

Peran Fungi Mikoriza Arbuskula Dalam Meningkatkan Ketersediaan Nutrisi Bagi Tanaman Hortikultura

Ayu Arisma¹⁾, Dwi Pusvita¹⁾, Siti Soleha¹⁾

Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Raden Fatah Palembang

Jl. Pangeran Ratu, 5 Ulu, Kecamatan Seberang Ulu I, Kota Palembang, Sumatera Selatan 3025

Email: sitsoleha@radenfatah.ac.id

ABSTRACT

Arbuscular mycorrhizal fungi FMA is a type of soil fungus that forms a mutualistic relationship with plant roots. This cooperation supports plant growth and soil health efficiently. This study aims to explain the role and benefits of Arbuscular Mycorrhizal Fungi FMA in improving the growth, productivity and resilience of horticultural crops such as sugar cane, chili, arabica coffee, tomatoes, and shallots. The research method used is a literature study approach to identify, collect, and analyze relevant literature sources. The results showed the positive effects of FMA in improving nutrient absorption, immunity to environmental stress, and overall plant quality. FMA application to horticultural crops can increase plant height, stem diameter, number of leaves, photosynthetic rate, and plant dry weight, and significantly improve vegetative growth parameters. Thus, the use of FMA can support optimal growth and increase productivity of horticultural crops.

Kata kunci: FMA, Photosynthesis, Phosphorus, Horticulture, Nutrition

ABSTRACT

Fungi mikoriza arbuskula (FMA) yaitu jenis fungi tanah yang membentuk hubungan mutualistik dengan akar tanaman. Mikoriza membantu tanaman dalam penyerapan nutrisi seperti fosfor dan meningkatkan toleransi terhadap kekeringan. Kerjasama ini mendukung pertumbuhan tanaman dan kesehatan tanah secara efisien. Penelitian ini bertujuan untuk menjelaskan peran dan manfaat fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) guna meningkatkan pertumbuhan, produktivitas, dan ketahanan tanaman hortikultura seperti tebu, cabai, kopi arabika, tomat, serta bawang merah. Metode penelitian yang digunakan yakni pendekatan studi literatur untuk mengidentifikasi, mengumpulkan, dan menganalisis sumber-sumber literatur yang relevan. Hasil penelitian menunjukkan efek positif FMA dalam meningkatkan penyerapan nutrisi, ketahanan terhadap stres lingkungan, dan kualitas keseluruhan tanaman. Pemberian FMA pada tanaman hortikultura dapat meningkatkan tinggi tanaman, diameter batang, laju fotosintesis, jumlah daun, serta berat kering tanaman, dan meningkatkan parameter pertumbuhan vegetatif secara signifikan. Dengan demikian, penggunaan FMA dapat mendukung pertumbuhan optimal dan meningkatkan produktivitas tanaman hortikultura.

Kata kunci: FMA, Fotosintesis, Fosfor, Hortikultura, Nutrisi

PENDAHULUAN

Fungi mikoriza arbuskula (FMA) merupakan jenis fungi yang mendiami tanah dan selalu berkolaborasi dengan tanaman tingkat tinggi, saling memberikan manfaat satu sama lain. Asosiasi ini terbentuk karena FMA secara konsisten menghuni sistem akar tanaman inang dan memberikan keuntungan geg mutual. Dalam bahasa Latin, istilah "arbuskula" berasal dari kata "arbuscula", menggambarkan struktur berbentuk seperti pohon yang tumbuh di dalam sel korteks akar tanaman inang (Sukarno *et al*, 2023).

Fungi mikoriza mampu bersimbiosis dengan sebagian besar (97%) famili tanaman, seperti tanaman pangan, perkebunan, kehutanan, hortikultura, serta tanaman pakan. Fungi mikoriza merupakan organisme tanah yang hidup secara simbiotik menggunakan akar tanaman (Cahyaningrum *et al*, 2020). Simbiosis mutualisme antara fungi mikoriza arbuskula dan tanaman mendatangkan berbagai keuntungan bagi keduanya. FMA memperoleh sumber energi dari tumbuhan melalui eksudat akar dan membantu menyerap nutrisi serta udara untuk tanaman. FMA juga melindungi tanaman dari tekanan lingkungan, baik biotik maupun abiotik, serta memfasilitasi suksesi vegetasi pada lahan atau hutan yang rusak (Tuheteru *et al*, 2020). Peranan penting FMA dalam sistem tanah tanaman yang berkelanjutan diakui secara luas. Simbiosis mikoriza fungi pada tanaman hutan telah terbukti meningkatkan pertumbuhan tanaman hingga 20%. (Setyaningsih *et al*, 2023).

Fungi mikoriza arbuskula membentuk struktur arbuskula di dalam sel-sel akar. Struktur ini dapat memperluas area permukaan akar serta meningkatkan ketersediaan nutrisi bagi tanaman seperti kalium, fosfat, nitrogen, kalsium, serta magnesium yang penting bagi perkembangan dan pertumbuhan tanaman (Akib *et al*, 2022; Harso, 2020; Rifani *et al*, 2023). Penyerapan nitrogen oleh fungi mikoriza arbuskula meningkatkan ketersediaan nutrisi bagi tanaman, yang mendukung pertumbuhan, produksi buah, dan kekebalan terhadap penyakit (Suryatmana *et al*, 2023).

Nutrisi memainkan peran penting dalam proses seperti pembentukan protein dan klorofil, transfer energi, dan regulasi tekanan osmotik dalam sel tanaman (Khoirunnisa, 2022). Kekurangan nutrisi dapat menghambat pertumbuhan tanaman dan membuatnya rentan terhadap penyakit. Pemberian nutrisi yang tepat waktu dan proporsional sangat penting untuk meningkatkan hasil pertanian dan menjaga kesehatan tanaman (Tamin, 2020).

Ketersediaan nutrisi sangat memengaruhi ketahanan tanaman terhadap stres lingkungan dan serangan penyakit. Nutrisi yang cukup membantu tanaman bertahan dari kekeringan, salinitas, dan perubahan suhu. Selain itu, nutrisi seperti nitrogen, fosfor, dan kalium memperkuat pertahanan tanaman terhadap patogen (Ardiyanti *et al*, 2022). Kurangnya nutrisi melemahkan sistem pertahanan tanaman, meningkatkan risiko serangan penyakit dan hama (Fitria, 2022). FMA meningkatkan ketahanan tanaman terhadap stres lingkungan seperti salinitas, kekeringan, serta pH tanah rendah dengan meningkatkan kemampuan tanaman dalam menyerap nutrisi dan

udara. Nutrisi yang lebih baik membantu meningkatkan kesehatan tanaman secara keseluruhan, termasuk pertumbuhan, produksi buah, dan daya tahan terhadap penyakit (Oktavia *et al*, 2022).

Sebagai teknologi alternatif, mikoriza arbuskula dapat dimanfaatkan untuk mengatasi berbagai masalah seperti kekeringan, penyerapan unsur hara, dan serangan patogen, terutama yang menular melalui tanah, pada tanaman hortikultura dan perkebunan (Basri, A. H. H, 2018). Beberapa permasalahan yang ditemui mencakup cekaman air dan serangan penyakit pada tanaman. Pemanfaatan mikoriza pada lahan sub-optimal meningkatkan struktur tanah dan penyerapan unsur hara. Mikoriza memaksimalkan kinerjanya dengan memperluas area penyerapan, memungkinkan tanaman untuk menyerap nutrisi yang sebelumnya tidak dapat diserap secara langsung (Sarah, 2022).

Berdasarkan pendahuluan yang sudah dijelaskan sebelumnya, maka penelitian ini mempunyai tujuan guna menjelaskan peran dan manfaat fungi Mikoriza Arbuskula FMA dalam meningkatkan pertumbuhan, produktivitas, serta ketahanan tanaman hortikultura seperti tebu, cabai, kopi arabika, tomat dan bawang merah. Penelitian yang dilakukan menunjukkan efek positif FMA dalam meningkatkan penyerapan nutrisi, ketahanan terhadap stres lingkungan, dan kualitas keseluruhan tanaman.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode pendekatan studi literatur, di mana data dikumpulkan dari berbagai sumber informasi kepustakaan yang relevan dengan obyek penelitian. Metode ini melibatkan serangkaian penelitian yang memanfaatkan data pustaka untuk mendalami topik yang diteliti. Penelitian ini bertujuan untuk menyajikan wawasan menyeluruh tentang topik yang dipilih dengan mengidentifikasi, mengumpulkan, dan menganalisis sumber-sumber literatur yang relevan (Adlini *et al*, 2022).

Penelitian kepustakaan atau kajian literatur merupakan pengkajian kritis terhadap gagasan, pengetahuan, ataupun temuan yang terdapat dalam literatur berorientasi akademik. Melalui pendekatan ini, dikembangkan kontribusi teoritis serta metodologis yang relevan untuk topik yang diteliti (Pusparani, 2021)

Penelitian ini memiliki sifat analisis deskriptif, di mana data yang telah dikumpulkan diuraikan secara sistematis untuk memberikan pemahaman dan penjelasan yang jelas kepada pembaca (syafitri dan Nuryono, 2020).

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan studi literatur, didapatkan beberapa spesies fungi mikoriza arbuskula beserta perannya pada tanaman hortikultura (Tabel 1.). Terdapat beberapa sumber referensi yang bisa digunakan sebagai acuan dalam penelitian ini. Dari beberapa sumber tersebut didapatkan ada 5 Peran Jamur Mikoriza Arbuskula pada tanaman yaitu sebagaimana tertera pada table 1.

Tabel I. Peran fungi mikoriza arbuskula pada tanaman hortikultura.

No	Jenis Tanaman	Peran Jamur Mikoriza Arbuskula Terhadap Tanaman	Pustaka
1.	<i>Saccharum officinarum L.</i>	Fungi mikoriza membantu tanaman menyerap lebih banyak air, nutrisi, dan tahan terhadap kekeringan, tanaman dengan mikoriza menunjukkan peningkatan pertumbuhan, kesehatan, produksi	Astutik, 2020; Amal, 2020; Riliana, 2020; Jamil, 2023; Puspitasari, 2023
2.	<i>Capsicum annuum L</i>	Membantu penyerapan nutrisi, terutama fosfor, untuk pertumbuhan optimal: tinggi tanaman, jumlah daun, dan sistem perakaran yang kuat. Lebih dari itu, mikoriza meningkatkan kemampuan hidup cabai, membuatnya tahan penyakit layu fusarium.	Meo, 2023; Raisani <i>et al.</i> , 2020; Sopian, 2020; Chairunnisak, 2023; Ghaisani, 2020.
3.	<i>Coffea Arabica</i>	membantu tanaman meningkatkan penyerapan air, menyerap unsur hara, dan ketahanan terhadap kekeringan serta penyakit akar, memperbaiki kualitas tanah dan meningkatkan pertumbuhan bibit.	Utami, 2021; Ardiani <i>et al.</i> , 2019; Azhar, 2024; Hartatie, 2021; Ekopranoto, 2023
4.	<i>Lycoperscum esculentum L</i>	meningkatkan penyerapan unsur hara tanah, meningkatkan efisiensi pupuk dan pertumbuhan tanaman	Sakti <i>et al.</i> , 2020; Dwitomo, 2023; Ridho <i>et al.</i> , 2019; Suhardjadinata <i>et al</i> 2020; Safriani, 2021
5.	<i>Allium Cepa</i>	Penggunaan MA (Mycorrhiza Arbuscular) mampu meningkatkan penyerapan unsur hara, terutama fosfor, yang bermanfaat untuk pertumbuhan dan kualitas umbi bawang merah. MA juga membantu tanaman bawang merah lebih tahan terhadap stres lingkungan dan hama penyakit secara alami.	Rokhminisari, 2019; Maharani, 2020; Prakoso, 2020; Baun <i>et al</i> , 2015; Murni, 2019; Fatkhurrahman, 2020; Dhana, 2023

Sebagai bahan baku utama dalam industri gula, Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.) menghadapi kendala utama terkait ketersediaan air, terutama pada awal musim kemarau. Hal tersebut menghambat pertumbuhan vegetatif tanaman tebu dan mengurangi ketersediaan hara yang dibutuhkan (Astutik, 2020). Pemberian fungi mikoriza arbuskular pada tanaman tebu berperan dalam meningkatkan penyerapan air, nutrisi, dan toleransi terhadap kekeringan, mikoriza membentuk hubungan simbiotik dengan akar tanaman, membantu dalam mengakses nutrisi dan air yang terdapat dalam tanah, sehingga meningkatkan produktivitas dan kualitas tanaman tebu, terutama di lahan dengan ketersediaan air terbatas (Amal, 2020).

Menurut Jamil (2023), pemanfaatan FMA pada tebu di lahan kering meningkatkan sistem perakaran dengan memperluas permukaan serapan air dan nutrisi. Hifa FMA dapat menjangkau unsur hara penting seperti fosfor dan berbagai unsur hara lainnya seperti N, S, Zn, K, Co, serta Mo dari dalam tanah. Dalam kondisi kekeringan, peran FMA dianggap sangat positif dalam meningkatkan kemampuan tanaman tebu dalam menyerap air dan nutrisi, yang mendukung pertumbuhan optimal (Riliana, 2020). Menurut Puspitasari (2023), pemberian fungi mikoriza pada tebu dapat secara signifikan meningkatkan laju fotosintesis, jumlah daun, kehijauan daun, jumlah anakan, diameter batang, tinggi tanaman, serta berat kering tanaman. Fungi mikoriza mampu meningkatkan parameter pertumbuhan vegetatif dalam waktu singkat, yang memberikan dampak positif yang signifikan terhadap produktivitas dan kualitas tanaman.

Tanaman Cabai (*Capsicum annuum* L.) dikenal dapat berinteraksi dengan berbagai mikroba untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangannya. Salah satu contoh interaksi tersebut yakni dengan fungi mikoriza arbuskula (FMA). Interaksi ini dapat meningkatkan kelangsungan hidup tanaman cabai di lingkungan yang berbeda, termasuk tanah kering dengan kandungan nutrisi yang rendah (Meo, 2023). Pemberian FMA meningkatkan berat basah buah cabai paprika pertanaman, sementara pada kontrol tanpa inokulasi FMA, produksi buah lebih sedikit karena tanaman lebih rentan terhadap penyakit layu fusarium. Unsur fosfor (P) yang terdapat dalam FMA berperan penting pada pembentukan fosfolipid pada membran sel tanaman, sehingga mempengaruhi pertumbuhan tinggi tanaman (Raisani et al., 2020).

Menurut penelitian Sopian (2020), tanaman cabai rawit yang diberi perlakuan mikoriza arbuskula menunjukkan bahwa tinggi tanaman, jumlah daun, dan jumlah cabang tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan dibandingkan dengan tanaman yang tidak mendapat perlakuan tersebut. Namun demikian, peningkatan yang jelas terlihat dibandingkan dengan kelompok kontrol. Berdasarkan penelitian Masriana et al. (2020), dapat disimpulkan bahwa pemberian mikoriza dalam dosis kecil sudah cukup efektif untuk meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman cabai rawit. Menurut Chairunnisak (2023), pemberian mikoriza dapat meningkatkan pertumbuhan cabai rawit karena kemampuan FMA dalam meningkatkan penyerapan unsur hara makro dan mikro oleh tanaman. Hifa mikoriza memiliki kemampuan

untuk menjangkau mikro dan mesopori tanah guna menyerap air dan hara yang larut. Ghaisani (2020) menemukan bahwa tanaman yang diinokulasi dengan mikoriza menunjukkan sistem perakaran yang lebih luas karena hifa fungi yang lebih panjang, yang mendukung peningkatan fungsi akar dalam menyerap unsur hara.

Menurut Utami (2021), lingkungan perkebunan tanaman Kopi arabika *Coffea Arabica* menyediakan habitat dan substrat yang diperlukan bagi fungi untuk melakukan perkecambahan hifa. Ardiani et al. (2019) mengemukakan bahwa pemakaian pupuk hayati fungi mikoriza pada bibit kopi arabika memiliki potensi sebagai alternatif yang efektif dalam memperbaiki, meningkatkan, dan mempertahankan kualitas tanah untuk pertumbuhan tanaman yang lebih optimal. Selain itu, penggunaan pupuk hayati ini juga dapat meningkatkan ketahanan tanaman terhadap kekeringan, mempercepat laju pertumbuhan, serta meningkatkan adaptabilitas bibit di lahan.

Pentingnya pupuk hayati fungi mikoriza dalam pertumbuhan bibit kopi arabika tidak bisa diremehkan. Mereka membantu akar menyerap unsur hara, terutama yang jarang ditemukan dalam tanah seperti fosfor, Air lebih mudah terserap, kekeringan lebih ditahan, penyakit akar lebih dihindari, dan keracunan unsur hara lebih ditoleransi berkat pupuk hayati fungi mikoriza ini (Hartatie, 2021). Faktor-faktor seperti sensitivitas tanaman inang terhadap infeksi, kelembapan tanah, pH tanah, materi organik, sisa akar, dan ketersediaan unsur hara turut mempengaruhi perkembangan FMA (Ekopranoto, 2023).

Di Indonesia, produksi buah tomat (*Lycopersicum esculentum* L.) terus meningkat, sehingga penting untuk meningkatkannya dengan memanfaatkan mikroorganisme tanah dan pemupukan (Sakti et al., 2020). Salah satu mikroorganisme tanah yang dapat meningkatkan penyerapan unsur hara dalam tanah adalah fungi mikoriza arbuskula, yang dapat memenuhi kebutuhan tanaman akan unsur hara (Dwitomo, 2023).

Mikoriza beroperasi dengan menginfeksi sistem perakaran tanaman inang, kemudian menghasilkan jaringan hifa yang intensif untuk memperluas permukaan akar. Proses ini juga memproduksi senyawa kimia yang memecahkan ikatan hara tanah, sehingga meningkatkan ketersediaan hara bagi tanaman (Ridho et al., 2019). Penggunaan fungi mikoriza meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk yang diberikan. Menurut penelitian Suhardjadinata et al. (2020), aplikasi mikoriza dapat mengurangi penggunaan pupuk hingga 50% dari dosis rekomendasi dan meningkatkan pertumbuhan tanaman tomat.

Pengaruh yang signifikan dari perlakuan mikoriza terhadap berbagai variabel pengamatan seperti tinggi tanaman, jumlah cabang, produksi buah, bobot buah, dan panjang akar telah tercatat. Hal ini diperkirakan karena mikoriza mampu membentuk simbiosis dengan akar tanaman tomat serta media tanamnya. Oleh karena itu, pemberian mikoriza memainkan peran yang sangat penting dalam mempengaruhi pertumbuhan dan hasil panen tanaman tomat (Safriani, 2021).

Bawang merah, yang merupakan jenis sayuran umbi *Allium cepa*, memiliki

potensi ekonomi yang signifikan. Fluktuasi dalam produksi dan harga membuat komoditas ini memerlukan perhatian serius, terutama untuk dikembangkan di lahan-lahan marjinal yang masih melimpah di Indonesia (Rokhminisari, 2019). Salah satu tantangan utama dalam budidaya bawang merah di Indonesia adalah penggunaan berlebihan bahan kimia dalam produksinya, yang menyebabkan bawang merah rentan terhadap penyakit seperti bercak ungu dan moler (Maharani, 2020). Penggunaan pestisida dalam upaya pengelolaan penyakit tanaman memiliki dampak negatif yang signifikan terhadap lingkungan. Penggunaan yang berlebihan untuk mengontrol Organisme Pengganggu Tumbuhan (OPT) telah menyebabkan kerusakan lingkungan dan resistensi OPT terhadap bahan kimia tertentu. Sebagai solusi atas masalah ini, strategi pengendalian OPT beralih kepada penggunaan agens hayati yang lebih ramah lingkungan, seperti Fungi Mikoriza Arbuskula, sebagai alternatif untuk mengendalikan OPT pada tanaman bawang merah (Prakoso, 2020).

Dalam review mereka, Baun et al. (2015) mencatat bahwa mikoriza arbuskula mampu membentuk simbiosis dengan berbagai jenis tanaman, termasuk bawang merah. Tanaman ini membutuhkan nutrisi yang cukup untuk menghasilkan umbi yang optimal, meskipun sistem perakarannya dangkal (Murni, 2019), yang membuatnya sulit menyerap unsur hara, terutama yang tersedia secara lambat.

Pemberian pupuk mikoriza memengaruhi pembentukan umbi bawang merah karena kemampuannya dalam menyerap unsur fosfat yang penting untuk pembentukan umbi dan metabolisme karbohidrat. Selain itu, mikoriza juga meningkatkan berat umbi dengan perannya dalam menyerap unsur kalium. Hal ini terlihat dari perbedaan rerata yang lebih tinggi antara perlakuan dengan mikoriza serta tanpa mikoriza. (Fatkhurrahman, 2020) mikoriza pada bawang merah meningkatkan penyerapan unsur hara, khususnya fosfor, dan berpengaruh terhadap panjang akar tanaman bawang merah, meningkatkan toleransi terhadap stres lingkungan seperti kekeringan, sehingga meningkatkan kualitas dan produktivitas umbi (Dhana, 2023)

KESIMPULAN

FMA dapat membantu meningkatkan ketersediaan nutrisi, kesehatan tanaman, pertumbuhan vegetatif, produksi buah, dan kekebalan terhadap penyakit. Kurangnya nutrisi melemahkan sistem pertahanan tanaman, meningkatkan risiko serangan penyakit dan hama. Pemanfaatan FMA pada tanaman hortikultura mampu meningkatkan produktivitas dan kualitas tanaman secara signifikan.

REFERENSI

- Adlini, M. N., Dinda, A. H., Yulinda, S., Chotimah, O., dan Merliyana, S. J. (2022). "Metode penelitian kualitatif studi pustaka," *Edumaspul: Jurnal Pendidikan*, 6(1), hh. 974-980. Tersedia di: <http://download.garuda.kemdikbud.go.id/article.php?article=2846813&val=1>

[3953&title=Metode%20Penelitian%20Kualitatif%20Studi%20Pustaka](#)

(Diakses: 5 July 2024)

- Akib, M., Nuddin, A., Prayudyaningsih, R., Kus winanti, T., Andi Syaiful, S., dan Antonius, S. (2022). "Keragaman Fungi Mikoriza Arbuskula Pada Pola Tanam Paper nigrum Yang Berbeda Di Areal Sekitar Lahan Tambang Nikel (Arbuscular Mycorrhizal Fungi Diversity in Different Cropping Patterns of Paper nigrum in Area Around The Nickel Mining Land)," *Jurnal Biologi Indonesia*, 18(2), hh. 183-192. Tersedia di: <http://dx.doi.org/10.47349/jbi/18022022/183>
- Amal, I. (2020). *Pengaruh Dosis Mikoriza (Vam) Terhadap Pertumbuhan Awal Bibit Dua Varietas Tebu (Saccharum Officinarum L.) Varietas Sp 80-1816 Dan Ps 882 Pada Tahap Aklimatisasi* (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Jember).
- Ardiani, F., Wirianata, H., dan Hastuti, P. B. (2019). "Pengaruh Pemberian mikoriza dan bahan organik terhadap pertumbuhan bibit kopi (*Coffea* sp.)," *AGROISTA: Jurnal Agroteknologi*, 2(2), hh. 168-177. Tersedia di: <https://doi.org/10.55180/agi.v2i2.38>
- Ardianti, AA, Athallah, FNF, Wulansari, R., dan Wicaksono, KS. (2022). "Hubungan Antara Sifat Kimia Tanah Dengan Serapan Hara Tanaman Teh di PTPN VI Jambi," *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan Vol* , 9 (1), hh. 181-191. Tersedia di : <https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2022.009.1.20>
- Astutik, D. (2020). "Aplikasi Mikoriza Arbuskula dan Frekuensi Penyiraman terhadap Pertumbuhan Bibit Tebu (*Saccharum officinarum*) Single Bud," *Jurnal Citra Widya Edukasi*, 12(1), hh. 63-70. Tersedia di: https://journal.poltekcwe.ac.id/index.php/jurnal_citrawidyaedukasi/article/view/233/208 (Diakses: 5 July 2024)
- Basri, A. H. H. (2018). "Kajian peranan mikoriza dalam bidang pertanian," *Agrica Ekstensia*, 12(2), hh.74-78. Tersedia di: <http://dx.doi.org/10.22373/pbio.v10i2.15211>
- Baum C, Tohamy WE, Gruda N. (2015). "Increasing the productivity and product quality of vegetable crops using arbuscular mycorrhizal fungi :a review," *J.Sci. Hort.* 187, hh. 131-141. Tersedia di: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.03.002>
- Cahyaningrum, H., Aji, H. B., dan Zainiyah, W. (2020). "Keberadaan Jamur Mikoriza Arbuskular (JMA) pada beberapa jenis akar tanaman." *Jurnal Ilmiah Media Agrosains* 6.1, hh. 14-19. Tersedia di: <https://jurnal.polibara.ac.id/index.php/agrosains/article/view/106/86> (Diakses: 5 July 2024)
- Chairunnisak, C. (2023). "Respon Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum frutescens*) Terhadap Kombinasi Bahan Organik Dan Jamur Mikoriza Arbuskular (FMA)," *Jurnal Agronida.*, 9 (1), hh. 18-25. Tersedia di: <https://ojs.unida.ac.id/JAG/article/view/7089> (Accessed: 5 July 2024).
- Dhana, W. D., Hanum, C., dan Ginting, J. (2023). "Respons Pertumbuhan dan Hasil Bawang Merah dengan Pemberian Pupuk N, P, K Serta Inokulasi Mikoriza," *AGRIUM: Jurnal Ilmu Pertanian*, 26(1), hh. 29-36. Tersedia di: <https://doi.org/10.30596/agrium.v26i1.14425>
- Ekopranoto, M. A. H. (2023). "Meningkatkan Produksi Jagung dengan Pemberian Mikoriza dan *Basilus* sp di Kelompok Tani "Tani Makmur" Desa Kaliwungu

- Kabupaten Kudus,” *In Agropross: National Conference Proceedings of Agriculture* (hh. 78-93). Tersedia di: <https://doi.org/10.25047/agropross.2023.453>
- Fitria, A., Abdullah, L., dan Karti, P. D. M. H. (2022). “Pertumbuhan dan produksi Sorgum bicolor pada kultur fungi mikoriza arbuskula (FMA) dengan sistem fertigasi dan fortifikasi nutrisi berbeda,” *Jurnal Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan*, 20(2), hh. 51-57. Tersedia di: <https://doi.org/10.29244/jintp.20.2.51-57>
- Ghaisani, AR, Lukiwati, DR, dan Mansur, I. (2020). “Respon pertumbuhan dan hasil cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) akibat inokulasi cendawan mikoriza arbuskular dan pemupukan fosfat,” *J. Kompleks Agro*, 4 (1), hh. 1-7. Tersedia di: <https://doi.org/10.14710/joac.4.1.1-7>
- Harso, W., dan Yusran, Y. (2020). “Peningkatan pertumbuhan tanaman jagung (*Zea mays* L.) menggunakan jamur mikoriza arbuskular dari jenis yang berbeda pada kondisi cekaman air,” *Biocelbes*, 14(1), hh. 1-9. Tersedia di: <https://doi.org/10.22487/bioceb.v14i1.15081>
- Hartatie, D., dan Donianto, M. (2021). “Penambahan Pupuk Hayati Mikoriza Terhadap Kualitas Pertumbuhan Bibit Kopi Arabika (*Coffea Arabica* L.) Klon Andungsari 2K,” *In Agropross: National Conference Proceedings of Agriculture* (hh. 34-45). Tersedia di: <https://doi.org/10.25047/agropross.2021.204>
- Jamil, A. H. (2023). *Efektivitas Inokulasi Jamur Mikoriza Arbuskula pada Home-Field Advantage Tanaman Tebu* (Doctoral dissertation, Universitas Gadjah Mada).
- Khoirunisa, I., Budiman, B., dan Kurniasih, R. (2022). “Pengaruh kadar air tanah tersedia dan pengelolaan pupuk terhadap pertumbuhan meniran (*Phyllanthus niruri*),” *Jurnal Pertanian Presisi (Journal of Precision Agriculture)*, 5(2), hh. 138-146. Tersedia di: <http://dx.doi.org/10.35760/jpp.2021.v5i2.5285>
- Maharani, P. (2022). *Peran Trichoderma sp. Dan Jamur Mikoriza Arbuskular Terhadap Kesehatan Bawang Merah Asal Biji* (Doctoral dissertation, Universitas Gadjah Mada).
- Masriyani, Hendarto K, Yusnaini S, dan Ginting YC. (2020). “Pengaruh aplikasi pupuk hayati dan pupuk kandang (ayam dan sapi) terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman semangka (*Citrullus lanatus*),” *Jurnal Agrotek tropika*, 8(3), hh. 511-516. Tersedia di: <http://dx.doi.org/10.23960/jat.v8i3.4474>
- Meo, M. M. (2023). “Kajian Peranan Mikoriza Arbuskular Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Cabai (*Capsicum Annum* L.),” *Agriculture*, 18(2), hh. 178-194. Tersedia di: <https://doi.org/10.36085/agrotek.v18i2.5890>
- Murni, W. S., dan Purnamayani, R. (2019). “Upaya Efisiensi dan Peningkatan Ketersediaan Nitrogen dalam Tanah pada Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) melalui Pemberian Mikoriza Arbuskular,” *In Seminar Nasional Lahan Suboptimal* (No. 1, hh. 186-191). Tersedia di: <https://conference.unsri.ac.id/index.php/lahansuboptimal/article/view/1508/917> (Diakses: 5 July 2024).
- Oktavia, S. P., Nainggolan, N., Waluyo, A., Wijayani, A., Hardiastuti, S., dan Wirawati, A. (2022). “Pemberian Mikoriza arbuskula dan Frekuensi Penyiraman terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Tomat,” *In Prosiding*

- Industrial Research Workshop and National Seminar* (Vol. 13, No. 01, hh. 20-24). Tersedia di: <https://doi.org/10.35313/irwns.v13i01.4338>
- Prakoso, P. N. (2020). *Peran Rizobakteri dan Jamur Mikoriza Arbuskular terhadap Kesehatan Bawang Merah* (Doctoral dissertation, Universitas Gadjah Mada).
- Pusparani, M. (2021). "Faktor yang mempengaruhi kinerja pegawai (suatu kajian studi literatur manajemen sumber daya manusia)," *Jurnal Ilmu Manajemen Terapan*, 2(4), hh. 534-543. Tersedia di: <https://doi.org/10.31933/jimt.v2i4.466>
- Puspitasari, A. R., Ariyani, D., dan Winarsih, S. (2021). "Peningkatan pertumbuhan tebu dengan aplikasi kompos, cendawan mikoriza arbuskular dan pembenah tanah di lahan kering Madura", In *Seminar Nasional Lahan Suboptimal* (Vol. 9, No. 2021, hh. 392-399). Tersedia di: <https://conference.unsri.ac.id/index.php/lahansuboptimal/article/view/2280/1370> (Diakses: 5 July 2024)
- Raisani, N. P. M., Proborini, M. W., Suriani, N. L., dan Kriswiyanti, E. (2020). "Biokontrol arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) *Glomus* spp. terhadap infeksi *Fusarium oxysporum* Schlecht et Fr. pada tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.)," *Jurnal Biologi Udayana*, 24(1), hh. 38-46. Tersedia di: <https://doi.org/10.24843/JBIOUNUD.2020.v24.i01.p05>
- Ridho, K., S. Muhartini, dan D. Kastono. (2019). "Kualitas dan daya simpan benih hasil panen kedelai hitam (*Glycine max* (L.) Merrill) yang ditanam dengan aplikasi mikoriza dan rhizobium," *Vegetalika*, 8(1), hh. 13 – 26. Tersedia di: <https://doi.org/10.22146/veg.37142>
- Rifani, M. K., Anggorowati, D., dan Sasli, I. (2023). "Pengaruh Pemberian Mikoriza dan Fosfat Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kedelai Edamame Pada Tanah Aluvial". *Jurnal Sains Pertanian Equator*, 12(4), hh. 769-777. Tersedia di: <https://dx.doi.org/10.26418/jspe.v12i4.66859>
- Riliana, N., Parapasan, Y., dan Sukmawan, Y. (2020). "Pengaruh inokulan fungi mikoriza arbuskula dan komposisi media tanam pada pertumbuhan tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.),' *Savana Cendana*, 5(3), hh. 44-46. Tersedia di: <https://doi.org/10.32938/sc.v5i03.1003>
- Rokhminarsi, E., Utami, D. S., dan Begananda, N. (2019). "Efektivitas pupuk hayati mikoriza berbasis azolla (mikola) pada tanaman bawang merah (effectiveness of biofertilizer mycorrhiza based azolla (mikola) on shallot)," *Jurnal Hortikultura*, 29(1), hh. 45-52. Tersedia di: <http://ejurnal.litbang.pertanian.go.id/index.php/jhort/article/download/8225/pdf> (Diakses: 5 July 2024)
- Safriyani, E., dan Merismon, A. P. (2021). "Aplikasi Mikoriza dalam Meningkatkan Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Tomat". *Lansium*, 2(2), hh. 36-39. Tersedia di: <https://doi.org/10.54895/lansium.v2i2.910>
- Sakti, I.Y., Sakti *et al.*, A., dan Yusuf, R. (2020). "Respon Pertumbuhan Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill). Yang di Beri Mikroba Tanah Secara Tunggal dan Kombinasi," *Agrotekbis: E-Jurnal Ilmu Pertanian*. 8(2), hh. 332-338. Tersedia di: <http://jurnal.faperta.untad.ac.id/index.php/agrotekbis/article/view/644/637> (Diakses: 5 July 2024)
- Sarah, M., dan Rendo, D. (2022). "Identifikasi Fungi Mikoriza Arbuskula Pada Areal Tanaman Perkebunan Dan Hortikultura Di Desa Pemo Kelimutu,"

- AGRICA*, 15(2), hh. 133-143. Tersedia di: <https://doi.org/10.37478/agr.v15i2.2303>
- Setyaningsih, L., Anen, N., Sasongko, D. A., Gunawan, A., dan Supriyanto, B. (2023). "Pengembangan Pupuk Hayati Mikoriza oleh Petani Hutan Cisangku, Desa Malasari, Kabupaten Bogor," *Agrokreatif: Jurnal Ilmiah Pengabdian kepada Masyarakat*, 9(2), hh. 206-215. Tersedia di: <https://doi.org/10.29244/agrokreatif.9.2.206-215>
- Sopian, A., dan Rofik, A. (2020). "Uji Pupuk Organik dan Anorganik Pada Lahan Sub-Optimal Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Cabai (*Capsicum* sp) Uji Pupuk Organik Dan Anorganik Pada Lahan Sub Optimal Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Cabai (*Capsicum* sp)," *Ziraa'ah Majalah Ilmiah Pertanian*, 45 (1), hh. 62-68. Tersedia di: <http://dx.doi.org/10.31602/zmip.v45i1.2580>
- Suhardjadinata, F. Kurniati, dan D. H. N. Lulu. (2020). "Pengaruh inokulasi cendawan mikoriza arbuskular dan pupuk npk terhadap pertumbuhan dan hasil tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.). *Media Pertanian*, 5(1), hh. 20 – 30. Tersedia di: <https://doi.org/10.37058/mp.v5i1.2131>
- Sukarno, N., Rahmawati, C., Listiyowati, S., Fadillah, W. N., dan Novera, Y. (2023). "Isolasi Cendawan Mikoriza Arbuskula dari Rizosfer Tanaman Berkayu Asal Pulau Bangka dan Karakteristik Struktur Kultur Mikorizanya," *Jurnal Sumberdaya Hayati*, 9(2), hh. 39-48. Tersedia di: <https://doi.org/10.29244/jsdh.9.2.39-48>
- Suryatmana, P., Silvia, L., Setiawati, M. R., Sofyan, E. T., Kamluddin, N. N., dan Fitriatin, B. N. (2023). "Status Hara (Rasio C/N dan C/P), Derajat Infeksi Akar dan Bobot Kering Tanaman Jagung (*Zea mays*) Akibat Perlakuan Inokulasi Mikoriza dan Aplikasi Kompos pada Inceptisol Jatiningor," *soilrens*, 21(1), hh. 18-25. Tersedia di: <https://doi.org/10.24198/soilrens.v21i1.49318>
- Syafitri, E. R., dan Nuryono, W. (2020). "Studi Kepustakaan Teori Konseling." "Dialectical Behavior Therapy,". *Jurnal BK Unesa*, 11(1), hh.53-59. Tersedia di: <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jurnal-bk-unesa/article/view/31687/28749> (Diakses: 5 July 2024).
- Tamin, R. P., dan Puri, S. R. (2020). "Efektifitas Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) Dan Pupuk NPK Terhadap Pertumbuhan Bibit Malapari (*Pongamia Pinnata* (L.) Pierre) Pada Tanah Ultisol," *Jurnal Ilmiah Ilmu Terapan Universitas Jambi*, 4(1), hh. 50-58. Tersedia di: <https://doi.org/10.22437/jiituj.v4i1.9800>
- Tuheteru, F. D., Husna, dan Albasri. (2020). "Simbiosis Fungi Mikoriza Arbuskula Dengan Tumbuhan Adaptif Pada Lahan Pascatambang Emas," *In Talenta Conference Series: Agricultural and Natural Resources (ANR)* (Vol. 3, No. 1). Tersedia di: <https://doi.org/10.32734/anr.v3i1.835>
- Utami, U. F. (2021). *Identifikasi Fungi Mikoriza Arbuskular Pada Tanaman Kopi Robusta (Coffea Chanepora) dan Kopi Arabika (Coffea Arabica) Desa Arul Item Kabupaten Aceh Tengah Sebagai Referensi Mata Kuliah Mikologi* (Doctoral dissertation, UIN Ar-Raniry).