

## Pengaruh Jenis Zat Pewarna Terhadap Ketampakan Mikoriza Arbuskular Pada Akar Muda *Thaumatophyllum bipinnatifidum*

(The Effect of Coloring Substances on the Appearance of Arbuscular Mycorrhiza on Young Roots of *Thaumatophyllum bipinnatifidum*)

Alma Avilia<sup>1\*</sup>, Nuriana Salsabila<sup>1</sup>, Rafiony Eka Febrianty<sup>1</sup>, Rihadatul Aisy<sup>1</sup>, Saniyyah Cinta Frandista<sup>1</sup>, Rida Oktorida Khastini<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Banten, Indonesia

\*E-mail: 2224210074@untirta.ac.id

**Abstrak:** Mikoriza arbuskula (MA) merupakan kelompok jamur tanah yang tersebar luas di ekosistem darat dan berperan penting dalam mempengaruhi pertumbuhan tanaman dan proses ekosistem. Mikoriza merupakan tanaman yang mengkolonisasi jaringan korteks akar tanaman terjadi dari simbiosis asosiasi antara jamur dan tanaman yang terjadi selama masa pertumbuhan dan perkembangan aktif tanaman umumnya ditemukan berasosiasi pada akar tanaman seperti *Thaumatophyllum bipinnatifidum*. Pewarnaan akar yang dilakukan pada pengamatan ini menggunakan empat jenis pewarna, yaitu metilen blue, pewarna makanan (koepoe-koepoe) berwarna biru, pewarna tekstil (wantex) berwarna biru dan tinta priter berwarna biru. Pengamatan ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jenis zat pewarna terhadap keterlihatan mikoriza arbuskular pada akar tanaman *Thaumatophyllum bipinnatifidum*. Dari ke-empat zat pewarna yang digunakan, pewarna tekstil lebih efektif dalam pewarnaan akar mikoriza arbuskular, karena warnanya dapat terikat dengan mikoriza, sehingga mikoriza dapat dibedakan dengan mudah. Hal tersebut disebabkan karena pewarna tekstil memiliki ketahanan luntur yang baik dibandingkan pewarna lainnya.

**Kata Kunci:** Mikoriza Arbuskular (MA), Pewarnaan Akar, Pewarna Tekstil

**Abstract:** Arbuscular mycorrhizae (MA) are a group of soil fungi that are widespread in terrestrial ecosystems and play an important role in influencing plant growth and ecosystem processes. Mycorrhizae are plants that colonize the cortex tissue of plant roots, occurring from a symbiotic association between fungi and plants that occurs during the active growth and development of plants, generally found in association with the roots of plants such as *Thaumatophyllum bipinnatifidum*. The root coloring carried out in this observation used four types of dye, namely methylene blue, blue food dye (koepoe-koepoe), blue textile dye (wantex) and blue printer ink. This observation aims to determine the effect of the type of dye on the visibility of arbuscular mycorrhiza on the roots of the *Thaumatophyllum bipinnatifidum* plant. Of the four dyes used, textile dyes are more effective in coloring arbuscular mycorrhiza roots, because the color can bind to the mycorrhiza, so that the mycorrhiza can be easily distinguished. This is because textile dyes have good fastness compared to other dyes.

**Keywords:** Arbuscular Mycorrhiza (AM), Root Coloring, Textile Dyes

## PENDAHULUAN

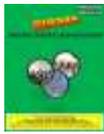
Jamur mikoriza arbuskula adalah kelompok jamur tanah yang tersebar luas di ekosistem darat dan berperan penting dalam mempengaruhi pertumbuhan tanaman dan proses ekosistem (Stumer & Kelemmeier, 2021). Mikoriza merupakan tanaman yang mengkolonisasi jaringan korteks akar tanaman terjadi dari simbiosis asosiasi antara jamur dan tanaman yang terjadi selama masa pertumbuhan dan perkembangan aktif tanaman. Jamur dalam filum Glomeromycota termasuk jamur mikoriza yang berasosiasi dengan tumbuhan berpembuluh dan lumut thalloid dan *Geosiphon pyriformis* yang berasosiasi dengan cyanobacteria nostoc (Brundrett & Tedersoo, 2018).

Mikoriza ditemukan juga berasosiasi dengan tanaman di alam seperti pada tanaman tomat, padi gogo, gandum, kelapa sawit, cabe dan melon (Basri, 2018). Namun, pada kali ini peneliti menggunakan tanaman dari family Araceae spesies *Thaumatococcus danipinnatifidum* untuk mengetahui keadaan asosiasi antara mikoriza dan tumbuhan tersebut. *Thaumatococcus danipinnatifidum* masuk kedalam suku Araceae yang merupakan bangsa Alismatales yang dicirikan dengan daun berpelepah, perbungaan dengan tipe tongkol (*spadix*) yang dilindungi oleh seludang perbungaan (*spathe*) dan buah bertipe baka (Isyam *et al.*, 2021).

Struktur asosiasi antara mikoriza dan tanaman inang tidak dapat dilihat dengan mata telanjang dan untuk mendeteksinya menggunakan pewarnaan akar. Metode pewarnaan akar yang banyak dilakukan oleh peneliti umumnya dengan menggunakan hitam chlorazol dan biru trypan, namun penggunaan pewarna jenis tersebut tidak ramah lingkungan. Dalam percobaan ini, peneliti menggunakan beberapa jenis pewarna yakni tinta tulis, tinta printer, pewarna makanan, pewarna tekstil dan cuka guna mengetahui apakah teknik pewarna tersebut mampu mewarnai jamur mikoriza yang mengkolonisasi akar tumbuhan inang. Keempat jenis pewarna ini termasuk ke dalam teknik yang ramah lingkungan dan aman, namun tidak banyak digunakan sampai sekarang (Hulse, 2018). Tidak semua tinta tulis dapat mewarnai akar sehingga hal tersebut jarang digunakan. Keberhasilan pewarnaan jamur mikoriza dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya ialah proses pembersihan isi sel akar dengan menggunakan larutan KOH 10% (Irmayanu & Winarni, 2022). Suhu, waktu, jenis dan umur tanaman, serta pigmen akar akan mempengaruhi proses pembersihan isi sel akar. Penelitian ini bertujuan menemukan mikoriza pada tanaman menggunakan berbagai jenis zat pewarna dan dibandingkan hasil pengamatan jamur mikoriza yang dapat diamati dengan jelas.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada bulan September-Oktober 2023 di Laboratorium Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode deskriptif kualitatif dan metode pewarnaan akar Kormanik dan McGraw. Metode deskriptif kualitatif sendiri adalah suatu metode yang dilakukan dengan melakukan analisis, memberikan gambaran, serta meringkas berbagai kondisi, situasi dan berbagai data yang dikumpulkan dari suatu wawancara atau pengamatan secara langsung di lapangan (Adlini *et al.*, 2022). Sedangkan, metode pewarnaan akar Kormanik dan McGraw adalah suatu metode yang dilakukan untuk melihat vesikel, arbuskular, hifa, dan spora dari mikoriza arbuskular yang menginfeksi akar suatu tanaman (Widiati *et al.*, 2023).



Untuk mendapatkan alam penelitian yang dilakukan terdapat beberapa tahapan, yakni tahap pembersihan akar, tahap pelisisan isi akar dan tahap pewarnaan akar.

### **Tahap Pembersihan Akar**

Pada tahap ini dilakukan pemilahan akar muda dari tanaman *Thaumatococcus danii* dan dilanjutkan dengan pembersihan akar dengan air hingga bersih menggunakan alat bantuan berupa saringan agar akar-akar tersebut tidak terbawa oleh air. Setelah dirasa bersih, akar dikeringkan menggunakan tisu.

### **Tahap Pelisisan Isi Akar**

Tahap pelisisan akar ini menggunakan 2 larutan, yakni KOH 10% dan HCl 1%. Akar yang telah kering dimasukan kedalam tabung reaksi dan ditambahkan larutan KOH 10% sampai semua bagian akar terendam. Lalu, ditutup dengan aluminium foil. Pemberian KOH berfungsi untuk melarutkan organel-organel sel serta memisahkan bahan lain yang terkandung didalamnya (Cheng *et al.*, 2019). Pemberian KOH juga berguna untuk memudahkan dalam melihat spora dan juga hifa dibawah mikroskop. Kemudian, tabung reaksi dimasukan kedalam *water bath* yang sebelumnya telah dipanaskan hingga mencapai suhu 90°C dan didiamkan selama  $\pm 20$  menit atau sampai warna akar berubah menjadi kuning pucat maupun putih. Pada tahap ini perlu memperhatikan konsistensi akar agar tidak terlalu lembek. Setelahnya, akar ditaruh pada saringan dan dibilas dengan air mengalir, lalu keringkan lagi menggunakan tisu.

Akar dimasukan kembali pada tabung reaksi dan ditambahkan larutan HCl 1% dan tutup dengan aluminium foil dan direndam menggunakan *water bath* selama  $\pm 30$  menit. Pemberian HCl pada tahap ini bertujuan guna melumatkan jaringan agar memudahkan dalam proses penyerapan pewarna (Mertha *et al.*, 2019). Setelahnya bilas kembali menggunakan air mengalir dan keringkan menggunakan tisu.

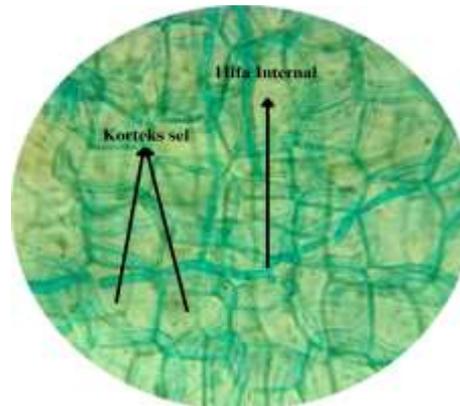
### **Tahap Pewarnaan Akar**

Pada penelitian ini menggunakan 4 buah jenis pewarna, yakni *metilen blue*, pewarna makanan berwarna biru, pewarna tekstil (wantex) berwarna biru dan tinta printer berwarna biru. Akar yang telah dikeringkan sebelumnya dibagi menjadi 4 sesuai dengan jumlah jenis pewarna yang digunakan dan dimasukan pada tiap-tiap tabung reaksi.

Pewarnaan dengan *metilen blue* diberi takaran sebanyak 5 tetes dan ditambahkan aquades sebanyak 2 ml. Untuk pewarnaan makanan yang telah larut, pewarna tekstil dan tinta printer masing diambil sebanyak 1 ml dan dicampurkan dengan larutan cuka 5% sebanyak 19 ml. Setelah semua tabung reaksi sudah terisi oleh masing-masing pewarna kemudian direndam kembali pada *water bath* selama 3 menit. Setelahnya, bilas menggunakan air mengalir dengan bantuan saringan, keringkan menggunakan tisu dan rendam masing-masing akar yang telah diberi zat pewarna menggunakan gliserol dengan konsentrasi 50% selama  $\pm 60$  menit. Lalu, taruh pada kaca preparat dan amati dibawah mikroskop.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

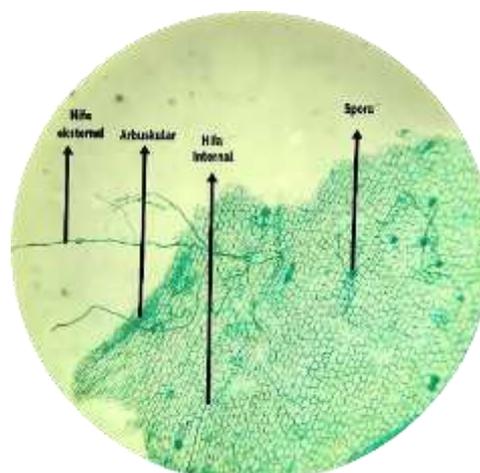
### Pewarna Makanan



**Gambar 1. Struktur Mikoriza Arbuskula pada Akar Muda Famili Araceae, Spesies *Thaumatoxyllum bipinnatifidum* dengan Pewarnaan Menggunakan Pewarna Makanan (Koepoe-Koepoe) Warna Biru**

Dalam pewarnaan akar yang dilakukan pada akar muda tanaman *Thaumatoxyllum bipinnatifidum* menggunakan pewarna makanan, menunjukkan adanya struktur hifa yang terlihat bercabang dan bergelombang. Hifa terlihat berwarna biru diantara sel-sel akar yang berwarna hijau, hal ini disebabkan karena adanya pewarnaan akar menggunakan pewarna makanan dengan merk koepoe-koepoe berwarna biru. Pewarnaan akar diperlukan untuk dapat melihat dengan baik bahwa adanya kolonisasi akar sebagai bukti terjadinya simbiosi antara tanaman inang dengan fungi mikoriza arbuskular (MA) (Husen *et al.*, 2022). Pada pewarnaan akar yang diamati, tidak terlihat adanya arbuskular dan vesikula seperti pada akar dengan pewarnaan menggunakan pewarna tekstil, hal ini dapat disebabkan oleh pencucian sel akar yang tidak bersih dan menyeluruh, atau bahkan dapat dipengaruhi oleh pewarna yang digunakan. Karena kualitas pewarnaan akar yang baik yaitu ketika struktur arbuskularnya dapat diwarnai (Sulfiah *et al.*, 2021).

### Pewarna Tekstil

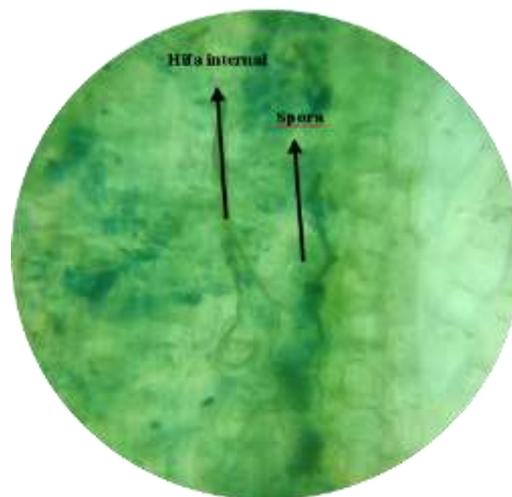


**Gambar 2. Struktur Mikoriza Arbuskula pada Akar Muda Famili Araceae, Spesies *Thaumatoxyllum bipinnatifidum* dengan Pewarnaan Tekstil (Wantex) Warna Biru**

Dari gambar diatas, terlihat adanya struktur yang membentuk Fungi Mikoriza Arbuskular di dalam akar antara lain arbuskular, spora, hifa eksternal, dan hifa internal (Suharno *et al.*, 2014). Struktur arbuskular mempunyai bentuk menyerupai pohon. Struktur ini terbuat dari cabang hifa yang berada di antara membran sel dan dinding sel (Muryati *et al.*, 2016). Arbuskular menyerap larutan pewarna tekstil (wantex) yang menyebabkan warnanya menjadi biru tua (Sukmawaty *et al.*, 2016). Selanjutnya bentuk sporanya relatif bulat, ada juga yang lonjong. Spora berwarna biru gelap dan permukaannya relatif halus (Khairani, 2022). Spora memiliki bentuk berkoloni (sporocarps) ataupun tunggal, spora-spora ini terbuat dari hifa ekstraradikal (Muryati *et al.*, 2016). Spora pada gambar terlihat berbentuk sporocarps.

Mikoriza arbuskular mempunyai hifa tidak bersekat, bercabang-cabang, serta tumbuh secara ekstraseluler dan interseluler di dalam sel-sel korteks akar (Fitriani *et al.*, 2019). Struktur hifa internalnya berbentuk serabut dan menyerap warna biru dari pewarna tekstil. Struktur hifa eksternalnya panjang dan lebih tipis dari rambut akar yang membuat hifa dapat masuk ke pori tanah yang berukuran mikro. Pertumbuhan dari hifa eksternal dapat terjadi apabila hifa internal tumbuh dari korteks akar melalui epidermis akar (Prihantoro *et al.*, 2023). Struktur utama lain seperti vesikula tidak ditemukan pada akar tanaman *Thaumatococcus danii* dengan pewarnaan tekstil.

### Pewarna Metilen Blue



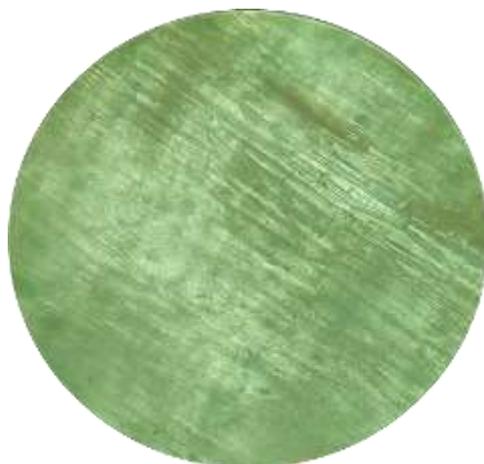
Gambar 3. Struktur Mikoriza Arbuskula pada Akar Muda Famili Araceae, Spesies *Thaumatococcus danii* dengan Pewarnaan Metilen Blue

Akar muda *Thaumatococcus danii* yang diwarnai dengan zat pewarna metilen blue menunjukkan adanya struktur hifa internal dan juga spora. Hifa internal tersebut terlihat berwarna hijau muda namun cenderung pekat dan bentuknya terlihat sedikit bergelombang dibagian bawah. Lalu, pada sporanya terlihat berwarna hijau dan berbentuk bulat. Dari hasil pengamatan tersebut terlihat jika kedua struktur tersebut memiliki warna yang cenderung hijau dan berbeda jika dibandingkan dengan pewarna lainnya yang relatif menghasilkan warna biru. Metilen sendiri merupakan suatu zat warna

yang memiliki struktur dasar kimia aromatic heterosiklik yang pada umumnya digunakan pewarna sutra, plastik sampai dengan pewarna ukiran (Indah, 2022).

Pada akar dengan pewarna *metilen blue* tidak tampak adanya arbuskular dan hifa eksternal seperti yang terdapat pada pewarna tekstil. Hal ini disebabkan karena proses pembersihan sel tidak maksimal. Proses pembersihan sel merupakan sebuah tahapan yang krusial, sebab teknik pembersihan yang benar dapat berpengaruh terhadap visualisasi sampel yang dihasilkan oleh zat pewarna (Kiheri *et al.*, 2017).

### Pewarna Printer



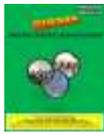
Gambar 4. Struktur Sel Akar Muda pada Famili Araceae, Spesies *Thaumato-phyllum bipinnatifidum* dengan Pewarnaan Printer Warna Biru

Struktur utama seperti arbuskular, vesikula, spora, hifa internal, dan hifa eksternal tidak ditemukan pada pewarnaan akar tanaman *Thaumato-phyllum bipinnatifidum* menggunakan tinta printer berwarna biru. Hal tersebut dikarenakan tidak semua jenis tinta bisa mewarnai akar. Kualitas dari pewarnaan tinta-cuka berkaitan dengan warna dan merek tinta (Sulfiah *et al.*, 2021).

### Pengaruh jenis warna

Jenis pewarna yang digunakan pada penelitian ini ada empat macam, yaitu pewarna makanan, pewarna tekstil, metilen blue, dan tinta printer, tidak menggunakan tinta tryphan blue yang biasa digunakan untuk pewarnaan akar mikoriza. Tinta tryphan blue dapat digantikan dengan tinta asam asetat berwarna biru, merah, dan hitam. Dan warna yang digunakan pada penelitian ini yaitu warna biru, dengan alasan dapat mempermudah dalam menemukan kolonisasi mikoriza pada akar tanaman dikarenakan menunjukkan warna yang kontras pada kolonisasi mikoriza setelah proses pewarnaan akar (Hadianur, 2019).

Pada pewarnaan akar dengan pewarna makanan, hanya ditemukan hifa dari mikoriza dan menghasilkan warna kontras yang termasuk baik serta warna yang dihasilkan biru sedikit kehijauan, seperti tosca. Pada pewarna tekstil, yang ditemukan yaitu hifa internal, hifa eksternal, spora, dan arbuskular. Warna yang dihasilkan sangat kontras yaitu biru cerah. Dengan metilen blue, ditemukan hifa dan spora serta warna yang dihasilkan kurang kontras, dimana warna yang dihasilkan cenderung hijau, berbeda dengan warna yang



dihasilkan oleh pewarna makanan dan pewarna tekstil, dikarenakan metilen blue memiliki sifat mudah larut terhadap air (Ristianingsih *et al.*, 2020). Jika dengan pewarna printer, struktur dari mikoriza seperti arbuskular, vesikula, spora, hifa internal, dan hifa eksternal tidak ditemukan. Selain itu, warna kontras yang dihasilkan termasuk kurang baik, dimana warna yang terlihat cenderung hijau, bukan biru. Hal tersebut dikarenakan tidak semua jenis pewarna cocok untuk digunakan dalam proses pewarnaan akar.

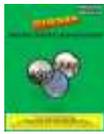
Pewarnaan dengan pewarna tekstil memperlihatkan koloni mikoriza lebih baik dan warna yang dihasilkan lebih kontras jika dibandingkan dengan jenis pewarna yang lain. Hal tersebut dikarenakan pewarna tekstil terbuat dari berbagai macam zat kimia yang diperuntukkan untuk kain, kertas, serta kayu sehingga memiliki tahan luntur yang baik (Hadianur, 2021).

## KESIMPULAN

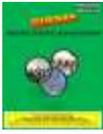
Studi ini mengevaluasi efektivitas berbagai zat pewarna dalam mengamati struktur mikoriza arbuskula pada akar muda tanaman *Thaumatococcus danipponensis* dari Famili Araceae. Proses pembersihan sel sebelum pewarnaan sangat penting untuk mendapatkan hasil yang akurat. Metode pewarnaan yang melibatkan tahap pembersihan akar, pelisisan isi akar, dan pewarnaan dengan berbagai jenis pewarna dapat membantu dalam mendeteksi dan memahami asosiasi antara mikoriza dan tanaman inang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pewarna tekstil memberikan hasil yang paling kontras dan jelas dalam pewarnaan akar mikoriza arbuskula dibandingkan dengan metilen blue dan pewarna makanan. Pewarnaan dengan tinta printer tidak menunjukkan adanya struktur mikoriza.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adlini, M.N., Dinda, A.H., Yulinda, S., Chotimah, O., & Merliyana, S.J. (2022). Metode Penelitian Kualitatif Studi Pustaka. *EDUMASPUL*, Vol. 6, No. 1. Doi: <https://doi.org/10.33487/edumaspul.v6i1.3394>.
- Basri, A.H.H. (2018). Kajian Peranan Mikoriza Dalam Bidang Pertanian. *Agrica Ekstensia*, Vol. 12, No. 2.
- Brundrett, M.C. & Tedersoo, L. (2018). Evolutionary History Of Mycorrhizal Symbioses And Global Host Plant Diversity. *New Phytol*, Vol. 20, No. 1. Doi: <https://doi.org/10.1111/nph.14976>.
- Cheng, G., Zeyuniu, Chuanxiang, Z., Xiaoming, Z. & Xusheng, L. (2019). Extraction of Humic Acid from Lignite by KOH-Hydrothermal Method. *Applied sciences*, Vol. 9, No. 7. Doi: <https://doi.org/10.3390/app9071356>.
- Deveautour, C., Donn, S., Power, S.S., Bennet, A.E. & Powell, J.R. (2018). Experimentally Altered Rainfall Regimes And Host Root Traits Affect Grasslands Arbuscular Mycorrhizal Fungal Communities. *Mol Eco*, Vol. 27, No. 1. Doi: <https://doi.org/10.1111/mec.14536>.
- Fitriani, M.L., Wiyono, S., & Sinaga, M.S. (2019). Potensi kolonisasi mikoriza arbuskular dan cendawan endofit dan kemampuannya dalam pengendalian layu Fusarium pada bawang merah. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, Vol. 15, No. 6. Doi: <https://doi.org/10.14692/jfi.15.6.228-238>.



- Hadianur, H. (2019). Penggunaan Beberapa Jenis Tinta untuk Menggantikan Tinta Tryphan Blue dalam Pengamatan Kolonisasi Mikoriza. *Indonesian Journal of Laboratory*, Vol. 1, No. 3. Doi: <https://doi.org/10.22146/ijl.v1i3.48717>.
- Hadianur, H. (2021). Alternatif Penggunaan Buah Jamblang untuk Menggantikan Tinta Tryphan Blue pada Pengamatan Kolonisasi Mikoriza. *Jurnal Agrista*, Vol. 25, No. 1. Doi: <https://doi.org/10.22146/ijl.v1i3.48717>.
- Hulse, D.J. (2018). Review of comprehensive staining technique used to differentiate arbuscular mycorrhizal fungi from plant root tissues. *Acta Scientific Agriculture*. Vol. 2, No. 1.
- Husen, E., Surono., Pratiwi, E., & Widowati, L.R. (2022). *Metode Analisis Biologi Tanah*. Balai Penelitian Tanah. Bogor.
- Indah, D.R. (2022). Adsorpsi Metilen Biru Menggunakan Karbon Baggase Tanpa Aktivasi. *Jurnal Ilmiah IKIP Mataram*, Vol. 9, No. 1.
- Khairani, S. (2022). Identifikasi Spora Mikoriza Vesicular Arbuskular Dari Rhizosfer Perkebunan Karet (*Hevea brasiliensis* Muell arg). *RADIKULA: Jurnal Ilmu Pertanian*, Vol. 1, No. 1. Doi: <https://doi.org/10.33379/radikula.v1i1.1221>.
- Kiheri, H., Jussi, H. & Sari, T. (2017). Staining And Microscopy Of Mycorrhizal Fungal Colonization In Preserved Ericoid Plant Roots. *Journal of Berry Research*, Vol. 7, No. 4. Doi: <https://doi.org/10.3233/JBR-170160>.
- Mertha, I.G., Agil, A.I., Syamsul, B., Prapti, S. & Dewa, A. (2018). Pelatihan Pembuatan Preparat Squash Ujung Akar Untuk Pengamatan Kromosom Pada Guru-Guru Biologi Di Kota Mataram. *Jurnal pendidikan dan pengabdian masyarakat*, Vol. 2, No. 4. Doi: <https://doi.org/10.29303/jppm.v2i4.1505>.
- Muryati, S., Mansur, I., & Budi, S. W. (2016). Diversity Arbuscular Mychorrhizal Fungi from *Desmodium* spp. PT. Cibaliung Sumberdaya, Banten Keanekaragaman Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) Pada *Rhizosfer Desmodium* spp. Asal PT. Cibaliung Sumberdaya, Banten. *Journal of Tropical Silviculture*, Vol. 7, No. 3. Doi: <https://doi.org/10.29244/j-siltrop.7.3.188-197>.
- Prihantoro, I., Karti, P.D., Aditia, E.L., & Nisabillah, S. (2023). Kualitas Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) yang Diproduksi dengan Teknik Fortifikasi dan Fertigasi Berbeda pada Pertumbuhan *Indigofera zollingeriana*. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, Vol. 28, No. 3. <https://doi.org/10.18343/jipi.28.3.377>.
- Riatianingsih, Y., Istiani, A., & Irfandy, F. (2020). Keseimbangan Adsorpsi Zat Warna Metlen Blue dengan Adsorben Karbon Aktif Tongkol Jagung Terimpregnasi Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. *Jurnal Teknologi Agro-Industri*, Vol. 7, No. 1. DOI: <https://doi.org/10.34128/jtai.v7i1.115>.
- Sturmer, S.L. & Kimmelmeier, K. (2021). The Glomeromycota in the Neotropics. *Front InMicrobiol*, Vol. 11, No. 1. Doi: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.553679>.
- Suharno, S., Sancayaningsih, R.P., Soetarto, E.S., & Kasiamdari, R.S. (2014). Keberadaan Fungi Mikoriza Arbuskula Di Kawasan Tailing Tambang Emas Timika Sebagai Upaya Rehabilitasi Lahan Ramah Lingkungan (the Presence of Arbuscular Mycorrhizal Fungi in the Tailings of Mining Gold Timika as an Attempt of Environmentally Friendly). *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, Vol. 21, No. 3. Doi: <https://doi.org/10.22146/jml.18556>.



- Sukmawaty, E., Hafsan, H., & Asriani, A. (2016). Identifikasi cendawan mikoriza arbuskula dari perakaran tanaman pertanian. *Biogenesis: Jurnal Ilmiah Biologi*, Vol. 4, No. 1. Doi: <https://doi.org/10.24252/bio.v4i1.1115>.
- Sulfiah, S., Sukarno, N., & Gunawan, A.W. (2021). Pembersihan isi sel akar dan jenis warna tinta untuk deteksi cendawan mikoriza arbuskula. *Jurnal Sumberdaya Hayati*, Vol. 7, No. 1. Doi: <https://doi.org/10.29244/jsdh.7.1.36-40>.
- Widiati, B.R., Hadija., & Idrus, M.I. (2023). Aplikasi Mikoriza Vesikular Arbuskular (MVA) Dan Trichoderma sp. Dengan Umur Pindah Tanam Benih Jagung Ungu (*Zea Mays* Var *Ceratina* Kulesh). *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, Vol. 23, No. 3. Doi: <http://dx.doi.org/10.25181/jppt.v23i3.2439>.