UJI TAPIS ISOLAT KHAMIR FILOSFER SEBAGAI AGENS BIOKONTROL PATOGEN ANTRAKNOSA PADA PISANG, *Colletotrichum musae* (Berk. dan Curt.) Arx.

**Lulu Kurnia\*1, Fadjar Rianto 2, Edy Syahputra 3**

1Jurusan Budidaya Pertanian; Universitas Tanjungpura Pontianak

2Jurusan Budidaya Pertanian; Universitas Tanjungpura Pontianak

3Jurusan Budidaya Pertanian; Universitas Tanjungpura Pontianak

**e-mail: \***[1lulukurnia11@gmail.com](mailto:1lulukurnia11@gmail.com)

***ABSTRACT***

Colletotrichum musae (Berk and Curt.) Arx*. is a pathogen that causes anthracnose disease in bananas. Biological control is an alternative because it is friendly to the environment and reduces the negative impact of synthetic pesticides. The objective of this study was to obtain yeast isolates from bananas potentially used as biocontrol agents. The research was conducted at the Laboratory of Faculty of Agriculture Faculty of University of Tanjungpura Pontianak from September 2017 to February 2018. All the obtained yeast isolates were tested as antagonistic potential against* C. musae *through dual culture method and viability test of conidia* C. musae*. The hypovirulent test of yeast isolates that have potential as biocontrol agents are carried out on cucumber. The isolation result obtained 9 isolates of yeast. Based on antagonistic test, yeast isolates had inhibition between 53,42-78,67%. Viability test of conidia* C. musae *on media that has been shed in yeast cells as much as 106 cells/mL one day earlier showed that conidia still germinate 97.5-100%. Calculation of Severity Index of Disease in hypovirulent test for all isolates of yeast showed 0%.*

*Keywords: antagonist,* Colletotrichum musae*, hypovirulen, spore germination, yeast*

*ABSTRAK*

Colletotrichum musae (Berk. dan Curt.) Arx. *merupakan patogen yang menyebabkan penyakit antraknosa pada buah pisang. Pengendalian hayati menjadi alternatif karena ramah lingkungan dan mengurangi dampak negatif pestisida sintetik. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan isolat-isolat khamir dari buah pisang yang berpotensi digunakan sebagai agens biokontrol. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Penyakit Fakultas Pertanian Universitas Tanjungpura Pontianak dari bulan September 2017-Februari 2018. Isolat-isolat khamir yang diperoleh diuji potensi sebagai antagonis terhadap* C. musae *melalui metode dual culture dan uji viabilitas konidia* C. musae. *Uji hipovirulen isolat khamir yang berpotensi sebagai agens biokontrol dilakukan pada mentimun. Hasil isolasi diperoleh 9 isolat khamir. Berdasarkan uji antagonis, isolat khamir memiliki penghambatan antara 53,42-78,67%. Pengujian viabilitas konidia* C. musae *pada media yang telah diteteskan sel khamir sebanyak 106 sel/mL satu hari sebelumnya menunjukkan masih terjadi perkecambahan 97,5-100%. Penghitungan Indeks Keparahan Penyakit pada uji hipovirulen untuk seluruh isolat khamir menunjukkan nilai 0%.*

*Kata kunci:**antagonis,* Colletotrichum musae*, hipovirulen,**khamir, spora berkecambah*

# Pendahuluan

*Colletotrichum musae* (Berk. dan Curt.) Arx. merupakan salah satu patogen penyakit pascapanen penyebab antraknosa pada buah pisang. Sebagai akibatnya, kualitas pisang yang dipanen menurun dan tidak memenuhi standar untuk ekspor.

Pengendalian hayati merupakan alternatif yang diteliti secara intensif dalam menghadapi penyakit pascapanen. Di sisi lain pengendalian hayati tergolong ramah lingkungan dan mengurangi dampak negatif penggunaan pestisida sintetik. Khamir merupakan sumber alami yang ditemukan di dalam daun, bunga dan buah. Kandungan nutrisi yang terdapat pada daun, bunga dan buah diharapkan dapat menstimulasi khamir untuk mencegah infeksi patogen pada tanaman (Hartati, dkk, 2014).

Khamir mempunyai potensi digunakan sebagai agens biokontrol. Keunggulan sebagai agens biokontrol diperlihatkan oleh beberapa spesies khamir yang diisolasi dari buah avokad yaitu *Pichia anomala* dan *Candida intermedia* antagonis terhadap *Colletotrichum gleosporioides* yang menyerang buah-buah di tempat penyimpanan (Fitriati, dkk, 2013). Penelitian Dharmaputra, dkk (2016) menunjukkan bahwa khamir yang diisolasi dari buah-buahan dan sayuran dapat menekan total serangan antraknosa pada buah cabai merah besar varietas Gada yang disebabkan oleh patogen *Colletotrichum capsici.* Akan tetapi pengendalian *C. musae* pada pisang di Indonesia masih terbatas, sehingga keragaman khamir yang berada pada filosfer berpotensi dapat diteliti sebagai agens biokontrol penyakit antraknosa pisang secara *in vitro.* Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan isolat khamir yang efektif sebagai agens biokontrol dalam mengendalikan *C. musae* penyebab penyakit antraknosa pada pisang.

**Metode Penelitian**

Penelitian telah dilaksanakan di Laboratorium Penyakit Fakultas Pertanian Universitas Tanjungpura Pontianak selama 6 bulan, yaitu September 2017- Februari 2018.

1. **Prosedur Penelitian**

**Pembuatan Media Isolasi**

Media *Potato Dextrose Agar* (PDA)

Media PDA dibuat dengan merebus 200 g potongan kentang dengan air mendidih ke dalam satu liter akuades. Ekstrak kentang yang diperoleh ditambahkan 20 g dekstrosa, 15 g agar dan akuades hingga mencapai volume satu liter. Kemudian dipanaskan kembali sampai menjadi homogen dan disterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu 121°C selama 20 menit.

Media *Yeast Glucose Chloramphenicol Agar* (YGCA)

Komposisi media YGCA adalah 5 g *yeast extract*, 20 g D(+) *glucose*, 0,1 g *chloramphenicol*, 15 g agar dan satu liter akuades. Campuran bahan dipanaskan sambil diaduk agar homogen. Selanjutnya media disterilkan dengan menggunakan autoklaf pada suhu 121°C selama 20 menit.

**Eksplorasi Khamir**

Eksplorasi mengacu pada metode Fitriati, dkk (2013). Buah pisang yang dipilih tergolong sehat, tidak ada luka, dan masih berada di pohon. Isolasi khamir dilakukan menggunakan metode media yang diperkaya (*Enrichment culture*) pada media YGC broth. Buah pisang dimasukkan dalam media YGC broth dan dikocok pada kecepatan 160 rpm selama 48 jam menggunakan *shaker*. Kultur khamir berumur dua hari diencerkan sampai pengenceran 10-4 dan 10-5. Pengenceran tersebut diambil sebanyak 1 mL, ditumbuhkan pada media YGC agar pada cawan petri masing-masing. Inkubasi selama 24-48 jam pada suhu kamar dan mengamati morfologi koloni khamir setiap 24 jam dan 48 jam. Koloni khamir yang memiliki ciri-ciri berbeda dimurnikan pada media YGC agar. Penyimpanan khamir dilakukan pada media agar miring menggunakan media YGC agar.

**Isolasi *Colletotrichum musae***

Buah pisang yang terserang antraknosa yaitu terdapat lesi atau luka. Lesi berwarna hitam berubah abu-abu apabila mengering. Pada keadaan lembab, bagian permukaan lesinya menjadi bintik-bintik kemerahan. Buah pisang diinkubasi selama 2-3 hari. Sel jamur *C. musae* diidentifikasi melalui mikroskop lalu ditanam ke media PDA + 0,1 g *Chloramphenicol* untuk mendapatkan isolat *C. musae*. Identifikasi *Colletotrichum* sp. dilakukan dengan merujuk pada buku identifikasi (Watanabe, 2002). Hasil yang menunjukkan adanya koloni *Colletotrichum* sp. direisolasi sampai didapatkan biakan murni menggunakan media PDA.

**Uji Antagonis**

Untuk mengetahui kemampuan penghambatan oleh khamir terhadap *C. musae* penyebab antraknosa pada buah pisang secara *in vitro,* dilakukan pengujian antagonis menggunakan metode *dual culture*. Metode merujuk pada Nawfetrias, dkk (2016) dengan modifikasi peletakan khamir di tengah petri. Patogen *C. musae* pada media PDA dipotong ukuran diameter 5 mm dan diletakkan masing-masing sebelah kanan dan kiri petri dengan jarak 2 cm dari tepi petri dan khamir. Pengujian dilakukan terhadap semua isolat yang diperoleh. Pada pengujian masing-masing isolat diulang sebanyak 5 kali. Penghitungan perhitungan jari-jari patogen dilakukan selama 7 hari.

**Uji Viabilitas *C. musae***

Viabilitas konidia mengacu metode Herlinda, dkk (2006) yang dimodifikasi. Suspensi sel-sel khamir dan *C. musae* yang digunakan dalam pengujian masing-masing mempunyai konsentrasi 106 sel/mL. Penentuan konsentrasi menggunakan *hymocetometer*. Sebanyak 50 μL suspensi khamir dan *C. musae* diteteskan pada potongan media PDA 30% ukuran 1cm x 1cm pada *object glass*. Setelah mengering suspensi ditutup dengan *cover glass.* Masing-masing pengujian diulang 4 kali. Inkubasi dilakukan 24 jam. Konidia *C. musae* yang berkecambah dan tidak berkecambah dihitung berdasarkan 1 bidang pandang mikroskop dan diamati 2 bidang pandang.

**Uji Hipovirulen**

Isolat-isolat khamir unggulan dilanjutkan ke uji hipovirulen menggunakan mentimun sebagai tanaman indikator. Metode yang digunakan adalah menurut Ichielevich Auster, dkk (1995) *dalam* Worosuryani, dkk (2006). Benih mentimun didesinfeksi dengan alkohol 70% direndam selama 30 detik. Benih mentimun kembali direndam dalam larutan *natrium hypochlorite* 3% selama 1 menit kemudian dibilas dengan alkohol 70%. Benih dikering-anginkan sebelum ditanam pada media agar cair 2%. Inkubasi benih mentimun. Isolat yang berumur 3 hari diletakkan di tengah-tengah hipokotil mentimun. Perlakuan diulang 10 kali dan pengamatan dilakukan selama 7 hari setelah tanam untuk menentukan Indeks Keparahan Penyakit (*Disease Severity Index/*DSI).

**Variabel Pengamatan**

**Isolat-isolat khamir antagonis**

Pengamatan isolat dilakukan secara makroskopis dan mikroskopis. Perbedaan morfologi koloni dan bentuk sel dapat terlihat dari bentuk tepi koloni, elevasi koloni, bentuk sel, warna koloni dan permukaan koloni (George dan Poinar, 1984).

**Persentase Penghambatan Pertumbuhan**

Pertumbuhan patogen uji antagonis metode *dual culture* diperoleh dari Royce dan Ries (1978) dengan rumus persentase penghambatan pertumbuhan yaitu:

Keterangan: PP = Daya hambat (%), R1 = pertumbuhan jari-jari patogen menjauhi jamur antagonis (cm), R2 = jari-jari patogen mendekati jamur antagonis (cm).

**Perkecambahan konidia *C. musae***

Penghitungan viabilitas konidia dilakukan 24 jam setelah inkubasi. Viabilitas konidia dihitung dengan menggunakan rumus Gabriel & Riyatno (1989) sebagai berikut:

Keterangan: V = perkecambahan konidia (viabilitas), g = jumlah spora berkecambah, u = jumlah spora tidak berkecambah.

**Indeks Keparahan Penyakit (*Disease Severity Index/*DSI)**

Pengamatan uji hipovirulen menggunakan Indeks Keparahan Penyakit (*Disease Severity Index/*DSI) mengikuti determinasi skor individual dari Cardoso dan Echandi (1987) *dalam* Worosuryani, dkk (2006). Isolat dikategorikan sebagai hipovirulen jika nilai DSI kurang dari 2 (DSI < 2,0).

Rumus DSI adalah :

Keterangan : DSI = Indeks Keparahan Penyakit, N = nilai tingkat keparahan penyakit masing-masing individu, Z = jumlah individu yang digunakan

**Hasil dan Pembahasan**

Hasil isolasi khamir dari buah pisang diperoleh 9 (sembilan) isolat khamir. Dari hasil isolasi yang dilakukan diperoleh perbedaan antar isolat berdasarkan warna, bentuk, elevasi, tepi, dan permukaan koloni. Isolat-isolat khamir diberi kode K1, K2, K3, K4, K5, K6, K7, K8, dan K9 (Tabel 1).

****

**Gambar 1.** Bentuk-bentuk koloni tunggal 9 isolat khamir(a) K1; (b) K2; (c) K3; (d) K4; (e) K5; (f) K6; (g) K7; (h) K8; (i) K9 (Doc. Penulis, 2018)

**Tabel 1**. Morfologi Isolat-isolat Khamir pada Filosfer Buah Pisang

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Isolat** | **Warna** | **Bentuk Sel** | **Elevasi** | **Tepian** | **Permukaan** |
| K1 | Putih | Tidak beraturan | Cembung menonjol di tengah | Bergelombang tidak beraturan | Cincin yang melingkar |
| K2 | Putih | Tidak beraturan | Cembung menonjol di tengah | Bergelombang tidak beraturan | Cincin yang melingkar |
| K3 | Putih | Tidak beraturan | Cembung menonjol di tengah | Bergelombang tidak beraturan | Cincin yang melingkar |
| K4 | Putih | Tidak beraturan | Cembung menonjol di tengah | Bergelombang tidak beraturan | Cincin yang melingkar |
| K5 | Putih | Bulat | Cembung | Bulat | Licin |
| K6 | Putih | Bulat | Cembung | Bulat | Licin |
| K7 | Putih | Tidak beraturan | Cembung menonjol di tengah | Bergelombang tidak beraturan | Cincin yang melingkar |
| K8 | Putih | Tidak beraturan | Cekung | Bergelombang tidak beraturan | Cincin yang melingkar |
| K9 | Putih | Tidak beraturan | Cembung menonjol di tengah | Bergelombang tidak beraturan | Cincin yang melingkar |

Sumber : George dan Poinar, 1984

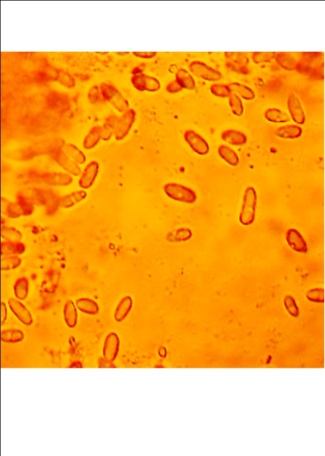
**Patogen *Colletotrichum musae***

Pengamatan secara maskroskopis miselia *C. musae* berwarna putih keabu-abuan dan menjadi jingga sampai kemerahan pada 7 hari setelah isolasi (Gambar 2a). Ara, dkk (2012) melaporkan karakteristik isolat *C. musae* yang diinkubasi selama 10-12 hari di media PDA memiliki miselia berwarna putih yang berubah menjadi jingga kemudian agak menggelap. Melalui pengamatan mikroskopis konidia *C. musae* berbentuk silindris atau oval (Gambar 2b). Menurut Semangun (1991); Lim, dkk (2002); Thangamani, dkk (2011) dan Martoredjo (2013) konidia terbentuk di dalam aservulus yang bulat atau memanjang dan jarang mempunyai seta.

**Uji Antagonis Isolat Khamir**

Berdasarkan uji antagonis secara *in vitro* diketahui bahwa sembilan isolat

khamir mampu menghambat pertumbuhan *C. musae* pada medium PDA. Persentase daya hambat ditunjukkan pada Tabel 2. Daya hambat tertinggi dan terendah ditunjukkan oleh isolat K3 dan K7 dengan persentase penghambatan masing-masing sebesar 78,67% dan 53,42%. Pengamatan penghambatan terlihat dari koloni khamir pada garis vertikal tidak dapat dilewati oleh isolat *C. musae* yang terdapat pada masing-masing sisi petridish. Pertumbuhan koloni *C. musae* memenuhi media PDA yang tidak diinokulasi dengan khamir. Oleh karena itu jarak antara koloni khamir dan dan *C. musae* yang tidak bersatu terlihat seperti zona hambatan (Gambar 2c). Tongsri dan Sangchote (2009) melaporkan, khamir *Candida utilis* dan *Aureobasidium pullulans* yang diisolasi dari buah pisang dapat mengendalikan pertumbuhan miselia *C. musae* masing-masing sebesar 86% dan 84%.

****

**a**

**c**

**b**

**Gambar 2.** Konidia *C. musae* (a) ; Koloni *C. musae* pada media PDA (b) Uji antagonis *dual culture* (c) (Doc. Penulis, 2018)

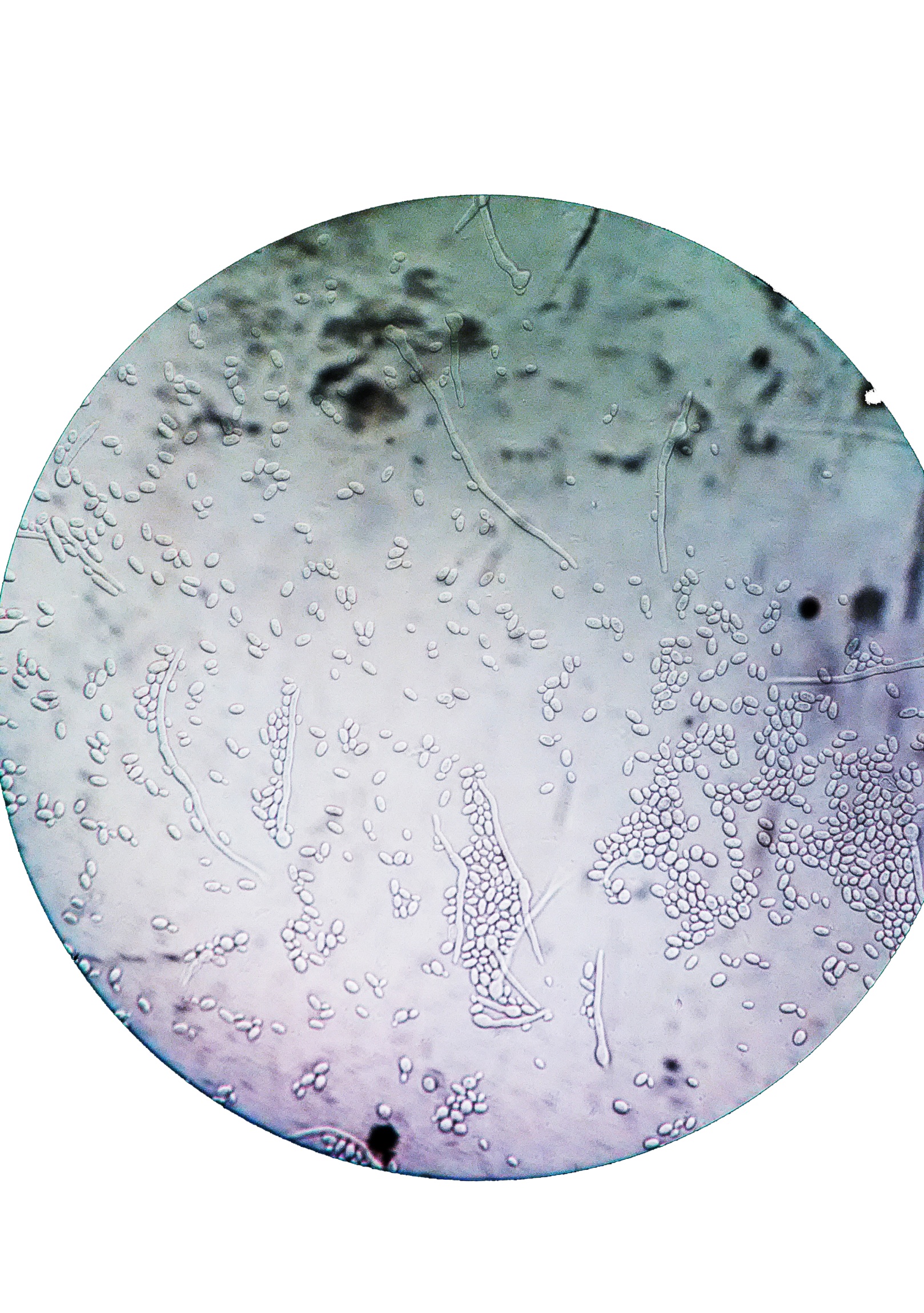
Dalam menekan perkembangan patogen antraknosa, *A. pullulans* mampu mensekresikan dinding pengurai enzim, β-1,3-glukanase, dan kitinase, sedangkan pada *C. utilis* hanya mensekresikan β-1,3-glukanase.

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan, diketahui bahwa antagonisme yang diperlihatkan oleh isolat-isolat khamir terhadap patogen *C. musae* tergolong mekanisme antibiosis. Hal ini dikarenakan adanya zona hambatan yang terbentuk antara koloni khamir dan *C. musae.* Menurut Wilia, dkk (2012) zona hambatan yang dibentuk diduga karena adanya mekanisme enzimatik yang dihasilkan oleh khamir, terjadi kompetisi makanan, tempat hidup antara khamir dengan cendawan patogen.

**Uji Viabilitas**

Pengamatan secara mikroskopis pada media *slide agar* PDA 30%, dengan suspensi sel khamir dan *C. musae* 106 sel/mL memperlihatkan konidia *C. musae* yang berkecambah. Penghitungan dilakukan 1 hsi. Persentase perkecambahan konidia dapat dilihat pada Tabel 2. Seluruh isolat khamir yang diujikan tidak dapat menghambat perkecambahan konidia *C. musae.* Pada saat pengamatan, sel-sel khamir mengalami pertunasan (*budding*), namun hal tersebut tidak berpengaruh pada konidia *C. musae.*

Hal yang sama terjadi pada penelitian Chuang dan Yang (1993), melaporkan bahwa semua khamir antagonis yang diuji pada media *water agar* dengan konsentrasi khamir 106-108 sel/mL tidak mampu menghambat perkecambahan konidia *C. musae*. Nasreen, dkk (2014) mengungkapkan bahwa protein adalah nutrisi yang esensial untuk pertumbuhan khamir tetapi lemak sangat penting untuk struktur dan fungsi biologis sel dan dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif oleh sel. Media PDA kurang sesuai untuk pertumbuhan biologis khamir karena tidak mengandung protein dan lemak. Sehingga pada saat pengujian khamir tidak mampu berkembang biak*.* Oleh karena itu khamir memerlukan nutrisi yang tepat agar dapat bertunas dan juga memerlukan waktu untuk menyerap nutrisi tersebut sebelum ditetes dengan suspensi sel *C. musae* agar dapat menghambat perkecambahan *C. musae*.

**c**

**b**

**a**

**Gambar 3.** Pengamatan uji viabilitas *C. musae* setelah diberi khamir pada 1 hsi. Perbesaran 400x (a) khamir; (b) konidia *C. musae* berkecambah; (c) konidia *C. musae* tidak berkecambah (Doc. Penulis, 2018)

**Uji Hipovirulen**

Sembilan isolat khamir dilanjutkan pada uji hipovirulen. Bibit mentimun ditanam pada media agar akuades 2% dan dibiarkan tumbuh selama 4 hari hingga muncul sehelai daun. Masing-masing isolat khamir yang telah dikocok selama 3 hari diinokulasikan ke hipokotil mentimun.

Hasil Indeks Keparahan Penyakit (*Disease*

*Severity Index / DSI*) adalah 0%. Isolat-isolat khamir yang diinokulasikan ke hipokotil mentimun tidak menyebabkan gejala berupa bercak, daun layu, atau bahkan kematian pada tanaman (Gambar 4a dan b). Hasilnya seluruh isolat khamir tidak bersifat patogen terhadap tanaman secara *in vitro.*

**Tabel 2.** Uji Antagonis, Viabilitas dan Hipovirulen *Colletotrichum musae* Beberapa Isolat Khamir

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Isolat Khamir** | **Daya Hambat (%) ± SD\*** | **Perkecambahan Konidia (%) ± SD \*\*** |
| K1 | 68,94 ± 6,379b | 97,62 ± 2,802a |
| K2 | 68,90 ± 6,163b | 100,00 ± 0b |
| K3 | 78,67 ± 9,959c | 100,00 ± 0b |
| K4 | 63,29 ± 6,557b | 100,00 ± 0b |
| K5 | 65,62 ± 5,256b | 97,50 ± 5,000a |
| K6 | 65,72 ± 7,822b | 100,00 ± 0b |
| K7 | 53,42 ± 4,165a | 98,30 ± 3,333a |
| K8 | 64,68 ± 11,778b | 100,00 ± 0b |
| K9 | 55,50 ± 5,731a | 100,00 ± 0b |

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama berarti berbeda tidak nyata (5%)

\*Pengukuran persentase penghambatan dilakukan 7 hsi

\*\*Penghitungan dilakukan 1 hsi

**Gambar 4**. Uji hipovirulen, tidak ada kecambah yang mengalami nekrotik (a) inokulasi khamir hari ke-7 ; (b) kontrol (Doc. Penulis, 2018)

Hartati, dkk (2014) melaporkan hal yang sama, uji patogenisitas khamir pada buah menunjukkan bahwa semua isolat khamir epifit yang diuji bersifat nonpatogenik. Hal ini ditunjukkan dengan tidak terbentuknya gejala apapun pada buah setelah diberi perlakuan khamir. Selain itu penelitian Wilia, dkk (2012) menyatakan bahwa kemampuan khamir menekan kejadian penyakit pada buah cabai sebesar 87,50% karena khamir mampu menghasilkan enzim yang berpotensi menghambat, menekan, dan merangsang beberapa jenis respon pertahanan inang.

**Kesimpulan**

1. Isolasi khamir dari buah pisang memperoleh sembilan isolat yang memiliki persentase penghambatan antara 53,42%-78,67%. Persentase penghambatan tertinggi diakibatkan oleh isolat K3. Seluruh isolat khamir yang diperoleh mampu menghambat pertumbuhan miselia *C. musae* secara *in vitro.*
2. Sel-sel khamir tidak dapat menekan perkecambahan konidia *C. musae.* Pada pengujian daya kecambah dilakukan setelah 1 hari diberi khamir. Uji viabilitas perkecambahan *C. musae* mencapai 97,50%-100,0%.
3. Sembilan isolat khamir memiliki mekanisme antagonisme berupa antibiosis.
4. Sembilan isolat khamir tidak bersifat patogen terhadap tanaman mentimun.

**Daftar Pustaka**

Ara I, Rizwana H, Al-Othman MR, Bakir MA. 2012. *Studies of Actinomycetes for Biological Control of* Colletotrichum musae *Pathogen During Post Harvest Anthracnose of Banana*. African Journal of Microbiology Research*,* 6(17), 3879-3886.

Chanchaichaovivat A, Ruenwongsa P, Panijpan B. 2007. *Screening and Identification of Yeasts Strains from Fruits and Vegetables: Potential for Biological Control of Postharvest Chili Anthracnose* Colletotrichum capsici. Biological Control,42, 326-335.

Chillet M, Lapeyre Lde, Bellaire de, Dorel M, Joas J, Dubois C, Marchal J, Perrier X. 2000. Evidence for Variation in Susceptibility of Bananas to Wound Antrachnose due to *Colletotrichum musae* and the Influence of Edaphic Conditions. Sci. Hortic*.* 86: 33-47

Chuang TY, Yang HR. 1997. *Biological Control of Banana Anthracnose*. Plant Pathology Bulletin, 2, 71-77.

Dharmaputra OS, Lisdar IS, Maria MM. 2016. *Potensi Khamir sebagai Agens Pengendalian Hayati Colletotrichum capsici, Cendawan Penyebab Antraknosa pada Buah Cabai*. Jurnal Hortikultura Indonesia*,* 7(2), 89-100.

Djafaruddin. 2004. *Dasar-dasar Pengendalian Penyakit Tanaman* (Edisi Kedua). Bumi Aksara: Jakarta.

Fitriati Y, Wiyono S, Sumarauw IO. 2013. *Khamir Antagonis untuk Pengendalian Penyakit Antraknosa pada Buah Avokad Selama Penyimpanan*. Fitopatologi Indonesia, 9(5), 153-159.

Gabriel BP, Riyatno. 1989. *Metarhizium anisopliae (Metch) Sor: Taksonomi, Patologi, Produksi dan Aplikasinya.* Direktorat Perlindungan Tanaman Perkebunan, Departemen Pertanian: Jakarta.

Gandjar I, Sjamsuridzal W, Oetari A. 2006. *Mikologi Dasar dan Terapan*. Ed ke-1. Yayasan Obor Indonesia: Jakarta.

George O, Poinar. 1984. *Diagnostic Manual for the Identification of Insect Pathogens.* Plenum Press: New York.

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

Hartati S, Wiyono S, Hidayat SH, Sinaga MS. 2014. *Seleksi Khamir Epifit sebagai Agens Antagonis Penyakit Antraknosa pada Cabai*. Hortikultura Indonesia*,* 24(3), 258-265.

He D, Zheng DX, Yin MY, Sun P, Zhang YH. 2003. Yeast Application for Controlling Apple Postharvest Diseases Associated with *Penicillium expansum.* Botanical Bulletin of Academia Sinica. 44: 211-216.

Herlinda S, Utama DM, Pujiastuti Y, Suwandi. 2006. *Kerapatan dan Viabilitas Spora* Beauveria bassiana *(Bals.) Akibat Subkultur dan Pengayaan Media, serta Virulensinya Terhadap Larva* Plutella xylostella *(Linn.).* J. HPT Tropika, 6(2), 70-78.

Kementerian Pertanian. 2016. Outlook Komoditas Hortikultura Tahun 2015 (Pisang). Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Kementerian Pertanian. Jakarta.

Lim J, Lim TH, Cha B. 2002. *Isolation and Identification of* Colletotrichum musae *from Imported Bananas*. Plant Pathology, 18(3), 161-164.

Martoredjo T. 2013. *Ilmu Penyakit Pascapanen*. Ed ke-1. PT Bumi Aksara: Jakarta.

Mutia N. 2007. *Optimasi Kadar Molase Dalam Medium Ekstrak Ubi Jalar Untuk Pertumbuhan Isolat Khamir R1 dan R2 pada Fermentor* Air-Lift *18 Liter*. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah. Jakarta.

Nasreen Z, Jabeen S, Shafique M, Usman S, Yaseen T, Yasmeen A, Nazir S. *Production of Alcohol by Yeast Isolated From Apple, Orange and Banana*. International Journal of Food and Nutrition Sciences,1(12), 16-19.

Nawfetrias W, Nurhangga E, Sutardjo. 2016. *Pemanfaatan Biofungisida Berbahan Aktif* Trichoderma spp*. Untuk Pengendalian Penyakit Busuk Buah Kakao*. Jurnal Bioteknologi dan Biosains Indonesia,3(1), 28-35.

Nurhayati, Umayah A, Berdnand H. 2011. *Efek Lama Perendaman dan Konsentrasi Pelarut Daun Sirih Terhadap Perkembangan Penyakit Antraknosa Pada Buah Pisang*. Dharmapala,4(1), 118-122.

Pal KK, Gardener BM. 2006. *Biological Control of Plant Pathogens*. The Plant Health Instructor, 1-25.

Pelczar, Michael J, Chan ECS. 1986. *Dasar-dasar Mikrobiologi*. Ratna Siri Hadioetomo, penerjemah. Terjemahan dari: *Elements of microbiology*. Penerbit Universitas Indonesia: Jakarta.

Puspitasari E, Abadi LA, Sulistyowati L. 2014. *Potensi Khamir Sebagai Agens Pengendali Hayati Patogen* Colletotrichum sp. *pada Buah Cabai, Buncis dan Stroberi*. Jurnal HPT,2(3), 92-101.

Royse DJ, Ries SM. 1978. *The Influence of Fungi Isolated From Peach Twigs on the Pathogenicity of* Cytospora cincta. *Phytophatology*, 68, 603-607.

Semangun. 1991. *Penyakit-penyakit Tanaman Hortikultura di Indonesia*. Gadjah Mada University Press: Yogyakarta.

Soesanto L. 2013. *Pengantar Pengendalian Hayati Penyakit Tanaman*. Ed ke-2. Rajawali Pers: Jakarta.

Subandi. 2014. *Mikrobiologi*. Ed revisi. PT Remaja Rosdakarya Offset: Bandung.

Thangamani RP, Kuppusamy P, Peeren FM. 2011. *Morphological and Physiological Characterization of* Colletotrichum musae *the Causal Organism of Banana Anthracnose*. WorldJournal of Agricultural Sciences,7(6), 743-754.

Tongsri V, Sangchote S. 2009. *Yeast Metabolites Inhibit Banana Anthracnose Fungus* Collectotrichum musae*.* Asian Journal of Foot and Agro-Industry, 112-118.

Watanabe T. 2002. *Soil and Seed Fungi: Morfologies of Cultures Fungi and Key to Species*. CRC Press: London.

Wilia W, Widodo, Wiyono S. 2012. *Potensi Khamir untuk Mengendalikan Penyakit Antraknosa* (Colletotrichum acutatum *L*.) *pada Tanaman Cabai*, 1(4), 65-72.

Worosuryani C, Priyatmojo A, Wibowo A. 2006*. Uji Kemampuan Jamur Tanah yang Diisolasi dari Lahan Pasir sebagai PGPF* (Plant Growth Promoting Fungi). Agrosains, 19(2), 179-191.