

Perbandingan Aplikasi Jamur *Trichoderma* sp. dengan Trichodermin dari Jamur *Trichoderma* sp. dan Waktu Aplikasinya dalam Mengendalikan Penyakit Layu Fusarium (*Fusarium* sp.) pada Tanaman Tomat (*Solanum lycopersicum* L.)

Anton Muhibuddin, Salsabila Putri Mazaya*, Irida Trianti

Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya Jl. Veteran, Malang 65145

* E-mail: salsabilaputrimazaya19@gmail.com

ABSTRAK

Jamur *Trichoderma* sp. merupakan jamur yang dapat mengendalikan penyakit tanaman, salah satunya adalah layu fusarium (*Fusarium* sp.) pada tanaman tomat (*Solanum lycopersicum* L.). Salah satu senyawa yang dihasilkan jamur tersebut adalah senyawa trichodermin yang termasuk senyawa antibiotik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi jamur *Trichoderma* sp. dan trichodermin dalam mengendalikan jamur *Fusarium* sp. secara *in vitro* dan mengkaji waktu aplikasi terbaik secara *in vivo*. Penelitian *in vivo* menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dan penelitian *in vitro* menggunakan rancangan acak kelompok (RAK). Penelitian *in vitro* dilakukan dengan uji daya hambat dengan peracunan media dan uji antagonis *dual culture*, sedangkan penelitian *in vivo* dilakukan dengan aplikasi biofungisida dengan daya hambat terbaik dari hasil *in vitro* dengan perlakuan waktu aplikasi. Hasil penelitian menunjukkan *Trichoderma* sp. memiliki daya hambat terbaik secara *in vitro* dan aplikasinya setiap 7 hari sekali memberikan hasil terbaik pada pertumbuhan dan pengendalian layu fusarium pada tanaman tomat.

Kata kunci: *Fusarium* sp., tomat, *Trichoderma* sp., trichodermin

PENDAHULUAN

Tanaman tomat (*Solanum lycopersium* L.) merupakan tanaman yang berasal dari Amerika dan masuk ke Indonesia pada abad ke-18. Tanaman tomat berkembang dengan pesat di Indonesia, salah satu provinsi penghasil tomat adalah Sulawesi Utara. Tomat digemari oleh masyarakat Indonesia karena rasanya yang unik dan dapat diolah dengan berbagai macam cara. Selain itu, tomat termasuk ke dalam tanaman yang mudah dibudidayakan karena proses budidayanya dapat dilakukan sepanjang tahun tanpa mengenal waktu (Setlight *et al.*, 2019).

Perkembangan yang pesat dan mudahnya budidaya tomat bukan berarti tidak terdapat kendala dan proses budidayanya. Tingginya permintaan tomat di Indonesia belum dapat terpenuhi karena produksinya yang fluktuatif pada tiga tahun terakhir, yaitu pada tahun 2021 sebesar 1.114.399 ton, tahun 2022 sebesar 1.168.744 ton, dan pada tahun 2023 terjadi penurunan, yaitu sebesar 1.143.788 ton (BPS, 2024). Hal tersebut terjadi karena kendala dalam proses budidaya, salah satunya adalah serangan penyakit layu fusarium (*Fusarium* sp.). Patogen penyebab penyakit tersebut termasuk ke dalam patogen tular benih dan tular tanah sehingga menjadikan penyebaran patogen ini semakin mudah apabila pengolahan tanah yang kurang maksimal. Selain itu, benih yang dihasilkan dari tanaman tomat yang telah terinfeksi juga tidak dapat digunakan karena penyebaran patogen tersebut dapat melalui benih. Akibat dari serangan penyakit ini, kerugian pada tanaman tomat dapat mencapai 100% (Tanzil *et al.*, 2022).

Pengendalian penyakit layu fusarium pada tanaman tomat masih banyak menggunakan bahan kimia sintetik atau menggunakan fungisida. Hal itu dikarenakan penggunaan bahan kimia sintetik tersebut telah terbukti hasilnya dan penggunaannya terbilang cepat. Namun, penggunaan bahan kimia sintetik tersebut akan menimbulkan residu apabila digunakan secara terus-menerus (Lahati dan Ladjinga, 2022). Alternatif lain yang dapat digunakan untuk mengendalikan penyebaran penyakit layu fusarium pada tanaman tomat adalah dengan menggunakan pengendalian ramah lingkungan. Salah satu pengendalian ramah lingkungan yang dapat digunakan adalah dengan menggunakan jamur *Trichoderma* sp. yang merupakan jamur antagonis. Jamur tersebut menghasilkan antibiotik yang dapat mengendalikan jamur *Fusarium* sp. Salah satu antibiotik yang dihasilkan adalah trichodermin (Ketut, 2021). Oleh karena itu, penelitian ini

bertujuan untuk mengetahui potensi *Trichoderma* sp. dan trichodermin yang dihasilkan oleh *Trichoderma* sp., serta waktu aplikasi terbaiknya dalam mengendalikan *Fusarium* sp. pada tanaman tomat.

METODE PENELITIAN

Kegiatan penelitian pengaruh waktu aplikasi trichodermin dari jamur *Trichoderma* sp. dilaksanakan secara *in vitro* dan *in vivo*. Kegiatan penelitian secara *in vitro* dilaksanakan di Laboratorium Penyakit Tumbuhan, Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL). Sementara itu, penelitian secara *in vivo* dilaksanakan di rumah kaca yang terletak di Kec. Junrejo, Kota Batu dengan menggunakan rancangan acak kelompok (RAK). Kegiatan penelitian tersebut dilaksanakan Bulan Januari – Maret 2025.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah kompor, panci, gelas beaker, pengaduk, botol media, gelas ukur, timbangan, kapas, aluminium foil, *plastic wrap*, autoklaf, bunsen, cawan Petri, korek api, *laminar air flow cabinet* (LAFB), alat tulis, pinset, jarum ose, *cork borer*, gunting, plastik tahan panas, *hand sprayer*, mikroskop, *object glass*, *cover glass*, kotak *thinwall*, labu erlenmeyer, *orbital shaker*, dan *rotary evaporator*. Sementara itu, bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *potato dextrose agar* (PDA) instan dan *potato dextrose broth* (PDB) instan, akuades, spirtus, alkohol 70%, chlorox, isolat jamur *Fusarium* sp., isolat jamur *Trichoderma* sp., media tanam, tanaman tomat, *polybag*, dan air.

1. Peremajaan Jamur *Trichoderma* sp.

Isolat Jamur *Trichoderma* sp. diperoleh dari koleksi pribadi Dr. Anton Muhibuddin, S. P., M. P. Peremajaan isolat tersebut dilakukan dengan cara mengambil preservasi isolat *Trichoderma* sp. dengan menggunakan jarum ose, kemudian menanamnya di PDA yang telah disiapkan sebelumnya. Setelah itu, isolat tersebut diinkubasi sekitar 7 hari hingga jamur *Trichoderma* sp. dapat tumbuh dan memenuhi cawan petri dengan sempurna, serta dipastikan tidak terjadi kontaminasi.

2. Isolasi Jamur *Fusarium* sp.

Pengambilan sampel jamur *Fusarium* sp. dilakukan dengan eksplorasi di lahan tanaman tomat yang terletak di Kecamatan Junrejo, Kota Batu. Batang dan akar tanaman tomat yang diduga terserang layu fusarium tersebut kemudian dipotong dan dibelah hingga terlihat jaringannya yang berwarna kecokelatan. Jaringan dengan warna tersebut kemudian dibersihkan dari kotoran dan tanah lalu dilakukan sterilisasi permukaan dengan menggunakan chlorox selama 1 menit, alkohol 70% selama 1 menit, dan dibilas dengan menggunakan aquades steril sebanyak tiga kali, lalu dikeringkan dengan menggunakan tissue steril. Setelah itu, batang yang telah steril tersebut ditanam di media PDA dan diinkubasi sekitar 3 – 4 hari. Setelah itu, dilakukan purifikasi untuk memperoleh biakan jamur *Fusarium* sp. murni.

3. Perhitungan Kerapatan Konidia

Perhitungan kerapatan konidia dilakukan dengan bantuan haemocytometer dengan mengambil 1 ml suspensi jamur dengan menggunakan bantuan mikropipet. Adapun rumus yang digunakan untuk menghitung kerapatan konidia menurut Amaria *et al.* (2016) adalah sebagai berikut.

$$S = \frac{t \times d}{n \times 0,25} \times 10^6$$

Keterangan:

- S = Jumlah konidia
- t = Jumlah total konidia dalam kotak sampel yang diamati
- d = Tingkat pengenceran
- n = Jumlah kotak sampel yang diamati

4. Pembuatan Media Tanam

Campuran media tanam yang digunakan adalah menggunakan tanah, arang sekam, dan kompos dengan perbandingan 2:1:1. Setelah media tanam tercampur dengan rata, maka dilakukan sterilisasi tanah untuk membunuh patogen atau organisme lain yang berpotensi mempengaruhi kegiatan penelitian. Proses sterilisasi tersebut dilakukan dengan menggunakan uap panas selama 3 jam.

5. Identifikasi Jamur *Trichoderma* sp. dan *Fusarium* sp.

Pengamatan dapat dilakukan dengan pengamatan makroskopis dan mikroskopis jamur yang tumbuh di media PDA. Identifikasi makroskopis dapat dilihat dari permukaan atas dan bawah jamur dengan mengamati warna, tekstur, dan bentuk koloni. Sementara itu, pengamatan mikroskopis dilakukan dengan bantuan mikroskop, yaitu dengan cara slide culture dan diamati morfologi dari jamur tersebut, seperti bentuk hifa, filialid, konidia, konidiofor, makrokonidia, dan mikrokonidia.

6. Pembuatan Suspensi *Trichoderma* sp.

Suspensi jamur *Trichoderma* sp. diperbanyak dengan menggunakan media PDB. Proses pembuatannya, yaitu dengan memasukkan 5 *cork borer* isolat jamur *Trichoderma* sp. dari PDA ke dalam media PDB, lalu dimasukkan ke dalam orbital shaker selama 7 hari. Setelah itu, suspensi tersebut dihitung kerapatannya hingga diperoleh kerapatan 10^6 .

7. Pembuatan Suspensi *Fusarium* sp.

Suspensi jamur *Fusarium* sp. diperbanyak dengan menggunakan media PDB. Proses pembuatannya, yaitu dengan memasukkan 5 *cork borer* isolat jamur *Fusarium* sp. dari PDA ke dalam media PDB, lalu dimasukkan ke dalam orbital shaker selama 7 hari. Setelah itu, suspensi tersebut dihitung kerapatannya hingga diperoleh kerapatan 10^6 . Suspensi yang telah disiapkan tersebut kemudian diaplikasikan pada media tanam 14 hari sebelum tanam, yaitu sebanyak 20 mL di setiap *polybag*. Selain itu, aplikasi suspensi *Fusarium* sp. juga dilakukan dengan cara merendam bibit tomat selama 20 menit sebelum ditanam.

8. Ekstraksi Trichodermin

Trichoderma sp. yang telah diperbanyak di media PDB dimasukkan ke dalam *centrifuge* dengan kecepatan 4000 rpm selama 30 menit. Hasil *centrifuge* disaring menggunakan kertas saring dan hasilnya kemudian dicentrifuge kembali dengan kecepatan dan waktu yang sama lalu disaring kembali dengan kertas saring. Hasil saring tersebut kemudian dicampur dengan menggunakan metanol dengan perbandingan 4:1 dan didiamkan sekitar 3 hari hingga terbentuk endapan lalu dipisahkan dengan menggunakan *syringe filter* 0,2 μ m. Setelah diperoleh larutan yang terpisah dari endapan tersebut, kemudian dimasukkan ke dalam *rotary evaporator* dengan kecepatan 150 rpm, *vacuum* 140 mbar, dan suhu 40 °C selama 1 jam.

9. Uji Daya Hambat secara *In Vitro*

Pengujian daya hambat trichodermin dilakukan dengan cara peracunan media, yaitu dengan mencampurkan trichodermin ke dalam media PDA steril hingga homogen lalu dituang ke dalam cawan petri hingga padat. Setelah itu, isolat *Fusarium* sp. ditanam dengan menggunakan jarum ose dan diamati dengan pertumbuhannya selama 7 hari. Menurut Watngil *et al.* (2024) aktivitas antifungi trichodermin dari jamur *Trichoderma* sp. pada jamur *Fusarium* sp. dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$P = \frac{DK - DP}{DK} \times 100\%$$

Keterangan:

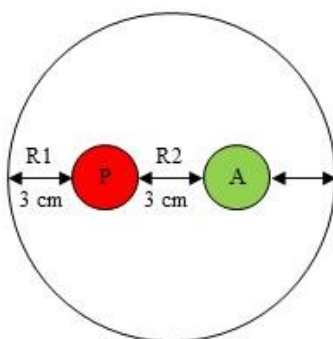
P = Persentase aktivitas antifungi (%)
DK = Diameter koloni jamur patogen pada kontrol
DP = Diameter koloni jamur patogen pada perlakuan

Pengujian daya hambat jamur *Trichoderma* sp. dengan *Fusarium* sp. dilakukan dengan menginokulasikan kedua jamur tersebut dalam satu cawan petri yang berisi media PDA seperti pada Gambar 1. Besarnya daya hambat *Trichoderma* sp. dengan *Fusarium* sp. dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Octaviani *et al.*, 2015):

$$H = \frac{(R1 - R2)}{R1} \times 100\%$$

Keterangan:

H = presentase penghambatan (%)
R1 = jari-jari jamur patogen yang menjauhi jamur antagonis (cm)
R2 = jari-jari jamur patogen yang mendekati jamur antagonis (cm)



Gambar 1. Uji antagonis *dual culture*

Pengamatan uji daya hambat pada trichodermin dari jamur *Trichoderma* sp. dilakukan satu hari setelah proses penanaman jamur *Fusarium* sp. dan diamati setiap 24 jam selama 9 hari.

10. Uji Efektivitas Biofungisida secara *In Vivo*

Hasil terbaik dari pengujian secara *in vitro* kemudian diuji kembali secara *in vivo* untuk menentukan waktu aplikasi terbaik dalam mengendalikan penyakit layu fusarium pada tanaman tomat. Pengaplikasian biofungisida dilakukan pada saat 14 hari sebelum tanam, 7 hari sebelum tanam, ketika tanam, 7 hari setelah tanam, dan interval 7 hari dengan konsentrasi yang sama di setiap perlakuannya. Aplikasi biofungisida dilakukan sebanyak 15 mL di setiap *polybag*. Pengujian biofungisida dilakukan sebanyak 6 perlakuan yang diulang sebanyak 4 kali. Setelah pengaplikasian tersebut, maka diamati masa inkubasi dan intensitas penyakit pada tanaman tomat. Pengamatan intensitas penyakit dilakukan secara visual dan rumus untuk menghitung intensitas penyakit menurut Ambar *et al.* (2010) adalah sebagai berikut.

$$I = \frac{\sum(n \times v)}{Z \times N} \times 100\%$$

Keterangan:

- I = intensitas penyakit (%)
- n = jumlah daun berdasarkan skala kerusakan
- v = skala kerusakan
- Z = skala kerusakan tertinggi
- N = jumlah daun yang diamati

Nilai skala kerusakan pada daun tanaman tomat yang diamati terdiri atas skala 0 hingga 4. Adapun nilai skala kerusakan terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai Skala Kerusakan

Skala	Keterangan
0	Tanaman sehat, tidak terdapat gejala layu dan kekuningan pada daun.
1	Gejala layu atau kekuningan pada daun 0 – 25%
2	Gejala layu atau kekuningan pada daun 26 – 50%
3	Gejala layu atau kekuningan pada daun 51 – 75%
4	Gejala layu atau kekuningan pada daun 76 – 100% atau tanaman mati

11. Perhitungan Tingkat Efikasi

Tingkat efikasi dihitung berdasarkan pengamatan intensitas penyakit tanaman tomat yang terserang jamur *Fusarium* sp. Adapun rumus untuk mengetahui tingkat efikasi suatu fungisida menurut Harni dan Baharuddin (2014) adalah sebagai berikut.

$$TE = \frac{IS_k - IS_p}{IS_k} \times 100\%$$

Keterangan:

TE = tingkat efikasi

ISk = intensitas serangan penyakit pada kontrol

ISp = intensitas serangan penyakit pada perlakuan

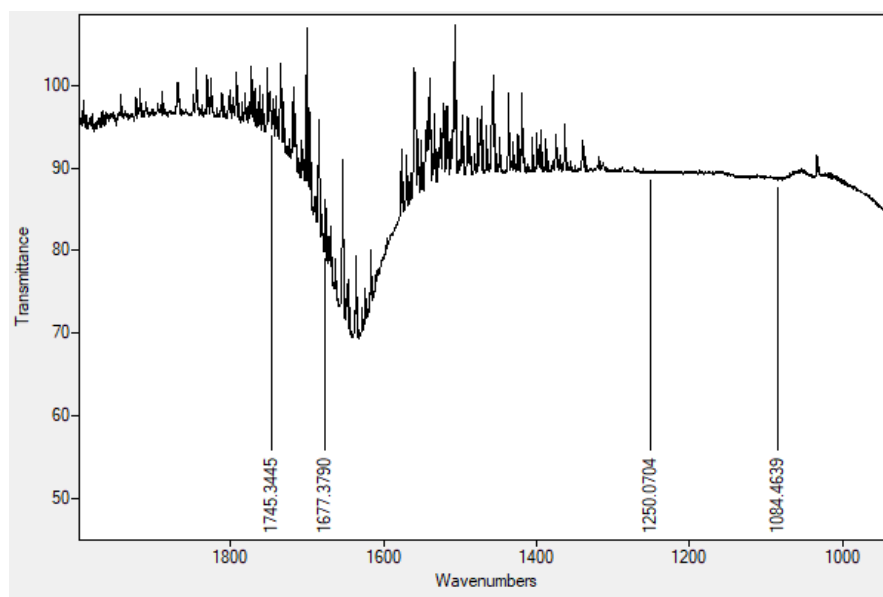
12. Analisis Data

Analisis data yang digunakan dalam kegiatan penelitian ini adalah menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) dengan taraf 5%. Apabila hasil analisis data menunjukkan hasil yang berbeda nyata, maka dilakukan uji lanjut dengan menggunakan uji beda nyata jujur (BNJ) dengan taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Trichodermin

Trichodermin merupakan senyawa antibiotik yang merupakan salah satu hasil dari metabolit sekunder jamur *Trichoderma* sp. senyawa tersebut terdiri atas susunan yang kompleks sehingga untuk mendeteksi keberadaannya memiliki beberapa proses hingga dapat dikatakan bahwa senyawa tersebut merupakan senyawa trichodermin (Ikhwani *et al.*, 2013). Trichodermin terbentuk dari beberapa gugus fungsi yang keberadaannya dapat dideteksi dengan mengetahui panjang gelombang masing-masing gugus fungsi tersebut. Adapun cara yang digunakan untuk mendeteksi senyawa tersebut adalah dengan menggunakan uji FTIR yang hasilnya disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Hasil FTIR trichodermin

Gugus fungsi yang menandakan adanya senyawa tersebut terdiri atas gugus fungsi ester pada panjang gelombang $1745,34\text{ cm}^{-1}$, alkena pada panjang gelombang $1677,37\text{ cm}^{-1}$, epoksida pada panjang gelombang 1250 cm^{-1} , dan eter pada panjang gelombang $1084,46\text{ cm}^{-1}$. Menurut Azhari *et al.* (2017) gugus fungsi yang mengindikasikan adanya senyawa trichodermin adalah gugus fungsi ester, epoksida, eter, dan alkena. Adapun untuk menentukan gugus fungsi tersebut dari hasil uji FTIR adalah dengan mengidentifikasi panjang gelombang pada masing-masing gugus fungsi tersebut, yaitu pada gugus fungsi ester memiliki panjang gelombang antara $1725\text{--}1750\text{ cm}^{-1}$, epoksida memiliki panjang gelombang sekitar 1250 cm^{-1} , eter memiliki panjang gelombang antara $1050\text{--}1150\text{ cm}^{-1}$, dan alkena memiliki panjang gelombang antara $1620\text{--}1680\text{ cm}^{-1}$ (Nandiyanto *et al.*, 2023).

2. Uji Daya Hambat Biofungisida secara *In Vitro*

Pengujian daya hambat dari jamur *Trichoderma* sp. dan senyawa trichodermin tersebut dilakukan dengan cara uji antagonis *dual culture* untuk jamur *Trichoderma* sp. dan peracunan media untuk aplikasi senyawa trichodermin. Adapun hasil dari uji daya hambat tersebut tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2. Uji Daya Hambat Biofungisida terhadap Jamur *Fusarium* sp.

Perlakuan	Daya Hambat (%)						
	Pengamatan ke-						
	3 HSI	4 HSI	5 HSI	6 HSI	7 HSI	8 HSI	9 HSI
P0	0 b	0 b	0 b	0 b	0 b	0 c	0 c
P1	55,12 a	61,82 a	67,02 a	70,30 a	76,37 a	77,06 a	77,62 a
P2	9,19 ab	14,35 b	13,80 b	9,26 b	15,61 b	6,72 bc	1,27 c
P3	9,73 ab	14,85 b	18,90 b	15,77 b	16,12 b	7,96 bc	3,62 c
P4	24,71 ab	27,12 ab	26,94 b	25,76 b	18,49 b	11,91 bc	5,77 c
P5	29,48 ab	27,80 ab	24,34 b	18,95 b	18,81 b	12,14 bc	8,57 bc
P6	22,95 ab	26,23 ab	15,42 b	13,48 b	21,78 b	27,68 b	26,57 b

Keterangan: Bilangan yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata berdasarkan uji lanjut BNJ pada taraf 5%; P0 = kontrol, P1 = *Trichoderma* sp., P2 = 0,1% trichodermin; P3 = 0,25% trichodermin, P4 = 0,5% trichodermin, P5 = 0,75% trichodermin, P6 = 1 % trichodermin.

Berdasarkan hasil pengamatan pada Tabel 2 menunjukkan bahwa perlakuan P1 memiliki daya hambat tertinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya, yaitu sebesar 77,62%. Hal itu dapat terjadi karena jamur tersebut dapat hidup dan berkembang dalam lingkungan yang mencekam sekalipun. Selain itu, pertumbuhannya yang cepat dan agresif membuat *Trichoderma* sp. dapat menghambat pertumbuhan *Fusarium* sp. dengan baik. Pertumbuhannya yang cepat tersebut juga memicu berbagai mekanisme kompleks yang dapat menekan pertumbuhan jamur patogen *Fusarium* sp. Menurut Alfizar dan Susanti (2013) jamur *Trichoderma* sp. mampu menjadi pengendali patogen penyebab penyakit pada tanaman karena mampu menghambat pertumbuhan patogen dengan berbagai mekanisme yang kompleks, seperti mikoparasitisme, persaingan nutrisi dan ruang, serta mekanisme antibiosis. Adapun ketika mekanisme penghambatan tersebut dapat terjadi pada satu waktu yang sama sehingga penggunaan *Trichoderma* sp. dinilai lebih efektif dalam menekan pertumbuhan jamur *Fusarium* sp. Selain itu, *Trichoderma* sp. sebagai agens hayati dalam menekan pertumbuhan jamur *Fusarium* sp. adalah dengan cara mengganggu proses metabolisme sel dari jamur *Fusarium* sp. sehingga dapat menyebabkan hancurnya sel dan berakibat pada kematian dari jamur patogen tersebut (Hutabalian *et al.*, 2015).

3. Uji Efektivitas Biofungisida secara *In Vivo*

Hasil pengamatan uji efektivitas biofungisida secara *in vivo* tersaji pada Tabel 3. Berdasarkan Tabel 3 dapat diketahui bahwa perlakuan P5 memberikan hasil terbaik terhadap seluruh parameter, yaitu dengan tinggi tanaman 35,20 cm, jumlah daun 43 helai, intensitas penyakit 2,49%, dan tingkat efikasi 92,66% pada 5 MST. Hal itu dapat terjadi karena aplikasi *Trichoderma* sp. setiap 7 hari sekali akan membuat ketersediaan jamur tersebut terjaga. Selain itu, aplikasi *Trichoderma* sp. dapat merangsang pertumbuhan akar tanaman tomat sehingga jumlah cabang akar meningkat yang akan membuat penyerapan air dan unsur hara lebih maksimal yang berakibat pada pertumbuhan tomat lebih optimal dibandingkan dengan parameter lain (Amiroh *et al.*, 2020).

Tanaman tomat dengan perlakuan P5 menunjukkan hasil terbaik pada parameter pertumbuhan dan menandakan bahwa tanaman tersebut dalam kondisi yang baik karena air dan unsur hara yang diperlukan tercukupi dengan baik. Menurut Pradana *et al.* (2024) tanaman akan mudah terserang penyakit apabila tanaman inang dalam kondisi yang rentan atau tanaman dalam kondisi yang kurang sehat. Hal tersebut berakibat pada ketahanan tanaman tomat yang lebih baik dibandingkan perlakuan lainnya sehingga tanaman pada perlakuan P5 tersebut memiliki intensitas penyakit terendah, yaitu 2,49%. Rendahnya intensitas penyakit tersebut dibandingkan perlakuan lain menandakan bahwa perlakuan P5 efektif dalam mengendalikan penyakit layu fusarium dan dibuktikan dengan tingkat efikasi tertinggi di antara perlakuan lain, yaitu sebesar 92,66%. Selain meningkatkan kesuburan tanaman tomat, jamur *Trichoderma* sp. dapat menghambat *Fusarium* sp. dengan beberapa mekanisme. Menurut Rizali dan Sari (2023) *Trichoderma* sp. dapat menghambat pertumbuhan patogen dengan cara kompetisi ruang dan nutrisi, serta dengan mengeluarkan antibiotik, seperti trichodermin, tricotoxin, dan trichodermol yang akan masuk ke dalam sel

jamur patogen sehingga menyebabkan mikolisis. Akibat dari terjadinya mikolisis adalah pertumbuhan abnormal pada hifa, pemendekan hifa, dan pembengkakan hifa.

Tabel 3. Uji Efektivitas Biofungisida secara *in vivo* pada 5 MST

Perlakuan	Parameter Pengamatan			
	Tinggi Tanaman (cm)	Jumlah Daun (helai)	Intensitas Penyakit (%)	Tingkat Efikasi (%)
P0	15,87 d	17 d	34,70 a	0 c
P1	19,00 cd	20 cd	19,64 b	44,51 b
P2	25,46 b	33 b	6,86 bc	79,68 ab
P3	21,34 bc	23 c	15,90 bc	55,97 ab
P4	20,40 bcd	22 cd	17,81 b	48,82 b
P5	35,20 a	43 a	2,49 c	92,66 a

Keterangan: Bilangan yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata berdasarkan uji lanjut BNJ pada taraf 5%; P0 = kontrol; P1 = aplikasi *Trichoderma* sp. 14 hari sebelum tanam; P2 = aplikasi *Trichoderma* sp. 7 hari sebelum tanam; P3 = aplikasi *Trichoderma* sp. ketika tanam; P4 = aplikasi *Trichoderma* sp. 7 hari setelah tanam; P5 = aplikasi *Trichoderma* sp. interval 7 hari.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan dan telah diperoleh hasil dari penelitian tersebut, maka potensi *Trichoderma* sp. dalam menghambat *Fusarium* sp. secara *in vitro* lebih baik dibandingkan dengan ekstrak *Trichoderma* sp. Hasil uji *in vitro* menunjukkan bahwa *Trichoderma* sp. memberikan hasil terbaik dalam mengendalikan *Fusarium* sp. dan pada uji *in vivo* waktu aplikasi *Trichoderma* sp. setiap 7 hari sekali memberikan hasil terbaik pada parameter pertumbuhan dan mampu menekan serangan penyakit layu fusarium dengan intensitas penyakit terendah dibandingkan perlakuan lain, yaitu sebesar 2,49% dan tingkat efikasi tertinggi dibandingkan perlakuan lain, yaitu sebesar 92,66%.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfizar, M., dan Susanti, D. F. 2013. Kemampuan Antagonis *Trichoderma* sp. terhadap Beberapa Jamur patogen In Vitro. J. Floratek, 8(1), 45–51.
- Amaria, W., Ferry, Y., Samsudin, S., dan Harni, R. 2016. Pengaruh Penambahan Gliserol pada Media Perbanyakan terhadap Daya Simpan Biofungisida *Trichoderma*. Jurnal Tanaman Industri Dan Penyegar, 3(3), 159. <https://doi.org/10.21082/jtidp.v3n3.2016.p159-166>
- Ambar, A. A., Priyatmojo, A., Hadisutrisno, B., dan Pusposendjojo, N. 2010. Virulensi 9 Isolat *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* dan Perkembangan Gejala Layu Fusarium pada Dua Varietas Tomat di Rumah Kaca. Agrin, 14(2), 1–23.
- Amiroh, A., Aminuddin, M. I., dan Ardiansah, R. 2020. Respon Pemberian Macam Dosis dan Interval Waktu Aplikasi *Trichoderma* sp. terhadap Produksi Tanaman Kedelai (*Glycine max* L.). AGRORADIX : Jurnal Ilmu Pertanian, 4(1), 6–14. <https://doi.org/10.52166/agroteknologi.v4i1.2104>
- Azhari, M. A., Putri, I. W., Pratama, A. I., Hidayah, R. E., dan Ambarsari, L. 2017. Development of Trichodermin Nanoemulsion Based on Medium Chain Triglycerides as Antifungal of *Ganoderma boninense* in vitro. Current Biochemistry, 4(2), 1–11. <http://biokimia.ipb.ac.id>
- BPS. 2024. Produksi Tanaman Sayuran, 2021-2023. <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/NjEjMg==/produksi-tanaman-sayuran.html> (Diakses pada Desember 2024).
- Harni, R., dan Baharuddin. 2014. The Effectiveness of Clove Oil, Citronella Oil, and Garlic Extract Against Vascular Streak Dieback Disease (*Ceratobasidium theobromae*) of Cocoa. Jurnal Tanaman Industri Dan Penyegar - Journal of Industrial and Beverages Crops Research, 1(3), 167–174.
- Hutabalian, M., Pinem, M. I., dan Oemry, S. 2015. Uji Antagonisme Beberapa Jamur Saprofit dan Endofit dari Tanaman Pisang terhadap *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubens* di Laboratorium. Jurnal Online Agroekoteknologi, 3(2), 687–695.
- Ikhwan, Pratiwi, G. R., Paturrohan, E., dan Makarim, A. K. 2013. Peningkatan Produktivitas Padi Melalui Penerapan Jarak Tanam Jajar Legowo. Iptek Tanaman Pangan, 8(2), 72–79.

- Ketut, M. I. 2021. Pengaruh Metabolit Sekunder *Trichoderma* untuk Mengendalikan Organisme Pengganggu Tanaman Kakao. Majalah Ilmiah Universitas Tabanan, 18(1), 1–5.
- Lahati, B. K., dan Ladjinga, E. 2022. Efektifitas *Trichoderma* sp. dalam Mengendalikan Penyakit Layu *Fusarium* sp. di Lahan Pertanaman Tomat. Jurnal Inovasi Penelitian, 3(7), 7227–7234.
- Nandiyanto, A. B. D., Ragadhita, R., dan Fiandini, M. 2023. Interpretation of Fourier Transform Infrared Spectra (FTIR): A Practical Approach in the Polymer/Plastic Thermal Decomposition. Indonesian Journal of Science and Technology, 8(1), 113–126. <https://doi.org/10.17509/ijost.v8i1.53297>
- Octaviani, E. A., Achmad, dan Herliyana, E. N. 2015. Potensi *Trichoderma harzianum* dan *Gliocladium* sp. sebagai Agens Hayati terhadap *Botryodiplodia* sp. Penyebab Penyakit Mati Pucuk pada Jabon (*Anthocephalus cadamba* (ROXB.) MIQ). Jurnal Silvikultur Tropika, 06(1), 27–32.
- Pradana, A. P., Masnilah, R., Izzatika, Z. N., Hoesain, M., Hasjim, S., Wagiyana, Suharto, Alfarisy, F. K., dan Irawan, B. 2024. Manajemen kesehatan tanaman Hortikultura di Desa Sukorambi Kabupaten Jember. Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan, 8(1), 410–420.
- Rizali, A., dan Sari, N. 2023. Daya Antagonisme *Trichoderma* spp. terhadap Patogen *Fusarium oxysporum* Fo Penyebab Penyakit Layu pada Bawang Merah. Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah, 8(2), 204–210.
- Setlight, M. D., M Meray, E. R., dan Lengkong, M. 2019. Jenis dan Serangan Hama Lalat Buah (*Bactrocera dorsalis*) pada Tanaman Tomat (*Solanum lycopersicum*.L) di Desa Tarattak Kecamatan Langowan Utara Kabupaten Minahasa. Cocos, 2(6), 1–8.
- Tanzil, A. I., Sucipto, I., Pradana, A. P., Kusuma, M., Widhayasa, B., Syafaqoh, A., Musa, M. J., dan Nugraha, R. 2022. Keanekaragaman *Fusarium* sp. di Lahan Endemis dan Supresif Layu *Fusarium* Tomat. Jurnal HPT, 10(3), 107–118. <https://doi.org/10.21776/ub.jurnalhpt.2022.010.3.1>
- Watngil, B., Marthin Kalay, A., Talahaturuson, A., dan Uruilal, C. 2024. Penilaian Efektivitas Metabolit Sekunder *Trichoderma harzianum* dalam Menghambat Pertumbuhan *Colletotricum capsici* dan *Cercospora capsici* : Kajian In Vitro. AGROLOGIA, 13(1), 8-16. <http://dx.doi.org/10.30598/ajibt.v13i1>