

## KERAGAMAN CENDAWAN ENDOFIT ASAL RIZOSFER TANAMAN KAKAO BERBEDA KETINGGIAN DI KABUPATEN SIGI SULAWESI TENGAH

### *DIVERSITY OF ENDOPHYTE FUNGI ORIGINATED FROM RHIZOSPHERE OF COCOA PLANTS AT DIFFERENT HEIGHTS IN SIGI DISTRICT, CENTRAL SULAWESI*

Ratnawati<sup>1\*</sup>, Arfan<sup>2</sup>, Kasman Jaya<sup>1</sup>, Annisa<sup>2</sup>, Rita<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Magister Ilmu Pertanian, Program Pascasarjana Universitas Alkhairaat Palu

<sup>2</sup>Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Alkhairaat Palu  
Jalan Diponegoro No.39 Palu, Sulawesi Tengah Indonesia

#### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menyeleksi dan mengidentifikasi keragaman cendawan endofit asal rizosfer tanaman kakao berdasarkan ketinggian tempat berbeda yakni 110 dpl dan 585 dpl di Kabupaten Sigi Provinsi Sulawesi Tengah. Cendawan endofit di peroleh dari lahan tanaman kakao ketinggian tempat 110 dpl dan 585 dpl pada bagian rizosfer kedalaman 1-10 cm, dengan menggunakan diagonal sampling, sehingga ditemukan 10 titik pengambilan sampel pada masing-masing ketinggian. Isolat cendawan yang telah dipilih yang berpotensi kemudian diidentifikasi secara makroskopis dan mikroskopis. Hasil seleksi dan identifikasi isolat diperoleh 8 isolat cendawan endofit asal rizosfer tanaman kakao ketinggian 585 dpl dan untuk ketinggian 110 dpl 4 isolat cendawan endofit. 3 isolat ditemukan yang sama baik di ketinggian 585 dpl maupun 110 dpl yakni *Trichoderma*, *Asperigillus* mf 1 dan *Asperigillus* mf 2 dan 5 isolat berbeda yang ditemukan pada ketinggian 585 dpl yakni *Gliocladium* mf 1, *Gliocladium* mf 2, *Penicillium*, dan *Trichoderma* mf 2 dan satu isolat Unidentified, dan pada ketinggian 110dpl ditemukan satu isolat Unidentified.

Kata kunci: Cendawan Endofit *Asperigillus*, *Trichoderma*, *Penicillium*, *Gliocladium*

#### ABSTRACT

*This study aims to select and identify the diversity of endophytic fungi originating from the rhizosphere of cocoa plants at different altitudes in Sigi Regency, Central Sulawesi Province. Endophytic fungi were obtained from cocoa land at altitudes of 110 above sea level and 585 above sea level in the rhizosphere at a depth of 1-10 cm, using diagonal sampling, so that 10 sampling points were found at each altitude. The selected potential fungal isolates were then identified macroscopically and microscopically. The results of the selection and identification of isolates obtained 8 isolates of endophytic fungi originating from the rhizosphere of cocoa plants at an altitude of 585 above sea level and for an altitude of 110 above sea level 4 isolates of endophytic fungi. 3 isolates were found to be the same both at an altitude of 585 asl and 110 asl, namely *Trichoderma*, *Asperigillus* mf 1 and *Asperigillus* mf 2 and 5 different isolates were found at an altitude of 585 asl, namely *Gliocladium* mf 1, *Gliocladium* mf 2, *Penicillium*, and *Trichoderma* mf 2 and one Unidentified isolate, and at an altitude of 110 asl, one Unidentified isolate was found.*

*Keywords: Endophytic fungi Asperigillus, Trichoderma, Penicillium, Gliocladium*

#### Pendahuluan

Kakao merupakan salah satu komoditas perkebunan yang banyak dibudidayakan di daerah tropika, memiliki nilai ekonomis tinggi dalam perekonomian Indonesia (Bulandari, 2016;

Asman 2018). Sulawesi Tengah sebagai salah satu sentra tanaman kakao di Indonesia, dengan luas 276.100 hektare (ha) pada tahun 2022, setara dengan 19,14% dari luas perkebunan kakao secara nasional yang sebesar 1,44 juta ha. (BPS,2023). Upaya peningkatan kualitas dan keberlanjutan tanaman kakao, dipengaruhi oleh faktor lingkungan, hara dan mikroorganisme (Wood and

\* Penulis Korespondensi.

E-mail : [ratnawatinina1968@gmail.com](mailto:ratnawatinina1968@gmail.com)

Telp: +62-81341053516

Lass,2001). Salah satu mikroorganisme yang dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman kakao adalah cendawan endofit (Tondok dkk.,2012; Meniwati dkk., 2024). Cendawan endofit dapat hidup di dalam jaringan tumbuhan seperti; daun, bunga, ranting ataupun akar tanaman yang mampu hidup dengan membentuk koloni dalam jaringan tanaman tanpa membahayakan inangnya (Schulz dan Boyle, 2005) hubungan antara tanaman dan cendawan endofit umumnya dikenal sebagai simbiosis mutualistik (Faeth, 2002; Nur Amin, et al, 2017).

Pertumbuhan tanaman kakao di Sulawesi Tengah dapat ditemukan di topografi berbeda. Tumbuh baik di dataran tinggi, sedang dan rendah. Namun, belum banyak dilakukan penelitian tentang cendawan endofit pada tanaman kakao berbeda ketinggian tempat tersebut. Menurut Yuliani et al., (2015), bahwa terdapat korelasi antara faktor lingkungan seperti intensitas cahaya, iklim, tanah dengan ketinggian. Perbedaan ketinggian dimungkinkan pula terdapat perbedaan keragaman cendawan endofit, khususnya asal rizosfer.

Rizosfer adalah salah satu daerah yang ideal bagi tumbuhan dan berkembangnya mikroba tanah, termasuk di dalamnya agensia hayati. Menurut Hasanudin (2003) dan Liza et al., (2015) bahwa secara keseluruhan habitat hidup mikroorganisme berguna terdapat di dalam tanah sekitar akar tumbuhan (rizosfer). Peran penting rizosfer ini sangat ditentukan oleh keberadaan akar tanaman, makin banyak dan padat akar suatu tanaman didalam tanah, makin kaya kandungan bahan organik pada rizosfer, makin padat pula populasi mikroba tanahnya.

Mikroorganisme banyak ditemukan banyak mikroba tanah pada daerah rizosfer (Ratnawati et al., 2020), dan tanaman memperoleh manfaat besar dengan hadirnya mikroba tersebut (Lugtenberg et al., 1999). Selanjutnya dikemukakan bahwa cendawan endofit dapat dimanfaatkan sebagai upaya pengendalian penyakit tanaman yang ramah lingkungan, sebagai upaya dalam mengurangi penggunaan pestisida sintetik (Ratnawati et al., 2019; Sudewi et al., 2023). Lebih lanjut Sopialena, dkk. (2019) menyimpulkan bahwa cendawan endofit mampu menjadi agensia hayati pengendali hama dan penyakit. Elfina et al., (2022) menyebut bahwa pemanfaatan mikroorganisme yang bersifat antagonis dari endofit tanaman merupakan solusi yang baik sebagai agens pengendali hayati karena mikroorganisme antagonis tersebut tidak

memerlukan penyesuaian yang lama terhadap lingkungan barunya. Dengan dilaksanakan penelitian tentang keragaman cendawan endofit asal rizosfer pada berbagai ketinggian tempat ditemukan cendawan endofit yang diharapkan dapat berpotensi digunakan sebagai pengendalian hayati untuk mengatasi serangan Organisme pengganggu tanaman khususnya penyakit busuk buah kakao.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menyeleksi dan mengidentifikasi keragaman cendawan endofit asal rizosfer pada tanaman kakao yang ditemukan di ketinggian tempat yang berbeda yakni 110 dpl dan 585 dpl yang berpotensi digunakan untuk mengatasi serangan penyakit busuk buah kakao.

## Metode Penelitian

Pelaksanaan penelitian diawali dengan pengambilan sampel berupa tanah bagian rizosfer tanaman kakao di peroleh dari perkebunan kakao petani pada dua lokasi yang berbeda berdasarkan ketinggian tempat. Lokasi pertama di Desa Sidondo dengan ketinggian tempat 110 dpl dan lokasi kedua, di Desa palolo dengan ketinggian tempat 585 dpl sedangkan identifikasi cendawan endofitnya asal rizosfer dilaksanakan di Laboratorium Universitas Alkhairaat Palu. Penelitian ini berlangsung dari bulan Mei sampai dengan Agustus 2024.

## Isolasi Cendawan Endofit

Pengambilan sampel berupa tanah bagian Rizosfer pada lahan kakao milik petani pada ketinggian 110 dpl dan 585 dpl dilakukan dengan penentuan pengambilan titik sampel secara diagonal dengan 10 titik pengambilan sampel tanah bagian rizosfer, Setiap titik pengambilan sampel, tanah yang diambil sebanyak 10 g, kemudian sampel dicampur secara komposit, dan dilanjutkan dengan pengenceran sampai 10<sup>-6</sup>, setelah itu ditumbuhkan pada media Potato Dekstrose Agar (PDA) pada masing-masing sampel yang telah diencerkan dengan metode tanam sebar dan dilakukan di dalam ruang laminar air flow secara aseptik, setelah selesai diinkubasi pada suhu ruang. Koloni yang tumbuh dengan ciri cendawan yang berbeda dimurnikan kembali sampai didapatkan biakan murni untuk dijadikan kultur stok uji selanjutnya.

**Hasil dan Pembahasan**

Hasil seleksi isolasi mikroba yang diperoleh dari lahan tanaman kakao ketinggian 585 dpl didapat sebanyak 8 isolat yang sudah berpotensi. Sedangkan hasil isolasi isolat yang dilakukan di lahan tanaman kakao ketinggian 110 dpl didapat sebanyak 4 isolat, karena terdapat

beberapa isolat yang secara makroskopis sama. Jumlah isolat yang diperoleh di ketinggian 585 dpl lebih banyak dibandingkan ketinggian 110 dpl. Selanjutnya karakteristik pertumbuhan koloni tunggal pada umur 7 hari setelah inokulasi (hsi) pada setiap isolat di kedua tempat ketinggian dapat dilihat dari Tabel 1.

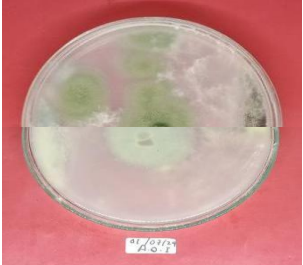
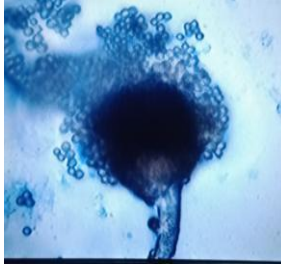
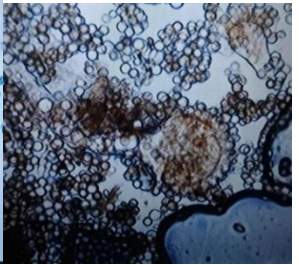

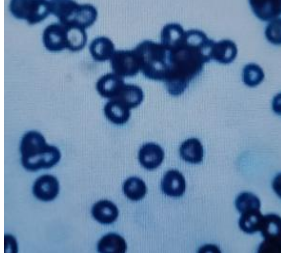
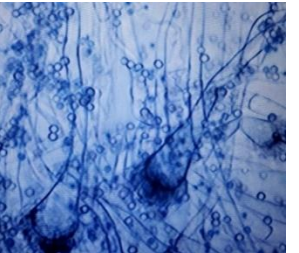
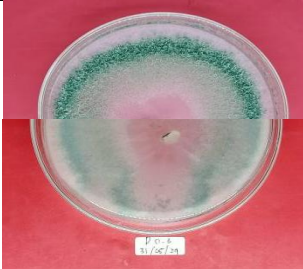
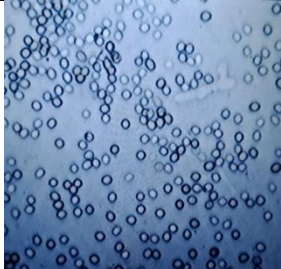
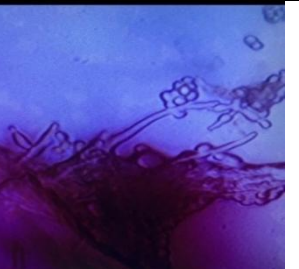
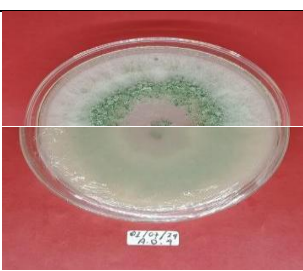
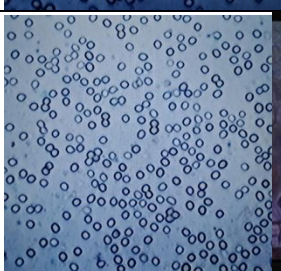
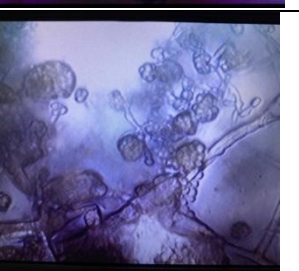
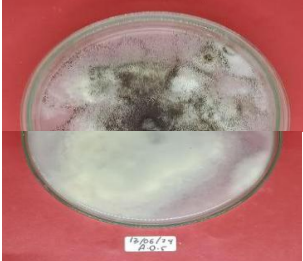
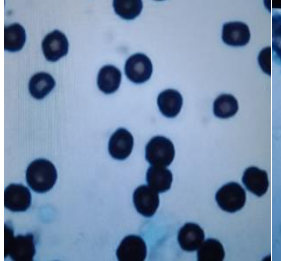

**Tabel 1.** Karakteristik Cendawan Endofit Pada Ketinggian Yang Berbeda

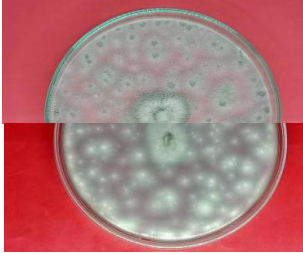
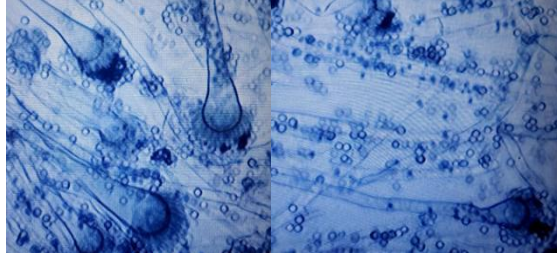
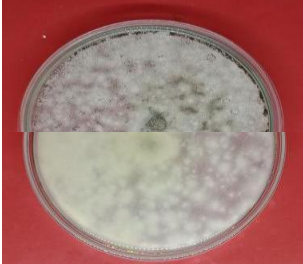
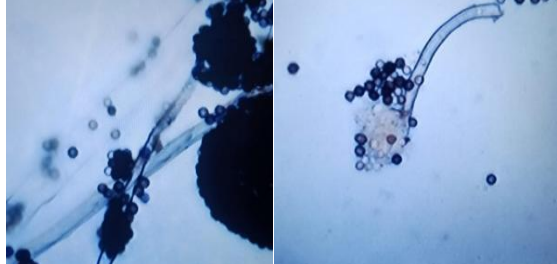
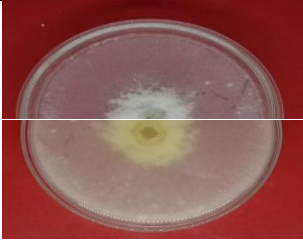
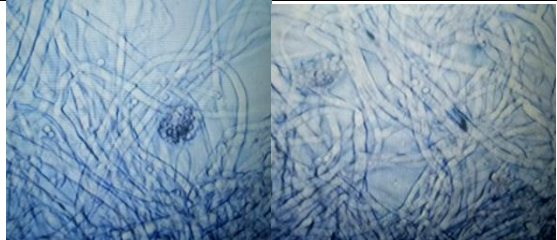

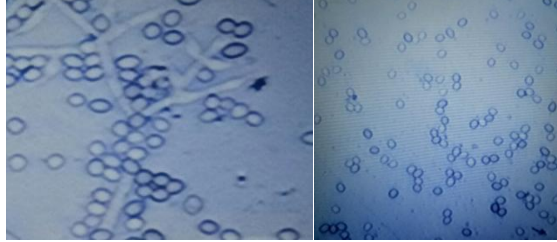
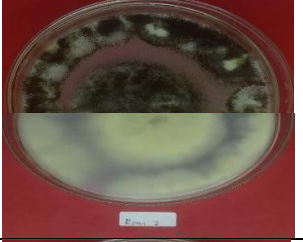
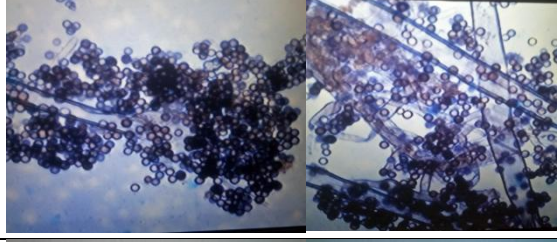

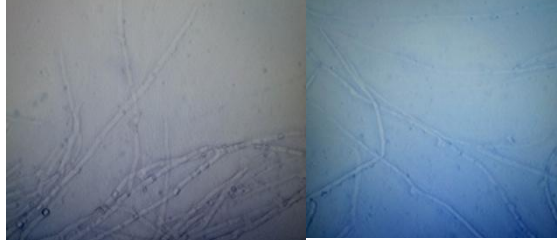
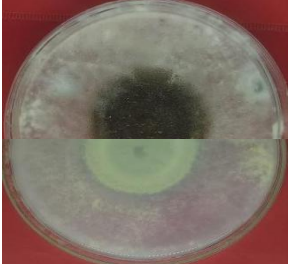
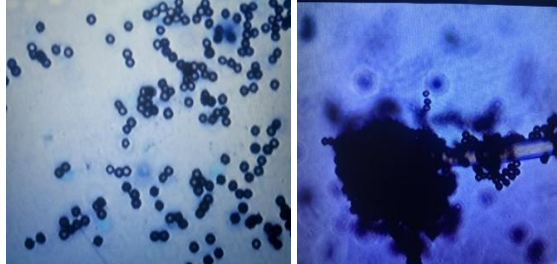
No	Ketinggian 585 Dpl				Ketinggian 110Dpl			
	Kode Isolat	Warna Koloni		Bentuk	Kode Isolat	Warna Koloni		Bentuk
		Tampak Atas (A)	Tampak Bawah (B)			Tampak Atas (A)	Tampak Bawah (B)	
1	A.0.10	Spora hijau, Tekstur Halus	Hijau	Bulat Tidak Beraturan	RAN 16	Putih Kehijauan	Putih Lingkaran Kehijauan	Bulat
2	A.0.7	Spora Abu, Miselium Putih	Hijau Kekuningan	Bulat Tidak Beraturan	RAN 7	Hitam, nampak kasar	Putih keabuan, ada batas antar isolat	Melingkar tak beraturan
3	A.O.3	Miselium Putih, Spora, hijau	Putih Kekuningan	Bulat Tersebar	RAN 3	Putih, rapat pada permukaan	Kuning kecoklatan	Bulat
4	A.O.1	Miselium Putih, Spora Hijau	Hijau	Bulat	RAN 12	Hitam keabuan	Putih keabuan, lingkaran putih	Bulat melingkar
5	A.O.9	Spora Hitam, Tekstur Kasar	Putih Kekuningan	Bulat				
6	A.O.5	Spora Abu, Miselium Putih	Putih Kehitaman	Bulat Tidak Beraturan				
7	A. O.1 2	Miselium Putih	Putih Kekuningan	Bulat				
8	A.O.1 7	Miselium Putih	Putih	Bulat Tidak Beraturan				

Hasil pengamatan karakteristik morfologi 8 isolat cendawan endofit asal rizosfer tanaman

Kakao pada ketinggian 585 dpl dan 4 isolat ketinggian 110 dpl disajikan pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Karakteristik Morfologi Cendawan Endofit Asal Rizofer Tanaman Kakao Pada Ketinggian Berbed

No	Kode Isolat	Makroskopis	Mikroskopis	
<b>Ketinggian 585 dpl</b>				
1	A.O.10 ( <i>Penicillium</i> )			
2	A.O.7 ( <i>Gliocladium</i> <i>mf1</i> )			
3	A.O.3 ( <i>Trichoderma</i> <i>mf1</i> )			
4	A.O.1 ( <i>Trichoderma</i> <i>mf2</i> )			
5	A.O.9 ( <i>Aspergillus</i> <i>mf1</i> )			

6	A.O.5 ( <i>Gliocladium</i> <i>mf</i> 2)		
7	A.O.12 ( <i>Aspergillus</i> <i>mf</i> 2)		
8	A.O.17 ( <i>Unidentified</i> )		
<b>Ketinggian 110 dpl</b>			
1	RAN 16 ( <i>Trichoderma</i> )		
2	RAN 7 ( <i>Aspergillus</i> <i>mf</i> 1)		
3	RAN 3 ( <i>Unidentified</i> )		
4	RAN 12 ( <i>Aspergillus</i> <i>mf</i> 2)		

Berdasarkan hasil penelitian pada Tabel 1 memperlihatkan 8 isolat cendawan endofit pada ketinggian 585 dpl bahwa pada setiap isolat mempunyai karakteristik yang berbeda berdasarkan morfologi perkembangan warna dan bentuknya. Hal sama juga terlihat perbedaan 4 isolat cendawan endofit yang diperoleh pada ketinggian 110 dpl. Jumlah isolat cendawan endofit yang teridentifikasi lebih banyak di ketinggian 585 dpl dibandingkan ketinggian 110 dpl, hal ini diduga karena pertumbuhan tanaman kakao membutuhkan lingkungan yang mendukung serta pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) yang tepat. Pengamatan di lapangan, tanaman kakao yang di ketinggian 110 dpl (sedang) dilakukan dengan secara konvensional dengan intensitas pengendalian OPT intensif, hal berbeda dilakukan petani di ketinggian 585 dpl dilakukan secara organik. Menurut Wijaya, dkk. (2014), bahwa penggunaan bahan kimia yang umum digunakan petani dapat mempengaruhi keanekaragaman mikroorganisme baik di udara, di tanah maupun yang hidup pada tanaman. Hasil eksplorasi Ratnawati et al., (2020), pada lahan pertanaman bawang merah lokal Palu dengan intensitas penggunaan pestisida berbeda, ditemukan jumlah dan jenis cendawan endofit berbeda.

Hasil pengamatan makroskopis dan mikroskopis terhadap isolat sesuai dengan buku identifikasi Barnett dan Hunter (1998) dan karakter yang dimiliki (Tabel 1 dan Tabel 2) pada ketinggian 585 dpl dan 110 dpl teridentifikasi isolat A.O.10 dan RAN 16 berwarna hijau, bersepta konidiafor bercabang dan oval, sehingga teridentifikasi sebagai *Penicillium*. Isolat A.O 3, dan A.O 1, koloninya berwarna hijau dan bentuknya bulat sementara secara mikroskopis bentuk konidiofor tegak tersusun secara vertikal, fialid pendek dan tebal adalah *Trichoderma*. Isolat A.O 9, dan A.O 12 serta RAN 7 dan RAN 12, sesuai karakter, memiliki konidiofor yang tegak tidak bersepta, tidak bercabang, dan ujung konidiofor membengkak membentuk vesikel teridentifikasi sebagai *Aspergillus*. yang secara makroskopis dan mikroskopis cendawan *Asperigillus* mudah dikenali dan dibedakan dari cendawan marga lain. Isolat A.O 12, dan A.O 5. secara makroskopis dan mikroskopis pertumbuhan koloninya baik hanya berbeda warna dari permukaan atas dan permukaan bawah. Untuk isolat A.O 12 adalah permukaan atas koloninya berwarna spora abu, dan miselium putih untuk bagian bawah itu berwarna hijau kekuningan,

isolat A.O 5 adalah permukaan atas koloni berwarna spora abu, miselium putih bagian bawah koloni berwarna putih kehitaman, sedangkan secara mikroskopis ke 2 isolat tersebut memperlihatkan bentuk makroskopis memperlihatkan spora dari masing-masing isolat terhambur dan memiliki miselium dari masing-masing isolat yang berbeda tersebut, sehingga teridentifikasi sebagai *Gliocladium*.

*Penicillium* adalah cendawan endofit dari divisi Ascomycota yang memiliki potensi baik bagi tanaman, menghasilkan metabolit sekunder dan berpotensi sebagai antimikroba dan bersifat enzimatik sehingga dapat mendegradasi patogen dan melindungi tanaman (Sinaga, 2003; Semangun,2006; Ratnawati et al., 2020).Keberadaan cendawan endofit ini teridentifikasi asal rizosfer tanaman kakao di ketinggian 585 dpl, tidak ditemukan di ketinggian 110 dpl. Eksplorasi Ratnawati dan Kasman jaya (2021), menyimpulkan bahwa cendawan endofit *Penicillium* banyak ditemukan pada pertanaman organik.

*Trichoderma* adalah salah satu cendawan endofit yang dapat hidup pada semua bagian jaringan tanaman baik dibawah tanah maupun di atas tanah yaitu akar, batang dan daun (Rosmana et al., 2018). Rubini et al., (2005); Mejia et al., (2008); dan Hanada et al., (2009) melaporkan bahwa *Trichoderma* berpotensi sebagai agens pengendalian hayati beberapa penyakit tanaman kakao. Selanjutnya menurut Purwantisari dan Hastuti (2009), bahwa *Trichoderma* merupakan cendawan asli tanah yang bersifat menguntungkan karena sifat antagonisnya yang tinggi terhadap berbagai patogen pada tanaman yang dibudidayakan.

*Asperigillus* adalah cendawan endofit dari divisi Ascomycota yang juga memiliki potensi baik bagi tanaman dan menghasilkan metabolit sekunder yang berpotensi sebagai antimikroba dan bersifat enzimatik sehingga dapat mendegradasi patogen dan melindungi tanaman (Sinaga, 2003; Semangun,2006). Menurut Iiyas, (2006) dan Suryani dkk., (2020) secara mikroskopis cendawan *Asperigillus* mudah dikenali dan dibedakan dari cendawan marga lain, yaitu memiliki konidiofor yang tegak, tidak bersepta, tidak bercabang, dan ujung konidiofor membengkak membentuk vesikel. Cendawan endofit yang teridentifikasi pada ketinggian 585 asal rizosfer pada tanaman kakao dan tidak ditemukan pada ketinggian 110dpl adalah *Gliocladium*. Risthayeni et al., (2018) melaporkan

bahwa *Gliocladium*, memiliki daya hambat yang cukup tinggi terhadap cendawan patogen akibat senyawa yang dihasilkan berupah toksin dan anti fungal. Hal yang sama dilaporkan oleh Rubini et al., (2005); Mejia et al., (2008); dan Hanada et al., (2009) bahwa *Gliocladium* memiliki potensi sebagai agens biokontrol beberapa penyakit tanaman kakao.

Hasil pengamatan dua isolat yakni satu isolat pada ketinggian 585 dpl dan satu isolat pada ketinggian tanaman kakao 110 dpl hanya menunjukkan miselia tanpa alat reproduksi sehingga secara mikroskopis merupakan miselia steril sehingga tidak dapat diidentifikasi lebih lanjut.

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil seleksi dan identifikasi diperoleh 8 isolat cendawan endofit asal rizosfer tanaman kakao pada ketinggian 585 dpl dan untuk ketinggian 110 dpl terdapat 4 isolat cendawan endofit. 3 isolat ditemukan sama baik di ketinggian 585 dpl maupun ketinggian 110 dpl yakni *Trichoderma*, *Asperigillus* mf1 dan *Asperigillus* mf2 dan 5 isolat berbeda yang ditemukan pada ketinggian 585 dpl yakni *Gliocladium* mf1, *Gliocladium* mf2, *Penicillium*, dan *Trichoderma* mf 2 dan satu isolat Unidentified. Ketinggian 110 juga ditemukan satu isolat Unidentified. Cendawan endofit *Penicillium*, *Trichoderma*, *Asperigillus* dan *Gliocladium* yang teridentifikasi berpotensi dikembangkan menjadi agens biokontrol penyakit busuk buah pada tanaman kakao.

### Ucapan Terimakasih

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Direktorat Riset, Teknologi dan Pengabdian kepada Masyarakat yang telah mendukung pembiayaan kegiatan penelitian ini lewat nomor kontrak:118/E5/PG.02.00PL/2024. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Rektor, Direktur PPS, Ketua LPPM Universitas Alkhairaat Palu, Laboran yang telah membantu dalam fasilitasi kelancaran kegiatan penelitian ini. Terima kasih juga disampaikan khususnya kepada mahasiswa yang telah membantu dalam penelitian.

### Daftar Pustaka

Asman. 2018. Hama dan Penyakit Tanaman Kakao, UPT Unhas Press.

- BPS. 2023, Statistik Kakao Indonesia Tahun 2022. Nomor Publikasi : 05100.2308 dan ISSN/ISBN : 2714-8440
- Barnett, H., and Hunter, B. B. 1998. Illustrated Genera of Imperfect Fungi. Fourth Edition. APS press, The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota. 218.
- Bulandari S, 2016. Pengaruh Produksi Kakao terhadap Pertumbuhan Ekonomi di Kabupaten Kolaka Utara. Doctoral dissertation. Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar
- Elfina, Y., Ali, M., Wulandari, S. F., & Ibrahim, R. (2022). Identifikasi morfologi lima isolat jamur endofit tanaman bawang merah dan kemampuannya menghambat *Alternaria porri* Ellis Cif. *Jurnal Budidaya Pertanian*, 18(1), 74–80.  
<https://doi.org/10.30598/jbdp.2022.18.1.7>
- Faeth S.H. 2002. Are endophytic fungi defensive plant mutualists?. *Oikos* 98:25-36.
- Hanada, R.E., A.W.V. Pomella, H.S. Costa, J.L. Bezerra, L.L. Loguercio, J.O. Pereira. 2010. Endophytic fungal diversity in *Theobroma cacao* (cacao) and *T. grandiflorum* (cupuacu) trees and their potential for growth promotion and biocontrol of black-pod disease. *Fungal Biol.* 114:901-910.
- Hasanuddin. 2003. Mikroorganisme Peningkatan dalam Peranan Sistem Pengendalian Penyakit Tumbuhan Secara Terpadu. Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara. USU Digital Library.
- Ilyas, M. 2006. Isolasi dan identifikasi kapang pada Relung Rizosfer Tanaman di Kawasan Cagar Alam Gunung Mutis, Nusa Tenggara Timur. *Biodiversitas*, 7(83), 216-220  
<http://doi.org/10.13057/biodiv/d070304>.
- Liza, Y.E., Adrinal, Jumsu T. 2015. Keragaman Cendawan Rizosfer dan Potensinya Sebagai Agens Antagonis *Fusarium oxysporum* Penyebab Penyakit Layu Tanaman Krisan. *Universitas Andalas. Jurnal Fitopatologi Indonesia*, Vol 11, No.2, Hal: 68-72.
- Lugtenberg, Ben J. J., Lev V. K., and Marco S. 1999. Tomato seed and root exudate sugars: composition, utilization by *Pseudomonas* biocontrol strains and role in rhizosphere

- colonization. *Environmental Microbiology*, Vol. 1, No. 5, 439-446
- Mejia, L.C., E.I. Rojas, Z. Maynard, S. van Bael, A.E. Arnold, P. Hebbbar, G.J. Samuels, N. Robbins, E.A. Herre. 2008. Endophytic fungi as biocontrol agents of *Theobroma cacao* pathogens. *Biol. Control* 46:414
- Meniwati, Anak Agung Ketut Darmadi, Junita Hardini. 2024. Isolasi Dan Identifikasi Jamur Endofit Pada Tanaman Stroberi (*Fragaria ananassa* Duch. 'Rosalinda') Di Desa Candikuning Kabupaten Tabanan, Bali. *Jurnal SIMBIOSIS XII* (1): 22-31. Prodi Biologi FMIPA UNUD. <http://ojs.unud.ac.id/index.php/simbiosis>
- Nur Amin, La Daha and Nurriaty Agus., 2017. Endophytic Fungi as Biopesticide Againsts Rice Black Bug on Rice Plant. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences* 8(2).
- Purwantisari, S. dan Hastuti, R.B. 2009. Uji Antagonisme Jamur *Phytophthora infestans* Patogen Penyebab Penyakit Busuk Daun dan Umbi Tanaman Kentang Dengan *Trichoderma* spp. Menggunakan Isolat Lokal. *Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi FMIPA UNDIP. Jurnal BIOMA*, Vol. 11, No. 1, Hal. 24-32.
- Ratnawati dan Kasman Jaya. 2021. Seleksi Dan Identifikasi Cendawan Endofit Di Pertanaman Organik Bawang Merah Lokal Palu. *Jurnal Agrotech* 11 (1) 13-19, Juni 2021
- Ratnawati, R., Sjam, S., Rosmana, A., & Tresnapura, U. S. 2020. Endophytic *Trichoderma* species of palu valley shallot origin with potential for controlling purple blotch pathogen *Alternaria porri*. 977-982. <https://doi.org/10.17957/IJAB/15.1376>
- Ratnawati, R., Sjam, S., Rosmana, A., & Tresnaputra, U. S. 2019. Impact of pesticides on the diversity of fungi at local shallot in Palu, Indonesia. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 8(08), 730-738. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2019.808.083>
- Risthayeni, P., Hasanuddin, H., & Zahara, F. 2018. Uji efektifitas jamur antagonis *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. Untuk mengendalikan penyakit pokahbung (*Fusarium momiliforme*) pada tanaman tebu (*Saccharum officinarum*). *Jurnal Agroekoteknologi FP USU*. Vol.6.No.2, April 2018 (50): 339- 344
- Rosmana A, Sylvia Sjam., Asman Asman., Nurul Jihad Jayanti., Satriana Satriana., Andi Tenri Padang., Andi Akbar Hakkar. 2018. Systemic Deployment of *Trichoderma asperellum* in *Theobroma cacao* Regulator Co-occurring Dominant Fungal Endophytes Colonization. *Journal Of Pure and Applied Microbiology*. Vol.12(3); 1071-1084.
- Rubini, M.R., R.T. Silva-Ribeiro, A.W.V. Pomella, C.S. Maki, W.L. Araujo, D.R. dos Santos, J.L. Azevedo. 2005. Diversity of endophytic fungal community of cacao (*Theobroma cacao* L.) and biological control of *Crinipellis pernicioso*, causal agent of Witches' Broom Disease. *Int. J. Biol. Sci.* 1:24-33.
- Schulz, B, C. Boyle. 2005. The endophyte continuum. *Mycol. Res.* 109:661-686.
- Semangun, H. 2006. Penyakit-Penyakit Tanaman Hortikultura di Indonesia. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Sopialena, S., Sofian, S., & Allita, L. D. 2019. Diversitas Jamur Endofit Pada Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.) dan Potensinya Sebagai Pengendali Hama. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika Lembab*, 2(1), 44-49. doi:10.35941/JATL.
- Sinaga, M. S. 2003. Ilmu Iilmu Penyakit Tumbuhan. Bogor: Penebar.
- Sudewi, S., Ratnawati., Jaya, K., & Hardiyanti, S. 2023. Isolasi dan karakterisasi cendawan endofit asal rizosfer bawang merah "Lembah Palu" dan potensinya menghambat penyakit bercak ungu *Alternaria porri* (ELL) CIF. *Jurnal Agro*, 10(2), 278-292. <https://doi.org/10.15575/28242>
- Suryani, Y., Taupiqurrahman, O., dan Kulsuma, Y. 2020. Mikologi. PT. Freeline Cipta Granesia. Sumatera Barat.
- Tondok, E.T., Meity Suradji Sinaga, Widodo, dan Maggy Thenawidjaja Suhartono. 2012. Potensi Cendawan Endofit sebagai Agens Pengendali Hayati *Phytophthora palmivora* (Butl.) Butl. Penyebab Busuk Buah Kakao.

- J. Agron. Indonesia 40 (2) : 146 - 152 (2012).
- Yuliani, Soemarno, Bagyo Y, and Amin SL, 2015. The Relationship between Habitat Altitude, Enviromental Factors and Morphological Characteristics of *Pluchea indica*, *Ageratum conyzoides* and *Elephantopus scaber*. Online Journal of Biological Sciences. Science Publication, 15(3): 143-151.
- Wijaya,T.A., Djauhari,S., Cholil,A. 2014. Keanekaragaman Jamur Filoplan Tanaman Kangkung Darat Pada Lahan Pertanian Organik Dan Konvensional. Jurnal PHT 2(1):29-36
- Wood,C.A.R and Lass,R.A., 2001. Cocoa.4th edition. Blackwell Science.Oxford.UK.620 p