

Application of Trichoderma Biopesticide on Chili Plants (*Capsicum frutescens* L.) Catas Variety

Aplikasi Biopestisida Trichoderma pada Tanaman Cabai (*Capsicum frutescens* L.) Varietas Catas

Azarine Sade Devitasari¹⁾, Prof. Dr. Ir. Sutarman, MP²⁾

¹⁾Program Studi Agroteknologi, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾Program Studi Agroteknologi, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: sutarman@umsida.ac.id

Abstract. This research aims to determine the effect of the interaction between the application of solid formula Trichoderma biopesticide given to the soil and through canopy spraying on the growth and health of plants in the vegetative phase of cayenne pepper (*Capsicum frutescens*). This research was carried out in September-December 2024 in Pacet Pasinan Hamlet, Cepokolimo Village at an altitude of 450 meters above sea level. This field research was structured factorial in a Randomized Block Design. The first factor is the application of solid formula biofertilizer (soil treatment) which consists of three levels, namely without application of biofertilizer, but using complete basic chemical fertilizer. Soil treatment at planting, or carried out from the start of sowing, Soil treatment one month after planting while the second factor is the application of liquid formula trichoderma biofertilizer. The observation variables are the increase in length (cm), the increase in the number of leaves, the average time when the first flower appears (days), the increase in branches, and the health of the plant. The interaction effect of biopesticide application through soil treatment had a significant effect on plant health with the intensity of disease symptoms being 9.38% compared to the control of 16.67%. The effect of interaction on plant growth is not significant.

Keywords – *Trichoderma, biopesticide, canopy spraying*

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh interaksi antara aplikasi biopestisida Trichoderma formula padat yang diberikan kedalam tanah dan melalui penyemprotan tajuk terhadap pertumbuhan dan kesehatan tanaman fase vegetatif cabai rawit (*Capsicum frutescens*). Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September-Desember 2024 di Pacet Dusun Pasinan Desa Cepokolimo dengan ketinggian tempat 450 mdpl. Penelitian lapang ini disusun secara faktorial dalam Rancangan Acak Kelompok. Faktor pertama adalah Aplikasi biofertilizer formula padat (*soil treatment*) yang terdiri atas tiga taraf yaitu tanpa aplikasi biofertilizer, tetapi menggunakan pupuk kimia dasar lengkap *Soil treatment* saat tanam, atau dilakukan sejak mulai penyemaian, *Soil treatment* pada satu bulan setelah tanam sedangkan faktor kedua adalah aplikasi biofertilizer trichoderma formula cair . Variabel pengamatan yakni pertambahan panjang (cm), pertambahan jumlah daun, rata-rata waktu pertama kali keluar bunga (hari), pertambahan cabang, kesehatan tanaman. Pengaruh interaksi aplikasi biopestisida melalui *Soil treatment* berpengaruh nyata terhadap kesehatan tanaman dengan intensitas gejala serangan penyakit sebesar 9,38% dibandingkan dengan kontrol sebesar 16,67% . Pengaruh interaksi terhadap pertumbuhan tanaman tidak nyata.

Kata Kunci – *Trichoderma, biopestisida, penyemprotan tajuk*

I. PENDAHULUAN

Tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens*) memiliki peran penting dalam perekonomian Indonesia, namun petani sering menghadapi tantangan seperti serangan hama dan penyakit, serta penurunan kesuburan tanah akibat penggunaan pupuk kimia yang berlebihan [1]. Dalam konteks ini, aplikasi Biofertilizer dan Biopestisida *Trichoderma* muncul sebagai solusi berkelanjutan yang ramah lingkungan. Biofertilizer, yang mengandung mikroorganisme bermanfaat, dapat meningkatkan kesuburan tanah dan ketersediaan nutrisi, sementara *Trichoderma* berfungsi sebagai biopestisida yang efektif dalam mengendalikan penyakit jamur. Dengan mengadopsi kedua pendekatan ini, petani tidak hanya dapat meningkatkan produktivitas tanaman cabai rawit, tetapi juga menjaga kesehatan tanah dan lingkungan, serta mendukung praktik pertanian yang lebih berkelanjutan. Implementasi strategi ini penting untuk memenuhi permintaan pasar yang terus meningkat sambil tetap menjaga keseimbangan ekosistem.

Cabai merupakan komoditas unggulan Indonesia dibidang hortikultura dengan nilai ekonomi tinggi dan sangat komoditas unggulan Indonesia dibidang hortikultura dengan nilai ekonomi tinggi dan sangat dibutuhkan masyarakat sebagai bumbu penyedap masakan [2]. Setiap varietas cabai memiliki daya adaptasi yang berbeda terhadap lingkungan sehingga sangat penting untuk menyesuaikan lingkungan tumbuh untuk mengoptimalkan pertumbuhan tanaman. Aplikasi mikroorganisme tanah dilakukan sebagai unsur pendukung peningkatan pertumbuhan dan perkembangan tanaman cabai. Namun demikian aplikasi pupuk dan pestisida kimia di pertanaman sering kali memunculkan penurunan kualitas tanah dan lahan pertanian. Salah satu cara untuk memperbaiki sifat fisika, kimia, dan biologi tanah yaitu dengan penerapan sistem pertanian organik yang memanfaatkan bahan-bahan alami yang tersedia di alam [3]. Salah satu solusi yang dapat diterapkan yaitu dengan menggunakan biofertilizer sebagai alternatif untuk mengganti penggunaan pupuk anorganik. Biofertilizer merupakan pupuk alternatif yang dapat meningkatkan kesuburan, kualitas, kesehatan tanah, mencukupi unsur hara, produksi tanaman meningkat, dan ramah lingkungan [4].

Biofertilizer merupakan alternatif ramah lingkungan yang semakin diperhatikan dalam pertanian, termasuk pada tanaman cabai rawit [5]. Penggunaan biofertilizer dapat meningkatkan kesuburan tanah dan mendukung pertumbuhan tanaman dengan cara memperbaiki kualitas mikroba di dalam tanah. Dalam konteks cabai rawit, biofertilizer berfungsi untuk meningkatkan penyerapan nutrisi, memperkuat daya tahan tanaman terhadap penyakit, serta meningkatkan hasil panen. Dengan memanfaatkan biofertilizer, petani tidak hanya dapat mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia, tetapi juga menjaga kelestarian lingkungan. Oleh karena itu, penelitian dan penerapan biofertilizer dalam budidaya cabai rawit sangat penting untuk meningkatkan produktivitas sekaligus menjaga ekosistem pertanian. Selain berperan sebagai biofertilizer, *Trichoderma* juga bermanfaat melindungi tanaman dari gangguan penyakit dan organisme pengganggu lainnya, sehingga dapat berperan sebagai biopestisida. Penyakit antraknosa, yang disebabkan oleh jamur *Colletotrichum* spp. [6], merupakan salah satu masalah utama dalam budidaya tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens*). Perlakuan inokulasi jamur *Trichoderma* sp. pada pupuk organik/kompos dan ditaburkan pada lahan tanaman cabai sebelum bibit ditanam, memberikan hasil pengendalian yang efektif terhadap penyakit layu yang disebabkan jamur *Fusarium oxysporum* [7].

Trichoderma sp. dikenal dengan kemampuannya sebagai agen biokontrol yang efektif terhadap berbagai tanaman dan umumnya ditemukan di tanah [8]. Penggunaan biopestisida, khususnya *Trichoderma*, dalam budidaya tanaman cabai rawit semakin mendapat perhatian karena kemampuannya dalam mengendalikan patogen dan meningkatkan kesehatan tanaman [9]. Pemanfaatan *Trichoderma* spp sebagai salah satu jenis jamur pengendali hayati dalam pengelolaan hama dan penyakit tanaman dapat mencegah kegagalan panen komoditas pertanian [10]. *Trichoderma* adalah jamur saprofitik yang dikenal efektif dalam mengurangi serangan penyakit, seperti jamur dan bakteri, yang sering menyerang cabai rawit. Selain berfungsi sebagai pengendali hayati, *Trichoderma* juga dapat merangsang pertumbuhan akar dan meningkatkan penyerapan nutrisi, sehingga berkontribusi pada pertumbuhan tanaman yang lebih optimal. Dengan aplikasi biopestisida ini, petani dapat mengurangi penggunaan pestisida kimia, yang tidak hanya berdampak positif terhadap lingkungan, tetapi juga meningkatkan kualitas dan keamanan produk pertanian. Oleh karena itu, penelitian dan penerapan *Trichoderma* sebagai biopestisida dalam budidaya cabai rawit menjadi langkah strategis untuk mendukung pertanian berkelanjutan.

Pemberian *Trichoderma* sp. berpengaruh positif terhadap pertumbuhan tanaman cabai (*Capsicum frutescens*) [11]. Semakin tinggi konsentrasi *Trichoderma* sp. yang diberikan, semakin baik pertumbuhan tanaman cabai, ditandai dengan peningkatan tinggi tanaman dan jumlah daun. Perlakuan dengan konsentrasi 15 gram menunjukkan rata-rata tinggi tanaman dan jumlah daun yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Sementara itu pemberian biopestisida daun pepaya dengan berbagai konsentrasi terhadap kematian serangga yang menyerang tanaman tumpang sari Sawi Sendok (*Brassica rapa* L.) [12]. Dengan demikian biopestisida *Trichoderma* sebagai alternatif mengurangi penggunaan pupuk sintetis dan pestisida kimia [13]. Oleh karenanya petani sebagai operator produksi di lapang hendaknya meningkatkan pengetahuan dan keterampilan bagi peserta tentang aplikasi biopestisida untuk pengendalian organisme pengganggu tanaman (OPT) [14].

Namun demikian hingga saat ini aplikasi *Trichoderma* baik sebagai biofertilizer dan biopestisida senantiasa diberikan dalam bentuk pemupukan (*soil treatment*). Sementara itu aplikasi pada permukaan tajuk dalam bentuk penyemprotan belum banyak dilakukan dan diuji efektivitasnya dalam mengendalikan penyakit tanaman khususnya cabai rawit sekaligus memberikan perlindungan tanaman dalam bentuk peningkatan ketahanan tanaman sebagai konsekuensi sumbangsih metabolit *Trichoderma* yang direspon oleh tanaman.

Urgensi penelitian ini adalah perlu dilakukannya upaya pengendalian penyakit yang aman dan ramah lingkungan. Salah satu metode yang telah banyak dikembangkan adalah dengan memanfaatkan agensia hayati, seperti *Trichoderma* spp., yang berperan secara antagonis dalam menghambat pertumbuhan pathogen pengganggu pertumbuhan tanaman khususnya pada fase vegetative tanaman. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh agen hayati *Trichoderma esperellum* yang diaplikasikan melalui tanah (*soil treatment*) dan penyemprotan melalui tajuk (*foliar spray*) serta kemungkinan interaksinya terhadap pertumbuhan vegetative tanaman cabai rawit varietas Catas.

II. METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada lahan di Desa Pasinan Kecamatan Pacet, Mojokerto pada ketinggian 450 mdpl. Penyediaan kebutuhan percobaan didukung oleh Laboratorium Mikrobiologi dan Bioteknologi Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. Penelitian ini dilakukan pada bulan September sampai Desember 2024. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih tanaman cabai rawit, pupuk hayati biofertilizer *Trichoderma* formula padat dan biofertilizer formula cair. Untuk Alat-alat yang digunakan yaitu karung, cangkul, ember, timbangan, jangka sorong, penggaris, meteran, alat tulis, dan kamera. Percobaan dalam penelitian ini disusun secara faktorial dalam Rancangan Acak kelompok (RAK). Faktor pertama adalah aplikasi biofertilizer formula padat (*soil treatment*) yang terdiri atas tiga taraf , yaitu: Tanpa aplikasi biofertilizer, tetapi menggunakan pupuk kimia dasar lengkap (C0): *Soil treatment* saat tanam, atau dilakukan sejak mulai penyeaman (C1): *Soil Treatment* pada satu bulan setelah tanam (C2). Faktor kedua adalah aplikasi biofertilizer *Trichoderma* formula cair, yang dilakukan tiap dua minggu sejak 28 hari setelah tanam, terdiri atas dua taraf yaitu: Tanpa penyemprotan biofertilizer *Trichoderma* formula cair (R0): Penyepotan biofertilizer *Trichoderma* formula cair (R1). Perobaan diulang empat kali, sehingga dengan enam kombinasi perlakuan tersebut akan diperoleh 24 satuan percobaan.

Penelitian ini dimulai dengan pengenceran *Trichoderma* yang digunakan sebagai penyemprotan yakni membuka wrapping yang sudah berisi trichoderma, lalu memasukkan air bersih sebanyak 500ml ke dalam blender, memasukkan trichoderma ke blender dihaluskan hingga homogen, setelah itu larutan dimasukkan ke dalam botol dan simpan di lemari pendingin. Larutan trichoderma yang sudah dimasukkan ke dalam kulkas bisa bertahan selama 3 bulan. Dilanjut dengan pupuk biofertilizer dicampur dengan tanah biasa dengan perbandingan 2:1. Setelah melakukan pencampuran pupuk maka pengolahan lahan mulai dilaksanakan dengan membersihkan lahan dari gulma dan rumput liar. Tahap selanjutnya yaitu penanaman benih dengan memindahkan bibit cabai yang sudah disiapkan, penanaman ini dilakukan dengan membuat 6 lubang dengan kedalaman 3cm disetiap petak satuan percobaan. Kemudian memasukkan 1 bibit cabai rawit disetiap lubangnya dan menutup kembali lubang dengan menggunakan tanah dengan penekanan keras. Penyiraman dilakukan dilakukan sehari dua kali yakni pagi hari dan sore hari, begitu juga dengan penyiraman juga diakukan setiap hari untuk meminimalisir tumbuhnya gulma disekitar tanaman.

Variabel pengamatan dalam penelitian ini yaitu tinggi tanaman (cm), pertambahan jumlah daun, rata-rata waktu pertama kali keluar bunga (hari), pertambahan cabang, kesehatan tanaman. Semua data kuantitatif dari hasil pengamatan diolah menggunakan ragam sesuai dengan Rancangan Acak Kelompok (RAK). Apabila terdapat pengaruh yang nyata atau sangat nyata maka dilakukan dengan uji BNJ pada taraf 5%.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Tinggi Tanaman

Hasil analisis ragam, diketahui aplikasi biopestisida Trichoderma yang diberikan ke dalama tanah (*soil treatment*) sebagai pemupukan berpengaruh nyata ($p<0,05$) pada 28-42 hari setelah tanam (HST) terhadap pertambahan tinggi tanaman, namun pengaruh penyemprotan tajuk dan interaksinya dengan *soil treatment* tidak nyata ($p>0,05$) pada semua waktu pengamatan. Rata-rata pengaruh aplikasi biopestisida sebagai pemupukan dan penyemprotan tajuk disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rerata pengaruh biopestisida plus yang diaplikasikan sebagai *soil treatment* dan penyemprotan tajuk terhadap tinggi tanaman cabe rawit pada 28, 42, 56, dan 70 HST (cm)

Cara Aplikasi Biopestisida Trichoderma	<u>Tinggi Tanaman</u>			
	28 HST	42 HST	56 HST	70 HST
Tanpa <i>soil treatment</i> (C0)	21,95 b	27,96 ab	31,76	31,03
<i>Soil Treatment</i> saat tanam (C1)	21,15 b	31,93 b	32,81	34,57
<i>Soil Treatment</i> 1 Bulan Setelah Tanam (C2)	14,90 a	24,02 a	30,44	31,78
BNJ 5%	3,76	5,70	tn	tn
Tanpa penyemprotan tajuk (R0)	18,97	28,17	31,29	31,83
Penyemprotan tajuk (R1)	19,70	27,76	32,05	33,09
BNJ 5%	tn	tn	tn	tn

Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama pada cara aplikasi biopestisida adalah tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNJ 5%.

Aplikasi biopestisida plus secara pemupukan (*soil treatment*) menghasilkan pertumbuhan tanaman cabai rawit tertinggi pada 28-70 HST. Penyemprotan biofertilizer pada tajuk (*foliar spray*) tidak memperlihatkan perbedaan yang nyata dengan perlakuan tanpa penyemprotan pada semua waktu pengamatan.

B. Jumlah Daun

Hasil analisis ragam, diketahui aplikasi biopestisida plus lewat tanah berpengaruh nyata terhadap jumlah daun ($p>0,05$) pada 42, 56, dan 70 HDST. Sementara itu pengaruh penyemprotan tajuk dan interaksinya dengan *soil treatment* tidak berpengaruh nyata pada semua waktu pengamatan ($p>0,05$). Rata-rata pengaruh aplikasi biofertilizer secara pemupukan dan penyemprotan tajuk disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rerata pengaruh biopestisida plus yang diaplikasikan sebagai *soil treatment* dan penyemprotan tajuk terhadap jumlah daun tanaman cabe rawit pada 28, 42, 56, dan 70 HST

Cara Aplikasi Biofertilizer Trichoderma	<u>Jumlah Daun (helai)</u>			
	28 HST	42 HST	56 HST	70 HST
Tanpa <i>soil treatment</i> (C0)	11,94 a	4,08 a	5,04 b	5,06

<i>Soil Treatment</i> saat tanam (C1)	11,52 a	6,29 b	5,58 b	5,75
<i>Soil Treatment</i> 1 Bulan Setelah Tanam (C2)	7,71 b	5,10 ab	4,19 a	5,10
BNJ 5%	tn	1,38	0,74	tn
Tanpa penyemprotan tajuk (R0)	8,82	5,23	4,92	5,08
Penyemprotan tajuk (R1)	11,96	5,08	4,96	5,53
BNJ 5%	tn	tn	tn	tn

Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama pada cara aplikasi biopestisida adalah tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNJ 5%.

Jumlah daun yang dicapai pada perlakuan aplikasi biopestisida plus sebagai *soil treatment* tertinggi dibandingkan dengan control (tanpa *soil treatment*) dan aplikasi pada satu bulan setelah tanam masing-masing sebesar 6,29, 5,58, dan 5,75 helai pada 42, 56, dan 70 HST (Tabel 2).

C. Kesehatan Tanaman

Kesehatan tanaman cabai diukur pada akhir pertumbuhan tanaman pada fase dimulainya kemunculan bunga yang merupakan fase rawan terserang patogen penyebab infeksi dan buksuk pada pangkal batang dan gangguan lalat bibit.

Aplikasi biopestisida plus secara pemupukan (*soil treatment*) dan penyemprotan tajuk masing-masing tidak berpengaruh nyata terhadap kesehatan tanaman ($p>0,05$), namun pengaruh interaksinya nyata ($p<0,05$). Rata-rata pengaruh interaksi antara aplikasi biopestisida plus yang diaplikasi melalui tanah sebagai *soil treatment* dan secara penyemprotan tajuk disajikan pada Tabel 3

Tabel 3. Rerata pengaruh interaksi aplikasi biopestisida plus yang diaplikasikan sebagai *soil treatment* dan penyemprotan tajuk terhadap kesehatan tanaman cabai rawit (skala 0-100)

Perlakuan	Intensitas Gejala (%)
Tanpa <i>Soil Treatment</i> dan tanpa penyemprotan tajuk (C0R0)	16,67 b
<i>Soil Treatment</i> dan tanpa penyemprotan tajuk (C1R0)	9,38 a
<i>Soil Treatment</i> 1 BST dan tanpa penyemprotan tajuk (C2R0)	9,38 a
Tanpa <i>Soil Treatment</i> dan penyemprotan tajuk (C0R1)	10,42 b
<i>Soil Treatment</i> dan penyemprotan tajuk (C1R1)	10,42 b
<i>Soil Treatment</i> 1 BST dan penyemprotan tajuk (C2R1)	11,46 b
BNJ 5%	6,27

D. Waktu Kemunculan Tunas Cabang Pertama

Aplikasi biopestisida plus secara pemupukan (*soil treatment*) berpengaruh sangat nyata ($p<0,01$) terhadap waktu kemunculan tunas cabang pertama. Adapun pengaruh penyemprotan biopestisida ke permukaan tajuk dan pengaruh interaksinya dengan cara *soil treatment* tajuk tidak nyata terhadap waktu kemunculan tunas cabang pertama ($p>0,05$). Rata-rata pengaruh aplikasi biofertilizer secara pemupukan dan penyemprotan tajuk disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rerata pengaruh aplikasi biopestisida plus yang diaplikasikan sebagai soil treatment dan penyemprotan tajuk terhadap waktu kemunculan tunas cabang pertama tanaman cabai rawit (hari)

Cara Aplikasi Biofertilizer Trichoderma	Waktu awal kemunculan tunas batang (hari)
Tanpa <i>soil treatment</i> (C0)	38,13 a
Soil Treatment saat tanam (C1)	36,00 ab
Soil Treatment 1 Bulan Setelah Tanam (C2)	39,38 ab
BNJ 5%	1,96
Tanpa penyemprotan tajuk (R0)	37,92
Penyemprotan tajuk (R1)	37,75
BNJ 5%	tn

Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada cara aplikasi biopestisida secara *soil treatment* menunjukkan tidak berbeda nyata pada Uji BNJ 5%

Pengaplikasian biofertilizer secara pemupukan (*soil treatment*) menghasilkan waktu kemunculan awal tunas cabang tanaman cabai rawit yang tersingkat yaitu 36 hari (Tabel 4). Sementara itu aplikasi biopestisida dengan cara penyemprotan kemunculan tunas bunga pertama pada 38 hari.

E. Waktu Awal Kemunculan Bunga

Aplikasi biopestisida plus secara pemupukan (*soil treatment*) berpengaruh nyata terhadap awal waktu kemunculan bunga tanaman cabai rawit ($p<0.05$). Di lain pihak penyemprotan tajuk dan interaksinya dengan *soil treatment* tidak nyata terhadap waktu kemunculan bunga pertama ($p>0,05$). Rata-rata pengaruh aplikasi biopestisida secara pemupukan dan penyemprotan tajuk disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Rerata pengaruh biopestisida yang diaplikasikan sebagai *soil treatment* dan penyemprotan tajuk terhadap waktu awal kemunculan bunga pertama tanaman cabai rawit

Cara Aplikasi Biofertilizer Trichoderma	Waktu awal kemunculan bunga (Hari)
Tanpa <i>soil treatment</i> (C0)	43,88 a
Soil Treatment saat tanam (C1)	42,88 a
Soil Treatment 1 Bulan Setelah Tanam (C2)	44,13 ab
BNJ 5%	1,02
Tanpa penyemprotan tajuk (R0)	43,75
Penyemprotan tajuk (R1)	43,50
BNJ 5%	tn

Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama adalah tidak berbeda pada uji BNJ 5%

Tabel 6. Memperlihatkan bahwa pengaplikasian biofertilizer secara pemupukan (*soil treatment*) menghasilkan waktu awal kemunculan bunga yang paling singkat yaitu 42,88 Hari Pada pengaplikasian biofertilizer secara penyemprotan tajuk (*foliar spray*) tidak dapat mempercepat waktu pembungaan dibandingkan tanpa penyemprotan tajuk.

F. Pembahasan

Perlakuan tanah (*soil treatment*) pada dengan biopestisida Trichoderma saat awal tanam memberikan pengaruh tidak nyata terhadap tinggi tanaman karena dilakukan pada fase awal perkembangan yang sangat menentukan kemampuan tanaman untuk tumbuh optimal, yang ditunjukkan pada Tabel 1. Di 28 HST menunjukkan bahwa pada masa awal perlakuan tanah (*soil treatment*) berpengaruh nyata. Sebaliknya, perlakuan tanah yang dilakukan sebulan kemudian tidak memberikan pengaruh nyata karena tanaman telah melewati fase kritis dan mulai beradaptasi dengan kondisi lingkungan.

Terdapat perbedaan signifikan dalam presentase tinggi tanaman di beberapa HST di seluruh perlakuan hayati, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1. Selain itu, agen hayati Biofertilizer Trichoderma berperan langsung dalam menyediakan unsur hara dan zat pengatur tumbuh tanaman cabai rawit [15], serta berperan tidak langsung dalam menginduksi pertumbuhan tanaman dijumlah daun, seperti pada Tabel 3. Pengaruh perlakuan tanah (*soil treatment*) menunjukkan pengaruh yang nyata dibanding penyemprotan tajuk (*foliar spray*) pada masa vegetative seperti terlihat pada Tabel 4. Pertumbuhan cabai pada penerapan Trichoderma sebagai pupuk hayati dapat memiliki hasil yang signifikan. Aplikasi agen hayati secara pemupukan (*soil treatment*) memberikan hasil yang optimal, sedangkan penyemprotan tajuk (*foliar spray*) pertumbuhan yang optimal pada awal fase vegetatif [16]. Hasil analisis ragam dari kombinasi perlakuan memberikan hasil yang signifikan pengaruh interaksi terhadap jumlah daun namun pengaruhnya tidak nyata terhadap tinggi tanaman [17].

Aplikasi biopestisida Trichoderma pada tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) varietas Catas merupakan solusi ramah lingkungan untuk mengendalikan penyakit yang sering menyerang tanaman ini, seperti infeksi jamur Phytophthora dan Fusarium. Trichoderma, sebagai jamur yang memiliki kemampuan antagonistik terhadap patogen, bekerja dengan cara memparasitikan, menghasilkan enzim penghancur dinding sel patogen, serta merangsang sistem pertahanan tanaman. Penerapan Trichoderma dapat meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan penyakit, mempercepat pertumbuhan akar, dan mengoptimalkan penyerapan nutrisi, sehingga menghasilkan tanaman cabai yang lebih sehat dan produktif. Selain itu, penggunaan biopestisida ini mengurangi ketergantungan pada pestisida kimia yang dapat mencemari lingkungan. Metode aplikasi Trichoderma dapat dilakukan dengan mencampurnya ke dalam media tanam, menyemprotkannya pada daun, atau merendam benih sebelum tanam. Meskipun memiliki banyak manfaat, tantangan penggunaan Trichoderma antara lain adalah ketergantungan pada kondisi lingkungan yang mendukung serta ketersediaan produk yang masih terbatas di pasar. Secara keseluruhan, Trichoderma menawarkan potensi besar untuk mendukung pertanian cabai rawit yang berkelanjutan, ramah lingkungan, dan meningkatkan hasil panen secara signifikan.

IV. KESIMPULAN

Pengaplikasian biopestisida Trichoderma dengan perlakuan tanah (*soil treatment*) berpengaruh nyata terhadap kesehatan tanaman dibanding perlakuan pengaplikasian penyemprotan tajuk (*foliar spray*). Pengaruh interaksi aplikasi biopestisida melalui *Soil Treatment* berpengaruh nyata terhadap kesehatan tanaman dengan intensitas gejala serangan penyakit sebesar 9,38% dibandingkan dengan kontrol sebesar 16,67%. Pengaruh interaksi terhadap pertumbuhan tanaman tidak nyata. Biopestisida trichoderma dengan perlakuan tanah (*soil treatment*) berpotensi melindungi kesehatan tanaman dan produksi tanaman cabai rawit varietas Catas mampu membantu pertumbuhan fase awal kehidupan tanaman cabai rawit.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur kepada Allah SWT. karena rahmat dan hidayah-Nya sehingga peneliti dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Pada kesempatan ini peneliti ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Iswanto, ST., M.MT. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.
 2. M. Abror, SP., MM. selaku Ketua Program Studi Agroteknologi Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.
 3. Terima kasih kepada dosen pembimbing skripsi saya yang selalu membimbing dengan baik, memberikan masukan dan pemecahan masalah yang tepat dan tepat pada waktu, dan membimbing dengan sepenuh hati. Hingga skripsi ini selesai tepat pada waktunya.
 4. Kedua orang tua saya Ayahanda tercinta Hudijono dan Ibunda tercinta Istiqomah yang telah menjadi orang tua yang sangat sangat luar biasa untuk saya yang telah mengorbankan waktu, tenaga, dan uang untuk membiayai saya dari awal Sekolah Dasar (SD) hingga ke Perguruan Tinggi, selalu mendukung, selalu mendoakan, memberikan kasih sayang yang luar biasa sehingga selalu ada motivasi untuk mengerjakan dan menyelesaikan skripsi ini.
 5. Terima kasih kepada diri saya sendiri, Azarine Sade Devitasari yang tidak pernah menyerah dan tetap berjuang sampai saat ini.
 6. Kakak saya, Angger Syahri Romadhan dan Ajeng Rizki Amalia yang senantiasa mendukung saya dan membantu secara finansial ekonomi dalam proses skripsi ini.
 7. Berterimakasih juga kepada Mochammad Rizky Brilliansyah yang selalu mendampingi, memberikan semangat serta membantu peneliti dari awal menempuh studi hingga saat ini.
 8. Terimakasih kepada Ibu Rodiyah dan Bapak Ngadi yang telah membantu proses penelitian saya yang ada di pacet pasinan cepokolimo.
 9. Segenap dosen Fakultas Universitas Muhammadiyah Sidoarjo yang telah memberikan pengajaran ilmu-ilmu dan mendidik penulis selama menempuh studi. Semoga ilmu dan jasa yang Bapak/Ibu berikan bermanfaat dan semoga Allah senantiasa memberikan balasan yang setimpal dan kesehatan kepada Bapak dan Ibu semuanya.
 10. Serta semua pihak atau teman yang mungkin tidak bisa penulis sebutkan satu persatu. Terimakasih banyak. Semoga kebaikan kalian dicatat oleh Allah SWT.
- Dalam penulisan skripsi ini tentunya masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan skripsi ini. Peneliti berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. M. A. W. Sutarman, *Effect of Ectomycorrhizal Fungi and Trichoderma harzianum on the Clove (Syzygium aromaticum L.) Seedlings Performances*, vol. 1232, no. 1, 2019.
- [2] E. Oktapia, *respons pertumbuhan tanaman cabai rawit (Capsicum frutescens L.) Terhadap Pemberian JamurTrichoderma sp.*, vol. 3, no. 1, p. 17, 2021.
- [3] A. S. K. S. J. Pratiwi, *Respon Tanaman Cabai Rawit (Capsicum frustescens L.) pada Sistem Irigasi Tetes Terhadap Aplikasi Nanosilika lewat Daun*, vol. 10, no. 3, pp. 360-368, 2023.
- [4] E. K. B. B. E. Fitria, *Peran Trichoderma harzianum sebagai Penghasil Zat Pengatur Tumbuh terhadap Pertumbuhan dan Produktivitas Varietas Cabai (Capsicum annuum L.)*, vol. 49, no. 1, pp. 45-52, 2021.
- [5] P. P. R. K. R. Taisa, *Aplikasi Biofertilizer Untuk Meningkatkan Produksi Tiga Kultivar Bunga Kol Berbasis Organik*, vol. 10, no. 2, p. 255, 2022.
- [6] L. N. A. M. Marpaung, *Pengaruh Biofertilizer Organik Terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi (Brassica rapa Var. Parachinensis L.) di Tanah Gambut Sebagai Penunjang Praktikum Materi Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan di SMA Kelas XII*, vol. 2, no. 1, pp. 33-44, 2021.
- [7] Y. L. Y. N. F. Benu, *Mini Review: Peran Biofertilizer Pada Pertanian Lahan Kering*, vol. 3, no. 1, pp. 40-49, 2023.
- [8] R. P. I. N. Y. Safitri, *Uji antagonis Trichoderma spp. Terhadap Colletotrichum spp. penyebab penyakit antraknosa pada tanaman cabai rawit (Capsicum frutescens) Secara In Vitro*, vol. 1, no. 1, pp. 22-2023, 2023.
- [9] H. Heriyanto, *Kajian Pengendalian Penyakit Layu Fusarium oxysporum DENGAN Trichoderma sp. Pada Tanaman CABAI*, vol. 26, no. 2, pp. 26-35, 2019.
- [10] F. P. U. K. P. Agroteknologi, *Kata kunci : pertumbuhan, produksi, tanaman cabai rawit, Trichoderma sp.*, vol. 12, no. 2, pp. 182-190, 2024.
- [11] I. S. A. N. N. Khabita, *Uji Sinergitas Rendaman Tembakau (Nicotiana tabacum L.) dengan Jamur Trichoderma spp. Secara In Vitro dan Potensinya Sebagai Gabungan Biopestisida Alami*, vol. 22, no. 2, p. 1045, 2022.
- [12] A. H. & Irna, *Introduksi Trichoderma sp. pada Tanaman Cabai (Capsicum frutescens)*, vol. 17, no. 1, pp. 108-115, 2023.
- [13] C. W. L. P. I. Ilham, *Pengaruh Pemberian Biopestisida Terhadap Jenis Hama yang Menyerang Tanaman Tumpang Sari Sawi Sendok (Brassica rapa L.)*, vol. 15, no. 2, pp. 120-129, 2021.
- [14] S. S. K. J. Ratnawati, *Pengelolaan Tanaman Padi Sawah Ramah Lingkungan Dengan Pemanfaatan Trichoderma sp Sebagai Biofertilizer Dan Biopestisida Di Desa Bomba Kabupaten Sigi*, vol. 6, no. 4, pp. 843-851, 2022.
- [15] E. Aprilianto, *Sosialisasi Penerapan Biopestisida Untuk Pengendalian OPT Jahe Di Kelompok Masyarakat Desa Blambangan Bawang Banjarnegara*, vol. 3, no. 2, pp. 061-066, 2022.
- [16] L. H. Sutarman. D. Prasetyo, *Potential of Trichoderma to improve probiotic performance in Vannamei shrimp cultivation*, vol. 595, pp. 1-10, 2024.
- [17] T. P. S. Sutarman, *Uji Keragaan Trichoderma Sebagai Pupuk Hayati Dalam Meningkatkan Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Bawang Merah*, vol. 10, no. 3, p. 421, 2022.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

