan *Collectotrichum* sp.



## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Khamir

Khamir adalah fungi mikroskopik yang memiliki sel tunggal, pada beberapa generasi ada yang membentuk miselium dengan percabangan. Khamir hidupnya sebagian ada yang saprofit dan ada beberapa yang parasitik. 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). Reproduksi khamir adalah dengan cara pertunasan. Menurut Kanti (2005) Khamir memiliki rentang ekologi yang cukup luas dan mampu hidup pada daerah ekstrim serta umumnya banyak ditemukan pada lingkungan yang memiliki bahan organik tinggi. Beberapa kelompok khamir yang dominan ditemukan dalam ekosistem tanah adalah genus *Cryptococcus*, *Candida* dan *Debaryomyces*. Menurut Kurtzman dan Piskur (2006) baru sekitar 1% khamir dilakukan isolasi dan identifikasi dari total perkiraan keanekaragaman khamir di dunia. Diantara 89 genera khamir yang pernah terdaftar dalam monograf khamir sebanyak 37 genera atau 42% ditemukan di Indonesia (Kurtzman dan Fell, 2011).

Identifikasi untuk mengetahui nama genus atau spesies khamir dapat dilakukan dengan pengamatan morfologi (morfologi koloni dan sel), uji fisiologis dan biokimia (Barnett & Pankhurst 2000). Pengamatan morfologi merupakan dasar utama yang digunakan untuk melakukan identifikasi dan klasifikasi khamir yaitu dengan pengamatan morfologi sel (pembentukan askospora, morfologi sel vegetatif, reproduksi aseksual, ada tidaknya produksi miselium sejati, pseudomiselium, ciri koloni, dan ciri pertumbuhan pada media cair.

Penelitian tentang khamir banyak dilakukan dalam bentuk eksplorasi dari berbagai ekosistem di Indonesia. Hal ini karena jumlah khamir di alam jauh lebih tinggi dibandingkan khamir yang telah diketahui selama ini. Khamir telah dimanfaatkan oleh manusia sejak zaman dahulu. Khamir biasanya tumbuh di lingkungan lembab yang memiliki nutrisi sederhana, seperti gula dan asam amino.

*Khamir* dapat dibedakan atas dua kelompok berdasarkan sifat metabolismenya yaitu bersifat fermentatif dan oksidatif. Jenis fermentatif dapat melakukan fermentasi



alkohol yaitu memecah gula (glukosa) menjadi alkohol dan gas contohnya pada produk roti. Sedangkan oksidatif (respirasi) maka akan menghasilkan CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O.

Keduanya bagi *khamir* adalah dipergunakan untuk energi walaupun energi yang dihasilkan melalui respirasi lebih tinggi dari yang melalui fermentasi (Natsir, 2003).

*Khamir* juga tidak mati oleh adanya antibiotik dan beberapa *khamir* mempunyai sifat antimikroba sehingga dapat menghambat pertumbuhan bakteri dan *mould*.

Beberapa penelitian menunjukkan keberhasilan penggunaan *khamir* sebagai agens biokontrol terhadap patogen pada buah-buahan dan sayuran. *Khamir* filosofer yang diisolasi dari daun tomat diketahui berpotensi sebagai antagonis terhadap penyakit *grey mould* yang disebabkan oleh *Botrytis cinerea* pada tomat (Kalogiannis *et al.* 2006).

*Khamir* telah dilaporkan berperan sebagai antagonis patogen tanaman terutama pada produk pascapanen. Beberapa spesies *khamir* dilaporkan dapat menghambat perkembangan penyakit pascapanen di antaranya adalah *Pichia membranefaciens* dan *Candida albidus* (Chan & Tian 2005), *C.oleophila*, *Cryptococcus albidus*, *Metschnikowia fructicola* (Droby 2006), *Aureobasidium pullulans* (Bencheqroun *et al.* 2007), *C. musae*, *Issatchenkia orientalis*, *C. quercitrusa* (Chanchaichaovivat *et al.* 2007), *M. pulcherrima* (Saravanakumar *et al.* 2008), *P. guilliermondii* (Chanchaichaovivat *et al.* 2007, Nantawanit *et al.* 2010).

## 2.2 Morfologi Khamir

Menurut Fardiaz (1992) *Khamir* adalah fungi uniseluler yang bersifat mikroskopik. Sel *khamir* mempunyai ukuran yang bervariasi, yaitu dengan panjang 1-5 mikrometer sampai 20 mikrometer, dan lebar 1-10 mikrometer. Bentuk sel *khamir* bermacam-macam yaitu bulat, oval, silinder atau batang, segitiga melengkung, berbentuk botol, bentuk apikulat atau lemon, membentuk pseudomiselium dan sebagainya. Sel vegetatif yang berbentuk apikulat atau lemon merupakan karakteristik grup *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*.

Jumiati *et al.*, (2012) mengemukakan bahwa khamir tidak mempunyai flagela atau organ lain untuk bergerak. Dalam kultur yang sama, ukuran dan bentuk sel khamir mungkin berbeda karena pengaruh umur sel dan kondisi lingkungan selama pertumbuhan. Sel yang muda mungkin berbeda bentuknya dari yang tua karena adanya proses ontogeni, yaitu perkembangan individu sel. Sebagai contoh, khamir yang berbentuk apikulat (lemon) pada umumnya berasal dari tunas berbentuk bulat sampai oval yang terlepas dari induknya, kemudian tumbuh dan membentuk tunas sendiri. Karena proses pertunasannya bersifat bipolar, sel muda yang berbentuk oval membentuk tunas pada kedua ujungnya sehingga mempunyai bentuk seperti lemon.

Sel-sel yang sudah tua dan telah mengalami pertunasan beberapa kali, mungkin mempunyai bentuk yang berbeda-beda. Morfologi sel khamir dapat diamati menggunakan beberapa cara yaitu: pengamatan langsung dengan mikroskop biasa, pengamatan dengan mikroskop biasa setelah diwarnai dengan pewarna tertentu, terutama untuk melihat kondisi lokasi komponen tertentu di dalam sel. Untuk mewarnai sel khamir dapat digunakan pewarna seperti yang digunakan untuk bakteri (Hadjoetomo, 1985).

### 2.3 Mekanisme Antagonis Khamir Antagonis

Khamir memiliki mekanisme antagonisme berupa kompetisi nutrisi dan ruang, parasitisme dan produksi enzim litik serta induksi ketahanan sehingga mampu mengendalikan beberapa patogen pascapanen (Nunes 2012). Hagagg dan Mohamed (2007) mengemukakan bahwa mekanisme antibiosis oleh khamir melibatkan penggunaan senyawa metabolit sekunder atau senyawa toksik sehingga dapat menyebabkan pertumbuhan patogen menjadi terhambat. Antibiosis adalah suatu interaksi antara makhluk hidup di mana organisme yang satu menghambat kehidupan dan pertumbuhan organisme yang lain. 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. Menurut Jijakli dan Lepoivre (1998) bahwa *P. anomala* strain K mampu menghasilkan enzim  $\beta$  1,3-glukanase yang mampu menghancurkan dinding sel cendawan. Janisiewicz dan Korsen (2002) menyatakan bahwa mekanisme kompetisi ruang dan nutrisi terjadi apabila khamir berusaha memperoleh ruang dan nutrisi yang terbatas ketika ditumbuhkan bersama patogen. *Metschnikowia pulcherrima* memiliki kemampuan kompetisi besi untuk menghambat *Botrytis cinerea*, *Alternaria alternata* dan *Penicillium Expansum* pada apel (Saravanakumar et al. 2008). *Pichia membranefaciens* dan *C. albidus* memiliki kemampuan untuk melekat pada hifa *Monilinia fructicola*, *P. expansum*, dan *Rhizopus stolonifer* (Chan & Tian 2005). Pelekatan ini mengakibatkan degradasi dinding sel fungi yang disebabkan enzim litik yang dihasilkan oleh khamir. Mekanisme biokontrol *P. guilliermondii* M8 terhadap *B. cinerea* melalui kompetisi nitrogen dan karbon, sekresi enzim hidrolitik dan induksi ketahanan tanaman inang (Zhang et al. 2011).

Khamir filofser yang diisolasi dari daun tomat diketahui berpotensi sebagai antagonis terhadap penyakit grey mould yang disebabkan oleh *Botrytis cinerea* pada tomat. Sembilan dari 30 isolat khamir yang diperoleh mampu mengurangi indeks penyakit tersebut lebih dari 90%. *Rhodotorula glutinis* Y-44 adalah khamir yang paling efisien dalam mengendalikan grey mould pada tanaman tomat (Kalogiannis et al. 2006). Haïssam (2011) melaporkan bahwa *Pichia anomala* strain K memiliki aktivitas antagonisme yang tinggi terhadap *B. cinerea* dan *Penicillium expansum* pada apel. Spesies khamir *Debaryomyces hansenii* menunjukkan aktivitas biologi dengan spektrum yang luas (Sharma et al. 2009). Chanchaichaoivat et al. (2007) melaporkan bahwa beberapa spesies khamir yaitu *P. guilliermondii*, *Candida musae*, *Issatchenkia orientalis*, dan *C. quercitrusa* mampu mengurangi kejadian penyakit antraknosa pada buah cabai yang disebabkan oleh *Colletotrichum capsici*.



## 2.4 Patogen *Collectotrichum*

**Penyakit antraknosa** merupakan salah satu jenis penyakit tanaman yang menimbulkan kerugian besar. Penyakit antraknosa merupakan penyakit yang disebabkan oleh *Collectotrichum*. Patogen ini memiliki hifa bersekat, Konidiofor tidak bercabang, massa konidia nampak berwarna kemerah-merahan. Konidia berada pada ujung konidiofor. Konidia hialin, uniselular, ukuran 17-18 x 2-4  $\mu\text{m}$ . Konidia dapat berkecambah pada buah yang masih muda atau yang sudah tua. Tabung kecambah akan segera membentuk apresoria (Singh, 1998).

Penyakit ini sulit dikendalikan karena jamur ini dapat bertahan pada permukaan tanaman dan baru menginfeksi setelah kondisi lingkungan sesuai untuk pertumbuhannya. Patogen Penyakit ini dapat berkembang pesat sekali pada kondisi kelembaban lebih dari 95% dan pada suhu sekitar 32<sup>0</sup>C. Kerusakan yang disebabkan oleh penyakit antraknosa ini berkisar antara 5-65% tergantung pada musim tanam dan intensitas tindakan pencegahan (Astutik *et al.*, 1985). Penyakit antraknosa menyerang berbagai jenis tanaman. Bagian tanaman yang terserang antraknosa pada umumnya adalah buah atau daun.

Penyakit antraknosa tidak hanya menyerang buah tomat tetapi juga menyerang bagian tanaman yang lain yaitu daun dan batang. Serangan penyakit antraknosa ini dapat terjadi kapan saja, namun serangan yang paling hebat terjadi saat curah hujan tinggi, saat memasuki musim kemarau penyakit ini hampir tidak ditemukan. Penyakit ini menyerang hampir diseluruh tahap pertumbuhan tanaman, termasuk saat pasca panen. Gejala utama timbul terutama pada buah, awalnya hanya timbul bercak kecil yang lama-kelamaan akan melebar ke bawah dan memenuhi seluruh bagian tanaman. Pada bercak tersebut jika diperhatikan dengan seksama pada bagian tanaman yang terserang akan tampak bintik-bintik yang merupakan penyakit tersebut. Selanjutnya buah akan mengerut dan akhirnya akan mengering dengan warna kehitaman (Rusli *et al.* 1997).

Tanda selanjutnya ialah buah akan membusuk dan rontok. Serangan yang berat dapat menyebabkan seluruh buah mengering dan mengerut (keriput). Buah yang seharusnya merah menjadi berwarna seperti jerami (Semangun, 2000). Jamur tersebut



bereproduksi dengan membentuk massa dalam aservulus. Bila menyerang bagian tanaman yang lain gejala-gejalanya akan tampak mulai dari bagian ujung atau pucuk tanaman. Cara terbaik untuk mengurangi sumber inokulum penyakit ini melalui penggunaan benih yang bebas penyakit antraknosa (Bailey,1992).

### 2.5 Gejala Serangan *Collectotrichum* Pada Pisang Dan Tomat

Antraknosa pada pisang menyerang permukaan buah, pada awalnya berupa bintik-bintik coklat, kemudian makin melebar, cekung, kemudian muncul spora berwarna merah bata di tengah noda tersebut. Semakin lama bintik-bintik tersebut saling menyambung dan penampilan buah menjadi buruk. Antraknosa muncul setelah buah matang kemudian menyebar dengan cepat, dan dalam 2-3 hari permukaan kulit buah telah rusak. Penyakit ini terdapat disemua negara penghasil pisang dunia dan merupakan penyakit terpenting pada buah. Gejala yang ditimbulkan pada permukaan kulit buah menyebabkan buah tidak menarik untuk dikonsumsi. Semua kultivar dapat diganggu oleh patogen ini, meskipun ketahanan atau kerentanannya sangat bervariasi (Rumahlewang, 2012).

Gejala serangan dari penyakit antraknosa pada tomat adalah pada jaringan korteks tanaman tomat yang terserang penyakit ini timbul sklerotia kecil berwarna hitam sehingga disebut penyakit bercak hitam atau titik hitam. Penyakit ini dapat menyerang buah, batang, dan akar tanaman tomat. Pada buah tomat yang terserang penyakit ini tampak ada bercak kecil berair, bulat dan cekung. Bercak tersebut makin membesar, berwarna cokelat, kelihatan ada lingkaran-lingkaran sepusat dan kemudian menjadi hitam. Pada pangkal buah kelihatan ada bercak ungu yang terletak dekat tangkai. Bila serangan terjadi pada akar dan batang, warna jaringan korteks akan menjadi cokelat dan daun menjadi layu (Semangun, 2000).



Sumber : *Institute for Plant Protection and Environment, Teodora Drajzera 9, 11000 Belgrade, Serbia.*2010

Gambar 1. Gejala serangan antraknosa pada tomat.



Sumber : Tropical Plant Pest in Hawaii

Gambar 2. Gejala antraknosa pada buah pisang

## 2.6 Pengendalian Antraknosa Pada Pisang dan Tomat

Pengendalian penyakit antraknosa pada buah pisang dapat dengan memberi perlakuan fungisida, baik aplikasi sebelum, bersamaan, ataupun sesudah panen atau inokulasi, dapat memperlambat timbulnya gejala antraknosa pada pisang lepas panen. Oleh karena itu, dianjurkan pengendalian antraknosa dengan pencelupan atau



penyemprotan buah pisang dengan fungisida. Akan tetapi, untuk menghindari pengaruh negatif fungisida sintesis, sebaiknya menggunakan fungisida nabati, karena bahan aktifnya mudah terurai dan aman dikonsumsi. Tindakan pengendalian yang dapat dilakukan adalah dengan sanitasi ruang simpan, pemisahan buah sakit dan sehat, dan pemusnahan sisa-sisa tanaman sakit. Hal ini dimaksudkan untuk menghilangkan sumber inokulum atau sumber penularan (Oka, 1993).

Penanganan buah dilakukan dengan hati-hati mengingat jamur ini merupakan parasit luka. Tidak menanam pisang dengan jarak tanam yang terlalu rapat dan tidak menanamnya secara tumpang sari dengan tanaman lain yang diduga sebagai inang patogen tersebut. Selain itu, pencelupan buah dalam larutan fungisida yang dianjurkan juga dapat dilakukan. Tindakan pengendalian penyakit antraknosa pada pisang juga dapat dilakukan dengan memanfaatkan khamir antagonis juga dapat dilakukan. Khamir merupakan mikroba potensial untuk digunakan sebagai agens hayati karena mudah diperbanyak dan memiliki beberapa sifat yang dapat dimanipulasi untuk meningkatkan efisiensi penggunaannya. Beberapa tahun terakhir, khamir telah digunakan sebagai agens hayati untuk mengendalikan penyakit penyakit pascapanen (Soesanto, 2006).

Menurut Pracaya, (1998) Untuk mengendalikan penyakit antraknosa dapat dilakukan dengan cara rotasi tanaman dengan tanaman yang tidak sefamili, menanam varietas tahan, menggunakan mulsa plastik, menjaga agar drainase dilahan terjaga untuk mengurangi kelembapan, membersihkan areal pertanaman dari gulma atau sisa tanaman kemudian dibakar, dan memanen buah tomat sebelum matang sempurna serta dapat juga dengan mengaplikasikan fungisida yang mempunyai bahan aktif *kaptafol*.



### III. BAHAN DAN METODE

#### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Mikologi, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya Malang pada bulan Januari 2014 sampai dengan Juni 2014.

#### 3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah kompor, tabung reaksi, *Laminator Air Flow Cabinet* (LAFC), Bunsen, autoclave, jarum ose, botol media, pinset, media PDA, gelas ukur, wrapping, erlenmeyer ( $v=250$  ml), mikroskop, cover glass, cover glass, pipet tetes, pisau, mikropipet penggaris 30cm, *rotary shaker*, cawan petri berdiameter 9 cm, timbangan panci, alat semprot dan kamera.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah buah pisang dan tomat yang sehat dan yang menunjukkan gejala penyakit antraknosa, Media PDA (*Potato Dextrose Agar*), media YMA (*Yeast Malt Agar*), media YM (*Yeast Malt*), alcohol 70%, alcohol 95%, NaOCl 1%, aquades steril, spiritus, kapas, aluminium foil, kertas label dan plastik wrapping.

#### 3.3 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini meliputi :

##### 3.3.1 Isolasi patogen *Collectotrichum* sp

Patogen *Collectotrichum* sp diisolasi dari permukaan buah pisang dan tomat yang menunjukkan gejala penyakit antraknosa yang diperoleh dari lapangan. Metode isolasi jamur merujuk pada Indratmi (2000). Buah dicuci dengan air steril, kemudian dipotong ukuran 1cm dengan setengah bagian sehat dan setengah bagian sakit, selanjutnya direndam dalam NaOCl 1% dalam alcohol 70%, aquades steril masing-masing selama 1 menit dan dikeringanginkan, kemudian ditanam pada media PDA secara aseptik.

Inkubasi dilakukan hingga koloni patogen tumbuh pada media. Selanjutnya pemurnian isolat dilakukan dengan mengambil kultur dan dibiakkan lagi dalam media PDA baru hingga diperoleh kultur murni. Isolat yang sudah murni diidentifikasi



secara makroskopis dengan mengamati pertumbuhan koloni jamur pada cawan petri, warna koloni, tekstur koloni, pola sebaran dan ada tidaknya lingkaran konsentris.

Identifikasi juga dilakukan secara mikroskopis sampai klasifikasi tingkat genus.

Sebelum melakukan pengamatan secara mikroskopis perlu dilakukan pembuatan preparat patogen yang dilakukan dengan cara mengambil sedikit media PDA dan diletakkan diatas permukaan *object glass*.

Selanjutnya mengambil jamur menggunakan jarum ose dan diletakkan pada *object glass* yang sudah diberi media PDA. Kemudian ditutup menggunakan *cover glass* dan diinkubasi pada wadah steril yang lembab selama 3 hari untuk selanjutnya diamati secara mikroskopis yang didasarkan pada morfologi hifa, konidia, ukuran konidia, serta ciri-ciri spesifik lain. pengamatan morfologi dilakukan dengan bantuan mikroskop cahaya yang kemudian membandingkannya dengan buku Kunci Identifikasi Jamur.

### 3.3.2 Isolasi Khamir

Isolasi khamir dari buah pisang dan tomat yang sehat dan diambil dari lapangan. Metode isolasi menggunakan metode pencucian yang merujuk pada Assis dan Mariano (1999). Buah sehat dimasukkan kedalam 100 ml aquades steril, kemudian digojok menggunakan rotary shaker dengan kecepatan 120 rpm selama 24 jam. Air rendaman buah kemudian diencerkan hingga pengenceran  $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$ ,  $10^{-5}$  kemudian diambil suspensi sebanyak 50  $\mu$ l dan disebarakan pada media YMA lalu diratakan menggunakan *glassrod*. Khamir yang tumbuh kemudian dimurnikan dengan cara digoreskan pada media YMA baru untuk selanjutnya diidentifikasi.

Identifikasi khamir dilakukan secara makroskopis dan mikroskopis. Salah satu karakter morfologi yang dapat digunakan untuk identifikasi khamir adalah penampakan makroskopis koloni. Penampakan makroskopis yang umumnya diamati adalah warna, profil, serta tepi koloni pada medium padat (Kirsop *et al*, 1984). Selain penampakan makroskopik, perlu juga dilakukan identifikasi secara mikroskopis. Dalam identifikasi secara mikroskopis dilakukan pembuatan preparat terlebih dahulu. Pembuatan preparat diawali dengan menumbuhkan khamir pada media YM (*Yeast Malt*) dan diinkubasi selama 2 hari. Selanjutnya suspense khamir ditetaskan sedikit



diatas object glass dan ditutup menggunakan cover glass untuk diamati menggunakan mikroskop cahaya. Penampakan mikroskopik yang umumnya diamati adalah bentuk sel, kisaran sel, tipe pertunasan, keberadaan miselim palsu atau sejati dan tipe reproduksi seksual atau aseksual (Kurtzman dan Fell, 2011).

### 3.3.3 Uji Antagonis Khamir terhadap Patogen *Collectotrichum* sp. secara *In vitro* pada Media PDA

Uji antagonis seluruh isolat yang diperoleh terhadap kedua jamur *Collectotrichum* sp secara invitro dilakukan pada media PDA. Metode pengujian antagonism merujuk pada (Sugipriatini, 2009) khamir digoreskan pada media PDA tepat ditengah cawan petri secara tegak lurus sebanyak satu lup inokulasi. Biakan murni *Collectotrichum* sp. diambil dengan bor gabus, diletakkan pada sisi kanan dan kiri goresan khamir dengan jarak 3cm kemudian diinkubasikan pada suhu ruangan. Pengamatan lebar zona hambat dan persentase tingkat hambat relatif khamir terhadap *Collectotrichum* sp. dilakukan setiap hari sampai hari ke 10 dengan mengukur jari-jari koloni patogen yang tumbuh kearah goresan khamir. kontrol disiapkan sebagai pembanding patogen *Collectotrichum* sp. Diambil menggunakan bor gabus dan diletakkan pada media PDA tanpa perlakuan khamir. pengamatan juga dilakukan selama 10 hari terhadap jari-jari koloni patogen yang tumbuh kearah tengah cawan.

Persentase tingkat hambatan terhadap patogen dihitung dengan rumus mengikuti Hadiwiyono (1999):

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

THR = Persentase tingkat hambatan relatif terhadap pertumbuhan patogen

dk = Jumlah jari-jari koloni patogen tanpa perlakuan khamir (kontrol)

dp = Jumlah jari-jari koloni patogen yang diberi perlakuan khamir

### 3.4 Analisis Data

Data yang diperoleh dari pengujian antagonis khamir terhadap patogen *Collectotrichum* sp. dianalisis menggunakan analisis ragam dan apabila terdapat perbedaan yang nyata, akan dilanjutkan dengan menggunakan uji Duncan pada taraf

5%.



## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Isolasi dan Identifikasi Patogen *Colletotrichum* sp.

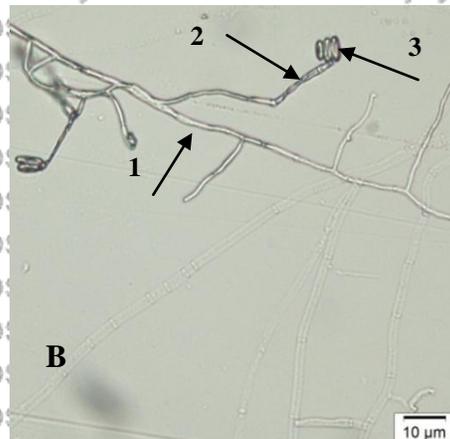
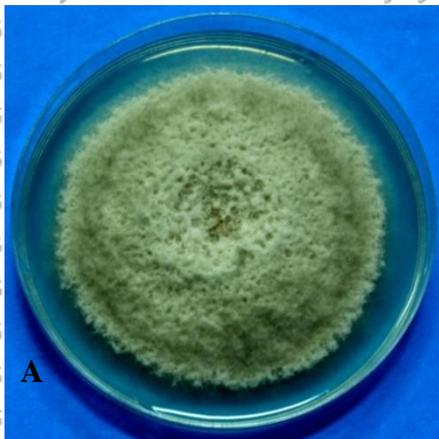
Adapun ciri makroskopis dan mikroskopis jamur *Colletotrichum* yang diisolasi dari buah pisang dan tomat akan dijelaskan sebagai berikut :

#### 4.1.1 Patogen *Colletotrichum* sp. yang diisolasi dari buah pisang

Gejala serangan penyakit pada antraknosa pada pisang adalah berupa bintik-bintik kecil yang berwarna kehitaman. Gejala yang ditimbulkan pada permukaan kulit buah menyebabkan buah tidak menarik untuk dikonsumsi. Busuk buah pada pisang ini disebabkan oleh patogen *Colletotrichum* yang merupakan salah satu patogen pascapanen yang sangat penting pada buah matang maupun yang belum matang.

Secara makroskopis koloni jamur ini pada awalnya berwarna putih dan kemudian berwarna abu abu. Jamur ini memiliki tekstur kasar, tidak memiliki lingkaran konsentris dan massa konidia berwarna jingga. Jamur *Colletotrichum* ini memenuhi cawan petri dalam waktu 10 hari.

Secara mikroskopis jamur ini memiliki miselium bersekat, hialin, konidia berbentuk lonjong, tidak bersekat dan tidak memiliki seta. Menurut Sakinah *et al.*, (2014) *Colletotrichum* sp. yang diisolasi dari buah pisang pada memiliki ciri awalnya koloni jamur berwarna putih kemudian berwarna abu abu, menghasilkan aservulus berwarna jingga dan secara mikroskopis jamur tersebut memiliki konidia berbentuk lonjong dan tidak memiliki seta.



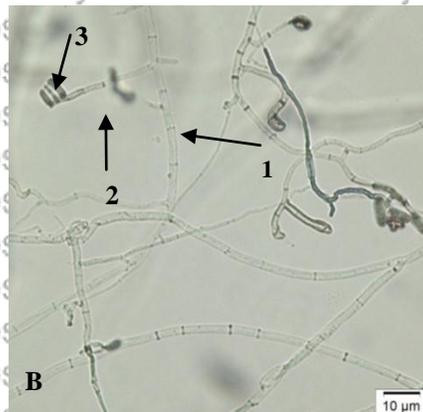
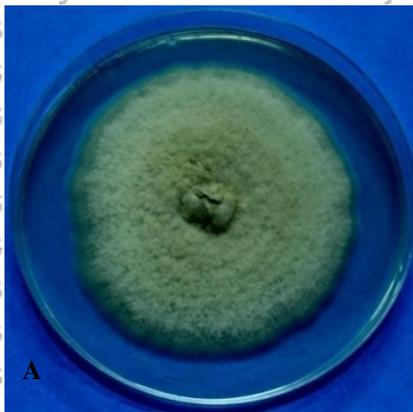


Gambar 3. Patogen *Colletotrichum* sp. dari buah pisang. A: biakan murni umur 8 hari pada media PDA, B: (1) Hifa, (2) Konidiofor (3) Konidia

#### 4.1.2 Patogen *Colletotrichum* sp. yang diisolasi dari buah tomat

Jamur *Colletotrichum* sp. diisolasi dari buah tomat yang bergejala antraknosa, dibiakkan pada media PDA. Ciri makroskopis jamur *Colletotrichum* sp. yang diisolasi dari buah tomat adalah koloni jamur tersebut pada awalnya berwarna putih lalu kemudian menjadi abu-abu, bertepi rata, menghasilkan massa konidia berwarna jingga dan memiliki lingkaran konsentris. Jamur *Colletotrichum* ini memenuhi cawan petri dalam waktu 14 hari.

Menurut Martínez *et al.*, (2009) menyatakan *Colletotrichum* sp. yang diisolasi dari buah tomat memiliki ciri makroskopis antara lain pada awalnya jamur tersebut berwarna putih lalu kemudian menjadi abu-abu, serta memiliki hifa bersekat, hialin, konidia berbentuk lonjong.



Gambar 4. Patogen *Colletotrichum* sp. dari buah tomat. A: biakan murni umur 10 hari pada media PDA, B: (1) Hifa, (2) Konidiofor (3) Konidia

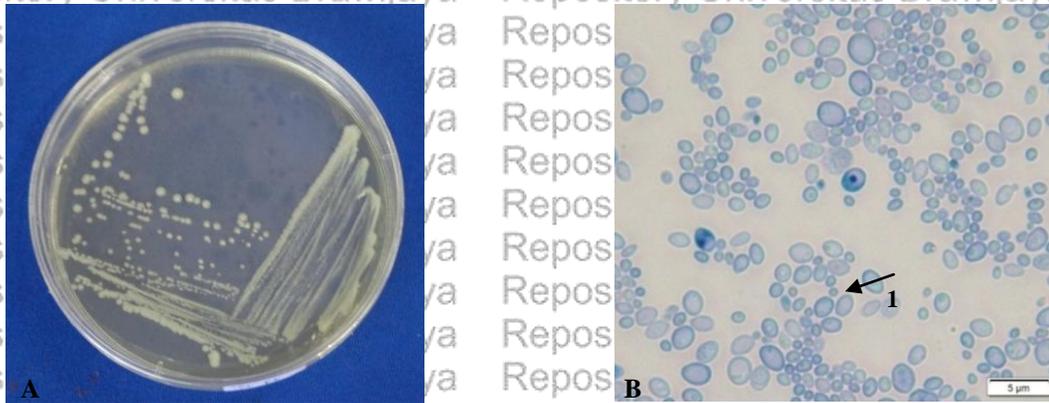


## 4.2 Isolasi dan identifikasi khamir

Isolasi khamir dilakukan pada buah pisang dan tomat yang sehat. Berdasarkan hasil isolasi dan identifikasi khamir diperoleh 6 isolat khamir dari buah pisang dan 5 isolat khamir dari buah tomat. Untuk pengamatan makroskopis dibagi menjadi beberapa parameter menurut (Kurtzman dan Fell, 2011) yaitu warna, tekstur (butiran, membranous), permukaan (halus; mengkilap; kasar; kering), elevasi ( rata; membukit; cembung), dan tepi (rata ; bergelombang; berfilamen; tidak beraturan).

### 4.2.1 Khamir yang Diisolasi dari Buah Pisang

#### 1. *Zygowilia* sp.



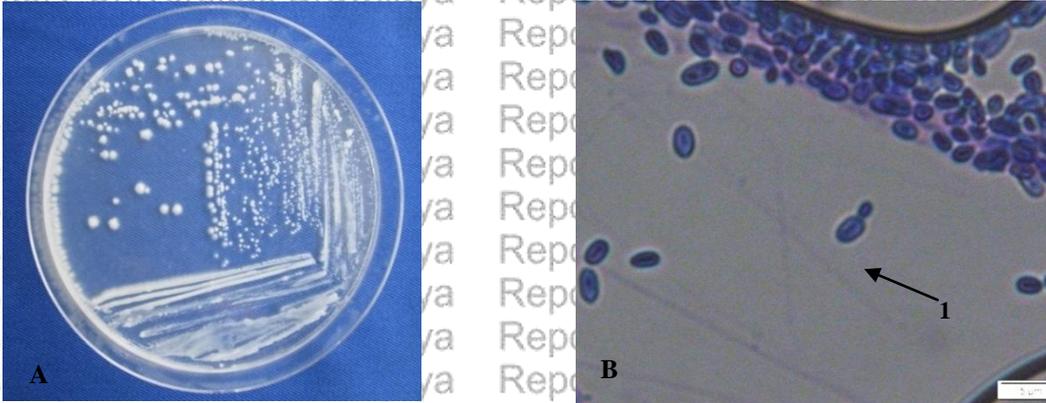
Gambar 5. *Zygowilia* sp. A: Biakan murni *Zygowilia* sp. umur 3 hari pada media YMA, B: (1) Sel khamir

Berdasarkan pengamatan makroskopis pada isolat khamir adalah koloni berwarna krem dengan bentuk koloni bulat, bertepi rata, elevasi cembung dan permukaan halus mengkilap. Pada pengamatan secara mikroskopis menunjukkan sel-sel berbentuk bulat sampai bulat telur dengan ukuran 1,7-3  $\mu\text{m}$ , sel tunggal dan membentuk kelompok kecil.

Hal itu sesuai dengan (Kurtzman dan Fell, 2011) yang menyatakan Khamir *Zygowilia* sp memiliki ciri berwarna krem, tekstur butiran, permukaannya halus, dan bertepi rata. Sedangkan secara mikroskopis sel berbentuk bulat sampai bulat telur dengan ukuran 1,6-4,2  $\mu\text{m}$ , sel tunggal, berpasangan atau membentuk kelompok kecil



## 2. *Candida* sp. 1

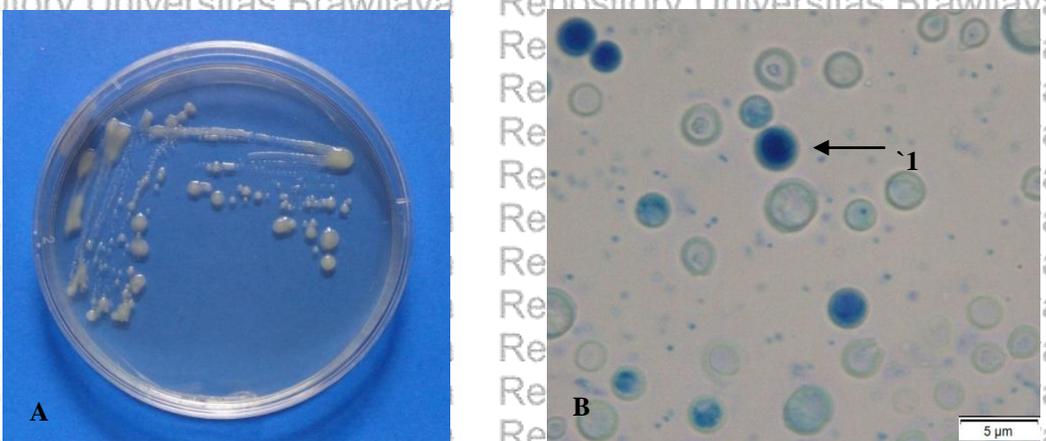


Gambar 6. *Candida* sp. 1 A: Biakan murni *Candida* sp. 1 umur 3 hari pada media YMA, B: (1) Sel khamir

Berdasarkan pengamatan makroskopis menunjukkan koloni khamir berwarna putih dengan bentuk koloni berfilamen, tepi berfilamen, elevasi koloni cembung dan permukaan koloni yang kering. Pada pengamatan mikroskopis menunjukkan sel berbentuk oval, sel tunggal dengan ukuran 1,5-4,8  $\mu\text{m}$ .

Hal itu sesuai dengan (Kurtzman dan Fell, 2011) yang menyatakan bahwa khamir *Candida* menunjukkan koloni berwarna putih dengan bentuk koloni berfilamen, tepi berfilamen, elevasi koloni cembung dan permukaan koloni yang kering. Sedangkan ciri mikroskopis *Candida* sp. adalah sel berbentuk oval, sel tunggal atau berpasangan dengan ukuran 1,3-5  $\mu\text{m}$ .

## 3. *Lindnera* sp. 1

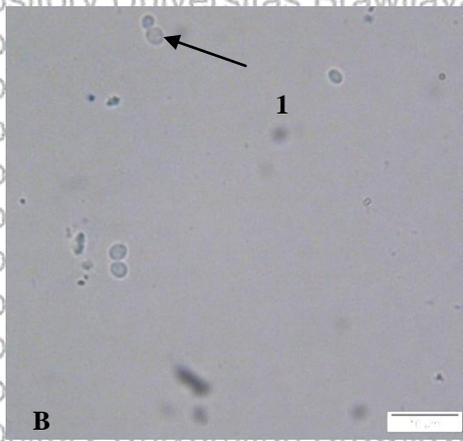
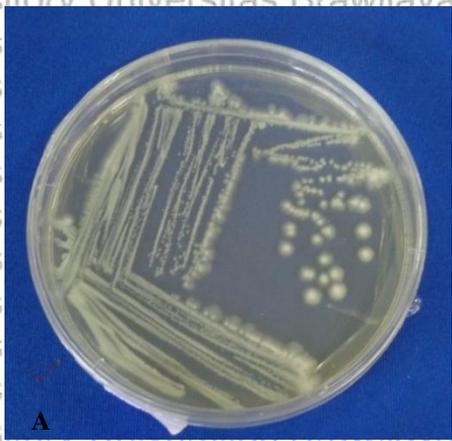




Gambar 7. *Lindnera* sp. 1. A: Biakan murni *Lindnera* sp. 1 umur 3 hari pada media YMA, B: (1) Sel khamir

Berdasarkan pengamatan makroskopis menunjukkan koloni khamir berwarna krem dengan bentuk koloni bulat, tekstur butiran, elevasi koloni cembung dan permukaan koloni yang halus mengkilap. Pada pengamatan secara mikroskopis menunjukkan sel-sel berbentuk bulat, sel tunggal dan berpasangan dengan ukuran 2-4 $\mu$ m. Kurtzman dan Fell, (2011) menyatakan bahwa Khamir lidnera memiliki koloni berwarna krem, tekstur butiran dan permukaan yang halus mengkilap. Sedangkan secara mikroskopis sel berbentuk bulat dengan ukuran 1,8 - 4,2 sel tunggal atau berpasangan.

4. *Debaryomyces* sp.



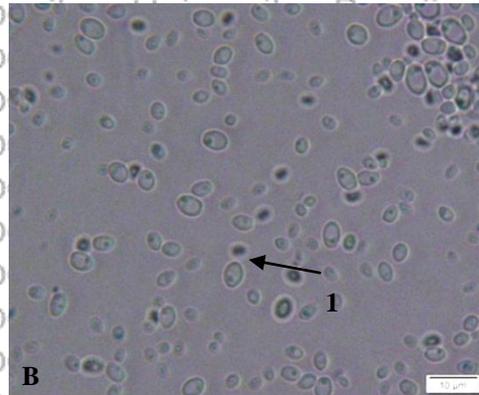
Gambar 8. *Debaryomyces* sp. A: Biakan murni *Debaryomyces* sp. umur 3 hari pada media YMA, B: (1) Sel khamir

Berdasarkan pengamatan makroskopis menunjukkan koloni khamir berwarna putih kekuningan dengan bentuk koloni tidak beraturan, tepi tidak rata, tekstur butiran, elevasi koloni timbul dan permukaan koloni yang kering. Pada pengamatan mikroskopis menunjukkan sel berbentuk bulat, sel tunggal dan berpasangan dengan ukuran 1,79-5,11 $\mu$ m.

(Kurtzman dan Fell, 2011) menyatakan bahwa khamir *Debaryomyces* memiliki koloni berwarna krem, permukaan koloni yang kering, tekstur butiran dan tepi koloni bergelombang. Sedangkan secara mikroskopis sel berbentuk bulat, sel tunggal, berpasangan atau membentuk rantai pendek dengan ukuran 1,5-6 $\mu$ m.



## 5. *Candida* sp. 2

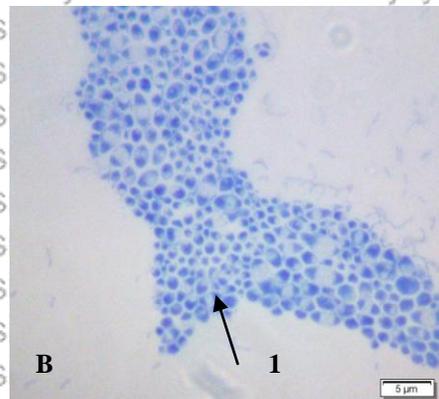
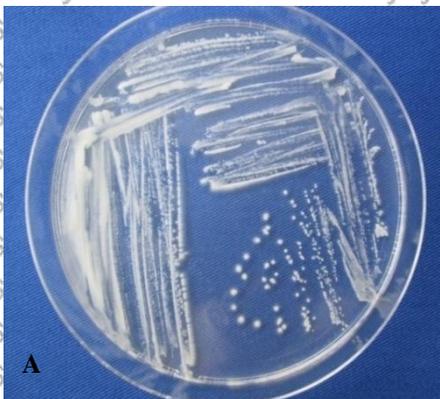


Gambar 9. *Candida* sp. 2 A: Biakan murni *Candida* sp. 2, umur 3 hari pada media YMA, B: (1) Sel khamir

Berdasarkan pengamatan makroskopis menunjukkan koloni khamir berwarna putih dengan bentuk koloni bulat, tepi rata, elevasi koloni timbul dan permukaan halus mengkilap. Pada pengamatan secara mikroskopis menunjukkan sel-sel berbentuk bulat telur, sel tunggal dan membentuk kelompok kecil dengan ukuran 1-4 µm.

(Kurtzman dan Fell, 2011) menyatakan bahwa khamir *Candida* memiliki ciri koloni yaitu berwarna putih, bentuk koloni bulat, bertepi rata, permukaan koloni halus mengkilap dan elevasi cembung rendah. Secara mikroskopis sel berbentuk sel berbentuk bulat telur, sel tunggal, atau berpasangan dengan ukuran 1-4 µm.

## 6. *Kloeckera* sp.





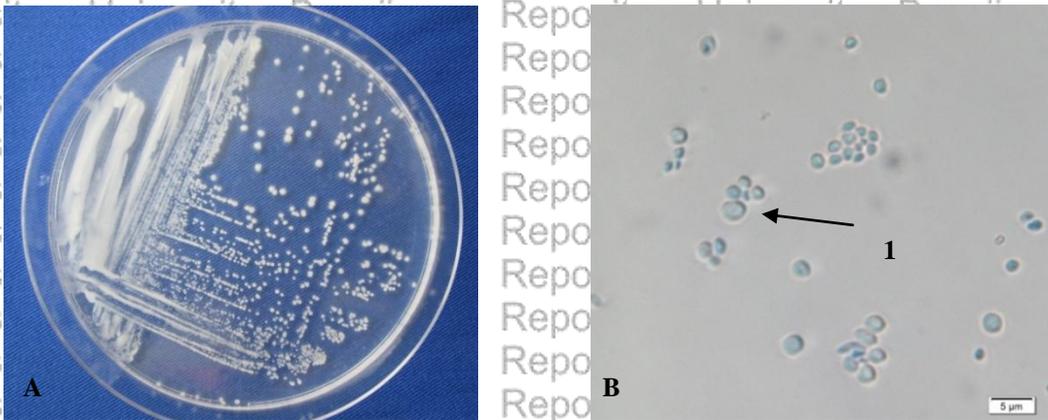
Gambar 10. *Kloeckera* sp. A: Biakan murni *Kloeckera* sp. umur 3 hari pada media YMA, B: (1) Sel khamir

Berdasarkan pengamatan makroskopis menunjukkan koloni khamir berwarna putih dengan bentuk koloni dan tepi berfilamen, elevasi koloni cembung dan permukaan koloni yang kering. Pada pengamatan mikroskopis menunjukkan sel khamir berbentuk apikulat atau *lemon shaped*, dengan ukuran 2-10,8  $\mu\text{m}$

(Kurtzman dan Fell, 2011) menyatakan bahwa khamir *Kloeckera* sp. memiliki koloni yang berwarna putih, bertekstur butiran, tepi berfilamen dan permukaan tidak mengkilap. Secara mikroskopis sel berbentuk apikulat atau *lemon shaped*, sel tunggal atau berpasangan dan bertunas secara bipolar dengan ukuran 1,4-11,5  $\mu\text{m}$ .

#### 4.2.2 Khamir yang Diisolasi dari Buah Tomat

##### 1. *Candida* sp. 3



Gambar 11. *Candida* sp. 3 A: Biakan murni *Candida* sp. 3 umur 3 hari pada media YMA, B: (1) Sel khamir

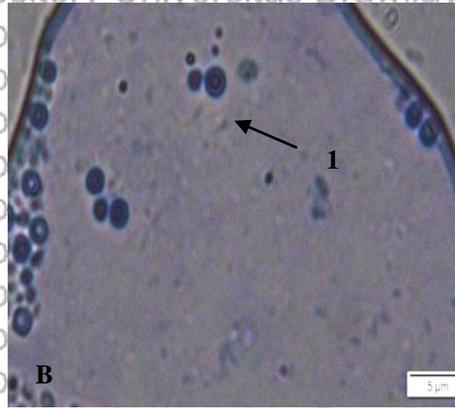
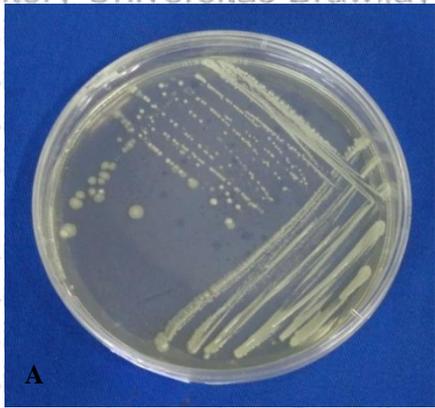
Berdasarkan pengamatan makroskopis menunjukkan koloni khamir berwarna putih, bentuk koloni bulat, bertepi rata, menimbul pada media dan permukaan koloni halus mengkilap. Pada pengamatan mikroskopis menunjukkan sel berbentuk bulat telur, sel tunggal, dan membentuk kelompok kecil dengan ukuran 1-4  $\mu\text{m}$ .

Kurtzman dan Fell, (2011) menyatakan bahwa khamir *Candida* memiliki ciri koloni yaitu berwarna putih, bentuk koloni bulat, menimbul pada media, permukaan koloni halus mengkilap dan bertepi rata. Secara mikroskopis sel berbentuk bulat telur,



sel tunggal, berpasangan atau membentuk kelompok kecil dan bertunas secara multilateral dengan ukuran 1-5  $\mu\text{m}$ .

## 2. *Lindnera* sp. 2



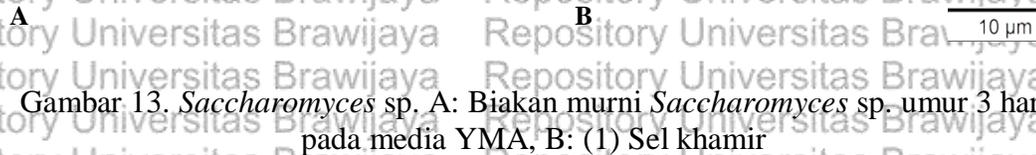
Gambar 12. *Lindnera* sp. 2 A: Biakan murni *Lindnera* sp. 2 umur 3 hari pada media YMA, B: (1) Sel khamir

Berdasarkan pengamatan makroskopis menunjukkan koloni khamir berwarna krem, bentuk koloni bulat, bertepi rata, elevasi cembung dan permukaan koloni halus mengkilap. Pada pengamatan mikroskopis menunjukkan sel berbentuk bulat, sel tunggal, berpasangan dengan ukuran 1,7-3,39  $\mu\text{m}$ .

(Kurtzman dan Fell, 2011) menyatakan bahwa khamir khamir *Lindnera* memiliki ciri berwarna krem, tekstur butiran, permukaan yang halus mengkilap dan tepi yang rata. Sedangkan secara mikroskopis sel berbentuk bulat dengan ukuran 1.7-4  $\mu\text{m}$ , sel tunggal atau berpasangan.

## 3. *Saccharomyces* sp.

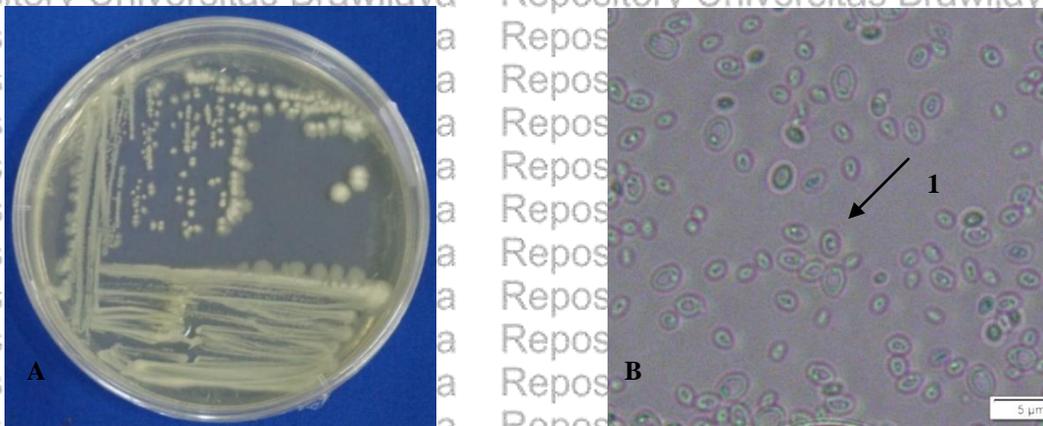




Gambar 13. *Saccharomyces* sp. A: Biakan murni *Saccharomyces* sp. umur 3 hari pada media YMA, B: (1) Sel khamir  
Berdasarkan pengamatan makroskopis menunjukkan koloni khamir berwarna krem, bentuk koloni bulat, bertepi rata, elevasi cembung dan permukaan koloni halus mengkilap. Pada pengamatan mikroskopis menunjukkan sel berbentuk oval, sel tunggal dengan ukuran 2-4,3  $\mu\text{m}$ .

(Kurtzman dan Fell, 2011) menyatakan bahwa khamir *Saccharomyces* memiliki koloni berwarna krem, bentuk koloni bulat, bertepi rata, elevasi cembung dan permukaan koloni halus mengkilap. Sedangkan secara mikroskopis sel berbentuk, oval, sel tunggal atau berpasangan dengan ukuran 2-6,5  $\mu\text{m}$

#### 4. *Candida* sp. 4



Gambar 14 *Candida* sp. 4. A: Biakan murni *Candida* sp. 4 umur 3 hari pada media YMA, B: (1) Sel khamir

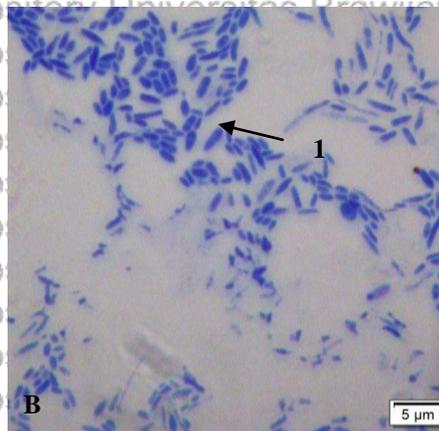
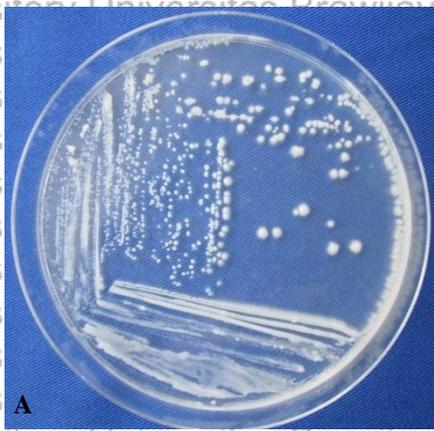
Berdasarkan pengamatan makroskopis menunjukkan koloni khamir berwarna krem, bentuk koloni bulat, bertepi rata, elevasi timbul dan permukaan koloni halus mengkilap. Pada pengamatan secara mikroskopis menunjukkan sel-sel berbentuk bulat telur, sel tunggal dan membentuk kelompok kecil dengan ukuran 1-3,21  $\mu\text{m}$ .

Hal itu sesuai dengan (Kurtzman dan Fell, 2011) yang menyatakan bahwa khamir *Candida* menunjukkan koloni berwarna putih kekuningan, berbentuk butiran, menimbul pada permukaan media, tekstur koloni halus dan lembut. Sedangkan ciri



mikroskopis *Candida* sp. adalah sel berbentuk bulat telur, sel tunggal atau membentuk kelompok kecil dengan ukuran 1-5  $\mu\text{m}$ .

##### 5. *Saccharomyces* sp.



Gambar 15. *Saccharomyces* sp. A: Biakan murni *Saccharomyces* sp. umur 3 hari pada media YMA, B: (1) Sel khamir. Berdasarkan pengamatan makroskopis menunjukkan koloni khamir berwarna putih, dengan bentuk dan tepi berfilamen, elevasi cembung dan permukaan koloni kering. Pada pengamatan mikroskopis menunjukkan sel berbentuk elips, sel tunggal dan membentuk kelompok kecil dengan ukuran 2-3.5  $\mu\text{m}$ .

(Kurtzman dan Fell, 2011) yang menyatakan bahwa khamir *Saccharomyces* memiliki koloni berwarna putih dengan bentuk koloni dan tepi yang berfilamen, sedangkan ciri mikroskopis *saccharomyces* adalah sel berbentuk elips memanjang, sel tunggal, berpasangan atau membentuk kelompok kecil dengan ukuran 2-5  $\mu\text{m}$ .



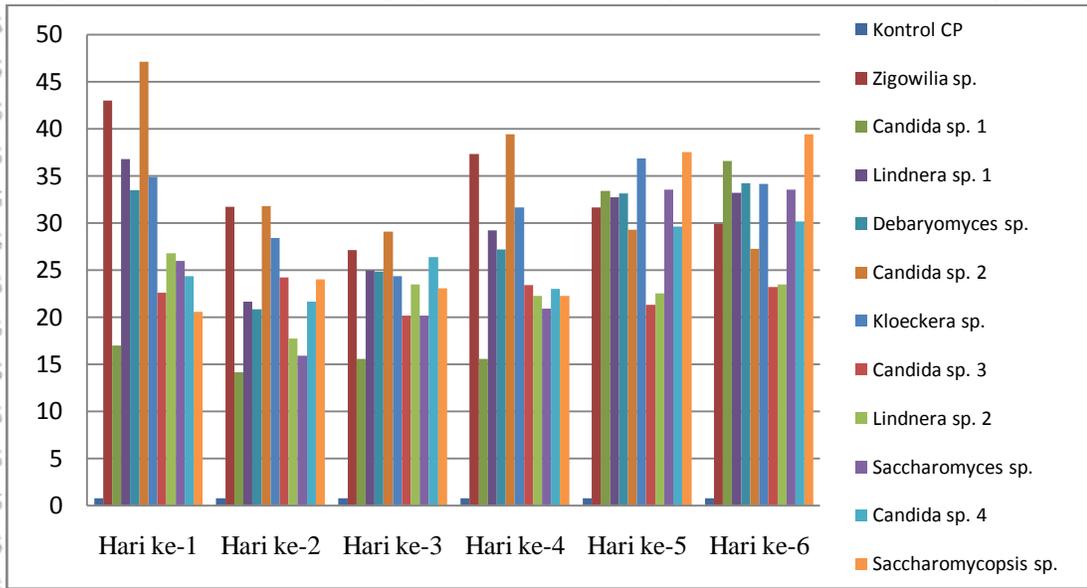
### 4.3. Uji Antagonis Khamir terhadap Patogen *Colletotrichum* sp. Secara In-Vitro

Pengujian antagonis dilakukan pada 2 isolat *Colletotrichum* sp. yang diisolasi dari buah tomat dan pisang, dengan Kesebelas khamir uji antagonis pada media PDA.

Pengujian dilakukan dengan rancangan acak lengkap (RAL) setiap perlakuan diulang sebanyak tiga kali. Untuk kontrol yaitu tanpa khamir, hanya meletakkan patogen *Colletotrichum* sp. disisi kiri dan kanan. Pengamatan daya hambat khamir terhadap patogen *Colletotrichum* sp. yang diisolasi dari buah pisang dilakukan 1 hari setelah perlakuan selama 6 hari. Sedangkan *Colletotrichum* sp. yang diisolasi dari buah tomat dilakukan 1 hari setelah perlakuan selama 10 hari.

#### 4.3.1 Hasil uji antagonis khamir terhadap patogen *Colletotrichum* sp. yang diisolasi dari buah pisang.

Rerata persentase daya hambat khamir terhadap pertumbuhan patogen *Colletotrichum* sp. dari buah pisang selama 6 hari pengamatan disajikan pada gambar



Gambar 16. Rerata persentase daya hambat khamir terhadap pertumbuhan patogen *Colletotrichum* sp. dari buah pisang selama 6 hari pengamatan

Pada gambar menunjukkan bahwa 11 isolat khamir yang diujikan mampu memberikan daya hambat terhadap pertumbuhan patogen *Colletotrichum* sp. yang



diisolasi dari buah pisang. persentase hambatan paling tinggi ditunjukkan pada perlakuan menggunakan khamir *Saccarhomyopsis* sp dari buah tomat. Sedangkan perlakuan yang menunjukkan persentase hambatan paling rendah adalah perlakuan kontrol yang tidak memiliki daya hambatan.

Rerata persentase hambatan khamir terhadap patogen *Colletotrichum* sp. yang diisolasi dari buah pisang pada 6 HSP disajikan pada tabel 1

Tabel 1. Persentase Hambatan Khamir terhadap Patogen *Colletotrichum* sp. yang Diisolasi dari Buah Pisang pada 6 HSP

Perlakuan khamir	Rerata Persentase Hambatan
Kontrol CP	0 a
<i>Zigowilia</i> sp.	25.00 bcd
<i>Candida</i> sp. 1	35.55 de
<i>Lindnera</i> sp. 1	30.00 cde
<i>Debaryomyces</i> sp.	31.66 cde
<i>Candida</i> sp. 2	21.11 bc
<i>Kloeckera</i> sp.	31.66 cde
<i>Candida</i> sp. 3	15.55 b
<i>Lindnera</i> sp. 2	16.66 b
<i>Saccharomyces</i> sp.	30.55 cde
<i>Candida</i> sp. 4	25.55 bcd
<i>Saccharomyopsis</i> sp.	40.56 e

Keterangan :

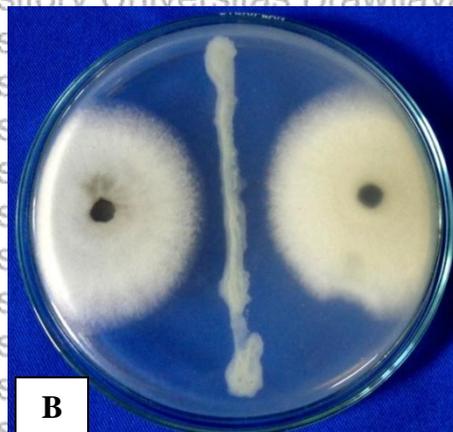
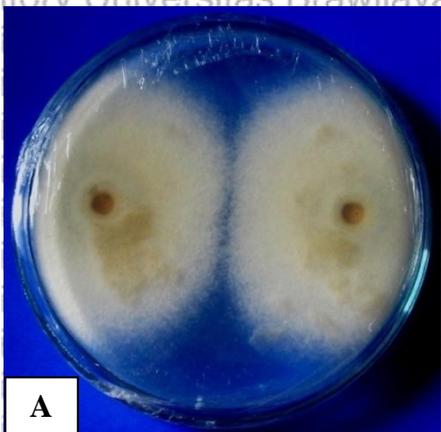
Angka yang disertai dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak terdapat beda nyata antar perlakuan.

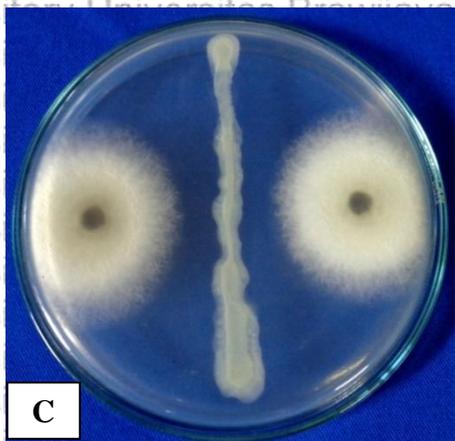
Hasil analisis menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata antar perlakuan dalam menghambat pertumbuhan patogen *Colletotrichum* sp. yang diisolasi dari buah pisang. Pada perlakuan kontrol tidak ada daya hambat yaitu 0%. Sedangkan pada perlakuan menggunakan *Zigowilia* sp., mampu menghasilkan daya hambat sebesar 25%. Pada perlakuan menggunakan *Candida* sp.1 menghasilkan daya hambat sebesar



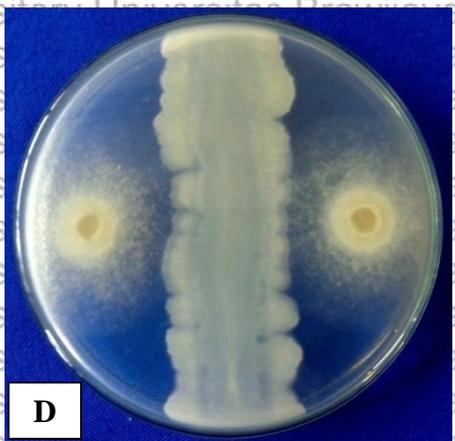
35,55 %. Pada perlakuan menggunakan *Lindnera* sp. 1 menghasilkan daya hambat sebesar 30%. Pada perlakuan menggunakan *Debaryomyces* sp. menghasilkan daya hambat sebesar 31,66%. Pada perlakuan menggunakan *Candida* sp. 2 menghasilkan daya hambat sebesar 21,11%. Pada perlakuan menggunakan *Kloeckera* sp. menghasilkan daya hambat sebesar 31,66%. Pada perlakuan menggunakan *Candida* sp. 3 menghasilkan daya hambat sebesar 15,55%. Pada perlakuan menggunakan *Lindnera* sp. 2 menghasilkan daya hambat sebesar 16,66%. Pada perlakuan menggunakan *Saccharomyces* sp. menghasilkan daya hambat sebesar 30,55%. Pada perlakuan menggunakan *Candida* sp. 4 menghasilkan daya hambat sebesar 25,55%. Pada perlakuan menggunakan *Saccharomycopsis* sp. menghasilkan daya hambat sebesar 40,56%. Berdasarkan persentase daya hambat diatas dapat diketahui bahwa khamir *Saccharomycopsis* sp. memiliki daya hambat terbesar yaitu 40,56%.

Berikut hasil dokumentasi uji antagonis khamir terhadap patogen *Colletotrichum* sp. yang diisolasi dari buah pisang pada 6 HSP.

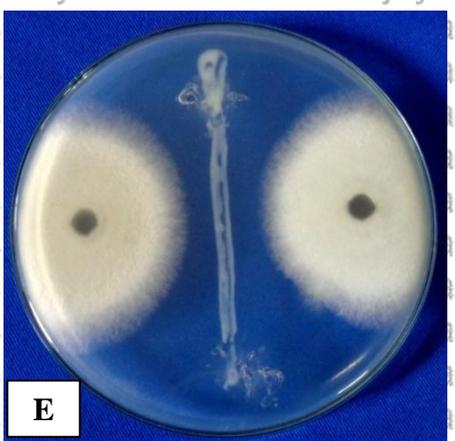




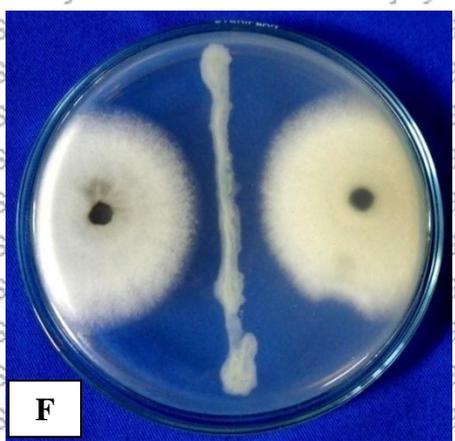
C



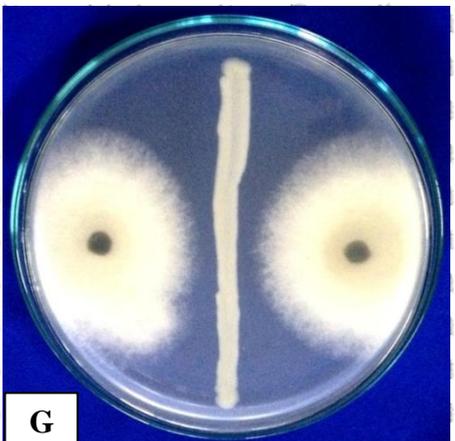
D



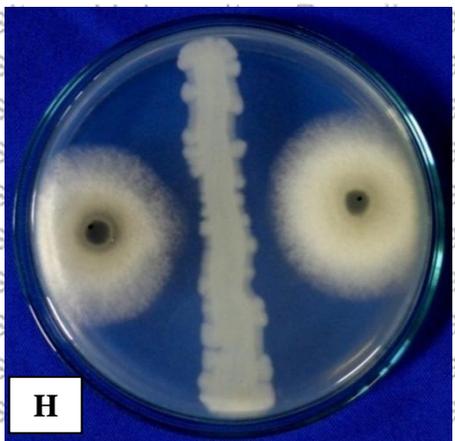
E



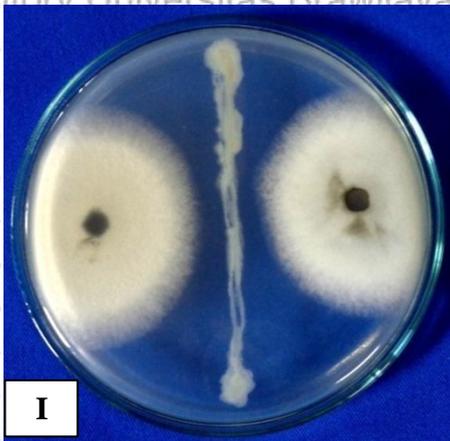
F



G



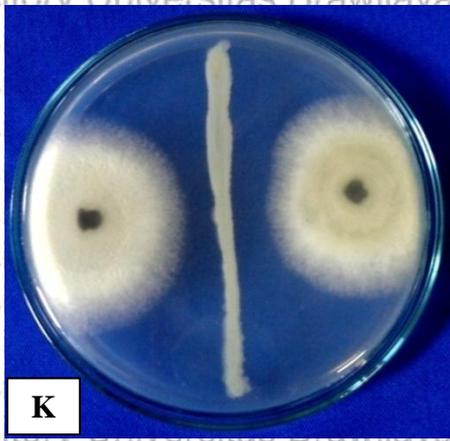
H



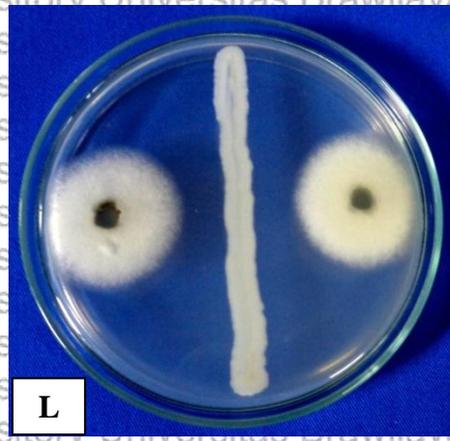
I



J



K



L

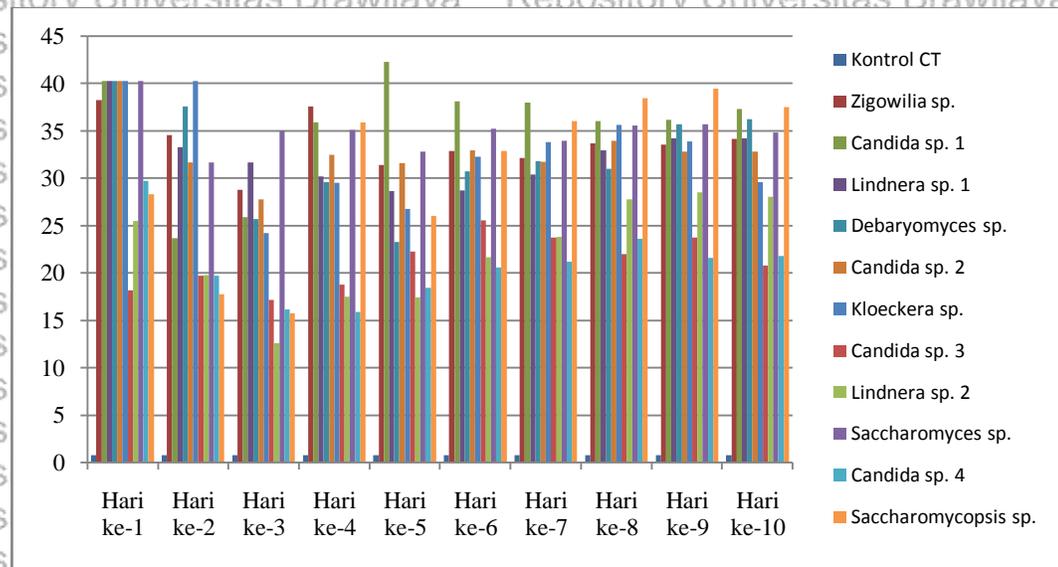
Gambar 17. Hasil Uji antagonis khamir terhadap patogen *Colletotrichum* sp. dari buah pisang secara in-vitro pada 6 HSP

Keterangan: A: Kontrol patogen *Colletotrichum* sp., B: Perlakuan *Zigowilia* sp., C: Perlakuan *Candida* sp. 1, D: perlakuan *Lindnera* sp. 1, E: Perlakuan *Debaryomyces* sp., F: Perlakuan *Candida* sp. 2, G: Perlakuan *Kloeckera* sp., H: Perlakuan *Candida* sp. 3, I: Perlakuan *Lindnera* sp. 2, J: perlakuan *Saccharomyces* sp., K: perlakuan *Candida* sp.4, L: perlakuan *Saccharomycopsis* sp.



#### 4.3.2 Hasil uji antagonis khamir terhadap patogen *Colletotrichum* sp. yang diisolasi dari buah tomat.

Rerata persentase daya hambat khamir terhadap pertumbuhan patogen *Colletotrichum* sp. dari buah tomat selama 10 hari pengamatan disajikan pada gambar 18.



Gambar 18. Rerata persentase daya hambat khamir terhadap pertumbuhan patogen *Colletotrichum* sp. dari buah tomat selama 10 hari pengamatan

Pada gambar menunjukkan bahwa 11 isolat khamir yang diujikan mampu memberikan daya hambat terhadap pertumbuhan patogen *Colletotrichum* sp. yang diisolasi dari buah pisang. Persentase hambatan paling tinggi ditunjukkan pada perlakuan menggunakan khamir *Candida* sp. 1 dari buah pisang. Sedangkan perlakuan yang menunjukkan persentase hambatan paling rendah adalah perlakuan kontrol yang tidak memiliki daya hambatan.



Rerata persentase hambatan khamir terhadap patogen *Colletotrichum* sp. yang diisolasi dari buah tomat pada 10 HSP disajikan pada tabel 2.

Tabel 2. Persentase hambatan khamir terhadap patogen *Colletotrichum* sp. yang diisolasi dari buah tomat pada 10 HSP

Perlakuan khamir	Rerata Persentase Hambatan
Kontrol CT	0.00 a
<i>Zigowilia</i> sp.	31.66 c
<i>Candida</i> sp. 1	38.33 c
<i>Lindnera</i> sp. 1	31.67 c
<i>Debaryomyces</i> sp.	35.00 c
<i>Candida</i> sp. 2	29.44 c
<i>Kloeckera</i> sp.	24.44 bc
<i>Candida</i> sp. 3	13.86 b
<i>Lindnera</i> sp. 2	22.75 bc
<i>Saccharomyces</i> sp.	32.77 c
<i>Candida</i> sp. 4	13.88 b
<i>Saccharomycopsis</i> sp.	37.22 c

Hasil analisis menunjukkan adanya pengaruh yang nyata antar perlakuan dalam menghambat pertumbuhan patogen *Colletotrichum* sp. yang diisolasi dari buah tomat pada 10 HSP. Pada perlakuan Kontrol tidak mempunyai daya hambat yaitu 0%.

Sedangkan pada perlakuan menggunakan *Zigowilia* sp., mampu menghasilkan daya hambat sebesar 31,66%. Pada perlakuan menggunakan *Candida* sp.1 menghasilkan daya hambat sebesar 38,33 %. Pada perlakuan menggunakan *Lindnera* sp. 1

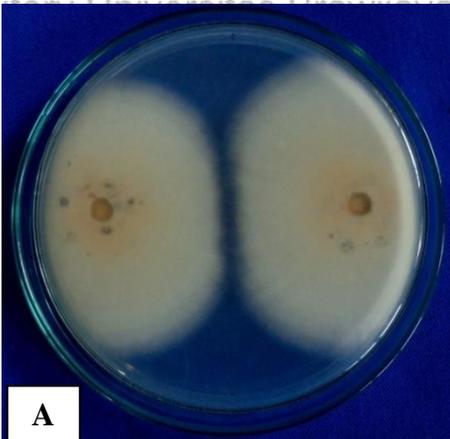
menghasilkan daya hambat sebesar 31,67%. Pada perlakuan menggunakan *Debaryomyces* sp. menghasilkan daya hambat sebesar 35%. Pada perlakuan menggunakan *Candida* sp. 2 menghasilkan daya hambat sebesar 29,44%. Pada perlakuan menggunakan *Kloeckera* sp. menghasilkan daya hambat sebesar 24,44%.

Pada perlakuan menggunakan *Candida* sp. 3 menghasilkan daya hambat sebesar 13,86%. Pada perlakuan menggunakan *Lindnera* sp. 2 menghasilkan daya hambat

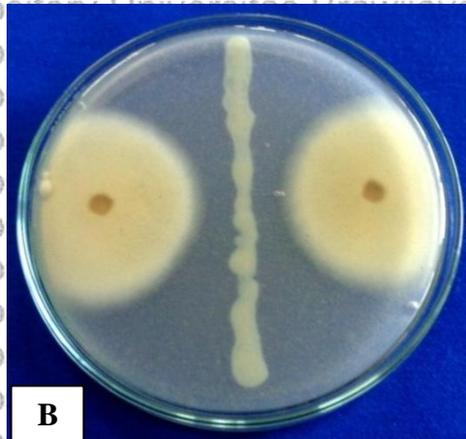


sebesar 22,75%. Pada perlakuan menggunakan *Saccharomyces* sp. menghasilkan daya hambat sebesar 32,77%. Pada perlakuan menggunakan *Candida* sp. 4 menghasilkan daya hambat sebesar 13,88%. Pada perlakuan menggunakan *Saccharomycopsis* sp. menghasilkan daya hambat sebesar 37,22%. Berdasarkan persentase daya hambat diatas dapat diketahui bahwa khamir *Candida* sp. 1 yang diisolasi dari buah pisang memiliki daya hambatan terbesar dalam mengendalikan patogen *Colletotrichum* sp yang diisolasi dari buah tomat yaitu sebesar 38,33%.

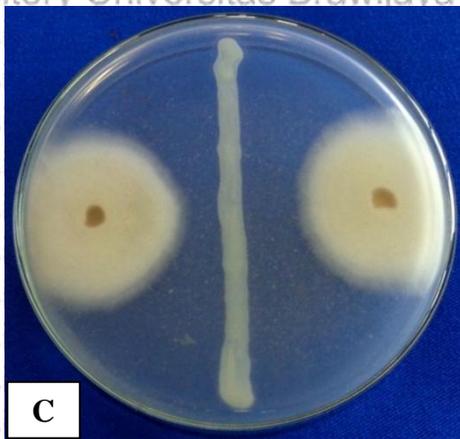
Berikut hasil dokumentasi uji antagonis khamir terhadap patogen *Colletotrichum* sp. yang diisolasi dari buah tomat pada 10 HSP.



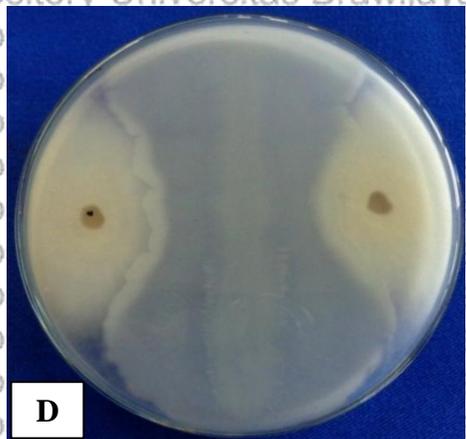
A



B

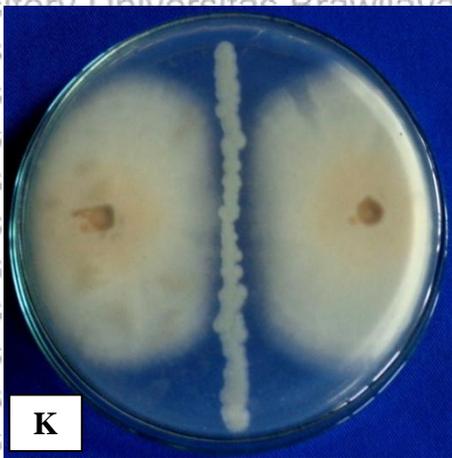


C

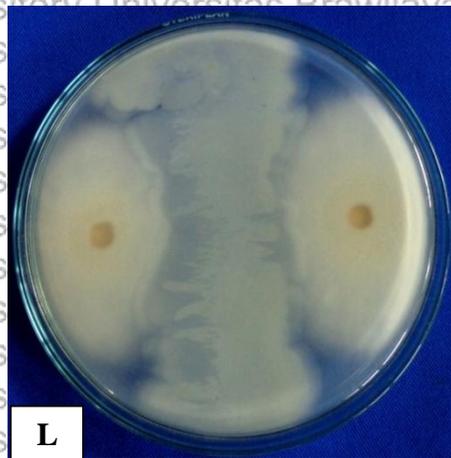


D





K



L

Gambar 19. Hasil Uji antagonis khamir terhadap patogen *Colletotrichum* sp. dari buah tomat secara in-vitro pada 10 HSP

Keterangan: A: Kontrol patogen *Colletotrichum* sp., B: Perlakuan *Zigowilia* sp., C: Perlakuan *Candida* sp. 1, D: perlakuan *Lindnera* sp., I, E: Perlakuan *Debaryomyces* sp., F: Perlakuan *Candida* sp. 2, G: Perlakuan *Kloeckera* sp., H: Perlakuan *Candida* sp. 3, I: Perlakuan *Lindnera* sp. 2, J: perlakuan *Saccharomyces* sp., K: perlakuan *Candida* sp. 4, L: perlakuan *Saccharomycopsis* sp.

#### 4.4 Pembahasan

Hasil uji antagonis diatas menunjukkan bahwa antara 11 isolat khamir yang diujikan terhadap *Colletotrichum* sp memiliki interaksi antagonisme. Kemampuan khamir dalam menekan kejadian penyakit diduga karena khamir menghasilkan enzim yang mampu mendegradasi dinding sel patogen. Khamir memiliki mekanisme antagonisme berupa kompetisi nutrisi dan ruang, parasitisme dan produksi enzim litik serta induksi ketahanan sehingga mampu mengendalikan beberapa patogen pascapanen (Nunes 2012). Menurut Wilia et al, 2012 Zona hambatan yang dibentuk diduga karena adanya mekanisme enzimatik yang dihasilkan oleh khamir, terjadi kompetisi makanan, tempat hidup antara khamir dengan patogen.

Mekanisme antagonis yang dihasilkan yaitu antibiosis dan kompetisi. Antibiosis merupakan salah satu mekanisme antagonis oleh khamir dengan menghasilkan senyawa penghambat pertumbuhan mikroorganisme lain (Madigan dkk, 2012). Beberapa contoh senyawa tersebut adalah enzim litik, senyawa volatile, siderofor, serta killer toksin (Haggag & Mohamed, 2007). Sedangkan kompetisi ditunjukkan dengan adanya perbedaan kecepatan tumbuh antara khamir dengan



koloni patogen. Mekanisme kompetisi ruang dan nutrisi merupakan mekanisme yang umum dilakukan oleh khamir dalam mendominasi habitat karena pertumbuhan khamir lebih cepat. Umumnya khamir berstrategi r yaitu pertumbuhannya cepat, mendominasi dan dapat mengkolonisasi di habitat baru dengan sumberdaya terbatas (Bellows, 1999). Khamir dan patogen bersaing dalam ruang tumbuh nutrisi.

Menurut Hashem dan Alamri (2009), khamir mampu berkompetisi dalam penggunaan nutrisi dengan patogen. Dari hasil uji antagonis secara *in vitro* antara khamir dengan patogen *Colletotrichum* sp dapat diketahui bahwa khamir yang menunjukkan potensi yang paling baik dalam menghambat pertumbuhan jamur patogen pada buah pisang adalah khamir *Saccharomycopsis* sp yang diisolasi dari buah tomat. Boekhout dan Robert (2003), menyatakan bahwa khamir genus *Saccharomycopsis* dapat diisolasi dari tanaman tropis, memiliki aktivitas amilolitik dan berperan dalam fermentasi makanan dan minuman. Pimenta R.S. (2008), menyatakan bahwa genus *Saccharomycopsis* memiliki kemampuan sebagai agen pengendali hayati.

Sedangkan khamir yang menunjukkan potensi yang paling baik dalam menghambat pertumbuhan jamur patogen pada tomat adalah khamir *Candida* sp. 1 yang diisolasi dari buah pisang. Boekhout dan Robert (2003), menyatakan genus *Candida* merupakan salah satu genus khamir yang dapat ditemukan saat isolasi dari buah pisang dan tomat. Khamir Genus *Candida* yang diisolasi dari permukaan buah memiliki daya antagonis karena memiliki aktivitas anti fungal yang kuat. Menurut El-Tarably dan Sivasithamparam (2006), khamir genus *Candida* merupakan salah satu dari khamir ascomycota yang memiliki kemampuan antagonisme. Dari hasil antagonis diatas dapat dilihat bahwa khamir yang lebih berpotensi adalah khamir diisolasi dari buah yang berbeda.

Hal ini didukung oleh Chanchaichavivat *et al.*, (2007) dalam penelitiannya menguji khamir yang diisolasi dari buah pisang, mangga dan rambutan untuk mengendalikan *colletotrichum* yang diisolasi dari buah cabai. Menurutnya daya hambatan khamir lebih meningkat jika khamir yang diisolasi berbeda habitat dengan patogen yang diuji.



Selanjutnya menurut Puspitarini (2014), dalam penelitiannya dengan hasil Khamir yang paling berpotensi dalam menekan *Colletotrichum* sp. pada buah cabai dan stroberi adalah *Rhodotorula* sp. dari buah buncis, sedangkan khamir yang paling berpotensi dalam menekan *Colletotrichum* sp. pada buah buncis adalah *Metschnikowia* sp. yang diisolasi dari buah cabai.

Golubev (2006), menyatakan kemampuan antagonisme khamir terhadap fungi patogen dari habitat yang berbeda pada umumnya lebih baik dibandingkan dengan kemampuan antagonisme khamir yang hidup di habitat sama dengan fungi patogen. Fungi patogen yang hidup dalam satu habitat dengan khamir menggunakan nutrisi dan ruang yang sama, sehingga fungi patogen di habitat tersebut lebih resisten terhadap metabolit yang dihasilkan oleh khamir. Fungi patogen dari habitat yang berbeda dengan khamir dianggap sebagai kompetitor baru, sehingga senyawa yang dihasilkan khamir menjadi lebih tinggi dan dapat menghambat pertumbuhan patogen



## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Khamir yang berhasil diisolasi dari buah pisang antara lain *Zigowilia* sp., *Candida* sp. 1, *Lindnera* sp. 1, *Debaryomyces* sp., *Candida* sp. 2, *Kloeckera* sp., dan yang berhasil diisolasi dari buah tomat antara lain *Candida* sp. 3, *Lindnera* sp. 2, *Saccharomyces* sp., *Candida* sp. 4, *Saccharomycopsis* sp.
2. Kesebelas isolat khamir yang diisolasi dari buah pisang dan tomat bersifat antagonis terhadap *Colletotrichum* sp.
3. Khamir yang paling berpotensi dalam mengendalikan patogen *Colletotrichum* sp. pada buah pisang adalah khamir *Saccharomycopsis* sp. yang diisolasi dari buah tomat, sedangkan khamir yang paling berpotensi dalam mengendalikan patogen *Colletotrichum* sp. pada buah tomat adalah khamir *Candida* sp. 1 yang diisolasi dari buah pisang.
4. Kemampuan antagonis khamir lebih meningkat apabila diujikan terhadap patogen dari habitat yang berbeda dengan khamir.

### 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dapat disampaikan saran yaitu identifikasi khamir yang diisolasi sebaiknya secara molekuler.



## DAFTAR PUSTAKA

- Assis SMP, Mariano RLR. 1999. Antagonism of *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* on Cabbage Phylloplane in Field. *Rev. Microbiol.* 30: 191-195.
- Astutik, Suhardi dan Darsan. 1985. Pengaruh Suhu Terhadap Diameter Bercak dan Saat Sporulasi Antraknosa Pada Cabai Merah (*Capsicum annum* L.). Risalah Seminar Ilmiah Perhimpunan Fitopatologi Indonesia. Pusat Karantina Pertanian Jakarta.
- Bailey MJ, Biely P, Poutanen K (1992) Interlaboratory testing of methods for assay of xylanase activity. *J Biotechnol* 23:257-270
- Barnett JA & Pankhurst RJ. 2000. A new key to the yeast. New York: American Elsevier Publishing Company Inc.
- Bellows TS. 1999. Foliar, flower, and fruit pathogens. In *Handbook of Biological Control: Principles and Applications of Biological Control*, ed. TS Bellows, TWFisher, pp. 841–70. San Diego: Academic
- Boekhout, T., Robert, V. (editors). 2003. Yeasts and Food. Behr's Verlag Hamburg, Germany, 488 pp.
- Bruce, A.; Verrall, S.; Hackett, C.A. and Wheatley, R.E. (2004), Identification of volatile organic compounds (VOCs) from bacteria and yeast causing growth inhibition of sapstain fungi. *Holzforschung*, 58: 193-198
- Chanchaichaovivat, A; P-Ruenwongsa; dan Bhinyo Panijpan. 2007. Screening And Identification Of Yeast Strains From Fruits And Vegetables: Potential For Biological Control Of Postharvest Chilli Anthracnose (*Colletotrichum capsici*). *Biological Control* : 326–335
- Chan, Z & Tian, S 2005. 'Interaction of antagonistic yeasts against postharvest pathogens of apple fruit and possible mode of action', *Postharvest Biol. and Tech.*, vol. 36, pp 215-23
- Dickman, M.B. 1993. Latent infection of papaya caused by *Colletotrichum gloeosporioides*. *Plant Dis.* 67: 748-750
- Droby S. 2006. Biological control of postharvest disease of fruit and vegetables: difficulties and challenges. *Phytopathol Pol.* 39:105–117.
- Droby, S., Chalutz, E., Wilson, C.L., Wisniewski, M.E., 1989. Characterization of the biocontrol activity of *Debaryomyces hansenii* in the control of *Penicillium digitatum* on grapefruit. *Can. J. Microbiol.* 35, 794–800.
- El-Tarabily, K.A., Sivasithamparam, K., 2006. Potential of khamirs as biocontrol agents of soil borne fungal plant pathogens and as plant growth promoters. *Mycoscience* 47, 25–35.



Erika P. Martínez, Juan C. Hío, Jairo A. Osorio and María F. Torres.2009. Identification of *Colletotrichum* species causing anthracnose on Tahiti lime, tree tomato and mango. *Agron. colomb.* vol.27 no.2

Fardiaz. 1992. *Mikrobiologi Pangan 1*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama

Golubev WI. 2006. Antagonistic Interactions among Yeast. Springer, Germany: 197-219.

Hadi, B.A.D. 2005. Buah Yang Paling Banyak Diproduksi Di Indonesia. <https://wikenkopi.wordpress.com/2005/02/07/buah-apa-yang-paling-banyak-diproduksi-indonesia-hayaw/>.

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 WM, Mohamed HAA. 2007. Biotechnological Aspects of Microorganisms used in Plant Biological Control. *American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture*. 1(1): 7-12.

Har'ssam, JM 2011, 'Pichia anomala in biocontrol for apples: 20 years of fundamental research and practical applications', *Antonie van Leeuwenhoek*, vol. 99, pp. 93-105

Hashem M, Alamri S. 2009. The biocontrol of postharvest disease (*Botryodiplodia theobromae*) of guava (*Psidium guajava* L.) by the application of yeast strains. *Postharvest Biol Technol.* 53:123- 130.

Indratmi D. 2000. Penggunaan Yeast Fruktoplan *Debaryomyces* sp. untuk Pengendalian Hayati *Colletotrichum gloeosporioides* pada Cabai. *J. appl. Bacteriol* 78:304-308.

Janisiewicz WJ, Korsen L. 2002. Biological Control of Postharvest Diseases of Fruits. *Annu Rev Phytopathol.* 40: 11-441.

Jijakli HM, Lepoivre P. 1998. *Characterization of an Exo-β-1,3-Glucanase produced by Pichia anomala strain K, antagonist of Botrytis cinera on apples.*

Jones dan Prusky.2002. Expression of antifungal peptide in *Saccharomyces*: a new approach for biological control of the postharvest disease caused by *Colletotrichum coccodes*. *Phytopathology*, 92: 33-37

Kalogiannis S, Tjamos SE, Stergiou A, Antoniou PP, Ziogas BN, Tjamos EC. 2006. Selection and Evaluation of Phyllospere Yeast as Biocontrol Agents against Grey Mould of Tomato. *European Journal of Plant Pathology.* 116: 69-76.



Kanti A. 2005. Keragaman khamir tanah asal Taman Nasional Kalimutu dan Taman Wisata Alam Ruteng Nusa Tenggara Timur. Laporan Penelitian Bidang Zoologi. Bogor: Pusat Penelitian Biologi-LIPI.

Kirsop BE.1988. *Yeasts Living resources for biotechnology*. Cambridge University Press, Cambridge

Kurtzman C.P. and J.W. Fell. 2011. *The Yeast A Taxonomic Study*. New York: Elsevier

Kurtzman CP and Piskur J. 2006. Taxonomy and phylogenetic diversity among the yeasts. Berlin: Springer-verlag.

Lotrakul, P., Deenarn, P., Prasongsuk, S. & Punnapayak, H. (2009). Isolation of *Aureobasidium pullulans* from bathroom surfaces and their antifungal activity against some Aspergilli. *African Journal of Microbiology Research* 3: 253– 257

M.A, Intan Sakinah, I.V. Suzianti and Z. Latiffah.2014. Phenotypic and molecular characterization of *Colletotrichum* species associated with anthracnose of banana (*Musa* spp) in Malaysia. **Genetics and Molecular Research** 13 (2): 3627-3637

Madigan, M. T., Martinko, J. M., Stahl, D. A., dan Parker, J. 2012. Brock: Biology of Microorganism, 13th Edition. Pearson Education, Inc., United States of America.

Mubarok, I., Jumiati, dan Siti Harnina Bintari. 2012. **Isolasi Dan Identifikasi Khamir Secara Morfologi Di Tanah Kebun Wisata Pendidikan Universitas Negeri Semarang**. Universitas Negeri Semarang, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Indonesia.

Natsir .2003.*Mikrobiologi Farmasi Dasar*. Universitas Hasanudin. Makassar

Nunes, CA 2012, 'Biological control of postharvest diseases of fruit', *Eur. J. Plant Pathol.*, vol. 133, pp. 181-96.

Oka, Ida Nyoman, 1995. Pengendalian Hama Terpadu. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.

Paster N, Droby S, Chalutz E, Menasherov M, Ntzan R, Wilson CL. 1993. *Evaluation of potential of the khamirs Pichia guilliermondii as a biocontrol agent against A. falvus and fungi of stored soya beans*.

Pelczar, Michael J. 2008. *Dasar-dasar Mirobiologi*. Jakarta : UI Press.

Pimenta R.S, 2008. *Yeast biotechnology: diversity and applications*, Springer science, New York

Pracaya. 1998. Bertanam Tomat. Kanisius. Yogyakarta.



Puspitarini, A.P. 2014. Potensi Khamir Sebagai Agens Pengendali Hayati Patogen *Colletotrichum* sp. Pada Buah Cabai, Buncis, Dan Stroberi. Jurnal HPT Volume 2 Nomor 3, hal 92-101

Rumahlewang, W. dan H.R.D. Amanupunyo. 2012. Patogenisitas *Colletotrichum Musae* Penyebab Penyakit Antraknosa Pada Beberapa Varietas Buah Pisang Universitas Pertanian Poka Ambon, Fakultas Pertanian, Indonesia.

Rusli, I., Mardinus dan Zulpadli, 1997. Penyakit Antraknosa Pada Buah Cabai di Sumatera Barat. Prosiding Kongres Nasional XVI dan Seminar Hasil Perhimpunan Fitopatologi Indonesia, Palembang, 27-29 Desember 1997

Sarayanakumar, D, Clavorella, A, Spadaro, D, Garibaldi, A dan Gullino, ML 2008. Metschnikowia pulcherrima strain MACH1 outcompetes Botrytis cinerea, Alternaria alternate and Penicillium expansum in apples through iron depletion. Postharvest Biol. and Tech, vol. 49, pp. 121-8.

S. Sumarsih. 2003 *Mikrobiologi Dasar*. Yogyakarta: Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian UPN Veteran.

Semangun, H. 2000. Penyakit-penyakit Tanaman Hortikultura di Indonesia. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.

Sharma RR, Singh D, Singh R (2009) Biological control of postharvest diseases of fruits and vegetables by microbial antagonists: A review. Biol Control 50:205–221

Singh RS. 1998. Plant Diseases. Seventh Edition. Oxford & IBH Publishing CO. PVT. LTD. New Delhi: 640.

Soesanto, L. 2006. Penyakit Pasca Panen. Sebuah Pengantar. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.

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). Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.

Suzzi G., P. Romano, I. Ponti, C. Montuschi. 1995. *Natural wine khamir as biocontrol agent*.

Weni Wilia, Widodo dan Suryo Wiyono. 2012. Potensi Khamir Untuk Mengendalikan Penyakit Antraknosa (*Colletotrichum Acutatum* L.) Pada Tanaman Cabai. Vol 1 No.4 hal: 65-72

Winarno, F. G., 2004. Kimia Pangan dan Gizi. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta

Zhang, D, Spadaro, D, Garibaldi, A & Gullino, M L 2011, 'Potential biocontrol activity of a strain of *Pichia guilliermondii* against grey mold of apples and its possible modes of action', Biol Cont., vol. 57, pp. 193-201



## LAMPIRAN

**Lampiran 1. Tabel ANOVA Persentase daya hambat khamir terhadap  
Colletotrichum sp yang diisolasi dari buah pisang.**

## a. 1 Hari Setelah Perlakuan

SK	Db	JK	KT	F hitung	F tabel 5%
Perlakuan	11	8142,86	740,26	15,78**	2,22
Galat	24	1125,80	46,91		
Total	35				

Keterangan : (tn) Tidak nyata; (\*) Nyata; (\*\*) Sangat nyata

## b. 2 Hari Setelah Perlakuan

SK	Db	JK	KT	F hitung	F tabel 5%
Perlakuan	11	2354,48	214,04	10,72**	2,22
Galat	24	478,99	19,96		
Total	35				

Keterangan : (tn) Tidak nyata; (\*) Nyata; (\*\*) Sangat nyata

## c. 3 Hari Setelah Perlakuan

SK	Db	JK	KT	F hitung	F tabel 5%
Perlakuan	11	1376,38	125,13	3,21**	2,22
Galat	24	936,39	39,02		
Total	35				

Keterangan : (tn) Tidak nyata; (\*) Nyata; (\*\*) Sangat nyata

## d. 4 Hari Setelah Perlakuan

SK	Db	JK	KT	F hitung	F tabel 5%
Perlakuan	11	1953,10	177,55	6,65**	2,22



Galat	24	641,20	26,72
Total	35		

Keterangan : (tn) Tidak nyata; (\*) Nyata; (\*\*) Sangat nyata  
e. 5 Hari Setelah Perlakuan

SK	Db	JK	KT	F hitung	F tabel 5%
Perlakuan	11	3701,62	336,51	10,98**	2,22
Galat	24	735,79	30,66		
Total	35				

Keterangan : (tn) Tidak nyata; (\*) Nyata; (\*\*) Sangat nyata  
f. 6 Hari Setelah Perlakuan

SK	Db	JK	KT	F hitung	F tabel 5%
Perlakuan	11	3887,86	353,44	8,30**	2,22
Galat	24	1022,16	42,59		
Total	35				

Keterangan : (tn) Tidak nyata; (\*) Nyata; (\*\*) Sangat nyata



**Lampiran 2. Tabel ANOVA Persentase daya hambat khamir terhadap *Colletotrichum sp* yang diisolasi dari buah tomat.**

a. 1 Hari Setelah Perlakuan

SK	Db	JK	KT	F hitung	F tabel 5%
Perlakuan	11	7224,72	656,79	17,00**	2,22
Galat	24	926,98	38,62		
Total	35				

Keterangan : (tn) Tidak nyata; (\*) Nyata; (\*\*) Sangat nyata

b. 2 Hari Setelah Perlakuan

SK	Db	JK	KT	F hitung	F tabel 5%
Perlakuan	11	5585,85	507,80	19,74**	2,22
Galat	24	617,33	25,72		
Total	35				

Keterangan : (tn) Tidak nyata; (\*) Nyata; (\*\*) Sangat nyata

c. 3 Hari Setelah Perlakuan

SK	Db	JK	KT	F hitung	F tabel 5%
Perlakuan	11	3334,67	303,15	6,99**	2,22
Galat	24	1041,40	43,39		
Total	35				

Keterangan : (tn) Tidak nyata; (\*) Nyata; (\*\*) Sangat nyata

d. 4 Hari Setelah Perlakuan

SK	Db	JK	KT	F hitung	F tabel 5%
Perlakuan	11	4918,67	447,15	5,59**	2,22
Galat	24	1919,20	79,97		



Total 35

Keterangan : (tn) Tidak nyata; (\*) Nyata; (\*\*) Sangat nyata  
e. 5 Hari Setelah Perlakuan

SK	Db	JK	KT	F hitung	F tabel 5%
Perlakuan	11	4487,17	407,92	6,86**	2,22
Galat	24	1427,84	59,49		
Total	35				

Keterangan : (tn) Tidak nyata; (\*) Nyata; (\*\*) Sangat nyata  
f. 6 Hari Setelah Perlakuan

SK	Db	JK	KT	F hitung	F tabel 5%
Perlakuan	11	3713,74	337,61	7,41**	2,22
Galat	24	1093,30	45,55		
Total	35				

Keterangan : (tn) Tidak nyata; (\*) Nyata; (\*\*) Sangat nyata  
g. 7 Hari Setelah Perlakuan

SK	Db	JK	KT	F hitung	F tabel 5%
Perlakuan	11	3816,02	346,91	9,66**	2,22
Galat	24	862,08	35,92		
Total	35				

Keterangan : (tn) Tidak nyata; (\*) Nyata; (\*\*) Sangat nyata  
h. 8 hari Setelah Perlakuan

SK	Db	JK	KT	F hitung	F tabel 5%
Perlakuan	11	3966,66	360,61	5,86**	2,22
Galat	24	1476,95	61,54		



Total 35

Keterangan : (tn) Tidak nyata; (\*) Nyata; (\*\*) Sangat nyata

i. 9 hari Setelah Perlakuan

SK	Db	JK	KT	F hitung	F tabel 5%
Perlakuan	11	4303,41	391,22	5,48**	2,22
Galat	24	1712,97	71,37		
Total	35				

Keterangan : (tn) Tidak nyata; (\*) Nyata; (\*\*) Sangat nyata

j. 10 Setelah Perlakuan

SK	Db	JK	KT	F hitung	F tabel 5%
Perlakuan	11	4391,57	399,23	7,15**	2,22
Galat	24	1340,95	55,87		
Total	35				

Keterangan : (tn) Tidak nyata; (\*) Nyata; (\*\*) Sangat nyata