



Aplikasi *Gliocladium virens* Miller Untuk Menekan Intensitas *Fusarium oxysporum* f. sp. *capsici* Schlechtendahl Pada Tanaman Cabai (*Capsicum annuum* L.) Kultivar Tanjung-2

***Application of Gliocladium virens* Miller To Reduce The Intensity of *Fusarium oxysporum* f. sp. *capsici* Schlechtendahl on Chili (*Capsicum annuum* L.) Tanjung-2 Cultivar**

Yenny Muliani¹; Hery Purnomo Asean²; Dzakiyyah Fatin Sakiina Amiro^{1*}

¹ Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Islam Nusantara

² UPTD Balai Benih Hortikultura Provinsi Jawa Barat

Email:

dzakiyyahfsa24@gmail.com

Abstrak

Cabai (*Capsicum annuum* L.) yakni tanaman sayuran yang banyak dibudidayakan, terutama cabai kultivar Tanjung-2 yang umumnya lebih disukai oleh konsumen karena cocok digunakan sebagai sambal dan bumbu masakan. Produksi cabai dapat berkurang hingga 100% akibat serangan *Fusarium oxysporum* f. sp. *capsici* Schlechtendahl penyebab penyakit layu pada tanaman cabai. Salah satu upaya mengendalikan *F. oxysporum* menggunakan agensia hayati *Gliocladium virens* Miller. Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh dan dosis *G. virens* yang efektif dalam menekan intensitas *F. oxysporum* penyebab penyakit layu pada tanaman cabai. Penelitian menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) dengan 6 perlakuan dan 4 ulangan. Perlakuan meliputi P1= Kontrol (Tanpa perlakuan), P2= *G. virens* 15 g tan⁻¹, P3= *G. virens* 20 g tan⁻¹, P4= *G. virens* 25 g tan⁻¹, P5= *G. virens* 30 g tan⁻¹, P6= Pestisida bahan aktif karbendazim 50% 2 g l⁻¹ air (Perlakuan perbandingan). Hasil penelitian menunjukkan bahwa *G. virens* berpengaruh dalam menekan intensitas *F. oxysporum* penyebab penyakit layu pada tanaman cabai kultivar Tanjung-2 dengan dosis efektif 20 g tan⁻¹ untuk menekan intensitas *F. oxysporum* sebesar 65,21%.

Kata kunci: *Gliocladium virens* Miller, *Fusarium oxysporum* f. sp. *capsici* Schlechtendahl, Pengendalian hayati

Abstract

Chili (*Capsicum annuum* L.) is a widely cultivated vegetable plant, especially the Tanjung-2 chili cultivar which is generally preferred by consumers because it is suitable for use as a chili sauce and cooking seasoning. Chili production can be reduced by up to 100% due to attack by *Fusarium oxysporum* f. sp. *capsici* Schlechtendahl causes wilt disease in chili plants. One of the efforts to control *F. oxysporum* is using the biological agent *Gliocladium virens* Miller. The aim of this study was to determine the effect and effective dose of *G. virens* in suppressing the intensity of *F. oxysporum* that causes wilt disease in chili plants. The study used a randomized block design (RBD) with 6 treatments and 4 replications. The treatments included P1= Control (without

treatment), P2= *G. virens* 15 g plant⁻¹, P3= *G. virens* 20 g plant⁻¹, P4= *G. virens* 25 g plant⁻¹, P5= *G. virens* 30 g plant⁻¹, P6 = The pesticide active ingredient carbendazim 50% 2 g l⁻¹ water (comparison treatment). The results showed that *G. virens* had an effect on suppressing the intensity of *F. oxysporum* that causes wilt disease in chili cultivar Tanjung-2 with an effective dose of 20 g plant⁻¹ to suppress the intensity of *F. oxysporum* by 65.21%.

Keywords: *Gliocladium virens* Miller, *Fusarium oxysporum* f. sp. *capsici* Schlechtendahl, Biological control

1 Pendahuluan

Cabai (*Capsicum annuum* L.) merupakan tanaman semusim dengan bentuk perdu, berdiri tegak, dan menjadi salah satu komoditas hortikultura yang banyak dibudidayakan serta populer di dunia karena memiliki nilai ekonomis tinggi (Cahya & Bangun, 2020). Masyarakat memanfaatkan cabai sebagai bumbu pada masakan sehari-hari serta dapat dijadikan sebagai bahan baku pada industri pangan dan farmasi (Mamoto *et al.*, 2020).

Tanaman cabai buahnya memiliki rasa pedas yang berasal dari kandungan capsaicin (Ziaulhaq & Amalia, 2022). Capsaicin dalam buah cabai dinilai baik untuk memelihara kesehatan jantung karena berkaitan dengan khasiatnya sebagai anti diabetes, anti hipertensi, dan anti obesitas serta secara tradisional cabai juga sering dimanfaatkan untuk mengatasi nyeri, sakit gigi, penambah selera makan, serta memiliki aktivitas anti jamur, dan anti bakteri (Lestari, 2021).

Cabai kultivar Tanjung-2 umumnya lebih disukai oleh konsumen masyarakat Indonesia karena mudah digerus sehingga cocok untuk digunakan sebagai sambal dan bumbu masakan, sehingga diterima dengan baik di pasar-pasar lokal serta harus tetap ada dan hasil panennya di pasar lokal selalu laku, juga umur panennya cepat (Khaririyatun *et al.*, 2014; Saputra *et al.*, 2021).

Upaya dalam meningkatkan produksi cabai terdapat kendala karena adanya serangan organisme pengganggu tanaman (OPT), salah satunya dari kelompok jamur yakni *Fusarium oxysporum* f. sp. *capsici* Schlechtendahl yang termasuk dalam jenis patogen tular tanah (*soil borne*) yang mematikan serta berdampak pada kualitas dan kuantitas cabai (Putra *et al.*, 2019).

Penyakit layu fusarium yang disebabkan oleh *F. oxysporum* dapat mengurangi produksi cabai hingga 100%, terutama jika penyakit menyerang tanaman saat masih fase vegetatif (Shafique *et al.*, 2015; Soesanto *et al.*, 2022). Gejala yang ditimbulkan akibat serangan *F. oxysporum* yaitu tampak layu saat siang hari, kemudian tampak segar pada sore dan pagi hari, daun gugur, dan rontok (Heriyanto, 2019). Tanaman yang terinfeksi batang bagian dalam dari sistem pembuluh terlihat berubah menjadi coklat (Lahati & Ladjinga, 2022).

Biasanya petani dalam pengendalian dan pencegahan penyakit layu fusarium menggunakan pestisida sintetik berbahan aktif seperti karbendazim (Bashir *et al.*, 2018). Penggunaan pestisida sintetik dianggap lebih cepat dalam mengendalikan patogen, namun penggunaan pestisida sintetik memiliki dampak buruk pada ekosistem pertanian, sehingga diperlukan adanya pengendalian yang bersifat ramah lingkungan (Wati *et al.*, 2020). Serta dampak buruk lainnya adalah residu pada lingkungan, karena memerlukan waktu yang lama untuk penguraiannya (dekomposisi) serta dapat membunuh organisme non target (musuh alami) (Wulandari *et al.*, 2019). Karena adanya dampak negatif penggunaan pestisida sintetik tersebut, alternatif pengendalian penyakit tanaman untuk mendukung budidaya ramah lingkungan yakni dengan memanfaatkan agensia hayati salah satunya dengan menggunakan jamur yang bersifat antagonis terhadap *F. oxysporum*.

Salah satu agensia hayati yang dapat berperan sebagai antagonis terhadap patogen tanaman yakni *Gliocladium virens* Miller (Lestari *et al.*, 2021). *Gliocladium* berperan sebagai jamur

antagonis yang efektif dalam mengendalikan patogen tanaman, terutama untuk patogen tular tanah karena menghasilkan senyawa metabolit sekunder seperti gliotoksin, viridian, dan paraquinon yang fungitoksik (Jhilmil *et al.*, 2021).

2 Metode Penelitian

Penelitian dilaksanakan di UPTD Balai Benih Hortikultura Jl. Raya Jatinangor Kel. Hegarmanah Kec. Jatinangor Kab. Sumedang, Jawa Barat 45363. Lokasi tersebut terletak pada ketinggian 750 meter di atas permukaan laut dengan suhu rata-rata 26-30° C. Penelitian dilaksanakan selama empat bulan dari bulan Februari-Mei 2023.

Alat yang digunakan yaitu; cangkul, polybag, ajir, selang, timbangan digital, gunting, ember, papan penanda, alat tulis, handphone. Bahan yang akan digunakan saat penelitian; Tanah, pupuk kandang ayam, pupuk NPK 16:16:16, sekam bakar, cocopeat, benih cabai kultivar Tanjung-2, media biakan *Gliocladium virens*, pestisida bahan aktif karbendazim, air.

Penelitian di lapangan menggunakan metode Rancangan Acak kelompok (RAK) non faktorial dengan 6 perlakuan dan diulang sebanyak 4 kali yang terdiri dari 24 plot, satu plot terdiri dari 10 tanaman. Adapun enam perlakuan tersebut yakni: P1 : Kontrol (Tanpa perlakuan *G. virens*); P2 : *G. virens* 15 g tan⁻¹; P3 : *G. virens* 20 g tan⁻¹; P4 : *G. virens* 25 g tan⁻¹; P5 : *G. virens* 30 g tan⁻¹; P6 : Pestisida bahan aktif karbendazim 50% 2 g l⁻¹ air (Perlakuan pembandingan).

Data penelitian dianalisis menggunakan sidik ragam (ANOVA) dengan uji jarak berganda Duncan pada taraf 5% untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan.

Variabel pengamatan

Intensitas penyakit layu fusarium

Pengamatan intensitas penyakit bertujuan untuk mengetahui apakah *G. virens* mampu menekan penyakit layu yang disebabkan oleh patogen *F. oxysporum*. Pengamatan intensitas penyakit dilakukan pada saat tanaman cabai berumur 5 MST-9 MST, dilakukan secara visual setiap 1 minggu sekali. Pengamatan intensitas serangan penyakit dapat dihitung menggunakan rumus Cooke (2006) sebagai berikut:

$$I = \frac{n}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

I = intensitas serangan penyakit,

n = jumlah tanaman yang bergejala penyakit,

N = jumlah total tanaman yang diamati.

Tinggi Tanaman Cabai

Pengukuran tinggi tanaman cabai dimulai dari permukaan tanah hingga ujung tanaman untuk mengetahui pertumbuhan tanaman cabai menggunakan penggaris/meteran. Pengamatan dilakukan pada saat tanaman cabai umur 5-9 MST.

Produksi Buah Cabai Per Plot

Buah cabai dapat dipanen pada umur 60-80 HST, hasil panen dihitung sebanyak 3 kali dengan interval 3-7 hari sekali dipanen pada pagi hari. Pengamatan hasil panen dilakukan dengan cara menimbang buah cabai per plot menggunakan timbangan digital.

3 Hasil dan Pembahasan

Intensitas penyakit layu fusarium

Pengamatan intensitas penyakit layu fusarium dilakukan pada saat tanaman cabai umur 5-9 MST. Hasil analisis rata-rata intensitas penyakit layu fusarium disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisis Rata-rata Intensitas Penyakit Layu Fusarium

Perlakuan	Rata-rata Intensitas Penyakit Layu Fusarium				
	5 MST	6 MST	7 MST	8 MST	9 MST
P1	40,00 a	47,50 b	50,00 b	55,00 c	57,50 c
P2	35,00 a	42,50 ab	35,00 a	30,00 b	27,50 b
P3	32,50 a	35,00 ab	32,50 a	25,00 ab	20,00 ab
P4	30,00 a	32,50 ab	27,50 a	20,00 ab	15,00 a
P5	37,50 a	30,00 a	25,00 a	17,50 ab	12,50 a
P6	42,50 a	40,00 ab	30,00 a	15,00 a	10,00 a

Keterangan :

- Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan pada taraf nyata 5%

Hasil analisis rata-rata intensitas penyakit layu fusarium pada pengamatan 5 MST masing-masing perlakuan menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata, karena pengamatan dilakukan sebelum aplikasi *G. virens* dan pestisida bahan aktif karbendazim, sehingga belum terlihat jelas perbedaan antara perlakuan.

Hasil pengamatan intensitas penyakit layu fusarium pada 6 MST semua perlakuan menunjukkan pengaruh tidak berbeda nyata dengan perlakuan P1, kecuali dengan perlakuan P5 berbeda nyata. Hal tersebut menunjukkan bahwa aplikasi *G. virens* pada pengamatan tersebut belum menunjukkan efektivitasnya, karena sifat agensia hayati yang umumnya memerlukan waktu untuk beradaptasi. Agensia hayati memerlukan waktu untuk adaptasi, supaya dalam perkembangannya mencapai populasi optimum untuk mengkolonisasi tanaman sehingga populasi patogen dalam tanah menurun serta dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman (Musdalifa *et al.*, 2017; Syam *et al.*, 2022).

Hasil analisis pada pengamatan 7 MST perlakuan P1 berbeda nyata dengan semua perlakuan. Agensia hayati *G. virens* sudah mampu beradaptasi di lingkungan dan berpengaruh terhadap *F. oxysporum* yang menyerang tanaman. Pertumbuhan jamur antagonis dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain kondisi lingkungan yang meliputi suhu, cahaya, pH, kelembaban, dan nutrisi (Suryani & Cahyanto, 2022).

Pengamatan 8 MST perlakuan P1 berbeda nyata dengan semua perlakuan, perlakuan P2 berbeda nyata dengan P6 namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan P3, P4, dan P5. *Gliocladium* sebagai mikroparasit dan kompetitor aktif terhadap jamur patogen dengan

menghasilkan sejumlah enzim yang bersifat toksik terhadap patogen, sehingga patogen akan mati setelah terjadinya endolisis atau autolisis (Rusli *et al.*, 2021).

Pengamatan 9 MST semua perlakuan berbeda nyata dengan P1 (kontrol). Pengamatan intensitas penyakit pada Perlakuan P1 mengalami peningkatan yakni sebesar 57,5%. Hikmahwati *et al.* (2020) memaparkan bahwa peningkatan suatu penyakit yang menyerang tanaman dapat disebabkan oleh faktor lingkungan. Sedangkan perlakuan yang diaplikasikan *G. virens* mengalami penurunan intensitas penyakit, dengan persentase intensitas terendah pada P5 12,5% (9 MST). Gliotoksin dan gliovirin termasuk metabolit sekunder yang dihasilkan oleh jamur dan diketahui bersifat antagonis terhadap patogen tular tanah (Marvin *et al.*, 2020). *Gliocladium* sp. sebagai jamur saprofit maupun parasit pada jamur patogen, mampu berkompetisi dalam mendapatkan nutrisi serta bersifat hiperparasit dengan menghasilkan zat penghambat (Afriani *et al.*, 2019). Perlakuan P6 menunjukkan intensitas serangan penyakit pada tanaman terendah yakni 10%. Perlakuan pestisida memiliki cara kerja yang cepat dalam menghambat perkembangan patogen, bahan aktif pestisida yang masuk ke dalam sistem jaringan tanaman akan ditranslokasikan ke seluruh bagian tanaman akan meracuni patogen. Karbendazim merupakan pestisida golongan benzimidazole dengan cara kerjanya (*Mode of action*) mengganggu biosintesis DNA patogen selama pembelahan sel serta menghambat polimerisasi tubulin patogen yang merupakan komponen utama mikrotubulin (Corcia *et al.*, 2018; Muljowati *et al.*, 2023).

Tinggi Tanaman

Pengamatan tinggi tanaman cabai dimulai pada saat tanaman berumur 5 MST Berikut hasil pengamatan rata-rata tinggi tanaman cabai disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Analisis Rata-rata Tinggi Tanaman Cabai

Perlakuan	Rata-rata Tinggi Tanaman Cabai				
	5 MST	6 MST	7 MST	8 MST	9 MST
P1	18,82 a	27,88 a	35,62 a	40,08 a	43,98 a
P2	19,89 a	28,94 ab	36,39 ab	42,89 ab	48,14 ab
P3	20,67 a	32,21 ab	39,97 ab	46,20 bc	51,01 b
P4	21,77 a	34,07 b	40,60 ab	47,25 bc	51,54 b
P5	20,01 a	31,85 ab	40,72 b	48,31 c	52,36 b
P6	18,93 a	28,60 a	41,22 b	48,67 c	52,81 b

Keterangan :

- Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan pada taraf nyata 5%

Berdasarkan hasil pengamatan tinggi tanaman cabai pada 5 MST dilakukan sebelum aplikasi perlakuan, semua perlakuan tidak berbeda nyata sehingga belum ada pengaruh untuk semua perlakuan. Hal tersebut diduga karena kandungan unsur hara yang terdapat di dalam tanah mencukupi untuk awal pertumbuhan tanaman.

Berdasarkan hasil analisis pengamatan 6 MST Perlakuan P1 tidak berbeda nyata dengan semua perlakuan, namun berbeda nyata dengan perlakuan P4. Agensia hayati dapat tumbuh dan berkembang ketika kondisi lingkungannya sesuai (Widyaningsih & Triasih, 2023). *G. virens* masih beradaptasi dengan lingkungannya. Pengamatan 7 MST perlakuan P1 tidak berbeda nyata

dengan perlakuan P2, P3, dan P4 namun berbeda nyata dengan perlakuan P5 dan P6. *Gliocladium* sp. menyediakan unsur-unsur hara yang diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman, karena berperan sebagai pengurai bahan organik (Dianawati & Hamdani, 2019).

Pada pengamatan 8 MST perlakuan P1 tidak berbeda nyata dengan perlakuan P2 dan berbeda nyata dengan semua perlakuan. *G. virens* sebagai biodekomposer berfungsi dalam menguraikan bahan organik menjadi unsur dalam bentuk terlarut, sehingga menjadi lebih mudah diserap oleh tanaman (Dewi & Ahmad, 2021). *Gliocladium* menghasilkan enzim selulase yakni endoglukanase, enzim tersebut dapat mendegradasi salah satu penyusun selulosa yaitu glukkan, serta mampu menghasilkan enzim karboksimetil selulase yang berfungsi dalam mendegradasi selulosa yang menjadi penyusun utama bahan organik, sehingga pertumbuhan tanaman mengalami peningkatan (Salem & Rahman, 2015; Malik *et al.*, 2022).

Pengamatan 9 MST perlakuan P1 berbeda nyata dengan semua perlakuan, namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan P2. *G. virens* merupakan jamur tanah yang berperan sebagai pemacu pertumbuhan tanaman, dikenal sebagai *Plant Growth Promoting Fungi* (PGPF) (Attia *et al.*, 2022). PGPF berfungsi sebagai antagonis atau biokontrol dengan mekanisme kompetisi untuk tempat dan nutrisi (Omomowo *et al.*, 2020), memproduksi hormon pertumbuhan, meningkatkan kelarutan mineral, mengkolonisasi akar, dan sebagai *Induced Systemic Resistance* (ISR) pada tanaman (Shasmita *et al.*, 2022). Selain PGPF dapat menekan patogen pada tanaman, juga berperan pada peningkatan nutrisi dalam tanah dengan menghasilkan 1-amino siklopropana-1-karboksilat (ACC) (Adedayo *et al.*, 2022). Karbendazim menghambat degradasi aktivitas enzim patogen, sehingga mempengaruhi penyerapan substrat patogen (Di *et al.*, 2021). Hasil penelitian de Andrade *et al.* (2023) karbendazim dapat meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman, meliputi tinggi tanaman, bobot serta kandungan klorofil.

Hasil Panen Buah Cabai Per Plot

Pengamatan hasil panen buah cabai dilakukan sebanyak 3 kali pemanenan dengan interval waktu panen 1 minggu sekali pada umur tanaman 10 MST. Hasil analisis nilai rata-rata hasil panen buah cabai per plot pada disajikan Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Analisis Rata-rata Hasil Panen Buah Cabai Per Plot

Perlakuan	Rata-rata Hasil Panen Buah Cabai (g plot ⁻¹)
P1	339,50 a
P2	524,50 ab
P3	549,25 ab
P4	558,00 b
P5	613,00 b
P6	677,00 b

Keterangan :

- Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan pada taraf nyata 5%

Berdasarkan hasil analisis uji jarak berganda Duncan pada taraf 5% pemberian *G. virens* berpengaruh terhadap hasil panen buah cabai, perlakuan P5 berbeda nyata dengan perlakuan P1

yang dijadikan kontrol namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan P2, P3, P4, dan P6. Hal ini diduga karena adanya pengaruh tingkat persentase intensitas penyakit yang berbeda, dapat dilihat pada Tabel. 1 pengamatan 9 MST, intensitas penyakit layu fusarium lebih rendah dan berbeda nyata dengan perlakuan P2, rata-rata hasil panen buah cabai menunjukkan bahwa perlakuan P5 menghasilkan panen buah cabai sebanyak 613 gram. Penggunaan *Gliocladium* sp. dapat mempercepat proses penyuburan tanah sebagai bioaktivator dalam penguraian bahan organik (Krisnadi, *et al.*, 2020). Selain itu, faktor ketersediaan unsur hara pada tanah berpengaruh terhadap pertumbuhan dan laju fotosintesis yang berdampak pada jumlah karbohidrat, protein dan lemak yang terbentuk akan berpengaruh terhadap bobot buah (Sopialena, 2018).

Berdasarkan analisis perlakuan P6 pestisida sintetik karbendazim 50% rata-rata hasil panen buah cabai merupakan yang tertinggi dibandingkan dengan semua perlakuan, yakni 677 gram, sedangkan rata-rata hasil panen buah cabai terendah terdapat pada perlakuan P1 yakni 339,50 gram. Hal tersebut berkaitan dengan data pengamatan intensitas pada Tabel. 1 yang menunjukkan bahwa perlakuan P6 memiliki intensitas yang paling rendah dibandingkan dengan semua perlakuan, sejalan dengan pendapat Lianti *et al.* (2022) hasil panen buah secara signifikan dipengaruhi oleh persentase keparahan penyakit, semakin rendah intensitas serangan maka hasil panen akan semakin tinggi. Karbendazim dikenal karena aktivitas spektrum luas untuk mengendalikan beberapa jamur patogen yakni dari ascomycota, beberapa basidiomycota dan deuteromycota (Leadbeater, 2014; Mbadianya *et al.*, 2023). Berdasarkan hasil penelitian Gupta *et al.* (2023) karbendazim mengurangi persen keparahan serangan patogen serta meningkatkan hasil panen.

4 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan, maka dapat diperoleh kesimpulan aplikasi *G. virens* berpengaruh dalam menekan intensitas *F. oxysporum* pada tanaman cabai kultivar Tanjung-2 dan Dosis *G. virens* 20 g tan⁻¹ efektif untuk menekan intensitas *F. oxysporum* pada tanaman cabai kultivar Tanjung-2 sebesar 65,21%.

5 Daftar Pustaka

- Adedayo, A. A., Babalola, O. O., Prigent-Combaret, C., Cruz, C., Stefan, M., Kutu, F., Glick, B. R. 2022. The application of plant growth-promoting rhizobacteria in *Solanum lycopersicum* production in the agricultural system: a review. *PeerJ*, 10, e13405.
- Afriani, A., Heviyanti, M., Harahap, F. S. 2019. Efektivitas *Gliocladium virens* untuk mengendalikan penyakit *Fusarium oxysporum* F. sp. *capsici* pada tanaman cabai. *Jurnal Pertanian Tropik*, 6(3), 403-411.
- Attia, M. S., Abdelaziz, A. M., Al-Askar, A. A., Arishi, A. A., Abdelhakim, A. M., Hashem, A. H. 2022. Plant growth-promoting fungi as biocontrol tool against fusarium wilt disease of tomato plant. *Journal of Fungi*, 8(8), 775.
- Bashir, M. R., Atiq, M., Sajid, M., Mohsan, M., Abbas, W., Alam, M. W., Bashair, M. 2018. Antifungal exploitation of fungicides against *Fusarium oxysporum* f. sp. *capsici* causing Fusarium wilt of chilli pepper in Pakistan. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(2): 6797–6801. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-1032-9>

- Cahya, A. A., & Bangun, R. H. B. 2020. Karakteristik Petani dan Kelayakan Usahatani Cabai Besar (*Capsicum annum* L) dan Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.) di Sumatera Utara. *Agricore: Jurnal Agribisnis dan Sosial Ekonomi Pertanian Unpad*, 5(1).
- Cooke, B. M. 2006. Disease assessment and yield loss. In Pp. 43-80. *The Epidemiology of Plant Diseases* (BM Cooke, DG Jones, B Kaye, Eds). 2nd Ed. Springer. Dordrecht.
- Corcia, D.V, D. Romero, A. de-Vicente. A.P. Garcia. 2018. Analysis of β -tubulin-carbendazim interaction reveals that binding site for MBC fungicides does not include residues involved in fungicide resistance. *Scientific Reports*, 8: 7161.
- de Andrade, L. A., Santos, C. H. B., Frezarin, E. T., Sales, L. R., Rigobelo, E. C. 2023. Plant growth-promoting rhizobacteria for sustainable agricultural production. *Microorganisms*, 11(4), 1088.
- Dewi, R. S., & Ahmad, R. Z. 2021. Pemanfaatan *Trichoderma* spp. dan *Gliocladium virens* dalam Pembuatan Kompos. *Jurnal Mikologi Indonesia* Vol. 5 (1): 30–40
- Di, S., Wang, Y., Xu, H., Wang, X., Yang, G., Chen, C., Qian, Y. 2021. Comparison the dissipation behaviors and exposure risk of carbendazim and procymidone in greenhouse strawberries under different application method: Individual and joint applications. *Food chemistry*, 354, 129502.
- Dianawati, M., & Hamdani, K. K. 2019. Penggunaan Berbagai Pupuk Hayati Untuk Peningkatan Produksi Kentang Olah Varietas Medians. In *Prosiding Seminar Nasional PERAGI*: 26-32.
- Gupta, G., Gauttam, S., Meena, S. K., Nagar, R., Dogra, P. 2023. Productivity, White Rust and Alternaria Blight of Indian Mustard Influenced by Chemical Fungicide Seed Treatment under Humid Southeastern Agroclimatic Zone of Rajasthan, India. *Current Journal of Applied Science and Technology*, 42(5), 29-39.
- Heriyanto. 2019. Kajian pengendalian penyakit layu *Fusarium oxysporum* dengan *Trichoderma* sp. pada tanaman cabai. *Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian*, 26 (2): 26-35. [dx.doi.org/10.55259/jiip.v26i2.195](https://doi.org/10.55259/jiip.v26i2.195)
- Hikmahwati., Auliah, M. R., Ramlan., Fitrianti. 2020. Identifikasi Cendawan Penyebab Penyakit Moler pada Tanaman Bawang Merah (*Allium ascolonicum* L.) di Kabupaten Enrekang. *Ilmu Pertanian*, 5(2): 83-86.
- Jhilmil, G., Singh, U. N., Akram, Mohd., Naimuddin., Mishra, R. K. 2021. Potential of biological control agents for the management of soil-borne pathogens in pulse crops. *Journal of Food Legumes*, vol. 34 (3): 149
- Khaririyatun, N., Basuki, R. S., Kusandriani, Y., Arsanti, I. W. 2014. Kontribusi Agro Inovasi Terhadap Peningkatan Kesejahteraan Petani Sayur: Studi Kasus Pada Cabai Merah Varietas Tanjung-2 di Kabupaten Ciamis, Jawa Barat. *Analisis Outcome*, 47.
- Krisnadi, K., Widodo, R. W., Mulya, A. S. 2020. Pengaruh Dosis Bioaktivator *Gliocladium* sp. Terhadap Pertumbuhan Benih Kopi Varietas Sigarar Utang dan Lini S 795 di Perbenihan. *Paspalum: Jurnal Ilmiah Pertanian*, 8(1), 57-67.

- Lahati, B., & Ladjinga, E. 2022. Efektifitas *Trichoderma* sp. dalam Mengendalikan Penyakit Layu *Fusarium* sp. di Lahan Pertanaman Tomat. Jurnal Inovasi Penelitian, 3(7), 7227-7234. doi.org/10.47492/jip.v3i7 .2329
- Leadbeater, A. 2014. Plant health management: Fungicides and antibiotics.
- Lestari, P. 2021. Bukan Sekedar Bumbu, Ini Fungsi Lain Capsaicin Pada Cabai di Masa Pandemi. Biotrends, 12(1), 10-15.
- Lestari, S. A., Kulsum, U., Ramdan, E. P. 2021. Efikasi Beberapa Agens Hayati Terhadap Penekanan Pertumbuhan *Pyricularia grisea* Secara In Vitro. Jurnal Penelitian Agronomi 23(1): 31-36.
- Lianti, P. M., Supeno, B., Sudantha, I. M. 2022. Populasi dan Intensitas Serangan Hama Lalat Buah (*Bactrocera* spp.) dengan Perlakuan Beberapa Dosis Pupuk Petroganik Pada Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.) yang Ditanam di Luar Musim. Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agrokomplek, 1(3), 209-221.
- Malik, A. F., Siagian, R., Diyasti, F. 2022. Penghambatan *Gliocladium* sp. Cordo. terhadap *Phytophthora capsici* Leonian. Penyebab Penyakit Busuk Pangkal Batang Lada Serta Bentuk Formulasinya. AGROSCRIPT: Journal of Applied Agricultural Sciences, 4(1), 39-47.
- Mamoto, C. M., Baroleh, J., Benu, N. M. 2020. Usahatani Cabai Pada Kelompok Tani Wasian Tumawoy di Tombasian Atas Kecamatan Kawangkoan Barat Kabupaten Minahasa. AGRIRUD, Vol. 2 (1): 16-26.
- Marvin, J. W., Kerr, R. A., McCarty, L. B., Bridges, W. C., Martin, S. B., Wells, C. E. 2020. In vitro and preventative field evaluations of potential biological control agents and synthetic fungicides for control of *Clavibacterium* *jacksonii* sp. nov. J. Plant Sci. Phytopathol, 4, 001-008.
- Mbadianya, J. M., Ugwuoke, K. I., Baiyeri, K. P., Shi, D., Chen, C. 2023. Efficacy of Carbendazim and other Synthetic Fungicides on Taro Leaf Blight Disease caused by *Phytophthora colocasiae*. In e-Proceedings of the Faculty of Agriculture International Conference (pp. 440-445).
- Muljowati, J. S., Hikam, A. R., Wiraswati, S. M. 2023. Kompatibilitas *Trichoderma* spp. Dengan Beberapa Jenis Fungisida Sintetis. In Prosiding Seminar Nasional LPPM Unsoed, Vol. 12: 75-80.
- Musdalifa, M., Ambar, A. A., Putera, M. I. 2017. Pemanfaatan Agensi Hayati dalam Mengendalikan Pertumbuhan Perakaran Dan Penyakit Layu *Fusarium* Cabai Besar (*Capsicum annum* L.). Jurnal Galung Tropika, 6(3), 224–233.
- Omomowo, I. O., Adedayo, A. A., Omomowo, O. I. 2020. Biocontrol potential of rhizospheric fungi from *Moringa oleifera*, their phytochemicals and secondary metabolite assessment against spoilage fungi of sweet orange (*Citrus sinensis*). Asian Journal of Applied Sciences, 8(1).
- Putra, I. M. T. H., T. A. Phabiola., N. W. Suniti. 2019. Pengendalian Penyakit Layu *Fusarium oxysporum* f.sp. *capsici* pada Tanaman Cabai Rawit *Capsicum frutescens* di Rumah Kaca
www.journal.uniga.ac.id

- dengan *Trichoderma* sp. yang ditambahkan pada Kompos. Jurnal Agroekoteknologi Tropika, 8 (1) : 103-117. ojs.unud.ac.id/index.php/JAT/article/view/47890/30172
- Rusli, J., Hafsan, H., Sukmawaty, E. 2021. Efek antagonis jamur rhizosfer terhadap jamur patogen tanaman kentang. Filogeni: Jurnal Mahasiswa Biologi, 1(1), 1-6.
- Salem, A. A., & Rahman, A. H. 2015. Optimization and characterization of cellulolytic enzymes produced from *Gliocladium roseum*. Journal of Agricultural Chemistry and Biotechnology, 6 (11), 473-488.
- Saputra, A. R., Setiawan, I., Setia, D. B. 2021. Analisis Efisiensi Pemasaran Cabai Merah Varietas Tanjung. Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agroinfo Galuh, 8(3), 844-853.
- Shafique, S., Asif, M., Shafique, S. 2015. Management of *Fusarium oxysporum* f sp *capsici* by leaf extract of *Eucalyptus citriodora*. Pakistan Journal of Botany, 47(3), 1177-1182.
- Shasmita, Swain, B. B., Mohapatra, P. K., Naik, S. K., Mukherjee, A. K. 2022. Biopriming for induction of disease resistance against pathogens in rice. Planta, 255(6), 113.
- Soesanto, L., Ikbal, D., Mugiastuti, E., Sastyawan, M., Tamad, T. 2022. Evaluation of Effervescent Tablet Formulation of *Trichoderma harzianum* Raw Secondary Metabolites Toward *Fusarium Wilt* on Pepper. AGRIVITA, Journal of Agricultural Science, 44 (2): 303-311. <https://doi.org/10.17503/agrivita.v44i2.3699>
- Sopialena. 2018. Pengaruh Pemberian *Trichoderma* sp. Pada Tanaman Tomat Terhadap Faktor-Faktor Produksi. Jurnal AGRIFOR. Vol. 17 (2) 346-354
- Suryani, Y., & Cahyanto, T. 2022. Pengantar jamur mikroskopis. Bandung: Gunung Djati Publishing.
- Syam, N., Hidrawati, H., Aminah, A. 2022. Response Pertumbuhan Setek Lada (*Pepper nigrum* L.) terhadap Waktu Aplikasi *Trichoderma* dan Konsentrasi Pupuk Organik Cair. Biofarm: Jurnal Ilmiah Pertanian, 18(2), 116-125.
- Wati, V. R., Yafizham., E. Fuskhah. 2020. Pengaruh solarisasi tanah dan pemberian dosis *Trichoderma harzianum* dalam pengendalian penyakit layu fusarium pada cabai (*Capsicum annum* L.). J. Agro Complex 4 (1): 40-49. ejournal2.undip.ac.id/index.php/joac/article/view/3298/pdf
- Widyaningsih, S., & Triasih, U. 2023. The Test Fungi Growth Physiology of *Trichoderma* sp. and *Gliocladium* sp. from Citrus Plants. Gontor AGROTECH Science Journal, 9(1), 1-10.
- Wulandari, E., Liza, A. K., Ridwan, M. 2019. Pestisida Nabati Pembasmi Hama Ramah Lingkungan Untuk Petani Tebuwung. Jurnal Abdikarya : Jurnal Karya Pengabdian Dosen dan Mahasiswa, Vol. 3 (4): 352-357. <https://jurnal.untagsby.ac.id/index.php/abdikarya/article/view/3754/2864>
- Ziaulhaq, W., & Amalia, D. R. 2022. Pelaksanaan Budidaya Cabai Rawit sebagai Kebutuhan Pangan Masyarakat. Indonesian Journal of Agriculture and Environmental Analytics, Vol. 1(1), 27-36. <https://doi.org/10.55927/ijaea.v1i1.812>