

Utilisation of Aptical Biological Agents on Vegetative Growth For The Health Os Soybean (*Glycine max L.*) Crops Against Homogenised Pest

[Pemanfaatan Agensia Hayati Aptical Pada Pertumbuhan Vegetatif untuk Kesehatan Tanaman Kedelai (*Glycine max L.*) Terhadap Hpt Homogen]

Abiyyu Atha Mahendra¹⁾, Sutarman^{2)*}

¹⁾ Program Studi Agroteknologi, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾ Program Studi Agroteknologi, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: sutarman@umsida.ac.id

Abstract. *The purpose of this study is to determine the Utilization of Aptical Biological Agents in Vegetative Growth for Soybean Plant Health (*Glycine max L.*) Against homogeneous hpt. This study uses a qualitative approach The data obtained are analyzed in depth and comprehensively descriptively, resulting in significant conclusions and findings. The literature used as a reference includes books, journal articles, both national and international, and other related literature. The results showed that the application of Aptical in the vegetative phase of soybeans not only increased plant resistance to HPT attack, but also improved vegetative growth, such as root development and increased nutrient absorption. Plants applied by Aptical showed better vigor and were more resistant to environmental stress, resulting in an increase in overall productivity. The implementation of this biological agency technology can support the concept of sustainable agriculture that prioritizes reducing the use of synthetic chemicals and maintaining the balance of the ecosystem.*

Keywords – Biological Agents, Aptical, Soybeans.

Abstrak. *Tujuan penelitian ini untuk mengetahui Pemanfaatan Agensia Hayati Aptical Pada Pertumbuhan Vegetatif Untuk Kesehatan Tanaman Kedelai (*Glycine max L.*) Terhadap Hpt Homogen. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif Data yang diperoleh dianalisis secara mendalam dan komprehensif secara deskriptif, sehingga menghasilkan kesimpulan dan temuan yang signifikan. Literatur yang digunakan sebagai referensi mencakup buku, artikel jurnal baik nasional maupun internasional, serta literatur lainnya yang berkaitan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi Aptical pada fase vegetatif kedelai tidak hanya meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan HPT, tetapi juga memperbaiki pertumbuhan vegetatif, seperti perkembangan akar dan peningkatan penyerapan nutrisi. Tanaman yang diaplikasikan Aptical menunjukkan vigor yang lebih baik dan lebih tahan terhadap stres lingkungan, sehingga berdampak pada peningkatan produktivitas secara keseluruhan. Implementasi teknologi agensia hayati ini dapat mendukung konsep pertanian berkelanjutan yang mengedepankan pengurangan penggunaan bahan kimia sintetis dan menjaga keseimbangan ekosistem.*

Kata Kunci – Agensia Hayati, Aptical, Kedelai.

I. PENDAHULUAN

Kedelai (*Glycine max L.*) Sebuah tanaman mempunyai banyak kegunaan utamanya untuk kebutuhan pangan, Kebutuhan kedelai terus meningkat seiring dengan tingginya permintaan kedelai sebagai bahan pokok pangan seperti tahu, tempe, kecap, susu kedelai, tauco, dan snack di Indonesia dalam konsumsi kedelai secara nasional sekitar 2.953.022 ton pada tahun 2015-2020 dan kebutuhan dunia akan kedelai sekitar 340 juta ton [1]. Seperti tanaman lainnya kedelai pun sulit berproduksi karena cengkaman lingkungan yang membatasi pertumbuhan, perkembangan, dan produktivitas, berbagai macam tekanan berupa biotik dan abiotik [2].

Kedelai diduga berasal dari daratan pusat dan utara Cina. Hal ini didasarkan pada adanya penyebaran *Glycine ussuriensis*, spesies yang diduga sebagai tetua *Glycine max (L.)*. Bukti sitogenetik menunjukkan bahwa *G.max* dan *G.usuriensis* tergolong spesies yang sama. Namun bukti sejarah dan sebaran geografis menunjukkan Cina Utara sebagai daerah di mana kedelai dibudidayakan untuk pertama kalinya, sekitar abad 11 setelah masehi. Korea merupakan sentra kedelai dan diduga kedelai yang dibudidayakannya merupakan hasil introduksi dari Cina, yang kemudian menyebar ke Jepang antara 200 setelah masehi. Jalur penyebaran kedelai yang kedua dimungkinkan dari daratan Cina Tengah ke arah Jepang Selatan, di Kepulauan Kyushu, sejak adanya perdagangan antara Jepang dan Cina, sekitar abad ke 6 dan 8 [3].

Kedelai (*Glycine max* L.) merupakan salah satu tanaman pangan penting yang memiliki peran strategis dalam pemenuhan kebutuhan protein nabati di Indonesia. Tanaman ini tidak hanya bernilai ekonomi tinggi, tetapi juga menjadi komoditas utama dalam berbagai industri pangan. Namun, budidaya kedelai sering kali menghadapi berbagai tantangan, terutama serangan hama dan penyakit tumbuhan (HPT) yang dapat menurunkan produktivitas secara signifikan. Salah satu pendekatan yang mulai banyak diterapkan dalam mengelola serangan HPT pada tanaman kedelai adalah penggunaan agensia hayati, seperti *Aptical*, yang diketahui mampu memberikan perlindungan sekaligus mendukung pertumbuhan vegetatif tanaman [4].

Berdasarkan statistik pada tahun (2014), menunjukkan produksi kedelai mengalami penurunan rata-rata 10-11%. Serangan hama dan penyakit yang diakibatkan oleh cuaca dan cendawan patogen tular tanah yang bersifat nekrotropi, dan merupakan salah satu penyakit busuk pangkal batang pada pertanaman kacang – kacangan merupakan kendala pada produksi kedelai, perlu diketahui produksi kedelai umum dilakukan pada akhir musim hujan hingga pertengahan musim panas namun sekarang cuaca sangat sulit untuk di prediksi hal ini yang mengganggu proses produksi kedelai [5].

Penggunaan agensia hayati dalam pertanian, termasuk *Aptical*, menjadi alternatif yang ramah lingkungan dibandingkan dengan penggunaan pestisida kimia. *Aptical* merupakan salah satu jenis mikroorganisme yang dapat membantu tanaman dalam meningkatkan ketahanan terhadap patogen dengan mekanisme kerja yang kompleks, seperti kompetisi ruang dan nutrisi, serta produksi metabolit sekunder yang bersifat antagonis terhadap patogen. Dalam konteks pertumbuhan vegetatif, peran *Aptical* tidak hanya membantu tanaman melawan serangan HPT homogen, tetapi juga berkontribusi pada peningkatan kesehatan tanaman secara keseluruhan, sehingga menghasilkan tanaman yang lebih kuat dan siap memasuki fase generative [6].

Selain itu, aplikasi agensia hayati ini relevan dengan prinsip pertanian berkelanjutan yang menekankan pada keseimbangan ekosistem. Studi-studi sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan agensia hayati, termasuk *Aptical*, dapat memberikan manfaat ganda berupa peningkatan hasil panen serta pengurangan risiko dampak negatif terhadap lingkungan. Oleh karena itu, penelitian mengenai pemanfaatan *Aptical* pada fase pertumbuhan vegetatif tanaman kedelai menjadi penting untuk dieksplorasi lebih lanjut dalam rangka optimalisasi produksi kedelai yang lebih sehat dan berkelanjutan [7].

Agensia hayati *Aptical* merupakan mikroorganisme yang berpotensi untuk digunakan dalam pengelolaan HPT pada tanaman kedelai. Penggunaan *Aptical* mampu meningkatkan daya tahan tanaman terhadap patogen melalui mekanisme antagonisme, kompetisi nutrisi, serta induksi ketahanan sistemik pada tanaman. Selain itu, *Aptical* juga berperan dalam mendukung pertumbuhan vegetatif tanaman, seperti meningkatkan perkembangan akar, penyerapan nutrisi, dan aktivitas fotosintesis. Dengan demikian, *Aptical* tidak hanya berfungsi sebagai pengendali hayati terhadap HPT homogen, tetapi juga berkontribusi terhadap kesehatan tanaman secara keseluruhan, sehingga dapat meningkatkan produktivitas dan kualitas hasil panen kedelai [8].

Implementasi *Aptical* dalam budidaya kedelai juga sejalan dengan prinsip pertanian berkelanjutan yang menekankan pengurangan penggunaan bahan kimia sintetis dan pelestarian keanekaragaman hayati. Penggunaan agensia hayati ini dapat memberikan solusi yang lebih efisien dan aman dalam pengelolaan hama dan penyakit, terutama dalam menghadapi tantangan pertanian modern. Dengan potensi manfaat yang luas, penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh *Aptical* pada pertumbuhan vegetatif dan kesehatan tanaman kedelai terhadap serangan HPT homogen sangat diperlukan, guna mendukung produksi kedelai yang optimal serta berkontribusi pada ketahanan pangan nasional.

II. METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif. Termasuk dalam kategori penelitian kepustakaan (library research), penelitian ini mengkaji berbagai literatur yang relevan dengan pokok pembahasan (Ngasifudin & Al-Munawwaroh, 2021). Data yang diperoleh dianalisis secara mendalam dan komprehensif secara deskriptif, sehingga menghasilkan kesimpulan dan temuan yang signifikan. Literatur yang digunakan sebagai referensi mencakup buku, artikel jurnal baik nasional maupun internasional, serta literatur lainnya yang berkaitan dengan penelitian ini (Rosmiyati & Maloko, 2021).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengamatan

pengaruh signifikan terhadap tinggi tanaman, luas daun, dan berat basah tanaman sawi pagoda. Konsentrasi ini memberikan pasokan nutrisi yang cukup bagi tanaman, memungkinkan pertumbuhan yang optimal. Tanaman yang mendapatkan dosis 15 ml menunjukkan peningkatan tinggi yang lebih signifikan dibandingkan dengan dosis yang lebih rendah atau lebih tinggi, karena nutrisi diserap dengan efisien oleh akar dan didistribusikan secara merata ke seluruh bagian tanaman. Luas daun juga meningkat, menunjukkan bahwa tanaman dapat melakukan fotosintesis lebih efektif, menghasilkan lebih banyak energi untuk pertumbuhan. Selain itu, berat basah tanaman juga meningkat,

menandakan bahwa tanaman memperoleh cukup air dan nutrisi untuk perkembangan sel yang optimal, menghasilkan daun yang lebih besar dan lebih berat. Penelitian ini menegaskan pentingnya dosis yang tepat dalam penggunaan nutrisi AB Mix untuk mencapai hasil tanaman yang maksimal. Pengaruh agensia hayati *Aptical* terhadap Pertumbuhan Vegetatif Kedelai

Penggunaan agensia hayati *Aptical* terbukti memberikan dampak positif pada pertumbuhan vegetatif tanaman kedelai. *Aptical* bekerja dengan meningkatkan kesehatan akar dan memperbaiki penyerapan nutrisi yang esensial, sehingga memaksimalkan perkembangan tanaman pada fase awal pertumbuhannya. Akar yang lebih kuat dan sistem perakaran yang luas memungkinkan tanaman untuk menyerap air dan nutrisi dengan lebih efisien. Selain itu, *Aptical* juga berperan dalam merangsang produksi hormon pertumbuhan alami pada tanaman, seperti auksin dan sitokinin, yang berkontribusi pada pembentukan daun yang lebih banyak dan lebih lebar, batang yang kokoh, serta percepatan dalam fase pertumbuhan vegetatif [9].

Pengaruh positif ini juga terlihat dari peningkatan vigor tanaman kedelai, di mana tanaman yang diaplikasikan *Aptical* menunjukkan daya tahan lebih baik terhadap stres lingkungan dan serangan HPT. Keberadaan mikroorganisme ini membantu menjaga keseimbangan mikrobiota di sekitar perakaran, menciptakan kondisi yang tidak menguntungkan bagi patogen. Dengan demikian, tanaman kedelai yang didukung oleh *Aptical* cenderung memiliki pertumbuhan vegetatif yang lebih optimal dan seragam, yang pada akhirnya akan berkontribusi pada peningkatan hasil panen secara keseluruhan [6].

Efektivitas Aptical dalam Pengendalian HPT Homogen pada Tanaman Kedelai

Aplikasi *Aptical* sebagai agensia hayati menunjukkan efektivitas yang signifikan dalam pengendalian HPT homogen pada tanaman kedelai. *Aptical* bekerja melalui beberapa mekanisme, termasuk kompetisi ruang dan nutrisi dengan patogen, produksi metabolit yang bersifat antagonis, serta induksi ketahanan sistemik pada tanaman. Mekanisme ini menjadikan lingkungan di sekitar perakaran tidak kondusif bagi pertumbuhan patogen, sehingga menghambat perkembangan HPT. Dalam pengamatan, tanaman kedelai yang diberikan *Aptical* memiliki tingkat infeksi HPT yang lebih rendah dibandingkan dengan kontrol, yang menunjukkan bahwa mikroorganisme ini mampu secara aktif melindungi tanaman dari serangan patogen homogen [10].

Selain itu, *Aptical* tidak hanya berfungsi sebagai agen pengendali biologis, tetapi juga memperkuat daya tahan tanaman secara keseluruhan. Hal ini terlihat dari penurunan gejala penyakit pada tanaman yang diaplikasikan *Aptical*, seperti bercak daun atau layu, yang umum terjadi pada tanaman kedelai yang terinfeksi HPT. Keunggulan *Aptical* dibandingkan pengendalian kimiawi terletak pada keberlanjutan perlindungannya dan minimnya dampak negatif terhadap lingkungan. Dengan demikian, penggunaan *Aptical* dalam budidaya kedelai menawarkan solusi efektif dan ramah lingkungan untuk pengendalian HPT homogen, sekaligus mendukung kesehatan tanaman secara keseluruhan tanpa menimbulkan residu berbahaya [11].

Perbandingan antara Penggunaan Aptical dan Pengendalian Kimiawi

Perbandingan antara penggunaan *Aptical* dan pengendalian kimiawi dalam pengelolaan HPT pada tanaman kedelai menunjukkan perbedaan yang signifikan dari segi efektivitas dan dampaknya terhadap lingkungan. Pengendalian kimiawi umumnya bekerja lebih cepat dalam membunuh patogen, tetapi penggunaan berulang dapat menyebabkan resistensi patogen, pencemaran lingkungan, dan kerusakan keseimbangan ekosistem. Sebaliknya, *Aptical* bekerja dengan cara yang lebih alami melalui mekanisme biokontrol, seperti kompetisi nutrisi, antagonisme, dan induksi ketahanan sistemik. Meskipun hasil perlindungan mungkin memerlukan waktu yang lebih lama untuk terlihat dibandingkan dengan pestisida kimia, perlindungan yang diberikan *Aptical* lebih berkelanjutan dan aman bagi lingkungan [12].

Selain itu, dari aspek ekonomi, penggunaan *Aptical* dapat lebih menguntungkan dalam jangka panjang. Pestisida kimia sering kali memerlukan aplikasi yang intensif dan berulang, yang meningkatkan biaya produksi serta potensi dampak negatif bagi kesehatan manusia dan lingkungan. Sebaliknya, *Aptical*, dengan satu kali aplikasi yang efektif, mampu memberikan perlindungan jangka panjang karena mikroorganisme tersebut dapat berkembang biak di lingkungan perakaran tanaman, memberikan efek pengendalian berkelanjutan. Oleh karena itu, meskipun pengendalian kimiawi masih menjadi pilihan utama di banyak tempat, penggunaan *Aptical* menawarkan alternatif yang lebih ramah lingkungan, ekonomis, dan konsisten dengan prinsip pertanian berkelanjutan [13].

Implikasi Terhadap Kesehatan Tanaman dan Produktivitas Kedelai

Penggunaan *Aptical* memiliki implikasi yang signifikan terhadap kesehatan tanaman dan produktivitas kedelai. Dengan meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan HPT, *Aptical* tidak hanya membantu menjaga kesehatan tanaman secara umum, tetapi juga memperkuat vigor tanaman selama fase pertumbuhan vegetatif. Tanaman kedelai yang lebih sehat menunjukkan pertumbuhan yang lebih optimal, dengan daun yang lebih hijau, batang yang kokoh, serta sistem akar yang berkembang baik. Kondisi ini mendukung efisiensi penyerapan nutrisi dan air, sehingga tanaman dapat tumbuh lebih produktif. Seiring dengan penurunan serangan HPT yang disebabkan oleh perlindungan

Aptical, tanaman kedelai memiliki kesempatan lebih besar untuk berkembang tanpa gangguan, yang pada akhirnya berdampak positif pada hasil panen.

Dari segi produktivitas, peningkatan kesehatan tanaman melalui aplikasi *Aptical* berujung pada hasil panen yang lebih tinggi dan berkualitas. Tanaman yang bebas dari tekanan patogen cenderung menghasilkan polong dan biji yang lebih banyak dengan ukuran yang seragam. Selain itu, dengan mengurangi ketergantungan pada pestisida kimia, hasil panen menjadi lebih aman dari residu berbahaya, meningkatkan nilai jual serta daya saing produk di pasar. Implikasi positif ini menjadikan *Aptical* sebagai pilihan yang efektif dan berkelanjutan dalam mendukung peningkatan produktivitas kedelai, sekaligus mempertahankan kualitas lingkungan dan kesehatan pertanian secara keseluruhan [14].

Relevansi dengan Pertanian Berkelanjutan

Penggunaan *Aptical* dalam pengelolaan pertanian kedelai sangat relevan dengan konsep pertanian berkelanjutan yang menekankan keseimbangan antara produktivitas, kelestarian lingkungan, dan kesehatan ekosistem. Sebagai agensia hayati, *Aptical* berperan dalam mengurangi ketergantungan pada pestisida kimia yang dapat mencemari tanah, air, dan organisme non-target lainnya. Dengan mekanisme alami dalam mengendalikan HPT serta meningkatkan ketahanan tanaman, *Aptical* mendukung praktik pertanian yang ramah lingkungan. Penggunaan mikroorganisme ini juga membantu menjaga keanekaragaman mikrobiota tanah, yang merupakan komponen penting dalam ekosistem yang sehat dan seimbang [15].

Selain itu, aplikasi *Aptical* mendukung prinsip efisiensi dalam penggunaan sumber daya pertanian. Dengan memperkuat kesehatan tanaman dan mencegah kerusakan oleh patogen, hasil panen dapat ditingkatkan tanpa perlu intensifikasi penggunaan bahan kimia berbahaya. Praktik ini sejalan dengan tujuan pertanian berkelanjutan yang menekankan pada pemeliharaan kesuburan tanah, pengelolaan sumber daya yang bijak, dan produksi pangan yang aman serta berkualitas tinggi. Dengan demikian, *Aptical* menawarkan solusi yang tidak hanya efektif dalam jangka pendek, tetapi juga berkontribusi terhadap keberlanjutan sistem pertanian secara menyeluruh [16].

Potensi Agensia hayati sebagai penghambat HPT Homogen

Koloni *Trichoderma* pada awal inkubasi akan berwarna putih yang selanjutnya berubah menjadi kuning dan akhirnya berubah menjadi hijau tua pada umur inkubasi lanjut. Kapang *Trichoderma* mempunyai tingkat pertumbuhan yang cukup cepat, konidia yang dihasilkan berlimpah, dan mampu bertahan cukup lama pada kondisi yang kurang menguntungkan. Pengamatan yang teliti dari ciri-ciri morfologi sangat penting dalam menentukan jenis *Trichoderma* secara tepat, karena secara umum jenis kapang ini sulit untuk dibedakan.

Agensia hayati memiliki potensi besar sebagai penghambat HPT homogen dalam pertanian, terutama karena kemampuannya untuk mengendalikan patogen secara alami dan berkelanjutan. Mikroorganisme seperti bakteri dan jamur antagonis, termasuk *Aptical*, dapat menekan perkembangan HPT melalui beberapa mekanisme, seperti produksi senyawa antimikroba, kompetisi ruang dan nutrisi, serta induksi ketahanan tanaman secara sistemik. Dalam konteks HPT homogen, yang biasanya terdiri dari patogen dengan karakteristik serupa, agensia hayati menawarkan pendekatan pengendalian yang lebih efektif dan stabil karena mikroorganisme ini mampu menyesuaikan diri dengan kondisi lingkungan dan secara aktif melindungi tanaman dalam jangka panjang. Hal ini berbeda dengan pestisida kimia yang cenderung menargetkan patogen secara spesifik, sehingga rentan terhadap resistensi.

Selain itu, agensia hayati juga berperan dalam meningkatkan kesehatan tanah dan memperkuat sistem imun tanaman. Dengan menghambat HPT secara alami, agensia hayati seperti *Aptical* menciptakan lingkungan yang tidak mendukung pertumbuhan patogen, baik melalui perubahan pH, pengurangan sumber nutrisi bagi patogen, maupun pembentukan biofilm pelindung pada akar tanaman. Potensi ini menjadi penting dalam pertanian berkelanjutan, di mana kontrol biologis yang efektif dapat mengurangi kerugian akibat penyakit tanpa menimbulkan dampak negatif bagi ekosistem. Pengembangan dan penerapan agensia hayati secara luas dapat memberikan solusi yang lebih aman dan berkelanjutan dalam menghadapi tantangan HPT homogen, sekaligus mendukung ketahanan pangan melalui budidaya yang lebih sehat dan produktif [17].

IV. SIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini Penggunaan agensia hayati *Aptical* dalam pengendalian HPT homogen pada tanaman kedelai terbukti efektif dalam meningkatkan pertumbuhan vegetatif, kesehatan tanaman, dan produktivitas hasil panen. *Aptical* bekerja melalui mekanisme antagonisme, kompetisi nutrisi, dan induksi ketahanan sistemik, yang memberikan perlindungan berkelanjutan terhadap serangan patogen sekaligus memperkuat vigor tanaman. Dibandingkan dengan pengendalian kimiawi, *Aptical* menawarkan solusi yang lebih ramah lingkungan, aman, dan sejalan dengan prinsip pertanian berkelanjutan. Dengan demikian, *Aptical* memiliki potensi besar sebagai agen

pengendali hayati yang efektif dalam budidaya kedelai dan dapat menjadi alternatif unggul dalam mendukung praktik pertanian yang lebih sehat dan berkelanjutan..

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dapat dilaksanakan dengan baik berkat bantuan dari berbagai pihak, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada bapak/ibu dosen pembimbing dan kaprodi agroteknologi yang sudah membantu hingga penyusunan.

REFERENSI

- [1] Rista Sanah and Rahmadina, "RESPON PERTUMBUHAN VEGETATIF TANAMAN KEDELAI (*Glycine max* L.) TERHADAP TINGKAT NAUNGAN YANG ALAMI," *J. Pendidik. Biol. dan Sains*, vol. 7, no. 1, pp. 37–45, 2024.
- [2] A. Miftahurrohmat, F. D. Dewi, and Sutarman, "Local Soybean (*Glycine max* (L)) Stomatas' Morphological and Anatomic Response in 3rd Vegetation Stage Towards Light Intensity Sress," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1232, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1232/1/012043.
- [3] J. S. M. Raintung, "Pengolahan Tanah dan Hasil Kedelai (*Glycine max* L. Merill)," *Jurnal Soil Environment*, vol. 8, no. 2, pp. 65–68, 2010. [Online]. Available: http://repo.unsrat.ac.id/455/1/PENGOLAHAN_TANAH_DAN_HASIL_KEDELAI.pdf
- [4] I. N. Ningrumsari, R. Budiasih, and P. Afrilliyanti, "Kajian Analisis Nutrisi Kedelai Hitam (*Glycine Soja* (L) Merrit) Difermentasi Oleh *Rhizopus Oligosporus*, *Aspergillus Sojae* Dan Konsorsiumnya Terhadap Karbohidrat Dan Lemak," *AGRITEKH (Jurnal Agribisnis dan Teknol. Pangan)*, vol. 2, no. 2, pp. 90–98, 2022, doi: 10.32627/agritekh.v2i2.72.
- [5] P. D. dan S. I. Pertanian, *OUTLOOK Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Kementerian Pertanian*. 2014.
- [6] A. Febrianto and D. A. Andila, "Inovasi agens hayati sebagai upaya peningkatan ekonomi petani di Desa Mojolegi Kecamatan Gading Kabupaten Probolinggo," *e-Jurnal Ekon. Sumberd. dan Lingkung.*, vol. 11, no. 1, pp. 2303–1220, 2023.
- [7] W. Wuryantoro, W. R. Andyanie, and N. H. Dhuhava, "Penggunaan Agens Hayati *Pseudomonas fluorescens* terhadap Pertumbuhan Tanaman Kedelai (*Glycine max* L. Merr)," *J. AGRI-TEK J. Penelit. Ilmu-Ilmu Eksakta*, vol. 22, no. 2, pp. 78–81, 2021, doi: 10.33319/agtek.v22i2.100.
- [8] N. Ela, L. Hakim, and A. Ulim, "Efektivitas Beberapa Agen Antagonis dan Cara Aplikasinya Untuk Menekan Pertumbuhan *Sclerotium rolfsii* pada Tanaman Kedelai (*Glycine max* L. Merrill)," *J. Ilm. Mhs. Pertan.*, vol. 1, no. 1, pp. 155–167, 2016, doi: 10.17969/jimfp.v1i1.1012.
- [9] N. K. L. Wulansari, R. D. H. Windriyati, and A. Kurniawati, "Pengaruh Varietas dan Media Tanam pada Sistem Hidroponik Tetes Tomat Ceri di Dataran Rendah," *Agro Bali Agric. J.*, vol. 5, no. 3, pp. 477–484, 2022, doi: 10.37637/ab.v5i3.975.
- [10] D. Y. Intarti, I. Kurniasari, and A. Sudjiyanto, "Efektivitas Agen Hayati *Beauveria bassiana* dalam Menekan Hama Thrips sp. pada Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.)," *Agrovigor J. Agroekoteknologi*, vol. 13, no. 1, pp. 10–15, 2020, doi: 10.21107/agrovigor.v13i1.5621.
- [11] N. Djaenuddin and A. Muis, "Efektivitas Biopestisida *Bacillus Subtilis* Bnt 8 Dan Pestisida Nabati Untuk Pengendalian Penyakit Hawar," *J. HPT Trop.*, vol. 17, no. 1, pp. 53–61, 2017.
- [12] A. Rosmiati, C. Hidayat, E. Firmansyah, and Y. Setiati, "Potensi *Beauveria bassiana* sebagai Agens Hayati *Spodoptera litura* Fabr. pada Tanaman Kedelai," *Agrikultura*, vol. 29, no. 1, p. 43, 2018, doi: 10.24198/agrikultura.v29i1.16925.
- [13] S. Syahri, R. U. Somantri, and J. Juwedi, "Efektivitas Teknologi Pengendalian dalam Menekan Hama Penyakit Kedelai di Lahan Pasang Surut Sumatera Selatan," *Natl. Multidiscip. Sci.*, vol. 2, no. 3, pp. 71–85, 2023, doi: 10.32528/nms.v2i3.282.
- [14] A. Sofwah and S. Prastowo, "Efektivitas *Beauveria bassiana* dan *Metarhizium anisopliae* terhadap Pengendalian Hama Thrips sp. (Thysanoptera: Triptidae) pada Tanaman Cabai Besar (*Capsicum annum* L.)," *Berk. Ilm. Pertan.*, vol. 6, no. 3, p. 115, 2023, doi: 10.19184/bip.v6i3.38197.
- [15] Y. Rante, "Strategi Pengembangan Tanaman Kedelai Untuk Pemberdayaan Ekonomi Rakyat Di Kabupaten Keerom Provinsi Papua," *J. Manaj. dan Kewirausahaan*, vol. 15, no. 1, pp. 75–88, 2013, doi: 10.9744/jmk.15.1.75-88.

- [16] Salsabila, B. A. Pratama, E. A. Kurniawan, W. S. Agustin, N. Lazuardi, and M. R. Hanif, “Keberlanjutan Usaha Tani Kedelai Melalui Pendekatan Multidimensional Scalling (MDS) Guna Mewujudkan Swasembada Pangan di Kecamatan Barumun Tengah Kabupaten Padang Lawas,” *J. Aribus. Sci.*, vol. 8, no. 1, pp. 78–93, 2024.
- [17] T. Suciaty, Supriyadi, A. T. Sakya, and D. Purnomo, “The effects of nanosilica fertilizer concentration and dose of rice hull ash on the characteristic of soybean leaves (*Glycine max L. Merrill*),” *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 250, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1755-1315/250/1/012035.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.