

DAMPAK KOMBINASI JENIS TANAH, KOMPOS DAN *Trichoderma* sp. TERHADAP KERAPATAN SPORA *Trichoderma* sp.

IMPACT OF THE COMBINATION OF SOIL TYPE, COMPOST AND *Trichoderma* sp. ON SPORE DENSITY OF *Trichoderma* sp.

Aprellia Sofiatul Subhan¹, Moch. Arifin², Fitri Wijayanti^{3*}, Maroeto⁴, dan Safira Rizka Lestari⁵

Fakultas Pertanian, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

*Corresponding Author. E-mail address: fitri.wijayanti.agro@upnjatim.ac.id

PERKEMBANGAN ARTIKEL:

Diterima: 20 Februari 2024

Direvisi: 3 April 2024

Disetujui: 7 Mei 2024

KEYWORDS:

Compost, decomposition, soil type, spore density, *Trichoderma* sp.

KATA KUNCI:

Dekomposisi, jenis tanah, kompos, kerapatan Spora *Trichoderma* sp.

ABSTRACT

Trichoderma sp. is a fungus that acts as a biological control agent thanks to its ability to parasitize other fungi and accelerate the decomposition of organic matter. The aim of this research is to observe the decomposition process of organic matter in various types of soil with the help of *Trichoderma* sp. as a decomposer. The method used in this research was a factorial Completely Randomized Design (CRD) with three factors. The first factor is soil type, namely J1: Alfisol, J2: Inceptisol, and J3: Vertisol. The second factor is the compost dose, namely K0: 0 tons/ha (0 g/4.4 kg soil), K1: 10 tons/ha (15 g/4.4 kg soil), K2: 20 tons/ha (30 g/4.4 kg soil), and K3: 30 tons/ha (45 g/4.4 kg soil). The third factor is the level of administration of *Trichoderma* sp., namely T1: 15 ml from 10^6 spores/ml, T2: 15 ml from 10^8 spores/ml, and T3: 15 ml from 10^{10} spores/ml. The results showed that the type of soil, compost, and *Trichoderma* sp. did not show a significant interaction with *Trichoderma* sp. spore density. However, soil type and compost dosage had a significant influence on *Trichoderma* sp. spore density. Inceptisol gave the highest value for *Trichoderma* sp. spore density. at all observation intervals, with a compost dose of 20 tonnes/ha and 30 tonnes/ha at 14 Days After Incubation (DAI), 30 tonnes/ha at 28 and 42 DAI, and 20 tonnes/ha at 56 DAI.

ABSTRAK

Trichoderma sp. merupakan jamur yang berperan sebagai agen pengendali hayati berkat kemampuannya untuk menjadi parasit pada jamur lain dan mempercepat penguraian bahan organik. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengamati proses dekomposisi bahan organik pada berbagai jenis tanah dengan bantuan *Trichoderma* sp. sebagai dekomposer. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan tiga faktor. Faktor pertama adalah jenis tanah, yaitu J1: Alfisol, J2: Inceptisol, dan J3: Vertisol. Faktor kedua adalah dosis kompos, yaitu K0: 0 ton/ha (0 gr/4,4 kg tanah), K1: 10 ton/ha (15 g/4,4 kg tanah), K2: 20 ton/ha (30 g/4,4 kg tanah), dan K3: 30 ton/ha (45 g/4,4 kg tanah). Faktor ketiga adalah tingkat pemberian *Trichoderma* sp., yaitu T1: 15 ml dari 10^6 spora/ml, T2: 15 ml dari 10^8 spora/ml, dan T3: 15 ml dari 10^{10} spora/ml. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis tanah, kompos, dan *Trichoderma* sp. tidak menunjukkan interaksi yang signifikan terhadap kerapatan spora *Trichoderma* sp. Namun, perlakuan jenis tanah dan dosis kompos memberikan pengaruh signifikan terhadap kerapatan spora *Trichoderma* sp. Inceptisol memberikan nilai tertinggi untuk kerapatan spora *Trichoderma* sp. pada semua interval pengamatan, dengan dosis kompos 20 ton/ha dan 30 ton/ha pada 14 Hari Setelah Inkubasi (HSI), 30 ton/ha pada 28 dan 42 HSI, serta 20 ton/ha pada 56 HSI.

1. PENDAHULUAN

Trichoderma sp. adalah jamur yang efektif sebagai agen pengendali hayati karena kemampuannya dalam berkompetisi dengan jamur lain. Jamur ini terdapat hampir di semua jenis tanah. Keuntungan menggunakan *Trichoderma* sp. yaitu mampu menguraikan zat organik seperti karbohidrat, sehingga dapat mempercepat penguraian zat organik. Selain sebagai agen hayati dan pengurai, jamur ini juga dapat menguraikan kithin, lignin, dan selulosa dari materi organik menjadi nutrisi yang dapat diserap oleh tanaman (Uruilal *et al.*, 2018).

Beberapa penelitian dengan menggunakan mikroorganisme *Trichoderma* sp. memberikan dampak yang signifikan dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman karena kemampuannya dalam mempercepat menguraikan bahan organik, menyediakan nutrisi untuk tanaman dan menghasilkan senyawa ekstraseluler. Tanaman menyerap senyawa yang dihasilkan oleh *Trichoderma* sp. dan berfungsi sebagai senyawa yang mengatur pertumbuhan tanaman. Salah satunya manfaat *Trichoderma* sp. adalah sebagai inisiasi dalam proses pembuatan kompos. Jamur ini merupakan salah satu mikroorganisme yang dapat mendorong penguraian bahan organik dengan bantuan enzim selulosa, zat organik seperti karbohidrat terutama selulosa dipecah menjadi senyawa yang sederhana. Enzim selulosa terdiri dari sejumlah enzim yang kompleks, termasuk endo- β -1,4-glukanase, ekso- β -1,4-glukanase dan β glukosidase atau selobiose yang merupakan enzim yang terlibat dalam penguraian bahan organik (Jumadi *et al.*, 2021). Jumlah *Trichoderma* sp. dalam tanah dapat digunakan salah satu indikator tingkat kesuburan tanah. Semakin tinggi nilai kerapatan *Trichoderma* sp. dalam juga akan meningkatkan kesuburan tanah.

Kompos terbentuk melalui proses dekomposisi bahan organik seperti daun, rumput liar, dan jerami. Kompos mengandung berbagai unsur hara, baik unsur hara makro maupun mikro. Unsur hara makro mencakup nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) (Kakabouki *et al.*, 2021). Pengomposan umumnya memerlukan waktu yang lebih lama dikarenakan jumlah mikroorganisme pengurai lebih sedikit. Proses pembuatan kompos dapat dilakukan dengan menyediakan mikroorganisme pengurai seperti cendawan *Trichoderma* sp. guna mempercepat penguraian bahan organik (Umbola *et al.*, 2020). *Trichoderma* sp. ditambahkan ke dalam kompos sebagai bioaktivator karena dalam proses pengomposan, jamur *Trichoderma* sp. memiliki kemampuan untuk mempercepat dekomposisi dan meningkatkan kualitas kompos secara signifikan. Dengan menambahkan *Trichoderma* sp. bukan hanya sebagai bioaktivator, diharapkan keberadaannya dapat berkembang secara melimpah dalam media tanam dan berdampak positif pada pertumbuhan tanaman.

Tanah sebagai media tanam yang baik adalah yang mampu memberikan nutrisi dan air yang mencukupi. Media tanam yang digunakan untuk penelitian yakni tanah Alfisol, Inceptisol dan Vertisol dimana ketiga tanah tersebut dapat ditemukan di daerah Jawa Timur dan ketiga jenis tanah tersebut sering digunakan sebagai lahan pertanian. Alfisol adalah tanah yang telah mengalami pelapukan secara intensif dan memiliki tingkat kesuburan kimia yang rendah akibat pencucian unsur hara, terutama Nitrogen (N), Fosfor (P), dan Kalium (K) (Osundare, 2014). Berdasarkan hasil penelitian Supriyono *et al.*, (2022), Alfisol memiliki Kapasitas Tukar Kation (KTK), P-tersedia, K-tersedia, N-total, dan kandungan bahan organik yang relatif rendah. Inceptisol adalah jenis tanah yang masih baru dan sedang mengalami proses perkembangan awalnya. Profilnya memiliki horizon yang terbentuk dengan lambat karena terjadi perubahan pada bahan asalnya. Menurut penelitian Nelvia *et al.*, (2012), Inceptisol menunjukkan variasi kesuburan yang bergantung pada karakteristik bahan bakunya, sehingga ada yang memiliki tingkat kesuburan rendah dan ada juga yang tingkat kesuburannya tinggi. Vertisol merupakan golongan tanah yang mengembang bila terkena air, menyusut dan mengeras bila kering. Tanah vertisol biasanya memiliki kandungan bahan organik 1,5 hingga 4%, nilai pH 6,0 hingga 8,2 dan N-total 0,24% (Kovda *et al.*, 2010).

Ketiga jenis tanah tersebut sering digunakan sebagai lahan pertanian di daerah Jawa Timur, oleh karena itu semakin intensif penggunaan lahan sebagai lahan pertanian maka semakin rendah tingkat kesuburan tanah. Cara efektif untuk meningkatkan kesuburan tanah adalah dengan mengaplikasikan kombinasi bahan organik (kompos) dengan *Trichoderma* sp. Dari penjelasan sebelumnya, penulis merasa tertarik untuk meneliti dengan judul “Dampak Kombinasi Jenis Tanah, Kompos dan *Trichoderma* sp. Terhadap Kerapatan Spora *Trichoderma* sp.”

2. BAHAN DAN METODE

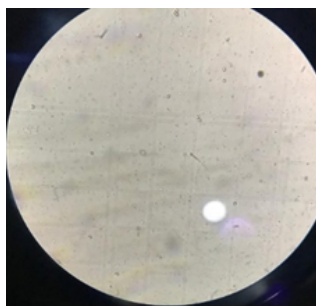
Penelitian dilakukan pada bulan Februari hingga Agustus 2023. Studi ini dilakukan di Greenhouse, Laboratorium Hama dan Penyakit Tanaman serta Laboratorium Sumber Daya Lahan di Fakultas Pertanian, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur. Studi ini mengaplikasikan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan berbagai faktor. Faktor pertama yaitu jenis tanah J1: Alfisol; J2: Inceptisol; J3: Vertisol. Faktor kedua adalah variasi dosis kompos, yaitu K0 (0 ton/ha atau 0 g/4,4 kg tanah), K1 (10 ton/ha atau 15 g/4,4 kg tanah), K2 (20 ton/ha atau 30 g/4,4 kg tanah), dan K3 (30 ton/ha atau 45 g/4,4 kg tanah). Faktor ketiga yaitu tingkat pemberian *Trichoderma* sp. T1: 15 ml dengan konsentrasi 10^6 spora/ml; kemudian T2: 15 ml dengan konsentrasi 10^8 spora/ml; dan T3: 15 ml dengan konsentrasi 10^{10} spora/ml. Dari rangkaian perlakuan tersebut, diperoleh 36 kombinasi perlakuan yang masing-masing diulang tiga kali sehingga menghasilkan sebanyak 108 sampel.

2.1 Persiapan Sampel Tanah

Sampel tanah yang digunakan dalam studi ini terdapat tiga jenis tanah, yaitu Alfisol, Inceptisol, dan Vertisol. Pengambilan sampel tanah dilakukan pada kedalaman 0-30 cm. Jenis tanah Alfisol diambil dari Desa Penambangan, Kecamatan Semanding, Tuban. Jenis tanah Inceptisol diambil dari Desa Bangelan, Kecamatan Wonosari, Malang. Jenis tanah Vertisol diambil dari Desa Penambangan, Kecamatan kemlagi, Mojokerto. Sampel tanah diayak menggunakan ayakan 2 mm dan dimasukkan ke dalam polybag ukuran 20x20 cm seberat 4,4kg.

2.2 Penyediaan *Trichoderma* sp.

Penyediaan *Trichoderma* sp. dilakukan dengan isolat padat yang diperbanyak kedalam 18 liter sari kentang yang dicampur dengan air cucian beras dan gula. Larutan tersebut dimasukkan ke dalam galon sebagai rumah bagi *Trichoderma* sp. Selain itu dalam perbanyakan *Trichoderma* sp. membutuhkan 3 botol plastik, dimana botol pertama berisikan kassa, botol kedua berisikan larutan PK (*Potassium Permanganate*) sebagai larutan sterilisasi dan botol ketiga berisikan air bersih. Galon dan ketiga botol tersebut ditutup dan dilubangi menjadi 2 lubang. Lubang tersebut digunakan untuk selang agar terhubung dengan aerator untuk menghasilkan oksigen bagi *Trichoderma* sp. Setelah 7-14 hari setelah perbanyakan dilakukan analisa kerapatan spora menggunakan *haemocytometer* dibawah mikroskop dengan perbesaran 400 kali.



Gambar 1. Perhitungan Kerapatan Spora *Trichoderma* sp. pada Mikroskop Binokuler

2.3 Penyediaan Kompos

Kompos yang digunakan penelitian yakni produk kompos seresah daun. Kompos yang digunakan berasal dari dedaunan kering yang sudah remah dan siap digunakan. Selanjutnya menimbang kompos sesuai dengan dosis perlakuan yang telah ditetapkan.

2.4 Pembuatan Kombinasi Media Tanam

Kombinasi media tanam yang digunakan yakni dengan cara mencampurkan antara kompos dan *Trichoderma* sp. sesuai dengan perlakuan yang telah ditetapkan. Setelah itu, diaduk merata dan siap diaplikasikan ke media tanam secara merata dan diinkubasi selama 2 minggu.

2.5 Analisis Data

Data nilai kerapatan spora *Trichoderma* sp. diambil sebanyak 4 kali pengamatan yakni, 14 Hari Setelah Inkubasi (HSI), 28 Hari Setelah Inkubasi (HSI), 42 Hari Setelah Inkubasi (HSI) dan 56 Hari Setelah Inkubasi (HSI). Setelah itu data yang terkumpul dianalisis menggunakan analisis Sidik Ragam (ANOVA). Jika hasilnya signifikan, langkah berikutnya adalah melakukan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada tingkat signifikansi 5%.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tanah yang digunakan pada studi ini terdiri dari tiga jenis tanah yang berbeda, yakni Alfisol, Inceptisol dan Vertisol. Sampel tanah diambil dari lapisan tanah hingga kedalaman 30 cm. Hasil analisa tanah sebelum perlakuan, kompos dan *Trichoderma* sp. disajikan pada Tabel 1. Hasil analisa karakteristik tanah awal (Tabel 1) menunjukkan bahwa Alfisol memiliki nilai pH H₂O 7,18 dengan kriteria netral, kandungan N-total sebesar 0,17% dengan kriteria rendah, kandungan C-organik 1,10% dengan kriteria rendah. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Syamsiyah *et al.*, (2023), yang menyebutkan bahwa tanah alfisol pada umumnya ditemukan di daerah dengan kondisi geografis dan agroklimat yang berkembang menjadi tanah marginal. Tanah marginal menimbulkan berbagai masalah, mulai dari nilai pH yang basa (pH > 7) hingga nilai pH yang masam (pH < 5), memiliki solum yang dangkal, rendah bahan organik, kekurangan unsur hara makro seperti Nitrogen (N), Fosfor (P), Kalium (K), magnesium (Mg), dan Sulfur (S) serta unsur hara mikro seperti Besi (Fe) dan Seng (Zn), daya ikat air yang minim serta drainase yang buruk.

Tabel 1. Hasil Analisa Tanah Awal, Kompos dan *Trichoderma* sp.

Parameter	Alfisol		Inceptisol		Vertisol		Kompos		<i>Trichoderma</i> sp.
	Ni	K	Ni	K	Ni	K	Ni	K	
Spora (spore/ml)	-	-	-	-	-	-	-	-	19,5 x 10 ¹⁵
pH H ₂ O	7,18	N	5,92	AM	6,94	N	6,92	Memenuhi Syarat Permentan	-
N-Total (%)	0,17	R	0,32	S	0,17	R	0,99		
C-organik (%)	1,10	R	2,45	S	1,43	R	12,10		
C/N Rasio	6,47	R	7,66	R	8,41	R	12,22		
Tekstur Tanah									
Pasir (%)	4		13		8				
Debu (%)	56	Sicl	60	Sil	50	Sic	-	-	-
Liat (%)	40		27		42				

Keterangan : Hasil analisis di laboratorium sumber daya lahan. *SK Kementerian Pertanian Ni= Nilai, K= Kriteria, R = Rendah, S = Sedang, AM = Agak Masam, N = Netral, Sicl (Lempung liat berdebu), Sil (Lempung berdebu), Sic (Liat berdebu).

Inceptisol memiliki nilai pH H₂O 5,92 dengan kriteria sedang, N-Total 0,32% dengan kriteria sedang, C-organik 2,45% dengan kriteria sedang. Menurut Ketaren *et al.*, (2014), kandungan nutrisi inceptisol bervariasi dari tingkat sedang hingga tinggi dan berpotensi meningkatkan produktivitas tanah. Kesuburan inceptisol berbeda-beda tergantung pada jenis bahan induknya, sehingga ada yang memiliki kadar kesuburan yang rendah dan ada pula yang memiliki kadar kesuburan yang tinggi. Inceptisol memiliki kisaran pH 5,0 hingga 7,0. Kandungan bahan organik dalam inceptisol berada pada tingkat sedang, sementara kandungan nutrisi Nitrogen (N), Fosfor (P), serta Kalium (K) potensialnya cenderung berada pada level rendah hingga sedang (Nelvia *et al.*, 2012).

Vertisol memiliki nilai pH H₂O 6,84 dengan kriteria netral, N-Total 0,17% dengan kriteria rendah, C-organik 1,43% dengan kriteria rendah. Hal ini sesuai dengan penelitian Matheus & Kantur (2022), lahan yang digunakan untuk penelitian yaitu lahan tegalan dengan jenis tanah vertisol, hasil analisa tanah vertisol awal menunjukkan kandungan Karbon-organik sebesar 1,56% (rendah) dan kandungan Nitrogen-Total 0,16% (rendah). Dari hasil analisis tanah tersebut, maka dilakukan upaya pemberian kompos dan *Trichoderma* sp. untuk melihat kombinasi media tanam yang baik terhadap kerapatan spora *Trichoderma* sp.

Berdasarkan hasil penelitian pH pada kompos sebesar 6,92 dengan kriteria netral, kandungan Nitrogen-Total sebesar 0,99% dan kandungan Karbon-organik sebesar 12,10 nilai C/N rasio kompos 12,22 hasil ini sesuai dengan persyaratan teknis minimum untuk pupuk organik dan pembenah tanah Keputusan Menteri Pertanian no:1/Permentan/SR.310/M/4/2019. Standar mutu pupuk organik padat untuk kadar C sebesar 9,80-30%, standar N adalah 0,4% dan kadar C/N rasio dekomposisi yang telah matang mengandung 10-20. Berdasarkan hasil analisa mikroorganisme bahwa kerapatan spora *Trichoderma* sp. menunjukkan nilai sebesar $19,5 \times 10^{15}$. Menurut Haristia *et al.*, (2021), nilai kerapatan spora yang memenuhi standar untuk *Trichoderma* sp. sebagai agen biokontrol atau agen pengendali adalah minimalnya 1×10^6 spora/ml.

Hasil analisis (Tabel 2) menunjukkan bahwa interaksi antara jenis tanah, kompos dan *Trichoderma* sp. di semua interval pengamatan tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kerapatan spora, tetapi faktor Jenis Tanah dan Kompos pada interval 14 HSI sampai 42 HSI berpengaruh sangat nyata terhadap kerapatan spora sedangkan interval 56 HSI hanya faktor K (Kompos) berpengaruh sangat nyata terhadap kerapatan spora. Pada 14 HSI hingga 56 HSI nilai kerapatan spora yang terendah terletak pada jenis tanah Alfisol sedangkan hasil kerapatan spora tertinggi terletak pada jenis tanah Inceptisol. Kerapatan spora tertinggi berada pada Inceptisol, hal tersebut dikarenakan pH Inceptisol yang dikategorikan masam, menurut Adriansyah *et al.*, (2015), jamur *Trichoderma* sp. menghendaki kondisi yang masam, dikarenakan pada kondisi masam akan lebih termotivasi untuk meningkatkan produksi enzim. Populasi jamur dalam tanah dipengaruhi oleh tingkat kelembapan di lingkungan pertumbuhannya, dan sumber makanan utamanya berasal dari karbon yang diperoleh dari bahan organik.

Tabel 2. Nilai Kerapatan Spora *Trichoderma* sp. Pada 14 HST sampai 56 HST.

Perlakuan	Kerapatan Spora (10^4 spora/ml)			
	14 HST	28 HST	42 HST	56 HST
J1	117,08 a	55,42 a	22,50 a	6,11
J2	147,22 b	76,11 b	31,11 b	7,92
J3	118,33 a	64,44 a	25,69 a	6,53
BNJ 5%	11,41**	7,80**	4,05**	tn
K0	105,00 a	46,48 a	15,56 a	2,41 a
K1	125,19 b	65,56 b	27,96 b	8,15 b
K2	140,00 b	68,52 b	28,15 b	8,89 b
K3	140,00 b	80,74 c	34,07 b	7,96 b
BNJ 5%	15,82**	10,81**	5,62**	2,31*

Keterangan : angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ 5%.

Pada 14 HSI hingga 56 HSI nilai kerapatan spora terendah yakni tanpa pemberian kompos, sedangkan nilai kerapatan spora tertinggi pada 14 HSI terletak pada dosis kompos 20 ton/ha dan 30 ton/ha, pada 28 HSI hingga 42 HST terletak pada dosis kompos 30 ton/ha sedangkan pada 56 HSI terletak pada dosis kompos 20 ton/ha. Pada dosis kompos tersebut, nilai kerapatan spora *Trichoderma* sp. memiliki nilai yang paling tertinggi diantara yang lain dikarenakan kompos memiliki kandungan karbon sebagai sumber nutrisi *Trichoderma* sp. dan kandungan N-total digunakan untuk jamur ini membelah diri.

Banyaknya mikroorganisme dipengaruhi oleh jumlah unsur hara (karbon) pada lingkungan tumbuhnya. Penelitian Hariadi, (2014), menunjukkan bahwa kadar karbon organik pada pertanian organik 2,23% lebih tinggi dibandingkan pertanian konvensional. Hal tersebut sejalan dengan peningkatan jumlah jamur yang terdapat pada sistem pertanian organik. Pada faktor J (Jenis tanah) dan K (kompos), nilai kerapatan spora dari 14 HSI hingga 56 HSI terus menurun dikarenakan kandungan bahan organik yang diberikan semakin habis. Kurangnya asupan protein dari media tanam yang berasal dari campuran bahan organik dapat menurunkan kemampuan spora untuk berkecambah. Selama perkecambahan, spora berkembang menjadi tabung kecambah dengan menggunakan pasokan protein, karbohidrat dan lemak dari bahan organik (kompos). Menurut Uruilal et al., (2018), berkurangnya nilai kerapatan spora diduga disebabkan oleh berkurangnya jumlah nutrisi atau makanan yang membantu pertumbuhan dan perkembangan jamur. Hal ini dapat mempengaruhi jumlah spora. Sumber karbon berfungsi sebagai sumber energi untuk pembentukan sel jamur. Jamur memerlukan sumber makanan selama proses pertumbuhannya. Menurut Rusmiyanto et al., (2023), sumber karbon yang paling banyak dibutuhkan oleh jamur meliputi karbohidrat (polisakarida, disakarida, monosakarida), asam organik, asam amino, dan lignin. Menurut Handiyanto et al., (2013), pemanfaatan unsur hara dari bahan organik (kompos) dapat mempercepat pertumbuhan jamur. Jamur akan berkembang dengan baik jika media yang digunakan mengandung karbohidrat.

Faktor yang mempengaruhi semakin berkurangnya kerapatan spora selain dari bahan organik yakni faktor lingkungan. Faktor lingkungan sangat mempengaruhi pertumbuhan jamur *Trichoderma* sp. Pada saat penelitian kondisi greenhouse yang digunakan sangat pengap dan waktu penelitian pada musim kemarau yang berkepanjangan. *Trichoderma* sp. menghendaki suhu untuk pertumbuhannya yakni 25°C-35°C dan pada kondisi yang lembab (70%), pada saat penelitian suhu di Surabaya mencapai 37°C hal ini menyebabkan kematian pada *Trichoderma* sp. semakin tinggi suhu lingkungan, semakin besar pula kemungkinan terjadinya kerusakan sel sehingga mengganggu ikatan hidrogen dan interaksi hidrofobik yang menyebabkan denaturasi protein dan asam nukleat (Walker & White, 2018). Fluktuasi suhu yang mungkin disebabkan oleh pemanasan global dapat berdampak pada suhu tanah, yang merupakan habitat alami bagi *Trichoderma* sp.

Hasil interaksi dari ketiga faktor tidak pengaruh signifikan terhadap nilai kerapatan spora *Trichoderma* sp. diberbagai interval pengamatan. Pada 14 HSI nilai kerapatan spora yang terendah terletak pada perlakuan J1K0T3 dengan kerapatan spora 90×10^6 sedangkan hasil kerapatan spora tertinggi pada perlakuan J2K3T1 dengan nilai kerapatan spora $168,33 \times 10^6$. Pada umur 28 HSI nilai kerapatan spora terendah terletak pada perlakuan J1K0T1 dengan kerapatan spora 35×10^6 sedangkan hasil kerapatan spora tertinggi pada perlakuan J2K3T3 dengan nilai kerapatan spora $101,66 \times 10^6$. Pada umur 42 HSI nilai kerapatan spora terendah terletak pada perlakuan J1K0T1 dengan kerapatan spora $11,66 \times 10^6$ sedangkan hasil kerapatan spora tertinggi pada perlakuan J2K3T2 dengan nilai kerapatan spora 45×10^6 . Pada umur 56 HSI nilai kerapatan spora terendah terletak pada perlakuan J1K0T1 dengan kerapatan spora 0 yakni tidak adanya spora *Trichoderma* sp. sedangkan hasil kerapatan spora tertinggi pada perlakuan J2K3T2 dengan nilai kerapatan spora 15×10^6 .

Perlakuan J2K3T2 merupakan perlakuan yang paling tinggi nilainya diantara perlakuan lainnya dengan kombinasi Inceptisol + Kompos 30 ton/ha + *Trichoderma* sp. 10^8 . Semakin tinggi tingkat kerapatan spora maka semakin banyak pula konida yang terkandung dalam setiap ml. Sehingga

semakin banyak konidia maka semakin banyak pula bahan organik yang dibutuhkan *Trichoderma* sp. dikarenakan jamur ini sangat suka dengan glukosa. Semakin tinggi tingkat kerapatan sporanya maka bahan organik dalam tanah cepat habis dan membuat persaingan antar *Trichoderma* sp sendiri yang mengakibatkan nilai kerapatan sporanya semakin menurun. Banyaknya mikroorganisme dipengaruhi oleh jumlah unsur hara (karbon) pada lingkungan tumbuhnya. Keberadaan mikroorganisme dalam tanah dapat dipengaruhi oleh sifat kimia dan fisik tanah. Struktur tanah terbentuk melalui komponen seperti pasir, debu, liat, dan bahan organik, dan struktur tanah ini memiliki dampak pada ketersediaan oksigen dan air di dalam tanah.

Nilai kerapatan spora dapat dibaca dari kandungan Karbon-organik, nilai pH dan NitrogenTotal. Nilai pH mempengaruhi keasaman tanah sebagai habitat tumbuhnya bakteri dan jamur. Sebaliknya, jumlah total karbon dan nitrogen dalam bahan organik mempengaruhi derajat pertumbuhan dan perkembangan bakteri dan jamur. Karbon merupakan makanan utama mikroorganisme sedangkan Nitrogen diperlukan mikroorganisme untuk membelah diri. Jamur tergolong mikroorganisme heterotrof yaitu sekelompok mikroorganisme yang mendapatkan sumber karbonnya berasal dari partikel kecil humus bahan organik. Selain itu, *Trichoderma* sp. memiliki peran dalam proses penguraian bahan organik seperti selulosa, lignin, dan pektin (Baihaqi, 2022). Jika nutrisi yang diperlukan oleh jamur dalam tanah tercukupi, maka jumlah populasi jamur tersebut akan bertambah. Hasil penelitian Bulluck et al., (2002), menunjukkan bahwa lahan yang mengandung bahan organik sebesar 2,83% mendukung populasi *Trichoderma* sp. dengan tingkat yang lebih tinggi dari pada lahan yang hanya mengandung bahan organik sebesar 2%. Nilai kerapatan spora tertinggi berurutan yakni Inceptisol, Vertisol dan Alfisol dikarenakan pada jenis tanah Inceptisol kandungan BO 4,26%, kandungan BO pada Vertisol 2,48% sedangkan kandungan BO pada Alfisol 1,94%. Faktor lain yang mendukung yakni kelembapan tanah dan pH. Kelembapan pada Vertisol lebih tinggi daripada Alfisol, dikarenakan Alfisol memiliki drainase yang buruk. Nilai pH ketiga jenis tanah tersebut yaitu Alfisol 7,18, Inceptisol 5,94 dan Vertisol 6,94. Mikroorganisme umumnya lebih menyukai pH netral atau pH 7. Bakteri mendominasi lingkungan dengan pH di atas 7, sementara jamur mendominasi lingkungan dengan pH di bawah 7.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil studi yang telah dilakukan, disimpulkan bahwa tidak terdapat interaksi yang signifikan antara Jenis Tanah, Kompos, dan *Trichoderma* sp. terhadap kerapatan spora *Trichoderma* sp. namun, ditemukan bahwa Jenis Tanah dan dosis kompos memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kerapatan spora *Trichoderma* sp. Nilai tertinggi Kerapatan spora *Trichoderma* sp. tercatat pada Jenis Tanah Inceptisol di semua interval pengamatan, dengan dosis kompos 20 ton/ha dan 30 ton/ha pada 14 HST, 30 ton/ha pada 28 HST hingga 42 HST, dan 20 ton/ha pada 56 HST.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada Bapak Moch. Arifin, Ibu Fitri Wijayanti, dan Ibu Safira Rizka Lestari sebagai dosen pembimbing, Bapak Maroeto dan Ibu Bakti Wisnu Widjajani sebagai dosen penguji, serta orang tua penulis dan teman-teman yang turut serta dalam membantu penelitian ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

Adriansyah, A., M. Arri, M., Hamawi, & A. Ikhwan. 2015. Uji metabolit sekunder *Trichoderma* sp. sebagai antimikrobia patogen tanaman *Pseudomonas solanacearum* secara *in vitro*. *Gontor Agrotech Science*. 2(1):19–30.

- Baihaqi, A. P. 2022. Keanekaragaman Herpetofauna Di Kawasan Wisata Alam Ledok Ombo Kabupaten Malang Jawa Timur. *Skripsi*. Universitas Islam Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Bulluck, L. R., M. Brosius, G. K. Evanylo, & J. B. Ristaino. 2002. Organic and synthetic fertility amendments influence soil microbial, physical and chemical properties on organic and conventional farms. *Applied Soil Ecology*. 19(2):147–160.
- Handiyanto, S., S. U. Hastuti, & S. Prabaningtyas. 2013. Pengaruh medium air cucian beras terhadap kecepatan pertumbuhan miselium biakan murni jamur tiram putih. *Seminar Nasional X Biologi Sains*. 1–6.
- Hariadi, W. M. 2014. Eksplorasi bakteri dan jamur tanah pada pertanian padi (*Oryza sativa*) organik dan konvensional pada inceptisol, lawang. *Skripsi*. Universitas Brawijaya. Malang.
- Haristia, W., & T. Pribadi. 2021. Perbanyak agen hayati *Trichoderma* sp. menggunakan media beras di laboratorium pengamatan hama dan penyakit tanaman Banyumas. *Proceedings Series on Physical & Formal Sciences*. 2:240–249.
- Jumadi, O., M. Junda, W. M. Caronge, & Syafruddin. 2021. *Trichoderma dan Pemanfaatan*. Biologi FMIPA UNM. Makassar.
- Kakabouki, I., A. Folina, A. Efthimiadou, S. Karydogianni, C. Zisi, V. Kouneli, N. C. Kapsalis, N. Katsenios, & I. Travlos 2021. Evaluation of processing tomato pomace after composting on soil properties, yield, and quality of processing tomato in greece. *Agronomy*. 11(1):1–15.
- Ketaren, S., Evans, P. Marbun, & P. Marpaung. 2014. Klasifikasi inceptisol pada ketinggian tempat yang berbeda di Kecamatan Lintong Nihuta Kabupaten Hasundutan. *Jurnal Agroekoteknologi Universitas Sumatera Utara*. 2(4):1451–1458.
- Kovda, I., E. Morgun, & T. W. Boutton. 2010. Vertic processes and specificity of organic matter properties and distribution in vertisols. *Eurasian Soil Science*. 43(13):1467–1476.
- Matheus, R., & D. Kantur. 2022. Perbaikan kualitas kimia vertisol melalui pemberian bahan organik mucuna, crotolaria, dan dosis pupuk hayati. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. 27(3):444–453.
- Nelvia, A. Sutikno, R. S. Haryanti. 2012. Sifat kimia tanah inceptisol dan respon selada terhadap aplikasi pupuk kandang dan *Trichoderma* sp. *Jurnal Teknobiologi*. III(2):139–143.
- Osundare, B. 2014. Improving fertility of an acid alfisol and maize (*Zea mays* L.) yield performance with integrated application of organic and inorganic soil amendments. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*. 4(14):48–59.
- Rusmiyanto, E., P. Wardoyo, & M. Turnip. 2023. Potensi biji jali (*Coix lacryma – jobi* L.) sebagai media padat untuk pertumbuhan jamur *Trichoderma harzianum*. 12:62–66.
- Supriyono, S., A. I. Nurmalasari, T. D. Sulisty, & S. Fatimah. 2022. Efektivitas Pupuk Hayati terhadap Pertumbuhan dan Hasil Jagung Hibrida di Tanah Alfisol Effectiveness of Biofertilizers on the Growth and Yield of Hybrid Maize in Alfisol. *Agrotechnology Research Journal*. 6(1), 1-7.
- Syamsiyah, J., G. Herdiyansyah, S. Hartati, S. Suntoro, H. Widiyanto, I. Larasati, & N. Aisyah. 2023. Pengaruh substitusi pupuk kimia dengan pupuk organik terhadap sifat kimia dan produktivitas jagung di alfisol jumatono. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*. 10(1):57–64.
- Umbola, M. A., E. Lengkong, & R. Nangoi. 2020. Pemanfaatan agen hayati tricho-kompos dan PGPR (*Plant growth promotion rhizobacteria*) pada pertumbuhan vegetatif tanaman cabai keriting (*Capsicum annum* L.). *Cocos*. 12(1):1–15.
- Uruilal, C., A. M. Kalay, E. Kaya, & A. Siregar. 2018. Pemanfaatan kompos ela sagu, sekam dan dedak sebagai media perbanyak agen hayati *Trichoderma harzianum* Rifai. *Agrologia*. 1(1):21–30.
- Walker, G. M., & N. A. White. 2018. *Introduction to Fungal Physiology*. In *Fungi: Biology and Applications*.