



# AGROTEKNIKA

## Tentang Jurnal

Agroteknika adalah jurnal nasional untuk publikasi kajian ilmiah hasil penelitian pada bidang teknologi pertanian yang bertujuan untuk menyebarkan ilmu pengetahuan hasil dari penelitian dan pemikiran sebagai sumber referensi akademisi di bidang Teknologi Pertanian dan untuk pengabdian pada Masyarakat luas. Ruang lingkup: mekanisasi pertanian, teknologi pangan, irigasi, teknologi informasi pertanian, teknologi budidaya tanaman, energi terbarukan, sistem informasi geografis, bioinformatika dan topik kajian lain yang relevan.

© "CALL FOR PAPERS" UNTUK DITERBITKAN PADA VOL. 6 NO. 1 BULAN JUNI 2023 © (<https://agroteknika.id/index.php/agtk/about/su>)



Nama Jurnal	<b>Agroteknika</b>
ISSN	<b>2685-3450</b> ( <a href="https://issn.lipi.go.id/terbit/detail/1561443574">https://issn.lipi.go.id/terbit/detail/1561443574</a> ) (Elektronik) <b>2685-3353</b> ( <a href="https://issn.lipi.go.id/terbit/detail/1562131516">https://issn.lipi.go.id/terbit/detail/1562131516</a> ) (Cetak)
DOI Lama	<b>prefix 10.32530</b> oleh  ( <a href="https://search.crossref.org/?q=2685-3450&amp;from_ui=yes">https://search.crossref.org/?q=2685-3450&amp;from_ui=yes</a> )
DOI Baru	<b>prefix 10.55043</b> oleh  ( <a href="https://search.crossref.org/?q=2685-3450&amp;from_ui=yes">https://search.crossref.org/?q=2685-3450&amp;from_ui=yes</a> )
Frekuensi	<b>2 terbitan per tahun, bulan Juni dan Desember</b>
Kebijakan Akses	<b>Open Access</b> ( <a href="https://agroteknika.id/index.php/agtk/akses">https://agroteknika.id/index.php/agtk/akses</a> )
Biaya Publikasi	<b>Rp. 500.000,-</b> ( <a href="https://agroteknika.id/index.php/agtk/biaya">https://agroteknika.id/index.php/agtk/biaya</a> )
Editor in chief	<b>Hendra</b> ( <a href="https://scholar.google.co.id/citations?user=mDTmXtwAAAAJ&amp;hl=en">https://scholar.google.co.id/citations?user=mDTmXtwAAAAJ&amp;hl=en</a> ) Scopus ID: 57963611700 ( <a href="https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57963611700">https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57963611700</a> )
Asosiasi	<b>Green Engineering Society</b> ( <a href="https://agroteknika.id/index.php/agtk/mou">https://agroteknika.id/index.php/agtk/mou</a> )
Penerbit	<b>Green Engineering Society</b> ( <a href="https://gesociety.org">https://gesociety.org</a> )
Status	<b>Terkreditasi Nasional SINTA 3</b> ( <a href="https://sinta.kemdikbud.go.id/journals?q=agroteknika">https://sinta.kemdikbud.go.id/journals?q=agroteknika</a> ) <b>Nomor 85/M/KPT/2020</b> ( <a href="https://drive.google.com/file/d/17sDWbazlUASuR8lVnM3enpwSKyO5f_UG/view?usp=sharing">https://drive.google.com/file/d/17sDWbazlUASuR8lVnM3enpwSKyO5f_UG/view?usp=sharing</a> )

Jurnal **agroteknika** telah dikutip sebanyak **4 kali** (<https://agroteknika.id/index.php/agtk/scopusanalysis>) dari jurnal/prosiding terindeks **Scopus** (<https://agroteknika.id/index.php/agtk/scopusanalysis>) sejak terbitan pertama Vol. 1 No. 1 Tahun 2018.

Jurnal **Agroteknika** telah **TERAKREDITASI** dengan peringkat **SINTA 3** (<https://sinta.kemdikbud.go.id/journals?q=agroteknika>) oleh Kementerian Riset dan Teknologi/Badan Riset dan Inovasi Nasional Republik Indonesia sebagai pencapaian untuk jurnal peer-review. Pengakuan ini diterbitkan dalam Keputusan Menteri Riset dan Teknologi/Kepala Badan Riset dan Inovasi Nasional Republik Indonesia, **Nomor: 85/M/KPT/2020** ([https://drive.google.com/file/d/17sDWbazlUASuR8lVnM3enpwSKyO5f\\_UG/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/17sDWbazlUASuR8lVnM3enpwSKyO5f_UG/view?usp=sharing)), 1 April 2020, efektif dari Vol 1 No 1 2018. Pada tanggal 27 Desember 2021 diterbitkan SK dengan **Nomor 158/E/KPT/2021** ([https://drive.google.com/file/d/15nprJA87PT7gk4w8\\_JVIU2vK9dPGJMV5/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/15nprJA87PT7gk4w8_JVIU2vK9dPGJMV5/view?usp=sharing)) bahwa jurnal Agroteknika tetap terakreditasi SINTA 3 (<https://sinta.kemdikbud.go.id/journals?q=agroteknika>), efektif dari Vol 3 No 2 2020 sampai Vol 8 No 1 2025.



# AGROTEKNIKA

## Tentang Jurnal

Agroteknika adalah jurnal nasional untuk publikasi kajian ilmiah hasil penelitian pada bidang teknologi pertanian yang bertujuan untuk menyebarluaskan ilmu pengetahuan hasil dari penelitian dan pemikiran sebagai sumber referensi akademisi di bidang Teknologi Pertanian dan untuk pengabdian pada Masyarakat luas. Ruang lingkup: mekanisasi pertanian, teknologi pangan, irigasi, teknologi informasi pertanian, teknologi budidaya tanaman, energi terbarukan, sistem informasi geografis, bioinformatika dan topik kajian lain yang relevan.

HOME (<https://agroteknika.id/index.php/AGT/index>) / TIM EDITOR

## Tim Editor

### Editor in Chief :



Hendra, S.Kom, M.Kom (<https://scholar.google.co.id/citations?user=mDTmXtwAAAAJ&hl=en>)  
Scopus ID: 57963611700 (<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorid=57963611700>)  
Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh  
Indonesia

### Editorial Board Members :



Ahmad Fadholi, S.Si, M.Sc, Ph.D (<https://scholar.google.co.id/citations?user=eWZsz8gAAAAJ&hl=en&oi=ao>)  
Scopus ID: 57195432490 (<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorid=57195432490>)  
Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM)  
Malaysia



Dr (cand). Perdana Putera, M.Eng  
Scopus ID: 57216326998 (<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorid=57216326998>)  
University of Nottingham  
United Kingdom



Dr. Arridina Susan Silitonga, ST, M.Eng (<https://scholar.google.co.id/citations?user=Kz7NucAAAAJ&hl=en&oi=ao>)  
Scopus ID: 57196348984 (<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorid=39262559400>)  
Politeknik Negeri Medan  
Indonesia



Dr. Eng. Muhammad Makky (<https://scholar.google.co.id/citations?user=2xIT7jwAAAAJ&hl=en&oi=ao>)  
Scopus ID: 55630259900 (<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorid=55630259900>)  
Universitas Andalas  
Indonesia



# AGROTEKNIKA

## Tentang Jurnal

Agroteknika adalah jurnal nasional untuk publikasi kajian ilmiah hasil penelitian pada bidang teknologi pertanian yang bertujuan untuk menyebarkan ilmu pengetahuan hasil dari penelitian dan pemikiran sebagai sumber referensi akademisi di bidang Teknologi Pertanian dan untuk pengabdian pada Masyarakat luas. Ruang lingkup: mekanisasi pertanian, teknologi pangan, irigasi, teknologi informasi pertanian, teknologi budidaya tanaman, energi terbarukan, sistem informasi geografis, bioinformatika dan topik kajian lain yang relevan.

HOME ([HTTPS://AGROTEKNIKA.ID/INDEX.PHP/AGTK/INDEX](https://agroteknika.id/index.php/agtk/index)) / ARCHIVES ([HTTPS://AGROTEKNIKA.ID/INDEX.PHP/AGTK/ISSUE/ARCHIVE](https://agroteknika.id/index.php/agtk/issue/archive)) / VOL. 5 NO. 1 (2022): JUNI 2022



(<https://agroteknika.id/index.php/agtk/issue/view/9>)

**Published:** 2022-06-27

Terbitan Lengkap

PDF (<https://agroteknika.id/index.php/agtk/issue/view/9/7>)

## Articles

Identifikasi Molekuler *Trichoderma* spp. Indigenous dari Rizosfer Beberapa Varietas Padi Asal Kabupaten Lima Puluh Kota dan Kota Payakumbuh (<https://agroteknika.id/index.php/agtk/article/view/114>)

Nelson Elita, Eka Susila, Agustamar Agustamar, Rizki Rizki  
1-13

PDF (<https://agroteknika.id/index.php/agtk/article/view/114/46>)

Efektivitas Pengolahan Citra dengan Metode K-Nearest Neighbor dan Gray Level Co-Occurrence Matrix untuk Monitoring Pembajakan Tanah dengan Bajak Piring (<https://agroteknika.id/index.php/agtk/article/view/125>)

Setiyono, Hasbi Mubarak Suud, Hasna Afaf Faizah, Insan Sabri Helwandi  
14-25

PDF (<https://agroteknika.id/index.php/agtk/article/view/125/49>)



## Identifikasi Molekuler *Trichoderma* spp. Indigenous dari Rizosfer Beberapa Varietas Padi Asal Kabupaten Lima Puluh Kota dan Kota Payakumbuh

### Molecular Identification of *Trichoderma* spp. Indigenous the Rhizosphere Some Rice Varieties in The District Lima Puluh and Cities Payakumbuh

Nelson Elita\*, Eka Susila, Agustamar, Rizki

Program Budi Daya Tanaman Pangan, Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh, 50 Kota, Indonesia

\*Penulis Korespondensi  
Email: nelsonelita@yahoo.com

**Abstrak.** Peranan mikroba meningkatkan hasil padi metode SRI beragam dipengaruhi jenis, kombinasi mikroorganisme, daya adaptasi, dan teknik aplikasi. Hasil penelitian menunjukkan aplikasi mikroba indigenous mampu meningkatkan hasil tanaman padi metode SRI. Jenis mikroba tanah jamur *Trichoderma* spp. umumnya banyak ditemukan merupakan jamur tanah biasanya ditemukan pada rizosfer tanaman, termasuk rizosfer tanaman padi. Tujuan penelitian untuk mengetahui jenis *Trichoderma* spp. indigenous secara makroskopis dan molekuler asal rizosfer beberapa varietas padi di Kabupaten Lima Puluh Kota dan Kota Payakumbuh. Metode yang digunakan adalah eksplorasi, isolasi dan karakterisasi. Eksplorasi *Trichoderma* spp. indigenous diambil dari tanah rizosfer padi di Kabupaten Lima Puluh Kota dan Kota Payakumbuh. Isolasi dan karakterisasi jamur *Trichoderma* spp. indigenous dilakukan di laboratorium Mikrobiologi Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh dan teknik molekuler dengan Amplifikasi PCR di Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika di Solok. Hasil penelitian diperoleh isolat T1-KK (Kuriak Kuning), T2-PW (Pandan Wangi), T3- J (Junjuang) ketiganya asal Kabupaten Lima Puluh Kota, T4- S (Sokan), T5-KM (Ketan Merah), T6-SB (Siliah Baganti) asal Kota Payakumbuh. Hasil amplifikasi PCR diperoleh jenis isolat *Trichoderma* spp dari masing-masing isolat tersebut adalah T1-KK jenis jamur *Trichoderma asperellum*, T2-PW jenis jamur *Trichoderma harzianum* dan *Trichoderma asperellum*, T3-J jenis jamur *Trichoderma harzianum* dan *Trichoderma asperellum*, T4-S jenis jamur *Trichoderma asperellum*, T5-KM jenis jamur *Trichoderma harzianum* dan *Trichoderma asperellum*, dan T6-SB jenis jamur *Trichoderma harzianum* dan *Trichoderma asperellum*.

**Kata kunci:** indigenous, *trichoderma asperellum*, *t. harzianum*, rizosfer

**Abstract.** The role of microbes in increasing rice yields with the SRI method is very diverse, influenced by the type and combination of microorganisms, adaptability to the environment, and application techniques. Several research results show that the application of indigenous microbes can increase the yield of rice plants using the SRI method. Types of soil microbes belonging to fungi, namely *Trichoderma* spp. generally found in abundance. *Trichoderma* spp is a soil fungus usually found in plant rhizosphere, including rice rhizosphere. The purpose of this study was to determine the type of *Trichoderma* spp. indigenous macroscopically and molecularly from the rhizosphere of several rice varieties in Lima Puluh Kota Regency and Payakumbuh City. The method used is exploration, isolation and characterization. Exploration of *Trichoderma* spp. Indigenous was taken from the rice rhizosphere soil in Lima Puluh Kota



## Identifikasi Molekuler *Trichoderma spp.* Indigenous dari Rizosfer Beberapa Varietas Padi Asal Kabupaten Lima Puluh Kota dan Kota Payakumbuh

### Molecular Identification of *Trichoderma spp.* Indigenous the Rhizosphere Some Rice Varieties in The District Lima Puluh and Cities Payakumbuh

Nelson Elita\*, Eka Susila, Agustamar, Rizki

Program Budi Daya Tanaman Pangan, Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh, 50 Kota, Indonesia

\*Penulis Korespondensi

Email: [nelsonelita@yahoo.com](mailto:nelsonelita@yahoo.com)

**Abstrak.** Peranan mikroba meningkatkan hasil padi metode SRI beragam dipengaruhi jenis, kombinasi mikroorganisme, daya adaptasi, dan teknik aplikasi. Hasil penelitian menunjukkan aplikasi mikroba indigenous mampu meningkatkan hasil tanaman padi metode SRI. Jenis mikroba tanah jamur *Trichoderma spp.* umumnya banyak ditemukan merupakan jamur tanah biasanya ditemukan pada rizosfer tanaman, termasuk rizosfer tanaman padi. Tujuan penelitian untuk mengetahui jenis *Trichoderma spp.* indigenous secara makroskopis dan molekuler asal rizosfer beberapa varietas padi di Kabupaten Lima Puluh Kota dan Kota Payakumbuh. Metode yang digunakan adalah eksplorasi, isolasi dan karakterisasi. Eksplorasi *Trichoderma spp.* indigenous diambil dari tanah rizosfer padi di Kabupaten Lima Puluh Kota dan Kota Payakumbuh. Isolasi dan karakterisasi jamur *Trichoderma spp.* indigenous dilakukan di laboratorium Mikrobiologi Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh dan teknik molekuler dengan Amplifikasi PCR di Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika di Solok. Hasil penelitian diperoleh isolat T1-KK (Kuriak Kuning), T2-PW (Pandan Wangi), T3- J (Junjuang) ketiganya asal Kabupaten Lima Puluh Kota, T4- S (Sokan), T5-KM (Ketan Merah), T6-SB (Siliah Baganti) asal Kota Payakumbuh. Hasil amplifikasi PCR diperoleh jenis isolat *Trichoderma spp.* dari masing-masing isolat tersebut adalah T1-KK jenis jamur *Trichoderma asperellum*, T2-PW jenis jamur *Trichoderma harzianum* dan *Trichoderma asperellum*, T3-J jenis jamur *Trichoderma harzianum* dan *Trichoderma asperellum*, T4-S jenis jamur *Trichoderma asperellum*, T5-KM jenis jamur *Trichoderma harzianum* dan *Trichoderma asperellum*, dan T6-SB jenis jamur *Trichoderma harzianum* dan *Trichoderma asperellum*.

**Kata kunci:** indigenous, *trichoderma asperellum*, *t. harzianum*, rizosfer

**Abstract.** The role of microbes in increasing rice yields with the SRI method is very diverse, influenced by the type and combination of microorganisms, adaptability to the environment, and application techniques. Several research results show that the application of indigenous microbes can increase the yield of rice plants using the SRI method. Types of soil microbes belonging to fungi, namely *Trichoderma spp.* generally found in abundance. *Trichoderma spp.* is a soil fungus usually found in plant rhizosphere, including rice rhizosphere. The purpose of this study was to determine the type of *Trichoderma spp.* indigenous macroscopically and molecularly from the rhizosphere of several rice varieties in Lima Puluh Kota Regency and Payakumbuh City. The method used is exploration, isolation and characterization. Exploration of *Trichoderma spp.* Indigenous was taken from the rice rhizosphere soil in Lima Puluh Kota

*Regency and Payakumbuh City. Isolation and characterization of Trichoderma spp. indigenous was conducted in the Microbiology laboratory of the Payakumbuh State Agricultural Polytechnic and molecular techniques with PCR amplification at the Tropical Fruit Crops Research Institute in Solok. The results of this study obtained isolates T1-KK (Kuriak Kuning), T2-PW (Pandan Wangi), T3-J (Junjuang) all three from Lima Puluh Kota Regency, T4-S (Sokan), T5-KM (Ketan Merah), T6 -SB (Siliah Baganti) from Payakumbuh City. The results of PCR amplification obtained the types of Trichoderma spp isolates from each of these isolates, namely T1-KK types of Trichoderma asperellum mushrooms, T2-PW types of Trichoderma harzianum and Trichoderma asperellum mushrooms, T3-J types of mushrooms Trichoderma harzianum and Trichoderma asperellum, T4-S types of mushrooms Thichoderma asperellum, T5-KM types of fungi Trichoderma harzianum and Trichoderma asperellum, and T6-SB types of fungi Trichoderma harzianum and Trichoderma asperellum.*

**Keywords:** *indigenous, trichoderma asperellum, t. harzianum, rhizosphere*

## 1. Pendahuluan

Peranan mikroba dalam meningkatkan hasil padi metode SRI sangat beragam dipengaruhi oleh jenis dan kombinasi mikroorganisme, daya adaptasi dengan lingkungan, dan teknik aplikasi. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi mikroba *indigenous* mampu meningkatkan hasil tanaman padi metode SRI (Elita *et al.*, 2018), (Erlinda *et al.*, 2019), (Erlinda *et al.*, 2020). Aplikasi mikroba *indigenous* juga dapat meningkatkan pH tanah dan kandungan hara tanah seperti P tersedia, N-total dan K-dd (Elita & Agustamar, 2013).

Jenis mikroba tanah yang tergolong jamur yaitu *Trichoderma spp.* banyak ditemukan umumnya di lahan kering seperti hutan atau tanah pertanian. Genus *Trichoderma spp.* dengan berbagai strain berkontribusi sejumlah besar kemampuannya sebagai jamur multifungsi di beberapa ekosistem. Spektrumnya yang luas menyebabkan peneliti melakukan penelitian terus tentang jamur *Trichoderma spp* ini (Zint *et al.*, 2020). Jamur *Trichoderma spp.* bersimbiosis dengan tanaman pada bagian akar memberikan pengaruh yang cukup besar bagi pemenuhan nutrisi tanaman.

Jamur *Trichoderma spp.* memiliki beberapa keuntungan pada mikroorganisme tanah seperti yang dilaporkan oleh Cai *et al.* (2015), jamur ini dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman dengan pelepasan senyawa mirip hormon yang meningkatkan perkembangan akar dan pertumbuhan tanaman. Pertumbuhan tanaman yang cepat menyebabkan populasi mikroba melalui sekresi sejumlah besar eksudat akar, yang pada gilirannya meningkatkan ketersediaan nutrisi untuk konsumsi mikroba (Carvalhais *et al.*, 2015). *Trichoderma spp.* telah terbukti dapat meningkatkan laju dekomposisi menyebabkan ketersediaan hara yang tinggi dalam tanah yang dimanfaatkan oleh organisme lain.

Kesuksesan dari *Trichoderma spp.* dalam ekosistem tanah dan perannya sebagai pengurai alami bahan organik, menyebabkan jamur ini banyak diaplikasikan sebagai dekomposer dalam pembuatan biofertilizer. Menurut Erlinda *et al.* (2019), aplikasi *Trichoderma spp* dalam

pembuatan bioorganik plus mempercepat pertumbuhan dan meningkatkan hasil padi metode SRI. [Elita et al. \(2020\)](#) melaporkan aplikasi *Trichoderma spp* pada pembuatan bioorganik meningkatkan kandungan hara tanah dan memodifikasi rizosfer dalam penyerapan nutrisi sehingga meningkatkan hasil padi dengan metode SRI.

Hipotesis [Contreras-Cornejo et al. \(2016\)](#), menyatakan luas permukaan dan besarnya akar akibat inokulasi *Trichoderma spp*. memungkinkan akar menjelajahi wilayah tanah lebih besar. Dampaknya tanaman menyerap lebih banyak makronutrien dan mikronutrien di dalam tanah yang memberikan keuntungan bagi tanaman jika bertemu organisme lain untuk bersaing dalam memperebutkan mineral atau saat mineral habis.

Jamur *Trichoderma spp*. dengan metabolitnya mendukung aplikasi pupuk hayati sehingga dapat mengalihkan aplikasi pupuk kimia dalam industri pertanian. *Trichoderma spp*. dapat berperan sebagai strategi yang efektif untuk pupuk hayati dengan inokulan jamur untuk meningkatkan produksi tanaman. Selain itu juga meminimalkan pencemaran lingkungan akibat kelebihan penggunaan pupuk kimia dalam industri pertanian.

*Trichoderma spp* merupakan jamur tanah biasanya dijumpai pada rizosfer tanaman, termasuk rizosfer tanaman padi. Jamur ini berkumpul sekitar akar tanaman (rizosfer) yang menghasilkan eksudat akar. Eksudat akar merupakan sejumlah senyawa organik yang dilepas oleh permukaan akar yang merupakan sumber makanan dan energi utama bagi organisme yang hidup di rhizosfer. Hubungan simbiosis antara *Trichoderma spp*. dan akar tanaman ditunjukkan oleh kolonisasi permukaan akar oleh genus ini dan penetrasi ke permukaan akar membentuk *Trichoderma spp*. sebagai endofit. Kemudian, mengeluarkan sejumlah metabolit sekunder bioaktif yang berkontribusi pada peran menguntungkan bagi tanaman inang. Modifikasi genomik dan metabolik dalam tanaman inang didukung oleh jamur endofit ini selama pembentukan akar ([Ghaffari et al., 2016](#)).

Eksplorasi jamur *Trichoderma spp indigenous* pada enam rizosfer varietas padi di Kabupaten Lima Puluh Kota dan Kota Payakumbuh yang di aplikasikan pada padi metode SRI varietas Junjuang meningkatkan hasil dan kandungan hara tanah sawah. Isolat jamur *Trichoderma spp indigenous* ini potensi untuk dikembangkan sebagai biofertilizer ([Elita et al., 2021](#)).

Analisa jamur *Trichoderma spp. indigenous* beberapa rizofer varietas padi asal Kabupaten Lima Puluh Kota dan Kota Payakumbuh secara makroskopis dan molekuler, belum dilakukan penelitian sebelumnya. Oleh karena itu telah dilakukan penelitian dengan tujuan untuk mengetahui jenis *Trichoderma spp. indigenous* secara makroskopis dan molekuler asal rizofer beberapa varietas padi di Kabupaten Lima Puluh Kota dan Kota Payakumbuh.

## 2. Bahan dan Metode

Penelitian dilaksanakan Maret sampai April tahun 2020. Bahan yang digunakan tanah di sekitar rizosfer beberapa varietas padi, media *Potato Dextrose Agar* (PDA). Penelitian dilaksanakan di laboratorium Mikrobiologi Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh dan uji molekuler dilakukan di laboratorium molekuler Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika Sumani Solok bulan April tahun 2021.

### 2.1. Isolasi *Trichoderma spp. indigenous*

Isolasi jamur *Trichoderma spp. indigenous* dilakukan di laboratorium Mikrobiologi Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh. Jamur *Trichoderma spp. indigenous* diambil dari tanah rizosfer padi. T1 diisolasi dari varietas Kuning Kurik, T2 diisolasi dari varietas Pandan Wangi, keduanya diambil di nagari Taram Kecamatan Harau Kabupaten Lima Puluh Kota . T3 diisolasi dari varietas Junjuang diambil di nagari Andaleh Balik Bukit Kecamatan Sago Halaban Kabupaten Lima Puluh Kota . T4 diisolasi dari varietas Sokan, T5 diisolasi dari varietas Ketan Merah, dan T6 diisolasi dari varietas Silih Baganti ketiganya diambil dari kelurahan Padang Datar Tanah Mati Kecamatan Payakumbuh Barat Kota Payakumbuh. Masing-masing sampel padi diambil tiga rumpun.

Jamur *Trichoderma spp.* diisolasi dan subkultur pada media PDA. Media PDA dibuat dari PDA (bubuk), ditimbang 39 g dilarutkan dalam air suling dengan volume dicukupkan sampai 1000 ml dalam Beaker glass 1 L. Larutan media ini diaduk homogen dan dipanaskan sampai mendidih. Selanjutnya dituangkan ke beberapa tabung Erlenmeyer ukuran 250 ml serta ditutup rapat dengan kain kasa. Media ini disterilkan dalam autoklaf suhu 121° C dengan tekanan 1 atm selama 15 menit.

Tanah di ambil pada kedalaman 0-15 cm disekitar akar tanaman padi sebagai sampel. Sampel tanah dimasukkan ke dalam tabung reaksi steril volume 25 ml dan diberi label dengan catatan tanggal, lokasi pengambilan, dan nama varietas padi. Pengamatan pH tanah dilakukan dengan cara menimbang 2 g sampel tanah dari masing-masing tabung reaksi masukkan ke dalam gelas beaker ukuran 100 ml. Tambahkan air suling sampai volumenya mencapai 100 ml. Sampel dihomogenkan dengan alat *magnetik stirer* , lalu diukur pH sampel sampai pH konstan.

Jamur *Trichoderma spp* diisolasi menggunakan metode pengenceran dan metode isolasi langsung. Metode pengenceran tanah ditimbang 1 g dari masing-masing sampel tanah ditambahkan air suling dicukupkan volume 100 ml. Pengenceran dibuat berseri (*serial dilution method*) hingga faktor pengenceran  $10^{-3}$  , kemudian diambil 2 tetes dengan pipet tetes steril tuangkan pada medium PDA. Metode isolasi langsung dilakukan menimbang 1 g tanah dari sampel kemudian disebar secara rata diatas media PDA, diinkubasi pada suhukamar. Jamur



*Trichoderma spp* dengan karakteristik warna hijau muda sampai tua, hifa menyebar cepat dan rata, bentuk koloni bulat. Jamuar *Trichoderma spp* yang tumbuh pada media PDA dimurnikan. Pemurnian jamur *Trichoderma spp* dilakukan dengan memisahkan dari jamur lain, kemudian ditumbuhkan pada media PDA baru. Jamur *Trichoderma spp* asal rizosfer berbeda diberi label pada cawan petri dan tanggal pemurnian.

## 2.2. Karakterisasi Morfologi *Trichoderma*

Karakteristik makroskopis dan mikroskopis jamur *Trichoderma spp* dengan cara mengamati bentuk koloni, tepi koloni, bagian atas koloni, warna koloni. Pengamatan mikroskopis jamur *Trichoderma spp* meliputi hifa, spora, sporangium, konidia dan konidiofor dilihat dengan mikroskop metode *riddle*. Potongan media PDA ukuran 0,5 cm x 0,5 cm diletakkan diatas objek gelas dimasukkan ke cawan petri yang dialas tisu lembab. Spora *Trichoderma spp.* digesekkan ke media PDA tersebut, tutup cawan petri dengan kaca penutup, inkubasi selama 2 hari. Amati bentuk koloni dari spora yang tumbuh. Ambil spora dari potongan media PDA tersebut letakkan pada objek gelas dan amati secara mikroskopis.

Strain *Trichoderma spp.* diidentifikasi dengan karakteristik morfologi yang umum yaitu pigmen konidia berwarna hijau terang, memiliki pertumbuhan yang cepat dan bercabang berulang-ulang dan dilakukan uji molekuler.

## 2.3. Amplifikasi PCR

Identifikasi *Trichoderma spp* dengan menggunakan teknik molekuler untuk mendeteksi dan membedakan antara *Trichoderma spp*. Amplifikasi pada mesin PCR dari Mix PCR menggunakan 6,25 µl Taq DNA polymerase, 4,25 µl dd H<sub>2</sub>O, Primer Forward dan Reverse masing-masing 0,5 µl, dan 1 µl DNA *Trichoderma spp.* 30 mg/ml. Profil mesin PCR menggunakan suhu pre denaturasi 95 °C (1 menit), denaturasi 95 °C (15 menit), annealing 53 °C (15 menit), extension 72 °C (5 menit) dan post extension 72 °C (10 menit), dengan siklus sebanyak 35 kali. Elektroforesis dilakukan dengan mengambil 3 µl hasil amplifikasi dari mesin PCR kemudian diload pada gel agarose 1,2%, pada tegangan 50 volt selama 60 menit. Setelah itu gel direndam dalam larutan ethidium bromide 2 µl/500 ml selama 10 menit, dan dilanjutkan direndam dalam H<sub>2</sub>O selama 10 menit. Gel selanjutnya dipindai pada mesin UV transilluminator dan ditangkap gambarnya dengan Gel Doc.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1. Isolasi *Trichoderma*

Hasil isolasi *Trichoderma spp* pada rizosfer beberapa varietas padi diperoleh enam isolat, yaitu tiga isolat dari Kabupaten Lima Puluh Kota dan tiga isolat dari Kota Payakumbuh. Jamur *Trichoderma spp.* diberi kode sesuai asal rizosfer varietas padi. Identifikasi *Trichoderma spp.* mengacu pada buku [Watanabe \(2010\)](#) hasil isolasi jamur *Trichoderma spp.* ([Tabel 1](#)).

**Tabel 1.** Hasil eksplorasi *Trichoderma spp.* asal beberapa vareitas padi Kabupaten Lima Puluh Kota dan Kota Payakumbuh

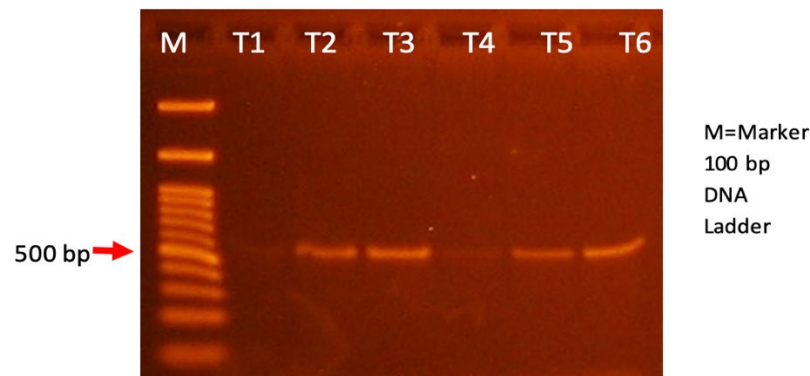
No	Nama Isolat	Varietas Padi	Daerah Asal
1	T1- KK	Kuriak Kuning	Taram, Kab. Lima Puluh Kota
2	T2- PW	Pandan Wangi	Taram, Kab. Lima Puluh Kota
3	T3- J	Junjuang	Andaleh Baliak Bukit. Kab. Lima Puluh Kota
4	T4- S	Sokan	Kota Payakumbuh
5	T5-KM	Ketan Merah	Kota Payakumbuh
6	T6- SB	Siliah Baganti	Kota Payakumbuh

**Tabel 1** menunjukkan tiga isolat *Trichoderma spp.* diperoleh dari varietas padi asal Kabupaten Lima Puluh Kota (T1-KK, T2-PW, dan T3-J) dan tiga isolat lainnya (T4-S, T5-KM, dan T6-SB) diperoleh dari varietas padi asal Kota Payakumbuh.

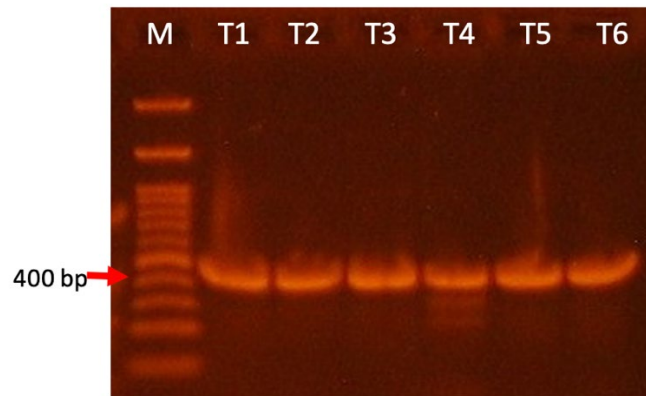
### 3.2. Amplifikasi PCR dari DNA

Spesies khas yang dikategorikan dalam genus *Trichoderma spp* sulit dibedakan secara morfologis. Oleh karena itu, pendekatan polifasik, hasil inklusif dari berbagai teknik, seperti molekuler, morfologi, genomik, dan analisis fisiologis, digunakan untuk menemukan karakterisasi spesies baru (Badaluddin *et al.*, 2018).

Identifikasi sampel berdasarkan primer PCR mendeteksi *Thichoderma spp* menggunakan teknik molekuler. Analisis PCR dengan menggunakan primer universal yaitu primer Isolat *Trichoderma spp* 1 (IT1) menunjukkan bahwa DNA empat isolat *Trichoderma spp* asal rizosfer varietas padi memiliki pita DNA dengan berat molekul sekitar 500 bp mengandung *Trichoderma harzianum* (Gambar 1).

**Gambar 1.** Pola pita DNA pada sampel T2, T3, T5 dan T6 mengandung *Trichoderma harzianum*

Analisis PCR dengan menggunakan primer universal yaitu primer Isolat *Trichoderma spp* 2 (IT2) menunjukkan bahwa DNA enam isolat *Trichoderma spp* asal rizosfer varietas padi memiliki pita DNA dengan berat molekul sekitar 400 bp mengandung *Trichoderma asperellum* (Gambar 2).



**Gambar 2.** Pola pita DNA pada sampel T1-T6 mengandung *Trichoderma asperellum*

Berdasarkan hasil uji dengan metode PCR, diperoleh sampel *Trichoderma spp.* mempunyai hubungan kekerabatan seperti disajikan pada [Tabel 2](#).

**Tabel 2.** Hasil amplifikasi PCR *Trichoderma spp* dari rizosfer varietas padi asal Kab. Lima Puluh Kota dan Kota Payakumbuh

No	Nama Isolat	Varietas Padi	Kandungan <i>Trichoderma spp</i> di rizosfer
1	T1- KK	Kuriak Kuning	<i>Trichoderma asperellum</i>
2	T2- PW	Pandan Wangi	<i>Trichoderma harzianum</i> dan <i>Trichoderma asperellum</i>
3	T3- J	Junjuang	<i>Trichoderma harzianum</i> dan <i>Trichoderma asperellum</i>
4	T4- S	Sokan	<i>Trichoderma asperellum</i>
5	T5-KM	Ketan Merah	<i>Trichoderma harzianum</i> dan <i>Trichoderma asperellum</i>
6	T6- SB	Siliah Baganti	<i>Trichoderma harzianum</i> dan <i>Trichoderma asperellum</i> .

[Tabel 2](#) menunjukkan hasil amplifikasi PCR *Trichoderma spp* dari rizosfer varietas padi asal Kab. Lima Puluh Kota dan Kota Payakumbuh mempunyai hubungan kekerabatan yang dekat dengan *Trichoderma asperellum* dan *Trichoderma harzianum*. Menurut [Elita et al. \(2021\)](#) menyatakan hasil amplifikasi PCR *Trichoderma spp* asal beberapa varietas padi yang direinokulasikan pada varietas Junjuang menyimpulkan *Trichoderma spp indigenous* asal varietas Junjuang lebih adaptif pada tanaman inangnya. Hal ini ditunjukkan oleh *Trichoderma spp indigenous* asal varietas Junjuang meningkatkan pertumbuhan vegetative dan generative padi dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

### 3.3. Karakterisasi Morfologi *Trichoderma spp.*

Karakteristik morfologi *Trichoderma spp* menggunakan fitur morfologi untuk klasifikasi spesies *Trichoderma spp*. [Waghunde et al. \(2016\)](#) menyatakan bahwa spesies yang termasuk untuk genus *Trichoderma spp* memiliki sekitar 10.000 spesies yang paling cepat tumbuh. Pada awalnya, strain *Trichoderma spp* tampak putih dan seperti kapas, kemudian berkembang menjadi jumbai kompak hijau kekuningan sampai hijau tua terutama di tengah tempat tumbuh atau di zona seperti cincin konsentris di permukaan agar seperti yang ditunjukkan pada [Gambar 3](#).

Spesies *Trichoderma spp.* ditemukan dari beberapa rizosfer varietas padi dan merupakan komponen mikroflora tanah dan berada di sekitar rizosfer padi. Hal ini menunjukkan bahwa

spesies *Trichoderma spp* berada di berbagai habitat tanah termasuk rizosfer padi. Identifikasi konvensional berdasarkan karakteristik secara makroskopis dan mikroskopis dengan menumbuhkan isolat-isolat yang ditemukan pada medium PDA (*Potato Dextrose Agar*). Isolat ditumbuhkan pada medium PDA dan dilakukan inkubasi suhu 30°C. Hasil pengamatan karakteristik morfologi enam isolat *Trichoderma spp* memperlihatkan adanya perbedaan warna koloni, bentuk koloni, bentuk konidiofor dan bentuk konidium dari masing-masing isolat ([Gambar 3](#)).

**Tabel 3.** Karakteristik morfologi enam isolat *Trichoderma spp* asal beberapa rizosfer varietas padi di Kab. Lima Puluh Kota dan Kota Payakumbuh

Morfologi	Isolat					
	T1-KK	T2-PW	T3-J	T4-S	T5-KM	T6-SB
Bentuk koloni	Bulat,	Bulat	Bulat	Bulat	Bulat	Bulat
Bentuk Konidium	Oval	Oval	Oval	Oval	Bulat	Oval
Warna konidium	Hijau muda	Hijau muda	Hijau	Hijau	Hijau	Hijau
Dinding Konidium	Tipis	Tipis	Tipis	Tipis	Tipis	Tipis
Hifa	Hialin, bersekat	Hialin, bersekat	Hialin, bersekat	Hialin, bersekat	Hialin, bersekat	Hialin, bersekat

Koloni *Trichoderma spp* isolat T3-J dan T5-KM tumbuh merata pada media tanam dengan membentuk lingkaran pada cawan petri, isolat ini merupakan koloni yang paling banyak dibandingkan dengan empat isolat lainnya yang hampir memenuhi cawan petri selama lima hari pengamatan. Isolat T1-KK dan T2-PW tumbuh pada permukaan media, namun tidak sebanyak isolat T3-J dan T5-KM karena pada isolat ini terdapat area yang masih kosong yang belum ditumbuhi oleh *Trichoderma spp*. Pada isolat T4-S dan T6-SB masih terdapat banyak area yang kosong yang belum ditumbuhi oleh *Trichoderma spp*. Karakter morfologi dari *Trichoderma spp* ini selengkapnya dapat dilihat pada [Tabel 3](#).

Pada [Tabel 3](#) dapat dilihat secara makroskopis enam spesies *Trichoderma spp* yang diperoleh dapat dibedakan berdasarkan bentuk koloni, bentuk konidium, warna konidium, Dinding konidium dan hifa. Bentuk koloni untuk ke enam spesies *Trichoderma spp* yang ditemukan sama yaitu bulat. Bentuk konidium yang sama yaitu oval terdapat pada T1-KK, T2-PW, T3-J, T4-S dan T6-SB, sedangkan pada T5-KM berbentuk bulat. Warna konidium yang sama yaitu hijau muda terdapat pada spesies *Trichoderma spp* T1-KK dan T2-PW, sedangkan pada spesies T3-J, T4-S, T5-KM dan T6-SB warna konidium sama yaitu hijau. Dinding konidium untuk ke enam spesies *Trichoderma spp* sama yaitu tipis, demikian juga dengan hifa mempunyai bentuk yang sama untuk ke enam spesies *Trichoderma spp* yaitu hialin bersekat. Umumnya fitur morfologi ini digunakan untuk mengklasifikasikan spesies *Trichoderma spp*

(Waghunde *et al.*, 2016). Pengamatan perkembangan warna koloni selama 7 hari pengamatan seperti disajikan pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Perkembangan warna koloni selama 7 hari setiap isolat

Isolat	Waktu Pengamatan ke						
	1	2	3	4	5	6	7
T1- KK	Putih	Putih hijau sedikit	Putih hijau sedikit	Putih hijau sedikit	Hijau muda	Hijau	Hijau
T2 – PW	Putih	Putih hijau sedikit	Putih hijau sedikit	Putih sedikit hijau banyak	Hijau	Hijau	Hijau
T3-J	Putih	Putih hijau sedikit	Putih Hijau banyak	Putih sedikit hijau banyak	Hijau	Hijau	Hijau
T4-S	Putih	Putih	Putih hijau sedikit	Putih hijau sedikit	Putih hijau banyak	Hijau	Hijau
T5-KM	Putih	Putih hijau sedikit	Putih hijau sedikit	Hijau banyak	Hijau banyak	Hijau	Hijau
T6-SB	Putih	Putih hijau sedikit	Putih hijau sedikit	Hijau	Hijau	Hijau	Hijau

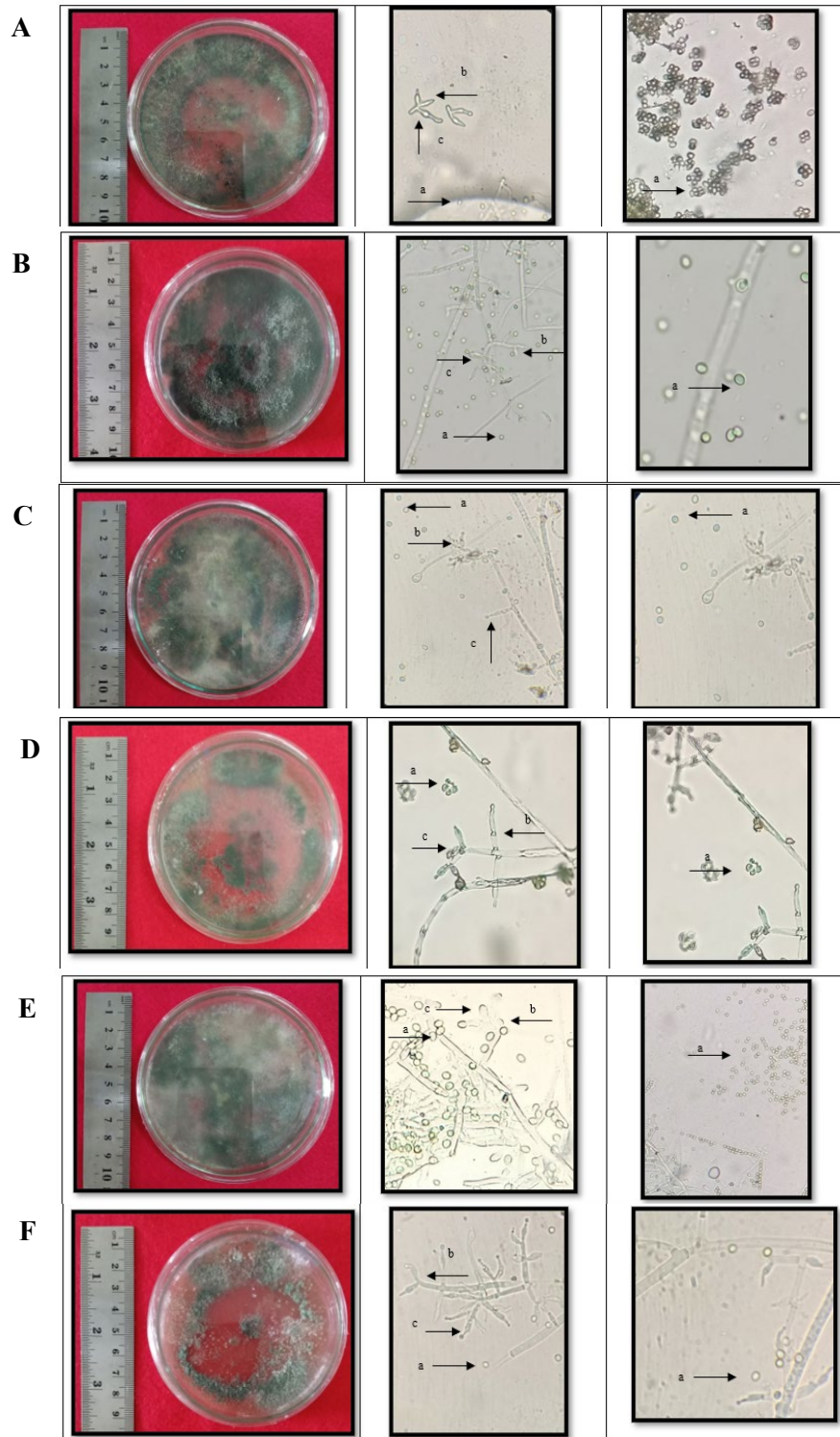
Tabel 4 menunjukkan perkembangan warna koloni selama 7 hari setiap isolat . Berdasarkan hasil pengamatan bahwa tiap isolat memberikan perubahan warna yang bervariasi dari putih sampai hijau.

Warna koloni untuk isolat T1-KK mengalami proses perubahan ke warna hijau secara perlahan dan pada hari ke tujuh . Isolate T2-PW perkembangan warna koloni cepat dari hari ke dua warna hijau 10 % ke hari ke tiga mencapai 70%, pada hari ke lima warna koloni sudah mencapai 100%. Isolat T3-J mempunyai perkembangan yang sama dengan T2-PW yakni untuk hari ke-5 sudah mencapai 100% . Warna koloni untuk isolat T4-S mengalami proses yang lebih lambat di antara semua isolat sampai hari ke tujuh warna koloni yang hijau mencapai 80%. Isolat T5-KM dan T6-SB mengalami perkembangan warna hijau yang relatif lambat, mencapai warna hijau 100% pada hari ke enam. Pertumbuhan *Trichoderma spp* sejalan dengan perubahan warna koloni. Warna koloni awal pertumbuhan putih, kemudian putih dengan hijau sedikit, hijau banyak hijau secara keseluruhan.

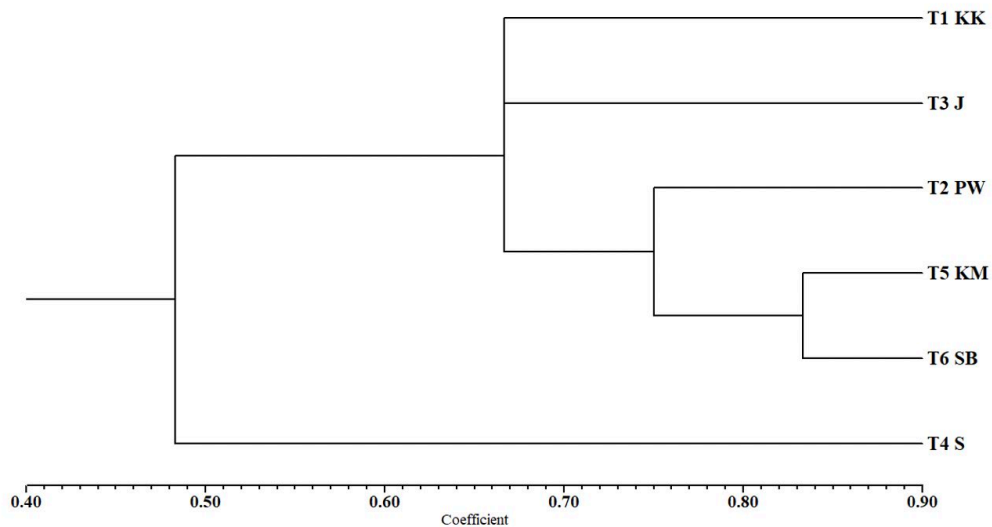
Pada Gambar 3 pada ke enam spesies *Trichoderma spp* yang ditemukan konidiofor berulang kali bercabang, tersusun tidak teratur dalam lingkaran, muncul sebagai kelompok yang berbeda, biasanya bengkok asimetris, berbentuk labu/silindris hingga fialid hampir membulat. Hal ini menggambarkan diantara ke enam spesies *Trichoderma spp* yang ditemukan ada memiliki spesies yang bersamaan. Konidia berbentuk ellip hingga membulat umumnya berwarna hijau, kadang-kadang hialin untuk mengelompok dalam agregat di terminal fialid (Zhu & Zhuang, 2015). Kombinasi beberapa alat genetik baru dan aktivitas fisiologis digunakan untuk menentukan kelompok fungsional yang berbeda dalam *Trichoderma spp*. (Zeilinger *et al.*, 2016).

Pendekatan polifasik, hasil inklusif dari berbagai teknik, seperti molekuler, morfologi, genomik, dan analisis fisiologis, digunakan untuk menemukan karakterisasi spesies baru

(Badaluddin *et al.*, 2018). Karakter morfologi belum tepat digunakan untuk mengidentifikasi *Trichoderma* spp sampai ke tingkat spesies. Saat ini digunakan filogeni multi gen yang dikombinasikan dengan karakter morfologi secara bersama untuk menentukan deskripsi *Trichoderma* spp pada tingkat spesies (Pandian *et al.*, 2016).



**Gambar 3.** Karakteristik morfologi isolat *Trichoderma* spp berumur 5 hari. A. Isolat T1-KK.; B. Isolat T2-PW; C. Isolat T3-J; D. Isolat T4-S; E. Isolat T5-KM; dan F. Isolat T6-SB ; a. Konidia ; b Konidiospor ; Fialid



**Gambar 4.** Dendrogram isolat *Trichoderma spp* asal beberapa rizosfer varietas padi di Kabupaten Lima Puluh Kota dan Kota Payakumbuh berdasarkan karakteristik morfologi'

Berdasarkan dendrogram ([Gambar 4](#)) dari karakteristik morfologi, menunjukkan bahwa isolat mengelompok menjadi 2 klaster utama, yaitu isolat T1-KK, T3-J, T2-PW, T5-KM dan T6-SB sedangkan klaster ke dua hanya terdiri dari 1 isolat saja yaitu T4-S. Klaster pertama ini dapat dikelompokkan menjadi 3 subklaster yaitu T1-KK, T3-J dan kelompok T2-PW, T5-KM dan T6-SB. Isolat T5-KM dan T6-SB ini memiliki koefisien similaritas yang paling tinggi dibandingkan dengan isolat lainnya. Hasil morfologi ini jika di bandingkan dengan analisis pola pita DNA dengan menggunakan PCR menunjukkan adanya persamaan karakteristik, pada pola pita DNA isolat T4-S yang menggunakan primer Isolat *Trichoderma spp* 1 (IT1) memperlihatkan pita DNA yang tipis dibandingkan dengan yang lainnya dan dengan menggunakan primer Isolat *Trichoderma spp* 2 (IT2) menunjukkan bahwa terdapat perbedaan pola pita DNA. pada isolat T4-S ini selain pita 400 bp, isolat juga menghasilkan pita 200 dan 300 bp

Menurut [Bottacini et al. \(2018\)](#), setiap genom terdiri dari inventaris gen unik, yang menentukan fenotipe spesifik dan interaksi dengan lingkungan. Pencocokan sifat-gen dapat digunakan untuk menjelaskan gen yang bertanggung jawab atas metabolisme tanaman. Gen yang berbeda secara genetik dilakukan sebagai dasar untuk analisis pencocokan sifat gen yang komprehensif, yang bertujuan untuk menghubungkan fitur genetik dengan sifat fenotipik spesifik galur.

#### 4. Kesimpulan

Eksplorasi *Trichoderma spp* asal rizosfer varietas padi Kabupaten Lima Puluh Kota dan Kota Payakumbuh diperoleh enam jenis isolate *Trichoderma spp indigenus*. Keenam isolate *Trichoderma spp* memiliki kerabat dekat dengan *Trichoderma asperellum* dan *T. Harzianum*.

### Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui spesies *Trichoderma spp* yang ada di rizosfer varietas padi di wilayah Sumatera Barat. Hal ini bertujuan untuk mengelompokkan jenis *Trichoderma spp* yang ada di sawah wilayah Sumatera Barat. Sejalan dengan itu dapat mengetahui jenis *Trichoderma spp* yang efektif untuk direinokulasikan kembali pada tanah sawah.

### Ucapan Terimakasih

Terimakasih kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Vokasi (Ditjen Pendidikan Vokasi) di Kemendikbud yang telah mendanai penelitian ini, dan P3M Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh yang telah memfasilitasi terlaksananya penelitian ini.

### Daftar Pustaka

- Badaluddin, N. A., Jamaluddin, S. N. T., Ihsam, N. S., Sajili, M. H., Khalit, S. I., & Mohamed, N. A. (2018). Molecular Identification of Isolated Fungi from Kelantan and Terengganu Using Internal Transcriber Spacer (ITS) Region. *Journal of Agrobiotechnology*, 9(1S), 222-231. Retrired from <https://journal.unisza.edu.my/agrobiotechnology/index.php/agrobiotechnology/article/view/146>
- Bottacini, F., Morrissey, R., Esteban-Torres, M., James, K., van Breen, J., Dikareva, E., ... & van Sinderen, D. (2018). Comparative genomics and genotype-phenotype associations in *Bifidobacterium breve*. *Scientific reports*, 8(1), 1-14. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-28919-4>
- Cai, F., Chen, W., Wei, Z., Pang, G., Li, R., Ran, W., & Shen, Q. (2015). Colonization of *Trichoderma harzianum* strain SQR-T037 on tomato roots and its relationship to plant growth, nutrient availability and soil microflora. *Plant and Soil*, 388(1), 337-350. <https://doi.org/10.1007/s11104-014-2326-z>
- Carvalhais, L. C., Dennis, P. G., Badri, D. V., Kidd, B. N., Vivanco, J. M., & Schenk, P. M. (2015). Linking jasmonic acid signaling, root exudates, and rhizosphere microbiomes. *Molecular Plant-Microbe Interactions*, 28(9), 1049-1058. <https://doi.org/10.1094/MPMI-01-15-0016-R>
- Contreras-Cornejo, H. A., Macías-Rodríguez, L., Del-Val, E. K., & Larsen, J. (2016). Ecological functions of *Trichoderma spp.* and their secondary metabolites in the rhizosphere: interactions with plants. *FEMS microbiology ecology*, 92(4), fiw036. <https://doi.org/10.1093/femsec/fiw036>
- Elita, N., & Agustamar, Y. (2013). Korelasi Mikroorganisme Pelarut Fosfat dan Pupuk P Dalam Pola SRI-Organik Untuk Meningkatkan Mutu Sawah Intensifikasi Serta Produksi Padi. Artikel Ilmiah. *Jurnal Penelitian LUMBUNG*, 12(1).
- Elita, N., Harmailis, H., Erlinda, R., & Susila, E. (2021). Pengaruh Aplikasi *Trichoderma spp.* Indigenous terhadap Hasil Padi Varietas Junjuang Menggunakan System of Rice Intensification. *Jurnal Tanah dan Iklim*, 45(1), 79-89. <http://dx.doi.org/10.21082/jti.v45n1.2021.79-89>
- Elita, N., Erlinda, R., & Agustamar, A. (2020). The Effect of Bioorganic Dosage with N, P Fertilizer on Rice Production of Sri Methods and Increased Nutrient Content of Paddy Soil



- Intensification. *Journal of Applied Agricultural Science and Technology*, 4(2), 155-169. <https://doi.org/10.32530/jaast.v4i2.162>
- Elita, N., Susila, E., & Yefriwati. (2018). The potential types of indigenous arbuscular mycorrhizal fungi as sources of inoculum and their effect on rice production using the system of rice intensification method. *Pakistan Journal of Nutrition*, 17(12), 696-701. <https://doi.org/10.3923/pjn.2018.696.701>
- Erlinda, R., Elita, N., & Agustamar (2020). The Effect Of Indigenous Azotobacter Isolate On Rice Results Of Sri And Land Quality Methods. *International Journal of Advanced Research*, 8(1), 185-193. <http://dx.doi.org/10.21474/IJAR01/10281>
- Erlinda, R., Elita, N., & Susiawan, E. (2019). Pemanfaatan pupuk bioorganik plus untuk meningkatkan produksi padi metode SRI. *Journal of Applied Agricultural Science and Technology*, 3(1), 57-66. <https://doi.org/10.32530/jaast.v3i1.93>
- Ghaffari, M. R., Ghabooli, M., Khatabi, B., Hajirezaei, M. R., Schweizer, P., & Salekdeh, G. H. (2016). Metabolic and transcriptional response of central metabolism affected by root endophytic fungus *Piriformospora indica* under salinity in barley. *Plant molecular biology*, 90(6), 699-717. <https://doi.org/10.1007/s11103-016-0461-z>.
- Pandian, R.T.P., Raja, M., Kumar, A., Sharma, P.R., 2016. Morphological and molecular characterization of *Trichoderma asperellum* strain Ta13. *Indian. Phytopathol.* 69, 297–303. <https://www.semanticscholar.org/paper/Morphological-and-molecular-characterization-of-Pandian-Raja/5029b79af371d18326f80571923a672a5b2caf67>.
- Watanabe, T. (2010). Pictorial Atlas of Soil and Seed Fungi. Morphologies of Cultured Fungi and Key to Species, Third Edition. 3rd Edition. CRC Press LCC. New York, Wahington, D.C. ISBN 9781439804193. Published May 26, 2010 by CRC Press. 426 Pages 2428 B/W Illustrations
- Waghunde, R. R., Shelake, R. M., & Sabalpara, A. N. (2016). *Trichoderma*: A significant fungus for agriculture and environment. *African journal of agricultural research*, 11(22), 1952-1965. <https://doi.org/10.5897/AJAR2015.10584>.
- Zeilinger, S., Gruber, S., Bansal, R., & Mukherjee, P. K. (2016). Secondary metabolism in *Trichoderma*—chemistry meets genomics. *Fungal biology reviews*, 30(2), 74-90. <https://doi.org/10.1016/j.fbr.2016.05.001>
- Zin, N. A., & Badaluddin, N. A. (2020). Biological functions of *Trichoderma* spp. for agriculture applications. *Annals of Agricultural Sciences*, 65(2), 168-178. <https://doi.org/10.1016/j.aos.2020.09.003>
- Zhu, Z. X., & Zhuang, W. Y. (2015). *Trichoderma* (*Hypocrea*) species with green ascospores from China. *Persoonia: Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi*, 34, 113. <https://doi.org/10.3767/003158515X686732>