

## Potensi *Trichoderma* spp. dari Koleksi Tanah Tanaman Perkebunan asal Jawa Timur sebagai Antagonis *Fusarium oxysporum*

Potential of *Trichoderma* spp. from the Soil Collection of Plantation Crops from East Java as an Antagonist of *Fusarium oxysporum*

\*Khansa Amara<sup>1</sup>, Arga Dwi Indrawan<sup>1</sup>, Af'izdatuttama<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

<sup>2</sup>Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Muria Kudus

### **KATA KUNCI**

Spore quality,  
Spore viability,  
Inhibition percentage.

### **HISTORI ARTIKEL**

Diterima : 19-08-2025  
Direvisi : 14-11-2025  
Diterbitkan: 25-11-2025



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

### **ABSTRAK**

Aplikasi *Trichoderma* spp. hasil eksplorasi pada tanah tanaman sehat dapat berpotensi dalam pengendalian penyakit layu yang ramah lingkungan dan dapat diterapkan dalam jangka panjang. Penelitian ini bertujuan untuk menilai kualitas spora dan kemampuan antagonis *Trichoderma* spp. yang diisolasi dari tanah tanaman kakao, kopi, dan cengkeh terhadap *F. oxysporum* secara *in vitro*. Penelitian disusun dengan rancangan acak lengkap (RAL), dengan perlakuan jenis *Trichoderma* dari sumber sampel tanah berbeda. Variabel pengamatan meliputi: kerapatan dan viabilitas spora, serta tingkat hambatan relatif yang selanjutnya dianalisis ragam (ANOVA) menggunakan SAS on Demand, dan uji lanjut Tukey pada taraf 5%. Seluruh isolat *Trichoderma* spp. menunjukkan hasil melebihi kriteria penilaian standar mutu sebagai agens hayati berdasarkan SNI 8027.3:2014, dengan kerapatan spora  $10^8$  spora/ml. Namun, hanya isolat *Trichoderma* spp. asal tanah tanaman kopi yang memiliki kualitas spora dan persentase penghambatan terbaik dalam menekan pertumbuhan diameter koloni *F. oxysporum*, yaitu sebesar 59%.

### **ABSTRACT**

Exploration of *Trichoderma* spp. isolates from healthy plant soil offers a promising long-term, environmentally friendly approach for managing wilt disease. This study aimed to evaluate the spore quality and *in vitro* antagonistic capability of *Trichoderma* spp. isolated from the soil of cacao, coffee, and clove plants against *F. oxysporum*. The research utilized a Completely Randomized Design (CRD), with treatments based on the different *Trichoderma* source soils. Observation variables, including spore density, viability, and relative inhibition rate, were analyzed using ANOVA and Tukey's test (5%) via SAS on Demand. All tested isolates surpassed the quality standards for biological agents set by SNI 8027.3:2014, exhibiting a spore density of  $10^8$  spores/ml. However, the *Trichoderma* spp. isolate originating specifically from coffee plant soil demonstrated the best spore quality and the highest antagonistic effect, achieving a 59% inhibition of *F. oxysporum* colony diameter growth.

### **How to Cite:**

Amara, K., Indrawan, A. D., Af'izdatuttama. (2025). Potensi *Trichoderma* spp. dari Koleksi Tanah Tanaman Perkebunan asal Jawa Timur sebagai Antagonis *Fusarium oxysporum*. *Plumula : Berkala Ilmiah Agroteknologi*, 13(2), 88-95.  
<https://doi.org/10.33005/plumula.v13i2.261>

---

### **\*Author Correspondent:**

Email: [khansa\\_amara.agrotek@upnjatim.ac.id](mailto:khansa_amara.agrotek@upnjatim.ac.id)

Hal: 88-95

## **PENDAHULUAN**

Penyakit layu akibat infeksi *Fusarium oxysporum* merupakan salah satu masalah penting pada komoditas perkebunan seperti kakao (*Theobroma cacao*), kopi (*Coffea* spp.), dan cengkeh (*Syzygium aromaticum*) (Rosmana dkk., 2013; Al-Faifi dkk., 2022; Ragul dkk., 2024). Dampak adanya serangan penyakit tersebut dapat menyebabkan kerugian ekonomi signifikan, baik secara kualitatif maupun kuantitatif, melalui penurunan hasil dan mutu produksi. Praktik pengendalian penyakit umumnya masih didominasi dengan aplikasi fungisida kimia sintetis. Syarat dan tata cara penggunaan pestisida, salah satunya telah diatur dalam Permentan No. 24 Tahun 2011 (Kementan, 2011). Hal ini bertujuan untuk menekan praktik penggunaan fungisida kimia sintetis secara berlebihan, pasalnya aplikasi secara berlebihan dan apabila diterapkan dalam jangka panjang berpotensi menimbulkan resistensi patogen, pencemaran lingkungan, dan gangguan organisme non-target (Ibrahim dan Sillehu, 2022). Alternatif metode pengendalian yang bersifat ramah lingkungan dan dapat diterapkan dalam jangka panjang agar dapat mendukung kegiatan budi daya tanaman perkebunan secara berkelanjutan, salah satunya melalui pemanfaatan agens hayati seperti *Trichoderma* spp.

*Trichoderma* spp. merupakan jamur yang memiliki sebaran ekologis yang luas, karena dapat ditemukan pada berbagai kondisi tanah, rizosfer, filosfer, juga sebagai endofit dalam jaringan tanaman. Jamur ini telah banyak dilaporkan memiliki berbagai mekanisme antagonistik terhadap patogen, seperti kompetisi ruang dan nutrisi, produksi enzim hidrolitik (kitinase,  $\beta$ -1,3-glukanase), metabolit sekunder antifungi, dan mikoparasitisme (Awal dkk., 2024). Beberapa penelitian telah melaporkan efektivitas *Trichoderma* dalam menghambat pertumbuhan berbagai patogen, seperti *Fusarium* spp. (Saravanan Kumar dkk. 2016), *Sclerotium rolfsii* (Saputri dkk., 2015), *Phytophthora* (Bae dkk., 2016), dan *Ganoderma* (Jamilah, 2011). Mudi dkk. (2025) melaporkan bahwa spesies *Trichoderma* yang berhasil diisolasi dari tanaman perkebunan (lada, karet, dan kelapa sawit) melalui metode *baiting* dengan buah kelapa, menunjukkan kemampuan penghambatan terhadap *F. oxysporum* penyebab layu pada tanaman bawang merah yang bervariasi, mulai dari 35,16% hingga 69,46%. Namun, keberhasilan pengendalian sangat bergantung pada kesesuaian *strain* terhadap kondisi lingkungan dan patogen target, sehingga penting untuk memerhatikan hal-hal krusial pada eksplorasi sumber isolat karena berhubungan dengan kemampuannya dalam menekan patogen tanaman. Selain isolat *Trichoderma* spp, metabolit sekunder yang dimiliki oleh agens tersebut juga memiliki banyak peran terhadap fitopatogen.

Penelitian yang dilakukan oleh Harni, dkk (2020) menunjukkan hasil bahwa metabolit sekunder isolat *T. virens* LP1 dan *T. amazonicum* LP3 secara signifikan mampu menghambat pertumbuhan *P. palmivora* hingga 90-98% dan secara keseluruhan, isolat *Trichoderma* spp. mampu menekan infeksi patogen mulai 60,02%-70,00% di penyemaian kakao. Akan tetapi, informasi mengenai kualitas spora yang mendukung perannya sebagai antagonis dalam menekan *F. oxysporum* penyebab penyakit layu masih terbatas. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menilai kualitas spora dan kemampuan antagonis *Trichoderma* spp. hasil isolasi tanah tanaman kakao, kopi, dan cengkeh dalam menekan *F. oxysporum* secara *in vitro*. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah bagi pemilihan isolat unggul sebagai kandidat biofungisida, sekaligus mendukung pengendalian penyakit tanaman secara ramah lingkungan dan berkelanjutan.

## **BAHAN DAN METODE**

Penelitian dilakukan pada bulan Desember-Januari 2022 di Balai Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan (BBPPTP) Surabaya. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah koleksi sampel tanah (tanah tanaman kopi, kakao, dan cengkeh) dan isolat jamur patogen *Fusarium oxysporum* milik Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan (BBPPTP) Surabaya.

Pengujian diawali dengan isolasi *Trichoderma* spp. dari tiga koleksi tanah milik BBPPTP Surabaya. Kegiatan isolasi tanah dilakukan dengan menggunakan metode pengenceran berseri dan suspensi ditumbuhkan menggunakan metode *spread plate* dengan menumbuhkan sebanyak 0,1 ml suspensi pada 10 ml *potato dextrose agar* (PDA) per cawan petri (Karim, dkk, 2020).

Kegiatan isolasi tanah dilakukan secara duplo pada pengenceran  $10^{-2}$  hingga  $10^{-3}$  per perlakuan. Selanjutnya, dilakukan pengamatan pertumbuhan *Trichoderma* spp. setiap hari dan dilakukan pemurnian *Trichoderma* spp. pada media PDA baru untuk mendapatkan koloni tunggal yang digunakan sebagai bahan uji kegiatan selanjutnya. Koloni murni *Trichoderma* spp. hasil isolasi pada setiap koleksi tanah, dihitung viabilitas dan kerapatan sporanya sebelum dilakukan uji kultur ganda dengan *F. oxysporum*.

Perhitungan kerapatan spora dilakukan menggunakan *haemocytometer* dan dimasukkan ke dalam rumus berikut:

$$S = \frac{x}{L \times t \times d} \times 10^3$$

Keterangan:

- S : jumlah spora/ml  
X : jumlah spora yang dihitung  
L : luas kotak hitung ( $0,04 \times 5 = 0,2 \text{ mm}^2$ )  
t : kedalaman bidang hitung (0,1mm)  
d : faktor pengenceran  
 $10^3$  : volume suspensi yang dihitung ( $1 \text{ ml} = 10^3 \text{ mm}^3$ )

sedangkan untuk viabilitas spora mengikuti Andari dkk. (2020). Adapun rumus perhitungan kerapatan dan viabilitas spora, sebagai berikut:

$$\text{Viabilitas} = \frac{\text{jumlah spora berkecambah}}{\text{total spora yang diamati}} \times 100\%$$

Uji kultur ganda dilakukan pada isolat *F. oxysporum* dengan masing-masing isolat *Trichoderma* spp. Tingkat hambatan relatif (THR) *Trichoderma* spp. terhadap *F. oxysporum* dihitung pada hari pertama setelah inkubasi (1 HSI) hingga koloni *F. oxysporum* pada kontrol memenuhi cawan petri. Perhitungan THR *Trichoderma* spp. terhadap *F. oxysporum* mengikuti Mahadtanapuk, dkk (2007) dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Tingkat hambatan relatif (THR)} = \frac{(R_1 - R_2)}{R_1} \times 100\%$$

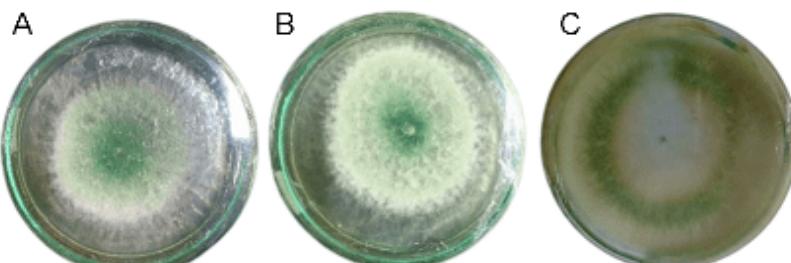
Keterangan:

- R1 : Jari-jari patogen tanpa antagonis (kontrol)  
R2 : Jari-jari patogen dengan antagonis

Penelitian menggunakan rancangan percobaan berupa rancangan acak lengkap (RAL) non faktorial. Perlakuan pada penelitian ini yaitu isolat *Trichoderma* yang berasal dari tiga koleksi tanah berdasarkan jenis tanaman yang tumbuh pada tanah sampel, yaitu tanah pada pertanaman kakao (T1), kopi (T2), cengkeh (T3), dan tanpa diberi *Trichoderma* (T0) sebagai kontrol. Setiap perlakuan terdiri dari 3 ulangan, sehingga total terdapat 12 unit percobaan. Data yang diperoleh kemudian dianalisis ragam menggunakan Uji F pada taraf 5% dengan perangkat lunak pengolah data statistik SAS on Demand. Apabila hasil analisis ragam menunjukkan perbedaan nyata, maka dilakukan menggunakan uji Tukey 5%. Analisis deskriptif juga dilakukan berdasarkan hasil perhitungan dan data kualitatif yang didapat dari lapangan

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil isolasi jamur dari pengenceran  $10^{-3}$  dan  $10^{-2}$  menunjukkan karakter morfologi secara makroskopis melalui warna dan bentuk koloni yang tumbuh pada media, maupun mikroskopis melalui tipe dan warna hifa, spora, konidiofor tegak bercabang dan fialid pendek tebal (Molebila dkk. 2020). Warna koloni jamur hasil isolasi dari sampel tanah tanaman kopi, kakao, dan cengkeh cenderung mirip, yaitu berwarna hijau gelap yang merupakan massa konidium (konidia) dengan tepian berwarna putih yang merupakan miselium. Pertumbuhan koloni jamur umumnya berbentuk bulat dan konidia menyebar tidak merata pada bagian atas hifa sehingga



**Gambar 1. Hasil Pemurnian *Trichoderma* spp. pada isolasi tanah tanaman perkebunan (A) Kakao (B) Cengkeh (C) Kopi**

**Tabel 1. Karakterisasi *Trichoderma* spp. hasil isolasi tanah tanaman perkebunan sebagai antagonis *Fusarium oxysporum***

No	Isolat		Karakterisasi spora	
	Komoditas	Asal	Viabilitas Spora (%)	Kerapatan Spora ( $10^8$ spora/ml)
1	Kakao	Wonosalam	$88,00 \pm 2,16$ b	$2,20 \pm 0,15$ b
2	Kopi	Probolinggo	$99,00 \pm 4,88$ a	$4,88 \pm 0,19$ a
3	Cengkeh	Kec. Sawahan, Kab. Nganjuk	$84,33 \pm 1,07$ b	$1,07 \pm 0,14$ c

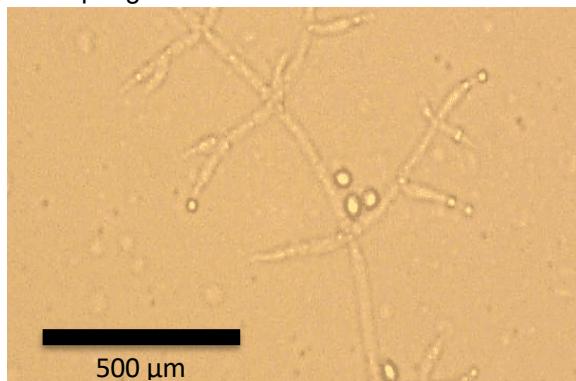
Keterangan: Angka pada kolom yang sama dan diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji lanjut Tukey pada taraf  $\alpha=5\%$

Sumber: Data Diolah (2025)

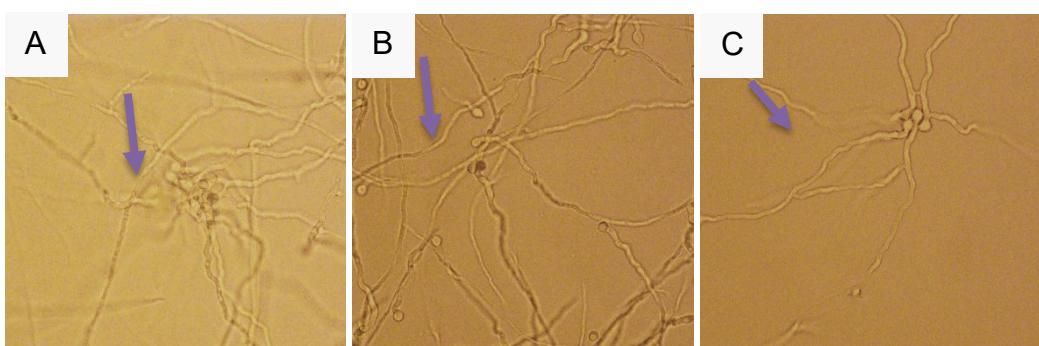
koloni terlihat bertekstur kasar. Secara keseluruhan pertumbuhan koloni yang telah dimurnikan mampu memenuhi cawan petri pada 5-6 HSI (Gambar 1).

Hasil pengamatan mikroskopis menunjukkan bahwa konidia pada sampel tanah tanaman kopi, kakao, dan cengkeh memiliki kemiripan, seperti hifa bersekat, konidiofor tegak bercabang, fialid pendek dan tebal, dan diujung fialid terdapat konidia berbentuk bulat dengan jumlah beragam (Gambar 2). Berdasarkan karakter morfologi, baik makroskopis (yang telah dijelaskan sebelumnya) maupun mikroskopis, dapat dinyatakan bahwa jamur yang berhasil diisolasi berasal dari spesies *Trichoderma*.

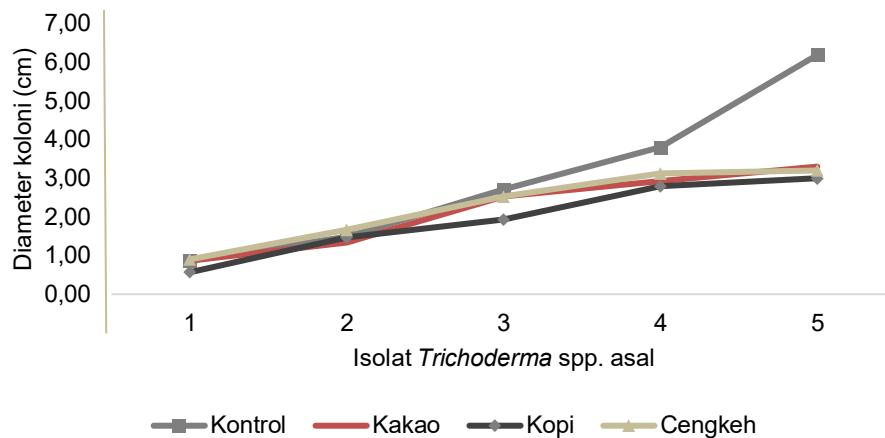
Isolat murni *Trichoderma* spp. masing-masing sampel tanah selanjutnya dilakukan pengujian kualitas spora. Seluruh isolat *Trichoderma* spp. hasil isolasi tanah tanaman perkebunan memiliki kualitas melebihi standar minimal APH yang ditetapkan pada SNI 8027.3: 2014. Hal ini ditunjukkan melalui hasil perhitungan kerapatan dan viabilitas spora, di mana semua isolat memiliki kerapatan spora sebesar  $10^8$  spora/ml dengan viabilitas >80% (Tabel 1). Nilai viabilitas spora sebagai bagian parameter mutu isolat agens hidup (selain kerapatan spora), penting untuk diketahui karena bertujuan untuk menentukan efikasinya terhadap penekanan patogen secara *in vitro* maupun di lapangan.



**Gambar 2. Morfologi *Trichoderma* spp. secara mikroskopis pada perbesaran 10x40**



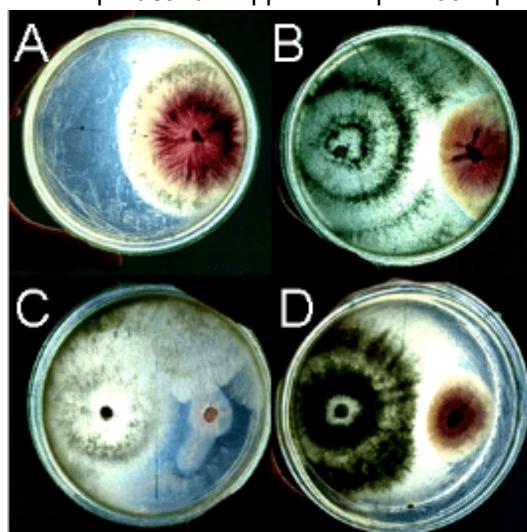
**Gambar 3. Viabilitas spora *Trichoderma* spp. pada tanah tanaman (A) Kakao, (B) Kopi, dan (C) Cengkeh dengan perbesaran 10x40. Keterangan: Gambar bertanda panah menunjukkan kemampuan spora untuk berkecambah (viabilitas spora).**



**Gambar 4.** Perkembangan koloni cendawan *Fusarium oxysporum* setelah 5 hari inkubasi pada media PDA tanpa *Trichoderma* spp. (kontrol)

Mutu *Trichoderma* spp. sebagai agens pengendali hayati (APH) diatur dalam SNI 8027.3: 2014 juga (Gumelar dkk. 2024). Standar mutu *Trichoderma* spp. sebagai APH adalah kerapatan spora  $\geq 10^6$  spora/ml dengan viabilitas spora  $\geq 60\%$ . Isolat *Trichoderma* spp. dengan mutu terbaik ditunjukkan oleh isolat asal tanah tanaman kopi. Kerapatan spora *Trichoderma* spp. tersebut sebesar  $4,88 \times 10^8$  spora/ml dengan viabilitas spora sebesar 99%. Visualisasi viabilitas spora masing-masing isolat *Trichoderma* spp. disajikan pada Gambar 3. Di samping itu, perkembangan diameter koloni *F. oxysporum* pada kontrol secara keseluruhan mencapai pertumbuhan maksimum (memenuhi cawan petri) pada 5 HSI, sedangkan diameter koloni patogen yang ditumbuhkan secara kultur ganda dengan *Trichoderma* spp. hanya mampu mencapai 3 cm hingga hari ke-5 pengamatan (Gambar 4). Uji kultur ganda antara *Trichoderma* spp. dan *F. oxysporum* tersaji pada Gambar 5.

Hal menarik berdasarkan visualisasi pada Gambar 5 adalah seluruh *F. oxysporum* perlakuan kultur ganda dengan *Trichoderma* spp. menunjukkan pola pertumbuhan yang cenderung menjauhi *Trichoderma* spp. sebagai bentuk "avoidant" atau adaptasi ketahanan terhadap adanya agens hayati. Hal ini didukung oleh Li dkk. (2018) bahwa dengan adanya produksi senyawa volatil, seperti *isopentyl acetate*, *pentanol*, *hexanol*, *acetic acid*, *methyl*, dan lain-lain oleh *T. virens* dan *T. viridae*, memungkinkan *Fusarium* untuk menghindar atau tumbuh menjauhi *Trichoderma* spp. sebagai pengenalan terhadap adanya sinyal kimiai antagonis. Berbeda dengan *F. oxysporum* pada kontrol, yang menunjukkan tipe pertumbuhan normal dan mampu memenuhi cawan petri seiring dengan bertambahnya waktu inkubasi. Hasil penelitian Pasalo dkk. (2022), menunjukkan bahwa *Trichoderma* spp. yang diperoleh dapat menghambat pertumbuhan *Fusarium* spp. dengan melakukan kompetisi ruang tumbuh dan nutrisi serta mikoparasitisme dan antibiosis, dengan daya hambat *Trichoderma* spp. terhadap *Fusarium* spp. mencapai 100% pada 7 HSI.



**Gambar 5.** Visualisasi uji antagonisme antara *Trichoderma* spp. dan *Fusarium oxysporum* pada tanaman (B) Kakao (C) Kopi (D) Cengkeh dan (A) sebagai kontrol (tanpa ditumbuhi *Trichoderma* spp.).

**Tabel 2. Hasil uji antagonisme *Trichoderma* spp. terhadap *Fusarium oxysporum* ditunjukkan berdasarkan nilai tingkat hambatan relatif selama 5 HSI**

Sampel Tanah	Tingkat hambatan relatif (%) pada hari ke- inkubasi (HSI)				
	1	2	3	4	5
Kakao	29,23 a	30,73 a	34,31 a	33,44 b	56,61 b
Kopi	30,69 a	32,22 a	31,49 a	41,67 a	59,90 a
Cengkeh	26,57 a	18,80 b	21,00 b	26,79 b	41,98 b

Keterangan: Angka pada kolom yang sama dan diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji lanjut Tukey pada taraf  $\alpha=5\%$

Sumber: Data Diolah (2025)

Uji antagonisme antara berbagai isolat *Trichoderma* spp. dari hasil isolasi beberapa tanah tanaman perkebunan terhadap jamur patogen *F. oxysporum* bertujuan untuk mengetahui efektivitas masing-masing isolat dalam mengendalikan patogen *F. oxysporum* secara *in vitro*. Hasil perhitungan kerapatan dan viabilitas spora (kualitas spora) isolat *F. oxysporum* milik BBPPTP Surabaya masing-masing sebanyak  $10^7$  spora/ml dan 95%. Selain kualitas spora, nilai antagonisme yang ditunjukkan dengan nilai THR sesuai ketetapan SNI 8027.3: 2014 sebesar  $\geq 50\%$ .

Hasil uji antagonisme *Trichoderma* spp. terhadap patogen *F. oxysporum* ditunjukkan dengan persentase tingkat hambatan relatif. Nilai tersebut memiliki persentase paling tinggi daripada standar yang ditetapkan pada pengamatan 5 HSI. Nilai antagonisme pada isolat asal tanah tanaman kopi selama 5 hari pengamatan, menunjukkan persentase hambatan relatif tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya, dengan nilai 59,90 % pada hari ke-5 pengamatan (Tabel 2). Tingginya nilai THR oleh APH, dalam hal ini *Trichoderma* spp., diduga berkaitan dengan mekanisme antagonisme yang berperan dalam menekan pertumbuhan *F. oxysporum*. Antagonisme pada agens hidup menggambarkan kemampuan mikroorganismen tersebut dalam menghambat perkembangan patogen. Semakin tinggi persentase hambatan yang diperoleh, semakin kuat pula aktivitas antagonis yang ditunjukkan. Variasi nilai daya hambat antar-isolat mencerminkan perbedaan efektivitas masing-masing agens hidup dalam menekan pertumbuhan mikroorganisme patogen *Trichoderma* spp. sebagai APH diduga disebabkan oleh mekanisme antagonis yang dimiliki oleh agens hidup untuk menekan kepadatan populasi *F. oxysporum*.

Suanda (2016) variasi yang muncul antarisolat dapat dipengaruhi oleh jenis, jumlah, serta mutu senyawa antibiotik atau metabolit lain yang diproduksi *Trichoderma* spp. dan berperan dalam menghambat pertumbuhan patogen. *Trichoderma* spp. sebagai agens hidup umumnya menunjukkan mekanisme antagonistik melalui kompetisi ruang dan nutrisi, produksi senyawa antibiosis, serta aktivitas parasitisme (Bukhari dan Safridar, 2018). Berdasarkan hasil penelitian ini, mekanisme yang paling mendominasi pada isolat *Trichoderma* spp. dari tanah tanaman perkebunan adalah kompetisi terhadap ruang dan nutrisi, karena tidak ditemukan indikasi mikoparasitisme saat pengamatan mikroskopis dilakukan. Kondisi tersebut terlihat pada pengamatan hari kelima, ketika koloni *Trichoderma* spp. telah menutupi hampir seluruh permukaan media sehingga *F. oxysporum* tidak dapat tumbuh lebih luas. Selain itu, *Trichoderma* spp. dikenal memiliki sejumlah keunggulan sebagai agens hidup, seperti kemudahan dalam isolasi, kemampuan beradaptasi pada beragam lingkungan, pertumbuhan yang cepat pada berbagai substrat, serta rentang mikoparasitisme yang luas tanpa menunjukkan sifat patogen bagi tanaman.

*Trichoderma* spp. yang berhasil diisolasi dari tanah tanaman kopi menunjukkan hasil terbaik dalam hal kualitas spora maupun kemampuan penghambatan terhadap pertumbuhan patogen, hal ini diduga karena tanah pada tanaman kopi dinilai paling subur dan sesuai untuk perkembangan *Trichoderma* spp. Tanaman kopi umumnya berkembang baik pada kondisi tanah dengan tingkat keasaman pH 5–7, karena tanaman ini tidak toleran terhadap tanah yang bersifat basa. Kopi juga tidak memerlukan paparan sinar matahari penuh sepanjang hari, melainkan cahaya matahari yang teratur namun tidak berlebihan. Daerah yang sesuai untuk budi daya kopi memiliki curah hujan sekitar 1500–2500 mm per tahun, masa kering 1–3 bulan, serta suhu lingkungan berkisar antara 16–30 °C. Selain itu, kebutuhan ketinggian lokasi juga berbeda antar jenis kopi; kopi arabika menunjukkan pertumbuhan optimal pada ketinggian di atas 1000 mdpl, sedangkan kopi robusta dapat tumbuh baik pada daerah dengan ketinggian kurang dari 1000 mdpl (Agustini, 2020). Lebih lanjut, *Trichoderma* spp. tumbuh optimal pada kondisi lingkungan dengan suhu 25–30 °C, tingkat keasaman pH 3–7, serta kelembaban relatif 80–90% (Sitepu dkk, 2023). Selain faktor kondisi lingkungan yang mendukung ketersediaan dan perkembangan populasi agens hidup, juga terdapat faktor lain, contohnya jeda waktu antara

pengambilan sampel dengan kapan isolasi sampel tanah dilakukan, yang peran berpenting terhadap efektivitas agens hayati dalam menekan patogen.

Selang waktu antara pengambilan dengan isolasi sampel tanah merupakan faktor penting yang mempengaruhi efektivitas agens hayati yang diisolasi dikarenakan terjadinya perubahan kondisi kelembaban dan suhu selama penyimpanan sampel tanah (Cruz-Paredes dkk, 2021). Isolasi sampel tanah dari tanaman kopi dilaksanakan lebih awal dibandingkan dengan waktu isolasi sampel tanah dari tanaman kakao dan cengkeh. Akibat adanya selang waktu tersebut, populasi mikrob pada sampel tanah kakao dan cengkeh kemungkinan menurun atau mengalami penurunan aktivitas. Kondisi ini diduga menjadi faktor yang menyebabkan isolat *Trichoderma* spp. dari tanah tanaman kopi menunjukkan performa paling tinggi, baik dari segi mutu spora (kualitas spora) maupun kemampuan antagonistik terhadap *F. oxysporum*.

## **SIMPULAN**

Seluruh isolat *Trichoderma* spp. memiliki efektivitas melebihi standar yang ditetapkan SNI 8027.3: 2014 sebagai agens hayati, karena memiliki kerapatan spora  $\geq 10^6$  spora/ml, yaitu  $\geq 10^8$  spora/ml. Begitu pula dengan viabilitas spora yang didapat, yaitu  $>80\%$ , dengan viabilitas tertinggi ditunjukkan oleh *Trichoderma* spp. asal tanah tanaman kopi. Namun, hanya isolat *Trichoderma* spp. asal tanah tanaman kopi yang memiliki persentase penghambatan terbaik dalam menekan pertumbuhan diameter koloni *Fusarium oxysporum*, yaitu sebesar 59%, dibandingkan kedua isolat lainnya.

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan (BBPPTP) Surabaya yang telah membantu penelitian berupa penyediaan bahan dan sarana-prasarana penulis melakukan penelitian.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Agustini, Sri. (2020). Perubahan Sifat Fisika Kimia Kopi Robusta Asal Semendo pada Berbagai Level Penyangraian. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*, 31(1), 79-86.
- Al-Faifi, Z., Alsolami, W., Abada, E., Khemira, H., Almalki, G., & Modafer, Y. (2022). *Fusarium oxysporum* and *Colletotrichum musae* Associated with Wilt Disease of Coffea arabica in Coffee Gardens in Saudi Arabia. *Canadian Journal of Infectious Diseases and Medical Microbiology*, 1–6. DOI <https://doi.org/10.1155/2022/3050495>
- Andari, N. N. A., Yunus, M., & Asrul. (2020). Pengaruh masa inkubasi biakan *Trichoderma* sp terhadap kerapatan spora dan viabilitasnya. *Mitra Sains*, 8(1), 95-103
- Awal, M. A., Abdullah, N. S., Prismantoro, D., Dwisandi, R. F., Safitri, R., Mohd-Yusuf, Y., Mohd Suhaimi, N. S., & Doni, F. (2024). Mechanisms of action and biocontrol potential of *Trichoderma* against *Fusarium* in horticultural crops. *Cogent Food and Agriculture*, 10(1), 1–19. DOI <https://doi.org/10.1080/23311932.2024.2394685>
- Cruz-Paredes, C., Tajmel, D., & Rousk, J. (2021). Can moisture affect temperature dependences of microbial growth and respiration?. *Soil Biology and Biochemistry* 156
- Gumelar, S. R., Ramadhan, R. A. M., Dewi, S. M. S., Wulandari, N., Sani, J., & Emila, N. H. (2024). Uji verifikasi *Trichoderma* sp. Isolat Mangkubumi, Kota Tasikmalaya sebagai agens pengendali hayati berpotensi. *Media Pertanian*, 9(1), 27–34. DOI <https://doi.org/10.37058/mp.v9i1.10805>
- Guzmán-Guzmán, P., Etesami, H., & Santoyo, G. (2025). *Trichoderma*: a multifunctional agent in plant health and microbiome interactions. *BMC Microbiology*, 25(1), 1–17. DOI <https://doi.org/10.1186/s12866-025-04158-2>
- Harni, R, Widi Amaria, & A. H. Mahsunah. (2020). Effect of secondary metabolites of *Trichoderma* spp. in inhibiting *Phytophthora palmivora* growth in cacao (*Theobroma cacao L.*). IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 468 (2020) 012049. *Southeast Asia Plant Protection Conference 2019*. doi:10.1088/1755-1315/468/1/012049

- Herlinda, S. (2010). Spore density and viability of entomopathogenic fungal isolates from indonesia, and their virulence against *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae). *Tropical Life Sciences Research*, 21(1), 11–19.
- Ibrahim, I., & Sillehu, S. (2022). Identifikasi Aktivitas Penggunaan Pestisida kimia yang Berisiko pada Kesehatan Petani Hortikultura. Maluku : *Jumantik*, Vol. 7 (1) : 7 – 12
- I Wayan Suanda. (2016). karakterisasi morfologis *Trichoderma* sp. isolat JB dan daya antagonisme terhadap patogen penyebab penyakit rebah kecambah (*Sclerotium rolfsii* Sacc.) pada tanaman tomat. *Prosiding Seminar Nasional MIPA*.
- Li, N., Alfiky, A., Wang, W., Islam, M., Nourollahi, K., Liu, X., & Kang, S. (2018). Volatile compound-mediated recognition and inhibition between *Trichoderma* biocontrol agents and fusarium oxysporum. *Frontiers in Microbiology*, 9(2614), 1–15. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.02614>
- Mahadtanapuk, S., Sanguansermsri, M., Cutler, R. W., Sardsud, V., & Anunthalabhochai, S. (2007). Control of anthracnose caused by *Colletotrichum musae* on *Curcumia alismatifolia* Gagnep. using antagonistic *Bacillus* spp. American Journal of Agricultural and Biological Science.
- Melyanti Pasalo, N., Ester Fany Kandou, F., Flora Oktavine Singkoh, M. (2022). Uji antagonisme jamur *Trichoderma* sp. terhadap patogen *Fusarium* sp. pada tanaman bawang merah *Allium cepa* Isolat Lokal Tonsewer secara *in vitro*. *Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan*, 13, 1–7. <https://journal.unhas.ac.id/index.php/jai2>
- Molebila, D. Y., Rosmana, A., & Tresnaputra, U. S. (2020). *Trichoderma* asal akar kopi dari Alor: Karakterisasi morfologi dan keefektifannya menghambat *Colletotrichum* penyebab penyakit antraknosa secara *in vitro*. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 16(2), 61–68. <https://doi.org/10.14692/jfi.16.2.61-68>
- Mudi, L., Abidin, Z., Maratul Hamidah, I., Ahmad Gyn, H., Rita Manullang, R., Lisnawati, A., & Ayu Kade Sutariati, G. (2025). isolation and characterization of *Trichoderma* sp. and its antagonism activity against fusarium wilt in shallots. *International Journal of Science and Environment (IJSE)*, 5(3), 296–304. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.51601/ijse.v5i3.166>
- Ragul, S., Vanitha, S., Harish, S., Johnson, I., Vethamoni, I. P., & Senthil, A. (2024). Exploring the antifungal activity of clove oil (*Syzygium aromaticum*) against wilt disease caused by *Fusarium equiseti* in bitter gourd (*Momordica charantia* L.). *Plant Science Today*, 11(4), 580–590. <https://doi.org/10.14719/pst.4837>
- Rosmana, A., Zulfikar, M., & Fadillah, D. (2013). Identification of a disease on cocoa caused by *Fusarium* in Sulawesi. *Pelita Perkebunan*, 29(3), 210-219.
- Sitepu, H., Purwantisari, S., & Prayitno, R. S. (2023). Pupuk berbahan aktif *Trichoderma* spp. sebagai agen hayati terhadap pertumbuhan tanaman kentang di Desa Kaponan, Kecamatan Pakis, Magelang. *Jurnal Pertanian Agros*, 25(1), 78-87.