

Peningkatan Pertanian Berkelanjutan Melalui Penggunaan Biofertilizer Trichoderma pada Tanaman Cabai Rawit***Improving Sustainable Agriculture Through the Use of Trichoderma Biofertilizer on Chili Pepper Plants***

Abigael Beatrix Siriwa¹⁾*, Susan Marlein Mambu¹⁾, Dingse Pandiangan¹⁾

¹⁾ Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sam Ratulangi, Manado; Jalan Kampus Bahu Manado

*Email Korespondensi: susan.mambu@unsrat.ac.id

Abstrak

Produksi cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) di Indonesia mengalami penurunan akibat penggunaan pupuk kimia berlebihan yang merusak kesuburan tanah dan lingkungan. Salah satu solusi yang ditawarkan adalah penggunaan biofertiliser berbasis mikroorganisme, seperti *Trichoderma*, yang berfungsi meningkatkan ketersediaan hara dan mendukung pertumbuhan tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh pemberian biofertiliser *Trichoderma* terhadap pertumbuhan tanaman cabai rawit. Penelitian dilakukan menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan empat perlakuan dosis *Trichoderma* (0, 10, 20, dan 30 g) dan lima ulangan. Parameter pertumbuhan yang diamati meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, berat basah, dan berat kering. Hasil analisis menunjukkan bahwa pemberian *Trichoderma*, khususnya pada dosis 30 g, memberikan pengaruh paling signifikan terhadap semua parameter pertumbuhan, menunjukkan potensi besar *Trichoderma* dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman.

Kata kunci: biofertiliser; cabai rawit; pertumbuhan; trichoderma

Abstract

The production of bird's eye chili (*Capsicum frutescens* L.) in Indonesia has declined due to the excessive use of chemical fertilizers, which damages soil fertility and the environment. One proposed solution is the use of microorganism-based biofertilizers, such as *Trichoderma*, which increase nutrient availability and support plant growth. This study aims to evaluate the effect of *Trichoderma* biofertilizer application on the growth of bird's eye chili plants. The study was conducted using a completely randomized design with four *Trichoderma* treatment levels (0, 10, 20, and 30 g) and five replicates. The growth parameters observed included plant height, number of leaves, fresh weight, and dry weight. The results of the analysis showed that the application of *Trichoderma*, particularly at a dose of 30 g, had the most significant effect on all growth parameters, indicating *Trichoderma*'s great potential for enhancing plant growth.

Keywords: biofertilizer; bird's eye chili; growth; trichoderma

PENDAHULUAN

Cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) merupakan salah satu komoditas hortikultura dari famili Solanaceae yang memiliki nilai ekonomis tinggi di Indonesia karena memiliki manfaat utama sebagai bumbu masakan

yang digunakan untuk memberikan sensasi pedas (Chairunnisak, 2023; Hapshos et al., 2016). Permintaan terhadap cabai rawit terus meningkat setiap tahun seiring dengan pertumbuhan penduduk dan berkembangnya industri pengolahan cabai rawit (Kementerian Pertanian, 2017).

Namun, produksi cabai rawit mengalami penurunan yang signifikan, dan hal ini menjadi masalah serius. Data dari Badan Pusat Statistik (BPS, 2021) menunjukkan bahwa produksi cabai rawit pada tahun 2018 hanya mencapai 1,39 juta ton, mengalami penurunan sebesar 8,09% dibandingkan tahun sebelumnya. Penurunan ini menjadi tantangan serius bagi sektor pertanian, karena cabai rawit merupakan komoditas yang berperan penting dalam menunjang pendapatan rumah tangga petani (Layoo & Sari, 2018).

Berbagai faktor turut berkontribusi terhadap menurunnya produksi cabai rawit, seperti serangan hama dan penyakit, serta penurunan kesuburan tanah akibat penggunaan pupuk kimia secara berlebihan. Hama seperti ulat grayak, trips, dan kutu kebul, serta penyakit seperti keriting daun, busuk akar, dan bercak daun, sering kali menyebabkan kerusakan tanaman dan gagal panen (Khasanas et al., 2023; Saranani et al., 2023; Sukasana et al., 2024). Di sisi lain, pupuk kimia memang telah lama digunakan karena kemampuannya dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman secara cepat. Kandungan unsur hara seperti nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) mudah diserap tanaman, memberikan hasil dalam waktu singkat. Namun, pemakaian yang berlebihan dan terus-menerus dapat menimbulkan berbagai dampak negatif, seperti degradasi kesuburan tanah,

pencemaran lingkungan, peningkatan keasaman tanah, serta menurunnya populasi mikroorganisme tanah yang berperan penting dalam keseimbangan ekosistem tanah (Halawa et al., 2025; Herdiyanto & Setiawan, 2015).

Kondisi ini mendorong perlunya alternatif pemupukan yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan memanfaatkan mikroorganisme tanah sebagai pupuk hayati (biofertiliser). Biofertiliser merupakan pupuk yang mengandung mikroorganisme hidup yang mampu meningkatkan ketersediaan unsur hara melalui berbagai mekanisme, seperti fiksasi nitrogen, pelarutan fosfor, mineralisasi kalium, serta produksi hormon tumbuh dan senyawa antimikroba (Kartikawati et al., 2017). Salah satu mikroorganisme yang potensial adalah *Trichoderma*, yaitu fungi yang dikenal sebagai agen pengendali hayati dan juga memiliki kemampuan meningkatkan pertumbuhan tanaman (Wachid, 2019).

Penggunaan *Trichoderma* sebagai biofertiliser dinilai efektif untuk memperbaiki struktur tanah, meningkatkan aktivitas mikroba, serta mendukung pertumbuhan akar dan penyerapan unsur hara. Dengan demikian, aplikasi *Trichoderma* tidak hanya dapat mendukung efisiensi dalam budidaya tanaman cabai rawit, tetapi juga berperan dalam mengurangi ketergantungan pada

pupuk dan pestisida sintetis yang berpotensi merusak lingkungan (Sutarman & Prahasti, 2022).

METODOLOGI

Penelitian dilaksanakan di Balai Perlindungan dan Pengujian Mutu Tanaman Pangan dan Hortikultura, Provinsi Sulawesi Utara, Green House dan Laboratorium Biologi lanjut Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sam Ratulangi, Manado. Penelitian ini menggunakan peralatan berupa meteran atau penggaris, sprayer, timbangan analitik, gelas plastik, pinset, ember, gayung, autoklaf, kertas label, dan oven. Bahan yang digunakan terdiri atas beras yang telah direndam semalaman dalam wadah, propagul isolat *Trichoderma* sebanyak ± 10 – 20 gram (sumber: Balai Perlindungan dan Pengujian Mutu Tanaman Pangan dan Hortikultura, Provinsi Sulawesi Utara), polybag berukuran $30\text{ cm} \times 30\text{ cm}$ dan $15\text{ cm} \times 10\text{ cm}$, benih cabai rawit, tanah sebagai media tanam, spidol hitam, aluminium foil, dan plastik.

Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan dan lima ulangan, sehingga terdapat total 20 satuan percobaan. Setelah proses penyemaian selesai, dilakukan seleksi terhadap 20 bibit terbaik yang memiliki ukuran seragam, jumlah daun yang sama, daun berwarna

hijau segar, tidak layu, bebas dari penyakit, dan tumbuh tegak. Bibit-bibit terpilih kemudian dipindahkan dari media semai ke media tanam berupa polybag yang telah diisi dengan 3 kg tanah.

Perlakuan yang diberikan terdiri atas kontrol tanpa penambahan *Trichoderma* sp. (P0), penambahan 10 gram *Trichoderma* sp. (P1), 20 gram *Trichoderma* sp. (P2), dan 30 gram *Trichoderma* sp. (P3). Setiap polybag yang berisi 3 kg tanah diberi perlakuan dengan *Trichoderma* sp. pada satu minggu sebelum pindah tanam dan satu minggu setelah pindah tanam. Penyiraman menggunakan air biasa sebanyak 500 ml dilakukan tiga kali seminggu, yaitu setiap Senin, Rabu, dan Jumat, dengan mempertimbangkan kapasitas lapang.

Peletakan plot dalam penelitian ini dilakukan secara acak menggunakan metode pengundian. Jarak antar plot ditetapkan sebesar 30 cm secara horizontal dan 10 cm secara vertikal. Proses pengundian dilakukan dengan menyiapkan gulungan kertas sebanyak jumlah unit percobaan, yang masing-masing diberi kode perlakuan. Pengundian dilakukan tanpa pengembalian, di mana kode perlakuan yang pertama kali terambil ditempatkan pada kotak nomor 1, diikuti oleh kode berikutnya pada kotak nomor 2, dan seterusnya hingga seluruh kode

perlakuan tersusun sesuai urutan hasil undian.

Pengukuran tinggi tanaman dilakukan setiap seminggu sekali setelah pindah tanam hingga hari ke-21, menggunakan penggaris atau meteran. Tinggi tanaman diukur dari pangkal batang hingga pucuk tanaman pada titik tumbuh batang utama yang paling tinggi. Pengamatan jumlah daun dilakukan dengan menghitung daun yang telah membuka sempurna, setiap seminggu sekali setelah pindah tanam hingga hari ke-21. Pengamatan berat basah tanaman dilakukan pada hari ke-21 setelah pindah tanam dengan memisahkan bagian akar terlebih dahulu, sehingga yang ditimbang hanyalah bagian atas tanaman. Penimbangan dilakukan menggunakan timbangan analitik, kemudian data berat basah dibandingkan dengan berat kering tanaman setelah melalui proses pengeringan menggunakan oven. Berat kering tanaman diamati pada hari ke-21 setelah berat basah ditimbang. Penimbangan dilakukan setelah tanaman dikeringkan dalam oven selama 2×24 jam pada suhu 70°C.

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), kemudian dilanjutkan dengan Analisis Sidik Ragam atau One Way Analysis of Variance (ANOVA) pada tingkat signifikansi 5%. Jika ditemukan perbedaan

signifikan antar perlakuan, analisis dilanjutkan dengan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada tingkat 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tinggi Tanaman

Hasil analisis sidik ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa perlakuan memberikan pengaruh sangat nyata terhadap tinggi tanaman cabai rawit, dengan nilai F hitung sebesar 8,23 yang lebih besar dibandingkan dengan nilai F tabel pada taraf signifikansi 5% ($F_{0.05} = 3,24$). Uji lanjut menggunakan Beda Nyata Terkecil (BNT) pada Tabel 4.1 menunjukkan adanya perbedaan signifikan antar perlakuan. Perlakuan P3 (Biofer 30 g) menghasilkan tinggi tanaman tertinggi, yaitu $11,66 \pm 0,82$ cm, dan masuk dalam kelompok notasi “b”, yang berarti berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Perlakuan P2 (Biofer 20 g) menghasilkan rata-rata tinggi tanaman sebesar $10,78 \pm 0,33$ cm dan diberi notasi “ab”, karena tidak berbeda nyata dengan P3 maupun dengan kelompok di bawahnya. Sementara itu, perlakuan P1 (Biofer 10 g) dan P0 (kontrol air) masing-masing menghasilkan tinggi tanaman $10,22 \pm 0,50$ cm dan $10,00 \pm 0,55$ cm, dan keduanya tergolong dalam notasi “a”, yang berarti tidak

berbeda nyata satu sama lain serta memiliki nilai lebih rendah dibandingkan perlakuan dosis lebih tinggi. Dengan demikian, peningkatan tinggi tanaman mulai terlihat pada perlakuan P2, namun peningkatan yang paling signifikan terjadi pada perlakuan P3.

Tinggi tanaman merupakan indikator penting dalam proses pertumbuhan, karena mencerminkan hasil dari pembelahan sel dan aktivitas fotosintesis. Tanaman yang lebih tinggi umumnya memiliki daun yang lebih banyak dan luas, sehingga mampu menyerap cahaya secara optimal dan mendukung peningkatan fotosintesis serta pertumbuhan keseluruhan (Irna et al., 2023). Secara fisiologis, *Trichoderma* sp. diketahui menghasilkan berbagai senyawa aktif dan enzim yang berperan dalam meningkatkan ketersediaan unsur hara makro, seperti nitrogen dan fosfor, melalui mekanisme pelarutan fosfat dan fiksasi nitrogen, serta produksi fitohormon seperti indole-3-acetic acid (IAA) yang merangsang elongasi sel dan pertumbuhan akar (Contreras-Cornejo et al., 2009; Guzmán-Guzmán et al., 2019). Isnaini et al. (2021) juga menambahkan bahwa ketersediaan air dan unsur

hara dalam jumlah yang cukup sebagai akibat dari efisiensi penyerapan oleh tanaman yang dipengaruhi oleh keberadaan *Trichoderma* dapat meningkatkan aktivitas metabolisme dan akumulasi asimilat di batang, sehingga merangsang pertumbuhan serta pembesaran batang tanaman.

Jumlah Daun

Berdasarkan hasil analisis statistik yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa pemberian *Trichoderma* sp. berpengaruh nyata terhadap jumlah daun tanaman cabai rawit. Hal ini dibuktikan melalui uji ANOVA yang menunjukkan nilai *F*-hitung sebesar 6,77, yang lebih besar daripada *F*-tabel pada taraf signifikansi 5% sebesar 3,24. Untuk mengetahui perbedaan spesifik antar perlakuan, dilakukan uji lanjut Beda Nyata Terkecil (BNT). Hasil uji BNT pada Tabel 4.2 menunjukkan bahwa perlakuan P3 (*Trichoderma* 30 g) memberikan hasil jumlah daun tertinggi, yaitu $5,8 \pm 0,45$ helai, dan masuk dalam kelompok notasi “b”, yang berarti berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Sementara itu, perlakuan P0 (kontrol air) dengan rata-rata $4,8 \pm 0,45$ helai, P1 (*Trichoderma* 10 g)

dengan $4,2 \pm 0,45$ helai, dan P2 (Trichoderma 20 g) dengan $4,8 \pm 0,84$ helai, semuanya tergolong dalam notasi “a”, yang menunjukkan bahwa ketiganya tidak berbeda nyata satu sama lain, dan memiliki hasil yang lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan dosis tertinggi (P3). Nilai BNT sebesar 0,764 digunakan sebagai batas beda nyata; sehingga selisih rata-rata antara P3 dengan perlakuan lainnya yang melebihi nilai tersebut dianggap signifikan secara statistik. Selain itu, nilai standar deviasi menunjukkan bahwa perlakuan P3 tidak hanya menghasilkan rata-rata tertinggi, tetapi juga menunjukkan data yang lebih stabil.

Hal ini sejalan dengan penelitian Novianti dan Septiani (2019) yang menunjukkan bahwa pemberian jamur Trichoderma sp. pada berbagai konsentrasi perlakuan berpengaruh sangat nyata terhadap pertumbuhan tanaman tomat, khususnya dalam meningkatkan tinggi tanaman dan jumlah daun. Penelitian oleh Haryani et al. (2019) juga mendukung hal ini, di mana tanaman yang diberi perlakuan Trichoderma sp. menghasilkan jumlah daun yang jauh lebih banyak, yaitu 18,75 dibandingkan dengan

hanya 4 helai daun pada tanaman kontrol. Jumlah daun merupakan salah satu indikator penting dalam menilai pertumbuhan tanaman, karena dapat memberikan gambaran mengenai kondisi fisiologis dan potensi produktivitas tanaman. Daun yang berjumlah banyak memiliki peran dalam menunjang proses fotosintesis, yang berfungsi sebagai penghasil energi bagi tanaman (Irna et al., 2023).

Berat Basah Tanaman

Hasil analisis sidik ragam (ANOVA) pada parameter berat basah tanaman cabai rawit menunjukkan bahwa nilai F-hitung sebesar 4,49 lebih besar dibandingkan F-tabel pada taraf signifikansi 5% sebesar 3,24, yang berarti bahwa perlakuan memberikan pengaruh nyata terhadap berat basah tanaman. Uji lanjut Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5% yang disajikan pada Tabel 4.3 menunjukkan bahwa perlakuan P3 (Biofer 30 g) menghasilkan rata-rata berat basah tertinggi yaitu $0,27 \pm 0,06$ g, dan termasuk dalam kelompok notasi “b”, yang berarti berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Sementara itu, perlakuan P2 (Biofer 20 g) menghasilkan berat basah

sebesar $0,19 \pm 0,10$ g dan tergolong dalam notasi “a”, menunjukkan bahwa perlakuan ini tidak berbeda nyata dengan P1 ($0,13 \pm 0,02$ g) maupun P0 ($0,16 \pm 0,03$ g), yang juga berada pada kelompok notasi “a”. Hal ini mengindikasikan bahwa perlakuan P0, P1, dan P2 tidak berbeda nyata satu sama lain, dan semuanya memberikan hasil berat basah yang lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan P3, yang menunjukkan peningkatan paling signifikan. Nilai standar deviasi yang rendah pada P0 ($\pm 0,03$ g) dan P1 ($\pm 0,02$ g) mencerminkan hasil antarulangan yang relatif seragam, sedangkan SD yang lebih besar pada P2 ($\pm 0,10$ g) dan P3 ($\pm 0,06$ g) menunjukkan adanya variasi antarulangan yang lebih tinggi. Dengan demikian, peningkatan berat basah mulai terlihat pada perlakuan P2, meskipun belum signifikan, dan menjadi berbeda nyata pada perlakuan P3.

Perlakuan dengan Trichoderma menunjukkan hasil yang positif pada fase vegetatif tanaman. Penelitian ini sejalan dengan temuan Milyana et al. (2019), yang menyatakan bahwa mikroba dalam Trichoderma memberikan reaksi yang baik terhadap tanaman. Aktivitas mikroba tersebut memungkinkan

tanaman untuk menyerap unsur hara dalam tanah secara lebih efektif, yang berkontribusi pada peningkatan tinggi tanaman dan bobot basah tanaman pada fase vegetatif. Oleh karena itu, Trichoderma berpotensi mendukung pertumbuhan vegetatif yang optimal, dengan meningkatkan efisiensi penyerapan unsur hara dan mendukung perkembangan tanaman secara keseluruhan. Hasil ini juga sejalan dengan penelitian Dungga et al. (2024), yang menunjukkan bahwa penggunaan trichokompos mampu memperbaiki kondisi dan kualitas tanah, baik secara fisik, kimia, maupun biologi. Perbaikan tersebut menjadikan tanah lebih subur dan mendukung peningkatan pertumbuhan tanaman, termasuk tinggi tanaman dan jumlah daun, serta dapat berkontribusi pada peningkatan berat basah tanaman.

Berat Kering Tanaman

Hasil analisis sidik ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa perlakuan memberikan pengaruh sangat nyata terhadap berat kering tanaman cabai rawit, dengan nilai F hitung sebesar 7,87, lebih besar dari nilai F tabel pada taraf signifikansi 5% (3,24). Uji lanjut dengan Beda Nyata Terkecil (BNT) yang ditampilkan pada Tabel

4.4 mengungkapkan adanya perbedaan signifikan antar perlakuan. Perlakuan P3 (Biofer 30 g) menghasilkan rata-rata berat kering tertinggi sebesar $0,034 \pm 0,008$ g, dan termasuk dalam kelompok notasi “b”, yang berarti berbeda nyata dengan seluruh perlakuan lainnya. Perlakuan P2 (Biofer 20 g) dengan rata-rata $0,022 \pm 0,010$ g, termasuk dalam notasi “a”, yang artinya tidak berbeda nyata dengan perlakuan P1 ($0,014 \pm 0,003$ g) maupun P0 ($0,018 \pm 0,002$ g), yang juga sama-sama tergolong dalam kelompok notasi “a”. Ini menunjukkan bahwa P0, P1, dan P2 tidak berbeda nyata satu sama lain, dan hanya perlakuan P3 yang menunjukkan peningkatan signifikan terhadap berat kering tanaman. Nilai standar deviasi terkecil terdapat pada P0 ($\pm 0,002$ g) dan P1 ($\pm 0,003$ g), menunjukkan bahwa data dari kedua perlakuan tersebut relatif seragam antar ulangan. Sebaliknya, standar deviasi yang lebih besar pada P2 ($\pm 0,010$ g) dan P3 ($\pm 0,008$ g) mengindikasikan adanya variasi yang lebih tinggi antar ulangan. Dengan demikian, peningkatan berat kering tanaman mulai terlihat pada perlakuan P2, namun peningkatan yang paling nyata dan signifikan dicapai pada perlakuan P3.

Menurut Anjarwati et al. (2016), pertumbuhan organ vegetatif seperti jumlah daun, tinggi tanaman, panjang akar, serta efisiensi dalam pendistribusian asimilat ke seluruh bagian tanaman berkontribusi pada peningkatan berat kering tanaman. Berat kering mencerminkan akumulasi atau penyerapan bersih hasil fotosintesis yang terjadi selama masa pertumbuhan dan perkembangan. Oleh karena itu, peningkatan berat segar dan pertumbuhan tanaman secara keseluruhan memberikan pengaruh signifikan terhadap peningkatan berat kering tanaman (Fitria et al., 2021).

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa pemberian biofertilizer *Trichoderma* berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman cabai rawit. Perlakuan dengan dosis 30 gram *Trichoderma* memberikan hasil paling signifikan terhadap semua parameter pertumbuhan, yaitu tinggi tanaman, jumlah daun, berat basah, dan berat kering. Hal ini menunjukkan bahwa *Trichoderma* memiliki potensi sebagai agen biofertilizer yang efektif dalam meningkatkan efisiensi penyerapan unsur hara, memperbaiki kondisi fisiologis tanaman,

serta mendukung pertumbuhan vegetatif secara menyeluruh.

DAFTAR PUSTAKA

- Singkoh, M. F. O (2022). Eksplorasi Senyawa Bioaktif Alga Cokelat *Sargassum* Sp Agardh Dari Pesisir Atep Oki Kabupaten Minahasa Sebagai Agen Antioksidan. Laporan Hasil Penelitian.
- Ardiansah, R., Ana, A., & Imam, M. A. (2020). Respon pemberian macam dosis dan interval waktu aplikasi *Trichoderma* sp. terhadap produksi tanaman kedelai (*Glycine max* L.). *Agroradix*, 1(4), 6–14.
- Al Habib, I. M., Sukamto, D. S., & Maharani, L. (2017). Potensi mikroba tanah untuk meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.). *Folium: Jurnal Ilmu Pertanian*, 1(1), 28–36. <https://doi.org/10.33474/folium.v1i1.1011>
- Anjarwati, H., Waluyo, S., & Purwanti, S. (2017). Pengaruh macam media dan takaran pupuk kandang kambing terhadap pertumbuhan dan hasil sawi hijau (*Brassica rapa* L.). *Vegetalika*, 6(1), 35–45.
- Arsensi, I. (2014). Respons tanaman cabai merah varietas prabu terhadap penggunaan *Trichoderma* sp. dalam mengendalikan penyakit layu *Fusarium*. *Jurnal Dinamika Pertanian*, 29(2), 153–158.
- Aryani, R. D., Basuki, I. F., Budisantoso, I., & Widyastuti, A. (2022). Pengaruh ketinggian tempat terhadap pertumbuhan dan hasil tanam cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.). *Agriprima: Journal of Applied Agricultural Sciences*, 6(2), 202–211. <https://doi.org/10.25047/agriprima.v6i2.485>
- Aziez, A. F., Utami, D. S., Budiyo, A., Priyadi, S., & Cahyani, N. I. (2021). Respon pertumbuhan dan hasil cabai rawit pada penggunaan pupuk fosfat cepat larut dan pupuk kandang. *Jurnal Ilmiah Agrineca*, 21(2), 78–83.
- Badan Pusat Statistik. (2021). Produksi tanaman sayuran menurut provinsi dan jenis tanaman, 2021. Badan Pusat Statistik.
- Bana, M. V. M., Suhardi, P. A., & Budiman, N. D. (2024). Strategi pengembangan usahatani cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.). *Paradigma Agribisnis*, 7(1), 41–62.
- Bhattacharjee, R., & Dey, U. (2014). Biofertiliser, a way towards organic agriculture: A review. *African Journal of Microbiology Research*, 8(24), 2332–2343. <https://doi.org/10.5897/AJMR2013.6374>
- Cai, F., Yu, G., Wang, P., Wei, Z., Fu, L., Shen, Q., & Chen, W. (2013). Harzianolide, a novel plant growth regulator and systemic resistance elicitor from *Trichoderma harzianum*. *Plant Physiology and Biochemistry*, 73, 106–113.
- Chairunnisak, C. (2023). Respon pertumbuhan dan hasil tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens*) terhadap kombinasi bahan organik dan fungi mikoriza arbuskular (FMA). *Jurnal Agronida*, 9(1), 18–25. <https://doi.org/10.30997/jag.v9i1.7089>
- Cronquist, A. (1981). An integrated system of classification of flowering plants (pp. 248–250). Columbia University Press.
- Contreras-Cornejo, H. A., Macías-Rodríguez, L., Cortés-Penagos, C., & López-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. <https://doi.org/10.1104/pp.108.130369>
- Dungga, N. E., Syaiful, S. A., & Adnyani, K. W. (2024). Respon tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) terhadap pemberian trichokompos dan biochar sekam padi. *Jurnal Agrivigor*, 94–110.
- Eslahi, N., Kowsari, M., Motallebi, M., Zamani, M. R., & Moghadasi, Z. (2019). Influence of recombinant *Trichoderma* strains on growth of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) by increased root colonization and induction of root growth-related genes. *Scientia Horticulturae*, 261(2020), 108932. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108932>
- Fitria, E., Kesumawaty, E., & Basyah, B. (2021). Peran *Trichoderma harzianum*

- sebagai penghasil zat pengatur tumbuh terhadap pertumbuhan dan produktivitas varietas cabai (*Capsicum annum* L.). *Jurnal Agronomi Indonesia* (Indonesian Journal of Agronomy), 49(1), 45-52.
- Gasparetti, C., Nordlund, E., Jänis, J., Buchert, J., & Kruus, K. (2012). Extracellular tyrosinase from the fungus *Trichoderma reesei* shows product inhibition and different inhibition mechanism from the intracellular tyrosinase from *Agaricus bisporus*. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Proteins and Proteomics*, 1824(4), 598–607.
- Gunawan, A., Jumar, J., & Mulyawan, R. (2023). Uji empat jenis bahan trichokompos terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman sawi (*Brassica juncea* L.). *Agroekotek View*, 5(3), 193-201.
- Guzmán-Guzmán, P., Porras-Troncoso, M. D., Olmedo-Monfil, V., & Herrera-Estrella, A. (2019). *Trichoderma* species: Versatile plant symbionts. *Phytopathology*, 109(1), 6–16. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-07-18-0218-RVW>
- Haryani, N., Eddy, S., & Novianti, D. (2019). Respons Pertumbuhan Tanaman Tomat (*Solanum lycopersicum* L) Terhadap Pemberian Jamur *Trichoderma* sp. *Indobiosains*, 70-75.
- Hapshoh, S., Syukur, M., & Wahyu, Y. (2016). Pewarisan karakter kualitatif cabai hias hasil persilangan cabai besar dan cabai rawit. *Jurnal Agronomi Indonesia* (Indonesian Journal of Agronomy), 44(3), 286-291.
- Herdiyanto, D. D., & Setiawan, A. (2015). Upaya peningkatan kualitas tanah melalui sosialisasi pupuk hayati, pupuk organik, dan olah tanah konservasi di Desa Sukamanah dan Desa Nanggerang Kecamatan Cigalontang Kabupaten Tasikmalaya. *Jurnal Aplikasi Ipteks untuk Masyarakat*, 4(1), 47-53. <https://doi.org/10.24198/dharmakarya.v4i1.9039>
- Imtiyaz, H., Prasetyo, B. H., & Hidayat, N. (2017). Sistem pendukung keputusan budidaya tanaman cabai berdasarkan prediksi curah hujan. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 1(9), 733–738. <https://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/214>
- Irna, A., Hafsah, H., & Alfian, A. (2023). Introduksi *Trichoderma* sp. pada tanaman cabai (*Capsicum frutescens*). *Teknosains: Media Informasi Sains dan Teknologi*, 17(1), 108-115.
- Irawati, T., & Widodo, S. (2017). Pengaruh umur bibit dan umur panen terhadap pertumbuhan dan produksi hidroponik NFT tanaman selada (*Lactuca sativa* L.) varietas grand rapids. *Jurnal Ilmiah Hijau Cendekia*, 2(2), 21-26.
- Isnani, Junyah, L., Mu'minah, M., Yusuf, F., & Firsandi. (2021). Produksi bibit kakao (*Theobroma cacao* L.) dengan pemanfaatan jamur *Trichoderma* sp. sebagai dekomposer. *Jurnal Agriplantae*, 1(10), 67–75.
- Jadid, M. N. (2007). Uji toleransi aksesi kapas (*Gossypium hirsutum* L.) terhadap cekaman kekeringan dengan menggunakan polietilena glikol (PEG) 6000 (Skripsi Sarjana, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Malang).
- Kalay, A. M., Hindersah, R., Ngabalin, I. A., & Jamlean, M. (2020). Utilization of biofertilisers and organic materials on growth and yield of sweet corn (*Zea mays saccharata*). *Agric*, 32(2), 129-138. <https://doi.org/10.24246/agric.2020.v32.i2.p129-138>
- Kartikawati, A., Trisilawati, O., & Darwati, I. (2017). Pemanfaatan pupuk hayati (Biofertiliser) pada tanaman rempah dan obat. *Jurnal Prespektif*, 16(1), 33-43.
- Kementerian Pertanian. (2017). Pengembangan tanaman hortikultura dan ketahanan terhadap hama dan penyakit. Indonesia.
- Khasanah, U., Cahyana, R. I., Habibullah, M., & Laeshita, P. (2023). Identifikasi hama dan penyakit tanaman cabai (*Capsicum annum*) dan strategi pengendaliannya di Desa Banyuurip, Kecamatan Tegalrejo. *Jurnal Ilmiah Agroust*, 7(1), 1–12.
- Layoo, N., & Sari, D. T. (2018). Fluktuasi harga komoditi cabai rawit (*Capsicum frutescens*) di Kecamatan Bualemo Kabupaten Banggai, Sulawesi

- Tengah. Jurnal Agrobiz, 1(1), 50–65.
<https://doi.org/10.32529/ja.v1i1.323>
- Macías-Rodríguez, L., Contreras-Cornejo, H. A., Adame-Garnica, S. G., Del-Val, R., & Larsen, J. (2020). The interactions of *Trichoderma* at multiple trophic levels: Inter-kingdom. *Microbiological Research*, 240, 126552.
- Mercl, F., García-Sánchez, M., Kulhánek, M., Košnář, Z., Száková, J., & Tlustoš, P. (2020). Improved phosphorus fertilisation efficiency of wood ash by fungal strains *Penicillium* sp. PK112 and *Trichoderma harzianum* OMG08 on acidic soil. *Applied Soil Ecology*, 147(2020), 103360.
<https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2019.09.010>
- Miftakhurrohmat, A., Sutarman., & Prihatiningrum, A. E. (2020). Teknologi tepat guna: Aplikasi pupuk hayati plus pada tanaman hortikultura (D. Satiti, Ed.). UMSIDA Press.
- Molebila, D. Y., Rosmana, A., & Tresnaputra, U. S. (2020). *Trichoderma* asal akar kopi dari Alor: Karakterisasi morfologi dan keefektifannya menghambat *Colletotrichum* penyebab penyakit antraknosa secara in vitro. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 16(2), 61–68.
- Muliati, F., Ete, A., & Bahrudin, B. (2017). Pertumbuhan dan hasil tanam cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) yang diberi berbagai pupuk organik dan jenis mulsa. *Agrotekbis: E-Jurnal Ilmu Pertanian*, 5(4), 449–457.
- Mudzil A. K. E., Astuti, F., Anggun, A., Apriliani, J., & Marini, M. (2022). Budidaya tanaman cabe rawit dipolibeg. *JIMAKUKERTA*, 2(3), 630–636.
<https://doi.org/10.36085/jimakukerta.v2i3.4079>
- Milyana, R. A., Wahyuning, E. P., & Gagung, J. S. (2019). Pengaruh pupuk guano dan *Trichoderma* sp. terhadap pertumbuhan dan produksi cabai rawit. *Agriekstensi: Jurnal Penelitian Terapan Bidang Pertanian*, 18(2), 117–124.
- Novianti, D. (2018). Perbanyak jamur *Trichoderma* sp pada beberapa media. *Sainmatika: Jurnal Ilmiah Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 15(1), 35–41.
<https://doi.org/10.31851/sainmatika.v15i1.1763>
- Novianti, D., & Septiani, M. (2019). Pengaruh jamur *Trichoderma* sp terhadap pertumbuhan tanaman tomat (*Solanum lycopersicum* L.). *Indobiosains*.
- Oktapia, E. (2021). Respons pertumbuhan tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) terhadap pemberian jamur *Trichoderma* sp. *Indobiosains*, 3(1), 17–25.
- Purwantisari, S., & Hastuti, R. B. (2009). Uji antagonisme jamur patogen *Phytophthora infestans* penyebab penyakit busuk daun dan umbi tanaman kentang dengan menggunakan *Trichoderma* spp. isolat lokal. *Bioma*, 11(1), 24–32.
- Ren, W., Xie, J., Hou, X., Li, X., Guo, H., Hu, N., Kong, L., Zhang, J., Chang, C., & Wu, Z. (2018). Potential molecular mechanisms of overgrazing-induced dwarfism in sheepgrass (*Leymus chinensis*) analyzed using proteomic data. *BMC Plant Biology*, 18, 81.
<https://doi.org/10.1186/s12870-018-1304-7>
- Rokhmiansari, E., Hidayat, P., Febriani, A., & Leana, N. W. A. (2022). Pengaruh pemberian pupuk Mikoriza-*Trichoderma* dan dosis pengurangan pupuk anorganik terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman tomat (*Lycopersicum esculentum* L.). *Agronomika: Jurnal Budidaya Pertanian Berkelanjutan*, 21(2), 10–18.
- Rolanda, I. A., Arifin, A. Z., & Sulistyawati, S. (2021). pengaruh pemberian dosis pupuk nitrogen terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman sawi pahit (*Brassica juncea* L.). *Jurnal Agroteknologi Merdeka Pasuruan*, 5(2), 1–6.
- Saranani, M. (2023). Pengendalian hama tanaman cabai rawit dan dampaknya terhadap pendapatan petani di Desa Lalopisi Kecamatan Meluhu. *Jurnal Riset Rumpun Ilmu Tanaman*, 2(2), 115–126.
<https://doi.org/10.55606/jurrit.v2i2.2719>
- Siahaan, C. D., Sitawati, H. S., & Heddy, Y. B. (2018). Uji efektivitas pupuk hayati pada tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*, 6(9), 2053–2061.

- Sitorus, U. K. P., Siagian, B., & Rahmawati, N. (2014). Respons pertumbuhan bibit kakao (*Theobroma cacao* L.) terhadap pemberian abu boiler dan pupuk urea pada media pembibitan. *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 2(4), 612–620.
- Sembiring, Y. R. V., Nugroho, P. A., & Istianto, I. (2013). Kajian penggunaan mikroorganisme tanah untuk meningkatkan efisiensi pemupukan pada tanaman karet. *Warta Perkaretan*, 32(1), 7–15. <https://doi.org/10.22302/ppk.wp.v32i1.31>
- Sukasana, I. W., Putra, A. A. G., Apriastuti, P. E., & Dewi, I. G. A. S. U. (2024). Pertumbuhan dan hasil cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) pada dosis *Trichoderma* sp. dan pupuk organik petroganik. *Ganec Swara*, 18(1), 503–509. <https://doi.org/10.35327/gara.v18i1.787>
- Sutarman, S., & Prahasti, T. (2022). Uji keragaan *Trichoderma* sebagai pupuk hayati dalam meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman bawang merah. *Jurnal Agrotek Tropika*, 10(3), 421–428. <http://dx.doi.org/10.23960/jat.v10i3.5737>
- Tampinongkol, C. L., Tamod, Z., & Sumayku, B. (2021). Ketersediaan unsur hara sebagai indikator pertumbuhan tanaman mentimun (*Cucumis sativus* L.). *Agri-sosioekonomi*, 17(2 MDK), 711–718.
- Wachid, A. (2019). Inhibitory power test of two *Trichoderma* isolates in in vitro way against *Fusarium oxysporum* the cause of red chilli stem rot. *Journal of Physics: Conference Series*, 1232(1), 012020. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1232/1/012020>
- Wahyu, B., Mustaring, M., & Basri, M. (2022). Pertumbuhan kembali rumput odot (*Pennisetum purpureum* Cv. Mott) yang diberi perlakuan pupuk nitrogen pada perkembangan awalnya. *Jurnal Ilmiah Agrisain*, 23(3), 139–147.
- Wahyudi, W., & Topan, M. (2011). Panen cabai di pekarangan rumah. *AgroMedia Pustaka*.
- Yahya, N., Serdani, A. D., Puspitorini, P., & Widiatmanta, J. (2023). Pengaruh jenis media tanam dan pemberian mikoriza terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.). *Prosiding: Seminar Nasional Ekonomi dan Teknologi*, 49–58. <https://doi.org/10.24929/prosd.v0i0.2793>
- Zahara, A. D. T., Wisnujati, N. S., & Siswati, E. (2021). Analisis produksi dan produktivitas cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) di Indonesia. *Jurnal Ilmiah Sosio Agribis*, 21(1), 18–29. <http://dx.doi.org/10.30742/jisa21120211345>
- Zhang, Y., & Zhuang, W. (2020). *Trichoderma brevicrassum* strain TC967 with capacities of diminishing cucumber disease caused by *Rhizoctonia solani* and promoting plant growth. *Biological Control*, 142, 104151. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2019.104151>