

APLIKASI TEKNOLOGI PHT BIOINTENSIF UNTUK MENINGKATKAN PERTUMBUHAN DAN KETAHANAN TANAMAN CABAI RAWIT (*Capsicum frutescens*)

Wawan Setiawan*¹ and Faris Nur Fauzi Athallah²

^{1,2}Program Studi Teknologi Produksi Tanaman pangan, Jurusan Pertanian, Politeknik Negeri Subang, Blok Kaleng Banteng Desa Cibogo, Kec. Cibogo, Kabupaten Subang, Jawa Barat 41285, Indonesia.

Email: wawan.setiawan@polsub.ac.id*

ABSTRACT

*Bird's eye chili (*Capsicum frutescens*) is a commodity that typically requires intensive crop care and frequent applications of chemical pesticides. However, intensive pesticide use has not fully resolved pest and disease problems in chili production and may instead pose negative risks to the environment and human health. This study aimed to evaluate the effects of biointensive Integrated Pest Management (IPM) on vegetative growth and the incidence of pests and diseases in bird's eye chili. A comparative experimental design was used to assess two cultivation systems: conventional farming and biointensive IPM, each consisting of 30 plant samples. Observed parameters included plant height, number of leaves, and the incidence of leaf spot disease as well as pest attacks by thrips and grasshoppers. Data were analyzed using an independent samples *t*-test at a 95% confidence level. The results showed that biointensive IPM significantly increased plant height and leaf number at all observation times compared with the conventional system. In addition, biointensive IPM reduced the incidence of leaf spot disease and thrips infestation, although it did not affect grasshopper attack incidence. The improvement in growth and the reduction in pest and disease incidence are presumed to be associated with better soil health, increased activity of beneficial microbes, and induced plant resistance. Biointensive IPM has strong potential as a sustainable strategy for bird's eye chili cultivation by reducing dependence on chemical inputs.*

Keywords: *Vegetative growth; induced resistance; biological control agents*

ABSTRAK

Cabai rawit merupakan komoditi yang memerlukan perawatan dan aplikasi pestisida kimia yang tinggi. Namun, Penggunaan pestisida kimia secara intensif belum sepenuhnya mampu mengatasi permasalahan hama dan penyakit tanaman cabai dan justru berpotensi menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh penerapan teknologi Pengendalian Hama Terpadu (PHT) Biointensif terhadap pertumbuhan vegetatif dan insidensi hama serta penyakit pada tanaman cabai rawit. Penelitian dilaksanakan menggunakan rancangan percobaan komparatif yang membandingkan dua sistem budidaya, yaitu budidaya konvensional dan budidaya dengan PHT Biointensif, masing-masing terdiri atas 30 sampel tanaman. Parameter yang diamati meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, serta insidensi penyakit bercak daun dan serangan hama trips dan belalang. Data dianalisis menggunakan uji *t* tidak berpasangan pada taraf kepercayaan 95%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan PHT Biointensif secara signifikan meningkatkan tinggi tanaman dan jumlah daun pada seluruh waktu pengamatan dibandingkan dengan sistem konvensional. Selain itu, PHT Biointensif mampu menurunkan insidensi penyakit bercak daun dan serangan hama trips, meskipun belum berpengaruh terhadap insidensi serangan belalang. Peningkatan pertumbuhan dan penurunan insidensi hama dan penyakit tersebut diduga berkaitan dengan perbaikan kesehatan tanah, peningkatan aktivitas mikroba bermanfaat, serta terinduksinya ketahanan tanaman. Penerapan PHT Biointensif berpotensi menjadi strategi budidaya cabai rawit yang berkelanjutan dengan mengurangi ketergantungan terhadap input kimia.

Kata Kunci : *Pertumbuhan vegetatif; induksi ketahanan; agen hayati*

PENDAHULUAN

Cabai rawit (*Capsicum frutescens*) merupakan salah satu komoditas hortikultura yang memiliki nilai ekonomi tinggi serta permintaan pasarnya cenderung meningkat setiap tahun. Namun, produksi cabai ditingkat petani sering kali mengalami fluktuasi yang tinggi. Hal ini di karena kan banyaknya faktor pembatas produksi, salah satunya keberadaan hama dan penyakit tanaman. Teknik pengendalian hama dan penyakit berbasis pestisida kimia tidak benar-benar bisa menjawab tantangan yang ada, justru malah menimbulkan permasalahan baru, seperti cemaran terhadap lingkungan, resistensi patogen, dan memicu berbagai gangguan kesehatan.

Pengendalian Hama Terpadu (PHT) menjadi pendekatan yang dianggap lebih relevan dengan kondisi pertanian saat ini, karena mengintegrasikan berbagai teknik pengendalian yang kompatibel untuk menekan populasi hama pada ambang ekonomi (Hassanali et al., 2007; Renuka & Sasmal, 2018). Seiring dengan berkembangnya konsep mikrobiologi pertanian, muncul pendekatan PHT biointensif yang memprioritaskan penggunaan mikroba bermanfaat beserta turunannya, pemanfaatan bahan alam, serta manipulasi habitat agar tanaman lebih tahan terhadap serangan OPT (Baradevanal & Kumarnag, 2021; Visalakshi & Bhavani, 2016). Pendekatan ini tidak hanya menekan populasi hama tetapi juga mendukung kesehatan tanah serta ketahanan tanaman.

Implementasi PHT biointensif telah dilaporkan memberikan hasil yang menjanjikan pada berbagai komoditas pertanian. Penggunaan agen hayati seperti bakteri endofit, jamur entomopatogen, dan mikroorganisme rizosfer mampu meningkatkan daya tahan tanaman serta menekan perkembangan hama secara alami. Demikian pula, teknik manipulasi agroekosistem seperti tanaman perangkap, pemberian mulsa organik, serta penanaman refugia dapat meningkatkan populasi musuh alami di sekitar lahan.

Meskipun potensi PHT biointensif telah banyak dibahas, informasi mengenai penerapannya yang terintegrasi secara sistematis khusus pada cabai rawit masih terbatas, terutama pada konteks agroekosistem tropis di Indonesia. Oleh karena itu, diperlukan penelitian yang mengkaji pengaruh penerapan PHT biointensif terhadap pertumbuhan tanaman cabai rawit melalui integrasi berbagai komponen ekologi yang saling mendukung.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Lahan Percobaan Jurusan Pertanian, Politeknik Negeri Subang, Kabupaten Subang Jawa Barat. Percobaan dilakukan mulai dari persiapan lahan hingga fase pertumbuhan vegetatif akhir yang dicirikan dengan adanya perumbuhan bunga pada tanaman cabai yang akan dilaksanakan pada bulan Juli 2025 - November 2025.

Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan rancangan percobaan komparatif dengan membandingkan dua perlakuan yang saling independen, yaitu perlakuan budidaya konvensional (A) sebagai kontrol dan perlakuan budidaya dengan PHT Bio-intensif (B) dimana setiap perlakuan terdiri dari 30 sampel tanaman. Respons tanaman yang diamati adalah pertumbuhan vegetatif meliputi tinggi tanaman dan jumlah daun, serta mengamati insidensi serangan hama dan penyakit.

Pelaksanaan Percobaan

Persiapan Petak Percobaan dan Pemupukan Dasar

Petak percobaan disiapkan dalam bentuk bedengan. Bedengan dibuat dengan ukuran 50 x 200 cm dengan ketinggian 25 cm. Tanah pada lokasi percobaan dilakukan penggemburan terlebih dahulu kemudian dibentuk bedengan sesuai ukuran tersebut dengan jarak antar bedengan sebesar 50 cm. Tanah yang sudah membentuk bedengan kemudian akan diaplikasikan dolomit sebagai perlakuan dasar dengan dosis 1 ton/ha atau 400 g/plot. Bedengan pada perlakuan Bio-intensif (B) diaplikasikan kompos dengan dosis 20 ton/ha atau 8 kg/plot, dan perlakuan Konvensional (A) tidak diberikan pupuk kompos. Pupuk NPK 16-16-16 dan SP-36 digunakan sebagai pupuk kimia dasar namun dengan dosis yang berbeda antara perlakuan Konvensional (A) dan Bio-intensif (B) dimana pada perlakuan konvensional menggunakan 100% dosis rekomendasi sedangkan pada perlakuan Bio-intensif hanya diberikan 70% dari dosis rekomendasi namun diberi tambahan pupuk hayati dan diaplikasikan agen hayati *Trichoderma* sp. Bedengan yang sudah diaplikasikan pupuk dasar tersebut kemudian ditutup menggunakan plastik mulsa hitam perak.

Penanaman Tanaman Cabai

Bibit tanaman cabai rawit yang ditanam adalah varietas ORI 212. Bibit cabai yang sehat dengan ketinggian yang relatif seragam dipilih dan ditanam pada bedengan yang sudah disiapkan sebelumnya dengan jarak tanam 40 cm x 50 cm. Lubang tanam disiapkan berdasarkan jarak tanam tersebut dengan melubangi plastik mulsa menggunakan alat pelubang mulsa dengan diameter 10 cm dan tanah pada lubang tanam tersebut dilubangi dengan kedalaman 5 cm. Bibit tanaman cabai rawit kemudian ditanam

pada lubang tersebut dan ditutup kembali dengan tanah kemudian disiram.

Pemupukan

Pemupukan susulan setelah pemupukan dasar dilakukan sebagai tindakan perawatan. Pemupukan susulan dilakukan dengan aplikasi pupuk NPK 16-16-16, pupuk hayati, dan pupuk daun Gandasil D. Pupuk NPK 16-16-16 diaplikasikan dengan cara dikocor dengan konsentrasi 2% untuk perlakuan konvensional dan 1,5% untuk perlakuan Biointensif. Pupuk daun Gandasil D diberikan dengan disemprotkan kepada daun tanaman (foliar treatment) dengan konsentrasi 0,5% untuk perlakuan konvensional dan 0,25% untuk perlakuan Bio-intensif. Pupuk hayati diaplikasikan hanya pada perlakuan Bio-intensif dengan dosis 2 % dengan cara dikocor dan *Trichoderma* sp diberikan di lubang tanam dengan takaran 5 gr/ tanaman yang diberikan pada saat 1 minggu setelah tanam (MST), 4 MST dan 7 MST.

Pengendalian Hama dan Penyakit

Pengendalian hama dan penyakit pada perlakuan konvensional dilakukan dengan mengaplikasikan pestisida kimia setiap minggu. Pengendalian pada perlakuan Bio-intensif mengacu pada tingkat serangan dan dikendalikan dengan memadukan pengendalian secara mekanik, biopestisida dan kimia. Pestisida kimia yang digunakan tergantung dari jenis hama yang ditemukan di lapangan.

Perawatan Tanaman dan Pengamatan

Perawatan tanaman cabai rawit meliputi penyiraman dan pengajiran. Penyiraman dilakukan setiap hari dengan melihat kondisi kelembaban tanah. Pemasangan ajir dilakukan pada tanaman sudah memasuki 3 MST. Ajir dipasang dengan menancapkan bambu ajir dengan ketinggian 1 m disamping tanaman cabai rawit. Pengamatan tinggi tanaman, jumlah daun dan insidensi serangan hama penyakit dilakukan setiap satu minggu sekali.

Analisis Statistik

Hasil pengamatan respons dilakukan analisis statistik untuk melihat signifikansi antara dua perlakuan tersebut berdasarkan analisis Independent T-test pada taraf kepercayaan 95% menggunakan bantuan perangkat lunak SPSS versi 25.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Penerapan teknologi PHT Biointensif pada tanaman cabai rawit menunjukkan hasil yang positif dengan menunjukkan adanya peningkatan pertumbuhan vegetatif cabai tersebut. Berdasarkan hasil analisis statistik menunjukkan adanya peningkatan yang signifikan baik pada tinggi tanaman maupun jumlah daun cabai rawit. Penerapan teknologi PHT Biointensif menghasilkan tinggi tanaman yang lebih tinggi dibandingkan pada penerapan budidaya cabai konvensional dari setiap pengamatan (2, 4 dan 6 MST) seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1. Hasil tinggi tanaman tersebut menunjukkan bahwa aplikasi teknologi PHT Biointensif tersebut memberikan rerata peningkatan sebesar 23,1% dari seluruh pengamatan dimana pada usia tanaman 4 MST menunjukkan peningkatan yang paling tinggi yaitu sebesar 27,7% atau meningkat sebesar 5,57 cm dibanding perlakuan konvensional.

Tabel 1. Hasil Pengamatan Tinggi Tanaman

Perlakuan	Rata-rata tinggi tanaman (cm)		
	2 MST	4 MST	6 MST
Konvensional	12.9375 a	20.11 a	35.66 a
PHT Biointensif	15.71875 b	25.68 b	42.83 b

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama berarti berbeda tidak nyata

Selain meningkatkan tinggi tanaman, aplikasi teknologi PHT Biointensif juga meningkatkan pertumbuhan daun pada tanaman cabai tersebut. Hasil pengujian statistik menunjukkan rerata peningkatan jumlah daun sebesar 21% dimana pada tanaman berusia 6 MST menunjukkan peningkatan yang paling tinggi (29,3%) atau meningkat sebanyak 7,09 daun (Tabel 2). Peningkatan jumlah daun tersebut sejalan dengan peningkatan tinggi tanaman dari setiap pengamatannya sehingga diduga aplikasi teknologi biointensif tersebut dapat mengoptimalkan pertumbuhan vegetatif tanaman cabai.

Pertumbuhan vegetatif cabai rawit pada perlakuan aplikasi teknologi PHT Biointensif tersebut setara dengan hasil penelitian Mayasari et al. (2022) dimana pertumbuhan tinggi tanaman cabai rawit yang dibudidayakan secara monokultur dengan penerapan 100% pupuk majemuk menghasilkan rerata pertumbuhan tinggi tanaman sebesar 7 cm per MST. Lebih lanjut, penelitian Mayasari et al. (2022) tersebut menunjukkan pertumbuhan daun yang relatif lebih banyak dibandingkan dengan percobaan penerapan PHT Biointensif dimana rerata pertumbuhan daun per MST pada hasil penerapan PHT Biointensif sebanyak 5,2 daun sedangkan pada penelitian Mayasari et al. (2022) menghasilkan 6,1 daun per MST. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penerapan PHT Biointensif mampu menghasilkan pertumbuhan vegetatif tanaman cabai rawit yang setara bahkan meningkat dari penerapan budidaya konvensional dengan pupuk anorganik 100% dosis meskipun pada jumlah daun yang dihasilkan relatif lebih rendah dibandingkan literatur sebelumnya.

Tabel 2. Hasil Pengamatan Jumlah Daun

Perlakuan	Rata-rata jumlah daun (helai)		
	2 MST	4 MST	6 MST
Konvensional	7.69a	15.72a	24.22a
PHT Biointensif	8.56b	19.22b	31.31b

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama berarti berbeda tidak nyata

Adanya peningkatan pertumbuhan vegetatif pada tanaman cabai rawit tersebut diduga dikarenakan adanya pengaruh pembenahan tanah dari aplikasi kompos. Hasil tersebut sejalan dengan penelitian Murti et al. (2024) yang menunjukkan bahwa aplikasi kompos yang didampingi dengan aplikasi pupuk hayati cair menghasilkan adanya peningkatan bobot kering tajuk, bobot akar dan jumlah buah cabai rawit. Kompos merupakan bahan organik yang memiliki peranan penting dalam membenahi sifat fisik dan biologi tanah sehingga secara tidak langsung dapat meningkatkan daya jerap air dan mineralisasi unsur hara. Iraj et al. (2025) melaporkan bahwa kompos dapat memperbaiki struktur dan permeabilitas tanah, meningkatkan kapasitas tukar kation, sebagai pH buffer, serta meregulasi aktivitas mikroba sebagai penyedia sumber karbon.

Lebih lanjut, adanya aplikasi pupuk hayati diduga melengkapi dari peran kompos yang diaplikasikan tersebut. Kompos yang diaplikasikan tersebut diduga meningkatkan aktivitas agen hayati tanah sehingga mineralisasi dan pelarutan hara dapat terjadi secara optimal. Agen hayati yang termasuk ke dalam *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) seperti *Azotobacter* sp., *Pseudomonas* sp., dan *Bacillus* sp., memiliki peranan ganda dalam peningkatan kesehatan tanah, seperti halnya mampu melakukan pelarutan unsur hara serta menghasilkan beberapa metabolit sekunder seperti asam organik dan fitohormon yang berperan dalam memperbaiki tanah dan meningkatkan pertumbuhan tanaman. Maciel-Rodríguez et al. (2025) melaporkan mikroba PGPR memiliki mekanisme langsung untuk meningkatkan kesehatan tanaman seperti halnya mengfiksasi nitrogen, pelarutan fosfat dan kalium serta mekanisme tidak langsung yaitu dengan memproduksi metabolit sekunder seperti fitohormon auksin, produksi siderofor dan dapat menginduksi resistensi tanaman terhadap serangan penyakit.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa penerapan PHT Biointensif secara relatif mampu menurunkan insidensi penyakit dan serangan hama tertentu bila dibandingkan dengan sistem konvensional. Pada penyakit bercak daun *Cercospora*, insidensi pada sistem konvensional mencapai 43,75%, sedangkan pada sistem PHT Biointensif hanya 31,25%. Serangan hama trips juga menunjukkan pola serupa. Insidensi serangan pada perlakuan konvensional sebesar 12,50%, sedangkan pada perlakuan PHT Biointensif hanya 9,38%. Berbeda dengan dua organisme sebelumnya, serangan belalang menunjukkan nilai insidensi yang sama pada kedua perlakuan (100%). Kondisi ini menunjukkan bahwa populasi belalang pada lokasi penelitian berada pada tingkat yang sangat tinggi dan homogen di seluruh area, sehingga tindakan PHT Biointensif yang diterapkan belum mampu memberikan pengaruh signifikan terhadap dinamika hama ini.

Berdasarkan data tersebut diduga kuat penerapan PHT biointensif dapat meningkatkan ketahanan tanaman terimbas. Pemberian *Trichoderma* sp dan pupuk hayati berbasis bakteri bermanfaat dapat menekan hama atau penyakit secara langsung melalui mekanisme antagonistik, lisis, dan kompetisi nutrisi serta dapat menginduksi ketahanan tanaman. Dalam kasus di penelitian ini, *Trichoderma*

sp dan pupuk hayati diaplikasikan di perakaran tanaman, sedangkan penyakit yang diamati yaitu bercak daun dan hama trips berada di daun, sehingga kemungkinan besar mekanisme yang bekerja adalah induksi ketahanan.

Tabel 3. Hasil Pengamatan Insidensi Hama dan Penyakit

Perlakuan	Bercak daun (%)	Trips (%)	Belalang (%)
Konvensional	43.75	12.50	100
PHT Biointensif	31.25	9.38	100

Induksi ketahanan tanaman sendiri merupakan proses aktifnya sistem ketahanan tanaman yang dipicu oleh agen penginduksi. Agen penginduksi tersebut sering disebut dengan istilah elisitor yang dapat diperoleh dari sel hidup dan sel mati mikroorganisme, ekstrak tanaman, dan senyawa kimia sintetis (Konappa et al., 2020). Pada penyakit bercak daun yang umumnya disebabkan oleh *Cercospora* sp., tanaman yang telah terinduksi menunjukkan penurunan perkembangan lesi karena kemampuan menghambat penetrasi dan kolonisasi patogen. Sementara itu, pada hama trips, mekanisme ketahanan yang terinduksi dapat menurunkan preferensi makan, menghambat reproduksi, serta meningkatkan toleransi tanaman terhadap kerusakan.

Sistem ketahanan terinduksi ini memiliki spektrum yang sangat luas, artinya tidak hanya terpaku pada jenis hama dan penyakit tertentu saja, melainkan bisa berefek pada sebagian besar hama dan penyakit (Fontenelle et al., 2011; Yedidia et al., 2003). Sehingga ketahanan terinduksi ini akan melindungi tanaman dari ancaman hama dan penyakit lainnya sebagai barier internal tanaman sekaligus mengurangi beban penggunaan pestisida kimia. Meskipun demikian, induksi ketahanan memiliki sifat membunuh atau menghambat patogen dan hama yang tidak terlalu kuat. Sehingga, masih memerlukan kombinasi perlakuan dengan teknik yang lain.

Trichoderma sp sendiri telah dikenal secara luas sebagai biocontrol yang memiliki kemampuan untuk menginduksi ketahanan tanaman (Bisen et al., 2016). *Trichoderma* sp dilaporkan mampu meningkatkan ketahanan tanaman tomat terhadap *Xanthomonas euvesicatoria* dan *Alternaria solani* sekaligus mampu memicu pertumbuhan vegetatifnya (Fontenelle et al., 2011). Selanjutnya, *Trichoderma* sp juga dilaporkan dapat menginduksi tanaman tembakau dan tomat dan mampu menekan perkembangan *Botrytis cinerea* (Meyer et al., 1998). Bakteri yang diformulasikan sebagai pupuk hayati juga dilaporkan dapat menginduksi ketahanan tanaman (Konappa et al., 2020).

KESIMPULAN

Penerapan teknologi Pengendalian Hama Terpadu (PHT) Biointensif pada budidaya cabai rawit (*Capsicum frutescens*) terbukti mampu meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman dibandingkan dengan sistem budidaya konvensional. PHT Biointensif secara signifikan meningkatkan tinggi tanaman dan jumlah daun pada seluruh waktu pengamatan (2, 4, dan 6 MST), meskipun dosis pupuk anorganik yang diberikan lebih rendah dibandingkan perlakuan konvensional. Selain meningkatkan pertumbuhan vegetatif, penerapan PHT Biointensif juga menurunkan insidensi penyakit bercak daun dan serangan hama trips secara relatif, meskipun belum memberikan pengaruh terhadap insidensi serangan belalang. Secara keseluruhan, teknologi PHT Biointensif berpotensi menjadi alternatif budidaya cabai rawit yang lebih berkelanjutan, karena mampu menjaga performa pertumbuhan tanaman sekaligus mengurangi ketergantungan terhadap input kimia sintetis.

SARAN

Penerapan teknologi PHT Biointensif disarankan untuk dikembangkan lebih lanjut pada skala lapang yang lebih luas dan musim tanam yang berbeda, guna menguji konsistensi hasil pada berbagai kondisi agroekosistem. Penelitian lanjutan juga perlu mengkaji komponen PHT Biointensif secara lebih spesifik, khususnya kontribusi masing-masing agen hayati terhadap mekanisme induksi ketahanan tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Baradevanal, G., & Kumarnag, K. M. (2021). Biointensive Integrated Pest Management in Mango. In *CRC Press*. taylorfrancis.com. <https://doi.org/10.1201/9781003256922-11>
- Bisen, K., Keswani, C., Patel, J. S., Sarma, B. K., & Sigh, H. B. (2016). *Trichoderma* spp.: Efficient Inducers of Systemic Resistance in Plants. In *Microbial-mediated Induced Systemic Resistance in Plants* (pp. 185–195). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-10-0388-2_12
- Fontenelle, A. D. B., Guzzo, S. D., Lucon, C. M. M., & Harakava, R. (2011). Growth promotion and induction of resistance in tomato plant against *Xanthomonas euvesicatoria* and *Alternaria solani* by *Trichoderma* spp. *Crop Protection*, *30*(11), 1492–1500. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261219411002559>
- Hassanali, A., Herren, H., Khan, Z. R., Pickett, J. A., & Woodchuck, C. M. (2007). Integrated pest management: the push–pull approach for controlling insect pests and weeds of cereals, and its potential for other agricultural systems. In *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci* (pp. 611–621). pmc.ncbi.nlm.nih.gov. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC2610173/>
- Iraji, F., Jiménez-Ballesta, R., Mongil-Manso, J., Pellejero, G., Miguélez, D., Najafi, P., & González, J. M. T. (2025). The effects of compost application on soil properties: Agricultural and environmental benefits. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, *14*(4). <https://doi.org/10.57647/ijrowa-2025-8144>
- Konappa, N., Krishnamurthy, S., Arakere, U. C., Chowdappa, S., & Ramachandrappa, N. S. (2020). Efficacy of indigenous plant growth-promoting rhizobacteria and *Trichoderma* strains in eliciting resistance against bacterial wilt in a tomato. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, *30*(106), 1–13. <https://doi.org/10.1186/s41938-020-00303-3>
- Maciel-Rodríguez, M., Moreno-Valencia, F. D., & Plascencia-Espinosa, M. (2025). The Role of Plant Growth-Promoting Bacteria in Soil Restoration: A Strategy to Promote Agricultural Sustainability. *Microorganisms*, *13*(8), 1799. <https://doi.org/10.3390/microorganisms13081799>
- Mayasari, E., Gustiar, F., Ammar, M., & Susilawati, S. (2022). Pertumbuhan Tanaman Cabai Rawit (*Capsium frutescens* L.) Varietas Rajo terhadap Teknik Pemupukan yang di Budidaya secara Monokultur dan Tumpangsari. Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal. Palembang, UNSRI
- Renuka, V. V. L., & Sasmal, A. (2018). Evaluation of efficacy and economics of certain bio-intensive and chemo-intensive management modules against stem borer of rice. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, *6*(5), 714–719.
- Visalakshi, M., & Bhavani, B. (2016). Ecofriendly and biointensive approach for the management of sugarcane shoot borers under organic farming. *Journal of Eco-Friendly Agriculture*, *11*(1), 41–43.
- Yedidia, I., Shores, M., & Kerem, Z. (2003). Concomitant Induction of Systemic Resistance to *Pseudomonas syringae* pv. *lachrymans* in Cucumber by *Trichoderma asperellum* (T-203) and Accumulation of Phytoalexins. *Applied and Environmental Microbiology*, *69*(12), 7343–7353. <https://doi.org/10.1128/aem.69.12.7343-7353.2003>