

**PENGUJIAN KEMAMPUAN ANTAGONISTIK KHAMIR *Rhodotorula* spp. ASAL
KEBUN RAYA CIBODAS TERHADAP KAPANG DARI TANAMAN TOMAT
TERINFEKSI DENGAN *CO-CULTURE***

Anggita. R. Hafsari¹, Ariyanti Oetari², Andi Salamah² dan Wellyzar Sjamsuridzal²
¹Departement of Biology, Faculty of Science and Technology, University of Islamic State Sunan Gunung
Djati Bandung, Bandung 40614; ²Department of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Sciences,
University of Indonesia, Depok 16424; Indonesia;
Email: langgitarahmi@gmail.com

Abstract

Aspergillus ochraceu and *A. terreus* had been known as mould that causes significant loss to quality of tomatoes. One of potential methods to control the development of this mould by using the antagonistic activity of *Rhodotorula* sp. Six strains of *Rhodotorula* sp., UICC Y-318, UICC Y-325, UICC Y- 332, UICC Y-381, UICC Y-384, and UICC Y-386, which isolated from Cibodas Botanical Garden, West Java were observed for its antagonistic activity against mould *A. ochraceu* D1.2.2.2.SSM3 and *A. terreus* D2.2.MC. Co-culture method was used as 1.58 to 5.59×10^8 CFU/ml *Rhodotorula* sp. growth together with 7×10^7 CFU/ml *A. ochraceus* D1.2.2.2.SSM3 and 7.5×10^7 CFU/ml *A. terreus* D2.2.MC at PDB. Result showed that the highest percentage reduction of conidial heads and hyphal width was show by *Rhodotorula* sp. UICC Y-318 against *A.ochraceus* (9.45% and 12.43%; 7.10% and 7.51%, 2 and 3 day after incubation, respectively).

Keyword: *Rhodotorula* sp., *Aspergillus ochraceu*, *A. terreus*, antagonistic activity, co-culture method

A. Pendahuluan

Kemampuan antagonistik adalah kemampuan suatu mikroorganisme untuk mengganggu pertumbuhan atau membunuh mikroorganisme lain (Ray, 2004). Sementara itu, interaksi yang terjadi antara organisme antagonistik dan organisme lain yang dihambatnya dinamakan antagonisme (Moore & Landecker 1996). Salah satu mikroorganisme antagonistik yang dapat dimanfaatkan untuk menghambat pertumbuhan kapang patogen pada buah

dan sayuran pascapanen adalah khamir (Mari & Guizzardi, 1998).

Khamir dapat menghambat pertumbuhan kapang patogen melalui beberapa mekanisme seperti (1) kompetisi untuk nutrien dan ruang, (2) memproduksi enzim pendegradasi dinding sel seperti β -1,3 glukanase dan kitinase, dan (3) dapat memproduksi metabolit sekunder yang tidak berbahaya bagi manusia (El-Tarabily & Sivasithamparam, 2006).

Fonseca & Inacio (2006) melaporkan *Rhodotorula* merupakan

salah satu khamir yang berkemampuan antagonistik, umumnya ditemukan pada permukaan tumbuhan seperti bunga, buah, batang, dan daun. *Rhodotorula* bersifat oligotropik yaitu (1) mampu tumbuh pada kondisi miskin nutrien, (2) menghasilkan *extracellular polysaccharide* (EPS) yang berfungsi untuk mendukung kemampuannya bertahan hidup dan tumbuh pada lingkungan yang kekurangan air dan nutrien, (3) memproduksi enzim hidrolitik seperti kitinase dan pektinase, (4) serta menghasilkan pigmen yang berfungsi melindungi sel dari radiasi sinar UV. Adanya karakteristik tersebut, *Rhodotorula* spp. memiliki potensi dalam melawan kapang patogen.

Kemampuan antagonistik *Rhodotorula* telah diteliti pada beberapa kapang patogen. Coelho, *dkk.* (2007) melaporkan *R. mucilaginosa* secara *in vitro* mempunyai kemampuan antagonistik terhadap *Penicillium expansum* yang patogen pada buah anggur dengan berkompetisi untuk nutrien dan ruang. Saravanakumar *dkk.* (2008) melaporkan *Rhodotorula* sp. PW34 secara *in vitro* mempunyai kemampuan antagonistik terhadap *Botrytis cinerea* dengan cara mensekresikan enzim kitinase untuk

menghambat produksi spora *B. cinerea*. Helbig (2008) melaporkan bahwa suspensi sel *R. glutinis* dapat menghambat laju germinasi sebesar 1% dan menghambat pertumbuhan konidia sebesar 53,2% apabila dibandingkan dengan kontrol pada percobaan menggunakan medium jus stroberi.

Oetari, *dkk.* (2007) melaporkan *Aspergillus*, *Curvularia*, *Drechslera*, *Galactomyces*, *Moniliella*, *Penicillium* merupakan patogen yang ditemukan pada buah dan tanaman tomat, dimana genus *Aspergillus* dan *Drechslera* paling banyak ditemukan pada buah tomat busuk. *Rhodotorula* spp. yang dikoleksi dari *University of Indonesia Culture Collection* (UICC) hingga saat ini belum diketahui kemampuan dalam menghambat pertumbuhan kapang *Aspergillus*. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk mendapatkan informasi mengenai kemampuan antagonistik khamir *Rhodotorula* spp. terhadap kapang *Aspergillus*. Penelitian bertujuan memperoleh strain khamir *Rhodotorula* spp. yang berpotensi memiliki kemampuan antagonistik terhadap kapang patogen dari tanaman tomat terinfeksi. Kemampuan antagonistik khamir dapat diketahui melalui beberapa pengujian antagonisme,

antara lain *strip method* (Azizmohseni dkk, 2007), *co-culture* (Oetari dkk. 2007), dan *slide culture* (Yarrow, 1998).

B. Bahan Dan Metode

Penelitian dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi, Departemen Biologi FMIPA-UI Depok dan Center of Excellence Indigenous Biological Resources-Genome Studies (CoE IBR-GS) FMIPA UI, dari bulan Juli 2008 hingga Februari 2009.

Khamir dan Kapang patogen

Khamir yang digunakan dalam penelitian adalah *Rhodotorula* spp. koleksi *University of Indonesia Culture Collection* (UICC), yang terdiri dari enam strain dengan kode UICC-Y 318, UICC-Y 325, UICC-Y 332, UICC-Y 381, UICC-Y 384, dan UICC-Y 386. Strain tersebut berasal dari bunga dan daun tanaman di Kebun Raya Cibodas. Kapang patogen yang digunakan berasal dari koleksi UICC, yaitu *Aspergillus ochraceus* D.1.2.2.SSM3 dan *A. terreus* D.2.2.MC yang diisolasi dari daun tanaman tomat terinfeksi di Bogor dan Tangerang.

• Medium yang digunakan

Medium yang digunakan yaitu medium Potato Dextrose Agar (PDA), medium Yeast Malt Agar (YMA), dan medium Potato Dextrose Broth (PDB). Medium PDA yang ditambah antibiotik tetrasiklin digunakan untuk pemeliharaan kapang dan khamir, medium YMA yang ditambah antibiotik tetrasiklin digunakan untuk pertumbuhan dan pemurnian khamir, sedangkan medium Potato Dextrose Broth (PDB) pH 5 digunakan untuk uji antagonisme dengan metode *co-culture*.

• Pembuatan suspensi

Satu ose khamir atau kapang diinokulasikan ke dalam medium YMA/PDA miring sebanyak 15 gores, kemudian diinkubasi selama 48 jam pada suhu ruang (25--27 °C). Biakan ditambah dengan 5 ml akuades steril sehingga diperoleh 5 ml suspensi sel dengan jumlah sel yang setara dengan 10^8 cfu/ml. Biakan dikerik dengan jarum tanam bulat steril dan dihomogenkan dengan menggunakan vorteks.

• Enumerasi sel khamir dan spora kapang

Penghitungan jumlah sel berdasarkan Cappuccino & Sherman (2002). Jumlah sel khamir atau kapang yang terdapat dalam suspensi sel dihitung menggunakan metode *Total Plate Count*

(TPC) dengan pengenceran berseri. Suspensi sel atau spora diencerkan dengan akuades steril hingga faktor pengenceran 10^{-5} , 10^{-6} , 10^{-7} dengan tiga kali pengulangan pada tiap pengenceran. Suspensi sel sebanyak 0,1 ml dari masing-masing faktor pengenceran diambil dengan menggunakan mikropipet dan disebar merata menggunakan spatel Drygalski pada permukaan medium PCA petri yang ditambahkan tetrasiklin 500mg/l. Biakan diinkubasi selama 48 jam pada suhu ruang ($25\text{--}27\text{ }^{\circ}\text{C}$), kemudian jumlah koloni sel dihitung.

Penghitungan jumlah *Colony Forming Unit* (CFU) dilakukan berdasarkan Gandjar *dkk.* (1992) menggunakan rumus :

$$\text{CFU} = \frac{\text{Jumlah koloni pada cawan petri}}{\text{Faktor pengenceran} \times \text{volume inokulum}}$$

Pengujian antagonisme antara khamir *Rhodotorula* spp. dengan kapang dari genus *Aspergillus* dalam medium PDB cair secara *co-culture*.

Pengujian antagonisme dengan metode *co-culture* berdasarkan Oetari *dkk.* (2007). Sebanyak 1 ml suspensi khamir dituangkan ke dalam 18 ml medium PDB steril kemudian difermentasi secara kocok resiprokal pada 110 rpm pada suhu 30°C selama 8 jam. Biakan khamir *Rhodotorula* spp.

ditambahkan dengan 1 ml suspensi spora kapang patogen, diinkubasi tanpa pengocokan pada suhu 30°C selama 6 hari dan diamati setiap hari. Sebagai kontrol kapang adalah kapang yang diinokulasikan tanpa khamir, sedangkan sebagai kontrol khamir adalah khamir yang diinokulasikan tanpa kapang dalam medium.

Kemampuan antagonistik *Rhodotorula* untuk menghambat pertumbuhan kapang diamati secara makroskopik dan mikroskopik. Pengamatan makroskopik dilakukan setiap hari selama 6 hari terhadap kapang patogen dengan melihat pertumbuhan hifa atau miselium dan sporulasi.

Pengamatan mikroskopik dilakukan pada hari ke-2 dan ke-3 untuk melihat interaksi yang terjadi antara *Aspergillus* dan *Rhodotorula*. Pengukuran dilakukan pada diameter kepala konidia dan hifa *Aspergillus* pada kontrol dan perlakuan. Pengamatan dilakukan dengan mikroskop pada perbesaran 400 kali, kemudian kepala konidia dan sel khamir diukur menggunakan software Axiovision dari Carl Zeiss.

C. Hasil Dan Pembahasan

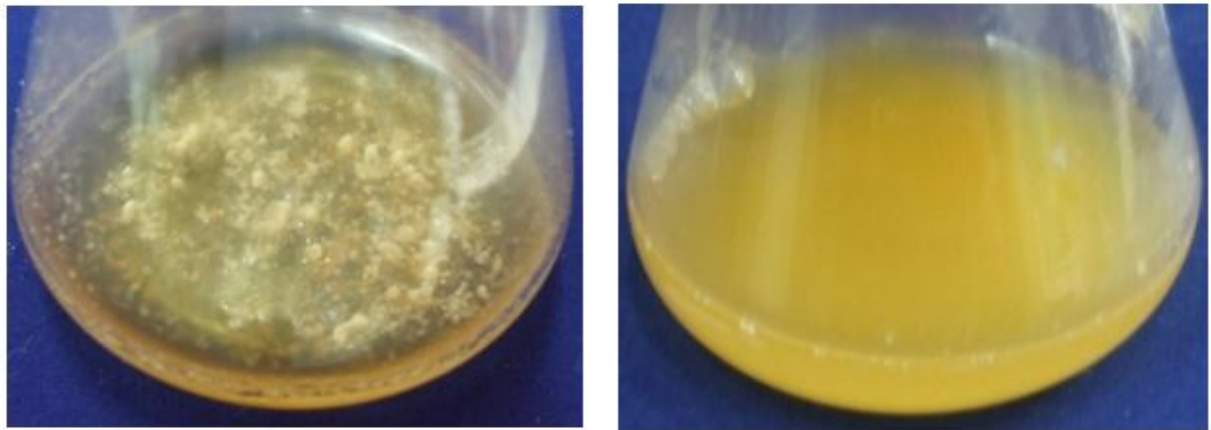
Pengujian kemampuan antagonistik pada enam strain khamir *Rhodotorula*

spp. terhadap kapang *Aspergillus* dengan metode co-culture bertujuan untuk mengetahui interaksi makroskopik dan mikroskopik yang terjadi antara khamir dan kapang yang tidak dapat dilihat dengan *strip method*. Penghitungan sel khamir dan kapang menggunakan metode *Total Plate Count* (TPC) bertujuan untuk mengetahui banyaknya jumlah sel khamir dan kapang pada inokulum yang digunakan dalam pengujian. Hasil penghitungan sel-sel khamir dari enam strain menunjukkan jumlah sel dalam inokulum berada dalam kisaran $1,58 - 5,59 \times 10^8$ cfu/ml. Hasil penghitungan jumlah spora *A. ochraceus* dalam inokulum adalah 7×10^7 cfu/ml, sedangkan jumlah spora *A. terreus* dalam inokulum adalah $7,5 \times 10^7$ cfu/ml.

Leibinger, dkk. (1997) membandingkan kemampuan antagonistik *R. glutinis* untuk menghambat pertumbuhan *B. cinerea* secara *in vitro* dengan co-culture. Setelah inkubasi selama 4 minggu, khamir yang diinokulasikan dengan jumlah sel 10^8 cfu/ml lebih banyak menghambat pertumbuhan koloni kapang *B. cinerea* dibandingkan khamir dengan jumlah sel 10^7 cfu/ml. Hasil penelitian

tersebut menunjukkan jumlah sel antagonistik yang lebih banyak dalam suatu inokulum mendukung kemampuan antagonistik untuk menghambat pertumbuhan kapang.

Pengamatan makroskopik pada permukaan medium PDB pada kontrol kapang *A. ochraceus* menunjukkan kapang telah tumbuh pada hari ke-3 inkubasi. Pada hari ke-4 inkubasi, pertumbuhan koloni kapang kontrol tidak begitu banyak pada permukaan medium, namun kapang sudah bersporulasi. Pada hari ke 5-6 inkubasi, koloni kapang kontrol telah tumbuh dan bersporulasi semakin banyak hingga menutupi seluruh permukaan medium (Gambar 1a). Pada permukaan medium PDB yang berisi co-culture antara enam strain *Rhodotorula* spp. dengan kapang *A. ochraceus* tidak memperlihatkan adanya pertumbuhan koloni kapang selama 6 hari pengamatan. Medium PDB tampak bertambah keruh namun tidak terlihat adanya pertumbuhan miselium di dalam medium secara makroskopik. Pada bagian dasar terlihat adanya endapan berwarna koloni yang menunjukkan adanya pertumbuhan khamir (Gambar 1b).



a

b

Keterangan: a = kapang kontrol *A. ochraceus* D1.2.2.SS.M3, b = *co-culture* *Rhodotorula* sp. UICC Y-318 dengan *A. ochraceus*

Gambar 1. *Co-culture* koloni kapang *A. ochraceus* dan *A. terreus* umur 6 hari pada medium PDB pH 5 dengan *co-culture*, pada suhu 25—27 °C.

Hasil pengamatan mikroskopik di hari ke-2 dan ke-3 inkubasi pada kontrol dan perlakuan *A. ochraceus* dengan semua strain khamir menunjukkan tidak terdapat perbedaan bentuk kepala konidia dan hifa. Perbedaan yang terlihat adalah kepala konidia pada perlakuan ditemukan lebih jarang daripada kontrol.

Castoria *dkk.* (1997) melaporkan tentang pengujian antagonisme secara *in vitro* antara khamir *Cryptococcus laurentii* dan *R. glutinis* dengan *B. cinerea* menunjukkan adanya interaksi langsung antara *Cr. laurentii* dengan *B. cinerea*. Interaksi yang terjadi adalah khamir menempel pada hifa kapang dan menyebabkan kerusakan pada hifa. Hal yang berbeda ditunjukkan khamir *R.*

glutinis yang tidak menempel pada hifa kapang dan tidak menyebabkan kerusakan pada hifa kapang.

Hasil pengamatan mikroskopik pada penelitian ini menunjukkan kapang *A. ochraceus* tidak ditembeli oleh khamir *Rhodotorula* spp. pada semua perlakuan. Diduga tidak ada interaksi langsung antara khamir *Rhodotorula* spp. dengan *A. ochraceus* dan hal tersebut menyebabkan tidak terlihat adanya kerusakan pada hifa kapang.

Pengamatan hasil *co-culture* antara enam strain *Rhodotorula* spp. dengan *A. ochraceus*, menunjukkan *Rhodotorula* sp. UICC Y-381 mempunyai persentase terbesar dalam kemampuan untuk mereduksi diameter kepala konidia.

Persentase reduksi kepala konidia kapang pada hari ke-2 dan ke-3 secara berurutan sebesar 9,45% dan 12,43%. Persentase reduksi lebar hifa pada hari ke-2 dan ke-3 secara berurutan sebesar 7,10% dan 7,51% (Tabel 1). Hasil enumerasi sel khamir *Rhodotorula* sp. UICC Y-381 dalam *co-culture* dengan kapang *A. ochraceus* pada hari ke-3 inkubasi adalah $5,7 \times 10^6$ cfu/ml, kemudian terus meningkat pada hari ke-6 menjadi $1,87 \times 10^7$ cfu/ml. Hasil enumerasi spora kapang *A. ochraceus* pada hari ke-3 inkubasi adalah $4,7 \times 10^4$ cfu/ml kemudian meningkat pada hari ke-6 menjadi $1,59 \times 10^5$ cfu/ml. Hasil tersebut menunjukkan bahwa jumlah sel

Rhodotorula UICC Y-381 lebih banyak daripada jumlah spora kapang pada hari ke-3 dan ke-6 inkubasi, dan mengindikasikan adanya kompetisi antara khamir dan kapang, dimana khamir dapat cepat bereproduksi dan menguasai nutrisi dan ruang pada medium dibandingkan kapang. Seiring dengan bertambahnya jumlah sel khamir maka jumlah nutrisi semakin berkurang pada medium. Hal tersebut mengakibatkan kapang kekurangan nutrisi yang diperlukan untuk pertumbuhan dan reproduksi, sehingga kapang pada perlakuan tidak menunjukkan pertumbuhan koloni pada permukaan medium hingga hari ke-6 inkubasi.

Tabel 1. Persentase reduksi kepala konidia dan lebar hifa kapang *A. ochraceus* oleh khamir *Rhodotorula* sp. pada inkubasi hari ke-2 dan ke-3

Keterangan	Hari ke-2				Hari ke-3			
	Rata-rata diameter kepala konidia	Persentase reduksi kepala konidia (%)	Rata-rata lebar hifa	Persentase reduksi lebar hifa (%)	Rata-rata diameter kepala konidia	Persentase reduksi kepala konidia (%)	Rata-rata lebar hifa	Persentase reduksi lebar hifa (%)
Kontrol A . <i>ochraceus</i>	10,78		1,73		9,95		1,69	
Y-318	9,47	4,82	1,62	6,51	10,16	5,75	1,58	6,36
Y-325	9,73	2,21	1,57	7,10	9,91	8,07	1,91	-10,40
Y-332	9,72	2,31	1,61	4,73	10,20	5,38	1,68	2,89
Y-381	9,44	9,45	1,60	7,10	9,01	12,43	1,57	7,51
Y-384	10,48	9,05	1,92	2,37	9,05	2,78	1,65	-10,98
Y-386	9,80	3,52	1,85	6,51	9,60	9,09	1,58	-15,03

Pengamatan makroskopik pada permukaan medium PDB pada kontrol kapang *A. terreus* menunjukkan kapang

telah tumbuh pada hari ke-3 inkubasi. Pada inkubasi hari ke-4, pertumbuhan koloni kapang kontrol tidak begitu

banyak, namun kapang sudah bersporulasi. Pada hari ke 5-6, koloni kapang kontrol tumbuh dan bersporulasi semakin banyak hingga menutupi seluruh permukaan medium. Pada permukaan medium PDB hasil *co-culture* antara kapang *A. terreus* dengan enam strain *Rhodotorula* spp. menunjukkan bahwa semua strain khamir dapat menghambat pertumbuhan kapang *A. terreus*. Pertumbuhan koloni kapang tidak terlihat pada hari ke 2 – 6 inkubasi.

Hasil pengamatan mikroskopik di hari ke-2 dan ke-3 inkubasi pada kontrol dan perlakuan *A. terreus* dengan semua strain khamir menunjukkan tidak terdapat perbedaan bentuk kepala konidia dan hifa. Perbedaan yang terlihat adalah kepala konidia pada perlakuan lebih ditemukan lebih jarang daripada kontrol. Hasil pengamatan juga menunjukkan kapang *A. terreus* tidak ditempeli oleh

khamir *Rhodotorula* spp. pada semua perlakuan. Diduga tidak ada interaksi langsung antara khamir *Rhodotorula* spp. dengan *A. terreus* dan hal tersebut tidak menyebabkan tidak terlihat adanya kerusakan pada hifa kapang (Gambar 3).

Hasil *co-culture* menunjukkan diantara enam strain *Rhodotorula* spp., *Rhodotorula* sp. UICC Y-332 mempunyai kemampuan terbesar dalam mereduksi diameter kepala konidia *A. terreus*. *Rhodotorula* sp. UICC Y-332 dapat mereduksi ukuran diameter kepala konidia *A. terreus* pada hari ke-2 dan ke-3 secara berurutan sebesar 10,17% dan 9,60% tetapi tidak dapat mereduksi lebar hifa kapang (Tabel 2).



Gambar 3. Penampakan mikroskopik *Rhodotorula* sp. UICC Y-332 dengan *A. terreus* pada medium PDB

Tabel 2. Persentase reduksi kepala konidia dan lebar hifa kapang *A. terreus* oleh khamir *Rhodotorula* sp. pada inkubasi hari ke-2 dan ke-3

Keterangan	Hari ke-2				Hari ke-3			
	Rata-rata diame-ter kepala konidia	Persen-tase reduksi kepala konidia (%)	Rata-rata lebar hifa	Persen-tase reduksi lebar hifa (%)	Rata-rata diame-ter kepala konidia	Persen-tase reduksi kepala konidia (%)	Rata-rata lebar hifa	Persen-tase reduksi lebar hifa (%)
Kontrol <i>A. terreus</i>	10,85		1,50		11,09		1,63	
Y-318	10,39	4,23	1,57	-4,95	10,42	6,03	1,53	6,01
Y-325	9,94	8,35	1,46	2,06	10,07	9,16	1,59	2,68
Y-332	9,75	10,17	1,57	-4,72	10,02	9,60	1,63	-0,06
Y-381	9,95	8,33	1,70	-13,87	11,10	-0,09	1,59	2,49
Y-384	10,81	0,39	1,55	-3,84	10,94	1,32	1,70	-4,21
Y-386	10,75	0,91	1,60	-6,81	10,94	1,32	1,70	-4,21

Mekanisme yang terlibat dalam interaksi antagonistik antara *Rhodotorula* sp. UICC Y-381 terhadap *A. ochraceus* dan *Rhodotorula* sp. Y-332 terhadap *A. terreus* diduga adalah kompetisi untuk memenangkan kompetisi nutrisi dan ruang. *Rhodotorula* sp. diinokulasikan 8 jam lebih dulu pada medium dibandingkan kapang untuk memberi kesempatan kepada khamir lebih cepat memanfaatkan nutrisi dan ruang pada medium PDB untuk melakukan pertumbuhan dan reproduksi. Sel-sel khamir yang telah melakukan reproduksi jumlahnya menjadi lebih banyak daripada sebelumnya. Nutrien yang terkandung dalam medium PDB adalah pati, vitamin, mineral, dan glukosa. Khamir antagonis ditumbuhkan lebih dahulu kemudian

bereproduksi lebih cepat dibandingkan kapang, sehingga jumlah sel-sel khamir menjadi bertambah dan menyebabkan kandungan nutrisi di dalam medium berkurang. Kandungan nutrisi yang berkurang di dalam medium menyebabkan ketersediaan nutrisi untuk pertumbuhan menjadi berkurang sehingga pertumbuhan kapang pada perlakuan menjadi terhambat dibanding kontrol.

Coelho, dkk. (2007) melakukan pengujian kemampuan antagonistik *P. ohmeri* dan *C. guilliermondii* untuk menghambat pertumbuhan *Pen. expansum* pada medium Yeast Malt Broth (YMB). Khamir diinokulasikan 24, 48, 72, 96 dan 120 jam sebelum inokulasi kapang pada medium. Hasil penelitian menunjukkan *C. guilliermondii* yang diinokulasikan 48

jam terlebih dahulu dapat menghambat germinasi konidia sebesar 58,15%. Khamir *P. ohmeri* yang diinokulasikan 72 jam terlebih dahulu dapat menghambat pertumbuhan miselium sebesar 66,17%. Hasil pengujian tersebut memperlihatkan khamir antagonistik dapat menghambat germinasi dan pertumbuhan miselium kapang patogen *Pen. expansum*.

Moore & Landecker (1996) menyatakan komponen nutrisi yang mempengaruhi pertumbuhan miselium dan reproduksi aseksual fungi adalah monosakarida seperti glukosa, fruktosa dan nitrogen (asparagin dan senyawa ammonium). Komponen nutrisi yang mempengaruhi reproduksi seksual adalah disakarida, polisakarida, nitrogen (nitrat, urea, dan asam amino), vitamin dan mineral. Jumlah vitamin dan mineral yang kurang dalam suatu medium akan mengakibatkan fungi tidak dapat bersporulasi.

Filonow (1998) melaporkan kemampuan khamir yang dapat lebih cepat menyerap gula yang diduga digunakan pula oleh kapang untuk pertumbuhan *Sporobolomyces roseus*, *Cr. laurentii*, *S. cerevisiae* terhadap *B. cinerea* dalam kompetisi untuk menyerap gula seperti glukosa, fruktosa, dan sukrosa dalam medium. Gula yang

digunakan pada medium uji tersebut ditandai dengan label 14C. Pada jam ke-48, semua khamir dapat menyerap gula lebih cepat di bandingkan dengan kapang. Berkurangnya gula pada medium tersebut mengakibatkan pertumbuhan kapang *B. cinerea* menjadi terhambat.

Mekanisme lain yang dilakukan khamir antagonis adalah menghasilkan enzim litik seperti β -1,3 glukanase dan kitinase yang dapat mendegradasi dinding sel kapang, sehingga dinding sel kapang menjadi rusak. Rusaknya dinding sel kapang menyebabkan pertumbuhan kapang di sekitar khamir menjadi terhambat. Dinding sel kapang tersebut didegradasi menjadi senyawa yang lebih sederhana sehingga dapat dijadikan sebagai sumber nutrisi yang dimanfaatkan khamir untuk melangsungkan pertumbuhan dan reproduksi. Zhulong & Shipping (2005) melaporkan mekanisme antagonistik *Pichia membranifaciens* dalam menghambat pertumbuhan *Monilia fructicola* secara *in vitro* adalah dengan mengeluarkan enzim litik seperti β -1,3 glukanase. Enzim tersebut diduga dapat mendegradasi dinding sel *Mo. fructicola*.

D. Kesimpulan

Hasil pengujian antagonistik menunjukkan *Rhodotorula* sp. UICC Y-381 mempunyai persentase terbesar untuk mereduksi ukuran kepala konidia dan lebar hifa terhadap *A. ochraceus* dibandingkan kelima strain khamir *Rhodotorula* sp. lainnya. Persentase reduksi kepala konidia kapang pada hari ke-2 dan ke-3 secara berurutan sebesar 9,45% dan 12,43%. Persentase reduksi lebar hifa pada hari ke-2 dan ke-3 secara berurutan sebesar 7,10% dan 7,51%.

E. Saran

Khamir *Rhodotorula* sp. UICC Y-381 yang mempunyai kemampuan antagonistik potensial terhadap *A. ochraceus* perlu diuji lebih lanjut untuk mengetahui kemampuannya sebagai agen biokontrol.

F. Ucapan Terima Kasih

Kami mengucapkan terimakasih kepada Departement Agama (Depag) dan Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat (DRPM) Universitas melalui Hibah Riset Unggulan Universitas Indonesia (RUUI) 2007 yang telah memberikan dana selama kami melaksanakan penelitian.

G. Daftar Pustaka

- 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. *Proceeding of the 11th international conference on culture collection: Connection between collection*. 7-11 October 2007, Goslar Germany: 66—69 hlm.
- Cappuccino, J.G. & N. Sherman. 2002. *Micobiology: A laboratory manual*. Benjamin Cummings, San Francisco: xvi + 491 hlm.
- Castoria, R. F.De. Curtis, G. Lima & V.De. 1997. Cicco. β -1,3-glukanase activity of two saprophytic yeasts and possible mode of action as biocontrol agent against postharvest diseases. *Postharvest Biol. Technol.* **12**: 293—300.
- Coelho, A.R., M.G. Celli, 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. Of Bio. Technol.* **50**: 725—733.
- El-Tarabily, K.A & K. Sivasithamparam. 2006. Potential of yeasts as biocontrol agents of soil-borne fungal plant pathogens and as plant growth promoters. *Mycosci.* **47**: 25—35.
- Filonow, A.B. 1998. Role of competition for sugar by yeast in the biocontrol of gray mold of apple. *Biocontrol Sci. Technol.* **8**: 243—256.
- Fonseca, Á. & J. Inácio. 2006. *Phylloplane yeast*. Dalam: Peter, G. & C. Rosa. 2006. *The yeast handbook: Biodiversity and ecophysiology of yeasts*. Spinger-Verlag, Berlin Heidelberg: 263—301.
- Gandjar, I., I.R. Koentjoro, W. Mangunwardoyo & L. Soebagya.

1992. *Pedoman praktikum mikrobiologi dasar*. Jurusan Biologi, FMIPA-UI. Depok: vii + 87 hlm.
- Helbig, J. 2008. Field and laboratory investigations into the effectiveness of *Rhodotorula glutinis* (isolate 10391) against *Botrytis cinerea* pers. ex Fr. in strawberry. *BioControl*. **108**(4): 356-368.
- Leibinger, W., B. Breuker., M. Hahn & K. Mendgen. 1997. Control of postharvest pathogens and colonization of the apple surface by antagonistic microorganism in the field. *The American Phytopathol. Soc.* **87**(11): 1103—1110).
- Mari, M. & M. Guizzardi. 1998. The postharvest phase: Emerging technologies for the control of fungal diseases. *Phytoparasitica*. **26**(1): 59—66.
- Moore, E. & Landecker. 1996. *Fundamental of the fungi*. 4th ed. Prentice Hall, New Jersey, xiv+ 574 hlm.
- Oetari, A., A. Salamah and W. Sjamsuridzal. 2007. Bioprospek mikosin dari khamir indigenous Indonesia (asal kebun raya Cibodas) sebagai biokontrol jamur patogen pada tanaman pangan. Laporan Akhir Riset Unggulan Universitas Indonesia.
- Ray, B. 2004. *Fundamental food microbiology*. 3rd ed. CRC press, USA: 608 hlm.
- Saravanakumar, D., D. Spadaro, A. Garibaldi & M. L. Gullino. 2008. Detection of enzymatic activity and partial sequence of chitinase gene in *Metschnikowia pulcherrima* strain MACH1 used as post-harvest biocontrol agent. *Eur. J. Plant. Pathol.* **1**: 1—11.
- Yarrow, D. 1998. Methods for the isolation, maintenance and identification of yeasts. Dalam: Kurtzman, C.P. & J.W. Fell (eds.). 1998. *The yeasts: A taxonomic study*. 4th ed. Elsevier, Amsterdam: 77—100 hlm.
- Zhulong Chan & Shipping Tian. 2005. Interaction of antagonistic yeasts against postharvest pathogens of apple fruit and possible mode of action. *Postharvest Biol. Technol.* **36**: 215—223.