

**UJI EFEKTIVITAS WAKTU APLIKASI *Trichoderma* sp. UNTUK
MENGENDALIKAN PENYAKIT LAYU FUSARIUM PADA TANAMAN CABAI
(*Capsicum Frutescens* L.)**

***EFFECTIVENESS TEST OF TRICHODERMA sp. APPLICATION TIMING TO
CONTROL FUSARIUM WILT DISEASE IN CHILI PLANTS
(Capsicum frutescens L.)***

Dela Febriana¹, Sunar², Harlina Kusuma Tuti³

^{1, 2} Universitas Borobudur

³ Universitas Lambung Mangkurat

¹ delafebriana11@gmail.com, ² dhafandika@gmail.com, ³ harlinatuti@ulm.ac.id

Masuk: 29 Mei 2024	Penerimaan: 26 November 2024	Publikasi: 07 Desember 2024
--------------------	------------------------------	-----------------------------

ABSTRAK

Cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) merupakan salah satu jenis tanaman hortikultura yang banyak dibudidayakan di Indonesia karena memiliki nilai ekonomi yang cukup tinggi. Cabai memiliki banyak manfaat bagi manusia karena cabai kaya akan protein, lipid, karbohidrat, serat, garam mineral (Ca, P, Fe) dan vitamin A, D3, E, C, K, B2, B12 serta berfungsi sebagai antioksidan. Namun terjadi penurunan produktivitas tanaman cabai diakibatkan adanya serangan penyakit tanaman berupa Layu Fusarium. Penanganan penyakit layu fusarium dapat dilakukan menggunakan *Trichoderma* sp., namun masih kurang efektif karena beberapa hal salah satunya adalah waktu yang tepat untuk aplikasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas waktu aplikasi *Trichoderma* sp. untuk mengendalikan penyakit layu fusarium pada tanaman cabai. Penelitian dilakukan dengan membandingkan waktu aplikasi pada 7 hari sebelum tanam, saat tanam, dan 7 hari setelah tanam, aplikasi dilakukan pada tanaman yang telah terinfeksi patogen *Fusarium oxysporum* dengan metode Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial. Hasil penelitian berupa adanya interaksi antara waktu aplikasi *Trichoderma* sp. dengan fungi patogen *Fusarium oxysporum* pada tanaman cabai, waktu aplikasi *Trichoderma* sp. terbaik untuk mengendalikan patogen *Fusarium oxysporum* terdapat pada saat 7 hari sebelum tanam dengan persentase kelayuan 5.98%. Waktu aplikasi *Trichoderma* sp. mempengaruhi pertumbuhan tanaman serta produktivitas tanaman cabai.

Kata Kunci: Cabai Rawit, Fusarium, *Trichoderma* sp.

ABSTRACT

Cayenne Pepper (*Capsicum frutescens* L.) is a widely cultivated horticultural plant in Indonesia due to its high economic value. Chilies are rich in protein, lipids, carbohydrates, fiber, mineral salts (Ca, P, Fe), and vitamins A, D3, E, C, K, B2, B12, and also serve as antioxidants. However, a decrease in chili plant productivity has been observed due to the occurrence of Fusarium wilt disease. The management of Fusarium wilt disease can be done using *Trichoderma* sp., but its effectiveness is still limited, partly due to factors such as the timing of application. The study compared application timings: 7 days before planting, during planting, and 7 days after planting, using the *Fusarium oxysporum*-infected plants with a factorial Randomized Block Design (RBD) method. The research results indicate an interaction between the application timing of *Trichoderma* sp. and the pathogenic fungus *Fusarium oxysporum* in chili plants. The optimal timing for the application of *Trichoderma* sp. to control *Fusarium oxysporum* was found to be 7 days before planting, resulting in a wilt percentage of 5.98%. The application timing of *Trichoderma* sp. has an impact on both plant growth and chili plant productivity.

Keywords: Cayenne Pepper, Fusarium, *Trichoderma* sp.

PENDAHULUAN

Cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) adalah salah satu jenis tanaman hortikultura yang populer di Indonesia karena memiliki nilai ekonomi yang tinggi. Produksi cabai rawit di Indonesia mengalami fluktuasi selama periode 2018-2022 (Badan Pusat Statistik, 2023). Produksi cabai meningkat dari tahun 2018 hingga 2020, tetapi mengalami penurunan pada tahun 2021 sebesar 8,09% dari tahun sebelumnya, yaitu dari 1,5 juta ton menjadi 1,39 juta ton. Penurunan ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor seperti kondisi lahan, pemilihan benih, tenaga kerja (Andayani, 2016), iklim, serta serangan hama dan penyakit tanaman.

Serangan hama dan penyakit merupakan tantangan serius dalam budidaya cabai. Salah satu penyakit yang sering terjadi adalah penyakit layu fusarium yang disebabkan oleh jamur *Fusarium oxysporum*. Penyakit ini menyebabkan kerugian besar bagi petani, baik dari segi kualitas maupun kuantitas hasil pertanian, dengan tingkat kerugian mencapai 10-15% setiap tahunnya (Peng *et al.*, 2021; Doehleemann *et al.*, 2017). *Fusarium oxysporum* merupakan patogen yang sangat merugikan (Fisher *et al.*, 2020).

Pengendalian penyakit layu fusarium biasanya dilakukan dengan pestisida. Namun, penggunaan pestisida secara berlebihan dapat membahayakan kesehatan manusia (Oktavia *et al.*, 2015), mencemari lingkungan, mengurangi populasi musuh alami, menciptakan resistensi dan resurgensi hama, serta meninggalkan residu pada hasil pertanian (Kardinan, 2002; Tuti *et al.*, 2019). Oleh karena itu, untuk mengurangi penggunaan bahan kimia dalam budidaya tanaman hortikultura dan mengendalikan penyakit layu fusarium, agen hayati seperti *Trichoderma* sp. digunakan.

Namun, efektivitas aplikasi *Trichoderma* sp. dalam mengendalikan penyakit layu fusarium masih belum optimal karena beberapa faktor, salah satunya adalah waktu aplikasi. Aplikasi *Trichoderma* sp. pada saat tanam masih menyebabkan tingkat keparahan penyakit mencapai 45,83% (Alfizar *et al.*, 2011). Hal ini disebabkan oleh ketidakpastian dalam pertumbuhan dan jumlah koloni *Trichoderma* sp. dalam tanah, di mana semakin banyak koloni *Trichoderma* sp., semakin baik pula kompetisi dengan fungi patogen (Hardianti *et al.*, 2014). Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk menentukan waktu aplikasi *Trichoderma* sp. yang paling efektif dalam mengendalikan penyakit layu fusarium.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada periode Juli hingga Oktober 2023, di Perumnas Cengkareng Timur, Jalan Galunggung II, Cengkareng, Jakarta Barat. Alat dan bahan yang digunakan mencakup cangkul, gembor, polybag berukuran 30×30 cm, *Biological Safety cabinet* (BSC), autoklaf, jarum ose, inkubator, timbangan analitik, gelas beker, gelas ukur, dan peralatan tulis. Bahan yang digunakan meliputi benih cabai rawit Dewata, tanah, aquades, isolat fungi *Trichoderma* sp. *Fusarium oxysporum*, dan medium *Potato Dextrose Broth* (PDB) serta *Potato Dextrose Agar* (PDA).

Langkah-langkah penelitian ini mencakup persiapan media tanam, menggunakan campuran tanah, pupuk kandang, dan arang sekam dengan perbandingan 2:1:1 (Oematan *et al.*, 2022). Persiapan media tanam dimulai dengan menyaring tanah untuk membuatnya gembur, kemudian tanah disterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit. Tanah steril dimasukkan ke dalam polybag berukuran 30×30 cm secara bertahap sambil dipadatkan.

Pembuatan media tumbuh jamur dilakukan menggunakan media komersil seperti *Potato Dextrose Agar* (PDA) dan *Potato Dextrose Broth* (PDB). Pembuatan masing-masing media dilakukan sesuai dengan instruksi di kemasan produk, yaitu dengan mencampur 39 gram media bubuk dengan 1 liter aquades dalam gelas beker. Campuran dipanaskan di atas hotplate dan diaduk hingga homogen, kemudian sterilkan menggunakan autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit. Perbanyakan fungi dilakukan di dalam BSC secara aseptik dengan memindahkan miselium fungi dari media padat ke PDB menggunakan jarum ose sebanyak 3 kali.

Erlenmeyer yang berisi suspensi fungi kemudian dikocok dan diinkubasi dalam inkubator shaker selama 7 hari dengan kecepatan 70-80rpm. Ciri-ciri pertumbuhan yang baik dari *Trichoderma* sp. mencakup koloni berbentuk bulat, berwarna hijau, dengan permukaan halus dan adanya garis melingkar (Wulandari *et al.*, 2022) sementara *Fusarium oxysporum* yang tumbuh baik memiliki koloni berwarna putih dengan padatan yang tampak (Sulistyo, 2017). Benih cabai ditanam dalam tanah steril selama 10 hari. Sebelum pemindahan tanaman, dilakukan inokulasi *Fusarium oxysporum* sebanyak 20 ml pada media tanam di dalam polybag yang telah steril, dilakukan 14 hari sebelum pemindahan tanaman (kecuali pada kelompok kontrol). Kemudian, tanaman cabai dengan tinggi yang sama dipilih dan dipindahkan ke polybag yang telah disiapkan.

Parameter yang diamati meliputi persentase kelayuan dengan menggunakan rumus
$$\left(\frac{\text{Jumlah daun yang mengalami layu fusarium}}{\text{Jumlah seluruh daun yang diamati}} \right) \times 100\%$$
, bobot basah tanaman, bobot panen dan jumlah buah. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok

(RAK) faktorial yang terdiri dari 8 perlakuan diantaranya F0T0 (tanpa *Fusarium oxysporum* dan tanpa *Trichoderma* sp), F0T1 (tanpa *Fusarium oxysporum* dan aplikasi *Trichoderma* sp 7 hari sebelum tanam), F0T2 (tanpa *Fusarium oxysporum* dan aplikasi *Trichoderma* sp. pada saat tanam), F0T3 (tanpa *Fusarium oxysporum* dan aplikasi *Trichoderma* sp. 7 hari setelah tanam), F1T0 (aplikasi *Fusarium oxysporum* dan tanpa *Trichoderma* sp.), F1T1 (aplikasi *Fusarium oxysporum* dan aplikasi *Trichoderma* sp. 7 hari sebelum tanam), F1T2 (aplikasi *Fusarium oxysporum* dan aplikasi *Trichoderma* sp pada saat tanam), F1T3 (aplikasi *Fusarium oxysporum* dan aplikasi *Trichoderma* sp. 7 hari setelah tanam). Setiap perlakuan diulang sebanyak 4 kali, sehingga terdapat 32 sampel percobaan. Data yang diperoleh dianalisis sidik ragam pada taraf 5%, apabila hasil menunjukkan pengaruh yang nyata maka dilakukan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) menggunakan perangkat lunak yang bernama *Statistic Program for Social Science* (SPSS).

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Persentase Kelayuan

Penyakit layu *Fusarium* pada tanaman cabai dapat diketahui dari gejalanya berupa tanaman layu pada bagian atas hingga ke seluruh bagian tanaman. Berdasarkan hasil analisis sidik ragam, waktu aplikasi *Trichoderma* sp berpengaruh nyata terhadap persentase kelayuan tanaman cabai akibat fungi *Fusarium oxysporum*. Tanaman cabai dengan persentase kelayuan terendah terdapat pada aplikasi tanpa *Fusarium oxysporum* (F0T0, F0T1, F0T2, dan F0T3), hal tersebut karena tanaman tidak terinfeksi oleh fungi *Fusarium oxysporum* sehingga tidak menunjukkan adanya gejala kelayuan. Sedangkan tanaman dengan perlakuan *Fusarium oxysporum* menunjukkan hasil pengamatan persentase kelayuan tertinggi terdapat pada perlakuan F1T0 dan persentase terendah terdapat pada perlakuan F1T1. Tingginya persentase kelayuan pada perlakuan F1T0 disebabkan karena tidak ada pengendalian untuk menekan pertumbuhannya. Tanaman yang terinfeksi fungi *Fusarium oxysporum* tidak dapat tumbuh normal dikarenakan keberadaannya pada tanaman inang dapat menghambat pengangkutan air dan hara ke seluruh bagian tanaman (Ulya *et al.*, 2020), sehingga menyebabkan tanaman menjadi layu. Pengaruh waktu aplikasi *Trichoderma* terhadap persentase kelayuan tanaman cabai akibat infeksi *Fusarium oxysporum* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengaruh waktu aplikasi *Trichoderma* terhadap persentase kelayuan pada saat 84 HST.

Aplikasi <i>F. oxysporum</i>	Waktu Aplikasi <i>Trichoderma</i>			
	T0	T1	T2	T3
F0	0%	0%	0%	0%
F1	86,93% _c	5,98% _a	6,96% _a	42,41% _b

Keterangan : Tidak ada perbedaan signifikan dalam rata-rata angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam kolom yang sama menurut uji DMRT pada tingkat signifikansi 5%.

Berdasarkan hasil pengamatan dapat diketahui terdapat hubungan yang nyata antara kedua faktor yaitu perlakuan waktu aplikasi *Trichoderma* sp. dengan penyakit layu fusarium pada tanaman cabai. Waktu terbaik aplikasi *Trichoderma* sp. untuk menekan serangan *Fusarium oxysporum* pada tanaman cabai adalah pada saat 7 hari sebelum tanam, yaitu perlakuan F1T1 dan F1T2 dengan persentase kelayuan 5.98% dan 6.96%. Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian (Yasintarsi *et al.*, 2021) yang menyatakan bahwa pemberian *Trichoderma* sp. pada bawang merah pada saat 7 hari sebelum tanam dapat menurunkan intensitas serangan layu Fusarium sebesar 0.71%. Aplikasi *Trichoderma* sp. sebelum penanaman dapat meningkatkan kemampuan *Trichoderma* sp. untuk mencegah dan menekan penyakit pada tanaman. Hal ini dikarenakan sebelum dilakukan penanaman, *Trichoderma* sp. sudah tumbuh dan berkembang pada tanah, sehingga ketika tanaman terinfeksi oleh patogen *Trichoderma* sp. sudah mampu untuk bersaing. Melalui pertumbuhan dan reproduksinya yang cepat, *Trichoderma* sp. dapat merebut unsur hara dan ruang di dekat rizosfer tanaman, mengonsumsi oksigen di udara dan melemahkan pertumbuhan fungi patogen tanaman (Panchalingam *at al.*, 2022).

Menurut penelitian (Wijaya *at al.*, 2011) *Trichoderma* sp. tumbuh merata pada hari ke-7 setelah inkubasi pada berbagai media. Aplikasi *Trichoderma* sp. pada 7 hari sebelum penanaman memberikan waktu bagi *Trichoderma* sp untuk berkembang sebelum tanaman cabai ditanam. Namun pada perlakuan F1T2 yaitu aplikasi saat tanam juga mampu menekan pertumbuhan patogen *Fusarium oxysporum*, hal ini karena *Trichoderma* sp. memiliki kemampuan beradaptasi yang cepat dan kuat terhadap lingkungan (Pescador, *at al.*, 2011 ; Xu *at al.*, 2022). Pertumbuhan fungi *Trichoderma* sp. di dalam tanah akan mendesak pertumbuhan *Fusarium oxysporum* pada daerah sekitar akar tanaman. Setelah beberapa hari diaplikasikan ke tanah, *Trichoderma* sp. dapat dengan cepat terserap ke akar tanaman untuk memperbanyak, dan hifa dengan cepat membungkus akar tanaman untuk membentuk lapisan pelindung, melindungi akar tanaman dari serangan patogen yang membunuh tanaman di sekitarnya

2. Bobot Basah Tanaman

Pengamatan bobot basah tanaman cabai diamati pada saat 84 HST, dengan cara menimbang seluruh bagian tanaman cabai. Berdasarkan hasil pengamatan dan uji statistik menunjukkan bahwa waktu aplikasi *Trichoderma* sp. memiliki pengaruh yang nyata terhadap bobot basah tanaman cabai, dan setiap perlakuan memiliki nilai yang berbeda nyata berdasarkan Uji DMRT taraf 5%. Pengaruh waktu aplikasi *Trichoderma* sp. terhadap bobot basah tanaman cabai dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengaruh waktu aplikasi *Trichoderma* sp. terhadap bobot basah tanaman cabai.

Perlakuan	Bobot Basah (gram)
F0T0	21.77 _{bc}
F0T1	29.07 _d
F0T2	21.82 _{bc}
F0T3	18.42 _b
F1T0	6.73 _a
F1T1	26.31 _c
F1T2	21.77 _{bc}
F1T3	18.82 _b

Keterangan : Tidak ada perbedaan signifikan dalam rata-rata angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam kolom yang sama menurut uji DMRT pada tingkat signifikansi 5%.

Berdasarkan analisis statistik, interaksi antara waktu penerapan *Trichoderma* sp. dan keberadaan penyakit layu *Fusarium* pada tanaman cabai memiliki dampak yang signifikan terhadap bobot basah tanaman. Bobot basah tanaman cabai terbaik dicatat pada perlakuan F0T1 dengan nilai 29,07 gram, yang berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Sesuai dengan hasil penelitian Erwin (2019) dengan hasil *Trichoderma* sp. efektif diaplikasikan pada 7 hari sebelum tanam dikarenakan *Trichoderma* sp. memerlukan waktu untuk terurai dan menyatu pada media tanam. Oleh karena itu, pemberian *Trichoderma* sp. pada tanaman 7 hari sebelum tanam memungkinkannya untuk tumbuh dan berkembang di dalam tanah, memberikan perlindungan yang lebih baik terhadap patogen fungi selama tahap awal pertumbuhan tanaman. *Trichoderma* sp. memiliki kemampuan untuk menghasilkan beberapa enzim, termasuk *selulobiobidrolase* (CBH) yang berperan dalam mengurai selulosa alami, endoglikanase yang bertanggung jawab atas pemecahan selulosa terlarut, dan glukosidase yang berperan dalam mengubah unit selobiosa menjadi molekul glukosa.

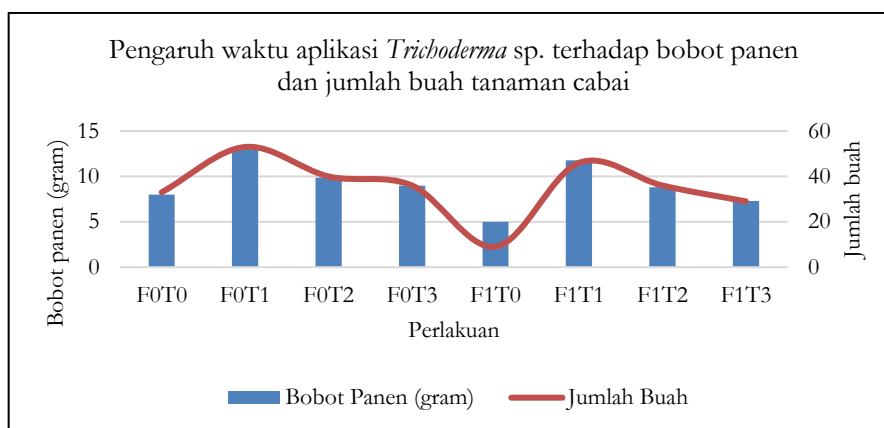
Dengan kemampuan ini, *Trichoderma* sp. dapat melepaskan hara yang terikat dalam senyawa kompleks, membuatnya tersedia bagi tanaman seperti unsur hara N dan P (Cahyani *et al.*, 2021). Nitrogen merupakan unsur hara yang berfungsi untuk pembentukan zat hijau daun, serta berperan dalam pertumbuhan vegetatif tanaman seperti tinggi tanaman dan jumlah daun

yang kemudian akan berpengaruh pada bobot basah tanaman. Sedangkan bobot basah terendah tercatat pada perlakuan F1T0 dengan nilai 6,73 gram, dimana aplikasi patogen *Fusarium oxysporum* tanpa diaplikasikan *Trichoderma* sp. juga menunjukkan perbedaan nyata dengan perlakuan lainnya. Hal tersebut karena pada perlakuan F1T0 tanaman cabai terinfeksi oleh fungi *Fusarium oxysporum* dan tidak dilakukan pengendalian sehingga menyebabkan pertumbuhan cabai terhambat dan tanaman menjadi kerdil sehingga akan mempengaruhi pada bobot basah tanaman. Sesuai dengan penelitian Sutrisni (2012), bahwa tanaman yang terinfeksi fungi *Fusarium oxysporum* akan menyebabkan pangkal batang mengeras, dan tanaman tumbuh kerdil.

3. Bobot Panen Tanaman dan Jumlah Buah

Pengamatan bobot panen dan jumlah buah tanaman cabai diamati pada saat 84 HST. Berdasarkan hasil pengamatan dan uji statistik dapat diketahui bahwa waktu aplikasi *Trichoderma* sp. terbaik terdapat pada 7 hari sebelum tanam baik pada perlakuan tanpa *Fusarium oxysporum* (F0T1) maupun dengan aplikasi *Fusarium oxysporum* (F1T1). Pada aplikasi F0T1 bobot panen 52,83 gram dan pada perlakuan F1T1 memiliki bobot panen 47,13 gram. Hal ini disebabkan karena pada waktu aplikasi *Trichoderma* sp. 7 hari sebelum tanam, *Trichoderma* sp. sudah berkembang biak secara optimal sehingga dapat menekan serangan fungi *Fusarium oxysporum* akibatnya pertumbuhan cabai menjadi lebih baik.

Sedangkan bobot panen terendah terdapat pada perlakuan F1T0 yaitu 17,24 gram, hal tersebut karena tanaman terinfeksi fungi *Fusarium oxysporum* dan tidak diaplikasikan *Trichoderma* sp. sehingga berakibat pada produktivitas tanaman yang rendah. Sama halnya dengan bobot panen, pada parameter jumlah buah juga menunjukkan perlakuan terbaik terdapat pada F0T1 dan F1T1, sedangkan perlakuan dengan hasil terendah terdapat pada F1T0. Diketahui bahwa bobot panen dan jumlah buah memiliki keterkaitan satu sama lain, menurut Mareza *et al.*, (2021) jika jumlah buah pertanaman semakin banyak, maka bobot buah juga akan semakin berat. Diagram bobot buah dan jumlah buah dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Pengaruh waktu aplikasi *Trichoderma* sp. terhadap bobot panen dan jumlah buah tanaman cabai.

Aplikasi *Trichoderma* sp. pada 7 hari sebelum tanaman dapat memberikan hasil bobot panen dan jumlah buah terbaik karena *Trichoderma* sp memerlukan waktu untuk berkembang di dalam tanah, sehingga pada saat dilakukan penanaman *Trichoderma* sp. sudah membentuk koloni disekitar area perakaran yang memungkinkan *Trichoderma* sp. sudah siap berinteraksi dengan tanaman. *Trichoderma* sp. akan memperpanjang sel-sel akar, kemudian meningkatkan kemampuan tanaman dalam menyerap hara. Serapan hara yang optimal mendukung pertumbuhan tanaman dengan lebih baik karena kebutuhan nutrisinya terpenuhi, yang pada akhirnya berkontribusi pada peningkatan bobot panen dan jumlah buah pada tanaman (Contreras-Cornejo *et al.*, 2009). *Trichoderma* sp. memiliki kemampuan untuk menghancurkan selulosa, zat pati, lignin dan senyawa-senyawa organik yang mudah larut seperti protein dan gula (Alfizar *et al.*, 2011), sehingga unsur hara menjadi tersedia bagi tanaman dan sapat dimanfaatkan untuk pertumbuhan tanaman.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Terdapat interaksi antara waktu aplikasi *Trichoderma* sp. dengan fungi patogen *Fusarium oxysporum* pada parameter persentase kelayuan, bobot basah tanaman, bobot panen dan jumlah buah.
2. Waktu aplikasi *Trichoderma* sp. terbaik untuk mengendalikan patogen *Fusarium oxysporum* terdapat pada perlakuan F1T1 saat 7 hari sebelum tanam dengan persentase kelayuan 5.98%.
3. Waktu aplikasi *Trichoderma* sp. mempengaruhi pertumbuhan tanaman serta produktivitas tanaman cabai.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfizar, Marlina dan Hasanah. (2011). Upaya Pengendalian Penyakit Layu *Fusarium oxysporum* Dengan Pemanfaatan Agen Hayati Cendawan FMA dan *Trichoderma harzianum*. *Jurnal Floratek*, 6(1): 8-17.
- Andayani, S. R. (2016). Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Produksi Cabai Merah. Fakultas Pertanian Universitas Majalengka. *Mimbar Agribisnis: Jurnal Pemikiran Masyarakat Ilmiah Berwawasan Agribisnis*, 1(3):261-267.
- Badan Pusat Statistik. Statistik Tanaman Sayuran (2022). [internet]. [diakses Minggu, 18 Juni 2023]. Tersedia di <https://www.bps.go.id/indicator/55/61/2/produksi-tanaman-sayuran.html>.
- Cahyani, K. I., Sudana, I. M dan Wijayana, G. (2021). Pengaruh Jenis *Trichoderma* spp. terhadap Pertumbuhan, Hasil, dan Keberadaan Penyakit Tanaman Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.). *Agrotop : Journal on Agriculture Science*, 11(1):40-49.
- Contreras-Cornejo H. A., Macias-Rodriguez L., Cortes-Penagos C and Lopez-Bucio J. (2009). *Trichoderma* Virens, a Plant Beneficial Fungus, Enhances Biomass Production and Promotes Lateral Root Growth Through an Auxin-Dependent Mechanism in Arabidopsis. *Plant Physiology*, 149(3):1579–1592.
- Doehlemann, G., Okmen, B., Zhu, W and Sharon, A. (2017). Plant Pathogenic Fungi. *Microbiology Spectrum: American Society for Microbiology Press*. 5(1):1-23.
- Erwin R.A. Z. (2019). Efektivitas Pemanfaatan *Trichoderma* sp. dalam Pengendalian *Fusarium* sp. pada Tanaman Bawang Merah (*Allium cepa*). *Skripsi*. Program Studi Agroteknologi. Fakultas Pertanian. Universitas Medan Area.
- Fisher, M.C., Gurr, S.J., Cuomo, C.A., Blehert, D.S., Jin, H., Stukenbrock, E.H., Stajich, J.E.; Kahmann, R., Boone, C and Denning, D.W. (2020). Threats Posed by the Fungal Kingdom to Humans, Wildlife, and Agriculture. *mBio*, 11 (3): 449-20.
- Hardianti, A., R., Yuni, S., R dan Mahanani, T., A. (2014). Efektivitas Waktu Pemberian *Trichoderma harzianum* dalam Mengatasi Serangan Layu *Fusarium* pada Tanaman Tomat Varietas Ratna. *Lentera Bio*, 3(1):21-25.
- Kardinan, A. (2002). *Pestisida Nabati Ramuan dan Aplikasi*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Mareza, E., K. Agustina, Yursida dan M. Syukur. (2021). Keragaan Agronomi Cabai Keriting (*Capsicum annum* L.) IPB di Lahan Pasang Surut Sumatera Selatan. *J. Agron Indonesia*, 49(2): 169–176.
- Oematan, S. S., Yosefina R. Y., Antonius S. S. N dan Huki, C. F. F. H. (2022). Pengaruh Komposisi Media Tanam (Perbandingan Tanah, Pupuk Kandang, dan Arang Sekam) terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kangkung Darat (*Ipomoea reptans* Poir). *Jurnal Wana Lestari*. 4 (2):314-322.
- Oktavia, N., D., Anita, D., M., dan Rahayu, S., P. (2015). Penggunaan Pestisida dan Kandungan Residu pada Tanah dan Buah Semangka (*Citrullus vulgaris*, Schard) (Studi di Kelompok Tani Subur Jaya Desa Mojosari Kecamatan Puger Kabupaten Jember). *Artikel Ilmiah Hasil Penelitian Mahasiswa*. Universitas Jember, Hal. 1-9
- Panchalingam, H., Powell, D., Adra, C., Foster, K., Tomlin, R., dan Quigley, B. L. . (2022). Assessing the Various Antagonistic Mechanisms of *Trichoderma* Strains Against the Brown Root Rot Pathogen *Pyrrhoderma Noxium* Infecting Heritage Fig Trees. *Journal of Fungi*. 8(10) :1-25
- Peng, Y.; Li, S.J. Yan, J. Tang, Y. Cheng, J.P. Gao, A.J. Yao, X. Ruan, J.J. and Xu, B.L. (2021). Research Progress on Phytopathogenic Fungi and Their Role as Biocontrol Agents. *Frontiers in Microbiology*, 12(1):1-13

- Pescador, L., Fernandez, I., Pozo, M. J., Romero-Puertas, M. C., Pieterse, C., dan Martínez-Medina, A. (2022). Nitric Oxide Signalling in Roots is Required for MYB72- Dependent Systemic Resistance Induced by *Trichoderma* Volatile Compounds in Arabidopsis. *Journal of Experimental Botany*, 73 (2):584–595.
- Sulistyo K. A. (2017). Karakterisasi Fisiologi dan Identifikasi Molekular Isolat Khamir serta Uji Potensi Antagonisnya terhadap Patogen Penyebab Penyakit Layu Fusarium (*Fusarium* sp.). *Skripsi*. Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya.
- Sutrisni, R dan Widodo. (2012). Keragaman Fusarium pada Rizosfer Tanaman Kacang Panjang dan Peranannya bagi Pertumbuhan Tanaman. *Jurnal Fitopatologi*, 8(5):128-137.
- Tuti, H. K., Dadang dan Ratna, E.S. (2019). Aktivitas Ekstrak Averrhoa bilimbi, Annona squamosa, dan Tithonia diversifolia terhadap Mortalitas dan Penghambatan Pertumbuhan Larva Crocidolomia pavonana (*Lepidoptera*: Crambidae). *Jurnal Hortukultura Indonesia*, 10(1):46-54.
- Wijaya, I., Oktarina. dan Virdanuriza, M. (2011). Pembiakan Massal Fungi *Trichoderma* sp pada Beberapa Media Tumbuh Sebagai Agen Hayati Pengendalian Penyakit Tanaman. *Agritrop Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 10(1):1-10.
- Wulandari R., Fadilla L., Rezky S.P., Linda A., Junaidi, dan Priyanti. (2022). Isolasi Jamur *Trichoderma* spp. Pengendali Penyakit Tanaman dari Rizosfir Padi (*Oryza sativa*). *Prosiding Semnas Bio 2022*, Hal. 616-622. UIIn Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Xu, H., Yan, L., Zhang, M., Chang, X., Zhu, D. and Wei, D. (2022). Changes in the Density and Composition of Rhizosphere Pathogenic *Fusarium* and Beneficial *Trichoderma* Contributing to Reduced Root Rot of Intercropped Soybean. *Pathogens*. 11(4):1-16.