**Seleksi Khamir Antagonis sebagai Agens Biokontrol
Penyakit Bercak Daun *Cercospora* pada Anggrek *Dendrobium***

***Selection of Antagonistic Yeasts as Biocontrol Agents
of *Cercospora* Leaf Spot Disease of *Dendrobium* Orchid***

Ulfah Fahriani¹, Suryo Wiyono^{1,2*}

¹Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian IPB, Jl Meranti Darmaga, Bogor, Indonesia

²Pusat Kajian Hortikultura Tropika, LPPM IPB, Jl Raya Pajajaran Baranangsiang, Bogor 16144, Indonesia

Diterima 9 Mei 2018/Disetujui 11 Juni 2018

ABSTRACT

Dendrobium orchid is an ornamental that becomes an important commodity in Indonesia. Cercospora leaf spot caused by Cercospora sp. is one of the most serious problem in commercial orchid industries. Many report on potential of yeast antagonist as biological control agents has been published. This research aimed to select yeast antagonist that inhibits growth of cercospora leaf spot on orchids. Seven yeast isolates obtained from collection of Plant Clinic, IPB. Bioassay of antagonistic yeasts against leaf spot, in vitro conidial germination, and in planta were carried out. In vitro bioassay has done by counting percentages of conidial germination, in vivo bioassay has done by dipping orchid leaves in yeast cell suspension, and in planta bioassay by spraying whole plants with yeast cell suspension. The results showed that Cryptococcus albidus Yp, Candida tropicalis Lm 13 BE, and Rhodotorula minuta Dmg 16 BEP were effective against cercospora leaf spot disease. Inhibition of conidial germination partly contributed to the biocontrol mechanism of these yeasts. Based on disease incidence, C. albidus Yp was able to control cercospora leaf spot disease by high effectiveness rate of 52.53%. Both Ca. tropicalis Lm 13 BE and R. minuta Dmg 16 BEP showed an effectiveness rate of 34.15% and 30.04%. Based on disease severity, C. albidus Yp, Ca. tropicalis Lm 13 BE, and R. minuta Dmg 16 BEP were able to control cercospora leaf spot disease by effectiveness rate of 55.81%, 53.87%, and 57.60% respectively.

Keywords: biological control, *Candida tropicalis*, *Cercospora*, *Cryptococcus albidus*, *Rhodotorula minuta*.

ABSTRAK

Anggrek dendrobium merupakan tanaman hias yang menjadi komoditas penting di Indonesia. Penyakit bercak daun akibat *Cercospora* sp. merupakan salah satu masalah serius dalam pasar industri anggrek. Potensi khamir antagonis sebagai agens pengendali hayati telah banyak dilaporkan dalam mengendalikan penyakit. Penelitian ini bertujuan menguji dan menyeleksi khamir antagonis dalam menekan perkembangan penyakit bercak daun *Cercospora* pada tanaman anggrek. Tujuh khamir yang digunakan merupakan khamir antagonis koleksi Klinik Tanaman, IPB. Semua isolat khamir dikaji kemampuan antagonisnya terhadap *Cercospora* sp. secara in vitro, in vivo, dan in planta. Uji in vitro dilakukan dengan menghitung perkecambahan konidia pada suspensi sel khamir, uji in vivo dilakukan dengan pencelupan daun anggrek ke dalam suspensi sel khamir, dilanjutkan uji in planta dengan menyemprotkan suspensi sel khamir pada tanaman anggrek. Khamir yang efektif dalam mengendalikan bercak daun *Cercospora* adalah *Cryptococcus albidus* Yp, *Candida tropicalis* Lm 13 BE, dan *Rhodotorula minuta* Dmg 16 BEP. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian mekanisme yang mendasari pengendalian penyakit oleh khamir-khamir tersebut adalah hambatan dalam perkecambahan konidia. Berdasarkan kejadian penyakit, *C. albidus* Yp mampu menekan perkembangan bercak daun *Cercospora* dengan tingkat keefektifan sebesar 52.53%. Persentase tingkat keefektifan perlakuan *Ca. tropicalis* Lm 13 BE dan *R. minuta* Dmg 16 BEP adalah 34.15% dan 30.04%. Berdasarkan keparahan penyakit, *C. albidus* Yp, *Ca. tropicalis* Lm 13 BE, dan *R. minuta* Dmg 16 BEP mampu menekan perkembangan bercak daun *Cercospora* dengan tingkat keefektifan berturut-turut sebesar 55.81%, 53.87%, dan 57.60%.

Kata kunci: *Candida tropicalis*, *Cercospora*, *Cryptococcus albidus*, pengendalian hayati, *Rhodotorula minuta*.

* Penulis untuk korespondensi. e-mail: suryowi269@gmail.com

PENDAHULUAN

Anggrek merupakan tanaman hias famili Orchidaceae yang memiliki nilai estetika dan ekonomi tinggi dengan potensi pasar yang baik. Produksi tanaman anggrek di Indonesia pada tahun 2015 mencapai 21 514 789 tangkai (BPS 2016). Anggrek nasional diproyeksikan akan mengalami peningkatan produksi dengan rata-rata pertumbuhan 3.71% hingga tahun 2019 dengan produksi 23 679 690 tangkai (Kementan 2015a). Menurut Santoso (2006), tidak sampai 10% dari 5000 jenis anggrek yang ada di Indonesia dibudidayakan secara komersial sehingga peluang bisnis masih sangat terbuka. Dendrobium adalah jenis anggrek yang menguasai pasar di Indonesia (Widiastoety *et al.*, 2010).

Penyakit bercak daun cercospora (*Cercospora* sp.) merupakan salah satu masalah serius dalam pasar industri anggrek (Mc Millan *et al.*, 2008). Patogen ini menyebabkan bercak yang berwarna kuning pada permukaan bawah daun. Segera setelah infeksi terjadi, bercak kuning akan timbul pada permukaan atas daun yang meluas hingga dapat menutupi seluruh permukaan daun. Infeksi berat menyebabkan daun menjadi nekrosis dan gugur lebih awal (Reddy, 2010).

Pengendaliannya dapat dilakukan dengan menyemprot daun dengan fungisida berbahan aktif metil tiofanat dan mankozeb (Reddy, 2010). Namun penggunaan fungisida yang berkelanjutan dapat menimbulkan residu yang berdampak buruk terhadap kelestarian lingkungan (Sugiprihatini, 2009). Hal ini juga didukung oleh pemerintah dalam kebijakannya untuk menerapkan teknologi inovatif berbasis pengendalian OPT yang ramah lingkungan pada tanaman florikultura (Kementan 2015b). Sehingga diperlukan agens hayati sebagai alternatif pengendalian penyakit bercak daun cercospora pada tanaman anggrek.

Khamir merupakan mikroorganisme potensial yang digunakan sebagai agens hayati. Khamir mampu menghasilkan enzim yang berpotensi menghambat pertumbuhan patogen, serta mampu merangsang beberapa jenis respon pertahanan inang (Guetsky *et al.*, 2002). Penggunaan khamir untuk pengendalian penyakit tanaman mulai berkembang, misalnya *Cryptococcus terreus* terhadap *Curvularia pallescens* (Wiyono dan Agustina, 2013), *Pichia anomala* terhadap *Botryodiplodia theobromae* sebagai penyebab busuk buah jambu (Hashem dan Alamri, 2009), serta aplikasi *Rhodotorula minuta* yang mampu menekan antraknosa (*Colletotrichum acutatum*) pada cabai hingga 90.17% (Hartati, 2016). Sehingga perlu dilakukan penelitian mengenai agens biokontrol yang berpotensi mengendalikan penyakit bercak daun cercospora pada anggrek dendrobium.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan dari bulan April sampai Desember 2016 di Pusat Kajian Hortikultura Tropika, Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat,

Institut Pertanian Bogor (PKHT LPPM, IPB) dan Laboratorium Mikologi Tumbuhan, Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, IPB.

Penyiapan dan Pemeliharaan Tanaman Anggrek

Tanaman yang digunakan adalah anggrek dendrobium berumur 1.5 sampai 2 tahun yang diperoleh dari salah satu sentra produksi anggrek terbesar di Jawa Barat, yaitu Kecamatan Gunung Sindur, Bogor. Kegiatan pemeliharaan berupa penyiraman, pemupukan, dan sanitasi tanaman.

Penyediaan Khamir Antagonis

Khamir antagonis yang digunakan merupakan koleksi Klinik Tanaman, Departemen Proteksi Tanaman. Isolat berasal dari hasil isolasi buah cabai sehat, yaitu *Aureobasidium pullulans* Ap, *Candida tropicalis* Lm 13 BE, *Pseudozyma hubeiensis* Ph, dan *Rhodotorula minuta* Dmg 16 BEP, dan *R. minuta* Rm (Hartati, 2016), serta hasil isolasi dari daun bawang merah, yaitu *Cryptococcus albidus* Yp dan *C. terreus* Yk (Wiyono dan Agustina, 2013). Isolat khamir diremajakan pada media *Potato Dextrose Agar* (PDA). Suspensi khamir dibuat dengan menambahkan satu lup inokulasi khamir berumur 5 hari ke dalam tabung reaksi yang berisi 10 ml aquadest steril. Kerapatan suspensi khamir yang digunakan yaitu 10^6 sel mL⁻¹.

Penyediaan Suspensi Konidia *Cercospora* sp.

Daun anggrek yang bergejala bercak kuning dipotong 2 cm x 5 cm, diletakkan di atas sedotan yang dialasi oleh kertas tisu dalam sebuah wadah dengan keadaan lembab (RH 95%) selama 3-4 hari. Identifikasi morfologi dilakukan dengan kunci identifikasi Barnet dan Hunter (1998). Pembuatan suspensi *Cercospora* sp. dilakukan dengan merontokkan konidia yang berada pada permukaan bawah daun anggrek, ditambahkan 100 ml aquadest steril. Kerapatan suspensi konidia yang digunakan yaitu 10^4 konidia mL⁻¹.

Uji Keefektifan Khamir Antagonis terhadap Perkecambahan Konidia *Cercospora* sp.

Suspensi khamir 50 µl ditetaskan pada titik permukaan gelas obyek steril yang telah ditandai sebelumnya menggunakan spidol. Setelah dikeringanginkan, 50 µl suspensi konidia ditetaskan pada titik tersebut, diinkubasi di dalam cawan petri yang dilapisi dengan kertas buram lembab. Rancangan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL), diulang tiga kali, dimana satu ulangan terdiri dari satu gelas obyek yang ditandai dengan dua titik pengamatan. Sebagai kontrol, suspensi konidia ditetaskan pada gelas obyek yang tidak ditetesi khamir. Gelas obyek ditetesi oleh 50 µl mankozeb formulasi 1 g L⁻¹ sebagai pembanding. Tingkat perkecambahan konidia diamati pada 5 bidang pandang mikroskop per titik perlakuan pada 5 jam setelah perlakuan (JSP) dengan menggunakan rumus Kumar *et al.* (2007) sebagai berikut :

$$\text{Daya berkecambah (DB)} = \frac{\sum \text{konidia yang berkecambah}}{\sum \text{konidia yang diamati}} \times 100\%$$

Tingkat hambatan relatif (THR) masing-masing perlakuan terhadap daya perkecambahan konidia dihitung dengan rumus :

$$\text{THR} = \frac{\sum (\text{DB kontrol} - \text{DB perlakuan})}{\sum \text{DB kontrol}} \times 100\%$$

Uji Hiperparasitisme Khamir Antagonis terhadap *Cercospora* sp.

Suspensi konidia *Cercospora* sp. ditetaskan pada permukaan media *water agar* (WA) sebanyak 100 µl, diratakan menggunakan segitiga perata kemudian dikeringanginkan. Sebanyak 1 lup khamir digoreskan pada permukaan media WA tepat di tengah cawan petri (Ø 9 mm) secara transversal. Pengamatan dilakukan terhadap interaksi yang terjadi antara khamir dengan *Cercospora* sp. di bawah mikroskop cahaya pada 4-6 hari inkubasi, dengan memotong media WA berbentuk persegi berukuran 1 cm² yang dilalui oleh goresan khamir, diletakkan pada gelas obyek steril dan ditutup dengan gelas penutup steril.

Uji Keefektifan Berbagai Isolat Khamir Antagonis terhadap Bercak Daun *Cercospora* pada Potongan Daun Anggrek

Pengujian khamir *in vivo* pada daun anggrek mengacu pada metode Dan *et al.* (2003) yang telah dimodifikasi. Daun anggrek sehat disterilisasi permukaan dengan alkohol 70% selama 1 menit, dibilas dengan akuades steril dua kali dan dikeringanginkan. Daun dicelupkan dalam 100 ml suspensi khamir yang telah diberi 0.02% Tween 80. Setelah dikeringanginkan selama 1-2 jam, sebanyak 50 µl suspensi konidia ditetaskan pada permukaan bawah daun yang telah dilukai pada dua titik inokulasi. Selanjutnya, daun diinkubasi dalam wadah tertutup pada kondisi lembab (RH 95%) dan digelapkan selama 24 jam. Setiap perlakuan diulang tiga kali, masing-masing ulangan terdiri dari dua daun. Kejadian penyakit (KP) diamati dan dihitung pada 10 hari setelah inokulasi (HSI) dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{KP} = \frac{\sum \text{titik inokulasi dengan gejala bercak}}{\sum \text{titik inokulasi yang diamati}} \times 100\%$$

Lebar bercak yang dihasilkan diukur menggunakan *Dino-Lite* Seri AM-413T *Pro*. Persentase THR terhadap lebar bercak dihitung dengan rumus :

$$\text{THR} = \frac{\sum (\text{LBK} - \text{LBP})}{\sum \text{LBK}} \times 100\%$$

Keterangan : LBK = lebar bercak pada kontrol, LBP = lebar bercak pada perlakuan

Uji Keefektifan Berbagai Isolat Khamir Antagonis terhadap Bercak Daun *Cercospora* pada Tanaman Anggrek

Suspensi khamir disemprotkan pada tanaman menggunakan *hand sprayer*. Lalu suspensi konidia disemprotkan pada daun setelah 24 jam aplikasi khamir, kemudian disungkup selama 48 jam. Perlakuan terdiri dari 7 khamir, kontrol positif, kontrol negatif, dan mankozeb. Rancangan yang digunakan adalah rancangan acak kelompok (RAK). Setiap perlakuan diulang empat kali, masing-masing ulangan terdiri dari satu pot tanaman anggrek. Pengamatan kejadian penyakit (KP) dihitung setiap minggu selama 5 minggu dengan rumus :

$$\text{KP} = \frac{\sum \text{daun yang menunjukkan gejala bercak}}{\sum \text{daun yang diamati}} \times 100\%$$

Keparahan penyakit diamati setiap minggu hingga 5 minggu setelah inokulasi (MSI) dengan penilaian persentase bagian daun bergejala. Perkembangan kejadian dan keparahan penyakit dari masing-masing perlakuan dapat dibandingkan dengan dua pendekatan, pertama dengan menghitung laju infeksi penyakit sesuai dengan rumus Van der Plank (1963) sebagai berikut :

$$r = \frac{1}{t_2 - t_1} \left[\ln \frac{x_2}{1 - x_2} - \ln \frac{x_1}{1 - x_1} \right]$$

Keterangan : r = laju infeksi penyakit bercak daun *cercospora*; t₁ = waktu sebelum perlakuan (pengamatan awal); t₂ = waktu setelah perlakuan (pengamatan akhir); x₁ = kejadian/keparahan penyakit pada t₁; x₂ = kejadian/keparahan penyakit pada t₂.

Tingkat keefektifan perlakuan terhadap penyakit dengan rumus Henderson dan Tilton (1955) sebagai berikut:

$$\text{EI} = \left[1 - \frac{T_a}{C_a} \times \frac{C_b}{T_b} \right] \times 100\%$$

Keterangan : EI = tingkat keefektifan perlakuan (%); C_a = kejadian/keparahan penyakit pada kontrol sebelum perlakuan; C_b = kejadian/keparahan penyakit pada kontrol setelah perlakuan; T_a = kejadian/keparahan penyakit pada perlakuan sebelum perlakuan; T_b = kejadian/keparahan penyakit pada perlakuan setelah perlakuan.

Analisis Data

Data yang diperoleh diolah dan dianalisis ragam menggunakan program Microsoft Office Excel 2013 dan SPSS versi 20.0 (*Statistical Package for Social Science*). Pengaruh perlakuan yang berbeda nyata dilakukan uji lanjut dengan uji selang berganda Duncan (DMRT) pada taraf nyata 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perkecambahan Konidia *Cercospora* sp. dengan Perlakuan Khamir

Konidia yang diberi perlakuan khamir tidak berkecambah dan menunjukkan persentase perkecambahan konidia yang lebih kecil dari kontrol pada 5 JSP (Gambar 1, Tabel 1). Konidia berkecambah pada perlakuan kontrol ditunjukkan dengan munculnya tabung kecambah dari salah satu ujung sisi konidia (Gambar 1I). Khamir mampu menghambat perkecambahan konidia diduga akibat mekanisme antibiosis berupa senyawa toksik yang dikenal dengan *killer toxin* (Hartati, 2016).

Persentase perkecambahan konidia tertinggi dihasilkan oleh perlakuan kontrol yaitu 32.33% (Tabel 1). Semua perlakuan khamir secara nyata memiliki persentase perkecambahan konidia yang lebih rendah dibandingkan dengan kontrol, yaitu berkisar antara 1.50-6.00% (Tabel 1). Apabila dibandingkan dengan perlakuan mankozeb, perlakuan khamir tidak berbeda nyata secara statistik. Secara umum perlakuan khamir dapat menekan perkecambahan konidia yang ditunjukkan dengan persentase tingkat hambatan relatif (THR) berkisar antara 84.22-89.96%

(Tabel 2). Jika dibandingkan dengan perlakuan mankozeb, terdapat empat khamir yang memiliki THR lebih tinggi dari mankozeb, yaitu *A. pullulans* Ap, *C. terreus* Yk, *P. hubeiensis* Ph, dan *R. minuta* Dmg 16 BEP.

Hiperparasitisme Khamir Antagonis terhadap *Cercospora* sp.

Semua perlakuan khamir yang diuji tidak memiliki kemampuan hiperparasitisme terhadap *Cercospora* sp. (Gambar 2). Hasil pengujian tidak menunjukkan tanda-tanda kerusakan hifa akibat perlakuan khamir. Khamir hanya menempel pada hifa dari cendawan tersebut (Gambar 2 A-G).

Perkembangan Bercak Daun *Cercospora* pada Uji Khamir *In Vivo*

Daun anggrek yang diberi perlakuan khamir dan diinokulasi *Cercospora* sp. menunjukkan gejala bercak yang bervariasi (Gambar 3). Kontrol positif menunjukkan gejala bercak disertai nekrosis yang tinggi (Gambar 3I). Sedangkan pada kontrol negatif tidak terjadi gejala bercak maupun nekrosis (Gambar 3J).

Gambar 1. Perkecambahan konidia dengan berbagai perlakuan khamir, tidak berkecambah pada perlakuan (A) *A. pullulans* Ap, (B) *Ca. tropicalis* Lm 13 BE, (C) *C. albidus* Yp, (D) *C. terreus* Yk, (E) *P. hubeiensis* Ph, (F) *R. minuta* Dmg 16 BEP, (G) *R. minuta* Rm, (H) mankozeb, dan (I) berkecambah pada kontrol. Perbesaran 400 $\times$ (Skala bar: 10 $\frac{1}{4}$ mm)

Tabel 1. Pengaruh perlakuan khamir *in vitro* terhadap perkecambahan konidia *Cercospora* sp.

Perlakuan	Perkecambahan konidia (%) ^a	THR perkecambahan konidia (%)
<i>Aureobasidium pullulans</i> Ap	6.00a	89.96
<i>Candida tropicalis</i> Lm 13 BE	2.35a	84.22
<i>Cryptococcus albidus</i> Yp	4.17a	86.89
<i>C. terreus</i> Yk	1.50a	89.96
<i>Pseudozyma hubeiensis</i> Ph	4.50a	89.96
<i>Rhodotorula minuta</i> Dmg 16 BEP	2.11a	88.82
<i>R. minuta</i> Rm	2.30a	88.42
Mankozebe	0.74a	88.6
Kontrol ^b	32.33b	TD ^c

Keterangan: ^aAngka yang diikuti huruf mutu berbeda pada lajur yang sama menunjukkan hasil berbeda nyata berdasarkan uji selang berganda Duncan pada taraf nyata 5%. ^bKontrol: perkecambahan konidia *Cercospora* sp. tanpa perlakuan khamir. ^cTD: tidak diuji.

Berdasarkan hasil pengamatan uji khamir *in vivo* diperoleh kejadian penyakit yang beragam (Tabel 2). Infeksi penyakit bercak daun cercospora pada semua perlakuan menghasilkan lebar bercak yang lebih kecil dari kontrol positif. Khamir mampu menekan infeksi patogen dengan menghasilkan sekresi *antifungal* yang menghambat pertumbuhan patogen, seperti enzim kitinase dan β -1,3-glukanase (Ippolito *et al.*, 2000). Perlakuan *R. minuta* Dmg 16 BEP berpotensi menghasilkan lebar bercak terkecil dengan persentase THR sebesar 76.3% (Tabel 2).

Perkembangan Bercak Daun Cercospora pada Tanaman Anggrek dengan Perlakuan Khamir Antagonis

Pengujian khamir *in planta* pada tanaman anggrek dendrobium menunjukkan gejala bercak yang beragam (Gambar 4). Secara umum perlakuan khamir tidak mengurangi insidensi penyakit pada tanaman anggrek terinfeksi bercak daun cercospora, namun beberapa perlakuan memiliki laju infeksi yang lebih rendah dibanding kontrol positif (Tabel 3).

Pengamatan laju infeksi dan tingkat keefektifan perlakuan dihitung berdasarkan kejadian dan keparahan penyakit. Berdasarkan kejadian penyakit saat 0 MSI dan 4 MSI, perlakuan khamir mampu menekan laju infeksi penyakit yang berkisar antara 0.04-0.51 unit/minggu (Tabel

3). Perlakuan *C. albidus* Yp berpotensi memiliki tingkat keefektifan tertinggi, yaitu 52.53% (Tabel 3). Secara umum tanaman pada semua perlakuan mengalami perkembangan keparahan penyakit dari 0 MSI hingga 4 MSI, kecuali perlakuan *C. albidus* Yp. Keparahan penyakit tanaman akibat perlakuan *C. albidus* Yp mengalami penurunan pada 4 MSI (Gambar 5). Keparahan penyakit tertinggi saat 4 MSI terjadi pada perlakuan mankozeb, sedangkan keparahan penyakit terendah terjadi pada perlakuan kontrol negatif (Gambar 5).

Semua tanaman perlakuan mengalami laju infeksi yang lebih rendah dibanding kontrol positif. Perlakuan kontrol positif menghasilkan perkembangan penyakit tertinggi dari 0 MSI hingga 4 MSI (Gambar 5), ditunjukkan dengan laju infeksi yang paling tinggi dari semua perlakuan, yaitu 1.05 unit/minggu (Tabel 4).

Berdasarkan keparahan penyakit, semua perlakuan khamir mampu menekan laju infeksi penyakit lebih baik dari kontrol positif, berkisar antara 0.80-0.92 unit/minggu (Tabel 4). Jika dibandingkan dengan perlakuan mankozeb, khamir *Ca. tropicalis* Lm 13 BE, *C. albidus* Yp, dan *R. minuta* Dmg 16 BEP menunjukkan tingkat keefektifan yang cenderung lebih tinggi dari mankozeb, berturut-turut sebesar 53.87%, 55.81%, dan 57.60% (Tabel 4).

Apabila perkembangan bercak daun cercospora dihubungkan antara hasil uji *in vivo* dengan hasil uji *in planta*, perlakuan *Ca. tropicalis* Lm 13 BE dan *R. minuta*

Gambar 2. Hifa tidak mengalami kerusakan akibat perlakuan berbagai isolat khamir pada uji hiperparasitisme, (A) *A. pullulans* Ap, (B) *R. minuta* Dmg 16 BEP, (C) *Ca. tropicalis* Lm 13 BE, (D) *P. hubeiensis* Ph, (E) *R. minuta* Rm, (F) *C. terreus* Yk, (G) *C. albidus* Yp, (H) konidia berkecambah pada perlakuan kontrol. Perbesaran 400 $\times$ (Skala bar: 10 μ m)

Gambar 3. Variasi lebar bercak nekrosis akibat berbagai perlakuan khamir : (A) *A. pullulans* Ap, (B) *Ca. tropicalis* Lm 13 BE, (C) *C. albidus* Yp, (D) *C. terreus* Yk, (E) *P. hubeiensis* Ph, (F) *R. minuta* Dmg 16 BEP, (G) *R. minuta* Rm, (H) mankozeb, (I) kontrol positif, (J) kontrol negatif. (Skala bar: 0.2 mm)

Tabel 2. Pengaruh perlakuan khamir *in vivo* terhadap bercak daun *cercospora*

Perlakuan	Insiden penyakit (%)	Lebar bercak (mm) ^a	THR lebar bercak (%) ^a
<i>Aureobasidium pullulans</i> Ap	100.0b	0.17abc	60.3b
<i>Candida tropicalis</i> Lm 13 BE	75.0b	0.11ab	75.7b
<i>Cryptococcus albidus</i> Yp	100.0b	0.18bc	58.1b
<i>C. terreus</i> Yk	94.3b	0.21bc	51.3ab
<i>Pseudozyma hubeiensis</i> Ph	73.0b	0.18abc	59.4b
<i>Rhodotorula minuta</i> Dmg 16 BEP	94.3b	0.10ab	76.3b
<i>R. minuta</i> Rm	83.3b	0.30cd	30.8a
Mankozeb	100.0b	0.21bc	51.2ab
K ⁺ ^b	100.0b	0.44d	TD ^c
K ⁻ ^b	0.0a	0.00a	TD

Keterangan: ^aAngka yang diikuti huruf mutu berbeda pada lajur yang sama menunjukkan hasil berbeda nyata berdasarkan uji selang berganda Duncan pada taraf nyata 5%. ^bK⁺: Kontrol terinfeksi *Cercospora* sp. tanpa perlakuan khamir, K⁻: Kontrol sehat. ^cTD: tidak diuji

Tabel 3. Kejadian penyakit bercak daun *cercospora* pada tanaman anggrek dendrobium

Perlakuan	Kejadian penyakit (% daun bergejala)					Laju infeksi (unit/minggu) ^a	Tingkat keefektifan (%) ^a
	0 MSI ^b	1 MSI	2 MSI	3 MSI	4 MSI		
<i>Aureobasidium pullulans</i> Ap	23.25	24.75	24.5	30.75	41.25	0.49a	30.48a
<i>Candida tropicalis</i> Lm 13 BE	31.50	30.5	29	41	58.5	0.51a	34.15a
<i>Cryptococcus albidus</i> Yp	42.25	40.25	45	41	44.75	0.04a	52.53b
<i>C. terreus</i> Yk	48	48.75	53.5	57.25	69.75	0.32a	39.72ab
<i>Pseudozyma hubeiensis</i> Ph	37.75	40.75	47.25	48.5	52	0.45a	42.44ab
<i>Rhodotorula minuta</i> Dmg 16 BEP	45.25	61	61.25	64.75	64.75	0.27a	30.04a
<i>R. minuta</i> Rm	22	25.75	33.5	35	39	0.25a	38.94ab
Mankozeb	53.25	52.75	57.5	56.25	57.5	0.10a	48.54ab
K ⁺ ^c	31.5	45	51	53.5	64.75	0.40a	TD ^d
K ⁻ ^c	26.5	25.25	26.5	26	41.5	0.43a	TD

Keterangan: ^aAngka yang diikuti huruf mutu berbeda pada lajur yang sama menunjukkan hasil berbeda nyata berdasarkan uji selang berganda Duncan pada taraf nyata 5%. ^bMSI: Minggu setelah inoculasi. ^cK⁺: Kontrol terinfeksi *Cercospora* sp. tanpa perlakuan khamir, K⁻: Kontrol sehat. ^dTD: Tidak diuji.

Gambar 4. Gejala bercak daun *cercospora* muncul pertama kali pada permukaan bawah daun (A), membentuk pola melingkar atau tidak beraturan (B), nekrosis hingga berubah warna menjadi hitam keunguan (C), infeksi berat (D).

Gambar 5. Perkembangan keparahan penyakit tanaman terinfeksi *Cercospora* sp. dengan perlakuan khamir. —◆— *A. pullulans* Ap, —△— *Ca. tropicalis* Lm 13 BE, —▲— *C. albidus* Yp, —+— *C. terreus* Yk, —×— *P. hubeiensis* pH, —○— *R. minuta* dMG 16 BEP, —●— *R. minuta* Rm, —■— Mankozebe, —□— Kontrol positif, —◇— Kontrol negatif.

Tabel 4. Laju infeksi dan tingkat keefektifan khamir terhadap penyakit bercak daun *cercospora*

Perlakuan	Laju infeksi penyakit (unit/minggu) ^{a,b}	Tingkat keefektifan (%) ^{a,b}
<i>Aureobasidium pullulans</i> Ap	0.92bc	29.21a
<i>Candida tropicalis</i> Lm 13 BE	0.80a	53.87bc
<i>Cryptococcus albidus</i> Yp	0.83ab	55.81bc
<i>C. terreus</i> Yk	0.88abc	42.84abc
<i>Pseudozyma hubeiensis</i> Ph	0.92bc	45.03abc
<i>Rhodotorula minuta</i> Dmg 16 BEP	0.87abc	57.60c
<i>R. minuta</i> Rm	0.95c	37.96ab
Mankozebe	0.90abc	53.40bc
K ⁺ ^b	1.05d	TD ^c
K ^{-b}	0.91bc	TD

Keterangan: ^aAngka yang diikuti huruf mutu berbeda pada lajur yang sama menunjukkan hasil berbeda nyata berdasarkan uji selang berganda Duncan $\alpha=0.05$. ^bAngka yang diperoleh merupakan nilai yang dihitung berdasarkan keparahan penyakit. ^cK⁺: Kontrol terinfeksi *Cercospora* sp. tanpa perlakuan khamir, K⁻: Kontrol sehat. ^dTD: Tidak diuji

Dmg 16 BEP menghasilkan THR lebar bercak yang tinggi, yaitu 75.7% dan 76.3% (Tabel 2). Hal ini berkorelasi dengan hasil uji *in planta*, ditunjukkan dengan tingkat keefektifannya yang tinggi juga, yaitu 53.87% dan 57.60% (Tabel 4). Walaupun THR lebar bercak akibat perlakuan *C. albidus* Yp tidak setinggi *Ca. tropicalis* Lm 13 BE dan *R. minuta* Dmg 16 BEP, yaitu 58.1% (Tabel 2), namun hasil uji *in planta* menunjukkan tingkat keefektifan yang cukup tinggi yaitu 55.81% (Tabel 4). Hasil seleksi khamir antagonis menunjukkan bahwa *Ca. tropicalis* Lm 13 BE, *C. albidus* Yp, dan *R. minuta* Dmg 16 BEP mampu menekan perkembangan penyakit bercak daun *cercospora* pada tanaman anggrek dendrobium.

KESIMPULAN

Khamir antagonis mampu menekan infeksi bercak daun *cercospora* pada tanaman anggrek dendrobium. Secara umum perlakuan khamir menunjukkan perkecambahan konidia, lebar bercak, dan laju infeksi penyakit yang lebih rendah dibandingkan dengan kontrol terinfeksi *Cercospora* sp. tanpa perlakuan khamir. Berdasarkan hasil seleksi, khamir *C. albidus* Yp, *Ca. tropicalis* Lm 13 BE, dan *R. minuta* Dmg 16 BEP merupakan khamir yang efektif mengendalikan penyakit bercak daun *cercospora* pada tanaman anggrek. Mekanisme yang mendasari pengendalian tersebut pada penelitian ini adalah antibiosis penghambatan perkecambahan konidia.

DAFTAR PUSTAKA

- Barnet, H.L., B.B. Hunter. 1998. Illustrated genera of imperfect fungi. Fourth edition, The American Phytopathological Society. St. Paul Minnesota (US): APS Press.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2016. Produksi tanaman florikultura, anggrek. <http://www.bps.go.id> [18 Desember 2016].
- Dan, H., X.D. Zheng, Y.M. Yin, P. Sun, H.Y. Zhang. 2003. Yeasts application for controlling apple postharvest diseases associated with *Penicillium expansum*. *Bot Bull Acad Sin*. 44: 211-216.
- Guetsky, R., Y. Shtienberg, Y. Elad, E. Fischer, A. Dinor. 2002. Improving biological control by combining biocontrol agents each with several mechanisms of disease suppression. *Phytopathol*. 92: 972-985.
- Hartati, S. 2016. Khamir sebagai agens biokontrol antraknosa (*Colletotrichum acutatum* J.H. Simmonds) pada cabai pascapanen. Tesis. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Hashem, M., S. Alamri. 2009. The biocontrol of postharvest disease (*Botryodiplodia theobromae*) of guava (*Psidium guajava* L.) by the application of yeast strains. *Postharvest Biol Technol*. 53: 123-130.
- Henderson C.F., E.W. Tilton. 1955. Tests with acaricides against the brown wheat mite. *J Econ Entomol*. 48(2): 157-161.
- Ippolito, A, A. El-Ghaouth, M.W. Wilson. 2000. Control of postharvest decay of apple fruit by *Aureobasidium pullulans* and induction of defense responses. *Postharvest Biol Technol* 19: 265-272.
- [Kementan] Kementerian Pertanian. 2015a. Outlook Anggrek. <http://epublikasi.setjen.pertanian.go.id>. [17 Januari 2017].
- [Kementan] Kementerian Pertanian. 2015b. Rencana strategis Kementerian Pertanian tahun 2015-2019. http://www.pertanian.go.id/file/RENSTRA_2015-2019.pdf. [27 Januari 2017].
- Kumar, A.S., N.P.E. Reddy, K.H. Reddy, M.C. Devi. 2007. Evaluation of fungicidal resistance among *Colletotrichum gloeosporioides* isolate causing mango anthracnose in agri export zone of Andhra Pradesh, India. *Plant Pathol Bull* 16: 157-160.
- Mc. Millan, R.T, A.J. Palmateer, W.A. Vendrame. 2008. Cercospora leaf spot caused by *Cercospora dendrobii* on *Dendrobium antennatum* Lindl. and its control. Di dalam: Etcheberry E, editor. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*. Fort Lauderdale (US): Florida State Horticultural Society. 121:1-4 Juni 2008.
- Reddy, P.P. 2010. Plant Protection in Horticulture. Volume 2, Fungal Diseases and their Management. Jodhpur (IN): Scientific Publishers.
- Santoso, H.B. 2006. 8 Tanaman Hias Paling Populer. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Sugiprihatini, D. 2009. Potensi penggunaan khamir dan kitosan untuk pengendalian busuk buah *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griffon & Maubl. (syn. *Botryodiplodia theobromae* Pat.) pada buah mangga selama penyimpanan. Tesis. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Vanderplank, J.E. 1963. Plant Disease: Epidemics and Control. New York (US): Academic Press.
- Widiastoety, D., N. Solvia, M. Soedarjo. 2010. Potensi anggrek *Dendrobium* dalam meningkatkan variasi dan kualitas anggrek bunga potong. *J Litbang Pertanian* 29(3): 101-106.
- Wiyono, S., E.R. Agustina. 2013. Use of yeast antagonist *Cryptococcus terreus* to control petal blight of dendrobium caused by *Curvularia pallescens*. *J ISSAAS* 19(1): 41-48.