

## ISOLASI DAN UJI AKTIVITAS ANTAGONISME JAMUR ENDOFIT TANAMAN PISANG (*Musa paradisiaca* L.) TERHADAP *Fusarium oxysporum*

Oktira Roka Aji<sup>1\*</sup>, Aninda Kumala Sari<sup>2</sup>, dan Diah Asta Putri<sup>3</sup>

<sup>1&2</sup>Program Studi Laboratorium Mikrobiologi, FSTT, Universitas Ahmad Dahlan,  
Indonesia

<sup>1,2,&3</sup>Program Studi Biologi, FSTT, Universitas Ahmad Dahlan, Indonesia

\*E-Mail : [oktira.aji@bio.uad.ac.id](mailto:oktira.aji@bio.uad.ac.id)

DOI : <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v10i1.4718>

Submit: 07-01-2022; Revised: 27-01-2022; Accepted: 29-01-2022; Published: 30-06-2022

**ABSTRAK:** Jamur yang tumbuh di dalam jaringan tanaman tanpa merugikan inangnya disebut dengan jamur endofit. Jamur ini berpotensi sebagai agens hayati (biocontrol) dalam mengendalikan penyakit tanaman. Salah satu jamur yang dapat menyebabkan penyakit pada tanaman pisang adalah *Fusarium oxysporum*, yang dapat menyebabkan penyakit Layu Fusarium. Jamur endofit memiliki sifat antagonis berupa kompetisi nutrisi dan antibiosis. Sifat antagonis ini dapat dimanfaatkan sebagai agens hayati. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengisolasi dan menguji aktivitas antagonisme jamur endofit tanaman pisang (*Musa paradisiaca* L.) terhadap jamur patogen *Fusarium oxysporum*. Penelitian ini adalah penelitian eksperimen, yang diawali dengan isolasi jamur endofit kemudian dilanjutkan dengan uji aktivitas antagonisme. Hasil isolasi didapatkan 4 isolat jamur endofit, yaitu: 1) isolat D1 (*Phytium* sp.); 2) isolat B1 (*Aspergillus* sp.); 3) isolat A1 (*Trichoderma* sp.); dan 4) isolat A2 (*Penicillium* sp.). Berdasarkan uji aktivitas antagonisme, isolat A1 menunjukkan hasil terbaik dalam menghambat jamur *Fusarium oxysporum* melalui mekanisme kompetisi ruang dan nutrisi, sedangkan isolat yang menunjukkan aktivitas antibiosis adalah isolat A2. Hasil uji penghambatan dengan metode kultur ganda menunjukkan bahwa, 2 isolat (B1 dan A2) dapat menghambat pertumbuhan jamur *Fusarium oxysporum*. Persentase hambat tertinggi dimiliki oleh isolat A2. Berdasarkan kemampuannya dalam menghambat jamur *Fusarium oxysporum*, isolat jamur endofit berpotensi dikembangkan lebih lanjut sebagai agen pengendali *Fusarium oxysporum*.

**Kata Kunci:** Jamur Endofit, *Fusarium oxysporum*, *Musa paradisiaca* L.

**ABSTRACT:** Fungi that grow in plant tissue without harming the host are called endophytic fungi. This fungus has the potential as a biological agent (biocontrol) in controlling plant diseases. One of the fungi that can cause disease in banana plants is *Fusarium oxysporum*, which can cause Fusarium wilt disease. Endophytic fungi have antagonistic properties in the form of nutritional competition and antibiosis. These antagonistic properties can be used as biological agents. The purpose of this study was to isolate and test the antagonistic activity of the endophytic fungus of banana plant (*Musa paradisiaca* L.) against the pathogenic fungus *Fusarium oxysporum*. This research is an experimental study, which begins with the isolation of endophytic fungi and then continues with the antagonism activity test. The results of the isolation obtained 4 isolates of endophytic fungi, namely: 1) isolate D1 (*Phytium* sp.); 2) isolate B1 (*Aspergillus* sp.); 3) isolate A1 (*Trichoderma* sp.); and 4) isolate A2 (*Penicillium* sp.). Based on the antagonism activity test, isolate A1 showed the best results in inhibiting the fungus *Fusarium oxysporum* through the mechanism of space and nutrient competition, while isolates that showed antibiotic activity were isolate A2. The results of the inhibition test using the dual culture method showed that, 2 isolates (B1 and A2) could inhibit the growth of the fungus *Fusarium oxysporum*. The highest percentage of inhibition was owned by isolate A2. Based on its ability to inhibit *Fusarium oxysporum*, endophytic fungal isolates have the potential to be further developed as *Fusarium oxysporum* control agents.

**Keywords:** Endophytic Fungus, *Fusarium oxysporum*, *Musa paradisiaca* L.





## PENDAHULUAN

Jamur endofit merupakan jamur yang hidup dan tumbuh di dalam jaringan tanaman, serta tidak merugikan inangnya (Hasiani *et al.*, 2015). Di dalam inangnya, jamur ini dapat membantu tanaman beradaptasi dari stres biotik maupun abiotik (Amin, 2016). Banyak tanaman di alam yang bersimbiosis dengan jamur endofit (Kaur, 2020). Salah satu contohnya adalah tanaman pisang. Di Indonesia, terdapat beragam varietas tanaman pisang. Tanaman pisang yang banyak dibudidayakan contohnya yaitu Pisang Kepok Kuning (*Musa paradisiaca* L.). Buah Pisang Kepok Kuning memiliki rasa yang manis, sehingga banyak digunakan sebagai pisang olahan.

Menurut Venkatesh *et al.* (2014), tanaman pisang sangat rentan terkena infeksi jamur patogen *Fusarium oxysporum* yang menyebabkan penyakit Layu Fusarium. Menurut Srujianto (2013), penyakit ini dapat menurunkan hasil panen tanaman pisang lebih dari 35%. Tanaman pisang yang terserang *Fusarium oxysporum* akan menjadi layu. Hal ini ditandai dengan daunnya menjadi berwarna kuning, kemudian kecoklatan, lalu akhirnya mati (Kristiawati *et al.*, 2014).

Beberapa jamur endofit bermanfaat karena kehadirannya dapat menghambat pertumbuhan jamur patogen melalui sifat antagonistik yang dimilikinya. Mekanisme penghambatan jamur patogen oleh jamur endofit ini misalnya melalui kompetisi ruang dan nutrisi, produksi enzim pelisis (*lytic enzyme*), antibiosis, parasitisme, dan induksi ketahanan inang terhadap patogen (Amaria *et al.*, 2015). Kompetisi ruang dan nutrisi umumnya ditandai dengan pertumbuhan jamur endofit yang lebih cepat dibandingkan jamur patogen (Widi *et al.*, 2015). Beberapa jamur endofit dapat menghasilkan senyawa bioaktif (volatil maupun non-volatil) yang dapat melindungi tanaman inang dari patogen (Waruwu *et al.*, 2016).

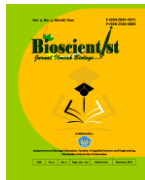
Jamur endofit dapat menghasilkan enzim-enzim tertentu (kitinase dan protease) yang dapat mendegradasi dinding sel jamur patogen (Orlandelli *et al.*, 2015). Saat ini, informasi tentang macam-macam jamur endofit yang terdapat pada tanaman Pisang Kepok Kuning masih terbatas. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan isolasi jamur endofit dari tanaman Pisang Kepok Kuning, serta uji antagonismenya terhadap jamur *Fusarium oxysporum* secara *in vitro* untuk mengetahui potensinya dalam menghambat pertumbuhan jamur *Fusarium oxysporum* yang menjadi penyebab penyakit Layu Fusarium pada tanaman pisang.

## METODE

### Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah autoklaf, inkubator, mikroskop, *sterile syringe filter* 0,22  $\mu\text{m}$ , bunsen, vortex, mikropipet, oven, timbangan analitik, dan alat-alat gelas (*Pyrex*). Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah pohon Pisang Kepok Kuning (*Musa paradisiaca* L.) dari





Kebun Plasma Nutfah Pisang Yogyakarta, sediaan jamur *Fusarium oxysporum*, media PDA (*Potato Dextrose Agar*), media PDB (*Potato Dextrose Both*), akuades, alkohol 70%, NaClO 0,5%, Kloramfenikol, dan *Lactophenol Cotton Blue*.

### **Isolasi Jamur Endofit**

Tanaman pisang dipilih yang sehat, tidak cacat, lalu dibersihkan dengan air mengalir dan dipotong. Potongan akar, batang, dan daun dibersihkan guna mensterilkan permukaannya dengan cara dimasukkan ke dalam alkohol 70% (v/v) selama 1 menit, larutan 0,5% (v/v) NaClO selama 3 menit, alkohol 70% (v/v) selama 30 detik, lalu dibilas dengan akuades steril sebanyak 2 kali. Sampel organ kemudian dipotong lebih kecil menjadi ukuran 1-2 cm, lalu dimasukkan ke media PDA yang ditambah kloramfenikol 100 µg/mL dan diinkubasi pada suhu kamar (25-28°C) selama 7 hari. Sebanyak 0,1 mL akuades steril bilasan terakhir dituang pada media PDA untuk memastikan bahwa proses sterilisasi permukaan pada sampel organ telah berhasil (Nuraini *et al.*, 2017).

### **Karakterisasi Jamur Endofit**

Isolat jamur diamati lebih lanjut guna melihat karakteristiknya secara makroskopis dan mikroskopis. Pengamatan makroskopis meliputi pengamatan warna koloni, bentuk koloni, dan tekstur permukaan koloni. Pengamatan mikroskopis meliputi pengamatan struktur hifa dan struktur reproduksi. Penentuan jenis jamur berdasarkan buku *Pictorial Atlas of Soil and Seed Fungi: Morphologies of Cultured Fungi and Key to Species (Third Edition)* (Watanabe, 2010).

### **Uji Aktivitas Antagonisme Jamur Endofit terhadap Jamur *Fusarium oxysporum***

Uji antagonisme dilakukan dengan menggunakan metode kultur ganda (*dual culture*), dimana antara jamur endofit dan jamur *Fusarium oxysporum* ditumbuhkan pada cawan petri yang sama. Potongan biakan ( $\pm 5$  mm) jamur *Fusarium oxysporum* dan masing-masing isolat jamur endofit diinokulasikan dalam satu cawan petri yang berisi media PDA dengan jarak 3 cm. Jamur diinkubasi pada suhu ruang selama 7 hari. Untuk kontrol negatif, potongan jamur *Fusarium oxysporum* ( $\pm 5$  mm) diinokulasikan di bagian tengah media PDA tanpa jamur endofit (Landum *et al.*, 2016).

### **Uji Penghambatan Jamur *Fusarium oxysporum* dengan Menggunakan Kultur Filtrat Jamur Endofit**

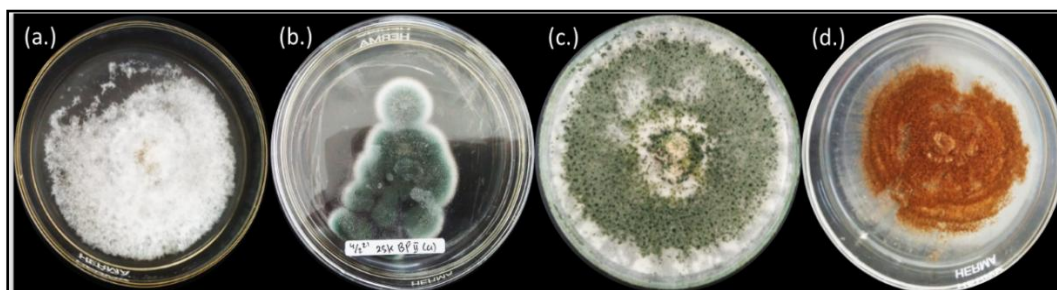
Potongan biakan ( $\pm 5$  mm) jamur endofit diinokulasikan pada 50 mL media PDB dan diinkubasi selama 10 hari pada suhu ruang. Kultur jamur endofit disaring dengan kertas saring steril lalu disaring kembali dengan *sterile syringe filter* 0,22 µm. Filtrat bebas sel yang telah diperoleh dicampur dengan media PDA steril, sehingga diperoleh konsentrasi akhir 50% (v/v). Sebanyak 3 potongan biakan ( $\pm 5$  mm) jamur *Fusarium oxysporum* diinokulasikan di media PDA tersebut lalu diinkubasi selama 5 hari pada suhu ruang. Untuk kontrol negatif, jamur *Fusarium oxysporum* diinokulasikan pada media PDA tanpa filtrat bebas sel jamur endofit (Rabha *et al.*, 2014; Hamzah *et al.*, 2018). Persentase hambatan jamur endofit terhadap jamur *Fusarium oxysporum* dihitung berdasarkan rumus

perhitungan persentase hambatan menurut Landum *et al.* (2016) yaitu  $(R1-R2)/R1 \times 100\%$ , dimana R1 adalah diameter pertumbuhan *Fusarium oxysporum* pada kontrol sedangkan R2 adalah diameter pertumbuhan *Fusarium oxysporum* pada perlakuan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Jamur endofit merupakan jamur yang tumbuh di dalam jaringan tanaman, terutama di akar, batang, dan daun yang tidak merugikan inangnya (Hasiani *et al.*, 2015). Pada penelitian ini dilakukan isolasi jamur endofit dari bagian organ tanaman pisang, yaitu: organ akar, batang, dan daun. Dari proses isolasi diperoleh sebanyak 4 isolat jamur endofit, yaitu: 1 isolat dari daun, 1 isolat dari batang, dan 2 isolat dari akar (Gambar 1). Tiap isolat yang diperoleh dipindahkan ke media PDA baru, kemudian dilakukan pengamatan secara makroskopis dan mikroskopis.

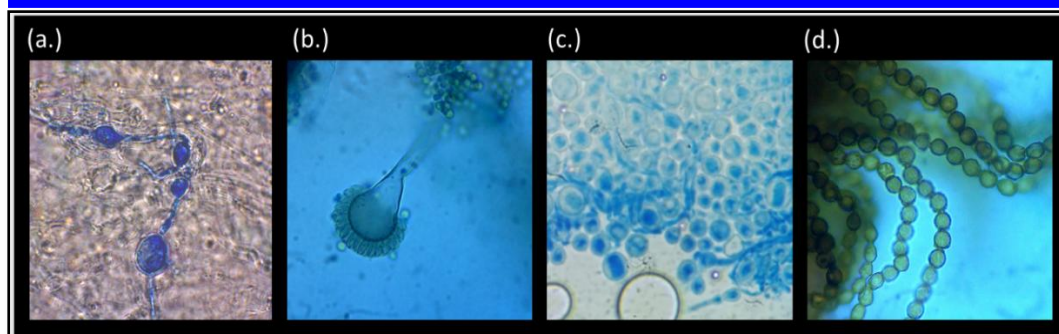
Jamur endofit dari tanaman pisang yang berhasil diisolasi, kemudian diamati karakteristiknya. Karakteristik jamur dilihat berdasarkan ciri-ciri makroskopis dan mikroskopis. Karakteristik makroskopis jamur endofit yang diamati meliputi warna koloni (atas dan bawah) dan tekstur jamur (Tabel 1). Karakteristik mikroskopis yang diamati yaitu hifa dan bentuk konidia/spora (Gambar 2). Berdasarkan hasil pengamatan karakteristik makroskopis dan mikroskopis, dilakukan identifikasi isolat jamur dimana masing-masing jamur tersebut adalah isolat D1 (jamur *Phytium* sp.), isolat B1 (*Aspergillus* sp.), isolat A1 (*Trichoderma* sp.), dan isolat A2 (*Penicillium* sp.).



**Gambar 1.** Isolat Jamur Endofit Tanaman Pisang. (a.) Isolat Jamur D1; (b.) Isolat Jamur B1; (c.) Isolat Jamur A1; dan (d.) Isolat Jamur A2.

**Tabel 1.** Karakteristik Isolat Jamur Endofit Tanaman Pisang.

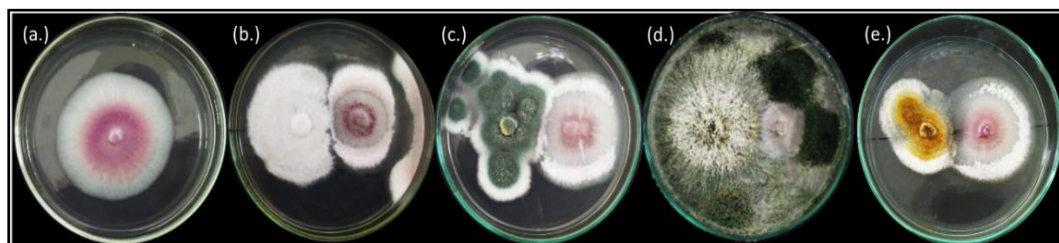
	Warna		Tekstur	Hifa	Genus
	Atas	Bawah			
D1	Putih	Putih	Velvety	Aseptia	<i>Phytium</i> sp.
B1	Hijau-Putih	Putih	Granular	Septa	<i>Aspergillus</i> sp.
A1	Putih-Hijau	Putih	Cottony	Septa	<i>Trichoderma</i> sp.
A2	Coklat	Coklat	Granular	Septa	<i>Penicillium</i> sp.



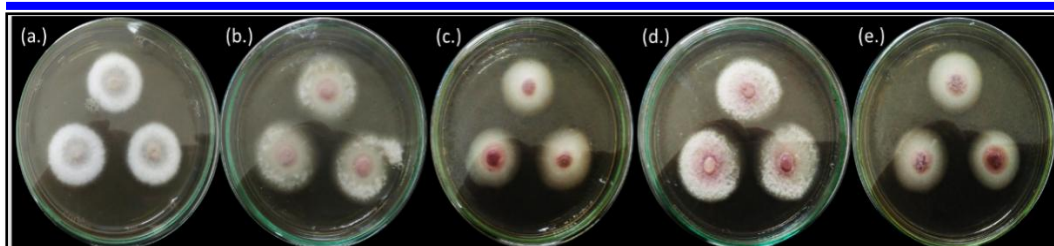
**Gambar 2.** Hasil Pengamatan Secara Mikroskopis Isolat Jamur Endofit. (a.) Sporangium Isolat Jamur D1; (b.) Sporangium Isolat Jamur B1; (c.) Spora Isolat Jamur A1; dan (d.) Spora Isolat Jamur A2. Perbesaran 400 kali.

Pengujian aktivitas antagonisme metode kultur ganda dilakukan dengan cara menumbuhkan jamur endofit dengan jamur patogen. Hal ini dilakukan untuk mengetahui mekanisme antagonisme jamur endofit terhadap patogen. Sifat antagonis akan muncul pada 2 jenis jamur yang ditumbuhkan berdampingan. Hal ini disebabkan adanya persaingan tempat dan nutrisi untuk pertumbuhan jamur (Dwiastuti *et al.*, 2015). Jamur yang memiliki sifat antagonis dapat mengendalikan patogen. Mekanisme yang digunakan melalui kompetisi nutrisi dan antibiosis (Fontana *et al.*, 2021).

Aktivitas antagonisme ditentukan oleh faktor kecepatan pertumbuhan jamur. Hal ini berkaitan dengan kompetisi ruang dan nutrisi. Jamur antagonis akan menekan pertumbuhan jamur patogen, karena tidak mempunyai ruang dan nutrisi untuk pertumbuhan (Ratnasari *et al.*, 2014). Hasil uji aktivitas antagonisme diperoleh hasil yaitu isolat D1, B1, dan A1 dapat menghambat jamur patogen melalui mekanisme kompetisi ruang dan nutrisi (Gambar 3). Isolat A1 menunjukkan hasil yang terbaik dimana pada masa inkubasi yang sama (7 hari), isolat A1 dapat memenuhi ruang cawan petri sehingga pertumbuhan jamur patogen terhambat. Pada kompetisi ruang, laju pertumbuhan cepat sehingga dapat mengungguli patogen (Sari & Setiawanto, 2015). Isolat A2 menunjukkan aktivitas antibiosis. Hal tersebut dapat dilihat dari terbentuknya zona bening antara koloni isolat A2 dan jamur patogen. Mekanisme antibiosis terjadi karena metabolit sekunder yang dihasilkan guna pertahanan diri/berkompetisi (Halwiyah *et al.*, 2019).



**Gambar 3.** Hasil Pengamatan Uji Antagonisme Jamur Endofit terhadap Jamur *Fusarium oxysporum*. Kiri: Jamur Endofit; Kanan: Jamur *Fusarium oxysporum*. (a.) Kontrol; (b.) Isolat Jamur D1; (c.) Isolat Jamur B1; (d.) Isolat Jamur A1; dan (e.) Isolat Jamur A2.



**Gambar 4.** Hasil Pengamatan Uji Penghambatan Jamur *Fusarium oxysporum* dengan Menggunakan Kultur Filtrat Jamur Endofit. (a.) Kontrol; (b.) Isolat Jamur D1; (c.) Isolat Jamur B1; (d.) Isolat Jamur A1; dan (e.) Isolat Jamur A2.

Pengujian antagonisme menggunakan metode kultur filtrat dilakukan untuk mengetahui senyawa antimikroba yang dikeluarkan oleh jamur endofit dalam pengendalian patogen. Senyawa antimikroba yang terbentuk dapat berupa senyawa volatil maupun non-volatil. Kultur filtrat dapat menunjukkan efek pertumbuhan patogen dengan senyawa non-volatil dalam filtrat (Hamzah *et al.*, 2018). Hasil yang didapatkan terdapat 2 isolat yang dapat menghambat pertumbuhan patogen *Fusarium oxysporum*, yaitu isolat B1 dan A2 (Tabel 2).

**Tabel 2.** Persentase Hambat Isolat Jamur Endofit terhadap Jamur *Fusarium oxysporum*.

Isolat	Rata-rata Diameter Koloni	Persentase Hambat
Kontrol	3.20 ± 0.00	-
D1	3.53 ± 0.12	-
B1	2.90 ± 0.10	9.38 ± 3.13
A1	3.43 ± 0.06	-
A2	2.87 ± 0.06	10.42 ± 1.80

Isolat B1 (*Aspergillus* sp.) dan isolat A1 (*Penicillium* sp.) menunjukkan aktivitas penghambatan terhadap jamur *Fusarium oxysporum*, sedangkan isolat yang lain tidak dapat menghambat dimana persentase hambat tertinggi dimiliki oleh jamur isolat A2. Hal ini disebabkan karena kedua isolat dapat menghasilkan metabolit yang dapat menghambat jamur *Fusarium oxysporum*. Menurut Izzatinnisa *et al.* (2020), bahwa pertumbuhan jamur *Fusarium oxysporum* dapat ditekan dengan jamur *Aspergillus* sp. Selain itu, menurut Dwiastuti *et al.* (2015), bahwa *Trichoderma* sp. mampu dijadikan agen hayati. *Trichoderma* sp. memiliki mekanisme antagonisme kompetisi nutrisi, antibiosis, dan parasitisme.

## SIMPULAN

Proses isolasi yang telah dilakukan diperoleh sebanyak 4 isolat jamur endofit, yaitu: isolat D1 (*Phytium* sp.); isolat B1 (*Aspergillus* sp.); isolat A1 (*Trichoderma* sp.); dan isolat A2 (*Penicillium* sp.). Berdasarkan uji aktivitas antagonisme, isolat A1 menunjukkan hasil terbaik dalam menghambat jamur *Fusarium oxysporum* melalui mekanisme kompetisi ruang dan nutrisi, sedangkan isolat yang menunjukkan aktivitas antibiosis adalah isolat A2. Hasil uji penghambatan dengan metode kultur ganda menunjukkan bahwa, 2 isolat (B1 dan A2) dapat menghambat pertumbuhan jamur *Fusarium oxysporum*. Persentase hambat tertinggi dimiliki oleh isolat A2.



## SARAN

Informasi mengenai nama spesies dari tiap isolat jamur endofit, perlu dilakukan identifikasi menggunakan metode yang lebih akurat, misalnya dengan teknik analisis biologi molekuler dan bioinformatika. Kajian mengenai kemampuan isolat jamur endofit dalam menghambat jamur *Fusarium oxysporum* dapat dilanjutkan dengan pengujian secara *in vivo*, yaitu pada tanaman pisang.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada LPPM Universitas Ahmad Dahlan atas bantuan pendanaan penelitian, sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan lancar.

## DAFTAR RUJUKAN

- Amaria, W., Harni, R., dan Samsudin. (2015). Evaluasi Jamur Antagonis dalam Menghambat Pertumbuhan *Rigidoporus microporus* Penyebab Penyakit Jamur Akar Putih pada Tanaman Karet. *Jurnal Tanaman Industri dan Penyegar*, 2(1), 51-60.
- Amin, N. (2016). Endophytic Fungi to Control of Cocoa Pod Borer (*Conopomorpha cramerella*) on Cocoa Plantation. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 7(6), 1496-1501.
- Dwiastuti, M.E., Fajri, M.N., dan Yunimar. (2015). Potensi *Trichoderma* spp. sebagai Agens Pengendali *Fusarium* spp. Penyebab Penyakit Layu pada Tanaman Stroberi (*Fragaria x ananassa* Dutch.). *J. Hort*, 25(4), 331-339.
- Fontana, D.C., de Paula, S., Torres, A.G., de Souza, V.H.M., Pascholati, S.F., Schmidt, D., and Neto, D.D. (2021). Endophytic Fungi: Biological Control and Induced Resistance to Phytopathogens and Abiotic Stresses. *Pathogens*, 10(5), 1-28.
- Halwiyah, N., Ferniah, R.S., Raharjo, B., dan Purwantisari, S. (2019). Uji Antagonisme Jamur Patogen *Fusarium solani* Penyebab Penyakit Layu pada Tanaman Cabai dengan Menggunakan *Beauveria bassiana* Secara *In Vitro*. *Jurnal Akademika Biologi*, 8(2), 8-17.
- Hamzah, T.N.T., Lee, S.Y., Hidayat, A., Terhem, R., Faridah-Hanum, I., and Mohamed, R. (2018). Diversity and Characterization of Endophytic Fungi Isolated from the Tropical Mangrove Species, *Rhizophora mucronata*, and Identification of Potential Antagonists Against the Soil-Borne Fungus, *Fusarium solani*. *Frontiers in Microbiology*, 9(1), 1-17.
- Hasiani, V.V., Islamudin, A., dan Laode, R. (2015). Isolasi Jamur Endofit dan Produksi Metabolit Sekunder Antioksidan dari Daun Pacar (*Lawsonia inermis* L.). *Jurnal Sains dan Kesehatan*, 1(4), 146-153.
- Izzatinnisa, Utami, U., dan Mujahidin, A. (2020). Uji Antagonisme Beberapa Fungi Endofit pada Tanaman Kentang terhadap *Fusarium oxysporum* secara *In Vitro*. *Jurnal Riset Biologi dan Aplikasinya*, 2(1), 18-25.
- Kaur, T. (2020). Fungal Endophyte-Host Plant Interactions: Role in Sustainable Agriculture, Sustainable Crop Production, Mirza Hasanuzzaman, Marcelo Carvalho Minhoto Teixeira Filho, Masayuki Fujita and Thiago Assis Rodrigues Nogueira, IntechOpen.





- Kristiawati, Y., Sumardiyono, C., dan Wibowo, A. (2014). Uji Pengendalian Penyakit Layu *Fusarium* Pisang (*Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense*) dengan Asam Fosfit dan Aluminium-Fosetil. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*, 8(2), 103-110.
- Landum, M.C., Felix, M.D.R., Alho, R., Garcia, R., Cabrita, M.J., Rei, F., and Varanda, C.M.R. (2016). Antagonistic Activity of Fungi of *Olea europaea* L. Against *Collectotrichum acutatum*. *Microbiological Research*, 183, 100-108.
- Nuraini, F.R., Setyaningsih, R., dan Susilowati, A. (2017). Screening and Characterization of Endophytic Fungi as Antagonistic Agents Toward *Fusarium oxysporum* on Eggplant (*Solanum melongena*). *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 18(4), 1377-1384.
- Orlandelli, R.C., de Almeida, T.T., Alberto, R.N., Polonio, J.C., Azevedo, J.L., and Pamphile, J.A. (2015). Antifungal and Proteolytic Activities of Endophytic Fungi Isolated from *Piper hispidum* Sw. *Brazilian Journal of Microbiology*, 46(2), 359-366.
- Rabha, A.J., Naglot, A., Sharma, G.D., Gogoi, H.K., and Veer, V. (2014). In Vitro Evaluation of Antagonism of Endophytic *Colletotrichum gloeosporioides* Against Potent Fungal Patogens of *Camellia sinensis*. *Indian J. Microbiol*, 54(3), 302-309.
- Ratnasari, J.D., Isnawati, dan Ratnasari, E. (2014). Uji Antagonis Cendawan Agens Hayati terhadap Cendawan *Cercospora musae* Penyebab Penyakit Sigatoka Secara *In Vitro*. *LenteraBio*, 3(2), 129-135.
- Sari, W., dan Setiawanto, E. (2015). Potensi Cendawan Rhizosfer Pisang sebagai Agen Hayati terhadap Cendawan *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* Penyebab Penyakit Layu pada Pisang. *Jurnal Agroscience*, 5(2), 37-42.
- Srujiyanto. (2013). Efektivitas Formulasi *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas fluorescens* untuk Mengendalikan Penyakit Layu *Fusarium* pada Tanaman Pisang (*Musa balbisiana* cv. Kepok). *Skripsi*. Universitas Jember.
- Venkatesh, Krishna, V., Pradeepa, K., Santosh, K.S.R., Nagaraja, D., Mohan, K.S.P., and Santhosh, K.J.U. (2014). Identification and Characterization of Panaman Wilt Causing Fungal Isolates to *Musa Paradisiaca* cv. *Puttabale*. *International Journal of Applied Science and Biotechnologi (IJASBT)*, 2(4), 420-425.
- Waruwu, A.A.S., Bonny, P.W.S.W., dan Abdul, M. (2016). Metabolit Cendawan Endofit Tanaman Padi sebagai Alternatif Pengendalian Cendawan Patogen Terbawa Benih Padi. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 12(2), 53-61.
- Watanabe, T. (2010). *Pictorial Atlas of Soil and Seed Fungi: Morphologies of Cultured Fungi and Key to Species. Third Edition*. Boca Raton: CRC Press.
- Widi, A., Rita, H., dan Samsudin. (2015). Evaluasi Jamur Antagonis dalam Menghambat Pertumbuhan *Rigidoporus microporus* Penyebab Penyakit Jamur Akar Putih pada Tanaman Karet. *Jurnal Tanaman Industri dan Penyegar*, 2(1), 51-60.