

**UJI ANTAGONIS *Trichoderma* spp. TERHADAP *Fusarium* sp.
DAN IDENTIFIKASI MOLEKULER *Trichoderma* spp. ASAL
KALIMANTAN TENGAH**

**Oleh:
FEBRIAN DIKA PERMANA
202214033**



**PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
TEKNOLOGI PRODUKSI TANAMAN PERKEBUNAN
POLITEKNIK KELAPA SAWIT CITRA WIDYA EDUKASI
BEKASI
2026**

PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi berjudul uji antagonis *Trichoderma* spp. terhadap *Fusarium* sp. dan identifikasi molekuler *Trichoderma* spp. asal Kalimantan Tengah adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Politeknik Kelapa Sawit Citra Widya Edukasi.



asi, 11 Juli 2026

Febridn Dika Permana
202214033

RINGKASAN

FEBRIAN DIKA PERMANA. Uji Antagonis *Trichoderma* spp. terhadap *Fusarium* sp. dan Identifikasi Molekuler *Trichoderma* spp. asal Kalimantan Tengah. Dibimbing oleh HALIDA ADISTYA PUTRI dan SYLVIA MADUSARI.

Jamur *Fusarium* sp. adalah jamur penyebab layu *Fusarium* yang dilaporkan mengakibatkan kerusakan signifikan pada tingkat pembibitan maupun di perkebunan, baik pada tanaman kelapa sawit muda maupun dewasa. Dampak penyakit layu *Fusarium* mampu menyebabkan kematian hingga lebih dari 70% populasi sawit dan menyebabkan penurunan produksi hingga mencapai 80%. Upaya untuk mendukung pengendalian hayati, penelitian eksplorasi sebelumnya telah dilakukan di PT Mustika Sembuluh Wilmar International Plantation, Kalimantan Tengah, dengan mengisolasi *Trichoderma* dari lima jenis tanah perkebunan (*Histosol*, *Ultisol*, *Oxisol*, *Entisol*, dan *Spodosol*) yang menghasilkan lima isolat unggul (1H, 2H, 4H, 5H, dan 1S). Fokus penelitian saat ini diarahkan untuk menguji lebih lanjut keefektifan 5 isolat *Trichoderma* spp. lokal tersebut sebagai agens pengendali hayati yang efektif terhadap *Fusarium* sp. secara *in vitro* serta menganalisis identitas spesiesnya berdasarkan marka molekuler.

Penelitian ini dilaksanakan dalam rentang waktu November 2025 hingga Maret 2026. Tahap eksperimen yang meliputi peremajaan, uji antagonis *dual culture*, dan uji *Volatile Organic Compounds* (VOC) dilaksanakan di laboratorium mikologi Politeknik Kelapa Sawit Citra Widya Edukasi, Bekasi. Selanjutnya, tahap identifikasi molekuler (sekuensing DNA) dilaksanakan di laboratorium PT Genetika Science Indonesia, Tangerang, Banten. Eksperimen menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Identifikasi molekuler menggunakan primer universal ITS1 dan ITS4 untuk mengamplifikasi daerah *Internal Transcribed Spacer* (ITS) pada DNA ribosomal jamur. Data sekuen dianalisis menggunakan fitur BLASTn pada database GenBank NCBI, dan rekonstruksi pohon filogenetik dilakukan menggunakan metode *Neighbor-Joining* pada aplikasi MEGA 11.

Hasil uji antagonis menunjukkan bahwa seluruh perlakuan isolat *Trichoderma* spp. asal Kalimantan Tengah memiliki kemampuan antagonis kategori kuat terhadap *Fusarium* sp. secara *in vitro*. Perlakuan T5 (*Trichoderma* 1S) menunjukkan efektivitas tertinggi pada uji *dual culture* dengan persentase penghambatan sebesar 61,62%. Pada uji *Volatile Organic Compounds* (VOC), seluruh isolat terbukti mampu memproduksi metabolit volatil yang menghambat pertumbuhan radial *Fusarium* sp. dengan perlakuan T3 (*Trichoderma* 4H) menunjukkan potensi hambatan tertinggi (18,19%) pada 9 HSI. Keberhasilan amplifikasi DNA secara molekuler ditunjukkan oleh munculnya pita DNA tunggal, tebal, dan jelas berukuran 564 bp. Berdasarkan analisis bioinformatika dan tingkat kemiripan genetik, isolat potensial 1S berhasil teridentifikasi secara akurat sebagai spesies *Trichoderma asperellum*.

Kata Kunci: *Fusarium* sp., Kelapa Sawit, Marka Molekuler, *Trichoderma asperellum*, *Volatile Organic Compounds* (VOC).

SUMMARY

FEBRIAN DIKA PERMANA. *Trichoderma* spp. Antagonist Test Against *Fusarium* sp. and Molecular Identification of *Trichoderma* spp. from Central Kalimantan. Supervised by HALIDA ADISTYA PUTRI and SYLVIA MADUSARI.

Fusarium sp. is the fungus that causes *Fusarium* wilt, which has been reported to cause significant damage at the nursery and plantation levels, to both young and mature oil palm plants. *Fusarium* wilt can cause the death of more than 70% of the oil palm population and lead to production reductions of up to 80%. To support biological control, previous exploratory research was conducted at PT Mustika Sembuluh Wilmar International Plantation, Central Kalimantan, isolating *Trichoderma* from five types of plantation soil (Histosol, Ultisol, Oxisol, Entisol, and Spodosol), yielding five superior isolates (1H, 2H, 4H, 5H, and 1S). The current research focus is directed at further testing the effectiveness of these five local *Trichoderma* spp., isolates as effective biological control agents against *Fusarium* sp. in vitro and analyzing their species identity based on molecular markers.

This research was conducted between November 2025 and March 2026. The experimental phase, which included rejuvenation, dual culture antagonism testing, and Volatile Organic Compounds (VOC) testing, was conducted in the mycology laboratory of the Citra Widya Edukasi Palm Oil Polytechnic in Bekasi. The subsequent molecular identification (DNA sequencing) phase was conducted at the laboratory of PT Genetika Science Indonesia in Tangerang, Banten. The experiment used a Completely Randomized Design (CRD). Molecular identification used universal primers ITS1 and ITS4 to amplify the Internal Transcribed Spacer (ITS) region of fungal ribosomal DNA. Sequence data were analyzed using the BLASTn feature in the NCBI GenBank database, and phylogenetic tree reconstruction was performed using the Neighbor-Joining method in the MEGA 11 application.

The antagonism test results showed that all *Trichoderma* spp. isolates from Central Kalimantan had strong antagonistic activity against *Fusarium* sp. in vitro. The T5 (*Trichoderma* 1S) treatment showed the highest effectiveness in the dual culture test with an inhibition percentage of 61.62%. In the Volatile Organic Compounds (VOC) test, all isolates were proven to be able to produce volatile metabolites that inhibited the radial growth of *Fusarium* sp. with the T3 (*Trichoderma* 4H) treatment showing the highest inhibitory potential (18.19%) at 9 days after planting. The success of molecular DNA amplification was indicated by the appearance of a single, thick, and clear DNA band measuring 564 bp. Based on bioinformatics analysis and genetic similarity, the potential isolate 1S was accurately identified as the species *Trichoderma asperellum*.

Keywords: *Fusarium* sp., Oil Palm, Molecular Markers, *Trichoderma asperellum*, Volatile Organic Compounds (VOC).

© Hak Cipta Milik Politeknik Kelapa Sawit Citra Widya Edukasi

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk penulisan karya ilmiah dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan Politeknik Kelapa Sawit Citra Widya Edukasi.

Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin Politeknik Kelapa Sawit Citra Widya Edukasi.

**UJI ANTAGONIS *Trichoderma* spp. TERHADAP *Fusarium* sp.
DAN IDENTIFIKASI MOLEKULER *Trichoderma* spp. ASAL
KALIMANTAN TENGAH**

FEBRIAN DIKA PERMANA

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan
pada
Program Studi Teknologi Produksi Tanaman Perkebunan

**PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
TEKNOLOGI PRODUKSI TANAMAN PERKEBUNAN
POLITEKNIK KELAPA SAWIT CITRA WIDYA EDUKASI
BEKASI
2026**

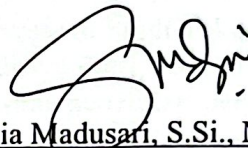
Penguji Luar Komisi pada Ujian Skripsi: Renaldy Rachman Septian, S.Pd., M.Si.

Judul Skripsi : Uji Antagonis *Trichoderma* spp. terhadap *Fusarium* sp.
dan Identifikasi Molekuler *Trichoderma* spp. asal
Kalimantan Tengah
Nama : Febrian Dika Permana
NIM : 202214033

Disetujui Oleh
Komisi Pembimbing



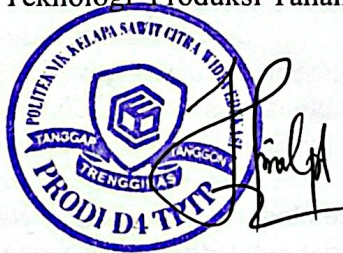
Halida Adistya Putri, S.P., M.Si.
NIP: 202012203



Sylvia Madusari, S.Si., M.Si., Ph.D.
NIP: 201108210

Diketahui Oleh

Kepala Program Studi D-IV
Teknologi Produksi Tanaman Perkebunan



Halida Adistya Putri, S.P., M.Si.
NIP: 202012203

Tanggal Ujian: 10 Juli 2026

Tanggal Lulus: 22 JUL 2026

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul "Uji antagonis *Trichoderma* spp. terhadap *Fusarium* sp. dan identifikasi molekuler *Trichoderma* spp. asal Kalimantan Tengah", sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana terapan pertanian pada Program Studi Diploma IV Teknologi Produksi Tanaman Perkebunan di Politeknik Kelapa Sawit Citra Widya Edukasi. Dalam penyelesaian skripsi ini penulis tidak lupa mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah memberikan ilmu, arahan, dan bimbingan dalam terselesaikannya penyusunan skripsi, yakni:

1. Allah SWT yang telah memberikan kesempatan dan kesehatan sehingga dapat terselesaikannya skripsi ini.
2. Dosen Pembimbing I sekaligus Kepala Program Studi Teknologi Produksi Tanaman Perkebunan yaitu Ibu Halida Adistya Putri, S.P., M.Si., yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama penelitian serta penyusunan skripsi.
3. Dosen Pembimbing II yaitu Ibu Sylvia Madusari, S.Si., M.Si., Ph.D. yang telah memberikan arahan serta bimbingan selama penelitian serta penyusunan skripsi.
4. Bapak Dr. Ir. Sukarman, S.ST, M.M, M.Si., selaku penanggung jawab yang telah memberikan legalitas pemanfaatan isolat *Trichoderma* sebagai bahan utama dalam penelitian skripsi ini.
5. Bapak Muhammad Maftuchin Sholeh, S.Si., selaku laboran sekaligus teman yang sudah membantu dalam proses penelitian.
6. Seluruh staf dosen pengajar yang telah mengajarkan berbagai ilmu yang berguna dalam penulisan skripsi.
7. Kedua orang tua yang selalu memberikan semangat, doa, maupun material.
8. Teman-teman baik dari berbagai angkatan yang telah menemani perjalanan akademik penulis, menerima diskusi, dan memberikan dukungan moral hingga selesainya skripsi ini.
9. Apresiasi tulus juga penulis sampaikan untuk diri sendiri, yang atas izin-Nya mampu tetap tegak berdiri dan terus melangkah maju, meskipun harus melewati berbagai pasang surut dan tantangan yang menguji komitmen di akhir masa studi ini.

Penulis menyadari adanya kekurangan dalam karya ini, sehingga kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan. Akhir kata, semoga skripsi ini bermanfaat dan berkontribusi nyata bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Bekasi, 11 Juli 2026



Febrian Dika Permana
202214033

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	2
1.3 Hipotesis	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Penyakit Layu <i>Fusarium</i> sp.	4
2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi <i>Fusarium</i> sp.	5
2.1.2 Siklus Hidup <i>Fusarium</i> sp.....	6
2.2 <i>Trichoderma</i> spp.	7
2.2.1 Klasifikasi <i>Trichoderma</i> spp.....	7
2.2.2 Morfologi dan Fisiologi <i>Trichoderma</i> spp.....	7
2.2.3 Sifat dan Tempat Hidup <i>Trichoderma</i> spp.....	8
2.3 Karakteristik Lahan dan Jenis Tanah.....	9
2.3.1 Tanah Histosol	9
2.3.2 Tanah Spodosol	10
2.4 Uji Antagonis.....	11
2.4 Uji <i>Volatile Organic Compounds</i> (VOC)	12
2.5 Identifikasi Molekuler	13
2.5.1 Isolasi DNA	13
2.5.2 Gen Daerah <i>Internal Transcribe Spacer</i> (ITS) DNA Ribosomal	13
2.5.3 <i>Polymerase Chain Reaction</i> (PCR).....	14
2.5.4 Elektroforesis Gel Agarosa	15
2.5.5 Identifikasi Spesies dan Analisis Filogenetik.....	15
III. METODE.....	16
3.1 Waktu dan Tempat	16
3.2 Alat dan Bahan.....	16
3.3 Metode Penelitian	16
3.4 Tahapan Penelitian	17
3.4.1 Pengambilan Sampel Akar.....	18
3.4.2 Pembuatan Media.....	18
3.4.3 Sterilisasi Alat dan Media.....	18
3.4.4 Isolasi <i>Fusarium</i> sp. dari Akar Kelapa Sawit.....	19
3.4.5 Purifikasi <i>Fusarium</i> sp.	19
3.4.6 Peremajaan <i>Trichoderma</i> spp.....	20
3.4.7 Uji Antagonis <i>Trichoderma</i> spp. terhadap <i>Fusarium</i> sp.	20
3.4.8 Uji <i>Volatile Organic Compounds</i> (VOC) <i>Trichoderma</i> spp. terhadap <i>Fusarium</i> sp.....	21
3.4.9 Analisis Data	22
3.5 Identifikasi Molekuler <i>Trichoderma</i>	22
3.5.1 Metode Amplifikasi DNA.....	22

3.5.2 Analisis Bioinformatika	23
3.6 Kegiatan Penelitian	24
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	25
4.1 Peremajaan Isolat <i>Trichoderma</i> spp.....	25
4.2 Isolasi dan Purifikasi <i>Fusarium</i> sp.....	25
4.3 Uji Antagonis <i>Trichoderma</i> spp. terhadap <i>Fusarium</i> sp.	27
4.4 Uji <i>Volatile Organic Compounds</i> (VOC)	31
4.5 Identifikasi Molekuler <i>Trichoderma</i>	35
4.5.1 Amplifikasi DNA <i>Trichoderma</i>	35
4.5.2 Analisis Bioinformatika dan Identifikasi Spesies	36
V. PENUTUP	39
5.1 Kesimpulan.....	39
5.2 Saran	39
DAFTAR PUSTAKA	40
LAMPIRAN	58
RIWAYAT HIDUP.....	117
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	118

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Kegiatan penelitian	24
Tabel 2. Kategori persentase penghambatan	28
Tabel 3. Hasil identifikasi spesies jamur <i>Trichoderma</i>	37

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Penyebaran <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>Elaedis</i>	4
Gambar 2. Penyakit layu <i>Fusarium</i> sp.	5
Gambar 3. <i>Fusarium oxysporum</i>	6
Gambar 4. <i>Trichoderma</i> spp.....	7
Gambar 5. Struktur mikroskopis <i>Trichoderma</i> sp.	8
Gambar 6. Tanah histosol	10
Gambar 7. Tanah spodosol.....	11
Gambar 8. Tiga tahapan utama PCR	14
Gambar 9. Lokasi asal isolat <i>Trichoderma</i>	16
Gambar 10. Tahapan penelitian.....	17
Gambar 11. Penentuan titik pengambilan sampel akar	18
Gambar 12. Peletakan akar kelapa sawit.....	19
Gambar 13. Peletakan isolat <i>Fusarium</i> sp.	19
Gambar 14. Cara peletakan <i>Trichoderma</i> spp. dan <i>Fusarium</i> sp.....	20
Gambar 15. Sketsa uji VOC.....	21
Gambar 16. Tahapan amplifikasi DNA <i>Trichoderma</i>	22
Gambar 17. Hasil peremajaan <i>Trichoderma</i> spp	25
Gambar 18. Jamur <i>Fusarium</i> sp	26
Gambar 19. Persentase penghambatan uji antagonis	27
Gambar 20. Hasil uji antagonis	28
Gambar 21. Persentase penghambatan uji VOC.....	32
Gambar 22. Hasil uji VOC	33
Gambar 23. Elektrofotogram amplikon DNA <i>Trichoderma</i>	35
Gambar 24. Struktur mikroskopis <i>Trichoderma asperellum</i>	36
Gambar 25. Rekonstruksi pohon filogenetik <i>Trichoderma</i> 1S.....	38

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Persentase daya hambat uji antagonis 1 HSI	58
Lampiran 2. Persentase daya hambat uji antagonis 2 HSI	60
Lampiran 3. Persentase daya hambat uji antagonis 3 HSI	62
Lampiran 4. Persentase daya hambat uji antagonis 4 HSI	64
Lampiran 5. Persentase daya hambat uji antagonis 5 HSI	66
Lampiran 6. Persentase daya hambat uji antagonis 6 HSI	68
Lampiran 7. Persentase daya hambat uji antagonis 7 HSI	70
Lampiran 8. Persentase daya hambat uji antagonis 8 HSI	72
Lampiran 9. Persentase daya hambat uji antagonis 9 HSI	74
Lampiran 10. Persentase daya hambat uji antagonis 10 HSI.....	76
Lampiran 11. Uji antagonis 1 HSI	78
Lampiran 12. Uji antagonis 2 HSI	79
Lampiran 13. Uji antagonis 3 HSI	80
Lampiran 14. Uji antagonis 4 HSI	81
Lampiran 15. Uji antagonis 5 HSI	82
Lampiran 16. Uji antagonis 6 HSI	83
Lampiran 17. Uji antagonis 7 HSI	84
Lampiran 18. Uji antagonis 8 HSI	85
Lampiran 19. Uji antagonis 9 HSI	86
Lampiran 20. Uji antagonis 10 HSI	87
Lampiran 21. Persentase penghambatan uji antagonis.....	88
Lampiran 22. Persentase daya hambat uji VOC 1 HSI.....	89
Lampiran 23. Persentase daya hambat uji VOC 2 HSI.....	91
Lampiran 24. Persentase daya hambat uji VOC 3 HSI.....	93
Lampiran 25. Persentase daya hambat uji VOC 4 HSI.....	95
Lampiran 26. Persentase daya hambat uji VOC 5 HSI.....	97
Lampiran 27. Persentase daya hambat uji VOC 6 HSI.....	99
Lampiran 28. Persentase daya hambat uji VOC 7 HSI.....	101
Lampiran 29. Persentase daya hambat uji VOC 8 HSI.....	103
Lampiran 30. Persentase daya hambat uji VOC 9 HSI.....	105
Lampiran 31. Uji VOC perlakuan T0 (kontrol) 1 HSI sampai 9 HSI.....	107
Lampiran 32. Uji VOC perlakuan T1 1 HSI sampai 9 HSI	108
Lampiran 33. Uji VOC perlakuan T2 1 HSI sampai 9 HSI	109
Lampiran 34. Uji VOC perlakuan T3 1 HSI sampai 9 HSI	110
Lampiran 35. Uji VOC perlakuan T4 1 HSI sampai 9 HSI	111
Lampiran 36. Uji VOC perlakuan T5 1 HSI sampai 9 HSI	112
Lampiran 37. Persentase penghambatan uji VOC	113
Lampiran 38. Morfologi makroskopis dan mikroskopis	114
Lampiran 39. Dokumentasi akar kelapa sawit.....	115
Lampiran 40. Dokumentasi isolasi dan purifikasi <i>Fusarium</i> sp	116

RIWAYAT HIDUP

Febrian Dika Permana dilahirkan di Asahan pada 11 Februari 2002 sebagai putra sulung dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Sumarlin dan Ibu Sulastri. Penulis menyelesaikan pendidikan dasar di SDN 1 Aek Bamban pada tahun 2015, lalu melanjutkan ke SMPN 1 Aek Songsongan hingga lulus pada tahun 2018. Langkah akademisnya kemudian berlanjut di SMK Triyadikayasa dengan mendalami jurusan Teknik Komputer dan Jaringan hingga lulus pada tahun 2021. Dedikasi dan prestasinya mengantarkan penulis menerima beasiswa dari Badan Pengelola Dana Perkebunan Kelapa (BPDP) untuk menempuh pendidikan tinggi di Politeknik Kelapa Sawit Citra Widya Edukasi, pada Program Studi Diploma IV Teknologi Produksi Tanaman Perkebunan sejak tahun 2022.

Selama masa perkuliahan, penulis tumbuh menjadi pribadi yang aktif dan berjiwa kepemimpinan. Hal ini dibuktikan melalui kontribusinya sebagai Wakil Ketua Unit Kegiatan Mahasiswa (UKM) *Widya Science Community* (WSC) pada tahun 2023. Di ranah organisasi Mahasiswa, ia dipercaya mengemban amanah sebagai anggota Komisi I Dewan Perwakilan Mahasiswa (DPM Poltek CWE) pada tahun 2023, yang kemudian berlanjut sebagai Ketua Komisi III pada tahun 2024. Karakter dan kedisiplinannya kian ditempa melalui Latihan Dasar Kepemimpinan dan Kedisiplinan (LATSAR) di Pusdikzi Bogor pada tahun 2023.

Wawasan lapangannya diperluas melalui Kuliah Kerja Profesi (KKP) di Kabupaten Subang pada tahun 2024, serta Praktik Kerja Lapangan (PKL) sekaligus magang selama enam bulan di *Ecological Management Unit Research and Development* (EMU RnD) Mustika Sembuluh, Wilmar Plantation International, Kalimantan Tengah pada tahun 2025. Pengalaman berharga di Kalimantan Tengah tersebut menjadi fondasi utama dalam penyusunan skripsinya yang berjudul, “*Uji Antagonis Trichoderma spp. terhadap Fusarium sp. dan Identifikasi Molekuler Trichoderma spp. asal Kalimantan Tengah*”. Penelitian ini berhasil diselesaikan dan dipublikasikan dengan baik, menjadi sebuah rekam jejak akademik yang solid sekaligus bekal berharga bagi penulis dalam menyongsong karier profesional di industri perkebunan kelapa sawit.