

Efektivitas Dosis dan Waktu Aplikasi Pupuk Kompos Trico-Glio untuk Pengendalian Penyakit Layu Fusarium (*Fusarium* sp.) pada Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annum* L.)

Susanna*, Alfizar, dan Eka Fitriadi

Program Studi Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala
Jl. Tgk. Hasan Krueng Kalee, No. 3 Kopelma Darussalam, Banda Aceh, Indonesia 23111

*Alamat korespondensi: susanhasan@usk.ac.id

INFO ARTIKEL	ABSTRACT/ABSTRAK
Diterima: 13-10-2022 Direvisi: 04-09-2023 Dipublikasi: 31-12-2023	Effectiveness of Dosage and Time of Application of Trico-Glio Compost to Control Fusarium Wilt Disease in Red Chili (<i>Capsicum annum</i> L.).
Keywords: Biokontrol, <i>Gliocladium</i> sp., <i>Trichoderma</i> sp.	<i>Fusarium</i> sp. is one of the soil borne pathogens that causes disease on red chili plants which may cause losses up to 80%. One of alternative control methods that can be applied is the use of compost which contains the antagonistic agents <i>Trichoderma</i> sp. and <i>Gliocladium</i> sp. This research was objected to determine the dose and application time of compost Trico-Glio (active ingredients: <i>Trichoderma</i> sp. and <i>Gliocladium</i> sp.) in controlling fusarium wilt disease (<i>Fusarium</i> sp.) in red chili plants. This research used a factorial completely randomized design. The first factor was 5 levels of doses Trico-Glio compost, namely 0, 25, 50, 75, and 100 g/plant, and the second factor was the application time which consisted of 2 levels, namely 7 and 14 days before planting. There were 10 treatment combinations and 4 replications, each unit of treatment consisted of 4 sample plants. So that, there were 160 experimental units. Variables observed were incubation period, disease incidence, and the density of initial and final microbes populations (pathogenic fungi and antagonistic agents). The results of variance analysis showed that there was no interaction effect between the dose and application time of compost Trico-Glio on the incubation period, disease incidence, length of xylem discoloration and the density of initial and final microbial populations. However, the dose of compost Trico-Glio alone had a significant effect on all variables, while the application time had no significant effect. Treatment of 100 g/plant of compost Trico-Glio showed the best results in controlling fusarium wilt in red chili plants.
Kata Kunci: Biokontrol, <i>Gliocladium</i> sp., <i>Trichoderma</i> sp.	<i>Fusarium</i> sp. merupakan salah satu patogen tular tanah penyebab penyakit pada tanaman cabai merah yang dapat menimbulkan kerugian hingga 80%. Salah satu alternatif pengendalian yang dapat dilakukan yaitu menggunakan pupuk kompos yang mengandung agens antagonis <i>Trichoderma</i> sp. dan <i>Gliocladium</i> sp. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan dosis dan waktu aplikasi pupuk kompos Trico-Glio (formulasi dengan bahan aktif <i>Trichoderma</i> sp. dan <i>Gliocladium</i> sp.) dalam mengendalikan penyakit layu fusarium (<i>Fusarium</i> sp.) pada tanaman cabai merah. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial. Faktor pertama yaitu dosis kompos Trico-Glio yang terdiri dari 5 taraf yaitu 0, 25, 50, 75, dan 100 g/tanaman dan faktor kedua waktu aplikasi terdiri dari 2 taraf yaitu 7 dan 14 hari sebelum tanam, sehingga terdapat 10 kombinasi perlakuan dan diulang 4 kali. Setiap unit perlakuan terdiri dari 4 tanaman sampel, maka diperoleh 160 unit percobaan. Peubah yang diamati meliputi masa inkubasi, insidensi penyakit, dan kepadatan populasi awal dan

akhir mikroba (cendawan patogen dan agens antagonis). Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa tidak terdapat pengaruh interaksi antara dosis dan waktu aplikasi pupuk kompos Trico-Glio terhadap masa inkubasi, insidensi penyakit, panjang diskolorasi xylem dan kepadatan populasi awal dan akhir mikroba. Namun secara mandiri dosis pupuk kompos Trico-Glio berpengaruh nyata terhadap semua peubah, sedangkan waktu aplikasi tidak berpengaruh nyata. Perlakuan 100 g/tanaman dari pupuk kompos Trico-Glio memperlihatkan hasil yang paling baik dalam mengendalikan penyakit layu fusarium pada tanaman cabai merah.

PENDAHULUAN

Cabai merah (*Capsicum annum* L.) merupakan salah satu jenis tanaman hortikultura yang memiliki banyak manfaat. Selain itu, cabai merah juga memiliki peluang pasar yang relatif baik dengan nilai jual yang sangat tinggi, sehingga budidaya tanaman cabai merah perlu diperhatikan (Hutauruk, 2018). Pelaksanaan budidaya dan upaya peningkatan produksi tanaman cabai merah tidak terlepas dari permasalahan hama dan penyakit (Soesanto *et al.*, 2021). Salah satu penyakit penting pada tanaman cabai merah adalah penyakit layu fusarium yang disebabkan oleh cendawan *Fusarium oxysporum*. Penyakit ini dapat menimbulkan kerugian 10-80%, bahkan dalam serangan yang parah dapat menyebabkan kegagalan panen (Yanti *et al.*, 2018).

Berbagai metode pengendalian telah sering dilakukan untuk mengendalikan penyakit layu fusarium, namun petani sering menggunakan fungisida sintetis untuk mengendalikan penyakit tersebut. Beberapa penelitian melaporkan bahwa penggunaan fungisida sintetis yang tidak bijaksana selain tidak efisien namun juga dapat menimbulkan permasalahan serius seperti munculnya populasi patogen yang resisten, akumulasi residu pestisida, epidemi penyakit dan pencemaran lingkungan (Putra dkk., 2019). Oleh karena itu, diperlukan alternatif pengendalian lain yang ramah lingkungan. Salah satu strategi pengendalian penyakit yang banyak dikembangkan adalah pengendalian biologi yang mengarah pada pemanfaatan potensi mikroorganisme sebagai agens antagonis penyebab penyakit layu fusarium pada tanaman cabai merah (Younesi *et al.*, 2021). Beberapa mikroorganisme telah banyak dikembangkan antara lain *Trichoderma* sp., *Gliocladium* sp., *Penicillium* dan *Pseudomonas* (Adnan *et al.*, 2019).

Srivastava (2016) melaporkan bahwa, *Trichoderma* sp. sangat efektif dalam mengendalikan *F. oxysporum* penyebab layu pada tanaman

mentimun. Susanna dkk. (2021) juga menyatakan bahwa *Trichoderma* sp. juga dapat berperan dalam menginduksi ketahanan sistemik terhadap penyakit dieback pada bibit pala. Selain itu, menurut Fitrianiingsih *et al.* (2019), agens antagonis *Gliocladium* sp. mampu mengendalikan penyakit layu fusarium pada tomat sekitar 48-89%. Hartal dkk. (2010) menyatakan bahwa, *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. cukup efektif dalam menghambat perkembangan *F. oxysporum* pada media PDA maupun perkembangan penyakit layu pada tanaman krisan. Dailah dkk. (2020) juga menjelaskan bahwa *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. mampu menghambat penyakit busuk buah pada tanaman cabai merah secara langsung.

Kedua agens antagonis tersebut sudah banyak dicobakan secara tunggal untuk menghambat beberapa patogen tanaman. Aplikasi *Trichoderma* sp. yang ditambahkan pada kompos pada tanaman cabai mampu menekan penyakit layu Fusarium dengan persentase serangan terendah (30%) pada perlakuan 20 g/polybag (Putra dkk., 2019) dan 15 g/bibit tanaman pala dengan persentase serangan *Lasiodiplodia theobomae* (penyebab penyakit dieback) sekitar 33,33% (Susanna dkk., 2021). Aplikasi *Trichoderma* sp. atau *Gliocladium* sp. secara tunggal yang diberikan 18 g/tanaman, dapat mengendalikan layu fusarium pada tanaman bawang merah mencapai 0% (Ramadhina dkk, 2013). Saat ini kedua agens antagonis tersebut juga dapat ditambahkan ke dalam pupuk kompos untuk diaplikasikan ke tanaman. Sementara pupuk kompos memiliki peran memperbaiki struktur tanah serta mampu meningkatkan kesuburan tanah. Selain itu kompos juga bersifat hidrofilik yaitu meningkatkan kapasitas pengikatan air tanah, serta keberadaan kompos dapat menjadi daya tarik bagi mikroorganisme untuk melakukan aktivitas.

Fakultas Pertanian Universitas Surya Kencana, Cianjur Jawa Barat telah memproduksi pupuk

kompos yang mengandung *Trichoderma* sp dan *Gliricidium* sp. yang diberi nama pupuk kompos Trico-Glio, namun belum dikomersilkan secara luas dan masih perlu dilakukan pengujian penggunaan pada berbagai komoditas tanaman dan lokasi. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui dosis dan waktu aplikasi yang efektif dalam mengendalikan penyakit layu fusarium pada tanaman cabai yang berbeda dengan tempat asalnya. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan dosis dan waktu aplikasi pupuk kompos Trico-Glio serta pengaruh interaksinya untuk mengendalikan penyakit layu fusarium (*Fusarium* sp.) pada tanaman cabai merah (*Capsicum annum*).

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu

Percobaan dilaksanakan di Laboratorium Penyakit Tumbuhan dan Rumah Kasa Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala, mulai dari bulan Januari-Juli 2022.

Rancangan Penelitian

Metode penelitian yang diterapkan adalah metode percobaan. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial yang terdiri dari 2 faktor. Faktor pertama dosis pupuk kompos Trico-Glio terdiri dari 5 taraf yaitu 0, 25, 50, 75, dan 100 g/tanaman dan faktor kedua waktu aplikasi pupuk kompos Trico-Glio terdiri dari 2 taraf yaitu 7 dan 14 hari sebelum tanam, dengan 4 ulangan. Setiap unit perlakuan terdiri dari 4 tanaman sampel sehingga diperoleh 160 unit percobaan. Data yang diperoleh dianalisis dengan ANOVA dan diuji lanjut dengan uji beda nyata terkecil (BNT) pada taraf 5%.

Isolasi dan Perbanyakan *Fusarium* sp.

Isolat cendawan *Fusarium* sp. diisolasi dari bagian akar dan pangkal batang tanaman cabai merah yang menunjukkan gejala penyakit layu fusarium. Bagian tanaman yang terinfeksi patogen dibawa ke laboratorium untuk pembiakan patogennya pada media kertas merang, kemudian pemurnian isolat dilakukan pada media PDA. Identifikasi *Fusarium* sp. secara morfologi baik makroskopik maupun mikroskopik dengan melihat pertumbuhan koloni, warna koloni, tekstur, hifa, konidiofor, dan konidium (makro & mikrokonia), kemudian membandingkan dengan buku pedoman identifikasi cendawan oleh Barnett & Hunter (1972) dan buku diagnosis penyakit

tanaman (Street, 1980). Hasil biakan murni isolat *Fusarium* sp. kemudian diperbanyak pada media beras sebanyak 2 kg yang sebelumnya telah disterilisasi.

Persiapan Pembibitan

Varietas cabai merah yang digunakan adalah varietas TM 999. Persemaian dilakukan di dalam tray semai ukuran 72 lubang menggunakan media tanah dan pupuk kandang (2:1). Tanah yang sudah dicampurkan dengan pupuk kandang terlebih dahulu dikering-anginkan selama 7 hari. Sebelum persemaian benih cabai merah direndam terlebih dahulu di dalam air hangat dengan suhu 35°C dan dibiarkan hingga suhu ruang selama 8 jam Kemudian benih ditiriskan dan diletakkan di dalam kain lembab selama 2x24 jam pada suhu ruangan (25-27°C).

Persiapan Media Tanam dan Aplikasi Pupuk kompos Trico-Glio

Tanah yang digunakan adalah tanah top soil dan dicampur dengan pupuk kandang (2:1) yang dikering-anginkan selama 7 hari di udara terbuka. Tanah yang masih menggumpal dihancurkan lalu diayak menggunakan ayakan kasar 8 mesh. Selanjutnya dimasukkan ke dalam *polybag* volume 10 kg. Aplikasi pupuk kompos Trico-Glio dilakukan pada 7 dan 14 hari sebelum tanam dengan dosis berdasarkan perlakuan, dengan cara menaburkan pupuk tersebut di bagian lubang tanam (kedalaman 5 cm)

Inokulasi *Fusarium* sp. pada Media Tanam

Cendawan *Fusarium* sp. diinokulasikan di sekitar lubang tanam (kedalaman 5 cm) dengan cara membenamkannya sebanyak 10 g substrat beras (kepadatan 10^7 konidia/g) ke setiap unit perlakuan, kemudian ditutup kembali dengan tanah (Susanna *et al.*, 2010; Alfizar dkk., 2011). Inokulasi dilakukan 3 hari sebelum bibit tanaman cabai ditanam untuk proses adaptasi patogen dalam tanah.

Penanaman dan Pemeliharaan Tanaman

Bibit tanaman cabai merah yang sudah berumur 21 hari di persemaian dipilih terlebih dahulu dengan mengukur tanaman yang sama tingginya. Pemeliharaan tanaman dilakukan dengan penyiraman pada pagi dan sore hari, atau tergantung cuaca. Penyiangkan gulma dilakukan pada saat tumbuh gulma dengan cara mekanik. Pemotongan tunas dilakukan saat tanaman berumur 14 HST, dan pemasangan ajir tanaman dilakukan ketika tanaman

berumur 45 hari, menggunakan kayu yang lurus dengan panjang 120 cm.

Parameter Pengamatan

Masa Inkubasi Penyakit

Untuk menentukan masa inkubasi (hari), gejala penyakit diamati mulai dari satu hari tanaman cabai ditanam hingga tanaman tersebut menunjukkan gejala pertama kali. Gejala yang diamati merupakan gejala awal terjadinya penyakit layu fusarium yaitu berupa terjadinya penguningan pada daun paling bawah (Fakhrian dkk., 2018).

Insidensi Penyakit (%)

Pengamatan terhadap insidensi penyakit layu fusarium dilakukan dengan cara menghitung jumlah tanaman yang layu pada akhir percobaan (90 HST). Perhitungan persentase penyakit layu fusarium dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$IP = \frac{A}{N} \times 100 \%$$

Keterangan

IP = Insidensi penyakit (%)

A = Jumlah tanaman yang layu tiap perlakuan

N = Jumlah tanaman yang diamati pada tiap perlakuan

Panjang Diskolorasi Xylem

Pengamatan diskolorasi xylem dilakukan dengan cara mencabut seluruh tanaman cabai merah pada akhir percobaan (90 HST), selanjutnya pangkal batang dipotong melintang, kemudian dibelah dari pangkal akar ke arah batang lalu diukur panjang jaringan xilem yang berwarna coklat dengan menggunakan penggaris.

Populasi Awal dan Akhir Mikroba

Pengamatan ini dilakukan dengan cara mengambil tanah sebelum perlakuan dan tanah di daerah rhizosfer pada akhir percobaan (90 HST). Tanah yang diambil 10 g, dicampur dengan 90 ml aquades steril dan dibuat pengenceran berseri sampai tingkat 10^{-4} . Selanjutnya diambil 1 ml suspensi dituangkan ke petridish (9 cm) yang berisi media PDA padat, kemudian disebar merata dan dibiarkan sampai permukaannya kering dan diinkubasi selama 3 hari. Selanjutnya dihitung jumlah semua koloni mikroba yang tumbuh menggunakan *Colony Counter*. Mikroba yang dihitung pada awal adalah *Fusarium* sp, sedangkan populasi mikroba pada akhir percobaan yang dihitung adalah semua mikroba dari kelompok cendawan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Masa Inkubasi Penyakit

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa tidak terdapat pengaruh interaksi antara dosis dan waktu aplikasi pupuk kompos Trico-Glio terhadap masa inkubasi penyakit. Namun secara mandiri faktor dosis pupuk kompos Trico-Glio berpengaruh nyata terhadap masa inkubasi penyakit, sedangkan waktu aplikasi tidak berpengaruh nyata. Rata-rata masa inkubasi *Fusarium* sp. pada tanaman cabai merah akibat perlakuan dosis dan waktu aplikasi pupuk kompos dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata masa inkubasi *Fusarium* sp. pada tanaman cabai merah akibat perlakuan dosis dan waktu aplikasi pupuk kompos Trico-Glio

Perlakuan Pupuk Kompos Trico-Glio	Masa Inkubasi (Hari)
Dosis (g per tanaman)	
D ₀ = 0	15,10 a
D ₁ = 25	21,00 b
D ₂ = 50	25,40 c
D ₃ = 75	40,29 d
D ₄ = 100	53,21 e
BNT	4,03
Waktu Aplikasi (sebelum tanam)	
W ₁ = 14 hari	31,48
W ₂ = 7 hari	30,52

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji beda nyata terkecil (BNT) pada taraf 0,05.

Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa masa inkubasi *Fusarium* sp. paling cepat terlihat pada tanaman cabai merah perlakuan kontrol yaitu 15,10 hari. Hal ini dikarenakan tanaman cabai merah tidak diberikan perlakuan pupuk kompos Trico-Glio sehingga tidak ada hambatan bagi patogen untuk mengadakan kontak, penetrasi serta berkolonisasi sambil mengabsorpsi nutrisi pada jaringan xylem. Kondisi ini yang menyebabkan jaringan tanaman mati, transportasi zat hara dan air terhambat. Tanaman kemudian perlahan mengalami perubahan warna sehingga tanaman mulai menunjukkan gejala layu. Masa inkubasi *Fusarium* sp. paling lama dijumpai pada tanaman cabai merah dengan perlakuan pupuk kompos Trico-Glio dosis 100 g/tanaman yaitu 53,21 hari. Semakin tinggi dosis pupuk kompos Trico-Glio yang diberikan maka semakin lama masa inkubasi penyakit yang terjadi

akibat *Fusarium* sp. Agens antagonis yang terdapat di dalam pupuk kompos Trico-Glio memiliki kemampuan tumbuh yang lebih cepat sehingga agens antagonis dengan cepat menguasai ruang tumbuh dan nutrisi serta mendominasi daerah perakaran tanaman yang mengakibatkan *Fusarium* sp. membutuhkan waktu yang lebih lama untuk kontak dan melakukan penetrasi pada tanaman cabai merah.

Mekanisme antagonisme *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. terhadap cendawan *F. oxysporum* terjadi dengan tiga cara yaitu persaingan ruang dan nutrisi, antibiosis dan mikoparasit (Susanna dkk., 2010). Mekanisme persaingan ruang dan nutrisi terjadi jika adanya kompetisi untuk memperoleh nutrisi antara agens antagonis dan cendawan *F. oxysporum* pada media yang sama. Pertumbuhan agens antagonis yang relatif cepat menyebabkan pertumbuhan *F. oxysporum* terhambat sehingga agens antagonis mendominasi suatu ruang dan nutrisi (Sundari dkk., 2014).

Menurut Sriwati (2017) dan Mukherjee *et al.* (2022) mekanisme mikoparasitisme terjadi ketika hifa *Trichoderma* sp. membelit atau menempel pada hifa *F. oxysporum* lalu menembus dinding sel kemudian masuk ke dalam sel dan menyerap nutrisi dari patogen sehingga patogen akan mati. *Trichoderma* sp. juga bersifat antibiosis yang menghasilkan antibiotik yang mampu menghancurkan sel-sel *F. oxysporum* dengan cara merusak struktur membran sel. *Gliocladium* sp. telah dikenal luas sebagai agens antagonis pada beberapa patogen tular tanah, hal tersebut dikarenakan *Gliocladium* sp. menghasilkan senyawa-senyawa yang mampu menekan pertumbuhan patogen. Mekanisme kerja dari *Gliocladium* sp. adalah dengan cara menghancurkan patogen sebagai penyebab penyakit atau mencegah patogen untuk membentuk koloni dan berkembang biak di dalam tanah (Sopialena dkk., 2017). Selain itu, *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. juga dapat berperan sebagai penginduksi ketahanan sistemik tanaman, sehingga tanaman lebih tahan terhadap serangan patogen.

Insidensi Penyakit

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa tidak terdapat pengaruh interaksi antara dosis dan waktu aplikasi pupuk kompos Trico-Glio terhadap insidensi penyakit. Secara mandiri faktor dosis pupuk kompos Trico-Glio berpengaruh nyata terhadap insidensi penyakit, sedangkan waktu aplikasi tidak berpengaruh nyata. Rata-rata insidensi penyakit layu fusarium pada tanaman cabai merah akibat perlakuan

dosis dan waktu aplikasi pupuk kompos Trico-Glio dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rata-rata insidensi penyakit layu fusarium pada tanaman cabai merah akibat perlakuan dosis dan waktu aplikasi pupuk kompos trico-Glio

Perlakuan Pupuk Kompos Trico-Glio	Insidensi Penyakit (%)
Dosis (g per tanaman)	
D ₀ = 0	90,63 d
D ₁ = 25	59,38 c
D ₂ = 50	37,50 b
D ₃ = 75	21,88 b
D ₄ = 100	9,38 a
BNT	7,81
Waktu Aplikasi	
W ₁ = 14 hari	38,75
W ₂ = 7 hari	48,75

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji beda nyata terkecil (BNT) pada taraf 0,05. Data ditransformasi dengan Arcsin $\sqrt{x}$

Tabel 2 menunjukkan bahwa insidensi penyakit layu fusarium paling tinggi terjadi pada perlakuan tanpa pupuk kompos Trico-Glio dengan rata-rata 90,63% yang berbeda nyata dengan perlakuan dosis pupuk kompos Trico-Glio lainnya. Tingginya insidensi penyakit fusarium pada perlakuan kontrol disebabkan tidak adanya hambatan bagi patogen untuk berkembang. *Fusarium* sp. dapat dengan cepat melakukan kontak, penetrasi, infeksi dan berkolonisasi, sehingga menyebabkan tanaman menguning dan layu.

Proses serangan *Fusarium* sp. dimulai dari terjadinya kontak antara konidia atau miselia dengan tanaman. Patogen tersebut masuk ke tanaman dengan cara propagul berpenetrasi melalui luka atau pori pada akar tanaman. Enzim hidrolisis yang dimiliki *Fusarium* sp. dapat mempermudah proses penetrasi hifa ke jaringan tanaman. Selanjutnya *Fusarium* sp. akan membentuk miselium di dalam korteks akar lalu akan menembus endodermis. Kemudian hifa akan masuk ke dalam melalui jaringan empulur dan berkembang membentuk koloni serta organ reproduksi mikrokonidia di dalam berkas pembuluh kayu (xylem). Selanjutnya organ tersebut akan terbawa aliran air secara vertikal yang menyebabkan mikrokonidia tersebar di seluruh saluran xilem lalu akan berkecambah membentuk hifa untuk melanjutkan proses kolonisasi sambil mengabsorpsi

nutrisi dari tanaman (Ulya dkk., 2020). Akibat tidak adanya perlindungan dari agens antagonis maka cendawan lebih mudah menyerang dan menginfeksi tanaman. Cendawan kemudian berkolonisasi sampai tanaman menunjukkan gejala menguning yang dikarenakan adanya gangguan pada transportasi air, lama kelamaan tanaman menjadi layu dan mati.

Rata-rata insidensi penyakit layu fusarium paling rendah terdapat pada perlakuan pupuk kompos Trico-Glio 100 g/tanaman yaitu 9,34% dan berbeda nyata dengan perlakuan dosis lainnya. Hal ini disebabkan populasi *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. yang terdapat dalam pupuk kompos Trico-Glio lebih banyak dibandingkan perlakuan lainnya, sehingga perannya sebagai agens hayati lebih tinggi dalam melindungi tanaman cabai merah dari serangan *Fusarium* sp. Akibatnya kemampuan *Fusarium* sp. dalam menyerang tanaman semakin terhambat sehingga insidensi penyakit lebih rendah dari perlakuan lainnya. Tanaman yang terserang *Fusarium* sp. memperlihatkan gejala layu secara keseluruhan pada tanaman cabai merah, yang dimulai dengan infeksi patogen pada tanaman terjadi melalui akar terutama pada luka-luka akar ataupun melalui ujung akar tanaman, dan patogen dapat tumbuh di dalam jaringan parenkim lalu menetap serta berkembang dalam berkas pembuluh (Alfizar dkk., 2011).

Pemberian pupuk kompos Trico-Glio yang mengandung agens antagonis mampu menekan perkembangan *Fusarium* sp., bahkan mencegah cendawan masuk ke dalam akar tanaman cabai merah. Agens antagonis *Trichoderma* sp. memiliki enzim kitinase, antibiotik seperti trichodermin, manitol, dan *cytosperone*, sedangkan *Gliocladium* sp. mengeluarkan senyawa antibiotik gliotoksin, gliovirin dan viridin, yang mana fungsi dari senyawa antibiotik tersebut sebagai penghambat perkembangan patogen. Dampak senyawa antibiotik ini terhadap patogen dapat menjadi penghambat pertumbuhan, pengurangan sporulasi maupun pengurangan perkecambahan spora patogen (Fitrianingsih *et al.*, 2019).

Trichoderma sp. adalah salah satu cendawan pengendali hayati dengan spektrum luas, yang menghasilkan metabolit sekunder yang mampu menekan perkembangan penyakit (Susanna dkk., 2010; Zin & Badaluddin, 2020). Selanjutnya Hardianti dkk. (2014) juga menyatakan bahwa *Trichoderma* sp. menghasilkan antibiotik kelompok furanon yang dapat menghambat pertumbuhan spora dan hifa mikroba patogen. Senyawa antibiotik tersebut

dilaporkan dapat menghambat pertumbuhan *F. oxysporum* dalam tanah. Agens hayati *Trichoderma* sp. memiliki kemampuan tumbuh cepat sehingga dapat mengkolonisasi tempat hidup dengan cepat pula (Zian & Badaluddin, 2020). Pertumbuhan *Trichoderma* sp. yang cepat di dalam tanah akan mendesak pertumbuhan *Fusarium* sp. pada daerah sekitar akar. Selain itu *Trichoderma* sp. juga mampu berkompetisi bahan makanan dengan patogen *Fusarium* sp. di dalam tanah, karena *Trichoderma* sp. memiliki kemampuan untuk mendegradasi selulosa, zat pati, lignin dan senyawa-senyawa organik yang mudah larut seperti protein dan gula. Hal ini menghasilkan sumber hara yang cukup banyak bagi pertumbuhannya. *Trichoderma* sp. juga dapat menghasilkan enzim *lytic* secara ekstraseluler seperti kitinase yang mampu mendegradasi inangnya sehingga *Trichoderma* sp. menjadi salah satu jenis mikroba yang efektif dalam mengendalikan patogen tanaman seperti *Fusarium* sp.. Semua mekanisme yang dimiliki oleh *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. saling melengkapi, sehingga menghambat pertumbuhan *F. oxysporum* pada tanaman cabai merah (Alfizar dkk. 2011).

Panjang Diskolorasi Xylem

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh interaksi antar dosis dan waktu aplikasi pupuk kompos Trico-Glio terhadap panjang diskolorasi xylem tanaman cabai merah, namun secara mandiri faktor dosis pupuk kompos Trico-Glio berpengaruh nyata sedangkan faktor waktu aplikasi tidak berpengaruh nyata terhadap panjang diskolorasi xylem. Rata-rata panjang diskolorasi xylem tanaman cabai merah dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 menunjukkan bahwa rata-rata panjang diskolorasi xylem tanaman cabai merah paling panjang dijumpai pada perlakuan tanpa pupuk kompos Trico-Glio (kontrol/Do) dengan rata-rata 15,24 cm, berbeda nyata dengan semua perlakuan. Hal ini disebabkan karena tanaman cabai merah tidak diberikan perlakuan apa-apa sehingga tidak terlindungi dari serangan *Fusarium* sp. yang menyebabkan diskolorasi xylem memanjang. Oleh karena itu, patogen dengan mudah melakukan infeksi dan berkolonisasi di dalam jaringan. Cendawan *Fusarium* sp. mengeluarkan toksin berupa asam fusarat dan likomarasmin yang membuat perubahan warna jaringan menjadi coklat (Susanna dkk., 2010). Akibatnya ketahanan tanaman menjadi melemah karena jaringan xylem telah rusak, sehingga sistem

transportasi unsur hara dan air dari perakaran ke bagian atas tanaman menjadi terhambat, yang mengakibatkan terganggunya proses fotosintesis serta terjadinya kelayuan secara keseluruhan pada tanaman cabai merah.

Tabel 3. Rata-rata panjang diskolorasi xylem batang tanaman cabai merah akibat perlakuan dosis dan waktu aplikasi pupuk kompos Trico-Glio

Perlakuan Pupuk Kompos Trico-Glio	Panjang diskolorasi xylem (cm)
Dosis (g per tanaman)	
D ₀ = 0	15,24 c
D ₁ = 25	10,11 b
D ₂ = 50	8,63 b
D ₃ = 75	6,56 a
D ₄ = 100	5,50 a
BNT	1,76
Waktu Aplikasi (sebelum tanam)	
W ₁ = 14 hari	9,66
W ₂ = 7 hari	8,75

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji beda nyata terkecil (BNT) pada taraf 0,05.

Diskolorasi xylem batang tanaman cabai merah paling pendek dijumpai pada perlakuan pupuk kompos Trico-Glio 100 g/tanaman yaitu 5,50 cm, tetapi tidak berbeda nyata dengan dosis 75 g per tanaman. Hal tersebut dikarenakan populasi *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. yang terdapat di dalam pupuk kompos Trico-Glio paling tinggi dibandingkan perlakuan lainnya, sehingga perannya sebagai agens hayati lebih tinggi dalam melindungi tanaman cabai merah dari serangan *Fusarium* sp. Agens antagonis *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. dapat berkembang dengan mekanisme antagonismenya seperti persaingan ruang dan nutrisi, mikoparasit dan antibiosis. Hal ini dapat menghambat perkembangan *Fusarium* sp. dalam mengadakan kontak dan penetrasi pada tanaman cabai merah. Dengan demikian, semakin berpengaruh terhadap ukuran diskolorasi xylem yang terbentuk.

Panjang diskolorasi xylem batang cabai merah yang terbentuk berbanding lurus dengan masa inkubasi penyakit. Semakin cepat masa inkubasi, maka semakin panjang xylem diskolorasi yang terbentuk. Hal ini disebabkan oleh *Fusarium* sp. yang menginfeksi jaringan xylem terus berkembang sehingga jaringan menjadi rusak dan berubah warna

menjadi coklat. Menurut Semangun (2004), jika tanaman memperlihatkan gejala serangan patogen lebih lama, maka pembentukan diskolorasi xylem dan perubahan warna yang terjadi lebih pendek.

Populasi Awal dan Akhir Mikroba Cendawan

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa tidak terdapat pengaruh interaksi antara dosis dan waktu aplikasi pupuk kompos Trico-Glio terhadap populasi akhir mikroba cendawan Namun secara mandiri faktor dosis pupuk kompos Trico-Glio berpengaruh nyata terhadap populasi akhir mikroba cendawan, sedangkan waktu aplikasi tidak berpengaruh nyata. Rata-rata kepadatan populasi akhir cendawan pada tanah dan rizosfir tanaman cabai merah akibat perlakuan dosis dan waktu aplikasi pupuk kompos trico-glio dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 menunjukkan bahwa ada perkembangan kepadatan populasi mikroba pada semua perlakuan, bila dibandingkan antara populasi awal dengan populasi mikroba akhir. Bila dilihat populasi mikroba pada akhir pengamatan, terdapat perbedaan antar perlakuan. Kepadatan populasi mikroba terendah terdapat pada perlakuan kontrol (D₀) dengan rata-rata 58,88 x 10⁴ koloni, namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan pupuk kompos Trico-Glio 25 g/tanaman dan 50 g/tanaman. Populasi akhir mikroba paling tinggi terdapat pada perlakuan dosis pupuk kompos Trico-Glio 100 g/tanaman (D₄) dengan rata-rata 150,13 x 10⁴ cfu/ml, tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan pupuk kompos trico-Glio 75 g/tanaman.

Tabel di atas memperlihatkan populasi mikroba akhir mengalami peningkatan dari populasi awal, disebabkan pupuk kompos Trico-Glio yang mengandung *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. cepat beradaptasi dengan baik pada daerah perakaran tanaman cabai merah. Pupuk kompos Trico-Glio diaplikasi 7 dan 14 hari sebelum tanam dan sebelum investasi cendawan *Fusarium* sp. pada media tanam. Putra dkk. (2019) menyatakan bahwa *Trichoderma* sp. dapat beradaptasi dengan baik di daerah perakaran tanaman. *Trichoderma* sp. yang terlebih dahulu diaplikasikan sebelum tanam dapat tumbuh dan berkembang lebih cepat daripada cendawan patogen. Walaupun perlakuan waktu aplikasi pupuk kompos Trico-Glio tidak berpengaruh nyata, namun terdapat kecenderungan terjadi perbedaan kepadatan mikroba akhir yang terlihat dari data populasi akhir yang diperoleh.

Tabel 4. Rata-rata populasi awal dan akhir cendawan pada tanah akibat perlakuan dosis dan waktu aplikasi pupuk kompos Trico-Glio

Perlakuan Pupuk Kompos Trico-Glio	Populasi Cendawan ($\times 10^4$ koloni)		
	Awal (<i>Fusarium</i> sp.)	Pupuk Kompos Trico-Glio (<i>Trichoderma</i> sp. & <i>Gliocladium</i> sp.)	Akhir (<i>Fusarium</i> sp.)
Dosis (g per tanaman)			
D ₀ = 0	56,25	39,75	58,88 a
D ₁ = 25	56,25	39,75	75,75 a
D ₂ = 50	56,25	39,75	86,75 a
D ₃ = 75	56,25	39,75	121,50 b
D ₄ = 100	56,25	39,75	150,13 b
BNT			29,35
Waktu Aplikasi (sebelum tanam)			
W ₁ = 14 hari	56,25	39,75	89,60
W ₂ = 7 hari	56,25	39,75	108,30

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji beda nyata terkecil (BNT) pada taraf 0,05

Semakin tinggi dosis pupuk kompos Trico-Glio yang diberikan maka semakin tinggi juga kepadatan populasi cendawan antagonis (*Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp.) yang terdapat di dalam tanah. Selain tingkat dosis pupuk kompos Trico-Glio, populasi mikroba pada tanah juga dipengaruhi oleh bentuk pupuk dari Trico-Glio yang berupa kompos, yang mana kompos memiliki peran dalam meningkatkan jumlah mikroba tanah. Imas dkk. (2017) menyatakan bahwa pupuk kompos memiliki peran untuk memperbaiki sifat fisik tanah dan memiliki sifat hidrofilik untuk meningkatkan kemampuan tanah dalam mengikat air, serta keberadaan kompos dapat menjadi daya tarik bagi mikroorganisme untuk melakukan aktivitas.

SIMPULAN

1. Pupuk kompos Trico-Glio dosis 100 g per tanaman merupakan dosis yang paling baik dalam mengendalikan penyakit layu fusarium yang disebabkan oleh *Fusarium* sp.
2. Perlakuan dosis pupuk kompos Trico-Glio menghambat infeksi *Fusarium* sp. yang ditandai dengan lebih lamanya waktu kemunculan gejala., mengurangi insidensi penyakit, ukuran diskolorasi xylem lebih pendek dan kepadatan populasi cendawan antagonis di dalam tanah bertambah. Sedangkan perlakuan waktu aplikasi pupuk kompos Trico-Glio tidak berpengaruh nyata terhadap masa inkubasi, insidensi penyakit,

panjang diskolorasi xylem dan populasi akhir cendawan antagonis.

3. Tidak terdapat pengaruh interaksi antara dosis dan waktu aplikasi pupuk kompos Trico-Glio terhadap semua parameter pengamatan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Dr. Widyasari, SP., MSi., Dekan Fakultas Pertanian Universitas Surya Kencana, yang telah mengizinkan dilakukannya pengujian terhadap pupuk kompos Trico-Glio, dan semua pihak yang telah membantu penulis sejak penelitian sampai penulisan artikel.

DAFTAR PUSTAKA

- Adnan, M, W Islam, A Shabbir, KA Khan, HA Ghramh, Z Huang, HYH Chen, and G Lu. 2019. Plant defense against fungal pathogens by antagonistic fungi with *Trichoderma* in focus. *Journal Microbial Pathogenesis*. 129: 7-18.
- Alfizar, Marlina, dan N Hasanah. 2011. Upaya pengendalian penyakit layu *fusarium oxysporum* dengan pemanfaatan agen hayati cendawan FMA dan *Trichoderma harzianum*. *Jurnal Floratek*. 6(1): 8-17.
- Anand, A, D Chinchilla, C Tan, LM Saffrane, FL Haridon, and L Weiskopf. 2020. Contribution of hydrogen cyanide to the antagonistic activity of *Pseudomonas* strains against

- Phytophthora infestans*. Journal Microorganisms. 8(1144): 1-10.
- Dailah, S, ME Poerwanto, dan B Sutoto. 2020. Efektivitas jamur antagonis *Gliocladium* sp. dan *Trichoderma harzianum* untuk mengendalikan *Colletotrichum* spp. pada tanaman cabai (*Capsicum annum* L.). Jurnal Agrive. 26: 17-22.
- Fakhadian, FE, A Ulim, dan T Chamzurni. 2018. Kombinasi beberapa dosis dan spesies *Trichoderma* formulasi pelet dalam menekan perkembangan jamur *Fusarium oxysporum* f.sp *capsici* di pembibitan cabai merah (*Capsicum annum* L.). Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian Unsyiah. 3(2): 70-79.
- Fitrianingsih, A, EA Martanto, and B Abbas. 2019. The Effectiveness of fungi *Gliocladium fimbriatum* and *Trichoderma viride* to control fusarium wilt disease of tomatoes (*Lycopersicum esculentum*). Indian Journal of Agricultural Research. 53(1): 57-61.
- Hardianti, AR, YS Rahayu, dan MT Asri. 2014. Efektivitas waktu pemberian *Trichoderma harzianum* dalam mengatasi serangan layu *Fusarium* pada tanaman tomat varietas Ratna. Jurnal Lantera Bio. 3(1): 21-25.
- Hartal, Misnawaty, dan I Budi. 2010. Efektivitas *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. dalam pengendalian layu fusarium pada tanaman krisan. Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia. 12(1): 7-12.
- Hutauruk, DS. 2018. Potensi bakteri kitinolitik NR 09 pada beberapa media pembawa dalam menghambat pertumbuhan jamur patogen *Sclerotium rolfsii* dan *Fusarium oxysporum* pada benih cabai merah (*Capsicum annum* L.). Jurnal Biologi Lingkungan, Industri, dan Kesehatan. 4(2): 140-153. DOI: 10.31289/biolink.v4i2.1182.
- Imas, S, Damhur, dan A Munir. 2017. Pengaruh pemberian pupuk kompos terhadap produktivitas tanaman cabai merah. Jurnal Ampibi. 2(1): 57-64. DOI: <http://dx.doi.org/10.36709/ampibi.v2i1.5058>.
- Mukherjee, PK, A Mendoza, S Zeilinger, and BA Horwitz. 2022. Mycoparasitism as a mechanism of *Trichoderma*-mediated suppression of plant diseases. Journal British Mycological Society. 39: 15-33. <https://doi.org/10.1016/j.fbr.2021.11.004>.
- Putra, IMTM, TA Phabiola, dan NW Suniti. 2019. Pengendalian Penyakit Layu *Fusarium oxysporum* f.sp. *capsici* pada tanaman cabai rawit *Capsicum frutescens* di rumah kaca dengan *Trichoderma* sp. yang ditambahkan pada kompos. Jurnal Agroekoteknologi Tropika. 8(1): 103-117.
- Ramadhina, A, Lisnawita, dan L Lubis. 2013. Penggunaan jamur antagonis *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. untuk mengendalikan penyakit layu fusarium pada tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.). Jurnal Online Agroekoteknologi, 1(3): 702-710. DOI: [10.32734/jaet.v1i3.2997](https://doi.org/10.32734/jaet.v1i3.2997)
- Semangun, H. 2004. Penyakit-Penyakit Tanaman Hortikultura di Indonesia Edisi II. Gajah Mada University. Yogyakarta
- Soesanto, L, LY Sari, E Mugiastuti, and A Manan. 2021. Cross Application of entomopathogenic fungi raw secondary metabolites for controlling *Fusarium* with of chili seedlings. Jurnal HPT Tropika. 21(2): 82-90.
- Sopialena, A Sofyan, and AR Alfansuri. 2017. Potensi penggunaan jamur *Gliocladium virens* untuk mengendalikan penyakit bercak coklat pada tanaman tomat (*Lycopersicum esculentum* L.). pp.75-82. Prosiding Seminar Nasional. Universitas Mulawarman.
- Srivastava, MP. 2016. Biological control of soil borne pathogens (*Fusarium oxysporum* f.sp. *cucumerinum*.) of cucumber (*Cucumis sativus*) by *Trichoderma* sp. Journal Advanced Research. 5(1): 1-9.
- Sriwati, R. 2017. *Trichoderma* Si Agen Antagonis. Syiah Kuala University Press. Banda Aceh
- Sundari, A, S Khotimah, dan R Linda. 2014. Daya antagonis jamur *Trichoderma* sp. terhadap jamur *Diplodia* sp. penyebab busuk batang jeruk siam (*Citrus nobilis*). Jurnal Protobion. 3(2): 106-110.
- Suryaminarsih, P, D Megasari, dan T Mujoko. 2020. Pengaruh tekanan suhu terhadap multiantagonis *Streptomyces* sp., *Trichoderma* sp. biologi control of *Fusarium oxysporum* wilt pathogens. Pp 85-91. Prosiding Seminar Nasional Magister Agroteknologi Fakultas Pertanian. Universitas Pembangunan Nasional Veteran.
- Susanna, Hasnah, dan KS Putri. 2021. Introduksi *Trichoderma* spp. indigenus sebagai induksi resistensi sistemik untuk mengendalikan penyakit dieback pada bibit pala. Jurnal Pertanian Tropika. 8(3): 186-194.

- Susanna, T Chamzurni, dan A Pratama. 2010. Dosis dan frekuensi kascing untuk pengendalian penyakit layu *fusarium* pada tanaman tomat. Jurnal Floratek. 5(2): 152–163.
- Ulya, H, S Darmanti, dan RS Ferniah. 2020. Pertumbuhan daun tanaman cabai (*Capsicum annum*) yang diinfeksi *Fusarium oxysporum* pada umur tanaman yang berbeda. Jurnal Akademika Biologi. 9(1): 1-6.
- Yanti, Y, Warnita, Reflin, dan M Busniah. 2018. Indigenous endophyte bacteria ability to Control *Ralstonia* and *Fusarium* wilt disease on chili pepper. Biodiversitas. 19(4): 1532-1538.
<https://doi.org/10.13057/biodiv/d190446>.
- Younesi, H, E Bazgir, M Darvishnia, and K Chehri. 2021. Selection and control efficiency of *Trichoderma* isolates against *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* in Iran. Journal Physiological and Molecular Plant Pathology. 116: 1-9.
<https://doi.org/10.1016/j.pmpp.2021.101731>.
- Zin, NA, and NA Badaluddin 2020. Biological Functions of *Trichoderma* spp. for Agriculture Applications. Journal Annals of Agricultural Sciences. 65: 168-178.
<https://doi.org/10.1016/j.aoas.2020.09.003>.