



ISOLATION AND IDENTIFICATION *Trichoderma* spp. FROM THE RHIZOSPHERE OF TEAK PLANT (*Tectona grandis* Us) IN NATURAL TOURISM PARK, BIPOLO VILLAGE, SULAMU DISTRICT, KUPANG DISTRICT

ISOLASI DAN IDENTIFIKASI *Trichoderma* spp. DARI RHIZOSFER TANAMAN JATI (*Tectona grandis* Linn) DI TAMAN WISATA ALAM, DESA BIPOLO, KECAMATAN SULAMU, KABUPATEN KUPANG

Mei Wulandari¹, Wilhelmina Seran², Pamona S. Sinaga³

^{1,2,3} Program Studi Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Nusa Cendana

E-mail: meywlndry02@gmail.com

ARTICLE INFO

Correspondent:

Mei Wulandari
meywlndry02@gmail.com

Key words:

Trichoderma spp,
Rhizosfer, Jati

Website:

<https://idm.or.id/JSCR/index.php/JSCR>

Page: 1453 - 1467

ABSTRACT

One of the factors inhibiting the growth and development of teak plants is the presence of pathogens in plants, so it is necessary to know their presence *Trichoderma* spp. as a biological control agent on healthy plants which is able to inhibit the growth of pathogens that attack teak plants (*Tectona grandis* Linn.) said. This research aims to isolate and identify types *Trichoderma* spp. as a biological control agent in the rhizosphere area of teak plants (*Tectona grandis* Linn.) in the Nature Tourism Park, Bipolo Village, Sulamu District, Kupang Regency. Isolation and identification results *Trichoderma* spp. From the rhizosphere of teak plants, five isolates were found from the 5 samples taken, namely in sample 1 a fungus was found. *Trichoderma atroviride*, in sample 2 mold was found *Trichoderma citrinovirida*, in sample 3 mold was found *Trichoderma Green*, in sample 4 mushrooms were found *Trichoderma Harzianum*, and in sample 5 mold was found *Trichoderma Reeseii*.

Copyright © 2024 JSCR. All rights reserved.

INFO ARTIKEL**Koresponden**

Mei Wulandari
meywlndry02@gmail.com

Kata kunci:

Trichoderma spp,
Rhizosfer, Jati

Website:

<https://idm.or.id/JSCR/index.php/JSCR>

Hal: 1453 - 1467

ABSTRAK

Salah satu faktor penghambat pertumbuhan dan perkembangan tanaman jati yaitu adanya patogen pada tumbuhan, sehingga perlu diketahui keberadaan *Trichoderma* spp. sebagai agen pengendali hayati pada tanaman sehat yang mampu menghambat pertumbuhan patogen yang menyerang tanaman jati (*Tectona grandis* Linn.) tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi dan mengidentifikasi jenis-jenis *Trichoderma* spp. sebagai agen pengendali hayati di daerah rhizosfer tanaman jati (*Tectona grandis* Linn.) di Taman Wisata Alam, Desa Bipolo, Kecamatan Sulamu, Kabupaten KuSpang. Hasil isolasi dan identifikasi *Trichoderma* spp. dari rhizosfer tanaman jati ditemukan lima isolat dari 5 sampel yang telah di ambil, yaitu pada sampel 1 di temukan jamur *Trichoderma atroviride*, sampel 2 di temukan jamur *Trichoderma citrinoviride*, sampel 3 di temukan jamur *Trichoderma Viride*, pada sampel 4 di temukan jamur *Trichoderma Harzianum*, dan pada sampel 5 di temukan jamur *Trichoderma Reeseii*.

Copyright © 2024 JSCR. All rights reserved.

PENDAHULUAN

Mikroba dalam lingkungan tanah dapat berperan utama dalam aliran energi dan daur nutrien yang berkaitan dengan produktivitas primer. Rhizosfer merupakan daerah disekitar perakaran tanaman yang mendukung perkembangan dan aktivitas mikroba dalam mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Pada daerah rhizosfer terdapat unsur karbon dan asam amino yang sangat berguna untuk kelangsungan hidup mikroorganisme (Sylvia dkk., 2005). Secara ekologi, komponen - komponen yang ada pada rhizosfer antara lain akar tanaman, tanah, mikroorganisme, nematoda, dan protozoa (Amelia dan Aditiawati, 2016). Beberapa mikroorganisme rhizosfer berperan dalam berbagai aspek seperti siklus unsur hara dan proses pembentukan tanah, pertumbuhan tanaman, aktivitas mikroorganisme lainnya, serta sebagai agen pengendali hayati (Prayudyaningsih dkk, 2015).

Pengendali hayati saat ini mulai dikembangkan seiring dengan berkembangnya kegiatan pertanian organik. Salah satu pengendali hayati yang dapat digunakan adalah *Trichoderma* spp. yang mempunyai sifat antagonistik terhadap patogen, terutama patogen tanah dan beberapa patogen udara. Antagonisme meliputi aktivitas suatu organisme dengan cara tertentu dan memberikan pengaruh yang merugikan organisme lain. Aktivitas antagonisme meliputi persaingan, parasitisme atau predasi dan pembentukan toksin termasuk antibiotik (Cornejo dkk, 2015).

Trichoderma banyak dipelajari karena karakteristik yang dimiliki dan juga sifat kompetitornya yang menjadikannya berhasil menguasai habitatnya. Hal yang banyak dikaji secara rinci dari *Trichoderma* diantaranya adalah terkait distribusi dan filogeni, mekanisme pertahanan, interaksi yang menguntungkan sekaligus merusak dengan inang, produksi dan sekresi enzim, perkembangan seksual, dan respons terhadap

kondisi lingkungan seperti nutrisi dan cahaya. Pengkajian dilakukan dengan menggunakan banyak spesies dari genus ini, sehingga menjadikan *Trichoderma* salah satu jamur terbaik yang dipelajari dengan genom tiga spesies yang tersedia saat ini (Schuster dan Schmoll, 2010).

Jati merupakan tanaman penghasil kayu yang produktif dan memiliki nilai ekonomi tinggi (Mulyana, 2010) dan banyak disukai oleh petani karena cepat tumbuh dan mudah dibudidayakan (Anggraeni, 2011). Untuk menunjang penanaman dalam pengembangan jati, Pusat Litbang Hutan Bogor pada tahun 2015 membuat persemaian jati. Pada saat bibit umur 1,5 bulan bibit jati menunjukkan gejala layu dan mati. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa kematian bibit tersebut disebabkan oleh cendawan patogen. Hal ini dicirikan dengan tidak adanya bau walaupun akar bibit membusuk, sedangkan apabila bibit terserang bakteri akan menimbulkan bau. Untuk menentukan teknik pengendalian yang didalamnya termasuk pencegahan dan pemberantasan, diperlukan penelitian dasar yaitu mengetahui jenis cendawan yang dapat melawan patogen perusak tanaman.

Salah satu faktor penghambat pertumbuhan dan perkembangan tanaman jati yaitu adanya patogen pada tumbuhan, sehingga perlu diketahui keberadaan *Trichoderma* spp. sebagai agen pengendali hayati pada tanaman sehat yang mampu menghambat pertumbuhan patogen yang menyerang tanaman jati (*Tectona grandis* Linn.) tersebut. Oleh karena itu dilakukan penelitian untuk mengetahui jenis – jenis *Trichoderma* spp. sebagai agen pengendali patogen di Taman Wisata Alam, Desa Bipolo, Kecamatan Sulamu, Kabupaten Kupang.

METODE PENELITIAN

Pengambilan sampel tanah dilakukan di Taman Wisata Alam, Desa Bipolo, Kecamatan Sulamu, Kabupaten Kupang. Isolasi dan identifikasi dilaksanakan di Laboratorium Penyakit Tumbuhan Faperta Undana. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari–April 2024. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah linggis, sendok semen, cool box, kamera, timbangan analitik, laminar air flow, autoklaf, erlenmeyer, mikroskop, cawan petri, tabung reaksi, pipet, rak tabung reaksi, gelas ukur, lampu bunsen, alat tulis menulis dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel tanah yang diambil dari rhizosfer tanaman sehat jati, kantung sampel, medium PDA (Potato Dextrose Agar), alkohol 70 %, spiritus, aquades, tisu, kapas, aluminium foil, perekat dan kertas label. Penelitian ini menggunakan metode purposive sampling dan analisis data hasil pengamatan dan identifikasi meliputi bentuk konidiofor, konidia dan fialid.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Isolasi *Trichoderma* spp. Asal Rhizosfer Tanaman Jati

Isolasi *Trichoderma* spp. asal rhizosfer tanaman jati dilakukan pada media PDA (Potato Dextrose Agar) menggunakan metode pengenceran pada Tingkat pengenceran 10^{-3} - 10^{-5} . Hasil isolasi ditemukan lima koloni isolat kandidat *Trichoderma* spp.

Tabel 1. Warna Koloni dan Jumlah Koloni Jamur Kandidat *Trichoderma* spp. Asal Tanah Tanaman Jati

No.	Warna Koloni	Jumlah Koloni	Gambar Koloni
1.	Putih - Hijau Muda (J1)	1	 <i>T. atroviride</i>
2.	Putih - Hijau Tua (J2)	1	 <i>T. citrinoviride</i>
3.	Hijau - Putih Keabuan (J3)	1	 <i>T. Viride</i>
4.	Putih - Hijau Muda dan Tua (J4)	1	 <i>T. Harzianum</i>
5.	Putih - Hijau Muda (J5)	1	 <i>T. Reeseii</i>

Tabel 1. Menunjukkan karakteristik masing - masing isolat memiliki warna yang hampir mirip dan semua isolat didasari oleh warna putih dan hijau. Hal ini sesuai dengan pendapat (Octriana, 2011), yang menyatakan bahwa *Trichoderma* spp. mempunyai miselium halus tebal, pertumbuhan koloni radial dengan pola cincin yang jelas serta berwarna hijau - putih. Berdasarkan pengamatan hasil penelitian terdapat seluruh koloni memiliki kemiripan warna. Tiga koloni jamur berwarna putih - hijau tua dan muda yang tumbuh dari suspensi J1, J2, J4 dan J5 sedangkan untuk suspensi J3 memiliki warna hijau putih keabuan. Hal ini dikarenakan *T. Viride* memiliki konidia yang berkumpul menjadi fasikula kompak atau pustula yang berwarna putih menjadi abu - abu, hijau atau coklat (MYERS, 1991). Setiap koloni jamur yang diisolasi, kemudian diidentifikasi karakteristik kultur secara makroskopik dan karakteristik morfologi secara mikroskopik, kemudian dibandingkan dengan literatur menurut (Kubicek, 2002).

Identifikasi Karakteristik Kultur Koloni Isolat Kandidat *Trichoderma* spp. Secara Makroskopik

Masing-masing koloni diamati beberapa karakteristik kultur secara makroskopik menurut (Watanabe, 2002), yaitu warna pada permukaan dan dasar koloni, tekstur koloni permukaan (*cottony, shrunken, sloppy, resupinate, velvety, powdery atau floury, crustaceous, water soaked, embedded, yeast-like, sticky, homogenous* atau *heterogenous*, ada atau tidaknya elevasi), tepi koloni (*halus, tidak beraturan, terbatas, menyebar*), pola koloni (*zonate, radiate, flowery, arachnoid*), dan lama tumbuh.

Tabel 1. menunjukkan bahwa lima isolat memiliki karakteristik yang hampir mirip. Warna koloni ke lima isolat pada awalnya berwarna putih kemudian lama - kelamaan mengalami perubahan warna. Dua koloni dari suspensi J1 dan J2 mengalami perubahan pada 3 HSI sedangkan pada J4 dan J5 mengalami perubahan pada 4 HSI, Keempat isolat ini berwarna putih kehijauan dan lama kelamaan menjadi hijau muda dan tua sedangkan 1 koloni lainnya dari suspensi J3 mengalami perubahan warna pada 3 HSI yaitu berwarna hijau putih keabuan. Morfologi *Trichoderma* spp. yang didapatkan mempunyai ciri - ciri seperti koloni berwarna putih sampai hijau tua, permukaan ada yang kasar dan ada juga yang halus dengan tepi halus dan berwarna putih, dan ada juga yang terdapat lingkaran konsentris. Hal yang sama juga didapatkan dalam penelitian (Suanda, 2016) pengamatan makroskopis *Trichoderma* isolat JB yaitu koloni permukaannya datar berbentuk bulat tetapi kasar seperti berserat dengan bagian tepi halus, mula - mula koloni berwarna putih kemudian bagian tengah berwarna hijau muda lalu menjadi hijau tua berbentuk lingkaran dengan batas jelas, sedangkan bagian pinggir berwarna putih seperti kapas dan warna koloni berubah menjadi hijau tua pada seluruh permukaan atas.

Tabel 2. Karakteristik Kultur Jamur Kandidat *Trichoderma* spp. Asal Tanaman Jati

No	Asal Sampel	Warna Koloni	Tekstur Permukaan Koloni	Tepi Koloni	Polah Koloni	Lama Tumbuh
1	Jati (J1)	Koloni pada awalnya berwarna hijau, pada 3 HSI koloni berubah menjadi putih kehijauan kemudian lama kelamaan menjadi hijau muda	Cottony (Seperti Kapas)	Menyebarkan	Radiate (Menyebarkan dari pusat)	7 HSI
2	Jati (J2)	Koloni pada awalnya berwarna hijau, pada 3 HSI koloni berubah menjadi putih kehijauan kemudian lama kelamaan menjadi hijau tua	Cottony (Seperti Kapas)	Menyebarkan	Radiate (Menyebarkan dari pusat)	7 HSI
3	Jati (J3)	Koloni pada awalnya berwarna hijau, kemudian pada 3 HSI berubah menjadi hijau	Cottony (Seperti Kapas)	Menyebarkan	Radiate (Menyebarkan dari pusat)	7 HSI

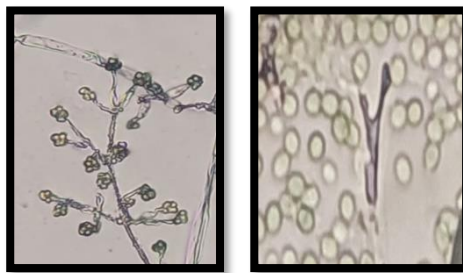
No	Asal Sampel	Warna Koloni	Tekstur Permukaan Koloni	Tepi Koloni	Polah Koloni	Lama Tumbuh
		keputihan lalu berubah warna menjadi hijau putih kusam pada 4 HSI				
4	Jati (J4)	Koloni pada awalnya berwarna hijau tua, kemudian pada 3 HSI berubah menjadi hijau muda lalu pada 4 HSI dikelilingi miselum berwarna putih	Cottony (Seperti Kapas)	Menyebar	Radiate (Menyebar dari pusat)	7 HSI
5	Jati (J5)	Koloni pada awalnya berwarna putih, pada 4 HSI koloni berubah menjadi putih kehijauan kemudian lama kelamaan menjadi hijau	Cottony (Seperti Kapas)	Menyebar	Radiate (Menyebar dari pusat)	7 HSI

Identifikasi Karakteristik Morfologi Isolat Kandidat *Trichoderma* spp. Secara Mikroskopik

Identifikasi secara mikroskopik dilakukan dengan menggunakan mikroskop binokuler, meliputi bentuk konidia, konidiofor dan fialid. Konidia adalah spora eksogen yang tumbuh melalui sisi hifa khusus yang disebut konidiofor. Konidiofor ini adalah cabang hifa khusus yang terlihat pada beberapa jamur yang menghasilkan spora (konidia) secara aseksual. Sedangkan untuk fialid merupakan tempat tumbuh konidia. Kemudian diidentifikasi menggunakan kunci determinasi menurut (Kubicek, 2002), serta beberapa literatur dari situs internet.

Hasil identifikasi karakteristik morfologi secara mikroskopik empat isolat kandidat *Trichoderma* spp., sebagai berikut :

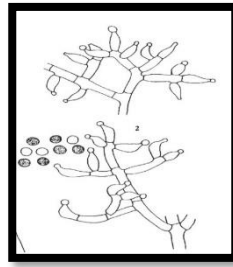
Kandidat *Trichoderma* spp. Asal Tanaman Jati (J1)



A

B

Gambar 1. Karakteristik mikroskopik isolat J1 asal jati. (A). Konidiofor, fialid dan konidia (perbesaran 100 x), (B). konidia (perbesaran 100 x).



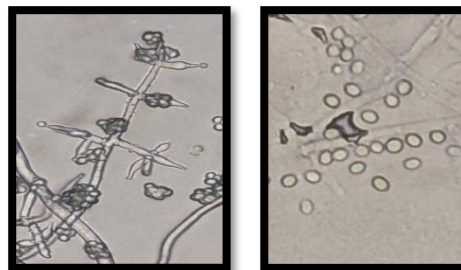
C

Gambar 2. (C) konidiofor, fialid dan konidia *T. atroviride* (Kubicek, 2002).

Berdasarkan pengamatan secara mikroskopik, isolat memiliki konidiofor lebih teratur, vertikal dan berulang kali bercabang ke arah pangkal, membentuk struktur piramida. Fialid tunggal dan lancip ke arah puncak, konidia berbentuk kompak berwarna hijau kusam pustula atau konkrit membentuk massa tidak beraturan (Gambar 1.) Karakter tersebut sesuai dengan deskripsi karakteristik *Trichoderma atroviride* menurut (Kubicek, 2002), yaitu *Trichoderma atroviride* memiliki konidiofor lebih teratur, vertikal dan berulang kali bercabang ke arah pangkal, membentuk struktur piramida. Konidia berbentuk kompak berwarna hijau kusam pustula atau konkrit membentuk massa tidak beraturan.

Begitu pun hasil penelitian menurut Purwantisari dkk (2016) menyatakan bahwa *T. atroviride*, memiliki koloni berbentuk bulat seperti cincin. Konidiofor bercabang, fialid berbentuk seperti labu dan menggelembung pada bagian ujungnya.

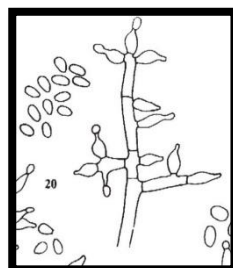
Kandidat *Trichoderma* spp. Asal Tanaman Jati (J2)



A

B

Gambar 3. Karakteristik mikroskopik isolat J2 asal jati. (A). Konidiofor, fialid dan konidia (perbesaran 100 x), (B). konidia (perbesaran 100 x).



C

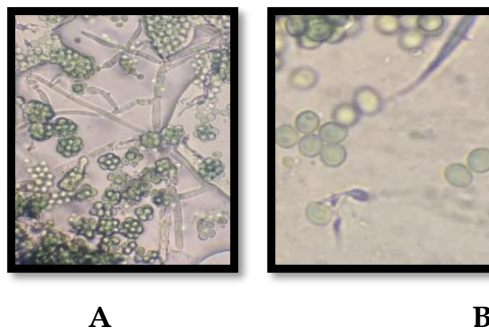
Gambar 4. (C) konidiofor, fialid dan konidia *T. citrinoviride* (Kubicek, 2002).

Berdasarkan hasil pengamatan secara mikroskopik isolat memiliki konidiofor bercabang dan berwarna hijau terang. Fialid tunggal dan ada juga yang berpasangan serta memiliki konidia tunggal yang berjarak antara satu dan lainnya dan berwarna hijau (Gambar 3.) Karakter tersebut sesuai dengan deskripsi karakteristik *Trichoderma citrinoviride* menurut (Kubicek, 2002), yaitu memiliki fialid yang berpasangan kadang tidak berpasangan. Konidia berbentuk oval dan berwarna hijau pucat.

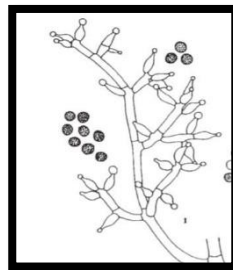
Sedangkan menurut Samuel dkk (2007), yaitu konidiofor tegak bercabang, fialid cenderung silindris atau sedikit membesar di tengah dan sering jongkok.

Kandidat *Trichoderma* spp. Asal Tanaman Jati (J3)

Berdasarkan pengamatan secara mikroskopik, isolat memiliki konidiofor bercabang, fialid berpasangan agak bengkak di tengah dan menyempit di ujung. Konidia berbentuk bulat (Gambar 5.). Karakter tersebut sesuai dengan deskripsi karakteristik *Trichoderma viride* menurut (Kubicek, 2002), yaitu memiliki konidiofor bercabang tidak banyak, fialid berbentuk seperti botol dengan leher sempit, konidia berbentuk bulat berwarna hijau. Isolat memiliki aroma yang khas seperti kelapa. Sedangkan ketika dibandingkan dengan penelitian Menurut Purwantisasi dkk (2016), yaitu *T. Viride* memiliki konidifornya bercabang-cabang, verticillate, tegak, fialid bentuk labu/botol dan konidia bergerombol membentuk bola, bentuk bulat dan berwarna hijau cerah



Gambar 5. Karakteristik mikroskopik isolat J3 asal jati. (A). Konidiofor, fialid dan konidia (perbesaran 100 x), (B). Konidia (perbesaran 100 x).



C

Gambar 6. (C) konidiofor, fialid dan konidia *T. Viride* menurut (Kubicek, 2002).

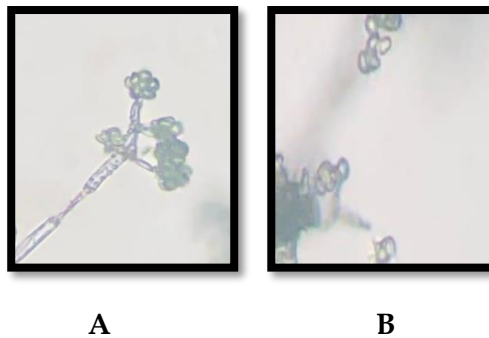
Journal of Scientech Research and Development (JSCR). Vol. 6, Issue 1, June 2024: 513-523

Kandidat *Trichoderma* spp. Asal Tanaman Jati (J4)

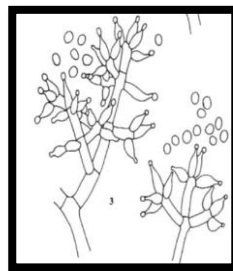
Berdasarkan hasil pengamatan secara mikroskopik, isolat memiliki konidiofor tegak bercabang tersusun vertikal, fialid berbentuk lancip pada bagian ujung. Konidia

berbentuk oval (Gambar 7.) Karakter tersebut sesuai dengan deskripsi karakteristik *T. Harzianum* menurut (Kubicek, 2002), yaitu konidiofor cenderung tersusun vertikal, membentuk struktur piramida, fialid berbentuk seperti labu hingga seperti botol dengan leher sempit, dan cenderung berpasangan, serta konidia berbentuk agak bulat hingga berbentuk seperti telur berwarna hijau pucat.

Sedangkan Menurut Shah dkk., (2012) pada media PDA, *T. harzianum* membentuk 1-2 cincin konsentris dengan produksi konidia hijau. Produksi konidia adalah padat di tengah kemudian menuju margin. Konidia hijau dan berbentuk oval. Koloni pada media PDA berwarna hijau tua dan berbentuk bulat. Diameter koloni mencapai lebih dari 9 cm dalam waktu 5 hari. Karakter dari isolat tersebut menunjukkan karakteristik *Trichoderma harzianum*.



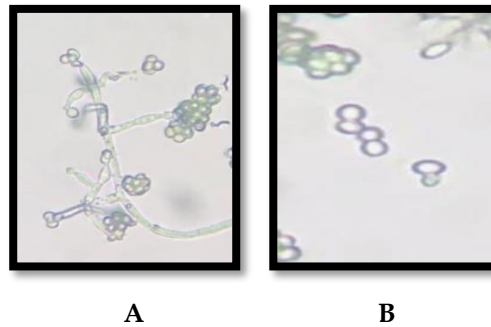
Gambar 7. Karakteristik mikroskopik isolat J4 asal jati. (A). Konidiofor, fialid dan konidia (perbesaran 100 x), (B). konidia (perbesaran 100 x)



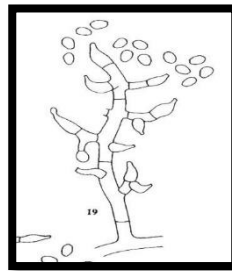
Gambar 8. (C) konidiofor, fialid dan konidia *T. harzianum* menurut (Kubicek, 2002).

Kandidat *Trichoderma* spp. Asal Tanaman Jati (J5)

Berdasarkan pengamatan secara mikroskopik, isolat memiliki konidiofor yang kadang bercabang, fialid panjang dan sedikit menyempit pada ujungnya, konidia berbentuk oval berwarna hijau (Gambar 4.8). Karakter tersebut sesuai dengan deskripsi karakteristik *Trichoderma reesei* menurut (Kubicek, 2002), yaitu memiliki konidiofor yang jarang bercabang, fialidnya berbentuk silindris dan sedikit mengembang, konidia berbentuk oval, berwarna hijau pucat. Dan untuk penelitian (Dae Neto, 2022) yang berlokasi di Taman Hutan Raya (Tahura) Prof. Ir. Herman Yohanes ditemukan pada tanah di bawah tegakkan jati 2, spesies yang sama yaitu *Trichoderma Reeseii* dengan ciri yang sama terdapat di atas.



Gambar 9. Karakteristik mikroskopik isolat J5 asal jati. (A). Konidiofor, fialid dan konidia (perbesaran 100 x); (B). konidia (perbesaran 100 x).



C

Gambar 10. (C) konidiofor, fialid dan konidia *T. Reeseii* menurut (Kubicek, 2002).

SIMPULAN

Hasil isolasi dan identifikasi *Trichoderma* spp. dari rhizosfer tanaman jati ditemukan lima isolat dari 5 sampel yang telah di ambil, yaitu pada sampel 1 di temukan jamur *Trichoderma atroviride*, sampel 2 di temukan jamur *Trichoderma citrinoviride*, sampel 3 di temukan jamur *Trichoderma Viride*, pada sampel 4 di temukan jamur *Trichoderma Harzianum*, dan pada sampel 5 di temukan jamur *Trichoderma Reeseii*.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfizar, M & Susanti, F. (2013). Kemampuan Antagonis *Trichoderma* Terhadap Beberapa Jamur Patogen In Vitro. *J. Floratek*, (8): 45-51.
- Amaria, W. T. E. & H. R. (2013). Seleksi & Identifikasi Jamur Antagonis sebagai Agens Hayati Jamur Akar Putih (*Rigidoporus microporus*) pada Tanaman Karet. . *Buletin RISTRI4*, (1): 55-64.
- Amelia, R. dan P. Aditiawati. 2016. Keanekaragaman Bakteri Rhizosfer Pemacu Pertumbuhan Tanaman (Plant Growth Promoting Rhizobacteria /PGPR) Selama Pertumbuhan Ubi Jalar Cilembu (*Ipomoea batatas* L. var. Rancing). *Prosiding SNIPS*. Hal: 899-906.
- Anggraeni, I. & M. N. (2011). Serangan Hama dan Penyakit pada *Gmelina* (*Gmelina arbora* Roxb.) di Hutan Rakyat. *Tekno Hutan Tanaman*, 4 (2), 85-92.
- Astriani, M. 2014. (n.d.). Seleksi Bakteri Penghasil Indole-3-Acetic Acid (IAA) dan Pengujian Pada Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis* Jacq.). Institut Pertanian Bogor.
- CABI Bioscience. (2004). *Dictionary of Fungi*. Ed A. Available from [Http://Www.Indexfungorum.Org/Names/Fundic.Asp](http://www.indexfungorum.org/Names/Fundic.Asp).

- Cappucino, J.G. & Sherman, N. 2014. Manual Laboratorium Biologi. Jakarta.
- Chamzurni, T., R. Sriwati, dan R. D. Selian. 2011. Epektifitas dosis dan waktu aplikasi *Trichoderma virens* terhadap serangga *Sclerotium rolfsii* pada kedelai. *Jurnal Floratek*. 6: 62-73.
- Cornejo, H. A. C., Iiguez, L. M. ias, Val, E. del & Larsen, J. (2015). Fungsi ekologis *Trichoderma* sp. *Ekologi Mikrobiologi*, 92(1), 1-17.
- Devi, N.S.T.T. dan D. A. (2000). Pemumian Enzim Selulase Ekstraseluler dari Jamur *Trichoderma viride* TNJ63 Isolat dari Wilayah Daratan Riau. Laporan Penelitian Pekanbaru. Lembaga Penelitian Universitas Riau.
- Domsch, K., Gams, W., Anderson, T. H. 1980. *Compendium of Soil Fungi* Volume 1, Academic press. London.
- Eveleigh DE. (1985). *Trichoderma*. Dept of Microbiol. Rutgers Univ. New York.
- Gusnawaty, Taufik, M., Tiara, L., dan Asniah. 2014. Karakterisasi Morfologis *Trichoderma* spp. indigenus Sulawesi Tenggara. *J. Agroteknos*, 4 (2) : 87-93.
- Heyne, K. 1987. *Tumbuhan Berguna Indonesia II*. Badan Litbang Kehutanan. Jakarta
- Hyakumachi, M. 1994. Plant growth promoting fungin from Turfgrass rhizosphere with potential for diase suppression. *Soil Microorganism.*, 44 : 53-68.
- Jufri, S. W. R. M. dan G. (2017). Identifikasi dan Karakteristik Mikroba (*Tectona grandis*), dan Jabon Merah (*Anthocephalus macrophyllus*). Universitas Hassanudin .
- Jutono. (1980). *Pedoman Praktikum Mikrobiologi Umum*.
- Kubicek, C. P. and G. E. H. (2002). *Trichoderma & Gliocladium: Vol. Vol 1*. The Taylor & Francis e- Library. 278 pp.
- Lee, J. W. ; M. F. K. ; S. H. H. . (2012). Up to 30% corn germ may be included in diets fed to growing-finishing pigs without affecting pig growth performance, carcass composition, or pork fat quality. *J. Anim. Sci.*, 90 (13): 4933-4942.
- Madjid. (2010). *Dasar Dasar Ilmu Tanah*. Unsuri.
- Melysa, F.N., Suharjono & Dwiastuti, M. E. (2013). Potensi *Trichoderma* sp. sebagai Agen Pengendalian *Fusarium* sp. Patogen Tanaman Strawberry (*Fragaria* sp.). *Jurnal Biotropika*, 1 (4): 177-181
- Mulyana, D. & A. C. (2010). *Jenis Kayu Penghasil Rupiah*. Jati, Sengon, Mahoni, Meranti, Jati Putih, Kayu Afrika dan Suren. Jakarta : PT. Agro Media Pusataka.
- Murkalina. 2010. Uji antagonis *Trichoderma harzianum* terhadap *Fusarium* spp. penyebab penyakit layu pada tanaman cabai (*Capsicumannum*) secara In Vitro. *Jurnal Fitomedika*. 7 (2): 80 - 85.
- MYERS, R. J. (1991). Mitochondrial DNAs and plasmids as taxonomic characteristic in *Trichoderma viride*. *Appl. Environ. Microbiol*, 57:2269-2276.
- Neto, P. D. J. B. D. H. & A. E. M. (2022). Isolasi dan Identifikasi *Trichoderma* spp. dari Rhizosfer Tanaman Jati (*Tectona grandis* Linn.) Ditaman Hutan Raya Prof. Ir. Herman Yohanes, Desa Kotabes, kecamatan Amarasi Kabupaten Kupang. *Jurnal Wana Lestari*, 06(01).
- Novianti, D. (2018). Perbanyakan Jamur *Trichoderma* sp pada Beberapa Media. *Jurnal Ilmiah Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 15 (1): 35-41.

- Nur Indriyani, A. (2007). Penuntun Praktikum Mikrobiologi Akuatik, Fakultas Perikanan dan Kelautan. Unhalu : Kendari Papavizas GC. 1985ri. *Trichoderma Dan Gliocladium; Biology, Ecology and Potential for Biokontrol*. Ann. Refof Phytopath. , 23;23-54.
- Nurhayati. (2011). Penggunaan Jamur dan Bakteri Dalam Secara Hayati yang Ramah Lingkungan. Prosiding Semirata Bidang Ilmu-Ilmu Pertanian BKS-PTN Wilayah Barat Tahun 2011, ISBN:978-979-8389-18.
- Octriana, L. (2011). Potensi Agens Hayati dalam menghambat pertumbuhan Pythium sp. Secara In vitro. Buletin Plasmanutfa, 17 (2): 7-9. Tumbuhan Pythium sp. Secara In vitro. Buletin Plasmanutfa, 17 (2): 7-.
- Ormeling. (1955). The Timor Problem: A Geographical Interpretation of an Underdeveloped Island. Jakarta.
- Prasetyo, J. . E. dan S. R. (2009). Seleksi dan uji antagonis *Trichoderma* spp. isolat tahan fungisida nabati terhadap pertumbuhan *Phytophthora*. J. HPT Tropika, 9(1): 58-66.
- Prayudyaningsih, R. N. dan R. Sari. 2015. Mikroorganisme Tanah Bermanfaat Pada Rhizosfer Tanaman Umbi di Bawah Tegakan Hutan Rakyat Sulawesi Selatan. Semnas Masy Biodiv Indon. 1(4): 954 - 959.
- Purwantisari S, H. R. (2009). Uji Antagonis Jamur Patogen *Phytophthora* infestans Penyebab penyakit Busuk Daun dan Umbi Menggunakan *Trichoderma* spp. isolat Lokal. BIOMA, 11(1): 24-32.
- Rahmiati, R., Karim, A. & Fauziah, I. (2020). Isolasi Dan Uji Antagonis *Trichoderma* Terhadap *Fusarium Oxysporum* Secara In Vitro. JBIO: jurnal biosains (the journal of biosciences), 6 (1): 18-22.
- Rejeki, S. S. S. (2007). Penentuan pH dan Potensial Air Optimum Terhadap Pertumbuhan Miselium *Trichoderma viride* TNJ63 dalam Media Selulase dan Kitinase . FMIP-UR, Pekanbaru.
- Rifai, M. A. 1996. A Revision of Genus *Trichoderma*. Mycological Papers. Commonwealth Mycological Institute.
- Schuster, A. and Schmoll, M. (2010) Biology and Biotechnology of *Trichoderma*. Applied Microbiology and Biotechnology, 87, 787-799. <http://dx.doi.org/10.1007/s00253-010-2632-1>
- Shah, H., Aziz, A., Jaffari, A. R., Waris, S., Ejaz, W., Fatima, M. & Sherazi., K. (2012). The Impact of Brands on Consumer Purchase Intentions. Asian Journal of Business Management, 4(2). PP 105-110
- Shofiana, R. H. L. S. dan A. M. (2015). Eksplorasi Fungi Endofit Dan Khamir Pada Tanaman Cengkeh (*Syzygium aromaticum*) Serta Uji Potensi Antagonismenya Terhadap Fungi Akar Putih (*Rigidoporus microporus*).h. Jurnal Hama Dan Penyakit Tumbuhan., 3(1): 75-83.
- Simatupang, D. S. (2008). Berbagai Mikroorganisme Rhizosfer pada Tanaman Hutan Pepaya (*Charica papaya* L.) di Pusat Kajian Buah-buahan Tropika (PKBT) IPB Desa Cioma, Kecamatan Pasir Kuda, Kabupaten Bogor Jawa Barat. Institut Pertanian Bogor.
- Suanda, I. W. (2016). Karakteristik Morfologis *Trichoderma* sp. Isolat JB dan Daya Antagonisme Terhadap Patogen Penyebab Penyakit Rebah Kecambah

- (*Sclerotium rolfsii* Sacc.) pada Tanaman Tomat. Prosiding Seminar Nasional MIPA, 252-253.
- Supiandi, J. (1999). Produk enzim kitinase dan selulase *Trichoderma* sp. isolat Perkebunan lada di Lampung.
- Sutarman. (2017). Pengujian *Trichoderma* sp sebagai pengendali hawar daun bibit kakao yang disebabkan oleh *Phytophthora palmivora*. J. HPT Tropika., 17(1): 45-52.
- Syahputra, M. H., Anhar, A., & Irdawati. (2017). Isolasi *Trichoderma* spp. Dari Beberapa Rizosfer Tanaman Padi Asal Solok. Padang. Jurnal Biosains, vol no 21, 97-105.
- Sylvia, D., J. Fuhrmann, P. Hartel, dan D. Zuberer. 2005. Principles and Applications of Soil Microbiology. New Jersey: Pearson Education Inc.
- Than, P. P., H. Prihastuti., S. Phoulivong., P.W.J Taylor and K.D. Hyde. 2008. Chili Anthracnose Disease Caused by *Colletotrichum* species. J. Zhejiang Univ. Sci. B. 9: 764-778.
- Tigahari, J., Sumayku, B., & Polii, M. (2021). Penggunaan pupuk kompos aktif *Trichoderma* sp. Dalam meningkatkan produksi tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.). In Cocos, Vol. 3, No. 1.
- Tim Sintesis Kebijakan. (2008). Pemanfaatan dan Konservasi Ekosistem Lahan Rawa Gambut di Kalimantan. Balai Besar Penelitian Dan Sumberdaya Lahan Pertanian, Bogor, Indonesia.
- Uruilal, C. et al. (2018). Pemanfaatan Kompos Ela Sagu, Sekam dan Dedak Sebagai Media Perbanyak Agens Hayati *Trichoderma harzianum* Rifai. *Agrologia.*, 1(1).
- Volk dan Wheller. (1993). Mikrobiologi Dasar. Jasad V, Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Watanabe, T. (2002). Pictorial Atlas Of Soil And Seed Fungi Morphologies Of Cultured Fungi And Key To Species. CRC Press LLC.U.S.A.
- Neto, P. D. . J. B. D. H. & A. E. M. (2022). Isolasi dan Identifikasi *Trichoderma* spp. dari Rhizosfer Tanaman Jati (*Tectona grandis* Linn.) Ditaman Hutan Raya Prof. Ir. Herman Yohanes, Desa Kotabes, kecamatan Amarasi Kabupaten Kupang. *Jurnal Wana Lestari*, 06(01).
- Novianti, D. (2018). Perbanyak Jamur *Trichoderma* sp pada Beberapa Media. *Jurnal Ilmiah Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 15 (1): 35-41.
- Nur Indriyani, A. (2007). Penuntun Praktikum Mikrobiologi Akuatik, Fakultas Perikanan dan Kelautan. Unhalu : Kendari Papavizas GC. 1985ri. *Trichoderma* Dan *Gliocladium*; Biology, Ecology and Potential for Biokontrol. *Ann. Refof Phytopath.* , 23;23-54.
- Nurhayati. (2011). Penggunaan Jamur dan Bakteri Dalam Secara Hayati yang Ramah Lingkungan. Prosiding Semirata Bidang Ilmu-Ilmu Pertanian BKS-PTN Wilayah Barat Tahun 2011, ISBN:978-979-8389-18.
- Octriana, L. (2011). Potensi Agens Hayati dalam menghambat pertumbuhan *Pythium* sp. Secara In vitro. *Buletin Plasmanutfa*, 17 (2): 7-9. Tumbuhan *Pythium* sp. Secara In vitro. *Buletin Plasmanutfa*, 17 (2): 7-

- Ormeling. (1955). *The Timor Problem: A Geographical Interpretation of an Underdeveloped Island*. Jakarta.
- Prasetyo, J. . E. dan S. R. (2009). Seleksi dan uji antagonis *Trichoderma* spp. isolat tahan fungisida nabati terhadap pertumbuhan *Phytophthora* . J. HPT Tropika , 9(1): 58-66.
- Prayudyaningsih, R. N. dan R. Sari. 2015. Mikroorganisme Tanah Bermanfaat Pada Rhizosfer Tanaman Umbi di Bawah Tegakan Hutan Rakyat Sulawesi Selatan. *Semnas Masy Biodiv Indon*. 1(4): 954 – 959.
- Purwantisari S, H. R. (2009). Uji Antagonis Jamur Patogen *Phytophthora* infestans Penyebab penyakit Busuk Daun dan Umbi Menggunakan *Trichoderma* spp. isolat Lokal. *BIOMA*, 11(1): 24-32.
- Rahmiati, R., Karim, A. & Fauziah, I. (2020). Isolasi Dan Uji Antagonis *Trichoderma* Terhadap *Fusarium Oxysporum* Secara In Vitro. *JBIO: jurnal biosains (the journal of biosciences)*, 6 (1): 18-22.
- Rejeki, S. S. S. (2007). Penentuan pH dan Potensial Air Optimum Terhadap Pertumbuhan Miselium *Trichoderma viride* TNJ63 dalam Media Selulase dan Kitinase . FMIP-UR, Pekanbaru.
- Rifai, M. A. 1996. *A Revision of Genus Trichoderma*. Mycological Papers. Commonwealth Mycological Institute.
- Schuster, A. and Schmoll, M. (2010) *Biology and Biotechnology of Trichoderma*. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 87, 787-799. <http://dx.doi.org/10.1007/s00253-010-2632-1>
- Shah, H., Aziz, A., Jaffari, A. R., Waris, S., Ejaz, W., Fatima, M. & Sherazi., K. (2012). The Impact of Brands on Consumer Purchase Intentions. *Asian Journal of Business Management*, 4(2). PP 105-110
- Shofiana, R. H. . L. S. dan A. M. (2015). Eksplorasi Fungi Endofit Dan Khamir Pada Tanaman Cengkeh (*Syzygium aromaticum*) Serta Uji Potensi Antagonismenya Terhadap Fungi Akar Putih (*Rigidoporus microporus*).h. *Jurnal Hama Dan Penyakit Tumbuhan.*, 3(1): 75-83.
- Simatupang, D. S. (2008). Berbagai Mikroorganisme Rhizosfer pada Tanaman Hutan Pepaya (*Charica papaya* L.) di Pusat Kajian Buah-buahan Tropika (PKBT) IPB Desa Cioma, Kecamatan Pasir Kuda, Kabupaten Bogor Jawa Barat. Institut Pertanian Bogor.
- Suanda, I. W. (2016). Karakteristik Morfologis *Trichoderma* sp. Isolat JB dan Daya Antagonisme Terhadap Patogen Penyebab Penyakit Rebah Kecambah (*Sclerotiumrolfsii* Sacc.) pada Tanaman Tomat. *Prosiding Seminar Nasional MIPA*, 252-253.
- Supiandi, J. (1999). Produk enzim kitinase dan selulase *Trichoderma* sp. isolat Perkebunan lada di Lampung .
- Sutarman. (2017). Pengujian *Trichoderma* sp sebagai pengendali hawar daun bibit kakao yang disebabkan oleh *Phytophthora palmivora*. J. HPT Tropika., 17(1): 45-52.
- Syahputra, M. H., Anhar, A., & Irdawati. (2017). Isolasi *Trichoderma* spp. Dari Beberapa Rizosfer Tanaman Padi Asal Solok. Padang. *Jurnal Biosains*, vol no 21, 97-105.

- Sylvia, D., J. Fuhrmann, P. Hartel, dan D. Zuberer. 2005. Principles and Applications of Soil Microbiology. New Jersey: Pearson Education Inc.
- Than, P. P., H. Prihastuti., S. Phoulivong., P.W.J Taylor and K.D. Hyde. 2008. Chili Anthracnose Disease Caused by Colletotrichum spesies. J. Zhejiang Univ. Sci. B. 9: 764-778.
- Tigahari, J., Sumayku, B., & Polii, M. (2021). Penggunaan pupuk kompos aktif Trichoderma sp. Dalam meningkatkan produksi tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.). In Cocos, Vol. 3, No. 1.
- Tim Sintesis Kebijakan. (2008). Pemanfaatan dan Konservasi Ekosistem Lahan Rawa Gambut di Kalimantan . Balai Besar Penelitian Dan Sumberdaya Lahan Pertanian, Bogor, Indonesia.
- Uruilal, C. . et al. (2018). Pemanfaatan Kompos Ela Sagu, Sekam dan Dedak Sebagai Media Perbanyak Agens Hayati Trichoderma harzianum Rifai. Agrologia., 1(1).
- Volk dan Wheller. (1993). Mikrobiologi Dasar . Jasad V, Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Watanabe, T. (2002). Pictorial Atlas Of Soil And Seed Fungi Morphologies Of Cultured Fungi And Key To Spesies. CRC Press LLC.U.S.A.