



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**KEMAMPUAN ANTAGONISME KHAMIR FILUM *Ascomycota*  
DARI TANAMAN SAEH (*Broussonetia papyrifera* Vent.) ASAL  
TROWULAN TERHADAP *Aspergillus* spp. UICC**

**SKRIPSI**

**HANUM PUSPA DHIANI  
0806453195**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
DEPARTEMEN BIOLOGI  
DEPOK  
JUNI 2012**



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**KEMAMPUAN ANTAGONISME KHAMIR FILUM *Ascomycota*  
DARI TANAMAN SAEH (*Broussonetia papyrifera* Vent.) ASAL  
TROWULAN TERHADAP *Aspergillus* spp. UICC**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains**

**HANUM PUSPA DHIANI  
0806453195**

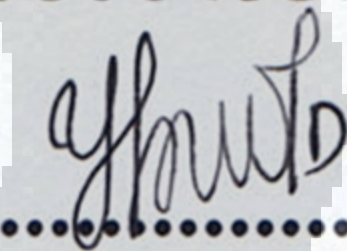
**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
DEPARTEMEN BIOLOGI  
DEPOK  
JUNI 2012**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Hanum Puspa Dhiani

NPM : 0806453195

Tanda Tangan :  .....

Tanggal : 27 Juni 2012

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :  
Nama : Hanum Puspa Dhiani  
NPM : 0806453195  
Program Studi : Biologi  
Judul Skripsi : Kemampuan Antagonisme Khamir Filum  
*Ascomycota* dari Tanaman Saeh (*Broussonetia papyrifera* Vent.) Asal Trowulan terhadap *Aspergillus* spp. UICC

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si.) pada Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia.

### DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Ariyanti Oetari, Ph.D. (.....*Ariyanti*.....)  
Penguji I : Wellyzar Sjamsuridzal, Ph.D. (.....*Wellyzar*.....)  
Penguji II : Dr. Andi Salamah (.....*Andi Salamah*.....)

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 27 Juni 2012

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil'alamiin, segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi ini. Shalawat serta salam penulis limpahkan kepada Nabi Muhammad SAW, keluarga, dan sahabat. Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, penulisan skripsi ini tidak akan selesai dengan baik. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ariyanti Oetari, Ph.D. selaku pembimbing yang telah memberikan waktu untuk membimbing, mengarahkan, memberi motivasi dan saran kepada penulis dalam melaksanakan penelitian dan penulisan skripsi.
2. Hibah Riset Unggulan Prioritas *Indigenous Studies* tahun 2010 atas nama Ariyanti Oetari, Ph.D. yang telah membiayai penelitian.
3. Wellyzar Sjamsuridzal, Ph.D. dan Dr. Andi Salamah selaku dosen penguji yang telah memberikan saran selama penulis melakukan penelitian.
4. Dr.rer.nat. Mufti Petala Patria, M.Sc. selaku Ketua Departemen Biologi, Dra. Nining Betawati Prihantini, M.Sc. selaku Sekretaris Departemen Biologi FMIPA UI, Dra. Titi Soedjiarti, S.U. selaku Koordinator Pendidikan, dan Riani Widiarti, M.Si. selaku Koordinator Mahasiswa atas perhatian dan dukungan kepada penulis.
5. Dr. Dadang Kusmana, M.S. selaku Penasihat Akademis, Wibowo Mangunwardoyo, M.Sc., Dra. Setiorini, M.Kes., Andrio Adiwibowo, M.Sc., dan seluruh staf pengajar Departemen Biologi FMIPA-UI yang telah memberikan saran, bimbingan, dukungan, dan bekal ilmu kepada penulis.
6. Seluruh staf Departemen Biologi FMIPA-UI, terutama Ahmad Supriyadi, S.Pi, Asri Martini, S.Si, Ibu Rusmalina, Mbak Fenti, Mbak Alia, Mbak Efi, Pak Taryana, dan Pak Taryono yang telah membantu penulis selama penelitian.
7. Keluargaku tersayang, Ayah (Ir. Ating Mulyadi), Bunda (Penny Susiani, S.H.), Adik (Naty Sekar Arum), dan Eyang (R.A. Moerjati Soesilo) yang selalu memberi cinta, pelajaran hidup, dan motivasi kepada penulis.

8. Partner penelitian, Savitry, Seyla, dan Dhila (DIVAS), serta teman-teman Laboratorium Mikrobiologi, Fathon, Rizky, Sentot, Rusli (CITRUS), Odyt, Okta, Grand, Chir, Rere (CANNON), Edvan, Alvin, Dessy, Michelle, Omen (DEMON), Bidin, Hana (NADIN), Mbak Dafina, Mbak Reno, Kak Irvan, Mbak Dalia, Bu Retno, Mbak Murni, Kak Niar, dan Kak Eja yang selalu memberikan semangat dan keceriaan selama penelitian.
9. Sahabatku tersayang, Ochy, Ucy, Dyla, Niken, Roni, Kak Wanda, Yuan, Yudi, Widi, Ozie, Rila, Abas, Jaka, Iwan, Zata, dan Ayu yang selalu memberikan inspirasi, pengertian, dan rasa kebersamaan kepada penulis.
10. Keluarga besar Biologi, terutama SIGMA-B UI, KSHL COMATA, Biosentris, Zygomorphic, adik-adik tersayang Biogenesis, dan Bacillus yang tidak dapat disebutkan satu per satu atas kebersamaan dan pengalaman berharga selama penulis mengikuti perkuliahan di Departemen Biologi FMIPA-UI.

Akhir kata, penulis berharap agar skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat bagi penulis sendiri, masyarakat, dan perkembangan ilmu pengetahuan.

“And when we go back to the sea, whether it is to sail or to watch it, we are going back from whence we came“ – J. F. Kennedy

Penulis  
2012

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Hanum Puspa Dhiani  
NPM : 0806453195  
Program Studi : S1  
Departemen : Biologi  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Jenis karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

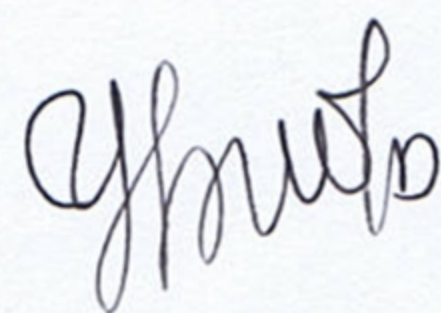
Kemampuan Antagonisme Khamir Filum *Ascomycota* dari Tanaman Saeh (*Broussonetia papyrifera* Vent.) Asal Trowulan terhadap *Aspergillus* spp. UICC

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok  
Pada tanggal : 27 Juni 2012

Yang menyatakan



(Hanum Puspa Dhiani)

## ABSTRAK

Nama : Hanum Puspa Dhiani  
Program Studi : Biologi  
Judul : Kemampuan Antagonisme Khamir Filum *Ascomycota* dari Tanaman Saeh (*Broussonetia papyrifera* Vent.) Asal Trowulan Terhadap *Aspergillus* spp. UICC.

Penelitian bertujuan mengetahui kemampuan antagonisme khamir filum *Ascomycota* dari tanaman saeh (*Broussonetia papyrifera* Vent.) terhadap kapang patogen tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.) dengan metode *co-culture*. Khamir *Aureobasidium pullulans* UICC Y-527, *Aureobasidium* sp. UICC Y-516, *Aureobasidium* sp. UICC Y-528, *Candida orthopsilosis* UICC Y-533, *Meyerozyma caribbica* UICC Y-518, dan *Mey. caribbica* UICC Y-529 ditumbuhkan dengan kapang *Aspergillus* spp. UICC di medium *Potato Dextrose Broth* (PDB) selama empat hari pada suhu 28° C. Khamir menunjukkan kemampuan antagonisme terhadap kapang *A. niger* UICC, *A. ochraceus* UICC, dan *A. terreus* UICC yang ditunjukkan dengan ketiadaan pertumbuhan hifa atau miselium dan sporulasi pada permukaan medium, mortalitas kapang sebesar 100%, reduksi ukuran hifa kapang sebesar 3%--85%, peningkatan jumlah sel khamir sebesar 1,81%--50,09%, peningkatan panjang sel khamir sebesar 2%--17% dan lebar sel khamir sebesar 1%--24%.

Kata kunci: Antagonisme, *Ascomycota*, *Aspergillus*, *Broussonetia papyrifera*, *co-culture*, khamir.

xii + 109 hlm; 21 gambar; 10 tabel; 13 lampiran

Daftar acuan: 76 (1995--2012)



## ABSTRACT

Name : Hanum Puspa Dhiani  
Study Program : Biology  
Title : Antagonism Activity of *Ascomycota* Yeasts from Saeh Plant (*Broussonetia papyrifera* Vent.) from Trowulan Against *Aspergillus* spp. UICC

The research aim was to investigate the antagonism activity of *Ascomycota* yeasts from saeh plant (*Broussonetia papyrifera* Vent.) from Trowulan against moulds pathogen in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) with *co-culture* method. *Aureobasidium pullulans* UICC Y-527, *Aureobasidium* sp. UICC Y-516, *Aureobasidium* sp. UICC Y-528, *Candida orthopsilosis* UICC Y-533, *Meyerozyma caribbica* UICC Y-518, and *Mey. caribbica* UICC Y-529 were incubated with *Aspergillus* spp. UICC in *Potato Dextrose Broth* (PDB) medium for four days in 28° C. The results showed that the yeasts have antagonism activity against *A. niger* UICC, *A. ochraceus* UICC, and *A. terreus* UICC shown by mycelial growth inhibition and sporulation, 100% mortality, hyphal size reduction 3%--85%, increased number of the yeast cell 1.81%--50.09%, and increased yeast cell length 2%--17% and increased yeast cell width 1%--24%.

Keywords: Antagonism, *Ascomycota*, *Aspergillus*, *Broussonetia papyrifera*, *co-culture*, yeast.

xii + 109 pages; 21 pictures; 10 tables; 13 appendices  
Bibliography: 76 (1995--2012)

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
<b>1. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
<b>2. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>6</b>
2.1 Fungi.....	6
2.2 Khamir Antagonis.....	7
2.3 <i>Broussonetia papyrifera</i> Vent.....	12
2.4 Kapang Patogen Pada Tanaman.....	14
2.5 Aplikasi Biokontrol.....	17
<b>3. METODE PENELITIAN.....</b>	<b>19</b>
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	19
3.2 Alat dan Bahan.....	19
3.2.1 Alat.....	19
3.2.2 Bahan.....	19
3.2.2.1 Mikroorganisme.....	19
3.2.2.2 Medium.....	21
3.2.2.3 Bahan Kimia.....	21
3.2.2.4 Bahan Habis Pakai.....	21
3.3 CARA KERJA.....	21
3.3.1 Pembuatan Medium.....	22
3.3.1.1 <i>Plate Count Agar</i> (PCA).....	22
3.3.1.2 <i>Potato Dextrose Agar</i> (PDA).....	22
3.3.1.3 <i>Potato Dextrose Broth</i> (PDB) pH 5,0.....	23
3.3.1.4 <i>Yeast Malt Agar</i> (YMA).....	23
3.3.1.5 Larutan Penyangga Sitrat-Fosfat pH 5,0.....	24
3.3.2 Pemurnian Khamir dan Kapang.....	24
3.3.3 Pengamatan Morfologi Khamir.....	25
3.3.4 Pengamatan Morfologi Kapang.....	25
3.3.5 Pembuatan <i>Stock Culture</i> dan <i>Working Culture</i> .....	26
3.3.6 Penghitungan Jumlah Sel Khamir dan Kapang.....	26
3.3.7 Pengujian Antagonisme Khamir pada Kapang Patogen dalam Medium Cair ( <i>Co-Culture</i> ).....	27
3.3.8 Analisis Data.....	28

<b>4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>30</b>
4.1 Pengamatan Morfologi Khamir.....	30
4.2 Pengamatan Morfologi Kapang.....	37
4.3 Enumerasi Sel Khamir dan Sel Kapang.....	41
4.4 Pengujian Antagonisme Metode <i>Co-Culture</i> .....	42
4.4.1 Penghitungan Berat Medium dalam Pengujian Antagonisme.....	43
4.4.2 Pengamatan Morfologi Khamir di Medium PDB pH 5,0 dalam Pengujian Antagonisme.....	46
4.4.3 Pengamatan Morfologi Kapang di Medium PDB pH 5,0 dalam Pengujian Antagonisme.....	50
4.4.4 Pengaruh Antagonistik dari Khamir Filum <i>Ascomycota</i> terhadap Morfologi Kapang Patogen <i>A. niger</i> UICC, <i>A. ochraceus</i> UICC, dan <i>A. terreus</i> UICC.....	51
4.4.5 Hasil Enumerasi Sel Khamir dan Konidia atau Hifa Kapang pada Pengujian Antagonisme.....	63
<b>5. KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>67</b>
5.1 Kesimpulan.....	67
5.2 Saran.....	67
<b>DAFTAR ACUAN.....</b>	<b>68</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>76</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1(1)	Hasil pengamatan morfologi khamir secara makroskopik umur 2 hari dalam medium YMA pada suhu 27° C.....	36
Tabel 4.1(2)	Hasil pengamatan morfologi khamir secara mikroskopik umur 2 hari dalam medium YMA pada suhu 27° C.....	36
Tabel 4.2(1)	Hasil pengamatan morfologi kapang secara makroskopik berumur 5 hari dalam medium PDA pada suhu 27° C.....	41
Tabel 4.2(2)	Hasil pengamatan morfologi kapang secara mikroskopik berumur 5 hari dalam medium PDA pada suhu 27° C.....	41
Tabel 4.4.1(1)	Berat medium pada medium kontrol dalam pengujian antagonisme di medium PDB pH 5,0.....	44
Tabel 4.4.1(2)	Berat medium pada medium perlakuan dalam pengujian antagonisme di medium PDB pH 5,0.....	45
Tabel 4.4.4(1)	Hasil pengamatan morfologi khamir secara mikroskopik berumur 3 hari pada kontrol dan perlakuan dalam pengujian antagonisme di medium PDB pH 5,0 pada suhu 28° C.....	53
Tabel 4.4.4(2)	Ukuran sel khamir filum <i>Ascomycota</i> pada kontrol dan perlakuan dalam pengujian antagonisme di medium PDB pH 5,0 pada suhu 28° C.....	55
Tabel 4.4.4(3)	Ukuran hifa kapang <i>Aspergillus</i> spp. UICC umur 3 hari pada kontrol dan perlakuan dalam pengujian antagonisme di medium PDB pH 5,0 pada suhu 28° C.....	56
Tabel 4.4.5.1	Hasil enumerasi sel khamir filum <i>Ascomycota</i> pada kontrol dan perlakuan dalam pengujian antagonisme umur 3 hari di medium PCA pada suhu 28° C.....	65

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.2(1)	<i>Aureobasidium pullulans</i> (De Bary) Arnaud.....	10
Gambar 2.2(2)	<i>Candida orthopsilosis</i> (Ashford) Langeron & Talice.....	11
Gambar 2.3.1	Daun <i>Broussonetia papyrifera</i> Vent.....	13
Gambar 2.4(1)	<i>Aspergillus niger</i> van Tieghem.....	15
Gambar 2.4(2)	<i>Aspergillus ochraceus</i> Wilhelm.....	16
Gambar 2.4(3)	<i>Aspergillus terreus</i> Thom.....	17
Gambar 4.1(1)	Koloni Khamir Filum <i>Ascomycota</i> Umur 2 Hari di Medium YMA pada Suhu 28° C.....	33
Gambar 4.1(2)	Morfologi Khamir Filum <i>Ascomycota</i> dari Daun <i>Br. papyrifera</i> Umur 2 Hari dalam Medium YMA pada Suhu 28° C.....	34
Gambar 4.1(3)	Morfologi Khamir Filum <i>Ascomycota</i> dari Daun <i>Br. papyrifera</i> Umur 2 Hari dalam Medium YMA pada Suhu 28° C.....	35
Gambar 4.2(1)	Morfologi Kapang <i>Aspergillus</i> spp. UICC secara	

	Makroskopik Umur 5 Hari dalam Medium PDA pada Suhu 28° C.....	39
Gambar 4.2(2)	Morfologi <i>A. niger</i> UICC Umur 5 Hari di Medium PDA pada Suhu 28° C dengan Pewarna <i>Lactophenol Cotton Blue</i> .....	39
Gambar 4.2(3)	Morfologi <i>A. ochraceus</i> UICC Umur 5 Hari di Medium PDA pada Suhu 28° C dengan Pewarna <i>Lactophenol Cotton Blue</i> .....	40
Gambar 4.2(4)	Morfologi <i>A. terreus</i> UICC Umur 5 Hari di Medium PDA pada Suhu 28° C dengan Pewarna <i>Lactophenol Cotton Blue</i> .....	40
Gambar 4.4.2.1(1)	Pengujian Antagonisme Antara Khamir Filum <i>Ascomycota</i> terhadap Kapang <i>A. niger</i> UICC di Medium PDB pH 5,0 pada Suhu 28° C.....	47
Gambar 4.4.2.1(2)	Pengujian Antagonisme Antara Khamir Filum <i>Ascomycota</i> terhadap Kapang <i>A. ochraceus</i> UICC di Medium PDB pH 5,0 pada Suhu 28° C.....	48
Gambar 4.4.2.1(3)	Pengujian Antagonisme Antara Khamir Filum <i>Ascomycota</i> terhadap Kapang <i>A. terreus</i> UICC di Medium PDB pH 5,0 pada Suhu 28° C.....	49
Gambar 4.4.4(1)	Grafik Perbandingan Panjang Sel Khamir Rata-Rata pada Kontrol dan Perlakuan dalam Pengujian Antagonisme Inkubasi Hari ke-3 di Medium PDB pH 5,0 pada Suhu 28° C.....	57
Gambar 4.4.4(2)	Grafik Perbandingan Lebar Sel Khamir Rata-Rata pada Kontrol dan Perlakuan dalam Pengujian Antagonisme Inkubasi Hari ke-3 di Medium PDB pH 5,0 pada Suhu 28° C.....	58
Gambar 4.4.4(3)	Grafik Perbandingan Reduksi Lebar Hifa Rata-Rata pada Kontrol dan Perlakuan dalam Pengujian Antagonisme Inkubasi Hari ke-3 di Medium PDB pH 5,0 pada Suhu 28° C.....	59
Gambar 4.4.4(4)	Pengamatan Morfologi secara Mikroskopik pada Inkubasi Hari ke-3 di Medium PDB pH 5,0 pada Suhu 28° C antara Khamir <i>Aureobasidium</i> sp. UICC Y-516 dengan Kapang <i>A. ochraceus</i> UICC dan <i>A. terreus</i> UICC.....	61
Gambar 4.4.4(5)	Pengamatan Morfologi secara Mikroskopik pada Inkubasi Hari ke-3 di Medium PDB pH 5,0 pada Suhu 28° C antara Khamir <i>Aureobasidium</i> sp. UICC Y-528 dan <i>Mey. caribbica</i> UICC dengan Kapang <i>A. niger</i> UICC.....	62

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Skema Kerja.....	76
Lampiran 2	Standar Warna.....	77
Lampiran 3	Penghitungan Jumlah Sel Khamir dan Hifa atau Konidia Kapang.....	78
Lampiran 4	Pengujian Antagonisme Metode <i>Co-Culture</i> .....	79
Lampiran 5	Hasil enumerasi sel khamir umur 2 hari dalam medium PCA pada suhu 28° C.....	80
Lampiran 6	Hasil enumerasi hifa/konidia kapang berumur 5 hari dalam medium PCA pada suhu 28° C.....	82
Lampiran 7	Berat medium pada medium kontrol dalam pengujian antagonisme di medium PDB pH 5,0.....	83
Lampiran 8	Berat medium pada medium perlakuan dalam pengujian antagonisme di medium PDB pH 5,0.....	85
Lampiran 9	Hasil pengamatan pertumbuhan koloni khamir filum <i>Ascomycota</i> pada kontrol dan perlakuan dalam pengujian antagonisme di medium PDB pH 5,0 selama empat hari pada suhu 28° C.....	88
Lampiran 10	Hasil pengamatan pertumbuhan koloni kapang <i>Aspergillus</i> UICC pada kontrol dan perlakuan dalam pengujian antagonisme di medium PDB pH 5,0 selama empat hari pada suhu 28° C.....	94
Lampiran 11	Ukuran sel khamir filum <i>Ascomycota</i> pada kontrol dan perlakuan dalam pengujian antagonisme di medium PDB pH 5,0 pada suhu 28° C.....	100
Lampiran 12	Hasil enumerasi sel khamir filum <i>Ascomycota</i> pada kontrol dan perlakuan dalam pengujian antagonisme umur 3 hari di medium PCA pada suhu 28° C.....	102
Lampiran 13	Hasil enumerasi hifa atau konidia kapang <i>Aspergillus</i> spp. UICC pada kontrol dan perlakuan dalam pengujian antagonisme umur 3 hari di medium PCA pada suhu 28° C.....	108

## BAB 1 PENDAHULUAN

Berbagai jenis mikroorganisme yang hidup pada habitat yang sama akan berinteraksi untuk memperoleh nutrisi dan ruang hidup, serta untuk menjaga kelangsungan hidup populasi mikroorganisme tersebut. Antagonisme merupakan interaksi yang terjadi ketika suatu mikroorganisme mengganggu pertumbuhan mikroorganisme lain (Barton & Northup 2011: 162 & 164). Antagonisme dapat terjadi pada interaksi antar bakteri, bakteri dengan jamur, jamur dengan kapang, dan bakteri dengan kapang (Ray & Bhunia 2008: 50).

Mikroorganisme antagonis adalah mikroorganisme yang mampu menciptakan lingkungan yang tidak menguntungkan bagi mikroorganisme lain (Golubev 2006: 197). Salah satu mikroorganisme antagonis adalah jamur epifit (Kumar dkk. 2008: 366). Jamur epifit merupakan jamur yang hidup pada permukaan bagian tanaman, seperti pada batang, daun, bunga, dan buah (Wraight dkk. 2001: 275). Jamur epifit mudah beradaptasi dan dapat tumbuh dengan cepat, sehingga populasi jamur di habitat alaminya meningkat. Peningkatan populasi tersebut menyebabkan jamur dapat menguasai nutrisi serta ruang hidup dibandingkan dengan jamur lain (Viljoen 2006: 100). Salah satu contoh jamur epifit adalah jamur filum *Ascomycota*. Beberapa contoh jamur epifit dari filum *Ascomycota* antara lain, *Aureobasidium pullulans* (De Bary) Arnaud, *Candida oleophila* Montrocher, dan *Pichia membranifaciens* (E. C. Hansen) E. C. Hansen (Pimenta dkk. 2009: 203).

Fonseca dan Inácio (2006: 265) menyatakan bahwa daun dapat menjadi habitat jamur karena terdapat nutrisi yang berasal dari cairan gutasi maupun difusi senyawa dari dalam jaringan melalui hidatoda, trikoma, maupun fisura pada kutikel permukaan daun. Senyawa yang dihasilkan adalah senyawa organik dan anorganik, antara lain, asam amino, asam organik, gula, metanol, dan berbagai jenis garam yang dapat mendukung pertumbuhan jamur. Sukmawati dkk. (2011: 1) melaporkan jamur *Aureobasidium Viala & Boyer*, *Candida Berkhout*, dan *Dothideaceae* Chevallier merupakan jamur *Ascomycota* yang diisolasi dari

permukaan daun tanaman saeh (*Broussonetia papyrifera* Vent.) di Kecamatan Trowulan, Desa Bejjong, Jawa Timur.

Populasi *Br. papyrifera* di Indonesia terancam punah. Hal tersebut terjadi karena tidak banyak orang yang memanfaatkan *Br. papyrifera* dalam kehidupan sehari-hari (Permadi 2005: 2). Namun demikian, Sohn dkk. (2010: 1397) melaporkan *Br. papyrifera* menghasilkan senyawa papyriflavonol A yang berfungsi sebagai antioksidan, anti-inflamasi, dan anti-alergi. Senyawa tersebut juga berfungsi sebagai antimikroba terhadap bakteri dan fungi patogen, sehingga khamir yang mampu hidup pada tanaman tersebut diasumsikan memiliki kemampuan dalam menghambat pertumbuhan fungi patogen. Golubev (2006: 210) 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 oleh khamir tersebut, sehingga metabolit yang dihasilkan oleh khamir menjadi lebih tinggi dan dapat menghambat pertumbuhan fungi patogen. Salah satu contoh fungi patogen adalah kapang dari genus *Aspergillus* Fr.: Fr., antara lain *A. niger* van Tieghem, *A. ochraceus* Wilhelm, dan *A. terreus* Thom yang dapat ditemukan pada tanaman hortikultura (Pitt & Hocking 2007: 275).

Beberapa khamir *Ascomycota* dilaporkan memiliki kemampuan dalam menghambat pertumbuhan kapang patogen (Golubev 2006: 207). Khamir *Ascomycota* yaitu *C. oleophila* dan *P. membranifasciens* diketahui dapat menghambat pertumbuhan kapang *Botrytis cinerea* Pers.:(Fr.), sedangkan *Debaryomyces hansenii* (Zopf) Lodder & Kreger yang dapat menghambat pertumbuhan kapang *Penicillium digitatum* (Pers.) Sacc. (Pimenta dkk. 2009: 203). Khamir yang dapat menghambat pertumbuhan kapang melalui beberapa mekanisme, yaitu antibiosis, kompetisi ruang dan nutrisi, parasitisme, serta predasi (Pimenta dkk. 2009: 205). Antibiosis merupakan mekanisme antagonisme yang dilakukan oleh khamir dengan menghasilkan senyawa penghambat



pertumbuhan mikroorganisme lain (Madigan dkk. 2012: 206). Senyawa penghambat tersebut dapat berupa enzim litik, senyawa volatil, siderofor, serta *killer toxin* (Haggag & Mohamed 2007: 8). Mekanisme kompetisi ruang dan nutrisi merupakan mekanisme yang umum dilakukan oleh khamir dalam mendominasi habitat karena pertumbuhan khamir lebih cepat dibandingkan dengan pertumbuhan kapang. Apabila konsentrasi sel khamir lebih tinggi, maka pertumbuhan kapang akan terhambat karena nutrisi di lingkungan lebih banyak digunakan untuk pertumbuhan khamir dan ruang untuk pertumbuhan kapang menjadi berkurang. Parasitisme terjadi ketika khamir memperoleh nutrisi dari sel kapang yang digunakan sebagai habitatnya untuk menunjang pertumbuhan khamir, sedangkan predasi merupakan mekanisme khamir dalam memangsa mikroorganisme lain sebagai sumber makanan (Barton & Northup 2011: 163--164).

El-Tarabily dan Sivasithamparam (2006: 27--28) melaporkan akibat interaksi antagonisme pada kapang antara lain terjadi reduksi biomassa, penghambatan waktu sporulasi, serta penghambatan pertumbuhan hifa kapang. Pimenta dkk. (2008: 88) melaporkan bahwa khamir yang memiliki kemampuan antagonisme mengalami peningkatan jumlah dan ukuran sel khamir dibandingkan dengan kontrol, sehingga populasi khamir meningkat dan dapat menguasai nutrisi serta ruang hidup. Menurut Pimenta (2009 dkk.: 200), khamir antagonis dapat digunakan sebagai agen biokontrol.

Biokontrol merupakan penggunaan suatu organisme untuk mengontrol pertumbuhan organisme patogen. Biokontrol dapat menjadi salah satu alternatif pengganti fungisida sintetik untuk mengatasi kerusakan pada tanaman akibat fungi patogen (Khan & Anwer 2011: 450). Khamir antagonis dapat menjadi agen biokontrol. Hal tersebut disebabkan khamir dapat tumbuh dengan cepat, mampu beradaptasi dengan baik, dan dapat dilakukan rekayasa genetik untuk meningkatkan efisiensi dan manfaat penggunaan khamir (Pimenta dkk. 2009: 200). Blum (2000: 763--764) melaporkan aplikasi penggunaan khamir sebagai agen biokontrol adalah dengan menyemprotkan suspensi khamir *C. oleophila* pada tanaman tomat. Khamir tersebut terbukti dapat mereduksi penyakit bintik septoria pada daun yang disebabkan oleh kapang *Septoria lycopersici* Speg.

secara signifikan. Berdasarkan Whipps dan Lumsden (2001: 11), beberapa khamir antagonis yang sudah dikomersialkan sebagai agen biokontrol adalah *C. oleophila* dengan merek dagang Aspire dan *Cryptococcus albidus* (Saito) C. E. Skinner dengan merek dagang YieldPlus. Viljoen (2006: 100) melaporkan khamir *Pseudozyma flocculosa* (Traquair, Shaw & Jarvis) Boekhout & Traquair sudah dikomersialkan dengan merek dagang Sporodex.

Kemampuan antagonisme khamir dalam menghambat pertumbuhan kapang patogen dapat diketahui pada studi *in vitro* dengan melakukan pengujian antagonisme. Pengujian antagonisme dilakukan sebagai simulasi untuk melihat interaksi antagonisme antara beberapa mikroorganisme yang hidup di habitat yang sama. Salah satu pengujian antagonisme adalah menggunakan *co-culture*. *Co-culture* merupakan penumbuhan bersama khamir dan kapang dalam suatu medium. Pengujian antagonisme menggunakan metode *co-culture* dalam medium cair bertujuan untuk melihat interaksi antagonisme yang dilihat dari perubahan morfologi kapang, antara lain reduksi diameter kepala konidia, reduksi ukuran hifa, reduksi jumlah spora, pematangan hifa, dan sebagainya (Handarini 2009: 25).

Pengujian antagonisme antara khamir dengan kapang masih dilakukan oleh para peneliti. Pengujian tersebut bertujuan untuk mendapatkan khamir antagonis paling potensial yang dapat mengontrol pertumbuhan kapang (Sharma & Awasthi 2010: 110). Pengujian kemampuan khamir *Deb. nepalensis* UICC Y-503 dan *Pseudozyma thailandica* UICC Y-530 terhadap kapang *A. oryzae* UICC dan *A. niger* UICC yang diisolasi dari tanaman tomat (*L. esculentum*) terinfeksi menggunakan metode *strip* berdasarkan Azizmohseni dkk. (2007: 67) telah dilakukan pada masa prapenelitian. Hasil pengujian antagonisme tersebut menunjukkan khamir *Deb. nepalensis* UICC Y-503 merupakan khamir yang paling potensial dalam menghambat pertumbuhan kapang *A. oryzae* UICC. Khamir tersebut dapat mereduksi lebar koloni kapang mencapai 75,79%. Namun demikian, kedua khamir tersebut tidak memiliki kemampuan antagonistik terhadap kapang *A. niger* UICC.

Pada pengujian antagonisme menggunakan metode *strip* memberikan informasi bahwa telah berlangsung interaksi antagonisme yang dapat dilihat dari reduksi lebar koloni kapang. Namun demikian, pengujian menggunakan metode

tersebut tidak memberikan informasi mengenai perubahan morfologi kapang, seperti reduksi diameter kepala konidia, reduksi ukuran hifa, reduksi jumlah spora, dan pematangan hifa, yang merupakan hasil interaksi antagonisme.

*University of Indonesia Culture Collection* (UICC) memiliki koleksi khamir filum *Ascomycota* dari tanaman saeh (*Br. papyrifera*) asal Kecamatan Trowulan, Desa Bejijong, Jawa Timur, serta koleksi kapang yang diisolasi dari tanaman tomat (*L. esculentum*) terinfeksi, antara lain *A. niger* UICC, *A. ochraceus* UICC, dan *A. terreus* UICC. Pengujian antagonisme khamir filum *Ascomycota* dari tanaman saeh (*Br. papyrifera*) terhadap kapang *Aspergillus* spp. UICC belum dilakukan, serta khamir antagonis yang potensial belum diperoleh. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengujian antagonisme menggunakan metode *co-culture* antara khamir filum *Ascomycota* dari tanaman saeh (*Br. papyrifera*) dengan kapang patogen tomat (*L. esculentum*).

Tujuan penelitian adalah mengetahui kemampuan antagonisme khamir filum *Ascomycota* dari tanaman saeh (*Br. papyrifera*) terhadap kapang patogen tomat (*L. esculentum*), antara lain, kapang *A. niger* UICC, *A. ochraceus* UICC, dan *A. terreus* UICC. Pengujian kemampuan antagonisme tersebut dilakukan dengan metode *co-culture*. Hasil dari pengujian tersebut diharapkan khamir filum *Ascomycota* dari tanaman saeh (*Br. papyrifera*) memiliki kemampuan antagonisme terhadap kapang *A. niger* UICC, *A. ochraceus* UICC, dan *A. terreus* UICC serta diperoleh khamir antagonis potensial dalam menghambat pertumbuhan kapang patogen tomat (*L. esculentum*). Khamir antagonis paling potensial dapat dimanfaatkan sebagai agen biokontrol terhadap kapang patogen.

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Fungi

Fungi menurut Deacon (2006: 5--6) merupakan organisme eukariotik, kemoheterotrof, memiliki dinding sel dari kitin atau jenis polisakarida lain, mengabsorpsi nutrisi terlarut melalui dinding sel dan plasma membran, serta memperbanyak diri dengan spora (seksual dan/atau aseksual). Talaro dan Talaro (2002: 136) menyatakan bahwa umumnya fungi tumbuh dengan baik pada kondisi yang gelap dan lembab, namun fungi dapat ditemukan di seluruh lingkungan selama terdapat materi organik di lingkungan tersebut. Cara hidup fungi adalah saprofit, yaitu mendapatkan materi organik dari organisme mati, ataupun parasit, yaitu mengambil nutrisi dari inangnya, antara lain pada tumbuhan dan hewan. Menurut Kavanagh (2005: 2), berdasarkan bentuk pertumbuhan, fungi terbagi menjadi dua, yaitu fungi berfilamen dan fungi bersel tunggal. Fungi berfilamen terdiri dari kapang (*mold*) dan cendawan (*mushroom*), sedangkan fungi bersel tunggal disebut sebagai khamir (*yeast*).

Kingdom Fungi atau *Eumycota* berdasarkan taksonominya terbagi menjadi 5 filum, yaitu *Zygomycota*, *Chytridiomycota*, *Ascomycota*, *Basidiomycota*, dan *Glomeromycota* (Deacon 2006: 16). Filum-filum tersebut digolongkan berdasarkan alat reproduksi seksual yang dihasilkan (Hogg 2005: 199). Alat reproduksi seksual pada fungi adalah askospora pada *Ascomycota*, basidiospora pada *Basidiomycota*, zigospora pada *Zygomycota*, dan zoospora pada *Chytridiomycota*, sedangkan alat reproduksi pada *Glomeromycota* belum diketahui (Deacon 2006: 21).

Berdasarkan keberadaan alat reproduksi seksual, fungi terbagi menjadi anamorfik dan teleomorfik. Fungi anamorfik adalah fungi yang alat reproduksi seksualnya belum diketahui, sedangkan fungi teleomorfik adalah fungi yang alat reproduksi seksualnya sudah diketahui (Carlile dkk. 2001: 46). Fungi dapat bersifat dimorfisme, yaitu memiliki dua fase dalam siklus hidupnya. Fase tersebut adalah fase hifa (membentuk miselium) dan fase khamir (membentuk sel tunggal)

(Hogg 2005: 198). Perubahan fungi dimorfik sesuai dengan kondisi lingkungannya. Fungi tersebut akan membentuk miselium pada kondisi lingkungan dengan nutrien yang rendah, pH di atas 6,5 (Kavanagh 2005: 182), dan suhu di bawah 30° C (Talaro & Chess 2010: 660).

## 2.2 Khamir Antagonis

Khamir merupakan organisme uniseluler, memiliki ukuran sel lebih besar daripada sel bakteri, bersifat fakultatif aerob, dan tumbuh baik pada substrat yang mengandung gula (Madigan dkk. 2012: 605). Alat reproduksi aseksual khamir adalah pertunasan (*budding*), *transverse fission* (Benson 2001: 49), pseudohifa, hifa sejati (Kavanagh 2005: 5), konidia bertangkai pendek (*sterigmata*), kladospora, atau ballistokonidia (Gandjar dkk. 2006: 65--66). Alat reproduksi seksual khamir adalah askospora pada *Ascomycota* dan basidiospora pada *Basidiomycota* (Pitt & Hocking 2009: 357).

Khamir merupakan salah satu mikroorganisme antagonis (Kumar dkk. 2008: 366). Beberapa publikasi melaporkan bahwa khamir filum *Ascomycota* memiliki kemampuan antagonisme. Menurut El-Tarabily dan Sivasithamparam (2006: 26--27), khamir *Ascomycota* yang memiliki kemampuan antagonisme antara lain, khamir genus *Aureobasidium*, *Candida*, dan *Pichia*. Khamir-khamir tersebut dapat ditemukan di permukaan tanaman. Khamir yang hidup di permukaan tanaman disebut khamir epifit (Wraight dkk. 2001: 275). Khamir epifit memiliki kemampuan antagonisme karena mudah beradaptasi dan dapat tumbuh dengan cepat, sehingga populasi khamir di habitat alaminya meningkat. Karakter tersebut menyebabkan khamir lebih unggul dalam menguasai nutrien serta ruang hidup dibandingkan dengan fungi lain (Viljoen 2006: 100). Khamir antagonis dapat digunakan untuk menghambat pertumbuhan fungi patogen, salah satunya adalah kapang patogen (Pimenta dkk. 2009: 206).

Khamir antagonis memiliki beberapa mekanisme antagonisme dalam menghambat pertumbuhan kapang patogen, yaitu kompetisi ruang dan nutrien, antibiosis, parasitisme, dan predasi (Pimenta dkk. 2009: 205). Mekanisme kompetisi ruang dan nutrien merupakan mekanisme yang dilakukan oleh khamir

dalam mendominasi habitat karena pertumbuhan khamir lebih cepat dibandingkan dengan pertumbuhan kapang. Pertumbuhan sel khamir yang cepat menyebabkan populasi khamir meningkat, sehingga nutrisi yang tersedia di lingkungan digunakan untuk menunjang pertumbuhan khamir. Akibatnya, pertumbuhan kapang terhambat karena nutrisi dan ruang yang tersedia di lingkungan menjadi berkurang. *Candida saitoana* Nakase & M. Suzuki dengan jumlah sel awal sebesar  $1 \times 10^7$  CFU/ml melakukan kompetisi ruang dan nutrisi terhadap *Pen. expansum* Link (jumlah konidia atau hifa kapang awal sebesar  $1 \times 10^5$  CFU/ml) pada buah apel secara *in vitro*. Khamir tersebut diasumsikan menggunakan nutrisi lebih banyak dibandingkan kapang, sehingga populasi khamir meningkat. Peningkatan populasi khamir menyebabkan kapang kekurangan nutrisi, sehingga germinasi spora kapang menjadi terhambat (Sharma dkk. 2009: 209--210).

Antibiosis merupakan mekanisme antagonisme yang dilakukan oleh khamir dengan menghasilkan senyawa penghambat pertumbuhan mikroorganisme lain (Madigan dkk. 2012: 206). Beberapa contoh senyawa tersebut adalah, enzim litik, senyawa volatil, siderofor, serta *killer toxin* (Haggag & Mohamed 2007: 8). Berdasarkan penelitian Rosa dkk. (2010: 1494), khamir *Torulaspota globosa* (Klöcker) Van der Walt & Johannsen menimbulkan kerusakan pada hifa kapang *Colletotrichum sublineolum* Henn. ketika ditumbuhkan bersama di medium PDA. Hifa kapang yang terletak jauh dari koloni khamir dapat tumbuh dengan normal, sedangkan hifa kapang yang berada di dekat koloni khamir menjadi rapuh, terlipat, dan menggulung. Kerusakan hifa tersebut disebabkan oleh *killer toxin* yang dihasilkan oleh khamir. *Killer toxin* dapat mengganggu permeabilitas membran sel dan menyebabkan kebocoran sitoplasma, sehingga hifa kapang mengalami kerusakan.

Parasitisme terjadi ketika khamir memperoleh nutrisi dari sel kapang yang digunakan untuk menunjang pertumbuhan khamir (Barton & Northup 2011: 163). Khamir menggunakan sel kapang sebagai habitatnya untuk memperoleh nutrisi. Sebagai contoh, khamir *P. membranifaciens* dapat melekat pada hifa kapang *Monilinia fructicola* (G. Winter) Honey dan *Pen. expansum* (Chan & Tian 2005: 210). Pada parasitisme, khamir *P. membranifaciens* menempel pada hifa kapang, kemudian menghasilkan enzim litik untuk mendegradasi dinding sel kapang.

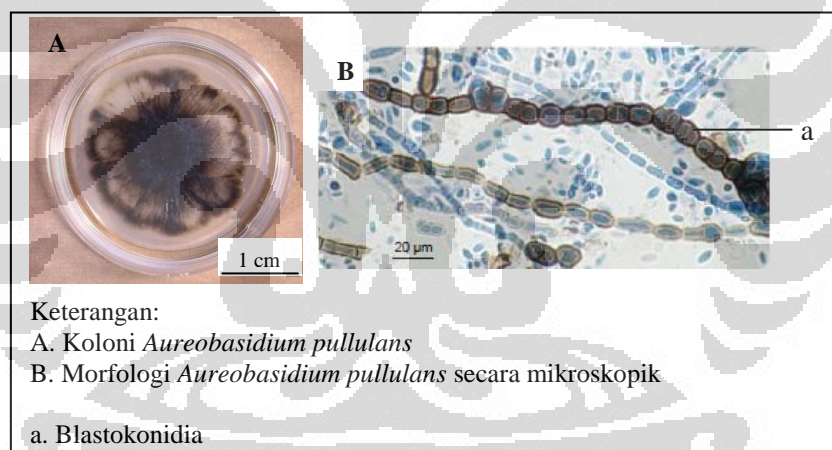
Degradasi dinding sel kapang menyebabkan hifa kapang mengalami gangguan fisiologis, seperti pembengkakan sel dan kebocoran sitoplasma yang menyebabkan pertumbuhan hifa terhambat (El-Tarabily & Sivasithamparam 2006: 28). Pelekatan sel khamir pada hifa kapang juga menyebabkan daerah permukaan hifa kapang dalam menyerap nutrisi menjadi berkurang (Janisiewicz & Korsten 2002: 418).

Predasi merupakan mekanisme khamir dalam memangsa mikroorganisme lain sebagai sumber makanan (Barton & Northup 2011: 164). Pimenta dkk. (2008: 88) melaporkan khamir *Saccharomycopsis schoenii* (Nadson & Krassilnikov) Kurtzman & Robnett merupakan khamir predator terhadap kapang *Pen. digitatum*. Khamir tersebut menempel pada hifa kapang dan membentuk struktur yang disebut haustoria. Haustoria kemudian mensekresikan enzim pelisis pada dinding sel kapang dan menembus dinding sel tersebut. Menurut Sharma dkk. (2009: 210), komponen dinding sel kapang yang lisis terdegradasi menjadi molekul yang lebih sederhana. Khamir kemudian menggunakan molekul tersebut sebagai sumber nutrisi untuk pertumbuhan. Hal tersebut menyebabkan pertumbuhan hifa kapang menjadi terhambat.

Beberapa publikasi melaporkan khamir genus *Aureobasidium* memiliki kemampuan antagonisme terhadap kapang. Salah satu publikasi mengenai kemampuan antagonisme khamir genus *Aureobasidium* adalah Bencheqroun dkk. (2007: 131) yang melaporkan khamir *Au. pullulans* mampu menghambat pertumbuhan kapang *Pen. expansum* secara *in vitro* di medium jus apel 0,5% (v/v) melalui mekanisme kompetisi ruang dan nutrisi. Interaksi antagonisme yang terjadi menyebabkan terhambatnya germinasi spora kapang sebesar 71% dibandingkan dengan kontrol. Hal tersebut terjadi karena pertumbuhan khamir lebih cepat dibandingkan dengan pertumbuhan kapang, sehingga khamir dapat menggunakan nutrisi lebih banyak dan menguasai ruang hidup dibandingkan dengan kapang. Kapang menjadi kekurangan nutrisi di medium tersebut, sehingga germinasi spora kapang terhambat.

*Aureobasidium* merupakan salah satu contoh fungi dimorfik yang dikenal sebagai *black yeast* (Demain dkk. 1998: 16). Morfologi genus *Aureobasidium* antara lain memiliki miselium pendek serta warna miselium hialin saat muda dan

semakin gelap saat tua. Genus *Aureobasidium* memiliki konidia (blastospora) yang tumbuh pada bagian hifa lateral, berwarna subhialin hingga gelap, dan sel berbentuk oval (Gambar 2.2(1)) (Barnett & Hunter 1998: 70). Salah satu spesies dari genus *Aureobasidium* tersebut adalah *Au. pullulans*. Khamir *Au. pullulans* (W41320) yang diisolasi dari air sungai Cikurutug (500 m di atas permukaan laut), Taman Nasional Gunung Halimun, Jawa Barat pada umur 3 hari di medium YMA memiliki warna koloni coklat pucat, permukaan koloni kusam, tekstur dan tepi koloni berfilamen, serta memiliki profil koloni menggunung (Gambar 2.2.1). Sel khamir tersebut berbentuk *apiculate* hingga *lemon-shape* dan tipe pertunasan monopolar (Sjamsuridzal 2007: 239). Genus *Aureobasidium* dapat ditemukan pada perairan tawar dan permukaan tanaman, seperti pada permukaan daun dan buah (Deak 2008: 17).



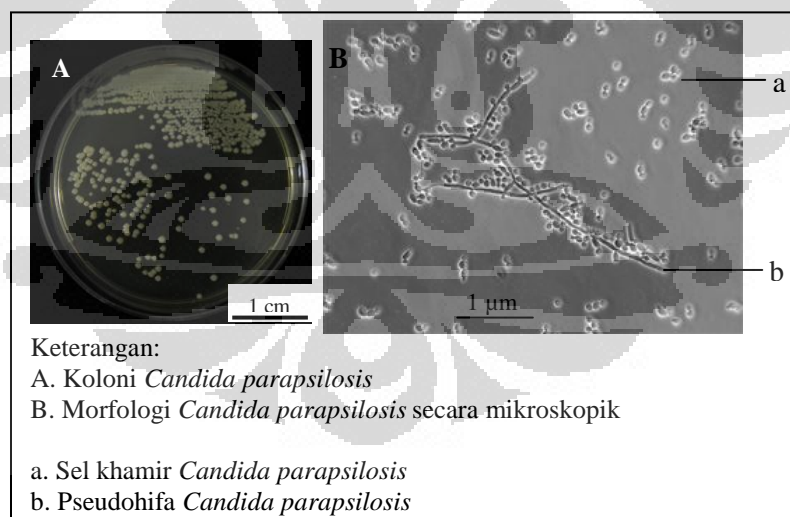
Gambar 2.2(1). *Aureobasidium pullulans* (De Bary) Arnaud  
 [Sumber: Chiba University 2012: 1; Ellis 2007: 14, telah diolah kembali.]

Khamir genus *Candida* dilaporkan memiliki kemampuan antagonisme, salah satunya adalah khamir *Candida oleophila* (Bar-Shimon dkk. 2004: 140). Bar-Shimon dkk. (2004: 146 & 147) melaporkan khamir *C. oleophila* yang diisolasi dari permukaan buah tomat dapat menghambat germinasi spora kapang *Pen. expansum* melalui mekanisme antibiosis. Khamir tersebut mensekresi enzim  $\beta$ -1,3-glukanase, kitinase, dan protease. Ketiga enzim tersebut bekerja secara sinergis dalam mendegradasi dinding sel kapang. Enzim tersebut memutus ikatan



kompleks polimer polisakarida pada spora kapang menjadi subunit kecil yang dapat digunakan sebagai sumber karbon oleh sel khamir. Mekanisme tersebut menyebabkan waktu sporulasi kapang menjadi lebih lama dibandingkan dengan kapang yang tidak ditumbuhkan bersama khamir.

*Candida orthopsilosis* Tavanti, A. Davidson, Gow, M. Maiden & Odds termasuk ke dalam *C. parapsilosis* (Ashford) Langeron & Talice kelompok II. Secara morfologi dan fisiologi, *C. orthopsilosis* dengan *C. parapsilosis* tidak memiliki perbedaan (Chen dkk. 2010: 284). Perbedaan antara kedua spesies tersebut hanya pada sekuens DNA (Tavanti dkk. 2004: 290). *Candida parapsilosis* memiliki warna koloni dan warna sebalik koloni *cream* pucat, tepi koloni bergerigi, memiliki blastokonidia yang tersebar di sepanjang pseudohifa (Gambar 2.2(2)) (Yong dkk. 2008: 83), tekstur *butyrous*, dan bentuk sel ovoidal (Meyer dkk. 1998: 524). Khamir tersebut merupakan khamir patogen pada manusia. *Candida parapsilosis* dapat ditemukan di darah, urin, feses, dan kuku manusia (Tavanti dkk. 2004: 285).



Gambar 2.2(2). *Candida parapsilosis* (Ashford) Langeron & Talice [Sumber: Chiba University 2012: 1; Health Reply 2009: 1, telah diolah kembali.]

Khamir genus *Pichia* memiliki kemampuan antagonisme terhadap kapang. Jijakli dan Lepoivre (1998: 339) melaporkan khamir *Pichia anomala* (Hansen) Kurtzman strain K dapat menghambat pertumbuhan kapang *B. cinerea* melalui

mekanisme antibiosis. Khamir tersebut mengeluarkan enzim  $\beta$ -1,3-glukanase yang menyebabkan dinding sel kapang terdegradasi. Hal tersebut menyebabkan germinasi spora kapang terhambat.

*Meyerozyma caribbica* (Vaughan-Mart., Kurtzman, S. A. Meyer & E. B. O'Neill) memiliki sel berbentuk bulat hingga lonjong, memiliki pseudohifa, serta askospora berbentuk *petasiformes* hingga membulat (Kurtzman & Suzuki 2010: 8). Khamir tersebut memiliki tipe pertunasan multipolar (Kurtzman 2011: 621). *Meyerozyma caribbica* dapat ditemukan pada permukaan tubuh insekta, salah satunya pada tubuh semut, serta pada permukaan daun dan bunga (Mendes dkk. 2012: 17).

Kemampuan antagonisme khamir terhadap kapang dapat diketahui melalui pengujian antagonisme, salah satunya dengan metode *co-culture*. Pada metode *co-culture*, khamir dan kapang ditumbuhkan bersama dalam satu medium (Handarini 2009: 25). Coelho (2007: 728) menggunakan metode *co-culture* untuk melihat kemampuan khamir *C. guilliermondii* (Castell.) Langeron & Guerra P3 dan *P. ohmeri* (Etchells & T. A. Bell) Kreger-van Rij 158 dalam menghambat pertumbuhan kapang *Pen. expansum* di medium *Yeast Malt Broth* (YMB). Hasil interaksi antagonisme menunjukkan bahwa khamir *C. guilliermondii* P3 dan *P. ohmeri* 158 menghasilkan *killer toxin* yang dapat menghambat germinasi spora dan pertumbuhan hifa kapang.

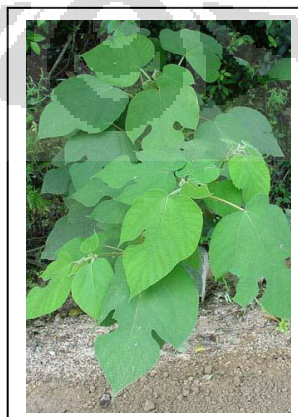
### 2.3 *Broussonetia papyrifera* Vent.

Tanaman *Broussonetia papyrifera* di Indonesia dikenal sebagai tanaman saeh (Permadi 2005: 3). Tanaman *Br. papyrifera* tumbuh alami di Jepang dan Taiwan, namun tanaman tersebut juga dapat ditemukan di Kepulauan Pasifik sebagai tanaman introduksi. Secara taksonomi, *Br. papyrifera* termasuk ke dalam famili *Moraceae*. *Broussonetia papyrifera* memiliki ketinggian hampir 15 meter, akar rimpang, batang dengan permukaan halus dan tunas yang menonjol, daun berlobus dengan permukaan kasar (Gambar 2.3.1), serta buah berbentuk bulat dengan warna ungu kemerahan (Swearingen 2005: 1). Kondisi tanah yang gembur, sedikit berpasir, dan mempunyai kandungan air yang cukup

menyebabkan *Br. papyrifera* dapat tumbuh dengan baik, sehingga dapat memperbanyak diri dan bertahan hidup (Permadi 2005: 10).

Tanaman *Br. papyrifera* memiliki berbagai macam manfaat bagi manusia. Daun muda dan buah dari tanaman tersebut dapat dimakan oleh manusia. Serat dari tanaman *Br. papyrifera* digunakan sebagai bahan baku untuk membuat baju *tapa* di Polynesia (Whistler & Elevitch 2006: 8). Daun *Br. papyrifera* digunakan sebagai obat tradisional untuk menghentikan pendarahan di perut, luka, dan mengobati penderita yang mengalami muntah darah. Batang *Br. papyrifera* digunakan sebagai bahan baku pembuatan kertas dan furnitur (Orwa dkk. 2009: 3).

Permukaan daun tanaman saeh (*Broussonetia papyrifera*) merupakan salah satu habitat khamir *Ascomycota* (Sukmawati dkk. 2011: 1). Menurut Fonseca dan Inácio (2006: 265), daun dapat menjadi habitat khamir karena terdapat nutrisi yang berasal dari cairan gutasi maupun difusi senyawa dari dalam jaringan melalui hidatoda, trikoma, maupun fisura pada kutikel permukaan daun yang dapat mendukung pertumbuhan khamir. Sohn dkk. (2010: 1397) melaporkan *Br. papyrifera* menghasilkan senyawa papyriflavonol A yang berfungsi sebagai antimikroba terhadap bakteri dan fungi patogen, sehingga khamir yang mampu hidup pada tanaman tersebut diasumsikan memiliki kemampuan dalam menghambat pertumbuhan fungi patogen. Menurut Kinghorn dkk. (2003: 2), *Br. papyrifera* memiliki senyawa flavonoid yang berfungsi sebagai antikanker.



Gambar 2.3.1 Daun *Broussonetia papyrifera* Vent.  
[Sumber: Swearingen 2005: 1.]

## 2.4 Kapang Patogen pada Tanaman

Kapang merupakan organisme multiseluler yang membentuk filamen bernama hifa. Tipe hifa yang terdapat pada kapang antara lain hifa vegetatif dan hifa aerial. Hifa vegetatif merupakan hifa yang umumnya rebah pada permukaan substrat atau tumbuh ke dalam substrat. Fungsi hifa vegetatif untuk mengabsorpsi nutrisi yang diperlukan oleh fungi tersebut. Hifa aerial merupakan hifa yang tumbuh ke atas atau tegak pada miselium dan berada di permukaan substrat. Hifa aerial disebut juga hifa fertil karena berperan untuk reproduksi (Gandjar dkk. 2006: 11).

Menurut Deacon (2006: 23, 27, & 31), fungi termasuk ke dalam filum *Ascomycota*, *Basidiomycota*, *Chytridiomycota*, *Glomeromycota*, dan *Zygomycota*. Hogg (2005: 198) menyatakan bahwa *Ascomycota* dan *Basidiomycota* termasuk ke dalam *higher fungi* karena fungi tersebut memiliki hifa bersepta, yang disebut hifa septat. Septa tersebut membentuk kompartemen-kompartemen yang di dalamnya terdapat satu nukleus (monositik). *Chytridiomycota*, *Glomeromycota*, dan *Zygomycota* merupakan *lower fungi* karena memiliki hifa yang tidak bersepta.

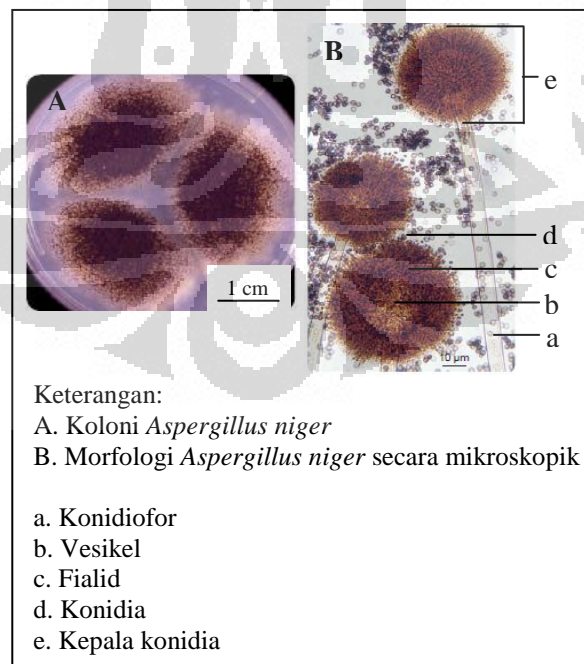
Kapang merupakan salah satu fungi penyebab kerusakan pada tanaman. Jaringan pada tanaman memiliki kadar air yang cukup tinggi, pH asam atau netral, serta tumbuh di lingkungan dengan suhu 20--37° C, sehingga memberikan kondisi lingkungan yang cocok untuk pertumbuhan fungi. Salah satu tanaman yang mengalami kerusakan akibat pertumbuhan kapang adalah tanaman tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill). Beberapa contoh kapang patogen pada tanaman tomat antara lain kapang *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl., *Aspergillus*, *B. cinerea*, *Cladosporium herbarum* (Pers.) Link, dan *Penicillium* Link (Pitt & Hocking 2009: 383 & 387).

Contoh penyakit pada tanaman tomat yang disebabkan oleh kapang genus *Alternaria* Nees: Fr. adalah penyakit *early blight*. Penyakit tersebut ditandai dengan keberadaan bercak hitam pada permukaan daun dan buah. Hal tersebut menyebabkan daun tomat menjadi berwarna kuning dan kering (Gleason & Edmunds 2006: 2). Kapang tersebut juga menghasilkan toksin berupa asam tenuzoat (TA) yang berbahaya apabila buah yang telah terinfeksi tersebut

dikonsumsi oleh manusia. Senyawa tersebut menimbulkan penyakit berupa kelainan haematologis pada manusia (Pitt & Hocking 2009: 62).

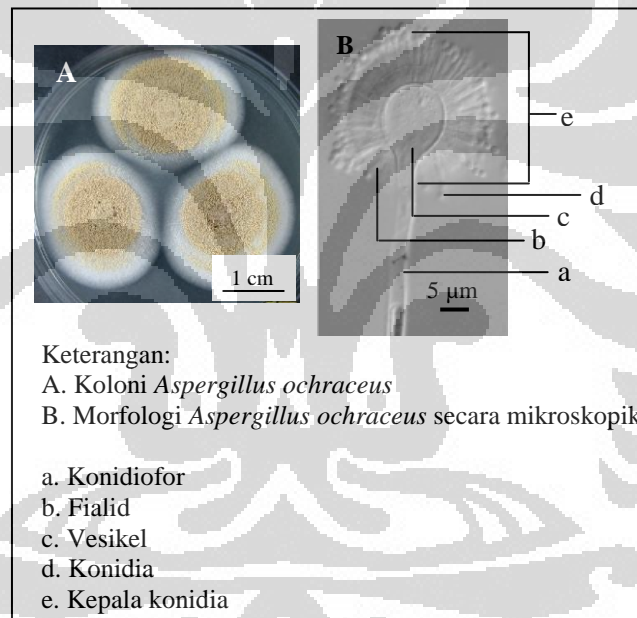
*Aspergillus niger*, *A. ochraceus*, dan *A. terreus* merupakan beberapa kapang yang diisolasi dari tanaman tomat terinfeksi (Oktaviani 2009: 108). Kapang tersebut termasuk ke dalam filum *Ascomycota* anamorfik (Carlile dkk. 2001: 51). *Aspergillus* pada fase teleomorfik adalah genus *Eurotium* Link: Fr., *Neosartorya* Malloch & Chain, dan *Emericella* Berkhout (Pitt & Hocking 2009: 276).

*Aspergillus niger* merupakan kapang yang umum ditemukan sebagai patogen pada buah pascapanen seperti apel, pir, stroberi, melon, dan tomat (Pitt & Hocking 2009: 315). Koloni kapang *A. niger* pada medium *Malt Extract Agar* (MEA) dalam 7 hari memiliki koloni *granular*, panjang dan lebar 50--70 mm, miselium berwarna hialin, kepala konidia berwarna cokelat tua atau hitam, tipe kepala konidia umumnya *biseriate*, dan konidia berbentuk bulat (Gambar 2.4(1)). Sebalik koloni kapang tersebut tidak berwarna (Klich 2002: 62). Kapang tersebut dapat ditemukan antara lain pada biji cokelat, ikan kering, dan rempah-rempah.



Gambar 2.4(1). *Aspergillus niger* van Tieghem  
 [Sumber: Ellis 2007: 12, telah diolah kembali.]

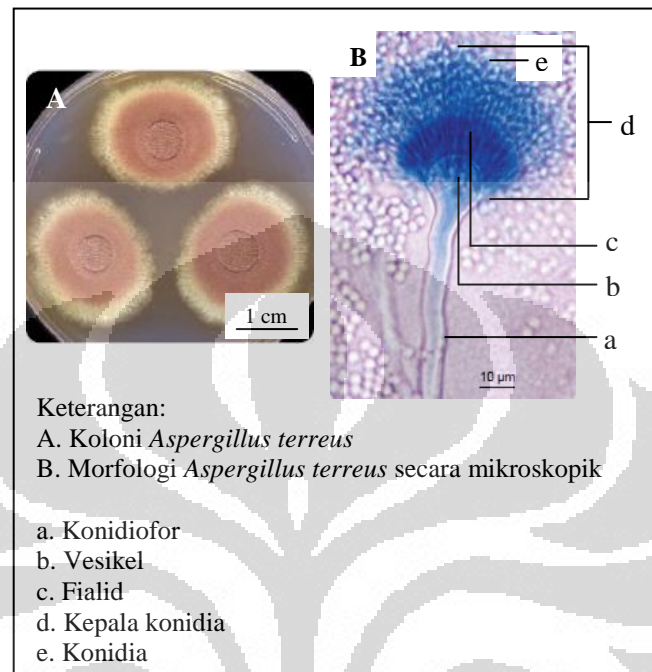
*Aspergillus ochraceus* merupakan kapang patogen pada tanaman kopi, bawang, dan tanaman polong (Pitt & Hocking 2009: 320 & 399). Kapang *A. ochraceus* dapat ditemukan di tanah dan *rhizosphere* di daerah tropis, serta pada bahan pangan (Klich 2002: 66). Koloni kapang *A. ochraceus* pada medium MEA dalam 7 hari memiliki panjang dan lebar koloni 44--55 mm, warna koloni kuning muda hingga kuning pucat, miselium berwarna hialin, serta memiliki sebalik koloni berwarna kuning, jingga pucat, atau emas keabu-abuan. Tipe kepala konidia *biseriate*, kepala konidia berbentuk *radiate*, bentuk konidia *spherical* hingga *ellipsoidal*, dan vesikel berbentuk *globose* hingga *elongate* (Gambar 2.4(2)).



Gambar 2.4(2). *Aspergillus ochraceus* Wilhelm  
 [Sumber: Pitt & Hocking 2009: 318, telah diolah kembali.]

*Aspergillus terreus* merupakan kapang patogen pada tanaman polong, padi, dan *barley* (Pitt & Hocking 2009: 332). Kapang *A. terreus* dapat ditemukan di tanah, bahan pangan, serta pada tanaman hasil panen (Klich 2002: 98). Koloni kapang *A. terreus* pada medium MEA dalam 7 hari memiliki panjang dan lebar koloni 40--70 mm, warna koloni jingga pucat hingga jingga keabu-abuan, miselium berwarna hialin, tekstur koloni *granular*, serta sebalik koloni berwarna kuning keabu-abuan. Kepala konidia berbentuk *kolumnar*, vesikel berbentuk

*spherical* atau *pyriform*, tipe kepala konidia *biseriate*, dan konidia berbentuk *globose* hingga *ellipsoidal* (Gambar 2.4(3)).



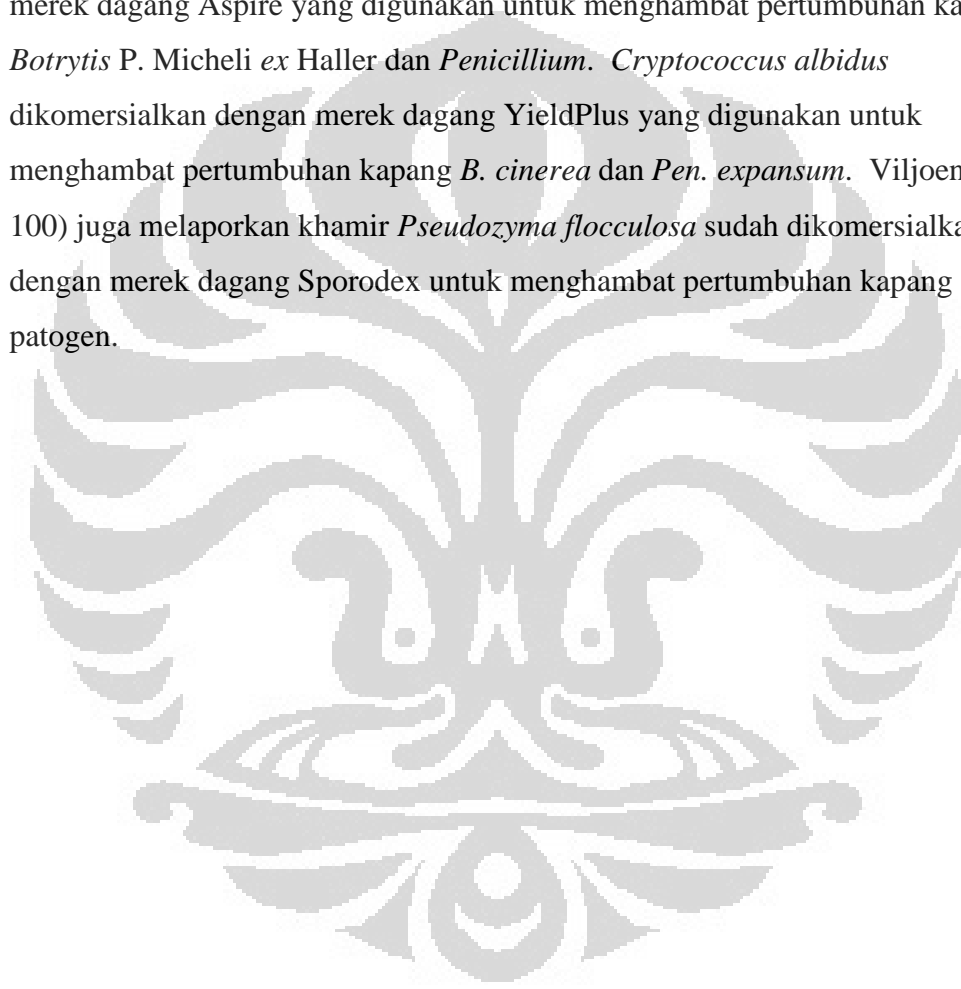
Gambar 2.4(3). *Aspergillus terreus* Thom  
 [Sumber: Ellis 2007: 13, telah diolah kembali.]

## 2.5 Aplikasi Biokontrol

Biokontrol merupakan penggunaan suatu organisme untuk mengontrol pertumbuhan organisme patogen (Khan & Anwer 2011: 450). Salah satu organisme yang dapat digunakan sebagai agen biokontrol adalah khamir antagonis karena khamir dapat berkolonisasi dengan cepat, dapat beradaptasi dengan baik pada berbagai macam substrat, serta dapat dilakukan rekayasa genetik untuk meningkatkan efisiensi dan manfaat penggunaan khamir (Pimenta 2009: 200). Selain itu, khamir antagonis yang digunakan sebagai agen biokontrol bersifat resisten terhadap fungisida dan mampu bertahan hidup pada kondisi lingkungan dengan suhu yang beragam (Viljoen 2006: 100). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa khamir dapat menghambat pertumbuhan kapang patogen pada buah. Hashem dan Alamri (2009: 126) melaporkan khamir *Pichia anomala*

Moh 104 mampu mengurangi perluasan luka akibat infeksi kapang *Botryodiplodia theobromae* (Lat.) pada buah jambu (*Psidium guajava* L.) sebesar 50%. Robiglio dkk. (2011: 214) melaporkan khamir *Au. pullulans* dapat mengurangi perluasan luka akibat infeksi kapang *Pen. expansum* sebesar 33% pada buah pir (*Pyrus communis* L.).

Berdasarkan Whipps dan Lumsden (2001: 11), beberapa khamir antagonis yang sudah dikomersialkan sebagai agen biokontrol adalah *C. oleophila* dengan merek dagang Aspire yang digunakan untuk menghambat pertumbuhan kapang *Botrytis* P. Micheli ex Haller dan *Penicillium*. *Cryptococcus albidus* dikomersialkan dengan merek dagang YieldPlus yang digunakan untuk menghambat pertumbuhan kapang *B. cinerea* dan *Pen. expansum*. Viljoen (2006: 100) juga melaporkan khamir *Pseudozyma flocculosa* sudah dikomersialkan dengan merek dagang Sporodex untuk menghambat pertumbuhan kapang patogen.





## BAB 3 METODE PENELITIAN

### 3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi, Departemen Biologi, FMIPA-UI, Depok dan Laboratorium *Center of Excellence for Indigenous Biological Resources-Genome Studies* (CoE IBR-GS), Universitas Indonesia, Depok, mulai bulan Februari hingga Mei 2012 (4 bulan).

### 3.2 Alat dan Bahan

#### 3.2.1 Alat

Alat-alat yang digunakan adalah lemari pendingin [Gassio], autoklaf [Hirayama], oven [Heraeus], kompor listrik [Sanyo], pemanas air [Sharp], timbangan digital [And EW-300G dan Acis], vorteks [Bio-Rad], mikroskop cahaya [Boeco], mikroskop stereo [Carl Zeiss], mikroskop trinokular [Carl Zeiss Primo Star], *shaker incubator* [RS12-TE], mikropipet P20 [Gilson], mikropipet P1000 [Gilson], *tips*, dispenser, spatel *Drygalsky*, cawan Petri [Normax], pengaduk kaca, gelas *beaker*, labu Erlenmeyer, tabung reaksi [Pyrex], tabung alkohol, pembakar spiritus, kaca objek, kaca penutup, kertas pH, kamar hitung *Improved Neubauer*, pipet, pinset, jarum tanam bulat (*ose*), dan jarum tanam tajam.

#### 3.2.2 Bahan

##### 3.2.2.1 Mikroorganisme

Mikroorganisme yang digunakan adalah khamir filum *Ascomycota* yang telah diisolasi dari daun *Br. papyrifera* asal Kecamatan Trowulan, Desa Bejjong, Jawa Timur (Tabel 3.2.2.1.1) dan kapang patogen tomat (*L. esculentum*) yang

telah diisolasi dari daun tanaman tomat terinfeksi asal Tangerang dan Bogor (Tabel 3.2.2.1.2). Khamir dan kapang tersebut merupakan koleksi *University of Indonesia Culture Collection* (UICC).

Tabel 3.2.2.1.1. Daftar spesies khamir filum *Ascomycota* dari daun *Br. papyrifera* asal Kecamatan Trowulan, Desa Bejijong, Jawa Timur, yang digunakan dalam penelitian

No.	Nama spesies	Asal khamir
1	<i>Aureobasidium</i> sp. UICC Y-516	Daun tanaman urutan ke-5 dari ujung atas, pohon usia 6 bulan
2	<i>Aureobasidium</i> sp. UICC Y-528	Daun tanaman urutan ke-5 dari ujung atas, pohon usia 1,5 tahun
3	<i>Aureobasidium pullulans</i> UICC Y-528	Daun tanaman urutan ke-5 dari ujung atas, pohon usia 1,5 tahun
4	<i>Candida orthopsilosis</i> UICC Y-533	Daun tanaman urutan ke-5 dari ujung atas, pohon usia 6 bulan
5	<i>Meyerozyma caribbica</i> UICC Y-518	Daun tanaman urutan ke-5 dari ujung atas, pohon usia 6 bulan
6	<i>Meyerozyma caribbica</i> UICC Y-529	Daun tanaman urutan ke-5 dari ujung atas, pohon usia 1,5 tahun

Tabel 3.2.2.1.2. Daftar spesies kapang dari daun tanaman tomat (*L. esculentum*) terinfeksi yang digunakan dalam penelitian

No.	Nama spesies	Asal kapang
1	<i>Aspergillus niger</i> UICC	Daun tanaman tomat, Bogor
2	<i>Aspergillus ochraceus</i> UICC	Daun tanaman tomat, Bogor
3	<i>Aspergillus terreus</i> UICC	Daun tanaman tomat, Tangerang

### 3.2.2.2 Medium

Medium yang digunakan adalah *Plate Count Agar* (PCA), *Yeast Malt Agar* (YMA), *Potato Dextrose Agar* (PDA), dan *Potato Dextrose Broth* (PDB). Pemurnian dan pemeliharaan khamir menggunakan medium YMA. Pemurnian dan pemeliharaan kapang menggunakan medium PDA. Penghitungan jumlah sel khamir dan kapang menggunakan medium PCA, sedangkan pengujian antagonisme khamir terhadap kapang menggunakan medium PDB dengan pH 5.

### 3.2.2.3 Bahan Kimia

Bahan-bahan kimia dari Difco antara lain *yeast extract*, *malt extract*, pepton, dan PDB. Bahan-bahan kimia dari Liofilchem adalah PDA dan glukosa. Bahan-bahan kimia dari Britania adalah PCA dan agar. Bahan kimia lain adalah akuades steril, asam sitrat [Wako],  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  [Merck], antibiotik tetrasiklin [Kimia Farma], minyak imersi [Merck], *lactophenol cotton blue* [Merck], dan alkohol 70% (v/v).

### 3.2.2.4 Bahan Habis Pakai

Bahan habis pakai yang digunakan adalah plastik tahan panas [Bell], masker, tissue gulung, kertas *Yellow Pages*, dan karet gelang.

## 3.3 Cara Kerja

Skema kerja dapat dilihat pada Lampiran 1.

### 3.3.1 Pembuatan Medium

#### 3.3.1.1 *Plate Count Agar* (PCA)

Medium PCA dibuat dengan melarutkan 23,5 g PCA ke dalam akuades 1.000 ml berdasarkan cara yang tertera pada kemasan [Britania]. Medium disterilkan menggunakan autoklaf pada suhu 121° C dengan tekanan 15 lbs selama 15 menit. Medium ditunggu hingga suhu kurang lebih 40° C, kemudian ditambahkan 500 mg tetrasiklin. Medium dituang sebanyak kurang lebih 20 ml untuk setiap cawan Petri. Medium PCA dalam tabung reaksi dibuat sama seperti pembuatan medium di dalam cawan Petri. Medium dipipet ke dalam tabung reaksi sebanyak kurang lebih 5 ml. Medium disterilkan dalam autoklaf selama 15 menit pada tekanan 15 lbs dan suhu 121° C. Tabung reaksi berisi medium yang telah steril kemudian diletakkan pada papan yang dimiringkan hingga agar mengeras.

#### 3.3.1.2 *Potato Dextrose Agar* (PDA)

Medium PDA di dalam cawan Petri dibuat dengan melarutkan PDA sebanyak 42 g dengan 1.000 ml akuades berdasarkan cara yang tertera pada kemasan [Liofilchem]. Medium dididihkan di atas penangas hingga agar larut sempurna. Medium PDA disterilkan dalam autoklaf selama 15 menit pada tekanan 15 lbs dan suhu 121° C. Medium yang telah disterilkan ditunggu hingga mencapai suhu sekitar kurang lebih 40° C kemudian ditambahkan tetrasiklin sebanyak 500 mg. Medium dituang ke dalam cawan Petri sebanyak kurang lebih 20 ml secara aseptis. Medium PDA dalam tabung reaksi dibuat sama seperti pembuatan medium di dalam cawan Petri. Medium dipipet ke dalam tabung reaksi sebanyak kurang lebih 5 ml. Medium disterilkan dalam autoklaf selama 15 menit pada tekanan 15 lbs dan suhu 121° C. Tabung reaksi berisi medium yang telah steril kemudian diletakkan pada papan yang dimiringkan hingga agar mengeras.

### 3.3.1.3 *Potato Dextrose Broth* (PDB) pH 5,0

Medium PDB di dalam cawan Petri dibuat dengan melarutkan PDB sebanyak 24 g dengan 1.000 ml akuades berdasarkan cara yang tertera pada kemasan [Difco]. Medium dididihkan di atas penangas hingga larut sempurna. Medium PDB disterilkan dalam autoklaf selama 15 menit pada tekanan 15 lbs dan suhu 121° C. Medium yang telah disterilkan ditunggu hingga mencapai suhu sekitar kurang lebih 40° C kemudian ditambahkan tetrasiklin sebanyak 500 mg. Medium dipipet ke dalam tabung reaksi sebanyak kurang lebih 5 ml untuk suspensi sel dan ke dalam tabung Erlenmeyer sebanyak kurang lebih 18 ml untuk pengujian antagonisme. Medium kemudian disterilkan dalam autoklaf selama 15 menit pada tekanan 15 lbs dan suhu 121° C.

### 3.3.1.4 *Yeast Malt Agar* (YMA)

Medium YMA di dalam cawan Petri dibuat dengan melarutkan 3 g *yeast extract*, 3 g *malt extract*, 5 g pepton, dan 10 g glukosa dalam 1.000 ml akuades steril kemudian ditambahkan 20 g agar berdasarkan Atlas (2010: 1934). Medium dididihkan di atas penangas hingga agar larut sempurna. Medium YMA disterilkan dalam autoklaf selama 15 menit pada tekanan 15 lbs dan suhu 121° C. Medium yang telah disterilkan ditunggu hingga mencapai suhu sekitar kurang lebih 40° C kemudian ditambahkan tetrasiklin sebanyak 500 mg. Medium dituang ke dalam cawan Petri sebanyak kurang lebih 20 ml secara aseptis. Medium YMA tabung dibuat dengan mencampurkan semua bahan dalam akuades steril yang telah dididihkan. Medium dipipet ke dalam tabung reaksi sebanyak kurang lebih 5 ml. Medium disterilkan dalam autoklaf selama 15 menit pada tekanan 15 lbs dan suhu 121° C. Tabung reaksi berisi medium yang telah steril diletakkan pada papan yang dimiringkan hingga agar mengeras.

### 3.3.1.5 Larutan Penyangga Sitrat-Fosfat pH 5,0

Pembuatan larutan penyangga sitrat-fosfat berdasarkan Gomori (1955: 141) yang dimodifikasi. Pembuatan larutan penyangga sitrat-fosfat memerlukan dua larutan, yaitu larutan  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  [Merck] 0,2 M dan larutan asam sitrat [Wako] 0,1 M. Larutan  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  dibuat dengan melarutkan 28,4 g  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  dalam akuades hingga volume akhir mencapai 1.000 ml. Larutan asam sitrat 0,1 M dibuat dengan melarutkan 21,01 g asam sitrat dalam akuades hingga volume akhir mencapai 1.000 ml.

Pembuatan 1.000 ml larutan penyangga sitrat-fosfat dengan pH 5,0 dilakukan dengan mencampurkan 285 ml larutan  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  0,2 M dengan 225 ml larutan asam sitrat 0,1 M. Campuran tersebut ditambahkan akuades hingga volume akhir mencapai 1.000 ml. Derajat keasaman campuran diukur menggunakan kertas pH.

### 3.3.2 Pemurnian Khamir dan Kapang

Khamir dimurnikan menggunakan *quadrant streak method* pada medium YMA dan kapang dimurnikan menggunakan *radiant streak method* pada medium PDA di dalam cawan Petri berdasarkan Benson (2001: 85). Khamir dan kapang dari *original culture* diinokulasi menggunakan jarum tanam bulat untuk khamir serta jarum tanam tajam untuk kapang dengan cara digores ke permukaan medium. Khamir dan kapang digoreskan pada empat kuadran medium. Jarum tanam disterilkan menggunakan pembakar spiritus pada saat menggores dari satu kuadran ke kuadran lain. Medium tersebut kemudian diinkubasi pada suhu ruang dalam keadaan terbalik selama beberapa hari hingga terdapat koloni tunggal. Pengulangan pemurnian dilakukan dua sampai tiga kali hingga diperoleh koloni tunggal yang terbebas dari kontaminasi dan representatif terhadap *original culture*.

### 3.3.3 Pengamatan Morfologi Khamir

Pengamatan morfologi secara makroskopik menggunakan mikroskop stereo [Carl Zeiss] dengan perbesaran 32 kali pada khamir dilakukan pada umur biakan 2 hari dalam medium YMA. Berdasarkan Kurtzman & Fell (1998: 81--82) pengamatan morfologi secara makroskopik khamir adalah tekstur, warna, permukaan, profil, dan tepi koloni. Warna koloni khamir ditentukan berdasarkan standar warna Faber Castell (Lampiran 2).

Pengamatan morfologi secara mikroskopik menggunakan mikroskop trinokular [Carl Zeiss Primo Star] dengan perbesaran 1.000 kali pada khamir dilakukan pada umur biakan 3 hari pada medium YMA. Karakter yang diamati adalah bentuk sel, susunan sel, tipe pertunasan, keberadaan askospora atau basidiospora, serta keberadaan pseudohifa.

### 3.3.4 Pengamatan Morfologi Kapang

Pengamatan morfologi secara makroskopik pada kapang dilakukan pada umur biakan 5--7 hari hingga kapang bersporulasi dalam medium PDA. Berdasarkan Gandjar dkk. (1999: 4--5), karakter yang diamati pada permukaan atas koloni adalah warna, tekstur, keberadaan *exudate drops*, keberadaan *growing zone*, keberadaan zonasi, keberadaan *radial furrow*, dan sporulasi, sedangkan pada sebalik koloni adalah warna, zonasi, dan *radial furrow*. Warna koloni kapang ditentukan berdasarkan standar warna Faber Castell (Lampiran 2).

Pengamatan morfologi secara mikroskopik pada kapang dilakukan pada umur biakan 7 hari pada medium PDA menggunakan mikroskop trinokular [Carl-Zeiss Primo Star] dengan perbesaran 400 kali. Karakter yang diamati pada pengamatan morfologi secara mikroskopis adalah ukuran kepala konidia, ukuran konidia, dan ukuran hifa.

### 3.3.5 Pembuatan *Stock Culture* dan *Working Culture*

Khamir dan kapang yang telah murni ditransfer ke medium *Potato Dextrose Agar* (PDA) miring di dalam tabung reaksi. Masing-masing biakan ditransfer ke dalam dua tabung reaksi. Khamir ditransfer dengan metode *streak* sebanyak 15 gores menggunakan jarum tanam bulat, sedangkan kapang ditransfer dengan metode *streak* lurus dari bagian bawah hingga atas medium. Kedua tabung tersebut kemudian diinkubasi pada suhu 28° C hingga terjadi pertumbuhan. Satu tabung berisi biakan digunakan sebagai *working culture* dan tetap diinkubasi pada suhu 28° C untuk menunjang pertumbuhan, sedangkan satu tabung lainnya digunakan sebagai *stock culture* dan diinkubasi pada suhu 4° C dalam *refrigerator*.

### 3.3.6 Penghitungan Jumlah Sel Khamir dan Kapang

Penghitungan jumlah sel khamir dan kapang menggunakan metode *Total Plate Count* (TPC) berdasarkan Hogg (2005: 91--92). Penghitungan jumlah sel khamir dilakukan pada biakan berusia 2 hari dalam medium PCA. Penghitungan jumlah sel kapang dilakukan pada biakan berusia 5--7 hari pada suhu 28° C hingga kapang bersporulasi dalam medium PCA. Suspensi sel khamir atau kapang sebanyak satu ml dalam tabung reaksi dimasukkan ke dalam tabung reaksi berisi 9 ml akuades steril hingga pengenceran  $1 \times 10^{-5}$ ,  $1 \times 10^{-6}$ , dan  $1 \times 10^{-7}$ . Suspensi sel dihomogenkan dengan vorteks. Sebanyak 0,1 ml suspensi sel khamir atau spora kapang dari masing-masing pengenceran disebarkan dengan mikropipet ke permukaan medium PCA dalam cawan Petri dengan tiga pengulangan, kemudian diratakan dengan spatel *Drygalsky*. Cawan Petri diinkubasi selama 2 hari pada suhu 28° C dan jumlah total koloni dihitung pada masing-masing pengenceran dan pengulangan. Jumlah sel atau spora per satu ml sampel dihitung berdasarkan Madigan dkk. (2012: 130) dengan rumus:

$$\text{Jumlah CFU} = \frac{\text{Jumlah rata-rata koloni}}{\text{Volume inokulum} \times \text{faktor pengenceran}}$$



### 3.3.7 Pengujian Antagonisme Khamir pada Kapang Patogen dalam Medium Cair (*Co-Culture*)

Satu ose strain khamir diinokulasikan dari *working culture* ke dalam medium *Yeast Malt Agar* (YMA) miring sebanyak 15 goresan, kemudian diinkubasi selama 2 hari pada suhu 28° C. Sebanyak 5 ml *Potato Dextrose Broth* (PDB) steril ditambahkan ke dalam strain khamir untuk membuat suspensi sel, kemudian dikerik menggunakan jarum tanam bulat (ose) dan dihomogenkan menggunakan vorteks.

Satu ose kapang patogen diinokulasikan dari *working culture* ke dalam medium *Potato Dextrose Agar* (PDA) miring sebanyak 15 goresan, kemudian diinkubasi selama 5--7 hari pada suhu 28° C hingga kapang bersporulasi. Sebanyak 5 ml *Potato Dextrose Broth* (PDB) steril ditambahkan ke dalam strain kapang untuk membuat suspensi sel, kemudian dikerik menggunakan jarum tanam bulat (ose) dan dihomogenkan menggunakan vorteks.

Sebanyak satu ml suspensi sel khamir ditambahkan ke dalam 18 ml PDB pH 5, kemudian difermentasi kocok secara resiprokal, 110 rpm, pada suhu 30° C selama 8 jam. Biakan khamir ditambahkan satu ml suspensi konidia/hifa kapang patogen, kemudian diinkubasi pada suhu 28° C selama 4 hari. Pada kontrol khamir, sebanyak satu ml suspensi sel khamir ditambahkan ke dalam 18 ml PDB pH 5, kemudian difermentasi kocok secara resiprokal, 110 rpm, pada suhu 28° C selama 8 jam. Biakan khamir ditambahkan satu ml PDB kemudian diinkubasi pada suhu 28° C selama 4 hari. Pada kontrol kapang, sebanyak satu ml PDB ditambahkan ke dalam 18 ml PDB pH 5, diinkubasi selama 8 jam. Selanjutnya, satu ml suspensi kapang ditambahkan ke dalam medium kontrol kemudian diinkubasi pada suhu 28° C selama 4 hari.

Pengamatan morfologi secara makroskopik terhadap pertumbuhan khamir dan kapang dilihat setiap hari sampai hari keempat. Pertumbuhan khamir diamati dengan melihat keberadaan pelikel, endapan biomassa khamir, dan warna endapan dibandingkan dengan kontrol. Pertumbuhan kapang diamati dengan melihat keberadaan hifa/miselium dan sporulasi dibandingkan dengan kontrol.

Pengamatan morfologi secara mikroskopik sel khamir dan kapang dilakukan pada hari kedua dan ketiga. Pengamatan sel khamir sebanyak 20 individu dilakukan dengan mengamati bentuk, ukuran, dan tipe pertunasan sel khamir dibandingkan dengan kontrol. Pengukuran dilakukan pada panjang dan lebar sel khamir. Pengamatan morfologi secara mikroskopik pada sel kapang sebanyak 20 individu dilakukan dengan mengamati bentuk kepala konidia serta susunan metula dan fialid. Pengukuran dilakukan pada diameter kepala konidia, lebar konidiofor, serta lebar hifa. Pada hari keempat dilakukan penghitungan sel khamir dan kapang pada kontrol dan perlakuan untuk mengetahui perubahan jumlah sel. Interaksi antagonisme antara khamir dengan kapang diketahui melalui tidak adanya pertumbuhan hifa atau miselium kapang pada permukaan medium, tidak terjadinya sporulasi, dan adanya perubahan morfologi kapang dan khamir dibandingkan dengan kontrol. Persentase penambahan ukuran sel khamir dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Persentase perubahan (\%)} = \frac{\text{Panjang/lebar sel khamir (perlakuan-kontrol)}}{\text{Panjang/lebar sel khamir perlakuan}} \times 100$$

Persentase reduksi ukuran diameter kepala konidia, lebar konidiofor, atau lebar hifa kapang kapang dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Besarnya reduksi (\%)} = \frac{\text{Diameter kepala konidia/lebar konidiofor/lebar hifa kapang (kontrol-perlakuan)}}{\text{Diameter kepala konidia/lebar konidiofor/lebar hifa kapang kontrol}} \times 100$$

### 3.3.8 Analisis Data

Data yang diperoleh berupa data kualitatif dan kuantitatif. Data kualitatif dianalisis secara deskriptif. Data kualitatif meliputi deskripsi morfologi khamir dan kapang, serta pengamatan morfologi khamir dan kapang pada pengujian antagonisme metode *co-culture* (ada tidaknya sporulasi, ada tidaknya miselium,

ada tidaknya endapan biomassa khamir, dan ada tidaknya pelikel). Data kualitatif yang diperoleh disajikan dalam bentuk tabel dan gambar.

Data kuantitatif dianalisis dengan perhitungan standar deviasi. Data kuantitatif meliputi enumerasi sel khamir dan kapang, pengukuran panjang dan lebar sel khamir, pengukuran diameter kepala konidia, pengukuran lebar konidiofor, pengukuran lebar hifa, serta pengamatan morfologi khamir dan kapang pada pengujian antagonisme metode *co-culture* (pengukuran panjang dan lebar sel khamir, pengukuran diameter kepala konidia, pengukuran lebar konidiofor, serta pengukuran lebar hifa). Data kuantitatif yang diperoleh disajikan dalam bentuk tabel dan gambar.



## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Pengamatan Morfologi Khamir

Khamir yang digunakan dalam penelitian adalah khamir filum *Ascomycota* koleksi *University of Indonesia Culture Collection* (UICC) yang diisolasi dari daun *Br. papyrifera* asal Kecamatan Trowulan, Desa Bejijong, Jawa Timur. Hasil pengamatan morfologi khamir *Aureobasidium pullulans* UICC Y-527 secara makroskopik berumur 2 hari dalam medium *Yeast Malt Agar* (YMA) pada suhu 28° C menunjukkan warna koloni *dark flesh* 130 (berdasarkan standar warna Faber Castell), tekstur *mucoïd*, permukaan mengilap, tepi koloni berfilamen, dan profil koloni menggantung (Gambar 4.1(1), Gambar 4.1(2), dan Tabel 4.1(1)). Koloni khamir *Au. pullulans* UICC Y-527 yang berwarna *dark flesh* 130 mengindikasikan bahwa khamir tersebut menghasilkan pigmen, sedangkan tepi koloni yang berfilamen menunjukkan bahwa khamir tersebut merupakan *yeast-like fungi*. Khamir *Au. pullulans* UICC Y-527 berumur 2 hari dalam medium *Yeast Malt Agar* (YMA) pada suhu 28° C memiliki bentuk sel oval, tipe pertunasan multipolar, dan susunan sel tunggal (Gambar 4.1(2) dan Tabel 4.1(2)). Genus *Aureobasidium* merupakan khamir *Ascomycota* anamorfik karena tidak ditemukan askospora yang merupakan alat reproduksi seksual pada khamir filum *Ascomycota*.

Makromorfologi khamir *Aureobasidium* sp. UICC Y-516 berumur 2 hari dalam medium *Yeast Malt Agar* (YMA) pada suhu 28° C memiliki warna koloni *tangerine* 111 (berdasarkan standar warna Faber Castell), tekstur *mucoïd*, permukaan mengilap, tepi koloni berfilamen, dan profil koloni menggantung (Gambar 4.1(1), Gambar 4.1(2), dan Tabel 4.1(1)). Koloni khamir *Aureobasidium* sp. UICC Y-516 yang berwarna *tangerine* 111 mengindikasikan bahwa khamir tersebut menghasilkan pigmen, sedangkan tepi koloni yang berfilamen menunjukkan bahwa khamir tersebut merupakan *yeast-like fungi*. Mikromorfologi khamir *Aureobasidium* sp. UICC Y-516 berumur 2 hari dalam

medium *Yeast Malt Agar* (YMA) pada suhu 28° C memiliki bentuk sel oval, tipe pertunasan multipolar, dan susunan sel tunggal (Gambar 4.1(2) dan Tabel 4.1(2)).

Pengamatan morfologi khamir *Aureobasidium* sp. UICC Y-528 secara makroskopik berumur 2 hari dalam medium *Yeast Malt Agar* (YMA) pada suhu 28° C menunjukkan warna koloni *tangerine* 111 (berdasarkan standar warna Faber Castell), tekstur *mucoïd*, permukaan mengkilap, tepi koloni berfilamen, dan profil koloni menggantung (Gambar 4.1(1), Gambar 4.1(2), dan Tabel 4.1(1)). Koloni khamir *Aureobasidium* sp. UICC Y-528 yang berwarna *tangerine* 111 mengindikasikan bahwa khamir tersebut menghasilkan pigmen, sedangkan tepi koloni yang berfilamen menunjukkan bahwa khamir tersebut merupakan *yeast-like fungi*. Khamir *Aureobasidium* sp. UICC Y-528 dalam medium *Yeast Malt Agar* (YMA) berumur 2 hari pada suhu 28° C memiliki bentuk sel oval, tipe pertunasan multipolar, dan susunan sel tunggal (Gambar 4.1(2) dan Tabel 4.1(2)). Morfologi khamir *Au. pullulans* UICC Y-527, *Aureobasidium* sp. UICC Y-516, *Aureobasidium* sp. UICC Y-528 sesuai dengan deskripsi *Aureobasidium* oleh Barnett dan Hunter (1998: 70). Genus *Aureobasidium* memiliki miselium pendek serta warna miselium hialin saat muda dan semakin gelap saat tua. Genus *Aureobasidium* memiliki konidia (blastospora) yang tumbuh pada bagian hifa lateral, berwarna subhialin hingga gelap, dan sel berbentuk oval (Barnett & Hunter 1998: 70). Warna koloni genus *Aureobasidium* berwarna *cream*, merah muda, cokelat, atau hitam (Ellis dkk. 2007: 14).

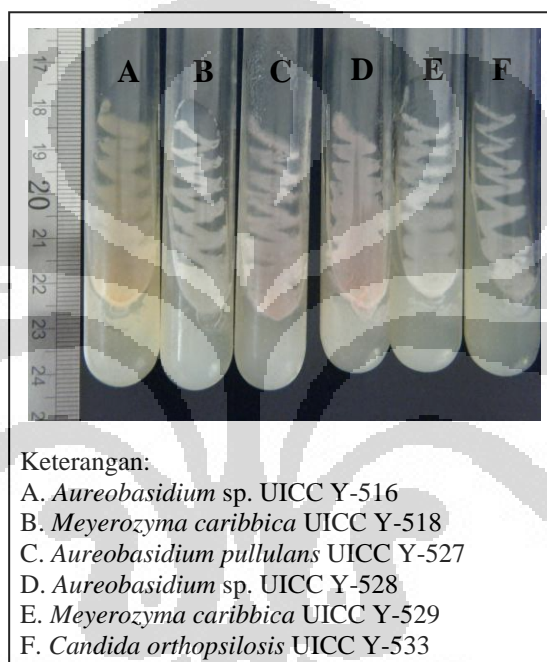
Koloni khamir *Candida orthopsilosis* UICC Y-533 yang diamati secara makroskopik berumur 2 hari dalam medium *Yeast Malt Agar* (YMA) pada suhu 28° C menunjukkan warna koloni *white* 101 (berdasarkan standar warna Faber Castell), tekstur seperti mentega (*butyrous*), permukaan mengkilap, tepi koloni rata, dan profil koloni menggantung (Gambar 4.1(1), Gambar 4.1(3), dan Tabel 4.1(1)). Koloni khamir *C. orthopsilosis* UICC Y-533 yang berwarna *white* 101 mengindikasikan bahwa khamir tersebut tidak menghasilkan pigmen. Khamir *C. orthopsilosis* UICC Y-533 berumur 2 hari dalam medium *Yeast Malt Agar* (YMA) pada suhu 28° C memiliki bentuk sel bulat hingga ovoidal, tipe pertunasan multipolar, dan susunan sel tunggal atau berkelompok (Gambar 4.1(3) dan Tabel 4.1(2)). Genus *Candida* merupakan khamir *Ascomycota* anamorfik

karena tidak ditemukan askospora yang merupakan alat reproduksi seksual pada khamir filum *Ascomycota*. Morfologi khamir *C. orthopsilosis* UICC Y-533 sesuai dengan deskripsi Meyer dkk. (1998: 524). Tekstur koloni khamir *C. parapsilosis* seperti mentega (*butyrous*) dan bentuk sel ovoidal (Meyer dkk. 1998: 524). Namun demikian, morfologi khamir *C. orthopsilosis* UICC Y-533 tidak sesuai dengan deskripsi khamir *C. parapsilosis* oleh Yong dkk. (2008: 83) yang menyatakan bahwa khamir *C. parapsilosis* memiliki warna koloni dan warna sebalik koloni *cream* pucat. Perbedaan warna koloni pada khamir *C. parapsilosis* disebabkan perbedaan medium pertumbuhan. Medium pertumbuhan yang digunakan oleh Yong dkk. (2008: 83) adalah *Blood Agar*.

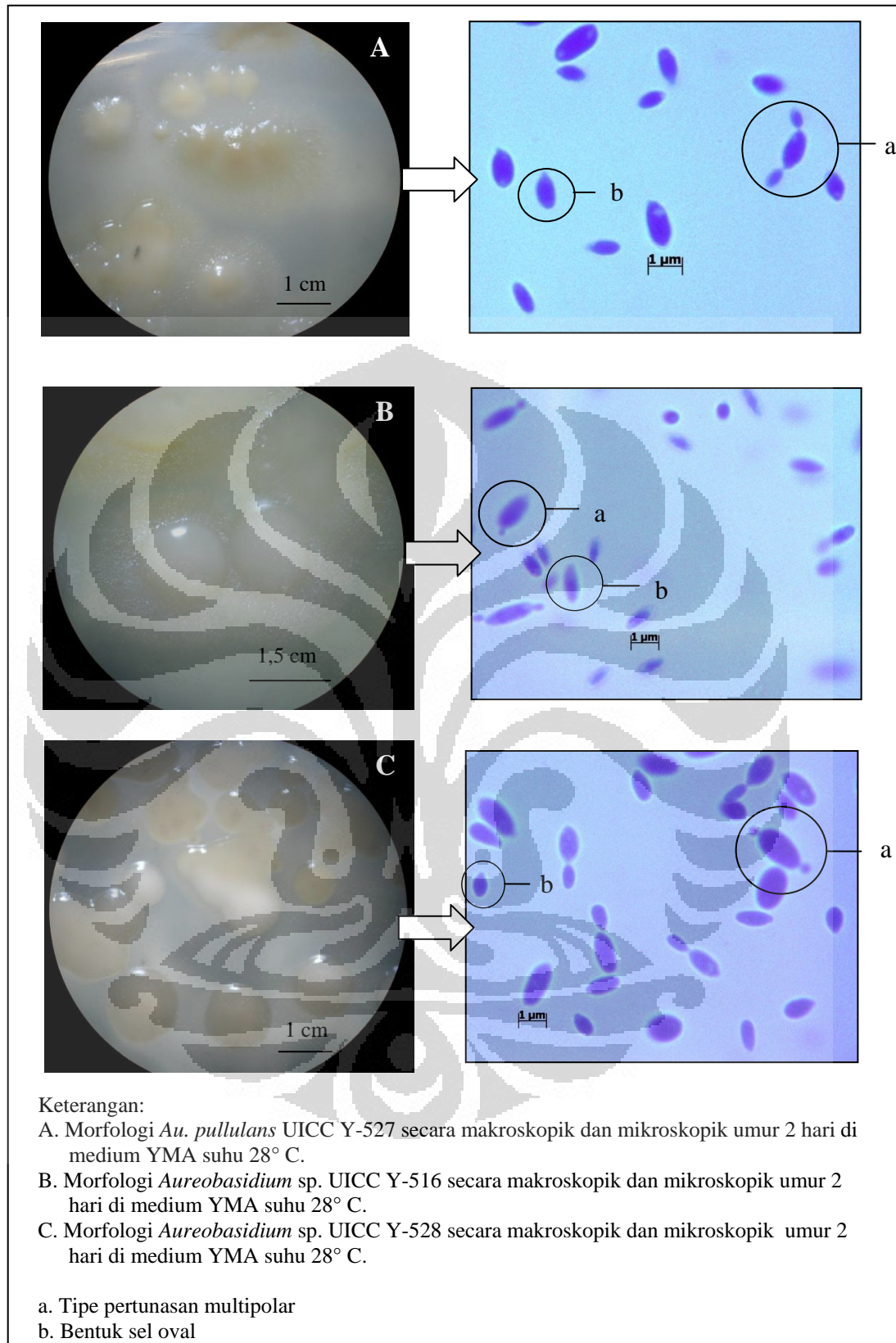
Pengamatan morfologi koloni khamir *Meyerozyma caribbica* UICC Y-518 secara makroskopik berumur 2 hari dalam medium *Yeast Malt Agar* (YMA) pada suhu 28° C menunjukkan warna koloni *cream* 102 (berdasarkan standar warna Faber Castell), tekstur seperti mentega (*butyrous*), permukaan mengkilap, tepi koloni rata, dan profil koloni menggantung (Gambar 4.1(1), Gambar 4.1(3), dan Tabel 4.1(1)). Koloni khamir *Mey. caribbica* UICC Y-518 memiliki warna koloni *cream* 102 yang mengindikasikan khamir tersebut menghasilkan pigmen. Khamir *Mey. caribbica* UICC Y-518 dalam medium *Yeast Malt Agar* (YMA) berumur 2 hari pada suhu 28° C memiliki bentuk sel oval, tipe pertunasan multipolar, dan susunan sel tunggal, berantai, atau berkelompok, serta tidak ditemukan pseudohifa (Gambar 4.1(3) dan Tabel 4.1(2)). Genus *Meyerozyma* merupakan khamir *Ascomycota* teleomorfik, namun pada pengamatan morfologi secara mikroskopik pada hari ke-2 tidak ditemukan askospora yang merupakan alat reproduksi seksual pada khamir filum *Ascomycota*.

Makromorfologi khamir *Meyerozyma caribbica* UICC Y-529 berumur 2 hari dalam medium *Yeast Malt Agar* (YMA) pada suhu 28° C menunjukkan warna koloni *cream* 102 (berdasarkan standar warna Faber Castell), tekstur seperti mentega (*butyrous*), permukaan mengkilap, tepi koloni rata, dan profil koloni menggantung (Gambar 4.1(1), Gambar 4.1(3), dan Tabel 4.1(1)). Koloni khamir *Mey. caribbica* UICC Y-529 memiliki warna koloni *cream* 102 yang mengindikasikan khamir tersebut menghasilkan pigmen. Khamir *Mey. caribbica* UICC Y-529 berumur 2 hari di medium *Yeast Malt Agar* (YMA) pada suhu 28° C

memiliki bentuk sel oval, tipe pertunasan multipolar, dan susunan sel tunggal, berantai, atau berkelompok, serta tidak ditemukan pseudohifa (Gambar 4.1(3) dan Tabel 4.1(2)). Morfologi khamir *Mey. caribbica* UICC Y-518 dan *Mey. caribbica* UICC Y-529 sesuai dengan deskripsi khamir *Mey. caribbica* oleh Kurtzman dan Suzuki (2010: 8). Sel khamir *Mey. caribbica* berbentuk bulat hingga lonjong Kurtzman dan Suzuki (2010: 8). Tipe pertunasan khamir *Mey. caribbica* adalah multipolar (Kurtzman 2011: 621).



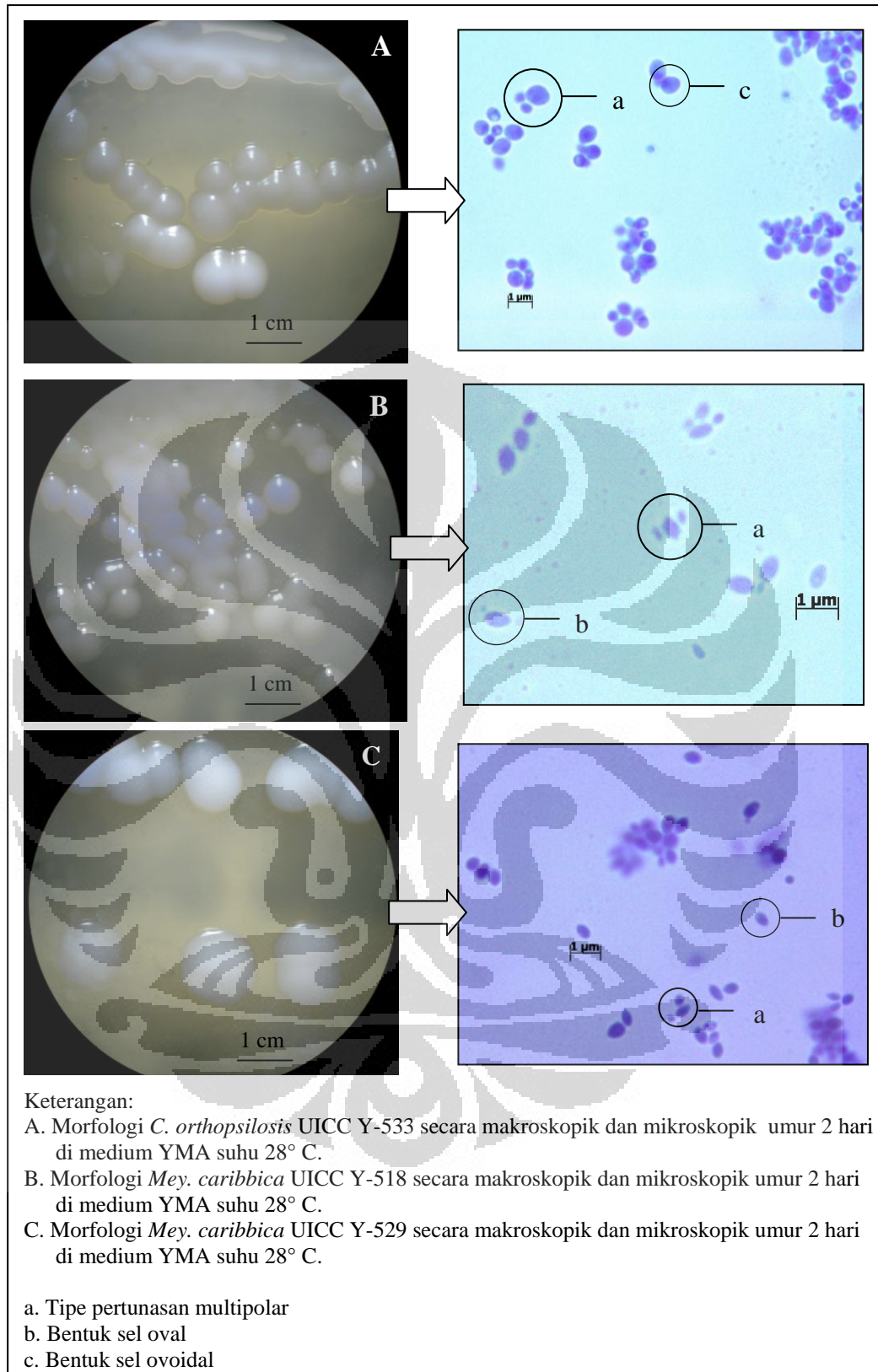
Gambar 4.1(1). Koloni khamir filum *Ascomycota* berumur 2 hari dalam medium YMA pada suhu 28° C  
 [Sumber: Dokumentasi pribadi.]



Gambar 4.1(2). Morfologi khamir filum *Ascomycota* dari daun *Br. papyrifera* berumur 2 hari dalam medium YMA pada suhu 28° C

[Sumber: Dokumentasi pribadi.]





Gambar 4.1(3). Morfologi khamir filum *Ascomycota* dari daun *Br. papyrifera* berumur 2 hari dalam medium YMA pada suhu 28° C

[Sumber: Dokumentasi pribadi.]

Tabel 4.1(1). Hasil pengamatan morfologi khamir secara makroskopik berumur 2 hari dalam medium YMA pada suhu 28° C

Nama spesies	Warna koloni	Tekstur koloni	Permukaan koloni	Profil koloni	Tepi koloni	Sebalik koloni
<i>Aureobasidium pullulans</i> UICC Y-527	Dark flesh 130	Butyrous	Mengilap licin	Menggunung	Rata	Hialin
<i>Aureobasidium</i> sp. UICC Y-516	Tangerine 111	Butyrous	Mengilap licin	Menggunung	Rata	Hialin
<i>Aureobasidium</i> sp. UICC Y-528	Tangerine 111	Butyrous	Mengilap licin	Menggunung	Rata	Hialin
<i>Candida orthopsilosis</i> UICC Y-533	White 101	Butyrous	Mengilap licin	Menggunung	Rata	Hialin
<i>Meyerozyma caribbica</i> UICC Y-518	Cream 102	Butyrous	Mengilap licin	Menggunung	Rata	Hialin
<i>Meyerozyma caribbica</i> UICC Y-529	Cream 102	Butyrous	Mengilap licin	Menggunung	Rata	Hialin

Tabel 4.1(2). Hasil pengamatan morfologi khamir secara mikroskopik berumur 2 hari dalam medium YMA pada suhu 28° C

Nama spesies	Bentuk sel	Pola pertunasan	Susunan sel	<i>Pseudhyphae</i> atau <i>true hyphae</i>	Kisaran panjang sel (µm)	Kisaran lebar sel (µm)
<i>Aureobasidium pullulans</i> UICC Y-527	Oval	Multi polar	Tunggal	Tidak ada	(0,87--1,83)	(0,47--0,82)
<i>Aureobasidium</i> sp. UICC Y-516	Oval	Multi polar	Tunggal	Tidak ada	(0,9--1,81)	(0,5--0,67)
<i>Aureobasidium</i> sp. UICC Y-528	Oval	Multi polar	Tunggal	Tidak ada	(1,35--2,27)	(1,11--1,22)
<i>Candida orthopsilosis</i> UICC Y-533	Bulat hingga ovoidal	Multi polar	Tunggal atau berkelompok	Tidak ada	(0,59--1,05)	(0,58--0,95)
<i>Meyerozyma caribbica</i> UICC Y-518	Oval	Multi polar	Tunggal, berantai, atau berkelompok	Tidak ada	(0,55--0,72)	(0,45--0,5)
<i>Meyerozyma caribbica</i> UICC Y-529	Oval	Multi polar	Tunggal, berantai, atau berkelompok	Tidak ada	(0,57--0,82)	(0,32--0,66)

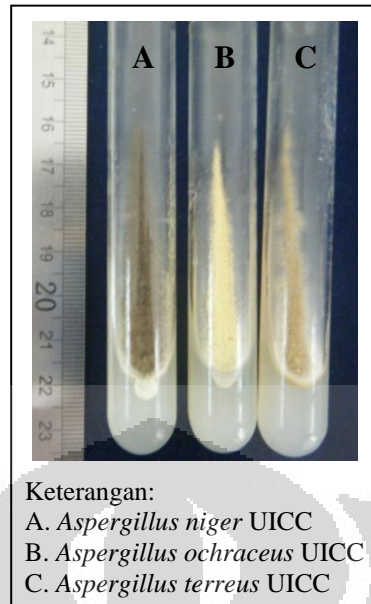
## 4.2 Pengamatan Morfologi Kapang

Kapang yang digunakan dalam penelitian adalah kapang patogen pada tanaman tomat (*L. esculentum*) koleksi *University of Indonesia Culture Collection* (UICC) yang diisolasi dari daun tanaman tomat terinfeksi asal Bogor dan Tangerang. Hasil pengamatan morfologi koloni kapang *Aspergillus niger* UICC secara makroskopik berumur 5 hari dalam medium *Potato Dextrose Agar* (PDA) pada suhu 28° C menunjukkan bahwa koloni tersebut memiliki warna koloni *dark sepia* 175 (berdasarkan standar warna Faber Castell), permukaan koloni rata, tekstur koloni *granular*, memiliki *exudate drops* dan *growing zone*, tidak memiliki zonasi dan *radial furrow*, serta sebalik koloni hialin. Kapang tersebut telah bersporulasi pada umur 3 hari (Gambar 4.2(1) dan Tabel 4.2(1)). Pengamatan morfologi *A. niger* UICC secara mikroskopik dilakukan pada hari ke-5 di medium PDA pada suhu 28° C. *Aspergillus niger* UICC memiliki kepala konidia *radiate*, konidia berbentuk bulat, tipe kepala konidia *biseriate*, dan bentuk vesikel semi bulat (Gambar 4.2(2) dan Tabel 4.2(2)). Kapang genus *Aspergillus* merupakan kapang *Ascomycota* anamorfik karena tidak ditemukan askospora yang merupakan alat reproduksi seksual pada filum *Ascomycota*. Morfologi *A. niger* UICC sesuai dengan deskripsi *A. niger* oleh Klich (2002: 62). Koloni kapang *A. niger* umur 7 hari dalam medium MEA memiliki tekstur koloni *granular*, diameter koloni 50--70 mm, miselium berwarna putih, kepala konidia berwarna coklat tua atau hitam, dan sebalik koloni tidak berwarna. Tipe kepala konidia *A. niger* umumnya *biseriate*, kepala konidia berbentuk *radiate*, bentuk vesikel semi bulat, dan konidia berbentuk bulat (Klich 2002: 62).

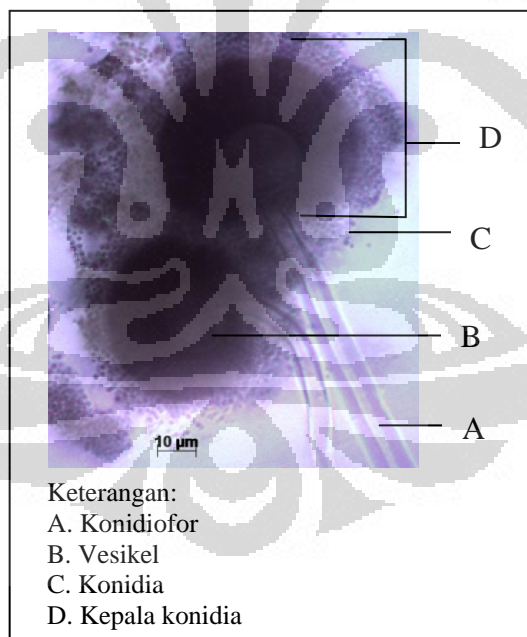
Makromorfologi koloni kapang *A. ochraceus* UICC berumur 5 hari dalam medium *Potato Dextrose Agar* (PDA) pada suhu 28° C menunjukkan bahwa koloni tersebut memiliki warna koloni *gold ochre* 184 (berdasarkan standar warna Faber Castell), permukaan koloni rata, tekstur koloni *powdery*, memiliki *exudate drops* dan *growing zone*, tidak memiliki zonasi dan *radial furrow*, serta sebalik koloni berwarna hialin. Kapang tersebut telah bersporulasi pada umur 3 hari (Gambar 4.2(1) dan Tabel 4.2(1)). Pengamatan morfologi *A. ochraceus* UICC secara mikroskopik dilakukan pada hari ke-5 dalam medium PDA pada suhu 28°

C. *Aspergillus ochraceus* UICC memiliki kepala konidia berbentuk *radiate*, bentuk konidia *spherical* hingga *ellipsoidal*, tipe kepala konidia *biseriate*, dan bentuk vesikel *globose* (Gambar 4.2(3) dan Tabel 4.2(2)). Morfologi *A. ochraceus* UICC sesuai dengan deskripsi *A. ochraceus* oleh Klich (2002: 66). Koloni kapang *A. ochraceus* pada medium MEA dalam 7 hari memiliki panjang dan lebar koloni 44--55 mm, warna koloni kuning muda hingga kuning pucat, miselium berwarna hialin, serta memiliki sebalik koloni berwarna kuning, jingga pucat, atau emas keabu-abuan. Tipe kepala konidia *biseriate*, kepala konidia berbentuk *radiate*, bentuk konidia *spherical* hingga *ellipsoidal*, dan vesikel berbentuk *globose* hingga *elongate* (Klich 2002: 66).

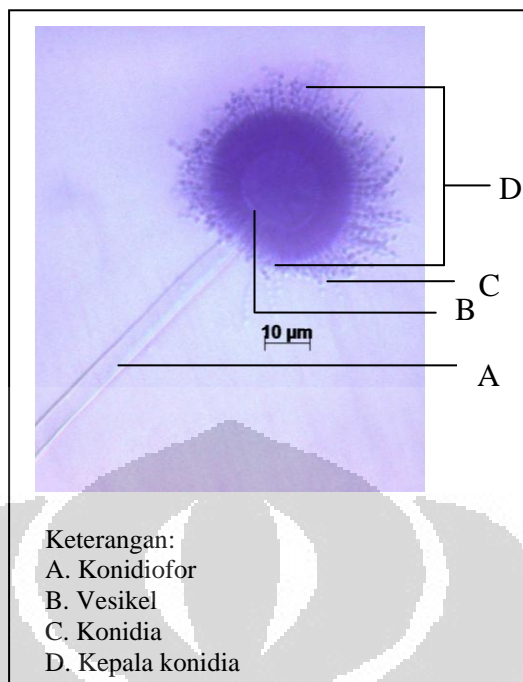
Pengamatan morfologi koloni kapang *A. terreus* UICC secara makroskopik berumur 5 hari dalam medium *Potato Dextrose Agar* (PDA) pada suhu 28° C menunjukkan bahwa koloni tersebut memiliki warna koloni *raw umber* 180 (berdasarkan standar warna Faber Castell), permukaan koloni rata, tekstur koloni *granular*, terdapat *growing zone*, tidak memiliki *exudate drops*, zonasi, dan *radial furrow*, serta sebalik koloni hialin. Kapang tersebut telah bersporulasi pada umur 3 hari (Gambar 4.2(1) dan Tabel 4.2(1)). Pengamatan morfologi *A. terreus* UICC secara mikroskopik dilakukan pada hari ke-5 di medium PDA pada suhu 28° C. *Aspergillus terreus* UICC memiliki kepala konidia berbentuk kolumnar, konidia berbentuk *globose* hingga *ellipsoidal*, tipe kepala konidia *biseriate*, dan bentuk vesikel *spherical* atau *pyriform* (Gambar 4.2(4) dan Tabel 4.2(2)). Morfologi *A. terreus* UICC sesuai dengan deskripsi *A. terreus* oleh Klich (2002: 98). Koloni kapang *A. terreus* pada medium MEA dalam 7 hari memiliki panjang dan lebar koloni 40--70 mm, warna koloni jingga pucat hingga jingga keabu-abuan, miselium berwarna hialin, tekstur koloni *granular*, serta sebalik koloni berwarna kuning keabu-abuan. Kepala konidia berbentuk kolumnar, vesikel berbentuk *spherical* atau *pyriform*, tipe kepala konidia *biseriate*, dan konidia berbentuk *globose* hingga *ellipsoidal* (Klich 2002: 98).



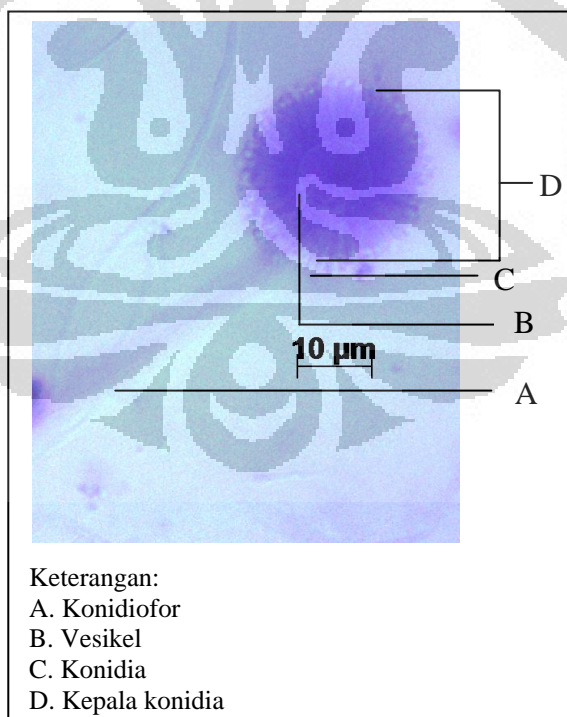
Gambar 4.2(1). Morfologi kapang *Aspergillus* spp. UICC secara makroskopik berumur 5 hari di medium PDA pada suhu 28° C  
 [Sumber: Dokumentasi pribadi.]



Gambar 4.2(2). Morfologi *A. niger* UICC berumur 5 hari dalam medium PDA pada suhu 28° C dengan pewarna *lactophenol cotton blue*  
 [Sumber: Dokumentasi pribadi.]



Gambar 4.2(3). Morfologi *A. ochraceus* UICC berumur 5 hari dalam medium PDA pada suhu 28° C dengan pewarna *lactophenol cotton blue* [Sumber: Dokumentasi pribadi.]



Gambar 4.2(4). Morfologi *A. terreus* UICC berumur 5 hari dalam medium PDA pada suhu 28° C dengan pewarna *lactophenol cotton blue* [Sumber: Dokumentasi pribadi.]

Tabel 4.2(1). Hasil pengamatan morfologi kapang *Aspergillus* spp. UICC secara makroskopik berumur 5 hari dalam medium PDA pada suhu 28° C

Nama spesies	Warna koloni	Tekstur	Exudate drops	Growing zone	Zonasi	Sporulasi	Radial furrow	Sebalik koloni
<i>Aspergillus niger</i> UICC	Dark sepia 175	Granular	Ada	Ada	Tidak ada	Sudah	Tidak ada	Hialin
<i>Aspergillus ochraceus</i> UICC	Gold ochre 183	Powdery	Ada	Ada	Tidak ada	Sudah	Tidak ada	Hialin
<i>Aspergillus terreus</i> UICC	Raw umber 180	Granular	Tidak ada	Ada	Tidak ada	Sudah	Tidak ada	Hialin

Tabel 4.2(2). Hasil pengamatan morfologi kapang secara mikroskopik berumur 5 hari dalam medium PDA pada suhu 28° C

Nama spesies	Bentuk kepala konidia	Tipe kepala konidia	Bentuk vesikel	Bentuk konidia	Kisaran lebar konidiofor (µm)	Kisaran diameter kepala konidia (µm)
<i>Aspergillus niger</i> UICC	Radiate	Biseriate	Semi bulat	Bulat	(2,22--3,45)	(18,2--46,8)
<i>Aspergillus ochraceus</i> UICC	Radiate	Biseriate	Globose hingga elongate	Spherical hingga ellipsoidal	(1,41--2,55)	(10,11--16,39)
<i>Aspergillus terreus</i> UICC	Kolumnar	Biseriate	Spherical atau pyriform	Globose hingga ellipsoidal	(0,1--3,09)	(7,6--10,83)

### 4.3 Enumerasi Sel Khamir dan Konidia atau Hifa Kapang

Enumerasi sel khamir dan konidia atau hifa kapang dilakukan menggunakan metode *Total Plate Count* (TPC). Enumerasi sel khamir dan konidia atau hifa kapang bertujuan untuk mempersiapkan inokulum yang seragam untuk diaplikasikan pada pengujian antagonisme metode *co-culture*. Penyeragaman jumlah sel khamir dilakukan untuk mengetahui kemampuan antagonisme dari masing-masing khamir, bukan karena dari perbedaan jumlah sel khamir, dalam menghambat pertumbuhan kapang. Saligkarias dkk. (2002: 152)

menggunakan khamir *C. oleophila* 101 dan *C. guilliermondii* I-182: II dengan jumlah sel  $1 \times 10^8$  CFU/ml untuk menyeragamkan jumlah sel khamir yang akan diaplikasikan dalam pengujian antagonisme terhadap kapang *B. cinerea*.

Jumlah sel khamir dan hifa atau konidia kapang yang diperoleh dari hasil enumerasi masing-masing sebesar  $1 \times 10^8$  CFU/ml dan  $1 \times 10^7$  CFU/ml (Lampiran 5 dan Lampiran 6). Selanjutnya, jumlah sel khamir dan hifa atau konidia kapang diencerkan untuk pengujian antagonisme metode *co-culture*, masing-masing menjadi sebanyak  $1 \times 10^8$  CFU/ml dan  $1 \times 10^4$  CFU/ml. Penggunaan jumlah sel khamir yang lebih banyak dibandingkan dengan jumlah konidia atau hifa kapang akan memberikan keuntungan pada khamir untuk menguasai ruang dan nutrisi dalam pengujian antagonisme metode *co-culture*. Manso dan Nunes (2011: 67) melaporkan inokulasi khamir *Metschnikowia andauensis* O. Molnár & Prillinger dengan jumlah sel awal  $1 \times 10^7$  CFU/ml mampu menghambat pertumbuhan kapang *Penicillium expansum* dengan jumlah sel awal  $1 \times 10^4$  CFU/ml sebesar 90% pada buah apel (*Malus domestica* Borkh.) pascapanen. Pada penggunaan jumlah khamir sebesar  $1 \times 10^6$  CFU/ml hanya menghambat pertumbuhan kapang *Pen. expansum* sebesar 38%.

#### 4.4 Pengujian Antagonisme

Pada pengujian antagonisme dengan metode *co-culture*, setiap biakan khamir ditumbuhkan 8 jam lebih awal daripada kapang di medium PDB pH 5,0 dengan pengocokan secara resiprokal 110 rpm pada suhu 30° C. Hal tersebut dilakukan untuk memberikan keuntungan pada khamir dalam menguasai nutrisi dan ruang hidup. Kapang yang diinokulasikan ke dalam medium yang telah ditumbuhi khamir akan kekurangan nutrisi dan ruang hidup, sehingga pertumbuhan hifa atau miselium dan sporulasi kapang terhambat. El-Ghaouth dkk. (2002: 345) melaporkan bahwa interval waktu inokulasi antara khamir *C. saitoana* dengan *B. cinerea* berpengaruh dalam menghambat pertumbuhan kapang. Inkubasi khamir *C. saitoana* selama 72 jam di situs luka buatan pada buah apel sebelum kapang *B. cinerea* di situs luka yang sama menyebabkan terhambatnya pertumbuhan kapang sebesar 70% dibandingkan dengan selang



waktu inkubasi antara khamir dan kapang selama 48 jam dan 24 jam. Inokulasi khamir *C. saitoana* 48 jam sebelum *B. cinerea* menghambat pertumbuhan kapang sebesar 50%, sedangkan inokulasi khamir *C. saitoana* 24 jam sebelum *B. cinerea* tidak menunjukkan adanya penghambatan pertumbuhan kapang.

Medium yang digunakan dalam pengujian antagonisme adalah medium *Potato Dextrose Broth* (PDB). Komposisi medium PDB berdasarkan Atlas (2010: 1412) terdiri dari kentang (200 g) dan dekstrosa (20 g). Moillé dkk. (2010: 1) melaporkan kentang memiliki komposisi antara lain, pati, protein, dan potasium. Menurut Kavanagh (2005: 12), pati akan didegradasi menjadi gula sederhana yang dapat dimetabolisme oleh khamir dan kapang. Pati dan dekstrosa merupakan sumber karbon, sedangkan protein merupakan sumber nitrogen yang dapat mendukung pertumbuhan khamir dan kapang. Karbon digunakan oleh khamir dan kapang sebagai sumber energi untuk melakukan metabolisme. Hogg (2005: 80) menyatakan bahwa nitrogen digunakan oleh mikroorganisme untuk sintesis protein dan asam nukleat. Kavanagh (2005: 12) melaporkan potasium (garam  $K^+$ ) merupakan penyeimbang ion di dalam sel dan berperan dalam aktivitas enzim.

#### 4.4.1 Penghitungan Berat Medium dalam Pengujian Antagonisme

Hasil pengamatan berat medium PDB pH 5,0 pada medium kontrol yang diinokulasikan khamir menunjukkan penurunan berat medium dari hari pertama hingga inkubasi hari ke-4 dengan kisaran 0,2%--1,17% (Tabel 4.4.1(1)). Penurunan berat medium juga terjadi pada medium kontrol yang diinokulasikan kapang dengan kisaran 0,1%--0,13%, sedangkan pada medium perlakuan yang diinokulasikan khamir dan kapang mengalami penurunan berat medium dengan kisaran 0,64%--1%. Penurunan berat medium pada kontrol kapang dan perlakuan terjadi hingga inkubasi hari ke-4 (Tabel 4.4.1(2)). Penurunan berat medium pada kontrol khamir, kontrol kapang, dan perlakuan menunjukkan bahwa khamir dan kapang menggunakan nutrisi dari medium PDB pH 5,0 untuk menunjang pertumbuhan sel khamir dan germinasi konidia kapang. Djarwanto (2009: 5) melaporkan bahwa pertumbuhan cendawan *Schizophyllum commune* HHBI-204,

*Marasmius* sp. HHBI-346, dan *Pycnoporus* sp. HHBI-348 di dalam medium *carrier* berupa potongan daun dan ranting mangium (*Acacia mangium* Wild.) menyebabkan penurunan berat medium sebesar 1,89%, 2,20%, dan 2,36% per minggu.

Penurunan berat medium pada perlakuan memiliki kisaran penurunan berat medium lebih rendah dibandingkan dengan penurunan berat medium pada kontrol khamir. Hal tersebut diduga sel khamir pada medium perlakuan mampu menggunakan sel kapang sebagai sumber nutrisi selain menggunakan nutrisi dari medium PDB pH 5,0. Zhang (2010: 178) melaporkan khamir *Au. pullulans* PL5 menggunakan enzim  $\beta$ -1,3-glukanase, ekso-kitinase, dan endo-kitinase untuk mendegradasi dinding sel kapang *Pen. expansum*. Dinding sel kapang *Pen. expansum* yang terdegradasi diubah menjadi molekul sederhana kemudian digunakan oleh khamir sebagai sumber nutrisi untuk pertumbuhan khamir.

Tabel 4.4.1(1). Persentase penurunan berat medium PDB pH 5,0 pada kontrol dalam pengujian antagonisme

No.	Nama spesies (kontrol)	Persentase Penurunan Berat Medium			
		Hari ke-1	Hari ke-2	Hari ke-3	Hari ke-4
1	<i>Aureobasidium pullulans</i> UICC Y-527	0,03%	0,12%	0,19%	0,23%
2	<i>Aureobasidium</i> sp. UICC Y-516	0,03%	0,12%	0,16%	0,20%
3	<i>Aureobasidium</i> sp. UICC Y-528	0,16%	0,39%	0,52%	0,62%
4	<i>Candida orthopsilosis</i> UICC Y-533	0,12%	0,19%	0,19%	0,23%
5	<i>Meyerozyma caribbica</i> UICC Y-518	0,43%	0,80%	0,98%	1,17%
6	<i>Meyerozyma caribbica</i> UICC Y-529	0,21%	0,31%	0,32%	0,36%
7	<i>Aspergillus niger</i> UICC	0,02%	0,05%	0,07%	0,11%
8	<i>Aspergillus ochraceus</i> UICC	0,03%	0,07%	0,09%	0,13%
9	<i>Aspergillus terreus</i> UICC	0,02%	0,07%	0,07%	0,10%

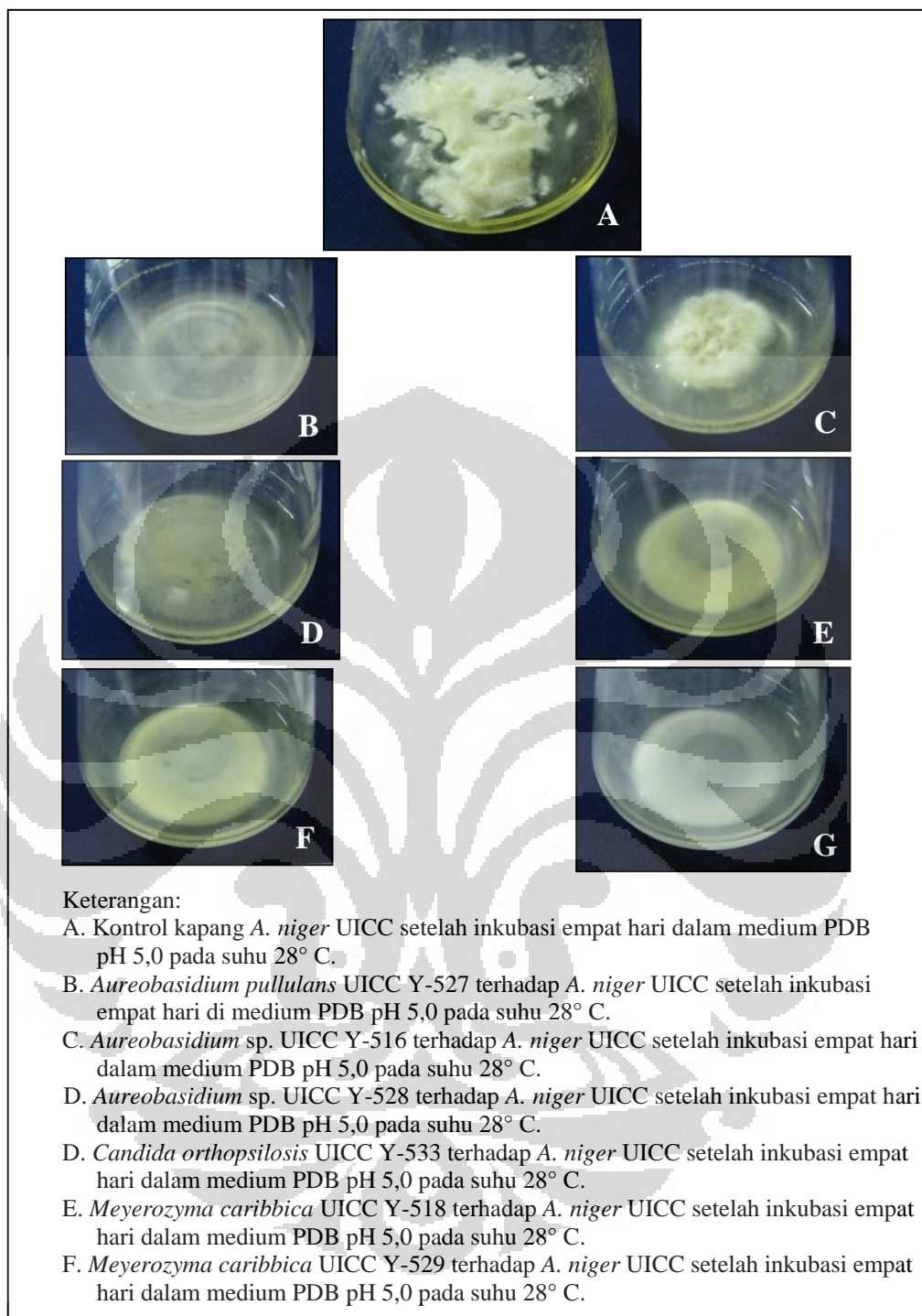
Tabel 4.4.1(2). Persentase penurunan berat medium PDB pH 5,0 pada perlakuan dalam pengujian antagonisme

No.	Nama spesies (perlakuan)	Persentase Penurunan Berat Medium			
		Hari ke-1	Hari ke-2	Hari ke-3	Hari ke-4
1	<i>Aurebasidium pullulans</i> UICC Y-527 terhadap <i>A. niger</i> UICC	0,12%	0,41%	0,58%	0,83%
2	<i>Aurebasidium pullulans</i> UICC Y-527 terhadap <i>A. ochraceus</i> UICC	0,10%	0,34%	0,50%	0,70%
3	<i>Aurebasidium pullulans</i> UICC Y-527 terhadap <i>A. terreus</i> UICC	0,10%	0,32%	0,55%	0,78%
1	<i>Aurebasidium</i> sp. UICC Y-516 terhadap <i>A. niger</i> UICC	0,24%	0,50%	0,68%	0,90%
2	<i>Aurebasidium</i> sp. UICC Y-516 terhadap <i>A. ochraceus</i> UICC	0,14%	0,35%	0,55%	0,77%
3	<i>Aurebasidium</i> sp. UICC Y-516 terhadap <i>A. terreus</i> UICC	0,12%	0,32%	0,45%	0,64%
1	<i>Aurebasidium</i> sp. UICC Y-528 terhadap <i>A. niger</i> UICC	0,19%	0,46%	0,64%	0,86%
2	<i>Aurebasidium</i> sp. UICC Y-528 terhadap <i>A. ochraceus</i> UICC	0,10%	0,36%	0,50%	0,72%
3	<i>Aurebasidium</i> sp. UICC Y-528 terhadap <i>A. terreus</i> UICC	0,14%	0,43%	0,61%	0,87%
1	<i>Candida orthopsilosis</i> UICC Y-533 terhadap <i>A. niger</i> UICC	0,25%	0,54%	0,73%	0,96%
2	<i>Candida orthopsilosis</i> UICC Y-533 terhadap <i>A. ochraceus</i> UICC	0,18%	0,43%	0,59%	0,81%
3	<i>Candida orthopsilosis</i> UICC Y-533 terhadap <i>A. terreus</i> UICC	0,2%	0,44%	0,58%	0,78%
1	<i>Meyerozyma caribbica</i> UICC Y-518 terhadap <i>A. niger</i> UICC	0,3%	0,56%	0,73%	0,95%
2	<i>Meyerozyma caribbica</i> UICC Y-518 terhadap <i>A. ochraceus</i> UICC	0,27%	0,52%	0,69%	0,89%
3	<i>Meyerozyma caribbica</i> UICC Y-518 terhadap <i>A. terreus</i> UICC	0,27%	0,59%	0,76%	1%
1	<i>Meyerozyma caribbica</i> UICC Y-529 terhadap <i>A. niger</i> UICC	0,54%	0,94%	1,14%	1,4%
2	<i>Meyerozyma caribbica</i> UICC Y-529 terhadap <i>A. ochraceus</i> UICC	0,3%	0,39%	0,61%	0,75%
3	<i>Meyerozyma caribbica</i> UICC Y-529 terhadap <i>A. terreus</i> UICC	0,29%	1,23%	1,41%	1,47%

#### 4.4.2 Pengamatan Morfologi Khamir di Medium PDB pH 5,0 dalam Pengujian Antagonisme

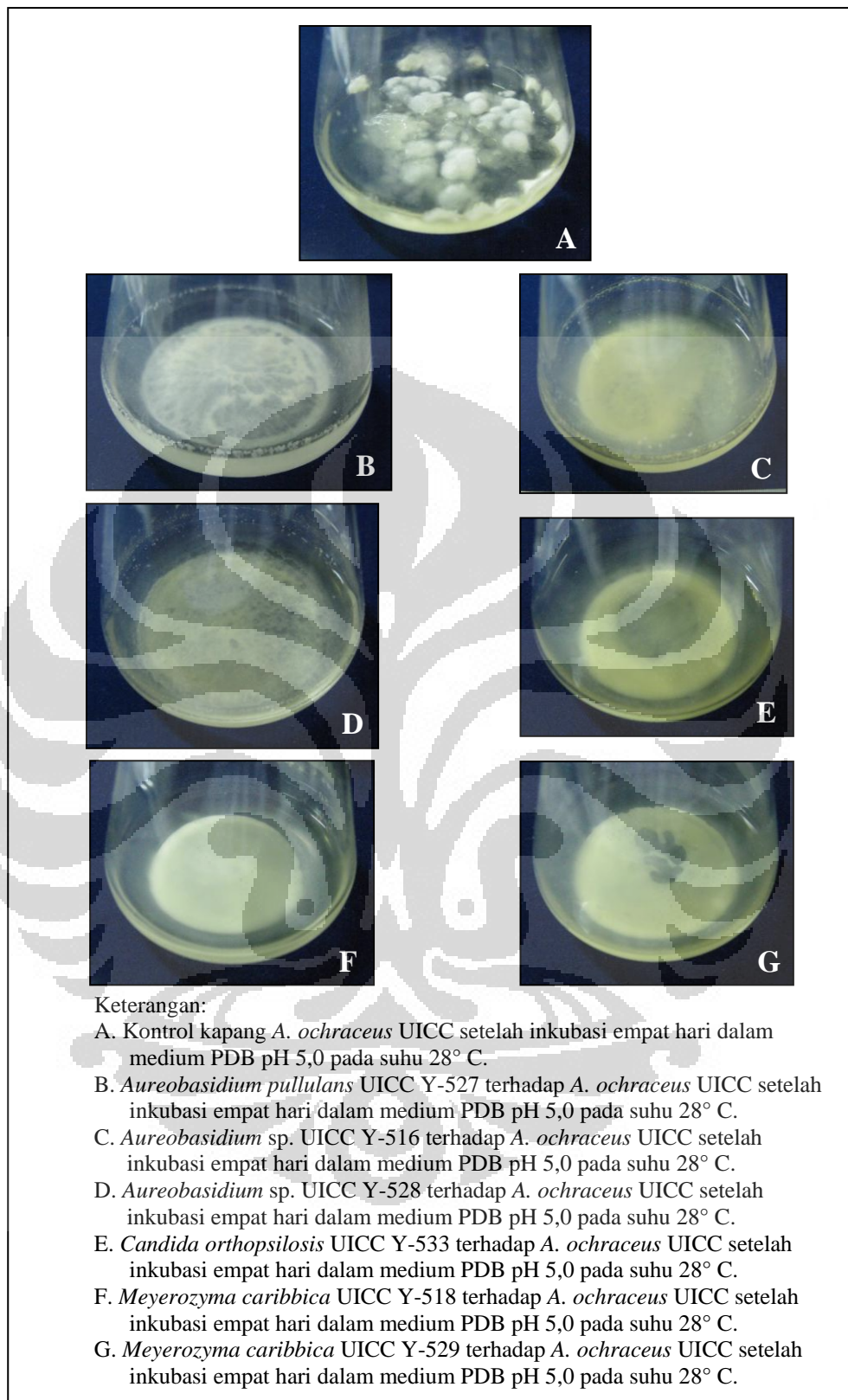
Hasil pengamatan pertumbuhan sel khamir yang diinokulasikan di medium PDB pH 5,0 pada kontrol selama inkubasi empat hari menunjukkan adanya kekeruhan medium. Pada bagian dasar medium terdapat endapan yang merupakan lapisan biomassa sel khamir. Semua endapan biomassa khamir tersebut berwarna *white* 101 (berdasarkan standar warna Faber Castell). Endapan biomassa tersebut juga ditemukan pada medium perlakuan yang diinokulasi suspensi sel khamir dan suspensi konidia atau hifa kapang. Selain terdapat endapan, di bagian tepi permukaan medium terdapat pelikel khamir *Au. pullulans* UICC Y-527, *Aureobasidium* sp. UICC Y-516, dan *Aureobasidium* sp. UICC Y-528. Namun demikian, khamir *C. orthopsilosis* UICC Y-533, *Mey. caribbica* UICC Y-518, dan *Mey. caribbica* UICC Y-529 tidak membentuk pelikel pada permukaan medium. Hasil pengamatan koloni khamir pada medium PDB pH 5,0 selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 9 dan Gambar 4.4.2.1. Yarrow (1998: 81) dan Sjamsuridzal (2007: 9) menyatakan bahwa pertumbuhan khamir di medium cair dapat ditunjukkan dari pembentukan endapan biomassa dan pelikel. Endapan biomassa yang terbentuk dapat terlihat padat, lengket, *flocculant*, atau *mucoïd*. Pelikel yang terbentuk pada permukaan medium dapat terlihat kering, lembab, kusam, mengilap, halus, bergerigi, atau menempel di tepi labu Erlenmeyer.

Khamir filum *Ascomycota* pada medium kontrol dan perlakuan mengalami penurunan pH dari pH 5,0 menjadi pH 4,7. Hal tersebut menunjukkan bahwa khamir melakukan metabolisme dan salah satu hasil dari metabolisme tersebut adalah asam organik yang menyebabkan pH medium menjadi turun. Coelho (2007: 729) melaporkan medium *Yeast Malt Broth* yang diinokulasikan khamir *P. ohmeri* dengan kapang *Pen. expansum* menunjukkan terjadinya penurunan pH medium dari pH 4,0 menjadi pH 3,3 selama 15 hari inkubasi yang disebabkan adanya metabolisme khamir yang mempengaruhi penurunan pH pada medium.



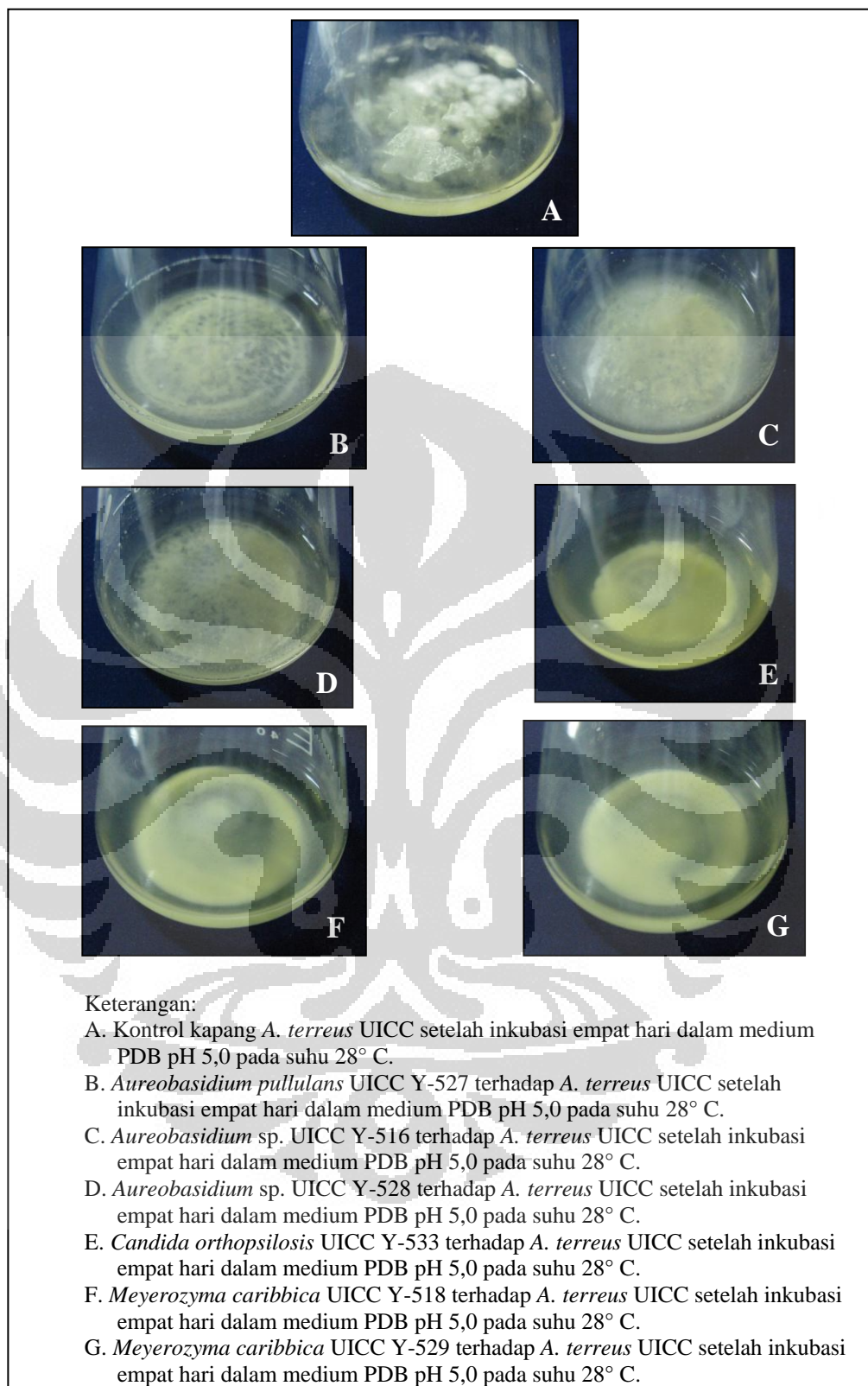
Gambar 4.4.2.1(1). Pengujian antagonisme antara khamir filum *Ascomycota* terhadap kapang *A. niger* UICC dalam medium PDB pH 5,0 pada suhu 28° C

[Sumber: Dokumentasi pribadi.]



Gambar 4.4.2.1(2). Pengujian antagonisme antara khamir filum *Ascomycota* terhadap kapang *A. ochraceus* UICC dalam medium PDB pH 5,0 pada suhu 28° C

[Sumber: Dokumentasi pribadi.]



Gambar 4.4.2.1(3). Pengujian antagonisme antara khamir filum *Ascomycota* terhadap kapang *A. terreus* UICC dalam medium PDB pH 5,0 pada suhu 28° C

[Sumber: Dokumentasi pribadi.]

#### 4.4.3 Pengamatan Morfologi Kapang di Medium PDB pH 5,0 dalam Pengujian Antagonisme

Hasil pengamatan pertumbuhan koloni kapang yang diinokulasikan di medium PDB pH 5,0 pada kontrol menunjukkan keberadaan lapisan miselium di permukaan medium. Miselium kapang *A. niger* UICC pada kontrol mulai terbentuk pada hari ke-2 dan semakin tebal hingga hari ke-4. Miselium kapang *A. niger* UICC pada hari ke-4 berwarna *ivory* 103 (berdasarkan standar warna Faber Castell) dan menutupi sebagian permukaan medium. Kapang *A. niger* UICC mulai bersporulasi pada hari ke-3. Pertumbuhan kapang *A. niger* UICC menyebabkan medium mengalami kekeruhan.

Miselium kapang *A. ochraceus* UICC pada kontrol mulai terbentuk pada hari ke-2 dan semakin tebal hingga hari ke-4. Miselium kapang *A. ochraceus* UICC pada hari ke-4 berwarna *white* 101 (berdasarkan standar warna Faber Castell) dan menutupi sebagian permukaan medium. Kapang *A. ochraceus* UICC mulai bersporulasi pada hari ke-4. Pertumbuhan kapang *A. ochraceus* UICC menyebabkan medium mengalami kekeruhan.

Miselium kapang *A. terreus* UICC pada kontrol mulai terbentuk pada hari ke-2 dan semakin tebal hingga hari ke-4. Miselium kapang *A. terreus* UICC pada hari ke-4 berwarna *white* 101 (berdasarkan standar warna Faber Castell) dan menutupi sebagian permukaan medium. Kapang *A. terreus* UICC mulai bersporulasi pada hari ke-4. Pertumbuhan kapang *A. terreus* UICC menyebabkan medium mengalami kekeruhan. Carlile dkk. (2001: 135) menyatakan bahwa pertumbuhan kapang pada medium cair dalam kondisi inkubasi diam akan membentuk lapisan miselium di permukaan medium.

Hasil pengamatan morfologi antara kapang *A. niger* UICC, *A. ochraceus* UICC, dan *A. terreus* UICC dengan khamir filum *Ascomycota* dari daun *Br. papyrifera* secara makroskopik selama inkubasi empat hari di medium PDB pH 5,0 menunjukkan ketiadaan pembentukan hifa atau miselium dan sporulasi kapang di permukaan medium. Ketiadaan pertumbuhan kapang pada medium cair diduga disebabkan terjadi penghambatan germinasi konidia kapang oleh khamir *Au. pullulans* UICC Y-527, *Aureobasidium* sp. UICC Y-528, *C. orthopsilosis* UICC



Y-533, *Mey. caribbica* UICC Y-518, dan *Mey. caribbica* UICC Y-529. Hal tersebut menunjukkan bahwa khamir *Au. pullulans* UICC Y-527, *Aureobasidium* sp. UICC Y-528, *C. orthopsilosis* UICC Y-533, *Mey. caribbica* UICC Y-518, dan *Mey. caribbica* UICC Y-529 memiliki kemampuan antagonisme terhadap kapang *A. niger* UICC, *A. ochraceus* UICC, dan *A. terreus* UICC.

Hasil pengamatan morfologi antara kapang *A. niger* UICC dengan khamir *Aureobasidium* sp. UICC Y-516 secara makroskopik selama inkubasi empat hari di medium PDB pH 5,0 menunjukkan adanya pembentukan hifa atau miselium dan sporulasi kapang di permukaan medium. Adanya pertumbuhan kapang pada medium cair disebabkan khamir *Aureobasidium* sp. UICC Y-516 tidak dapat menghambat germinasi spora kapang *A. niger* UICC. Namun demikian, hasil pengamatan morfologi antara kapang *A. ochraceus* UICC dan *A. terreus* UICC dengan khamir *Aureobasidium* sp. UICC Y-516 menunjukkan ketiadaan pembentukan hifa atau miselium dan sporulasi kapang di permukaan medium. Ketiadaan pertumbuhan kapang di medium cair disebabkan *Aureobasidium* sp. UICC Y-516 dapat menghambat germinasi konidia *A. ochraceus* UICC dan *A. terreus* UICC. Hasil pengamatan pertumbuhan koloni kapang selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 10.

#### 4.4.4 Pengaruh Antagonistik dari Khamir Filum *Ascomycota* terhadap Morfologi Kapang Patogen *A. niger* UICC, *A. ochraceus* UICC, dan *A. terreus* UICC

Pengamatan morfologi sel khamir pada pengujian antagonisme dilakukan pada inkubasi hari ke-3. Morfologi khamir pada kontrol dan pada perlakuan tidak menunjukkan adanya perubahan bentuk sel, tipe pertunasan, serta susunan sel (Tabel 4.4.4(1)). Hasil pengukuran morfologi sel khamir filum *Ascomycota* pada pengujian antagonisme secara umum mengalami peningkatan panjang sel khamir sebesar 2%--17% dan lebar sel khamir sebesar 1%--24% dibandingkan dengan kontrol. Namun demikian, beberapa spesies khamir mengalami reduksi panjang sel khamir sebesar 3%--17% dan lebar sel khamir sebesar 1%--7%. Hasil pengukuran sel khamir selengkapnya dapat dilihat di Tabel 4.4.4(1) dan Tabel 4.4.4(2). Peningkatan ukuran sel khamir disebabkan khamir mampu

menggunakan nutrisi di dalam medium PDB pH 5,0. Khamir mensekresikan enzim hidrolitik untuk mendegradasi pati menjadi gula sederhana. Gula sederhana tersebut kemudian digunakan khamir untuk menunjang pertumbuhan khamir.

Hasil pengamatan kapang *A. niger* UICC, *A. ochraceus* UICC, dan *A. terreus* UICC pada inkubasi hari ke-3 dalam pengujian antagonisme menunjukkan tidak ditemukan struktur kepala konidia, namun hanya ditemukan hifa kapang. Pertumbuhan kapang hanya ditemukan pada medium perlakuan antara *Aureobasidium* sp. UICC Y-516 yang diinokulasikan dengan *A. niger* UICC, *Aureobasidium* sp. UICC Y-528 yang diinokulasikan dengan *A. niger* UICC, *Mey. caribbica* UICC Y-529 yang diinokulasikan dengan *A. niger* UICC, *Aureobasidium* sp. UICC Y-516 yang diinokulasikan dengan *A. ochraceus* UICC, dan *Aureobasidium* sp. UICC Y-516 yang diinokulasikan dengan *A. terreus* UICC. Kapang *A. niger* UICC, *A. ochraceus* UICC, dan *A. terreus* UICC secara umum mengalami reduksi lebar hifa sebesar 3%--85%. Hasil pengukuran hifa kapang selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.4.4(3). Adanya reduksi lebar hifa kapang menunjukkan pertumbuhan kapang *A. niger* UICC, *A. ochraceus* UICC, dan *A. terreus* UICC terganggu karena nutrisi yang tersedia di dalam medium sedikit. Adanya reduksi hifa kapang *A. niger* UICC, *A. ochraceus* UICC, dan *A. terreus* UICC kemungkinan disebabkan adanya kompetisi nutrisi dan ruang hidup antara khamir dengan kapang. Menurut Sharma dkk. (2009: 209), khamir tumbuh lebih cepat dibandingkan dengan kapang, sehingga populasi khamir meningkat. Peningkatan populasi tersebut menyebabkan penggunaan nutrisi dan ruang hidup yang lebih banyak oleh khamir. Akibatnya, nutrisi yang tersedia di lingkungan menjadi sedikit dan menyebabkan kapang kekurangan nutrisi, sehingga pertumbuhan kapang menjadi terganggu. Handarini (2009: 32) melaporkan khamir *Candida* sp. UICC Y-328 yang ditumbuhkan bersama dengan kapang *A. ochraceus* UICC di dalam medium PDB pH 5,0 mampu mereduksi lebar konidiofor kapang hingga 8,29%.

Tabel 4.4.4(1) Hasil pengamatan morfologi khamir secara mikroskopik berumur 3 hari pada kontrol dan perlakuan dalam pengujian antagonisme di medium PDB pH 5,0 pada suhu 28° C

No.	Nama spesies	Bentuk sel	Pola pertunasan	Susunan sel	<i>Pseudhyphae</i> atau <i>true hyphae</i>
1	Kontrol <i>Aureobasidium pullulans</i> UICC Y-527	Oval	Multipolar	Tunggal	Tidak ada
2	<i>Aureobasidium pullulans</i> UICC Y-527 vs <i>A. niger</i> UICC	Oval	Multipolar	Tunggal	Tidak ada
3	<i>Aureobasidium pullulans</i> UICC Y-527 vs <i>A. ochraceus</i> UICC	Oval	Multipolar	Tunggal	Tidak ada
4	<i>Aureobasidium pullulans</i> UICC Y-527 vs <i>A. terreus</i> UICC	Oval	Multipolar	Tunggal	Tidak ada
5	Kontrol <i>Aureobasidium</i> sp. UICC Y-516	Oval	Multipolar	Tunggal	Tidak ada
6	<i>Aureobasidium</i> sp. UICC Y-516 vs <i>A. niger</i> UICC	Oval	Multipolar	Tunggal	Tidak ada
7	<i>Aureobasidium</i> sp. UICC Y-516 vs <i>A. ochraceus</i> UICC	Oval	Multipolar	Tunggal	Tidak ada
8	<i>Aureobasidium</i> sp. UICC Y-516 vs <i>A. terreus</i> UICC	Oval	Multipolar	Tunggal	Tidak ada
9	Kontrol <i>Aureobasidium</i> sp. UICC Y-528	Oval	Multipolar	Tunggal	Tidak ada
10	<i>Aureobasidium</i> sp. UICC Y-528 vs <i>A. niger</i> UICC	Oval	Multipolar	Tunggal	Tidak ada
11	<i>Aureobasidium</i> sp. UICC Y-528 vs <i>A. ochraceus</i> UICC	Oval	Multipolar	Tunggal	Tidak ada
12	<i>Aureobasidium</i> sp. UICC Y-528 vs <i>A. terreus</i> UICC	Oval	Multipolar	Tunggal	Tidak ada
13	Kontrol <i>Candida orthopsilosis</i> UICC Y-533	Bulat hingga ovoidal	Multipolar	Tunggal atau berkelompok	Tidak ada
14	<i>Candida orthopsilosis</i> UICC Y-533 vs <i>A. niger</i> UICC	Bulat hingga ovoidal	Multipolar	Tunggal atau berkelompok	Tidak ada
15	<i>Candida orthopsilosis</i> UICC Y-533 vs <i>A. ochraceus</i> UICC	Bulat hingga ovoidal	Multipolar	Tunggal atau berkelompok	Tidak ada
16	<i>Candida orthopsilosis</i> UICC Y-533 vs <i>A. terreus</i> UICC	Bulat hingga ovoidal	Multipolar	Tunggal atau berkelompok	Tidak ada

Tabel 4.4.4(1) (lanjutan)

No.	Nama spesies	Bentuk sel	Pola pertunasan	Susunan sel	<i>Pseudhyphae</i> atau <i>true hyphae</i>
17	Kontrol <i>Meyerozyma caribbica</i> UICC Y-518	Bulat hingga oval	Multipolar	Tunggal, berantai, atau berkelompok	Tidak ada
18	<i>Meyerozyma caribbica</i> UICC Y-518 vs <i>A. niger</i> UICC	Bulat hingga oval	Multipolar	Tunggal, berantai, atau berkelompok	Tidak ada
19	<i>Meyerozyma caribbica</i> UICC Y-518 vs <i>A. ochraceus</i> UICC	Bulat hingga oval	Multipolar	Tunggal, berantai, atau berkelompok	Tidak ada
20	<i>Meyerozyma caribbica</i> UICC Y-518 vs <i>A. terreus</i> UICC	Bulat hingga oval	Multipolar	Tunggal, berantai, atau berkelompok	Tidak ada
21	Kontrol <i>Meyerozyma caribbica</i> UICC Y-529	Bulat hingga oval	Multipolar	Tunggal, berantai, atau berkelompok	Tidak ada
22	<i>Meyerozyma caribbica</i> UICC Y-529 vs <i>A. niger</i> UICC	Bulat hingga oval	Multipolar	Tunggal, berantai, atau berkelompok	Tidak ada
23	<i>Meyerozyma caribbica</i> UICC Y-529 vs <i>A. ochraceus</i> UICC	Bulat hingga oval	Multipolar	Tunggal, berantai, atau berkelompok	Tidak ada
24	<i>Meyerozyma caribbica</i> UICC Y-529 vs <i>A. terreus</i> UICC	Bulat hingga oval	Multipolar	Tunggal, berantai, atau berkelompok	Tidak ada

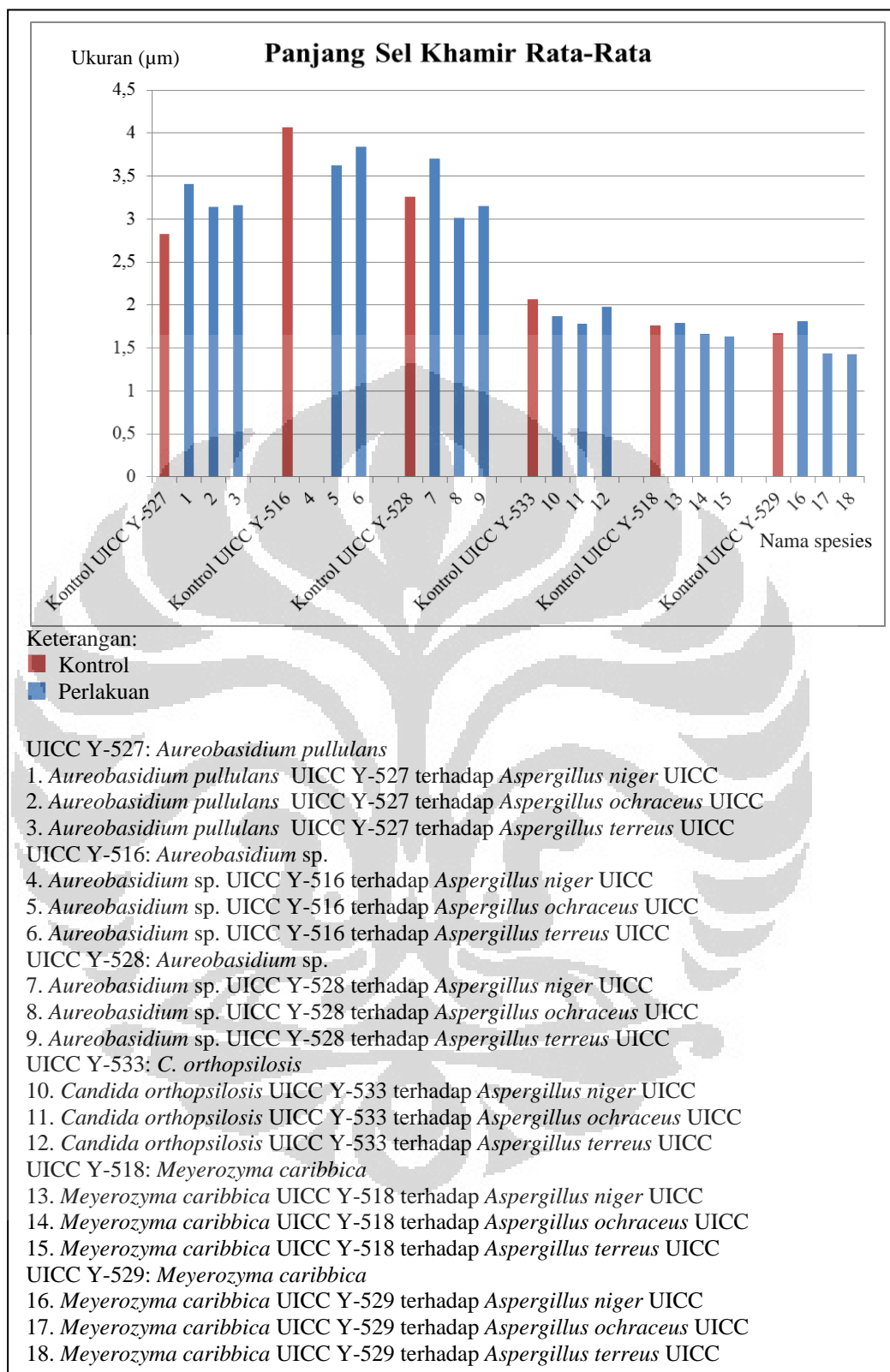
Tabel 4.4.4(2). Ukuran sel khamir filum *Ascomycota* pada kontrol dan perlakuan dalam pengujian antagonisme di medium PDB pH 5,0 pada suhu 28° C

No.	Nama spesies	Persentase perubahan panjang sel	Persentase perubahan lebar sel
1	Kontrol <i>Au. pullulans</i> UICC Y-527		
	<i>Au. pullulans</i> UICC Y-527 terhadap <i>A. niger</i> UICC	17%	15%
	<i>Au. pullulans</i> UICC Y-527 terhadap <i>A. ochraceus</i> UICC	10%	11%
	<i>Au. pullulans</i> UICC Y-527 terhadap <i>A. terreus</i> UICC	11%	13%
2	Kontrol <i>Aureobasidium</i> sp. UICC Y-516		
	<i>Aureobasidium</i> sp. UICC Y-516 terhadap <i>A. niger</i> UICC	0%	0%
	<i>Aureobasidium</i> sp. UICC Y-516 terhadap <i>A. ochraceus</i> UICC	-12%	17%
	<i>Aureobasidium</i> sp. UICC Y-516 terhadap <i>A. terreus</i> UICC	-6%	24%
3	Kontrol <i>Aureobasidium</i> sp. UICC Y-528		
	<i>Aureobasidium</i> sp. UICC Y-528 terhadap <i>A. niger</i> UICC	12%	19%
	<i>Aureobasidium</i> sp. UICC Y-528 terhadap <i>A. ochraceus</i> UICC	-8%	0%
	<i>Aureobasidium</i> sp. UICC Y-528 terhadap <i>A. terreus</i> UICC	-3%	5%
4	Kontrol <i>C. orthopsilosis</i> UICC Y-533		
	<i>C. orthopsilosis</i> UICC Y-533 terhadap <i>A. niger</i> UICC	-10%	-1%
	<i>C. orthopsilosis</i> UICC Y-533 terhadap <i>A. ochraceus</i> UICC	-16%	-7%
	<i>C. orthopsilosis</i> UICC Y-533 terhadap <i>A. terreus</i> UICC	-4%	4%
5	Kontrol <i>Mey. caribbica</i> UICC Y-518		
	<i>Mey. caribbica</i> UICC Y-518 terhadap <i>A. niger</i> UICC	2%	2%
	<i>Mey. caribbica</i> UICC Y-518 terhadap <i>A. ochraceus</i> UICC	-6%	1%
	<i>Mey. caribbica</i> UICC Y-518 terhadap <i>A. terreus</i> UICC	-8%	-5%
6	Kontrol <i>Mey. caribbica</i> UICC Y-529		
	<i>Mey. caribbica</i> UICC Y-529 terhadap <i>A. niger</i> UICC	8%	18%
	<i>Mey. caribbica</i> UICC Y-529 terhadap <i>A. ochraceus</i> UICC	-16%	10%
	<i>Mey. caribbica</i> UICC Y-529 terhadap <i>A. terreus</i> UICC	-17%	-5%

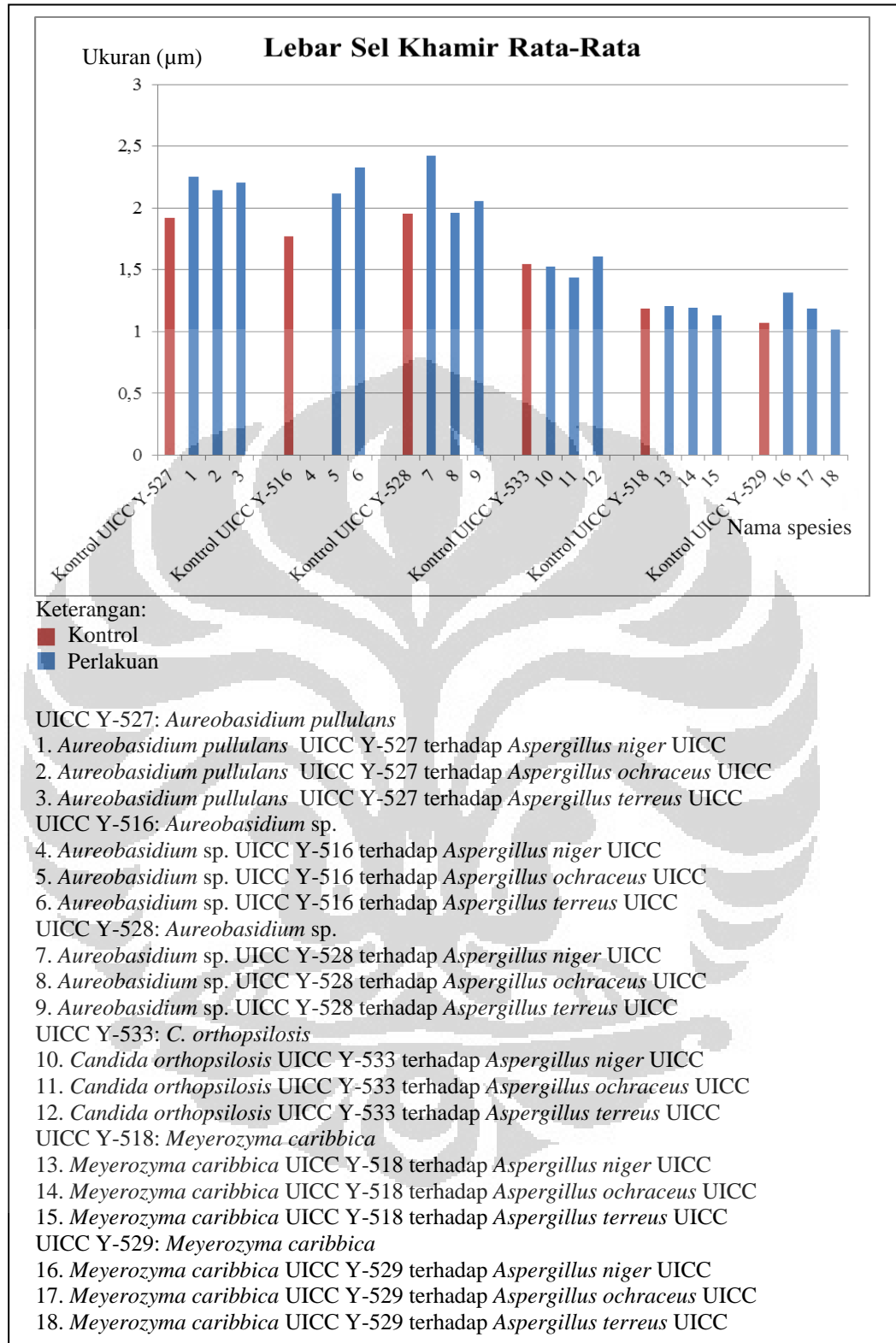
Keterangan: Tanda (-) menunjukkan terjadinya reduksi ukuran sel khamir

Tabel 4.4.4(3). Ukuran hifa kapang *Aspergillus* spp. UICC umur 3 hari pada kontrol dan perlakuan dalam pengujian antagonisme di medium PDB pH 5,0 pada suhu 28° C

No.	Nama spesies	Lebar hifa rata-rata pada hari ke-3 ± SD		Persentase reduksi ukuran hifa
		Kontrol (µm)	Perlakuan (µm)	
1	<i>Aureobasidium</i> sp. UICC Y-516 terhadap <i>A. niger</i> UICC		1,182 ± 0,289	85%
2	<i>Aureobasidium</i> sp. UICC Y-528 terhadap <i>A. niger</i> UICC	2,182 ± 0,548	1,62 ± 0,339	35%
3	<i>Mey. caribbica</i> UICC Y-529 terhadap <i>A. niger</i> UICC		2,12	3%
4	<i>Aureobasidium</i> sp. UICC Y-516 terhadap <i>A. ochraceus</i> UICC	1,946 ± 0,687	1,871 ± 0,469	4%
5	<i>Aureobasidium</i> sp. UICC Y-516 terhadap <i>A. terreus</i> UICC	1,803 ± 0,419	1,707 ± 0,396	6%

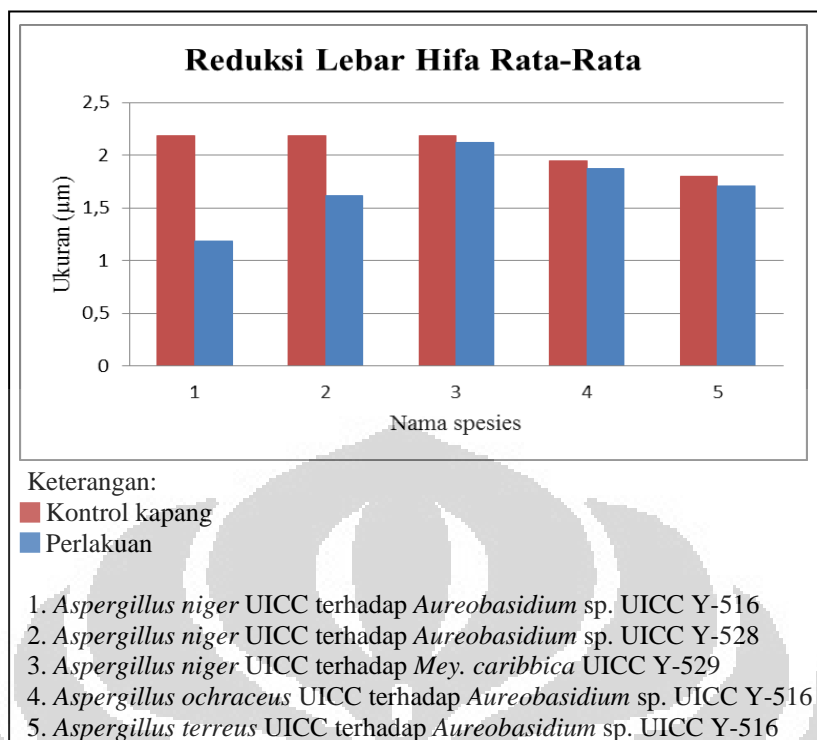


Gambar 4.4.4(1). Grafik perbandingan panjang sel khamir rata-rata pada kontrol dan perlakuan dalam pengujian antagonisme inkubasi hari ke-3 di medium PDB pH 5,0 pada suhu 28° C



Gambar 4.4.4(2). Grafik perbandingan lebar sel khamir rata-rata pada kontrol dan perlakuan dalam pengujian antagonisme inkubasi hari ke-3 di medium PDB pH 5,0 pada suhu 28° C



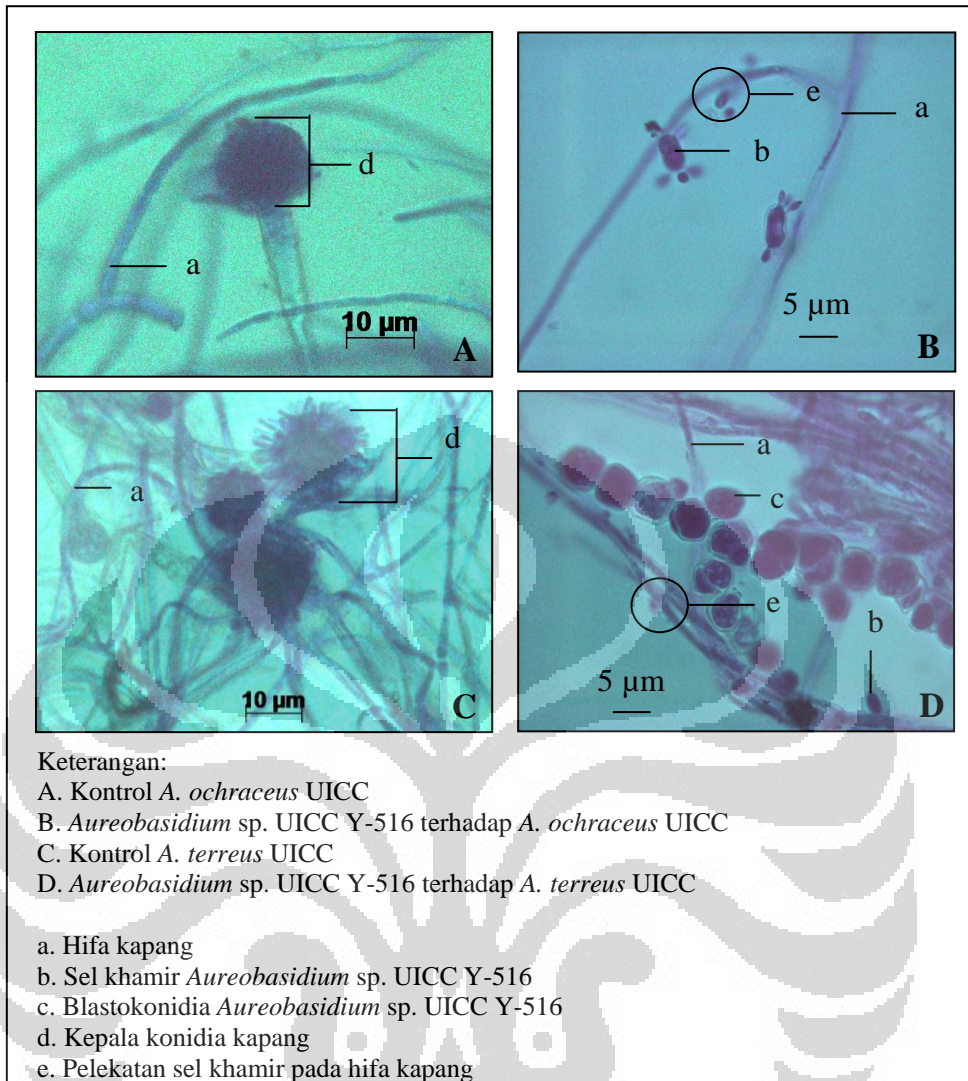


Gambar 4.4.4(3). Grafik perbandingan reduksi lebar hifa rata-rata pada kontrol dan perlakuan dalam pengujian antagonisme inkubasi hari ke-3 di medium PDB pH 5,0 pada suhu 28° C

Hasil pengamatan morfologi khamir dan kapang secara mikroskopik menunjukkan sel khamir *Aureobasidium* sp. UICC Y-516 yang diinokulasikan dengan kapang *A. ochraceus* UICC dan *A. terreus* UICC dapat menempel pada hifa kapang *A. ochraceus* UICC dan *A. terreus* UICC (Gambar 4.4.4.4). Pengamatan morfologi sel khamir *Aureobasidium* sp. UICC Y-528 dan *Mey. caribbica* UICC Y-529 masing-masing yang ditumbuhkan bersama dengan *A. niger* UICC menunjukkan penempelan sel-sel khamir tersebut pada hifa kapang *A. niger* UICC (Gambar 4.4.4.5). Pada pengamatan morfologi secara mikroskopik tersebut ditemukan blastokonidia dari khamir *Aureobasidium* sp. UICC Y-516 dan *Aureobasidium* sp. UICC Y-528. Berdasarkan Demain dkk. (1998: 16), khamir *Aureobasidium* merupakan fungi dimorfik, sehingga dapat membentuk pseudohifa. Kavanagh (2005: 182) melaporkan fungi dimorfik akan membentuk pseudohifa pada kondisi lingkungan dengan nutrien yang rendah, sedangkan menurut Talaro dan Chess (2010: 660) fungi dimorfik akan membentuk pseudohifa pada suhu di bawah 30° C. Menurut Janisiewicz dan

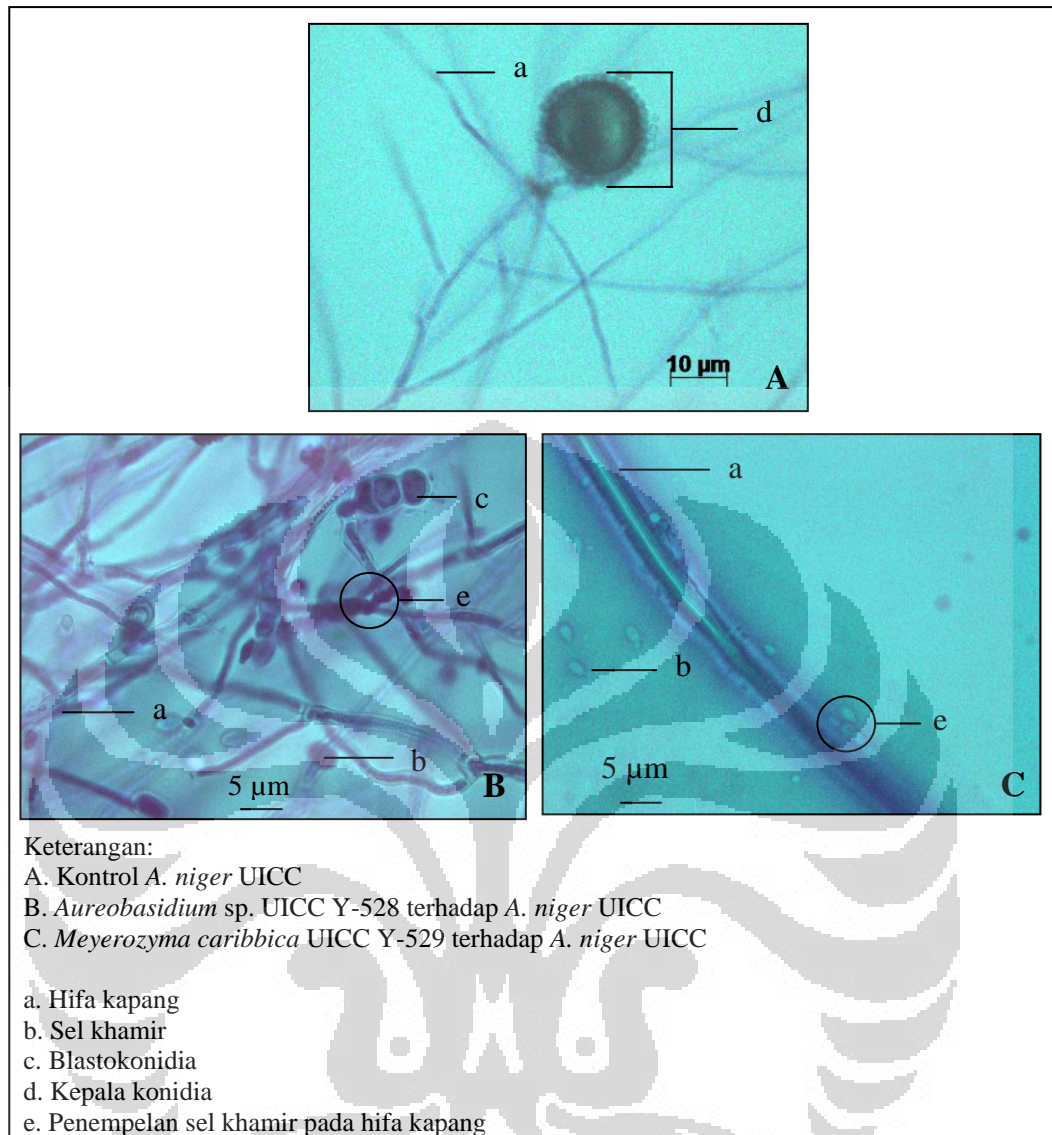
Korsten (2002: 418), penempelan sel khamir pada hifa kapang menyebabkan daerah permukaan hifa kapang yang digunakan untuk menyerap nutrisi berkurang. Sel khamir tersebut menghalangi penyerapan nutrisi oleh kapang. Widyastuti (2008: 30) melaporkan pelekatan khamir *P. guilliermondii* pada hifa kapang *Pen. expansum* dapat menghalangi sekresi enzim hidrolitik yang digunakan kapang untuk mendegradasi medium. Hal tersebut mengakibatkan kapang kekurangan nutrisi, sehingga pertumbuhan kapang terganggu.

Penempelan sel khamir pada hifa kapang merupakan awal dari mekanisme antibiosis dan parasitisme. Pada mekanisme antibiosis, sel khamir menempel pada sel kapang kemudian menghasilkan enzim ekstraseluler untuk mendegradasi dinding sel kapang menjadi molekul yang lebih sederhana. Pada mekanisme parasitisme, molekul sederhana hasil degradasi dinding sel serta cairan di dalam sel kapang digunakan oleh khamir sebagai sumber nutrisi untuk menunjang pertumbuhan khamir. Hashem dan Alamri (2009: 126) melaporkan khamir *P. anomala* Moh 104 dapat melekat pada hifa kapang *Botryodiplodia theobromae* (Lat.) melalui mekanisme antibiosis dan parasitisme. Sel khamir *P. anomala* Moh 104 berkolonisasi dan mengelilingi hifa kapang, kemudian mensekresikan enzim hidrolitik yang mengakibatkan hifa kapang menjadi cekung. Hal tersebut menyebabkan cairan di dalam sel kapang menjadi terpapar, sehingga cairan tersebut digunakan oleh khamir sebagai sumber nutrisi dan menyebabkan pertumbuhan kapang menjadi terganggu.



Gambar 4.4.4(4). Pengamatan morfologi secara mikroskopik pada inkubasi hari ke-3 di medium PDB pH 5,0 pada suhu 28° C antara khamir *Aureobasidium* sp. UICC Y-516 dengan kapang *A. ochraceus* UICC dan *A. terreus* UICC

[Sumber: Dokumentasi pribadi.]



Gambar 4.4.4(5). Pengamatan morfologi secara mikroskopik pada inkubasi hari ke-3 di medium PDB pH 5,0 pada suhu 28° C antara khamir *Aureobasidium* sp. UICC Y-528 dan *Mey. caribbica* UICC Y-529 dengan kapang *A. niger* UICC

[Sumber: Dokumentasi pribadi.]

#### 4.4.5 Hasil Enumerasi Sel Khamir dan Konidia atau Hifa Kapang pada Pengujian Antagonisme

Enumerasi dilakukan dengan metode *Total Plate Count* (TPC) menggunakan medium *Plate Count Agar* (PCA). Hasil enumerasi sel khamir pada pengujian antagonisme menunjukkan peningkatan jumlah sel khamir *C. orthopsilosis* UICC Y-533 sebesar 37,89%--50,09%, *Mey. caribbica* UICC Y-518 sebesar 1,81%--7,07%, dan *Mey. caribbica* UICC Y-529 sebesar 25,29%--40% dibandingkan dengan kontrol. Namun demikian, beberapa khamir mengalami penurunan jumlah sel. Khamir *Au. pullulans* UICC Y-527 mengalami penurunan jumlah sel sebesar 28,27%--63,98%, *Aureobasidium* sp. UICC Y-516 sebesar 58,4%--87,8%, dan *Aureobasidium* sp. UICC Y-528 sebesar 6,66%--41,66% dibandingkan dengan kontrol. Hasil enumerasi sel khamir filum *Ascomycota* selengkapnya dapat dilihat di Lampiran 12. Khamir filum *Ascomycota* yang mengalami penurunan jumlah sel diduga disebabkan khamir tersebut kekurangan nutrisi akibat terjadi kompetisi nutrisi dengan kapang *A. niger* UICC, *A. ochraceus* UICC, dan *A. terreus* UICC. Hal tersebut menyebabkan pertumbuhan khamir menjadi terhambat yang ditunjukkan dari penurunan jumlah sel khamir. Peningkatan jumlah sel khamir pada beberapa spesies khamir filum *Ascomycota* di medium perlakuan dibandingkan dengan kontrol dalam pengujian antagonisme mengindikasikan bahwa khamir tersebut mampu menggunakan nutrisi. Selain itu, khamir yang mengalami peningkatan jumlah sel mengindikasikan bahwa sel khamir tersebut memiliki kemampuan antagonisme terhadap kapang *A. niger* UICC, *A. ochraceus* UICC, dan *A. terreus* UICC. Kemampuan antagonisme dapat dilihat dari peningkatan jumlah sel karena khamir tersebut mampu menguasai nutrisi dibandingkan dengan kapang. Janisiewicz dkk. (2000: 1199) melaporkan khamir antagonis *Au. pullulans* ST1-A24 mengalami peningkatan jumlah sel dari  $4,35 \times 10^6$  CFU/ml menjadi  $5,12 \times 10^6$  CFU/ml dalam jus apel 0,5% ketika ditumbuhkan bersama dengan kapang *Pen. expansum*.

Enumerasi konidia atau hifa kapang pada pengujian antagonisme metode *co-culture* hanya dilakukan pada kontrol *A. niger* UICC dan *A. ochraceus* UICC, sedangkan jumlah konidia atau hifa kapang *A. terreus* UICC tidak diketahui

karena tidak terdapat pertumbuhan pada medium PCA. Ketiadaan pertumbuhan kapang *A. niger* UICC, *A. ochraceus* UICC, dan *A. terreus* UICC pada perlakuan kemungkinan disebabkan pertumbuhan kapang terhambat oleh khamir. Hasil enumerasi konidia atau hifa kapang dapat dilihat pada Tabel 4.4.5.1. Menurut El-Tarabily dan Sivasithamparam (2006: 27--28), akibat interaksi antagonisme pada kapang antara lain terjadi reduksi biomassa, penghambatan waktu sporulasi, serta penghambatan pertumbuhan hifa kapang.

Mekanisme yang terjadi pada interaksi antagonisme antara khamir filum *Ascomycota* dengan kapang *A. niger* UICC, *A. ochraceus* UICC, dan *A. terreus* UICC diduga merupakan mekanisme kompetisi nutrisi dan ruang hidup. Jumlah sel khamir maksimum di dalam medium menyebabkan penyerapan nutrisi oleh khamir menjadi lebih banyak, sehingga ketersediaan nutrisi di dalam medium berkurang. Akibatnya, kapang yang ditumbuhkan bersama dengan khamir di dalam satu medium kekurangan nutrisi, sehingga kapang mengalami penghambatan germinasi konidia. Sharma dkk. (2009: 209--210) melaporkan *C. saitoana* dengan jumlah sel awal  $1 \times 10^7$  CFU/ml efektif dalam mengontrol *Pen. expansum* pada buah apel. Mekanisme yang terjadi adalah mekanisme kompetisi nutrisi dan ruang hidup. Khamir *C. saitoana* diasumsikan menggunakan nutrisi lebih banyak dibandingkan kapang, sehingga populasi khamir meningkat. Peningkatan populasi khamir menyebabkan kapang kekurangan nutrisi, sehingga germinasi spora kapang menjadi terhambat.

Penghambatan pertumbuhan kapang oleh khamir selain melalui mekanisme kompetisi nutrisi dan ruang hidup kemungkinan juga diduga melalui mekanisme antibiosis dan parasitisme. Khamir menempel pada sel kapang dan menggunakan sel kapang sebagai substrat untuk memperoleh nutrisi. Khamir kemudian menghasilkan enzim ekstraseluler yang dapat mendegradasi komponen pembentuk dinding sel kapang menjadi molekul yang lebih sederhana. Molekul sederhana hasil degradasi dinding sel kapang digunakan oleh khamir sebagai sumber nutrisi untuk melakukan metabolisme. Chan dan Tian (2005: 210 & 220) melaporkan khamir *P. membranifaciens* dapat melekat pada hifa kapang *Monilinia fructicola* dan *Pen. expansum*. Mekanisme yang terjadi adalah mekanisme antibiosis dan parasitisme. Khamir *P. membranifaciens* menempel

pada hifa kapang, kemudian mensekresikan enzim  $\beta$ -1,3-glukanase dan ekso-kininase yang menyebabkan dinding hifa kapang terdegradasi menjadi molekul sederhana. Sel khamir kemudian menggunakan sel kapang sebagai sumber nutrisi untuk menunjang pertumbuhan khamir.

Tabel 4.4.5.1. Hasil enumerasi sel khamir filum *Ascomycota* pada kontrol dan perlakuan dalam pengujian antagonisme umur 3 hari di medium PCA pada suhu 28 °C

No.	Nama spesies	Kisaran $\Sigma$ sel khamir (CFU/ml)	Persentase perubahan $\Sigma$ CFU
1	Kontrol <i>Au. pullulans</i> UICC Y-527	$(2,09--6,5) \times 10^7$	-
	<i>Au. pullulans</i> UICC Y-527 terhadap <i>A. niger</i> UICC	$(1,51--2,26) \times 10^7$	-42,85%
	<i>Au. pullulans</i> UICC Y-527 terhadap <i>A. ochraceus</i> UICC	$(1,66--2,1) \times 10^7$	-63,98%
	<i>Au. pullulans</i> UICC Y-527 terhadap <i>A. terreus</i> UICC	$(2,0--2,73) \times 10^7$	-28,27%
2	Kontrol <i>Aureobasidium</i> sp. UICC Y-516	$(5,0--12,5) \times 10^7$	-
	<i>Aureobasidium</i> sp. UICC Y-516 terhadap <i>A. niger</i> UICC	0	-
	<i>Aureobasidium</i> sp. UICC Y-516 terhadap <i>A. ochraceus</i> UICC	$(1,0--1,08) \times 10^7$	-58,4%
	<i>Aureobasidium</i> sp. UICC Y-516 terhadap <i>A. terreus</i> UICC	$(0,66--1,5) \times 10^7$	-87,8%
3	Kontrol <i>Aureobasidium</i> sp. UICC Y-528	$(0,9--1,5) \times 10^7$	-
	<i>Aureobasidium</i> sp. UICC Y-528 terhadap <i>A. niger</i> UICC	$(1,31--1,4) \times 10^7$	-25%
	<i>Aureobasidium</i> sp. UICC Y-528 terhadap <i>A. ochraceus</i> UICC	$(1,36--2,0) \times 10^7$	-6,66%
	<i>Aureobasidium</i> sp. UICC Y-528 terhadap <i>A. terreus</i> UICC	$(0,96--1,14) \times 10^7$	-41,66%
4	Kontrol <i>C. orthopsilosis</i> UICC Y-533	$12,9 \times 10^7$	-
	<i>C. orthopsilosis</i> UICC Y-533 terhadap <i>A. niger</i> UICC	$25,85 \times 10^7$	50,09%
	<i>C. orthopsilosis</i> UICC Y-533 terhadap <i>A. ochraceus</i> UICC	$21,2 \times 10^7$	37,89%
	<i>C. orthopsilosis</i> UICC Y-533 terhadap <i>A. terreus</i> UICC	$25,35 \times 10^7$	49,11%
5	Kontrol <i>Mey. caribbica</i> UICC Y-518	$(15,7--20,0) \times 10^7$	-
	<i>Mey. caribbica</i> UICC Y-518 terhadap <i>A. niger</i> UICC	$(15,36--21,0) \times 10^7$	1,81%
	<i>Mey. caribbica</i> UICC Y-518 terhadap <i>A. ochraceus</i> UICC	$(17,43--21,0) \times 10^7$	7,07%
	<i>Mey. caribbica</i> UICC Y-518 terhadap <i>A. terreus</i> UICC	$16,65 \times 10^7$	-6,72%

Tabel 4.4.5.1 (lanjutan)

6	Kontrol <i>Mey. caribbica</i> UICC Y-529	$(17,43--21,0) \times 10^7$	-
	<i>Mey. caribbica</i> UICC Y-529 terhadap <i>A. niger</i> UICC	$15,6 \times 10^7$	40%
	<i>Mey. caribbica</i> UICC Y-529 terhadap <i>A. ochraceus</i> UICC	$12,85 \times 10^7$	25,29%
	<i>Mey. caribbica</i> UICC Y-529 terhadap <i>A. terreus</i> UICC	$14,95 \times 10^7$	35,78%

Keterangan: Tanda (-) menunjukkan adanya penurunan jumlah sel khamir

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa khamir filum *Ascomycota* dari tanaman saeh (*Br. papyrifera*) asal Trowulan, yaitu *Au. pullulans* UICC Y-527, *Aureobasidium* sp. UICC Y-516, *Aureobasidium* sp. UICC Y-528, *Candida orthopsilosis* UICC Y-533, *Mey. caribbica* UICC Y-518, dan *Mey. caribbica* UICC Y-529, memiliki kemampuan antagonisme terhadap kapang *A. niger* UICC, *A. ochraceus* UICC, dan *A. terreus* UICC. Kemampuan antagonisme khamir dapat dilihat dari ketiadaan pertumbuhan hifa atau miselium dan sporulasi pada permukaan medium, mortalitas kapang sebesar 100%, reduksi ukuran hifa kapang sebesar 3%--85%, peningkatan panjang sel khamir sebesar 2%--17% dan lebar sel khamir sebesar 1%--24%, dan peningkatan jumlah sel khamir sebesar 1,81%--50,09%. Khamir antagonis potensial adalah *Aureobasidium* sp. UICC Y-516 karena khamir tersebut dapat menghambat pertumbuhan kapang berupa reduksi ukuran hifa sebesar 85% dan kapang tersebut mengalami mortalitas sebesar 100%. Khamir antagonis potensial yang diperoleh diharapkan dapat digunakan sebagai agen biokontrol dalam menghambat pertumbuhan kapang patogen pada tanaman.



## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

1. Khamir *Ascomycota* dari daun *Br. papyrifera* asal Trowulan, yaitu *Aureobasidium pullulans* UICC Y-527, *Aureobasidium* sp. UICC Y-528, *Candida orthopsilosis* UICC Y-533, *Meyerozyma caribbica* UICC Y-518, dan *Mey. caribbica* UICC Y-529, memiliki kemampuan antagonisme terhadap kapang patogen tomat (*L. esculentum*), *A. niger* UICC, *A. ochraceus* UICC, dan *A. terreus* UICC. Kemampuan antagonisme khamir ditunjukkan dengan ketiadaan pertumbuhan hifa atau miselium dan sporulasi kapang pada permukaan medium, mortalitas kapang 100%, reduksi ukuran hifa kapang 3%--85%, peningkatan jumlah sel khamir 1,81%--50,09%, peningkatan panjang sel khamir 2%--17% dan peningkatan lebar sel khamir 1%--24%.
2. Khamir antagonis potensial adalah *Aureobasidium* sp. UICC Y-516 yang memiliki kemampuan mereduksi pertumbuhan kapang (reduksi ukuran hifa 85% dan menyebabkan mortalitas kapang 100% pada inkubasi hari ke-4).

#### 5.2 Saran

1. Perlu dilakukan pengamatan morfologi menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) atau *Transmission Electron Microscopy* (TEM) untuk mengetahui perubahan morfologi hifa kapang dan khamir akibat terjadinya interaksi antagonisme.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui potensi khamir *Aureobasidium* sp. UICC Y-516 sebagai agen biokontrol.

## DAFTAR ACUAN

- Atlas, R. M. 2010. *Handbook of microbiological media*. CRC Press Inc., Florida: vi + 2036 hlm.
- Azizmohseni, F., L.A. Hejri & M. Azar. 2007. The potential of yeast, *Pseudozyma fusiformata* strain Y76 to control *Aspergillus flavus* for reducing aflatoxin in Pistachio. Proceedings of the 11th International Conference on Culture Collections: Connections between collections. 7--11 October 2007, Goslar Germany: 66--69.
- Bar-Shimon, M., H. Yehuda, L. Cohen, B. Weiss, A. Kobeshnikov, A. Daus, M. Goldway, M. Wisniewski, & S. Droby. 2004. Characterization of extracellular lytic enzymes produced by the yeast biocontrol agent *Candida oleophila*. *Curr. Genet.* **45**: 140--148.
- Barnett, H.L. & B.B. Hunter. 1998. *Illustrated genera of imperfect fungi*. 4th ed. APS PRESS The American Phyto-pathological society St. Paul, Minnesota: ixix + 218 hlm.
- Barton, L.L. & D.E. Northup. 2011. *Microbial ecology*. John Wiley & Sons, New Jersey: xxv + 407 hlm.
- Bencheqroun, S. K., M. Bajji, S. Massart, M. Labhilili, S. El Jaafari, & M. H. Jijakli. 2007. In vitro and in situ study of postharvest apple blue mold biocontrol by *Aureobasidium pullulans*: Evidence for the involvement of competition for nutrients. *Postharvest Biol. and Technol.* **46**: 128--135.
- Benson, H.J. 2001. *Microbiological application: Laboratory manual in general microbiology*. The McGraw-Hills Company, Inc., New York: xi + 478 hlm.
- Blum, L.E.B. 2000. Reduction of incidence and severity of *Septoria lycopersici* Leaf spot of tomato with bacteria and yeasts. *Ciência Rural* **30**(5): 761--765.
- Carlile, M.J., S.C. Watkinson, & G.W. Gooday. 2001. *The fungi*. Academic Press, California: xix + 588 hlm.
- Chan, Z. & S. Tian. 2005. Interaction of antagonistic yeasts against postharvest pathogens of apple fruit and possible mode action. *Postharvest Biol. Technol.* **36**: 215--223.

- Chen, Y.C., Y.H. Lin, K.W. Chen, J. Lii, H.J. Teng, S.Y. Li. 2010. Molecular epidemiology and antifungal susceptibility of *Candida parapsilosis* sensu stricto, *Candida orthopsilosis*, and *Candida metapsilosis* in Taiwan. *Diagn. Microbiol. Infect. Dis.* **68**: 284--292.
- Chiba University. 2012. *Aureobasidium pullulans* colony-2. 29 Mei 2012. [http://www.pf.chiba-u.ac.jp/gallery/fungi/a/Aureobasidium\\_pullulans\\_colony-2.htm](http://www.pf.chiba-u.ac.jp/gallery/fungi/a/Aureobasidium_pullulans_colony-2.htm). Diakses tanggal 8 Juni 2012, pk. 20.12 WIB.
- Chiba University. 2012. *Candida parapsilosis* colony. 29 Mei 2012. [http://www.pf.chiba-u.ac.jp/gallery/fungi/c/Candida\\_parapsilosis\\_colony.htm](http://www.pf.chiba-u.ac.jp/gallery/fungi/c/Candida_parapsilosis_colony.htm). Diakses tanggal 8 Juni 2012, pk. 20.30 WIB.
- Coelho, A.R., M.G. Celii, E.Y.S. Ono, G. Wosiacki, F.L. Hoffmann, F.C. Pagnocca, & E.Y. Hirooka. 2007. *Penicillium expansum* versus antagonist yeast and patulin degradation in vitro. *Braz. Arch. Biol. Technol.* **50** (4): 725--733.
- Deacon, J.W. 2006. *Fungal biology*. Blackwell Publishing, Cornwall: iv + 371 hlm.
- Deak, T. 2008. *Handbook of food spoilage yeasts*. 2nd ed. CRC Press, New York: 325 hlm.
- Demain, A.L., H.J. Phaff, & C.P. Kurtzman. 1998. The industrial and agricultural significance of yeasts. *Dalam*: Kurtzman, C. P., & J. W. Fell. 1998. *The yeast: A taxonomic study*. 4th ed. Elsevier, Amsterdam: 13--20.
- Djarwanto. 2009. *Studi pemanfaatan tiga jenis fungi pada pelapukan daun dan ranting mangium di tempat terbuka*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan, Bogor: 14 hlm.
- Drawing and Drafting Digital. 2008. Colour chart for Faber Castell polychromos pencils and pastels. [http://www.drawinganddrafting.com.au/category247\\_1.htm](http://www.drawinganddrafting.com.au/category247_1.htm). Diakses tanggal 5 Mei 2012, pk 15.05 WIB.

- El-Tarabily, K.A. & K. Sivasithamparam. 2006. Potential of yeasts as biocontrol agents of soil-borne fungal plant pathogens and as plant growth promoters. *Mycoscience* **47**: 25--35.
- Fonseca, Á. & J. Inácio. 2006. Phylloplane yeast. *Dalam*: Peter, G. & C. Rosa. 2006. *The yeast handbook: Biodiversity and ecophysiology of yeasts*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg: 263--301.
- Gandjar, I., R.A. Samson, K. van den Tweel-Vermeulen, A. Oetari, & I. Santoso. 1999. *Pengenalan kapang tropik umum*. Yayasan Obor Indonesia, Jakarta: xiii + 136 hlm.
- Gandjar, I., W. Sjamsuridzal, A. Oetari. 2006. *Mikologi dasar dan terapan*. Yayasan Obor Indonesia, Jakarta: xi + 236 hlm.
- Gleason, M.L. & B.A. Edmunds. 2006. *Tomato diseases and disorders*. Department of Plant Pathology, Iowa State University of Science and Technology, Iowa: 12 hlm.
- Golubev, W.I. 2006. Antagonistic interactions among yeasts. *Dalam*: Rosa, C.A & G. Peter (eds.). 2006. *Biodiversity and ecophysiology of yeasts*. Springer, Germany: 197--219.
- Gomori, G. 1995. Preparation of buffers for use in the enzyme studies. *Dalam*: Colowick, S.P. & N.O. Kaplan. 1995. *Methods in enzymology*. Academic Press Inc., New York: 138--146.
- Haggag, W.M. & H.A.A. Mohamed. 2007. Biotechnological aspects of microorganisms used in plant biological control. *American-Eurasian J. of Sust. Agri.*, **1**(1): 7--12.
- Handarini. 2009. Pengujian kemampuan antagonistik khamir epifit asal Kebun Raya Cibodas terhadap kapang dari tanaman tomat terinfeksi. *Dalam*: Pengujian kemampuan antagonistik khamir epifit asal Kebun Raya Cibodas dan potensi *Candida* sp. Berkhout UICC U-328 sebagai agen biokontrol *Aspergillus ochraceus* Wilhelm pada tomat pascapanen. Tesis S2. Departemen Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia (UI), Depok: 129 hlm.

- Health Reply. 2009. *Treatment yeast infection*. 7 September 2009.  
<http://www.health-reply.com/treatment-yeast-infection/>. Diunduh tanggal 13 Juni 2012 pk. 15.32 WIB.
- Helbig, J. 2002. Ability of the antagonistic yeast *Cryptococcus albidus* to control *Botrytis cinerea* in strawberry. *BioControl* **47**: 85–99.
- Hogg, S. 2005. *Essential microbiology*. John Wiley & Sons Ltd., West Sussex: x + 468 hlm.
- Janisiewicz, W.J. & L. Korsten. 2002. Biological control of postharvest diseases of fruits. *Ann. Rev. Phytopathology* **40**: 411--41.
- Janisiewicz, W. J., T. J. Tworkoski & C. Sharer. 2000. Characterizing the mechanism of biological control of postharvest diseases on fruits with a simple method to study competition for nutrients. *Phytopathol.* **90**: 1196--1200.
- Jijakli, M. H. & P. Lepoivre. 1998. Characterization of an exo- $\beta$ -1,3-glucanase produced by *Pichia anomala* strain K, antagonist of *Botrytis cinerea* on apples. *The American Phytopathol. Soc.* **8(44)**: 335--343.
- Kavanagh, K. 2005. *Fungi biology and applications*. John Wiley & Sons Ltd., West Sussex: xi + 267 hlm.
- Khan, M.R. & M.A. Anwer. 2011. Fungal bioinoculants for plant disease management. *Dalam: Ahmad, I, F. Ahmad, & J. Pichtel. 2011. Microbes and microbial technology: Agricultural and environmental applications*. Springer, New York: 447--488.
- Kinghorn, A.D., J.M. Pezzuto, D. Lee, K.P.L. Bhat. 2003. Aromatase inhibitors from *Broussonetia papyrifera*. *US Patent Pub. App.* **US 2003/0125377 A1**: 1--19.
- Klich, M.A. 2002. *Identification of common Aspergillus species*. Centraalbureau voor Schimmelcultures, Utrecht, Netherlands: vi + 116 hlm.
- Kurtzman, C. P., & J. W. Fell. 1998. *The yeast: A taxonomic study*. 4th ed. Elsevier, Amsterdam: xvii + 1055 hlm.
- Kurtzman, C.P. & J.W. Fell. 2006. Yeasts systematic and phylogeny – Implications of molecular identification methods for studies in ecology.

- Dalam*: Rosa, C.A & G. Peter (eds.). 2006. *Biodiversity and ecophysiology of yeasts*. Springer, Germany: 11--30.
- Kurtzman, C.P. & M. Suzuki. 2010. Phylogenetic analysis of ascomycete yeasts that form coenzyme Q-9 and the proposal of the new genera *Babjeviella*, *Meyerozyma*, *Millerozyma*, *Priceomyces*, and *Scheffersomyces*. *Mycoscience* **51**: 2--14.
- Kurtzman, C. P., J. W. Fell, T. Boekhout. 2011. *The yeast: A taxonomic study*. 5th ed. Elsevier, Amsterdam: xvii + 2354 hlm.
- Madigan, M.T., J.M. Martinko, D.A. Stahl, & D.P. Clark. 2012. *Brock: Biology of microorganisms*. 13th ed. Pearson Benjamin Cummings, San Fransisco: xxviii + 1045 hlm.
- Manso, T. & C. Nunes. 2011. *Metschnikowia andauensis* as a new biocontrol agent of fruit postharvest diseases. *Postharvest Biol. Technol.* **61**: 64--71.
- Mariutti, L.R.B. & L.M.V Soares. 2008. Survey of aflatoxins in tomato products. *Ciênc. Tecnol. Aliment.* **29**(2): 431--434.
- Mendes, T.D., A. Rodrigues, I. Dayo-Owoyemi, F.A.L. Marson, & F.C. Pagnocca. 2012. Generation of nutrients and detoxification: Possible roles of yeasts in leaf-cutting ant nests. *Insects* **3**: 228--245.
- Meyer, S.A., R.W. Payne, & D. Yarrow. 1998. *Candida* Berkhout. *Dalam*: Kurtzman, C. P., & J. W. Fell. 1998. *The yeast: A taxonomic study*. 4th ed. Elsevier, Amsterdam: 454--573.
- Moillé, B., U.R. Charrondièrre, B. Burlingame, & N. Litaladio. 2010. *Nutrient composition of the potato: Interesting varieties from human nutrition perspective*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy: 1 hlm.
- Oktaviani, A. 2009. Antagonisme khamir genus *Candida*, *Cryptococcus*, *Debaryomyces*, *Metschnikowia*, dan *Rhodotorula* dengan isolat fungi dari buah tomat pascapanen dan tanaman tomat terinfeksi. Skripsi S1. Departemen Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia (UI), Depok: 112 hlm.

- Orwa C., A. Mutua, R. Kindt, R. Jamnadass, A. Simons. 2009. *Broussonetia papyrifera*: Paper mulberry. Agroforestry Database: a tree reference and selection guide version 4.0: 1--5.
- Permadi, T. 2005. Konservasi tradisi pembuatan daluang sebagai salah satu upaya penyelamatan teknologi tradisional nusantara. Program Studi Bahasa dan Sastra Indonesia, Jurusan Pendidikan Bahasa dan Sastra Indonesia, Fakultas Pendidikan Bahasa dan Seni, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung: 1--19.
- Pimenta, R.S., F.L. Silva, P.B. Morais, D.T. Braga, C.A. Rosa, & A. Correa Jr. 2008. Biological control of *Penicillium italicum*, *P. digitatum*, and *P. expansum* by the predacious yeast *Saccharomycopsis schoenii* on oranges. *Braz. J. of Microbiol.* **39**: 85--90.
- Pimenta, R.S, P.B. Morais, C.A. Rosa, & A. Correa Jr. 2009. Utilization of yeasts in biological control programs. *Dalam: Satyanarayana, T. & G. Kunze (eds.). 2009. Yeast biotechnology: Diversity and applications.* Springer, Germany: 199--214.
- Pitt, J.I. & A.D. Hocking. 2009. *Fungi and food spoilage*. 3rd ed. Springer, New York: xv + 501 hlm.
- Ray, B. & A. Bhunia. 2008. *Fundamental food microbiology*. 4th ed. CRC Press, New York: 492 hlm.
- Rosa, M.M., S.M. Tauk-Tornisielo, P.E. Rampazzo, & S.R. Ceccato-Antonini. 2010. Evaluation of the biological control by the yeast *Torulasporea globosa* against *Colletotrichum sublineolum* in sorghum. *World J. Microbiol. Biotechnol.* **26**: 1491--1502.
- Samson, R. A., E. S. Hoekstra, & J. C. Frisvad. 2004. *Introduction to food- and airborne fungi*. Centraalbureau Voor Schimmelcultures, Utrecht: 383 hlm.
- Saligkarias, I.D, F.T. Gravanis, & H.A.S. Epton. 2002. Biological control of *Botrytis cinerea* on tomato plants by the use of epiphytic yeasts *Candida guilliermondii* strains 101 and US 7 and *Candida oleophila* strain I-182: II. a study on mode of action. *Biol. Control* **25**: 151--161.

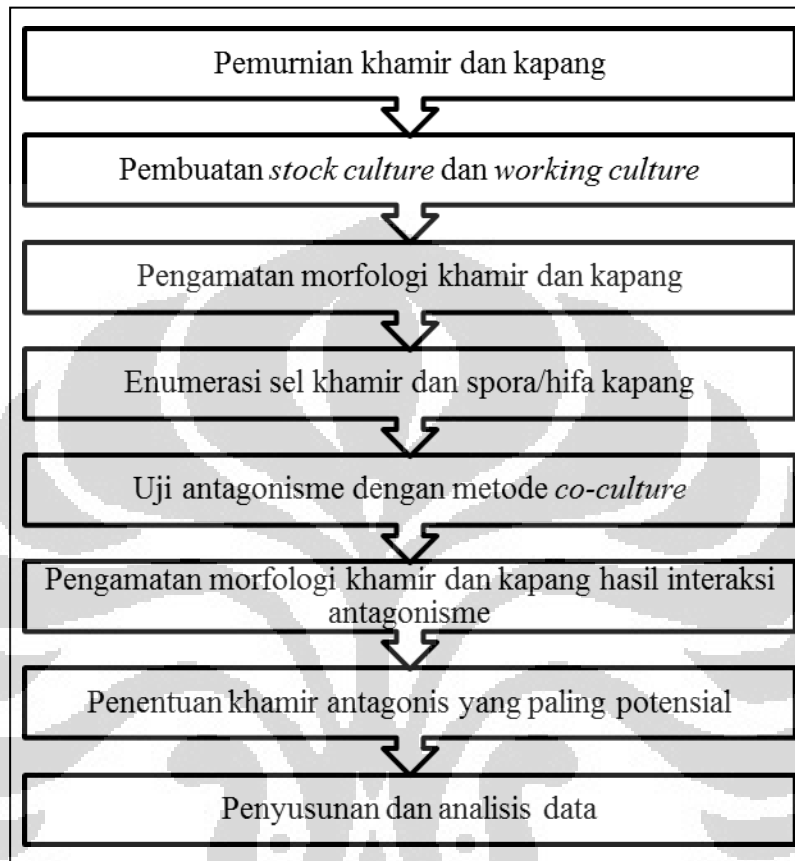
- Sharma, N. & P. Awasthi. 2010. Postharvest technology – Yeast as biocontrol agents: Progress, problems and prospects. *Dalam: Arya, A. & A.E. Perello* (eds.). 2010. *Management of fungal plant pathogens*. CABI, London, UK: 100--120.
- Sharma, R.R., D. Singh, & R. Singh. 2009. Biological control of postharvest diseases of fruits and vegetables by microbial antagonists: A review. *Biol. Control* **50**: 205--221.
- Sjamsuridzal, W. 2007. *Yeast diversity and conservation Gunung Halimun National Park, Indonesia*. Nagao Natural Environment Foundation, Depok: iii + 254 hlm.
- Sohn, H.Y., C.S. Kwon, & K.H. Son. 2010. Fungicidal effect of prenylated flavonol, papyriflanol A, isolated from *Broussonetia papyrifera* (L.) Vent. against *Candida albicans*. *J. Microbiol. Biotechnol.* **20**(10): 1397--1402.
- Sukmawati, D., A. Oetari, & W. Sjamsuridzal. 2011. Isolation and identification of yeasts from *Broussonetia papyrifera* Vent. from Trowulan, Indonesia. International Seminar on Current Research Progress In Sciences and Technology. September 2011, Bali Indonesia: 1.
- Swearingen, J.M. 2005. Paper mulberry. Plant Conservation Alliances Alien Plant Working Group: 1--3.
- Talaro, K.P. & A. Talaro. 2002. *Foundations in microbiology*. 4th ed. The McGraw-Hill Companies, New York: xxix + 834 hlm.
- Talaro, K.P & B. Chess. 2010. *Foundations in microbiology*. 8th ed. The McGraw-Hill Companies, New York: xxxi + 828 hlm.
- Tavanti, A., A.D. Davidson, N.A.R. Gow, M.C.J. Maiden, & F.C. Odds. 2004. *Candida orthopsilosis* and *Candida metapsilosis* spp. nov to replace *Candida parapsilosis* groups II and III. *J. Clin. Microbiol.* **43**(1): 284--292.
- Thonglem, K., A. Plikomol, & W. Pathom-aree. 2007. Growth inhibition of *Penicillium digitatum* by antagonistic microorganisms isolated from various parts of orange tree. *Mj. Int. J. Sci. Tech.*, **01**(02): 208--215.



- Viljoen, B.C. 2006. Yeast ecological interactions. Yeast-yeast, yeast-bacteria, yeast-fungi interaction, and yeast as biocontrol agents. *Dalam: Querol, A. & G. Fleet (eds.). 2006. Yeast in food and beverages. Springer, Germany: 83--110.*
- Whipps, J.M. & R.D. Lumsden. 2001. Commercial use of fungi as plant disease biological control agents: Status and prospects. *Dalam: Butt, T.M., C. Jackson, & N. Magan. 2001. Fungi as biocontrol agents: Progress, problems, and potential. 2001. CABI, London, UK: 9--22.*
- Whistler, W. A. & C. R. Elevitch. 2006. *Broussonetia papyrifera* (paper mulberry) ver. 2.1. *Dalam: Elevitch, C.R. (ed.). Species profiles for Pacific Island agroforestry. Permanent Agriculture Resources (PAR), Hōlualoa, Hawai'i: 13 hlm.*
- Widyastuti, S. 2008. Physical interactions between yeast *Pichia guilliermondii* and post-harvest fruit pathogen *Penicillium expansum*. *J. Biosci.* **15**(1): 27--31.
- Yarrow, D. 1998. Methods for the isolation, maintenance and identification of yeasts. *Dalam: Kurtzman, C. P., & J. W. Fell. 1998. The yeast: A taxonomic study. 4th ed. Elsevier, Amsterdam: 77--100.*
- Yong, P.V.C., P P. Chong, L.Y. Lau, R.S.C. Yeoh, & F. Jamal. 2008. Molecular identification of *Candida orthopsilosis* isolated from blood culture. *Mycopathologia* **165**: 81--87.
- Zhang, D., D. Spadaro, A. Garibaldi, & M.L. Gullino. Efficacy of the antagonist *Aureobasidium pullulans* PL5 against postharvest pathogens of peach, apple and plum and its modes of action. *BioControl* **54**: 172--180.
- Zheng, X., H. Zhang, & Y. Xi. 2004. Effects of *Cryptococcus laurentii* (Kufferath) Skinner on biocontrol of postharvest decay of arbutus berries. *Bot. Bull. Acad. Sin.* **45**: 55--60.

## LAMPIRAN

Lampiran 1. Skema Kerja

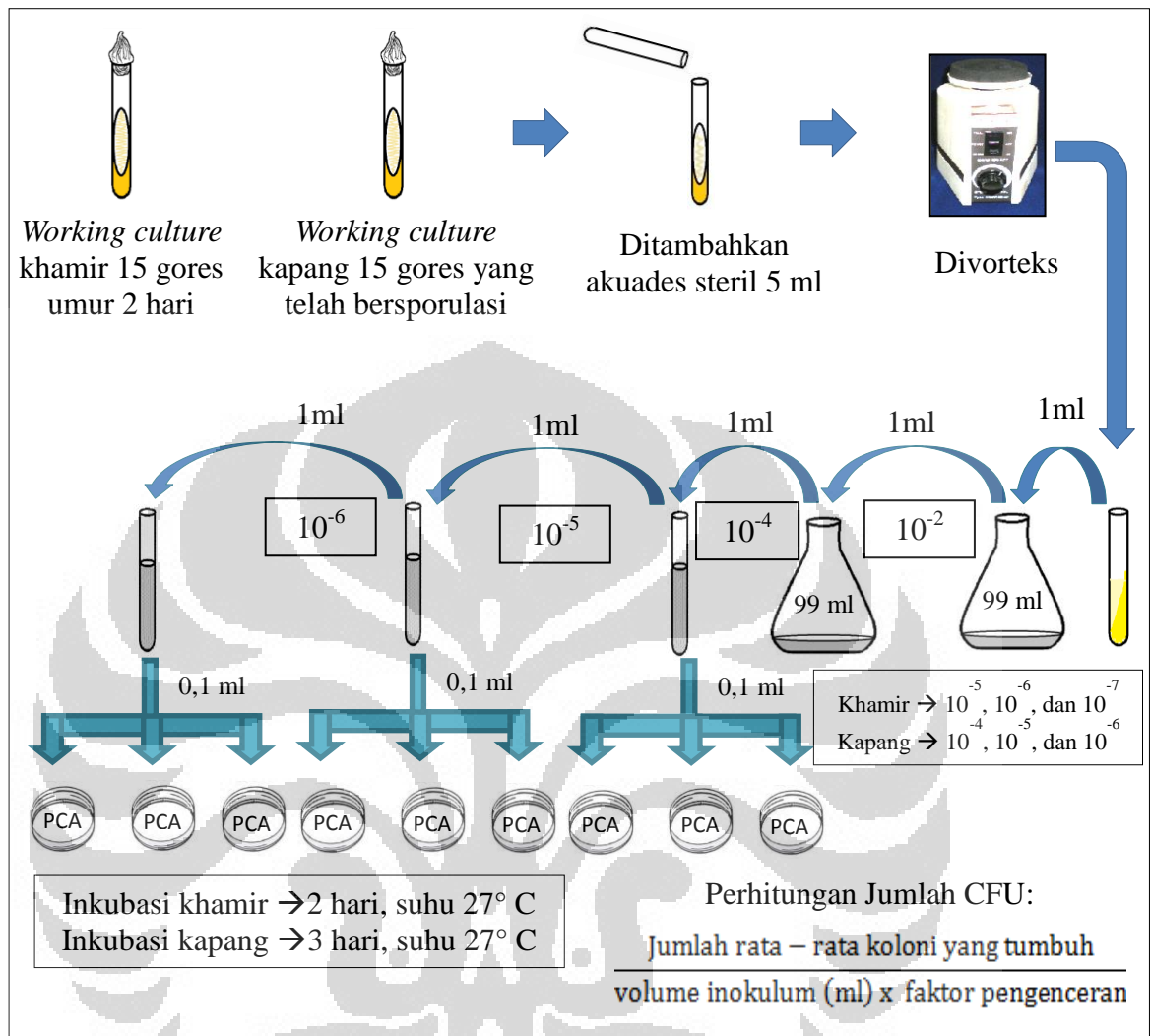


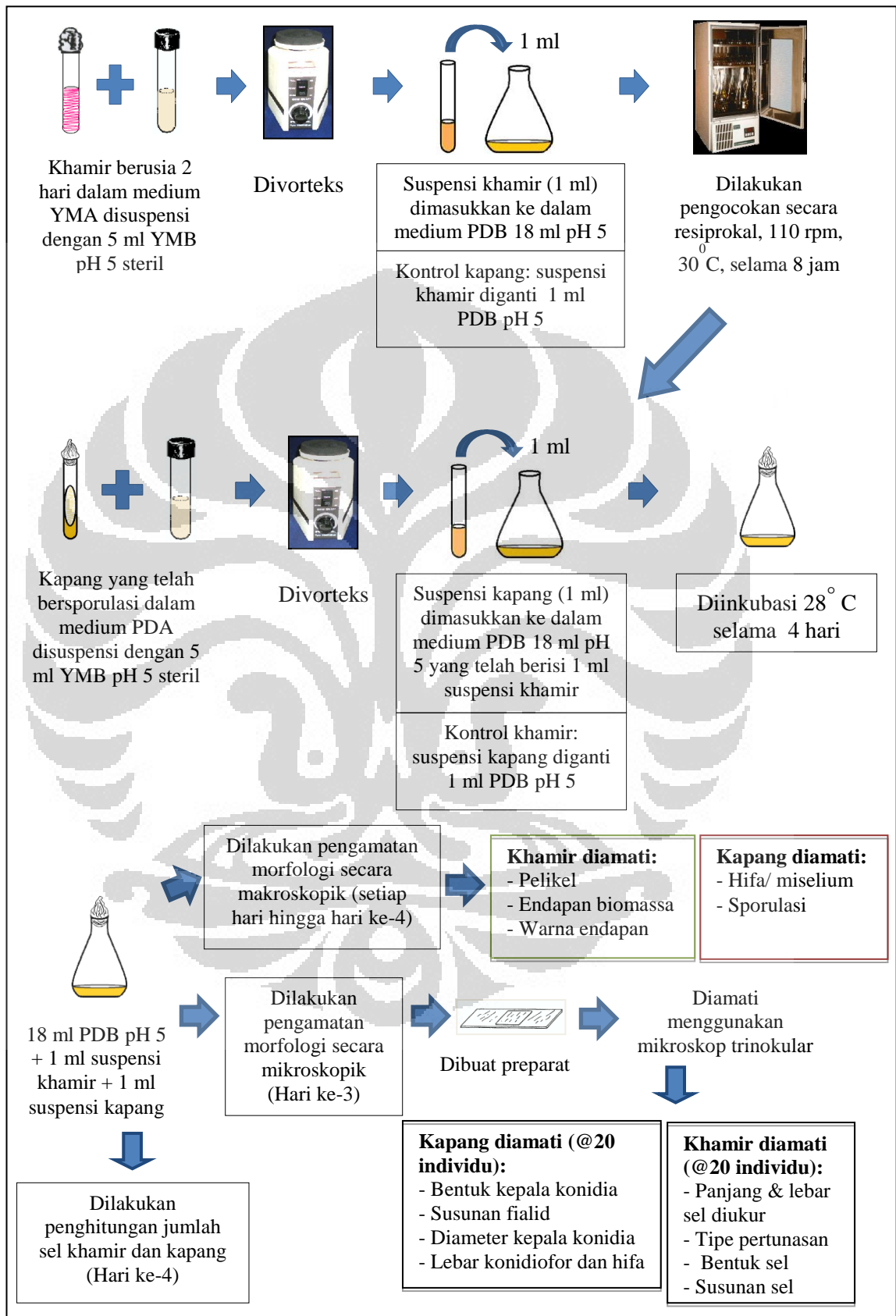
## Lampiran 2. Standar warna

[Sumber: Drawing and Drafting Digital 2008: 1.]

101	white	166	grass green
103	ivory	171	light green
102	cream	170	apple green
104	zinc yellow	168	moss green
105	lemon cadmium	167	sap green
106	light chrome	158	sea green
107	lemon	159	Hooker's green
108	canary yellow	165	juniper green
109	orange yellow	172	grey green
111	tangerine	174	cedar green
113	light orange	173	olive green
115	dark orange	175	dark sepia
117	vermilion	177	sepia light
118	scarlet lake	176	van Dyck brown
121	pale geranium lake	178	nougat
126	dark carmine	180	raw umber
127	light carmine	179	bistre
123	fuchsia	182	brown ochre
133	wine red	183	gold ochre
125	dark magenta	185	light ochre
142	madder	184	ochre
128	rose madder lake	186	terracotta
129	pink madder lake	191	Pompeian red
119	light magenta	188	sanguine
134	magenta	187	burnt ochre
135	red violet	189	cinnamon
136	dark violet	190	Venetian red
138	violet	192	Indian red
139	light violet	193	burnt carmine
140	light ultramarine	169	caput mortuum
160	manganese violet	194	purple
137	blue violet	124	rose carmine
141	Delft blue	130	dark flesh
157	dark indigo	131	medium flesh
144	light cobalt blue	132	light flesh
120	ultramarine	270	warm grey I
143	deep cobalt	271	warm grey II
146	sky blue	272	warm grey III
147	light blue	273	warm grey IV
145	light phthalo blue	274	warm grey V
152	dark phthalo blue	275	warm grey VI
110	zinc blue	230	cold grey I
151	Prussian blue	231	cold grey II
149	oriental blue	232	cold grey III
155	night green	233	cold grey IV
153	peacock blue	234	cold grey V
154	aquamarine	235	cold grey VI
156	blue green	181	Payne's grey
161	viridian	199	black
163	emerald green	099	soft black
162	true green	250	gold
112	leaf green	251	silver
		252	copper

## Lampiran 3. Penghitungan jumlah sel khamir dan hifa atau konidia kapang



Lampiran 4. Pengujian antagonisme metode *co-culture*

Lampiran 5. Hasil enumerasi sel khamir umur 2 hari dalam medium PCA pada suhu 28° C

Nama spesies	Pengenceran	Pengulangan	Σ koloni	Σ CFU (CFU/ml)	Σ CFU rata-rata (CFU/ml)		
<i>Aureobasidium pullulans</i> UICC Y-527	10 <sup>-5</sup>	1	137	0,93 x 10 <sup>8</sup>	0,98 x 10 <sup>8</sup>		
		2	144				
		3	0				
	10 <sup>-6</sup>	1	15	1,36 x 10 <sup>8</sup>			
		2	13				
		3	13				
	10 <sup>-7</sup>	1	0	0,66 x 10 <sup>8</sup>			
		2	2				
		3	0				
	Kisaran		(0,67--13,67) x 10 <sup>8</sup>				
	<i>Aureobasidium sp.</i> UICC Y-516	10 <sup>-5</sup>	1	42		0,45 x 10 <sup>8</sup>	0,26 x 10 <sup>8</sup>
			2	52			
3			41				
10 <sup>-6</sup>		1	1	0,33 x 10 <sup>8</sup>			
		2	8				
		3	1				
10 <sup>-7</sup>		1	0	0			
		2	0				
		3	0				
Kisaran		(0,33--0,45) x 10 <sup>8</sup>					
<i>Aureobasidium pullulans</i> UICC Y-527		10 <sup>-5</sup>	1	54	0,46x 10 <sup>8</sup>	0,32 x 10 <sup>8</sup>	
			2	43			
	3		43				
	10 <sup>-6</sup>	1	5	0,5 x 10 <sup>8</sup>			
		2	7				
		3	3				
	10 <sup>-7</sup>	1	0	0			
		2	0				
		3	0				
	Kisaran		(0,46--0,5) x 10 <sup>8</sup>				

Lampiran 5  
(Lanjutan)

Nama spesies	Pengenceran	Pengulangan	$\Sigma$ koloni	$\Sigma$ CFU (CFU/ml)	$\Sigma$ CFU rata-rata (CFU/ml)		
<i>Candida orthopsilosis</i> UICC Y-533	$10^{-5}$	1	158	$1,71 \times 10^8$	$1,61 \times 10^8$		
		2	170				
		3	186				
	$10^{-6}$	1	18	$1,46 \times 10^8$			
		2	10				
		3	16				
	$10^{-7}$	1	0	$1,67 \times 10^8$			
		2	3				
		3	2				
	Kisaran		$(1,46--1,71) \times 10^8$				
	<i>Meyerozyma caribbica</i> UICC Y-518	$10^{-5}$	1	>300		>300	$4,76 \times 10^8$
			2	>300			
3			>300				
$10^{-6}$		1	92	$8,8 \times 10^8$			
		2	78				
		3	94				
$10^{-7}$		1	10	$0,73 \times 10^8$			
		2	12				
		3	10				
Kisaran		$(0,73--8,8) \times 10^8$					
<i>Meyerozyma caribbica</i> UICC Y-529		$10^{-5}$	1	>300	>300	$11,17 \times 10^8$	
			2	>300			
	3		>300				
	$10^{-6}$	1	114	$10,67 \times 10^8$			
		2	107				
		3	99				
	$10^{-7}$	1	13	$11,67 \times 10^8$			
		2	9				
		3	13				
	Kisaran		$(10,67--11,67) \times 10^8$				

Lampiran 6. Hasil enumerasi hifa/konidia kapang berumur 5 hari dalam medium PCA pada suhu 28° C

Nama spesies	Pengenceran	Pengulangan	Σ koloni	Σ CFU (CFU/ml)	Σ CFU rata-rata (CFU/ml)		
<i>Aspergillus niger</i> UICC	10 <sup>-4</sup>	1	200	2,09 x 10 <sup>7</sup>	4,13 x 10 <sup>7</sup>		
		2	192				
		3	236				
	10 <sup>-5</sup>	1	31	4,66 x 10 <sup>7</sup>			
		2	39				
		3	70				
	10 <sup>-6</sup>	1	5	5,66 x 10 <sup>7</sup>			
		2	4				
		3	8				
	Kisaran		(2,09--5,66) x 10 <sup>7</sup>				
	<i>Aspergillus ochraceus</i> UICC	10 <sup>-4</sup>	1	>300		-	2,24 x 10 <sup>8</sup>
			2	>300			
3			>300				
10 <sup>-5</sup>		1	193	16,26 x 10 <sup>7</sup>			
		2	181				
		3	114				
10 <sup>-6</sup>		1	25	28,66 x 10 <sup>7</sup>			
		2	43				
		3	18				
Kisaran		(16,26--28,66) x 10 <sup>7</sup>					
<i>Aspergillus terreus</i> UICC		10 <sup>-4</sup>	1	>300	-	2,15 x 10 <sup>8</sup>	
			2	>300			
	3		>300				
	10 <sup>-5</sup>	1	153	14,16 x 10 <sup>7</sup>			
		2	107				
		3	165				
	10 <sup>-6</sup>	1	32	29 x 10 <sup>7</sup>			
		2	29				
		3	26				
	Kisaran		(14,16--29) x 10 <sup>7</sup>				



Lampiran 7. Berat medium pada medium kontrol dalam pengujian antagonisme di medium PDB pH 5,0

No.	Nama spesies (kontrol)	Berat kolf (g)	Berat kolf + medium (g)	Berat medium (g)				
				Hari ke-0	Hari ke-1	Hari ke-2	Hari ke-3	Hari ke-4
1	<i>Aureobasidium pullulans</i> UICC Y-527	66,54	83,71	85,02	84,99	84,91	84,85	84,82
			Selisih berat medium:		0,03	0,11	0,17	0,2
			Persentase penurunan berat medium:		<b>0,03%</b>	<b>0,12%</b>	<b>0,19%</b>	<b>0,23%</b>
2	<i>Aureobasidium</i> sp. UICC Y-516	62,44	80	81,19	81,16	81,09	81,06	81,02
			Selisih berat medium:		0,03	0,1	0,13	0,17
			Persentase penurunan berat medium:		<b>0,03%</b>	<b>0,12%</b>	<b>0,16%</b>	<b>0,2%</b>
3	<i>Aureobasidium</i> sp. UICC Y-528	61,29	78,53	80,24	80,11	79,92	79,82	79,74
			Selisih berat medium:		0,13	0,32	0,42	0,5
			Persentase penurunan berat medium:		<b>0,16%</b>	<b>0,39%</b>	<b>0,52%</b>	<b>0,62%</b>
4	<i>Candida orthopsilosis</i> UICC Y-533	60,44	77,57	81,52	81,42	81,36	81,36	81,33
			Selisih berat medium:		0,1	0,16	0,16	0,19
			Persentase penurunan berat medium:		<b>0,12%</b>	<b>0,19%</b>	<b>0,19%</b>	<b>0,23%</b>
5	<i>Meyerozyma caribbica</i> UICC Y-518	63,04	80,2	82,3	81,94	81,64	81,49	81,33
			Selisih berat medium:		0,36	0,66	0,81	0,97
			Persentase penurunan berat medium:		<b>0,43%</b>	<b>0,8%</b>	<b>0,98%</b>	<b>1,17%</b>
6	<i>Meyerozyma caribbica</i> UICC Y-529	61,77	78,96	80,18	80,01	79,93	79,92	79,89
			Selisih berat medium:		0,17	0,25	0,26	0,29
			Persentase penurunan berat medium:		<b>0,21%</b>	<b>0,31%</b>	<b>0,32%</b>	<b>0,36%</b>

Lampiran 7  
(Lanjutan)

No.	Nama spesies (perlakuan)	Berat kolf (g)	Berat kolf + medium (g)	Berat medium (g)				
				Hari ke-0	Hari ke-1	Hari ke-2	Hari ke-3	Hari ke-4
7	<i>A. niger</i> UICC	64,93	83,55	84,89	84,87	84,84	84,83	84,79
			Selisih berat medium:		0,02	0,05	0,06	0,1
			Persentase penurunan berat medium:		<b>0,02%</b>	<b>0,05%</b>	<b>0,07%</b>	<b>0,11%</b>
8	<i>A. ochraceus</i> UICC	64,36	82,19	83,48	83,45	83,42	83,4	83,37
			Selisih berat medium:		0,03	0,06	0,08	0,11
			Persentase penurunan berat medium:		<b>0,03%</b>	<b>0,07%</b>	<b>0,09%</b>	<b>0,13%</b>
9	<i>A. terreus</i> UICC	68,47	86,33	87,7	87,68	87,63	87,63	87,61
			Selisih berat medium:		0,02	0,07	0,07	0,09
			Persentase penurunan berat medium:		<b>0,02%</b>	<b>0,07%</b>	<b>0,07%</b>	<b>0,1%</b>

Lampiran 8. Berat medium pada medium perlakuan dalam pengujian antagonisme di medium PDB pH 5,0

No.	Nama spesies (perlakuan)	Berat kolf (g)	Berat kolf + medium (g)	Berat medium (g)				
				Hari ke-0	Hari ke-1	Hari ke-2	Hari ke-3	Hari ke-4
1	<i>Aurebasidium pullulans</i> UICC Y-527 terhadap <i>A. niger</i> UICC	77,8	95,68	96,7	96,58	96,3	96,13	95,89
			Selisih berat medium:		0,12	0,4	0,57	0,81
			Persentase penurunan berat medium:		<b>0,12%</b>	<b>0,41%</b>	<b>0,58%</b>	<b>0,83%</b>
2	<i>Aurebasidium pullulans</i> UICC Y-527 terhadap <i>A. ochraceus</i> UICC	72,06	90,04	91	90,9	90,69	90,54	90,36
			Selisih berat medium:		0,1	0,31	0,46	0,64
			Persentase penurunan berat medium:		<b>0,1%</b>	<b>0,34%</b>	<b>0,5%</b>	<b>0,7%</b>
3	<i>Aurebasidium pullulans</i> UICC Y-527 terhadap <i>A. terreus</i> UICC	68,27	86,3	87,03	86,94	86,75	86,55	86,35
			Selisih berat medium:		0,09	0,28	0,48	0,68
			Persentase penurunan berat medium:		<b>0,1%</b>	<b>0,32%</b>	<b>0,55%</b>	<b>0,78%</b>
1	<i>Aurebasidium</i> sp. UICC Y-516 terhadap <i>A. niger</i> UICC	77,97	95,88	96,93	96,69	96,44	96,27	96,05
			Selisih berat medium:		0,24	0,49	0,66	0,88
			Persentase penurunan berat medium:		<b>0,24%</b>	<b>0,5%</b>	<b>0,68%</b>	<b>0,9%</b>
2	<i>Aurebasidium</i> sp. UICC Y-516 terhadap <i>A. ochraceus</i> UICC	65,26	83,17	84,19	84,07	83,89	83,72	83,54
			Selisih berat medium:		0,12	0,3	0,47	0,65
			Persentase penurunan berat medium:		<b>0,14%</b>	<b>0,35%</b>	<b>0,55%</b>	<b>0,77%</b>
3	<i>Aurebasidium</i> sp. UICC Y-516 terhadap <i>A. terreus</i> UICC	60,49	78,53	79,6	79,5	79,34	79,24	79,09
			Selisih berat medium:		0,1	0,26	0,36	0,51
			Persentase penurunan berat medium:		<b>0,12%</b>	<b>0,32%</b>	<b>0,45%</b>	<b>0,64%</b>

Lampiran 8  
(Lanjutan)

1	<i>Aurebasidium</i> sp. UICC Y-528 terhadap <i>A. niger</i> UICC	76,74	94,54	95,16	94,97	94,72	94,55	94,34
			Selisih berat medium:		0,19	0,44	0,61	0,82
			Persentase penurunan berat medium:		<b>0,19%</b>	<b>0,46%</b>	<b>0,64%</b>	<b>0,86%</b>
2	<i>Aurebasidium</i> sp. UICC Y-528 terhadap <i>A. ochraceus</i> UICC	62,54	81,55	82,38	82,29	82,08	81,96	81,78
			Selisih berat medium:		0,09	0,3	0,42	0,6
			Persentase penurunan berat medium:		<b>0,1%</b>	<b>0,36%</b>	<b>0,5%</b>	<b>0,72%</b>
3	<i>Aurebasidium</i> sp. UICC Y-528 terhadap <i>A. terreus</i> UICC	58,82	76,69	77,61	77,5	77,27	77,13	76,93
			Selisih berat medium:		0,11	0,34	0,48	0,68
			Persentase penurunan berat medium:		<b>0,14%</b>	<b>0,43%</b>	<b>0,61%</b>	<b>0,87%</b>
1	<i>Candida orthopsilosis</i> UICC Y-533 terhadap <i>A. niger</i> UICC	72,79	90,68	91,45	91,22	90,95	90,78	90,57
			Selisih berat medium:		0,23	0,5	0,67	0,88
			Persentase penurunan berat medium:		<b>0,25%</b>	<b>0,54%</b>	<b>0,73%</b>	<b>0,96%</b>
2	<i>Candida orthopsilosis</i> UICC Y-533 terhadap <i>A. ochraceus</i> UICC	73,84	91,53	92,37	92,2	91,97	91,82	91,62
			Selisih berat medium:		0,17	0,4	0,55	0,75
			Persentase penurunan berat medium:		<b>0,18%</b>	<b>0,43%</b>	<b>0,59%</b>	<b>0,81%</b>
3	<i>Candida orthopsilosis</i> UICC Y-533 terhadap <i>A. terreus</i> UICC	62,73	80,71	81,65	81,48	81,29	81,17	81,01
			Selisih berat medium:		0,17	0,36	0,48	0,64
			Persentase penurunan berat medium:		<b>0,2%</b>	<b>0,44%</b>	<b>0,58%</b>	<b>0,78%</b>

Lampiran 8  
(Lanjutan)

No.	Nama spesies (perlakuan)	Berat kolf (g)	Berat kolf + medium (g)	Berat medium (g)				
				Hari ke-0	Hari ke-1	Hari ke-2	Hari ke-3	Hari ke-4
1	<i>Meyerozyma caribbica</i> UICC Y-518 terhadap <i>A. niger</i> UICC	75,31	93,24	94,35	94,06	93,82	93,66	93,45
			Selisih berat medium:		0,29	0,53	0,69	0,9
			Persentase penurunan berat medium:		<b>0,3%</b>	<b>0,56%</b>	<b>0,73%</b>	<b>0,95%</b>
2	<i>Meyerozyma caribbica</i> UICC Y-518 terhadap <i>A. ochraceus</i> UICC	63,36	81,33	82,38	82,15	81,95	81,81	81,64
			Selisih berat medium:		0,23	0,43	0,57	0,74
			Persentase penurunan berat medium:		<b>0,27%</b>	<b>0,52%</b>	<b>0,69%</b>	<b>0,89%</b>
3	<i>Meyerozyma caribbica</i> UICC Y-518 terhadap <i>A. terreus</i> UICC	68,58	86,47	87,51	87,27	86,99	86,84	86,62
			Selisih berat medium:		0,24	0,52	0,67	0,89
			Persentase penurunan berat medium:		<b>0,27%</b>	<b>0,59%</b>	<b>0,76%</b>	<b>1%</b>
1	<i>Meyerozyma caribbica</i> UICC Y-529 terhadap <i>A. niger</i> UICC	72,53	90,42	91,41	90,91	90,55	90,36	90,13
			Selisih berat medium:		0,5	0,36	0,19	0,23
			Persentase penurunan berat medium:		<b>0,54%</b>	<b>0,94%</b>	<b>1,14%</b>	<b>1,4%</b>
2	<i>Meyerozyma caribbica</i> UICC Y-529 terhadap <i>A. ochraceus</i> UICC	59,29	77,16	78,11	77,87	77,8	77,63	77,52
			Selisih berat medium:		0,24	0,07	0,17	0,11
			Persentase penurunan berat medium:		<b>0,3%</b>	<b>0,39%</b>	<b>0,61%</b>	<b>0,75%</b>
3	<i>Meyerozyma caribbica</i> UICC Y-529 terhadap <i>A. terreus</i> UICC	59,53	77,6	78,62	78,39	77,65	77,51	77,46
			Selisih berat medium:		0,23	0,74	0,14	0,05
			Persentase penurunan berat medium:		<b>0,29%</b>	<b>1,23%</b>	<b>1,41%</b>	<b>1,47%</b>

Lampiran 9. Hasil pengamatan pertumbuhan koloni khamir *Ascomycota* pada kontrol dan perlakuan dalam pengujian antagonisme di medium PDB pH 5,0 selama empat hari pada suhu 28° C

Komponen pengamatan	<i>Aureobasidium pullulans</i> UICC Y-527 hari ke-				<i>Aureobasidium pullulans</i> UICC Y-527 terhadap <i>A. niger</i> UICC hari ke-				<i>Aureobasidium pullulans</i> UICC Y-527 terhadap <i>A. ochraceus</i> UICC hari ke-				<i>Aureobasidium pullulans</i> UICC Y-527 terhadap <i>A. terreus</i> UICC hari ke-			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Endapan biomassa	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Warna endapan	White 101	White 101	White 101	White 101	White 101	White 101	White 101	White 101	White 101	White 101	White 101	White 101	White 101	White 101	White 101	White 101
Pembentukan pelikel	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
pH medium	5	5	5	4,7	5	5	5	4,7	5	5	5	5	5	5	5	5

Keterangan:

Tanda (+) : ada endapan biomassa khamir atau pelikel

Tanda (-) : tidak ada endapan biomassa khamir atau pelikel

Lampiran 9  
(Lanjutan)

Komponen pengamatan	<i>Aureobasidium</i> sp. UICC Y-516 hari ke-				<i>Aureobasidium</i> sp. UICC Y-516 terhadap <i>A. niger</i> UICC hari ke-				<i>Aureobasidium</i> sp. UICC Y-516 terhadap <i>A. ochraceus</i> UICC hari ke-				<i>Aureobasidium</i> sp. UICC Y-516 terhadap <i>A. terreus</i> UICC hari ke-			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Endapan biomassa	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Warna endapan	<i>White</i> 101	<i>White</i> 101	<i>White</i> 101	<i>White</i> 101	<i>White</i> 101	<i>White</i> 101	<i>White</i> 101	<i>White</i> 101	<i>White</i> 101	<i>White</i> 101	<i>White</i> 101	<i>White</i> 101	<i>White</i> 101	<i>White</i> 101	<i>White</i> 101	<i>White</i> 101
Pembentukan pelikel	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
pH medium	5	5	5	5	5	5	4,7	4	5	5	5	5	5	5	5	5

Keterangan:

Tanda (+) : ada endapan biomassa khamir atau pelikel

Tanda (-) : tidak ada endapan biomassa khamir atau pelikel

Lampiran 9  
(Lanjutan)

Komponen pengamatan	<i>Aureobasidium</i> sp. UICC Y-528 hari ke-				<i>Aureobasidium</i> sp. UICC Y-528 terhadap <i>A. niger</i> UICC hari ke-				<i>Aureobasidium</i> sp. UICC Y-528 terhadap <i>A. ochraceus</i> UICC hari ke-				<i>Aureobasidium</i> sp. UICC Y-528 terhadap <i>A. terreus</i> UICC hari ke-			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Endapan biomassa	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Warna endapan	<i>White</i> 101	<i>White</i> 101	<i>White</i> 101	<i>White</i> 101	<i>White</i> 101	<i>White</i> 101	<i>White</i> 101	<i>White</i> 101	<i>White</i> 101	<i>White</i> 101	<i>White</i> 101	<i>White</i> 101	<i>White</i> 101	<i>White</i> 101	<i>White</i> 101	<i>White</i> 101
Pembentukan pelikel	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
pH medium	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

Keterangan:

Tanda (+) : ada endapan biomassa khamir atau pelikel

Tanda (-) : tidak ada endapan biomassa khamir atau pelikel



Lampiran 9  
(Lanjutan)

Komponen pengamatan	<i>Candida orthopsilosis</i> UICC Y-533 hari ke-				<i>Candida orthopsilosis</i> UICC Y-533 terhadap <i>A. niger</i> UICC hari ke-				<i>Candida orthopsilosis</i> UICC Y-533 terhadap <i>A. ochraceus</i> UICC hari ke-				<i>Candida orthopsilosis</i> UICC Y-533 terhadap <i>A. terreus</i> UICC hari ke-			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Endapan biomassa	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Warna endapan	White	White	White	White	White	White	White	White	White	White	White	White	White	White	White	White
Pembentukan pelikel	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101
pH medium	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7

Keterangan:

Tanda (+) : ada endapan biomassa khamir atau pelikel

Tanda (-) : tidak ada endapan biomassa khamir atau pelikel

Lampiran 9  
(Lanjutan)

Komponen pengamatan	<i>Meyerozyma caribbica</i> UICC Y-518 hari ke-				<i>Meyerozyma caribbica</i> UICC Y-518 terhadap <i>A. niger</i> UICC hari ke-				<i>Meyerozyma caribbica</i> UICC Y-518 terhadap <i>A. ochraceus</i> UICC hari ke-				<i>Meyerozyma caribbica</i> UICC Y-518 terhadap <i>A. terreus</i> UICC hari ke-			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Endapan biomassa	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Warna endapan	White	White	White	White	White	White	White	White	White	White	White	White	White	White	White	White
Pembentukan pelikel	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101
pH medium	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7

Keterangan:

Tanda (+) : ada endapan biomassa khamir atau pelikel

Tanda (-) : tidak ada endapan biomassa khamir atau pelikel

Lampiran 9  
(Lanjutan)

Komponen pengamatan	<i>Meyerozyma caribbica</i> UICC Y-529 hari ke-				<i>Meyerozyma caribbica</i> UICC Y-529 terhadap <i>A. niger</i> UICC hari ke-				<i>Meyerozyma caribbica</i> UICC Y-529 terhadap <i>A. ochraceus</i> UICC hari ke-				<i>Meyerozyma caribbica</i> UICC Y-529 terhadap <i>A. terreus</i> UICC hari ke-			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Endapan biomassa	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Warna endapan	White	White	White	White	White	White	White	White	White	White	White	White	White	White	White	White
Pembentukan pelikel	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101
pH medium	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7

Keterangan:

Tanda (+) : ada endapan biomassa khamir atau pelikel

Tanda (-) : tidak ada endapan biomassa khamir atau pelikel

Lampiran 10. Hasil pengamatan pertumbuhan koloni kapang *Aspergillus* UICC pada kontrol dan perlakuan dalam pengujian antagonisme di medium PDB pH 5,0 selama empat hari pada suhu 28° C

Komponen pengamatan	Kontrol <i>Aspergillus niger</i> UICC				<i>A. niger</i> UICC terhadap <i>Au. pullulans</i> UICC Y-527 hari ke-				<i>A. niger</i> UICC terhadap <i>Aureobasidium</i> sp. UICC Y-516 hari ke-				<i>A. niger</i> UICC terhadap <i>Aureobasidium</i> sp. UICC Y-528 hari ke-			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Pertumbuhan hifa/ miselium	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-
Waktu sporulasi	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-
Warna koloni kapang	White 101	White 101	Ivory 103	Ivory 103	-	-	-	-	-	White 101	Ivory 103	Ivory 103	-	-	-	-
pH medium	5	4,7	4,7	4	5	5	4,7	4	5	5	5	5	5	5	5	5

Lampiran 10  
(Lanjutan)

Komponen pengamatan	<i>A. niger</i> UICC terhadap <i>C. orthopsilosis</i> UICC Y-533				<i>A. niger</i> UICC terhadap <i>Mey. caribbica</i> UICC Y-518				<i>A. niger</i> UICC terhadap <i>Mey. caribbica</i> UICC Y-529			
	hari ke-1	hari ke-2	hari ke-3	hari ke-4	hari ke-1	hari ke-2	hari ke-3	hari ke-4	hari ke-1	hari ke-2	hari ke-3	hari ke-4
Pertumbuhan hifa/ miselium	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Waktu sporulasi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Warna koloni kapang	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
pH medium	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7

Lampiran 10  
(Lanjutan)

Komponen pengamatan	Kontrol <i>Aspergillus ochraceus</i> UICC				<i>A. ochraceus</i> UICC terhadap <i>Au. pullulans</i> UICC Y-527 hari ke-				<i>A. ochraceus</i> UICC terhadap <i>Aureobasidium</i> sp. UICC Y-516 hari ke-				<i>A. ochraceus</i> UICC terhadap <i>Aureobasidium</i> sp. UICC Y-528 hari ke-			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Pertumbuhan hifa/ miselium	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Waktu sporulasi	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Warna koloni kapang	-	White 101	White 101	White 101	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
pH medium	5	4,7	4,7	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

Lampiran 10  
(Lanjutan)

Komponen pengamatan	<i>A. ochraceus</i> UICC terhadap <i>C. orthopsilosis</i> UICC Y-533 hari ke-				<i>A. ochraceus</i> UICC terhadap <i>Mey. caribbica</i> UICC Y-518 hari ke-				<i>A. ochraceus</i> UICC terhadap <i>Mey. caribbica</i> UICC Y-529 hari ke-			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	Pertumbuhan hifa/ miselium	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Waktu sporulasi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Warna koloni kapang	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
pH medium	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7

Lampiran 10  
(Lanjutan)

Komponen pengamatan	Kontrol <i>Aspergillus terreus</i> UICC				<i>A. terreus</i> UICC terhadap <i>Au. pullulans</i> UICC Y-527 hari ke-				<i>A. terreus</i> UICC terhadap <i>Aureobasidium</i> sp. UICC Y-516 hari ke-				<i>A. terreus</i> UICC terhadap <i>Aureobasidium</i> sp. UICC Y-528 hari ke-			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Pertumbuhan hifa/ miselium	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Waktu sporulasi	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Warna koloni kapang	-	White 101	White 101	White 101	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
pH medium	5	4,7	4,7	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5



Lampiran 10  
(Lanjutan)

Komponen pengamatan	<i>A. terreus</i> UICC terhadap <i>C. orthopsilosis</i> UICC Y-533 hari ke-				<i>A. terreus</i> UICC terhadap <i>Mey. caribbica</i> UICC Y-518 hari ke-				<i>A. terreus</i> UICC terhadap <i>Mey. caribbica</i> UICC Y-529 hari ke-			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	Pertumbuhan hifa/ miselium	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Waktu sporulasi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Warna koloni kapang	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
pH medium	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7

Lampiran 11. Ukuran sel khamir filum *Ascomycota* pada kontrol dan perlakuan dalam pengujian antagonisme di medium PDB pH 5,0 pada suhu 28° C

No.	Nama spesies	Kisaran ukuran sel khamir pada hari ke-3		Ukuran sel khamir rata-rata pada hari ke-3	
		Panjang (µm)	Lebar (µm)	Panjang (µm)	Lebar (µm)
1	Kontrol UICC Y-527	(1,89--1,52)	(1,8--1,89)	2,826	1,919
	<i>Au. pullulans</i> UICC Y-527 terhadap <i>A. niger</i> UICC	(1,97--5,26)	(1,66--2,45)	3,41	2,25
	<i>Au. pullulans</i> UICC Y-527 terhadap <i>A. ochraceus</i> UICC	(2,18--4,63)	(1,31--2,57)	3,138	2,145
	<i>Au. pullulans</i> UICC Y-527 terhadap <i>A. terreus</i> UICC	(1,9--4,58)	(1,83--3,23)	3,162	2,201
2	Kontrol UICC Y-516	(2,29--6,55)	(1,29--2,48)	4,067	1,766
	<i>Aureobasidium</i> sp. UICC Y-516 terhadap <i>A. niger</i> UICC	0	0	0	0
	<i>Aureobasidium</i> sp. UICC Y-516 terhadap <i>A. ochraceus</i> UICC	(2,59--6,19)	(1,72--2,75)	3,627	2,116
	<i>Aureobasidium</i> sp. UICC Y-516 terhadap <i>A. terreus</i> UICC	(1,89--5,61)	(1,6--3,66)	3,843	2,327
3	Kontrol UICC Y-528	(2,18--4,99)	(1,25--2,52)	3,253	1,951
	<i>Aureobasidium</i> sp. UICC Y-528 terhadap <i>A. niger</i> UICC	(2,44--4,74)	(2,07--2,59)	3,693	2,423
	<i>Aureobasidium</i> sp. UICC Y-528 terhadap <i>A. ochraceus</i> UICC	(1,88--4,46)	(1,96--3,22)	3,012	1,96
	<i>Aureobasidium</i> sp. UICC Y-528 terhadap <i>A. terreus</i> UICC	(2,07--4,82)	(1,79--2,07)	3,155	2,057

Lampiran 11  
(Lanjutan)

No.	Nama spesies	Kisaran ukuran sel khamir pada hari ke-3		Ukuran sel khamir rata-rata pada hari ke-3	
		Panjang ( $\mu\text{m}$ )	Lebar ( $\mu\text{m}$ )	Panjang ( $\mu\text{m}$ )	Lebar ( $\mu\text{m}$ )
4	Kontrol UICC Y-533	(1,37--2,85)	(1,27--1,79)	2,061	1,546
	<i>C. orthopsilosis</i> UICC Y-533 terhadap <i>A. niger</i> UICC	(1,36--2,7)	(1,44--1,94)	1,87	1,525
	<i>C. orthopsilosis</i> UICC Y-533 terhadap <i>A. ochraceus</i> UICC	(1,18--2,6)	(1,02--2,26)	1,78	1,439
	<i>C. orthopsilosis</i> UICC Y-533 terhadap <i>A. terreus</i> UICC	(1,17--3,41)	(1,04--1,47)	1,976	1,608
5	Kontrol UICC Y-518	(1,21--2,1)	(1,02--1,66)	1,756	1,184
	<i>Mey. caribbica</i> UICC Y-518 terhadap <i>A. niger</i> UICC	(1,41--2,22)	(1,08--1,19)	1,786	1,203
	<i>Mey. caribbica</i> UICC Y-518 terhadap <i>A. ochraceus</i> UICC	(1,29--2,25)	(1,02--1,36)	1,659	1,19
	<i>Mey. caribbica</i> UICC Y-518 terhadap <i>A. terreus</i> UICC	(1,16--2,28)	(0,97--1,12)	1,631	1,131
6	Kontrol UICC Y-529	(1,2--2,17)	(0,73--1,33)	1,669	1,069
	<i>Mey. caribbica</i> UICC Y-529 terhadap <i>A. niger</i> UICC	(1,21--2,64)	(1,2--1,67)	1,807	1,311
	<i>Mey. caribbica</i> UICC Y-529 terhadap <i>A. ochraceus</i> UICC	(1,09--1,87)	(1,14--1,18)	1,438	1,185
	<i>Mey. caribbica</i> UICC Y-529 terhadap <i>A. terreus</i> UICC	(1,02--2)	(0,86--1,36)	1,431	1,014

Lampiran 12. Hasil enumerasi sel khamir filum *Ascomycota* pada kontrol dan perlakuan dalam pengujian antagonisme umur 3 hari di medium PCA pada suhu 28° C

Nama spesies	Pengenceran	Pengulangan	Σ koloni	Σ CFU (CFU/ml)	Σ CFU rata-rata (CFU/ml)	
Kontrol <i>Aureobasidium pullulans</i> UICC Y-527	10 <sup>-3</sup>	1	>300			
		2	>300	>300		
		3	>300			
	10 <sup>-4</sup>	1	223			
		2	196	2,09 x 10 <sup>7</sup>		3,36 x 10 <sup>7</sup>
		3	209			
		1	105	6,5 x 10 <sup>7</sup>		
		2	25			
	Kisaran		(2,09--6,5) x 10 <sup>7</sup>			
	<i>Aureobasidium pullulans</i> UICC Y-527 terhadap <i>A. niger</i> UICC	10 <sup>-4</sup>	1	173		
2			134	1,51 x 10 <sup>7</sup>		
3			148			
10 <sup>-5</sup>		1	15			
		2	30	2,26 x 10 <sup>7</sup>		1,92 x 10 <sup>7</sup>
		3	23			
10 <sup>-6</sup>		1	2		2 x 10 <sup>7</sup>	
		2	2			
Kisaran			(1,51--2,26) x 10 <sup>7</sup>			
<i>Aureobasidium pullulans</i> UICC Y-527 terhadap <i>A. ochraceus</i> UICC		10 <sup>-5</sup>	1	21		
	2		17	2,1 x 10 <sup>7</sup>		
	3		25			
	10 <sup>-6</sup>	1	3			
		2	1	1,66 x 10 <sup>7</sup>		1,21 x 10 <sup>7</sup>
		3	1			
	10 <sup>-7</sup>	1	0		0	
		2	0			
	Kisaran		(1,66--2,1) x 10 <sup>7</sup>			
	<i>Aureobasidium pullulans</i> UICC Y-527 terhadap <i>A. terreus</i> UICC	10 <sup>-4</sup>	1	212		
2			212	2 x 10 <sup>7</sup>		
3			176			
10 <sup>-5</sup>		1	30			
		2	23	2,73 x 10 <sup>7</sup>		2,41 x 10 <sup>7</sup>
		3	29			
10 <sup>-6</sup>		1	3		2,5 x 10 <sup>7</sup>	
		2	2			
Kisaran			(2--2,73) x 10 <sup>7</sup>			

Lampiran 12  
(Lanjutan)

Nama spesies	Pengenceran	Pengulangan	Σ koloni	Σ CFU (CFU/ml)	Σ CFU rata-rata (CFU/ml)	
Kontrol <i>Aureobasidium</i> sp. UICC Y-516	10 <sup>-5</sup>	1	156	12,5 x 10 <sup>7</sup>	9,16 x 10 <sup>7</sup>	
		2	117			
		3	102			
	10 <sup>-6</sup>	1	11	1 x 10 <sup>7</sup>		
		2	6			
		3	13			
	10 <sup>-7</sup>	1	1	0,5 x 10 <sup>7</sup>		
		2	0			
	Kisaran		(5--12,5) x 10 <sup>7</sup>			
	<i>Aureobasidium</i> sp. UICC Y-516 terhadap <i>A. niger</i> UICC	10 <sup>-5</sup>	1	0		0
2			0			
3			0			
10 <sup>-6</sup>		1	0	0		
		2	0			
		3	0			
10 <sup>-7</sup>		1	0	0		
		2	0			
Kisaran			0			
<i>Aureobasidium</i> sp. UICC Y-516 terhadap <i>A. ochraceus</i> UICC		10 <sup>-4</sup>	1	125	1,08 x 10 <sup>7</sup>	3,81 x 10 <sup>7</sup>
	2		92			
	3		109			
	10 <sup>-5</sup>	1	13	1 x 10 <sup>7</sup>		
		2	11			
		3	6			
	10 <sup>-6</sup>	1	1	1 x 10 <sup>7</sup>		
		2	1			
	Kisaran		(1--1,08) x 10 <sup>7</sup>			
	<i>Aureobasidium</i> sp. UICC Y-516 terhadap <i>A. terreus</i> UICC	10 <sup>-5</sup>	1	17	1,56 x 10 <sup>7</sup>	
2			20			
3			10			
10 <sup>-6</sup>		1	0	0,66 x 10 <sup>7</sup>		
		2	1			
		3	1			
10 <sup>-7</sup>		1	0	0		
		2	0			
Kisaran			(0,66—1,56) x 10 <sup>7</sup>			

Lampiran 12  
(Lanjutan)

Nama spesies	Pengenceran	Pengulangan	Σ koloni	Σ CFU (CFU/ml)	Σ CFU rata-rata (CFU/ml)		
Kontrol <i>Aureobasidium</i> sp. UICC Y-528	10 <sup>-4</sup>	1	115	1,2 x 10 <sup>7</sup>	1,2 x 10 <sup>7</sup>		
		2	122				
		3	123				
	10 <sup>-5</sup>	1	5	0,9 x 10 <sup>7</sup>			
		2	17				
		3	5				
	10 <sup>-6</sup>	1	2	1,5 x 10 <sup>7</sup>			
		2	1				
	Kisaran		(0,9--1,5) x 10 <sup>7</sup>				
	<i>Aureobasidium</i> sp. UICC Y-528 terhadap <i>A.</i> <i>niger</i> UICC	10 <sup>-4</sup>	1	>300		>300	0,9 x 10 <sup>7</sup>
2			>300				
3			>300				
10 <sup>-5</sup>		1	124	1,31 x 10 <sup>7</sup>			
		2	136				
		3	135				
10 <sup>-6</sup>		1	15	1,4 x 10 <sup>7</sup>			
		2	13				
Kisaran		(1,31--1,4) x 10 <sup>7</sup>					
<i>Aureobasidium</i> sp. UICC Y-528 terhadap <i>A.</i> <i>ochraceus</i> UICC		10 <sup>-4</sup>	1	41	1,36 x 10 <sup>7</sup>	1,12 x 10 <sup>7</sup>	
	2		0				
	3		0				
	10 <sup>-5</sup>	1	6	2 x 10 <sup>7</sup>			
		2	0				
		3	0				
	10 <sup>-6</sup>	1	0	0			
		2	0				
	Kisaran		(1,36--2) x 10 <sup>7</sup>				
	<i>Aureobasidium</i> sp. UICC Y-528 terhadap <i>A.</i> <i>terreus</i> UICC	10 <sup>-4</sup>	1	161	1,14 x 10 <sup>7</sup>		0,7 x 10 <sup>7</sup>
2			78				
3			105				
10 <sup>-5</sup>		1	11	0,96 x 10 <sup>7</sup>			
		2	8				
		3	10				
10 <sup>-6</sup>		1	0	0			
		2	0				
Kisaran		(0,96--1,14) x 10 <sup>7</sup>					

Lampiran 12  
(Lanjutan)

Nama spesies	Pengenceran	Pengulangan	Σ koloni	Σ CFU (CFU/ml)	Σ CFU rata-rata (CFU/ml)
Kontrol <i>Candida orthopsilosis</i> UICC Y-533	10 <sup>-3</sup>	1	>300	>300	12,9 x 10 <sup>7</sup>
		2	>300		
		3	>300		
	10 <sup>-4</sup>	1	>300	>300	
		2	>300		
		3	>300		
	10 <sup>-5</sup>	1	128	12,9 x 10 <sup>7</sup>	
		2	130		
	Kisaran		12,9 x 10 <sup>7</sup>		
	<i>Candida orthopsilosis</i> UICC Y-533 terhadap <i>A. niger</i> UICC	10 <sup>-3</sup>	1	>300	
2			>300		
3			>300		
10 <sup>-4</sup>		1	>300	>300	
		2	>300		
		3	>300		
10 <sup>-5</sup>		1	250	25,85 x 10 <sup>7</sup>	
		2	267		
Kisaran		25,85 x 10 <sup>7</sup>			
<i>Candida orthopsilosis</i> UICC Y-533 terhadap <i>A. ochraceus</i> UICC		10 <sup>-3</sup>	1	>300	>300
	2		>300		
	3		>300		
	10 <sup>-4</sup>	1	>300	>300	
		2	>300		
		3	>300		
	10 <sup>-5</sup>	1	202	21,2 x 10 <sup>7</sup>	
		2	222		
	Kisaran		21,2 x 10 <sup>7</sup>		
	<i>Candida orthopsilosis</i> UICC Y-533 terhadap <i>A. terreus</i> UICC	10 <sup>-3</sup>	1	>300	>300
2			>300		
3			>300		
10 <sup>-4</sup>		1	>300	>300	
		2	>300		
		3	>300		
10 <sup>-5</sup>		1	261	25,35 x 10 <sup>7</sup>	
		2	246		
Kisaran		25,35 x 10 <sup>7</sup>			

Lampiran 12  
(Lanjutan)

Nama spesies	Pengenceran	Pengulangan	Σ koloni	Σ CFU (CFU/ml)	Σ CFU rata-rata (CFU/ml)	
Kontrol <i>Meyerozyma caribbica</i> UICC Y-518	10 <sup>-4</sup>	1	>300			
		2	>300	>300		
		3	>300			
	10 <sup>-5</sup>	1	166			
		2	185	15,7 x 10 <sup>7</sup>	17,85 x 10 <sup>7</sup>	
		3	120			
	10 <sup>-6</sup>	1	20	20 x 10 <sup>7</sup>		
		2	20			
	Kisaran		(15,7--20) x 10 <sup>7</sup>			
	<i>Meyerozyma caribbica</i> UICC Y-518 terhadap <i>A. niger</i> UICC	10 <sup>-4</sup>	1	>300		
2			>300	>300		
3			>300			
10 <sup>-5</sup>		1	138			
		2	155	15,36 x 10 <sup>7</sup>	18,18 x 10 <sup>7</sup>	
		3	168			
10 <sup>-6</sup>		1	14	21 x 10 <sup>7</sup>		
		2	28			
Kisaran		(15,36--21) x 10 <sup>7</sup>				
<i>Meyerozyma caribbica</i> UICC Y-518 terhadap <i>A. ochraceus</i> UICC		10 <sup>-4</sup>	1	>300		
	2		>300	>300		
	3		>300			
	10 <sup>-5</sup>	1	160			
		2	184	17,43 x 10 <sup>7</sup>	19,21 x 10 <sup>7</sup>	
		3	179			
	10 <sup>-6</sup>	1	27	21 x 10 <sup>7</sup>		
		2	15			
	Kisaran		(17,43--21) x 10 <sup>7</sup>			
	<i>Meyerozyma caribbica</i> UICC Y-518 terhadap <i>A. terreus</i> UICC	10 <sup>-3</sup>	1	>300		
2			>300	>300		
3			>300			
10 <sup>-4</sup>		1	>300			
		2	>300	>300	16,65 x 10 <sup>7</sup>	
		3	>300			
10 <sup>-5</sup>		1	162	16,65 x 10 <sup>7</sup>		
		2	171			
Kisaran		16,65 x 10 <sup>7</sup>				



Lampiran 12  
(Lanjutan)

Nama spesies	Pengenceran	Pengulangan	Σ koloni	Σ CFU (CFU/ml)	Σ CFU rata-rata (CFU/ml)	
Kontrol <i>Meyerozyma caribbica</i> UICC Y-529	10 <sup>-4</sup>	1	>300			
		2	>300	>300		
		3	>300			
	10 <sup>-5</sup>	1	128			
		2	130	12,2 x 10 <sup>7</sup>	9,6 x 10 <sup>7</sup>	
		3	108			
	10 <sup>-6</sup>	1	17	17 x 10 <sup>7</sup>		
		2	17			
	Kisaran		(12,2--17) x 10 <sup>7</sup>			
	<i>Meyerozyma caribbica</i> UICC Y-529 terhadap <i>A. niger</i> UICC	10 <sup>-3</sup>	1	>300		
			2	>300	>300	
			3	>300		
10 <sup>-4</sup>		1	>300			
		2	>300	>300	15,6 x 10 <sup>7</sup>	
		3	>300			
10 <sup>-5</sup>		1	151	15,6 x 10 <sup>7</sup>		
		2	161			
Kisaran			15,6 x 10 <sup>7</sup>			
<i>Meyerozyma caribbica</i> UICC Y-529 terhadap <i>A. ochraceus</i> UICC		10 <sup>-3</sup>	1	>300		
			2	>300	>300	
			3	>300		
	10 <sup>-4</sup>	1	>300			
		2	>300	>300	12,85 x 10 <sup>7</sup>	
		3	>300			
	10 <sup>-5</sup>	1	113	12,85 x 10 <sup>7</sup>		
		2	144			
	Kisaran		12,85 x 10 <sup>7</sup>			
	<i>Meyerozyma caribbica</i> UICC Y-529 terhadap <i>A. terreus</i> UICC	10 <sup>-3</sup>	1	>300		
			2	>300	>300	
			3	>300		
10 <sup>-4</sup>		1	>300			
		2	>300	>300	14,95 x 10 <sup>7</sup>	
		3	>300			
10 <sup>-5</sup>		1	136	149,5 x 10 <sup>7</sup>		
		2	163			
Kisaran			14,95 x 10 <sup>7</sup>			

Lampiran 13. Hasil enumerasi hifa atau konidia kapang *Aspergillus* spp. UICC pada kontrol dan perlakuan dalam pengujian antagonisme umur 3 hari di medium PCA pada suhu 28° C

No.	Nama spesies	Jumlah konidia atau hifa (CFU/ml)
1	Kontrol <i>A. niger</i> UICC	$2 \times 10^5$
2	<i>Aureobasidium pullulans</i> UICC Y-527 terhadap <i>A. niger</i> UICC	Tidak terdapat pertumbuhan
3	<i>Aureobasidium</i> sp. UICC Y-516 terhadap <i>A. niger</i> UICC	Tidak terdapat pertumbuhan
4	<i>Aureobasidium</i> sp. UICC Y-528 terhadap <i>A. niger</i> UICC	Tidak terdapat pertumbuhan
5	<i>Candida orthopsilosis</i> UICC Y-533 terhadap <i>A. niger</i> UICC	Tidak terdapat pertumbuhan
6	<i>Meyerozyma caribbica</i> UICC Y-518 terhadap <i>A. niger</i> UICC	Tidak terdapat pertumbuhan
7	<i>Meyerozyma caribbica</i> UICC Y-529 terhadap <i>A. niger</i> UICC	Tidak terdapat pertumbuhan
8	Kontrol <i>A. ochraceus</i> UICC	$2,33 \times 10^5$
9	<i>Aureobasidium pullulans</i> UICC Y-527 terhadap <i>A. ochraceus</i> UICC	Tidak terdapat pertumbuhan
10	<i>Aureobasidium</i> sp. UICC Y-516 terhadap <i>A. ochraceus</i> UICC	Tidak terdapat pertumbuhan
11	<i>Aureobasidium</i> sp. UICC Y-528 terhadap <i>A. ochraceus</i> UICC	Tidak terdapat pertumbuhan
12	<i>Candida orthopsilosis</i> UICC Y-533 terhadap <i>A. ochraceus</i> UICC	Tidak terdapat pertumbuhan
13	<i>Meyerozyma caribbica</i> UICC Y-518 terhadap <i>A. ochraceus</i> UICC	Tidak terdapat pertumbuhan
14	<i>Meyerozyma caribbica</i> UICC Y-529 terhadap <i>A. ochraceus</i> UICC	Tidak terdapat pertumbuhan
15	Kontrol <i>A. terreus</i> UICC	Tidak terdapat pertumbuhan
16	<i>Aureobasidium pullulans</i> UICC Y-527 terhadap <i>A. terreus</i> UICC	Tidak terdapat pertumbuhan
17	<i>Aureobasidium</i> sp. UICC Y-516 terhadap <i>A. terreus</i> UICC	Tidak terdapat pertumbuhan
18	<i>Aureobasidium</i> sp. UICC Y-528 terhadap <i>A. terreus</i> UICC	Tidak terdapat pertumbuhan
19	<i>Candida orthopsilosis</i> UICC Y-533 terhadap <i>A. terreus</i> UICC	Tidak terdapat pertumbuhan

Lampiran 13  
(Lanjutan)

No.	Nama spesies	Jumlah konidia atau hifa (CFU/ml)
20	<i>Meyerozyma caribbica</i> UICC Y-518 terhadap <i>A. terreus</i> UICC	Tidak terdapat pertumbuhan
21	<i>Meyerozyma caribbica</i> UICC Y-529 terhadap <i>A. terreus</i> UICC	Tidak terdapat pertumbuhan

