

RESPON *Vigna radiata* L. TERHADAP VESIKULA ARBUSKULA MIKORIZA PADA BERBAGAI BENTUK SEDIAAN

RESPONSE OF *Vigna radiata* L. TO MYCORRHIZAL ARBUSCULAR VESICULAR ON VARIOUS DOSAGE FORMS

Siti Wahyuni¹, Muh. Akhsan Akib^{1*}, Syatrawati², Retno Prayudyaningsih³, Syamsiar Zamzam¹

¹Prodi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Peternakan, Perikanan, Universitas Muhammadiyah Parepare
Jl. Jend. Ahmad Yani, Parepare 91131, Indonesia

²Prodi Teknologi Produksi Tanaman Pangan, Politeknik Pertanian Negeri,
Jl. Jalan Poros Makassar - Parepare Km. 83, Pangkajene Dan Kepulauan 90761, Indonesia.

³Pusat Penelitian Mikrobiologi Terapan, Badan Riset dan Inovasi Nasional-BRIN.
Jl. Raya Jakarta-Bogor No.32, Cibinong 16915, Indonesia.

ABSTRAK

Kacang hijau (*Vigna radiata* L) tergolong salah satu komoditi yang resisten terhadap cekaman kekeringan. Meski demikian, kacang hijau juga memiliki periode kritis khususnya pada periode perkecambahan, menjelang berbunga dan pengisian polong. Peningkatan serapan air dan unsur hara di lahan kering dan kurang subur dapat dilakukan dengan mengaplikasikan agen hayati vesikula arbuskula mikoriza (VAM). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui respon pertumbuhan kacang hijau akibat VAM pada berbagai bentuk sediaan dan diharapkan dapat menjadi bahan informasi pada masyarakat mengenai pemanfaatan VAM dalam berbagai bentuk sediaan. Penelitian ini dilaksanakan di Kelurahan Bukit Harapan, Kecamatan Soreang Kota Parepare, Sulawesi Selatan pada ketinggian 37 m dpl dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) satu faktor yaitu aplikasi VAM dalam bentuk sediaan tablet, shazet dan serbuk. Peubah yang diukur adalah panjang akar, volume akar, tinggi tanaman, jumlah daun, dan berat kering. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bentuk sediaan VAM memberikan pengaruh positif terhadap peubah panjang akar, volume akar, tinggi tanaman dan berat kerig tanaman kacang hijau. Sehingga bentuk sediaan tablet dan sachet dapat direkomendasikan sebagai bentuk sediaan alternatif untuk meningkatkan pertumbuhan kacang hijau di area pertanaman.

Kata kunci: bentuk sediaan; fungi; kacang hijau; pertumbuhan

ABSTRACT

Mung bean (*Vigna radiata* L) is classified as a commodity that is resistant to drought stress. Still, mung bean also has a critical period, especially during the period of germination, flowering, and pod filling. Increasing the absorption of water and nutrients in dry and less fertile land can be done by applying a biological agent mycorrhizal arbuscular vesicles (VAM). This study aims to determine the response of mung beans due to VAM in various dosage forms and is expected to be information material to the public regarding using VAM in various dosage forms. This research was conducted in Bukit Harapan, Soreang District, Parepare City, South Sulawesi at an altitude of 37 m asl using a one-factor Randomized Block Design (RBD), namely the application of VAM in the dosage form of a tablet, shazet, and powder. The variables measured were root length, root volume, plant height, number of leaves, and dry weight. The results showed that the dosage form of VAM positively affected the variables of root length, root volume, plant height, and dry weight of mung bean plants. So that the dosage forms of tablets and sachets can be recommended as alternative dosage forms to increase the growth of green beans in the planting area.

Keywords: dosage form; fungi; green beans; growth

^{*}) Penulis Korespondensi.

E-mail: akhsanbagus@umpar.ac.id

Telp: +62-81343885978

Pendahuluan

Kacang hijau (*Vigna radiata* L) merupakan salah satu jenis leguminose yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat, dalam 100 g biji kacang hijau mengandung protein 22 g; kalori 345 kal; lemak 1,2 g; karbohidrat 62,9 g; besi 6,7 mg; kalsium 125 mg; fosfor 320 mg; Vitamin A 157 mg; Vitamin B1 0,64 mg; Vitamin C 6 mg dan Air 10 g (Novia *et al.*, 2022; Sari *et al.*, 2020). Selain itu, juga mengandung lemak, belerang, mangan, magnesium, niasin, lisin dan serat (Nahak, 2021; Setyaningsih *et al.*, 2021). Mengonsumsi biji kacang hijau dapat mengobati penderita jantung koroner, hepatitis, beri-beri, demam, vertigo, kurang darah dan melancarkan pencernaan (Maydawati & Veri, 2021; Ratnasari *et al.*, 2021).

Permintaan kacang hijau terus meningkat, namun peningkatan kebutuhan tersebut belum diikuti oleh ketersediaan pasokan yang mencukupi. Pertumbuhan produksi yang lebih lambat dibanding konsumsi sehingga untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dilakukan impor. Kesenjangan produksi dan konsumsi ini makin nyata karena kacang hijau juga merupakan bahan baku industri dan pakan (Ningsih *et al.*, 2022). Produksi kacang hijau di Indonesia lima tahun terakhir mengalami fluktuasi dari 2016 - 2020 yaitu 2295,041 kwintal, 2189,345 kwintal, 2129,326 kwintal, 2129,326 kwintal, dan 2523,516 kwintal (KEMENTAN, 2018; Mekraf, 2021, 2022).

Faktor ketidakstabilan produksi kacang hijau salah satunya disebabkan oleh tingkat kesuburan tanah. Upaya peningkatan produktivitas kacang hijau dapat dilakukan dengan meningkatkan penyerapan air dan unsur hara melalui pemanfaatan agen hayati seperti vesikula arbuskula mikoriza (VAM) (Palupi *et al.*, 2022).

Vesikula arbuskula mikoriza dapat bersimbiosis dengan akar tanaman dan mempunyai peranan yang penting dalam pertumbuhan tanaman, beberapa hasil penelitian telah menunjukkan bahwa VAM dapat meningkatkan serapan unsur hara Fosfat pada tanaman jagung (Kiuk *et al.*, 2022), nitrogen pada tumpang sari jagung-kedelai (Nurmasasinta *et al.*, 2022), Kalium (Winata & Zainul, 2020) pada tanaman tembakau, sulfur kacang dieng (S. Shi *et al.*, 2021), zinc pada jagung (Saboor *et al.*, 2021), cobalt pada tanaman barley (Meftah, 2019), magnesium pada jagung manis (Amrizal *et al.*, 2021) dan molybdenum (Shi *et al.*, 2018) dari

dalam tanah, meningkatkan ketahanan terhadap kekeringan (Rahmatika & Kharomah, 2021), memperbaiki agregat tanah (Zulkoni *et al.*, 2020), meningkatkan produksi hormon (Budi & Hardhani, 2020), dan sebagai pelindung tanaman dari infeksi patogen akar (Cahyaningrum *et al.*, 2020).

Aplikasi VAM pada tanaman umumnya menggunakan bentuk sediaan serbuk dan aplikasi VAM dalam bentuk sediaan zaset dan tablet masih terbatas, sehingga dibutuhkan suatu penelitian untuk menguji pengaruh bentuk sediaan fungi mikoriza terhadap pertumbuhan tanaman kacang hijau.

Metode Penelitian

Percobaan ini dilaksanakan di lahan masyarakat, kelurahan Bukit Harapan, kecamatan Soreang, kota Parepare, Sulawesi Selatan, pada titik koordinat 3°59'30"S dan 119°38'43"E, di ketinggian 37 mdpl. Percobaan menggunakan pola rancangan satu faktor yang disusun berdasarkan Rancangan Acak Kelompok (RAK). Perlakuan bentuk sediaan mikoriza arbuskula yang digunakan yaitu bentuk sediaan tablet, zaset dan serbuk. Setiap perlakuan mendapatkan 3 ulangan. Pengamatan untuk pengambilan data dilakukan setelah panen, data yang diperoleh berupa data pertumbuhan yaitu tinggi tanaman, luas daun, panjang dan volume akar, dan berat kering tanaman kacang hijau yang akan dianalisis menggunakan Analisis Varians berdasarkan RAK, hasil analisis varian yang berpengaruh nyata akan dilanjutkan analisis Benda Nyata Jujur (BNJ) untuk melihat perbedaan pengaruh antar perlakuan (Akib, 2019).

Bentuk sediaan serbuk merupakan propagula mikoriza arbuskula yang mengandung potongan akar, bahan pembawa dan spora mikoriza arbuskula dengan berat 5 g per polibag, setiap gram propagula mengandung 100-150 spora mikoriza arbuskula. Sedangkan bentuk sediaan zaset merupakan propagula sebanyak 5 g yang dimasukkan dalam kemasan zaset dengan ukuran 3 cm × 3 cm dengan memiliki pori mikro yang mudah ditembus oleh air dan akar. Bentuk sediaan tablet merupakan propagula sebanyak 5 g yang dibentuk dalam bentuk tablet dengan menggunakan bahan pengikat organik.

Media tanam yang digunakan berupa tanah, kompos dan biocard sekam yang telah disterilisasi, sebelum dimasukkan ke dalam plater bag dengan kapasitas 5 kg. Media tanam yang

telah dingin dicampur merata dengan perbandingan 1:1 sebelum dimasukkan kedalam planter bag sebanyak 80% dari kapasitas.

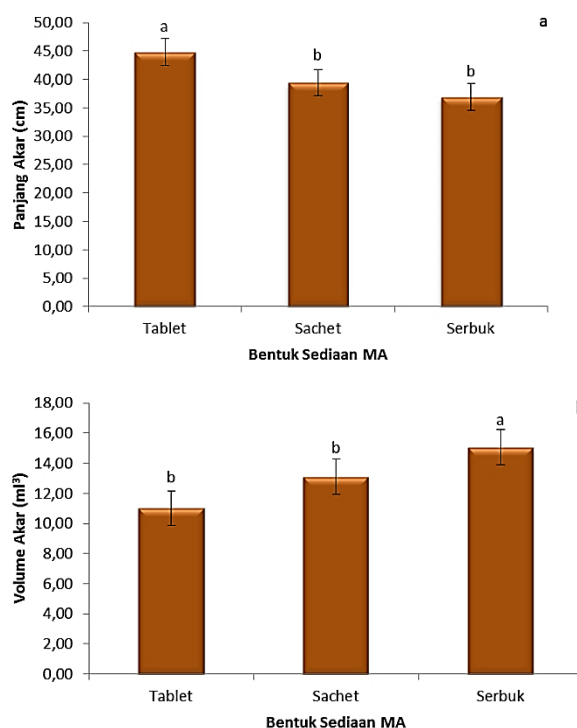
Benih kacang hijau yang digunakan merupakan benih komposit yang diperoleh dari petani yang memiliki pertumbuhan indeterminat. Penanaman dilakukan dengan memasukkan bentuk sediaan mikoriza arbuskula kedalam planter bag yang telah berisi media tanam, dan meletakkan benih kacang hijau diatas bentuk sediaan mikoriza arbuskula sebanyak 2 biji per planter bag setelah benih direndam hingga mengalami proses imbibisi.

Hasil dan Pembahasan

Pertumbuhan suatu tanaman merupakan suatu hasil dari metabolisme sel-sel hidup yang dapat diukur secara kuantitatif, seperti panjang akar, volume akar, jumlah daun, tinggi tanaman dan berat kering tanaman. Pertumbuhan tanaman dapat dinilai mulai dari perakaran tanaman seperti panjang akar dan volume akar tanaman, sebab perakaran tanaman akan berkorelasi dengan pertumbuhan tanaman yang lain seperti tinggi tanaman dan jumlah daun (Lewu & Killa, 2020; Mandasari et al., 2020).

Analisis varians aplikasi VAM dalam bentuk sediaan yang berbeda menunjukkan pengaruh nyata terhadap peubah panjang dan volume akar tanaman kacang tanah. Hasil uji BNJ memperlihatkan bahwa aplikasi VAM dalam bentuk sediaan tablet memberikan efek yang berbeda nyata dengan perlakuan VAM dalam bentuk sediaan sachet dan serbuk untuk panjang akar tanaman (Gambar 1a), sedangkan untuk volume akar tanaman, aplikasi VAM dalam bentuk sediaan serbuk memberikan dampak yang berbeda nyata dengan perlakuan VAM dalam bentuk tablet dan sachet (Gambar 1b). Hal ini diduga unsur hara yang berasal dari bahan organik pengikat VAM dalam bentuk sediaan tablet dapat meningkatkan kesuburan tanah dan mempengaruhi kinerja VAM dalam menginfeksi akar. (Akib et al., 2022; Nugroho & Prasetya, 2023; Saputra et al., 2020) menunjukkan bahwa media tanam yang subur dan mengandung unsur hara yang cukup pada pola tanam berbeda dapat menurunkan jumlah populasi dan aktivitas mikoriza untuk menginfeksi akar tanaman. Pemberian kapur dan kompos pada bibit jabon, sengon merah, dan kaliandra menurunkan nilai persentase ketergantungan tanaman terhadap mikoriza seiring dengan meningkatnya kandungan P tersedia di dalam media tumbuhnya

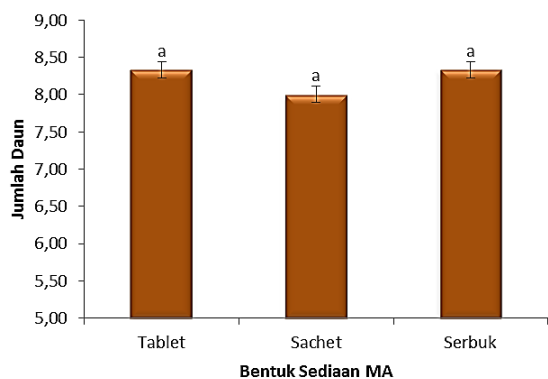
(Aurum et al., 2020). Sedangkan panjang akar tanaman kacang hijau yang mendapat VAM dalam bentuk sediaan serbuk memiliki panjang akar yang lebih pendek namun memiliki volume akar yang tinggi dibanding perlakuan lainnya, hal ini diduga VAM dalam bentuk sediaan serbuk telah mampu menginfeksi jaringan akar dan memacu terbentuknya akar sekunder yang lebih banyak sehingga dapat meningkatkan volume akar. Menurut (Oktavia et al., 2022) tanaman yang terinfeksi VAM memiliki perkembangan akar yang lebih baik sebagai upaya memperluas permukaan akar sehingga meningkatkan kontak antar permukaan akar dan permukaan partikel tanah yang pada akhirnya meningkatkan penyerapan air dan unsur hara.



Gambar 1. Rata-rata panjang dan volume akar tanaman kacang hijau pada aplikasi VAM dalam bentuk sediaan yang berbeda.

Daun merupakan indikator pertumbuhan maupun sebagai parameter yang dapat menggambarkan kemampuan tanaman dalam melakukan aktifitas fotosintesis. Semakin banyak jumlah daun maka semakin banyak tempat untuk mensintesis asimilat, jika tidak terjadi naungan antar daun dan tanaman, sehingga akan mempengaruhi pertumbuhan dan produksi tanaman.

Hasil analisis varians menunjukkan bahwa jumlah daun tanaman kacang tanah tidak dipengaruhi oleh pemberian mikoriza arbuskula dalam bentuk sediaan yang berbeda. Namun hasil rata-rata hitung menunjukkan perlakuan bentuk sediaan tablet dan serbuk memberikan efek yang sama dengan rata-rata jumlah daun 8,33 helai. Data jumlah daun pada pemberian mikoriza arbuskula dalam bentuk sediaan yang berbeda disajikan pada Gambar 2. Hal ini diduga peran VAM sebagai agen hayati telah mampu memenuhi kebutuhan air dan unsur hara untuk pembentukan daun. VAM yang menginfeksi sistem perakaran tanaman inang akan memproduksi jalinan hifa secara intensif, sehingga tanaman bermikoriza akan mampu meningkatkan kapasitasnya dalam penyerapan air dan unsur hara. Ukuran hifa yang halus akan memungkinkan hifa bisa menyusup ke pori-pori tanah yang paling kecil (mikro), sehingga hifa bisa menyerap air pada kondisi kadar air yang sangat rendah. Dengan adanya peran mikoriza dalam membantu penyerapan air dan unsur hara seperti N dan P, maka sel tumbuhan akan cepat tumbuh dan berkembang, sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman (Eliyani et al., 2022; Soepriyanto et al., 2021).

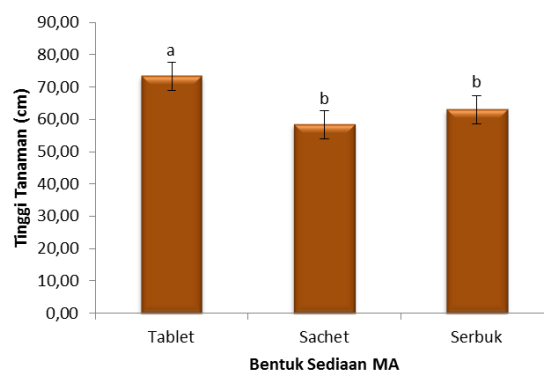


Gambar 2. Rata-rata jumlah daun tanaman kacang hijau pada aplikasi VAM dalam bentuk sediaan yang berbeda.

Daun sebagai organ tanaman yang mempunyai peran penting dalam proses metabolisme fotosintesis yang sangat menentukan produk asimilat untuk pembentukan organ vegetatif lainnya. Menurut (Amelia et al., 2022) jika laju pembelahan sel serta pembentukan jaringan berjalan cepat, maka pertumbuhan tanaman akan lebih tinggi. Hal ini diperjelas oleh (Solin et al., 2021) bahwa peningkatan fotosintesis akan memberikan kesempatan bagi tanaman untuk membentuk

pertumbuhan vegetatif lebih baik, sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman.

Tinggi tanaman sebagai indikator pertumbuhan atau sebagai peubah yang digunakan untuk mengetahui efek lingkungan atau perlakuan yang diterapkan dalam suatu penelitian, merupakan ukuran tanaman yang paling sering diamati. Tinggi tanaman diukur dari bagian leher akar hingga pada daun yang paling tinggi untuk tanaman monokotil dan sampai titik tumbuh untuk tanaman dikotil.



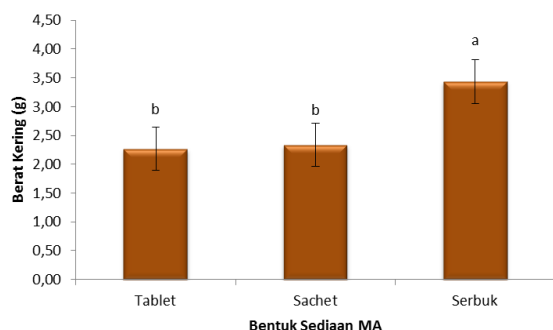
Gambar 3. Rata-rata tinggi tanaman kacang hijau pada aplikasi VAM dalam bentuk sediaan yang berbeda.

Analisis sidik ragam terhadap peubah tinggi tanaman menunjukkan bahwa pemberian VAM dalam bentuk sediaan yang berbeda memberikan efek yang berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman kacang hijau, dan hasil uji BNJ menegaskan bahwa tinggi tanaman kacang hijau dengan pemberian VAM dalam bentuk sediaan tablet menunjukkan efek yang berbeda nyata dengan tinggi tanaman yang diberi VAM dalam bentuk sediaan sachet dan serbuk, sebagaimana yang dapat lihat pada Gambar 3. Hal ini diduga selain kandungan bahan organik pada bentuk sediaan tablet, VAM yang terdapat dalam bentuk sediaan tablet dapat meningkatkan hormon auksin untuk mendorong pertumbuhan tunas dalam mendapatkan cahaya matahari. Menurut (Indriana et al., 2020) mikoriza mampu menstimulus hormon-hormon pertumbuhan tanaman seperti sitokinin, giberalin dan auksin. Hormon sitokinin dan auksin ini berperan dalam pembelahan dan pemanjangan sel, salah satunya pada sel-sel batang sehingga dapat meningkatkan tinggi tanaman. Kinerja auksin dalam menginisiasi pemanjangan sel dan memacu protein tertentu yang berada pada membran plasma sel untuk memompa ion hidrogen ke bagian dinding sel. Ion hidrogen mengaktifkan enzim tertentu sehingga memutuskan beberapa

ikatan silang hidrogen rantai molekul selulosa penyusun dinding sel. Sel tumbuhan kemudian memanjang akibat air yang masuk dengan proses osmosis (Eliyani et al., 2022). Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa mikoriza dapat memacu tinggi tanaman jagung (Silitonga & Nasution, 2020), tomat (Eliyani et al., 2022), sengan (Mutiarahma et al., 2021) dan kedelai (Herawati et al., 2020).

Berat kering tanaman pada umumnya digunakan sebagai petunjuk yang memberikan ciri pertumbuhan melalui pengukuran biomassa. Berat kering merupakan akumulasi dari berbagai cadangan makanan seperti protein, karbohidrat, dan lipida (lemak) serta akumulasi fotosintat yang berada di batang dan daun. Selama pertumbuhan, tanaman mengalami fotosintesis dan berat kering merupakan biomassa tanaman yang merupakan hasil akumulasi fotosintat dari fotosintesis yang dilakukan oleh tanaman.

Hasil analisis sidik ragam terhadap peubah berat kering tanaman menunjukkan bahwa aplikasi VAM dalam bentuk sediaan yang berbeda memberikan efek yang berpengaruh nyata terhadap berat kering tanaman kacang hijau, dan hasil uji BNJ menunjukkan bahwa berat kering tanaman kacang hijau dengan pemberian VAM dalam bentuk sediaan serbuk berbeda nyata dengan berat kering tanaman dengan pemberian VAM dalam bentuk tablet dan sachet, sebagaimana yang dapat dilihat pada Gambar 4. Hal ini diduga pembentukan akar tanaman kacang hijau cenderung lebih banyak pada pemberian VAM dalam bentuk sediaan serbuk, dimana spora VAM tersebar untuk melakukan infeksi dan memacu pembentukan akar sekunder dan meningkatkan volume akar (Gambar 1b) sehingga meningkatkan berat kering tanaman.



Gambar 4. Rata-rata berat kering tanaman kacang hijau pada aplikasi VAM dalam bentuk sediaan yang berbeda.

Kesimpulan

Bentuk sediaan VAM memberikan pengaruh positif terhadap peubah panjang akar, volume akar, tinggi tanaman dan berat kering tanaman kacang hijau. Sehingga bentuk sediaan tablet dan sachet dapat direkomendasikan sebagai alternatif untuk meningkatkan efisiensi aplikasi mikoriza dilapangan.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia yang telah memberikan dukungan melalui kompetisi penelitian dasar multi tahun (2022-2024). Kegiatan ini merupakan bagian dari penelitian yang berjudul “Uji Kolonisasi FMA Dalam Bentuk Sediaan Berbeda Pada Berbagai Tanaman C3, C4 Dan CAM”

Daftar Pustaka

- Akib, M. A. (2019). *Prosedur Rancangan Percobaan: Application Of The Model In Different Environmental Conditions* (2nd ed.). Lampena Intimedia. https://www.researchgate.net/publication/331639284_Prosedur_RANCANGAN_PERCobaan
- Akib, M. A., Nuddin, A., Prayudyaningsih, R., Kuswinanti, T., Syaiful, S. A., & Antonius, S. (2022). Arbuscular Mycorrhizal Fungi Diversity in Different Cropping Patterns of *Piper nigrum* in Area Around The Nickel Mining Land. *Jurnal Biologi Indonesia*, 18(2), 183–192. <https://doi.org/10.47349/jbi/18022022/183>
- Amelia, G., Ariefin, M. N., Studi, P., Fakultas, A., Universitas, P., Nasional, P., Istimewa, D., Stek, P., Pengatur, Z., & Alami, T. (2022). Growth Response Of Various Lengths Of Slim Orange (*Citrus Aurantifolia* Swingle) Stem Cuttings With Natural Zpt Types. *Seminar Nasional Inovasi Teknologi Pertanian Berkelanjutan*, 114–123. <https://jurnal.unikastpaulus.ac.id/>
- Amrizal, A., Warnita, & Armansyah. (2021). The Effect Of Giving Magnesium Fertilizer And Micoriza Arbuscula (AMF) Fertilizer To Vegetati Phase Of Sweet Corn Plants (*Zea mayz Saccharata* Sturt) On Ultisol Soil. *Agrohita Jurnal Agroteknologi*, 6(1), 1–16.

<https://doi.org/10.31604/jap.v6i1.3245>

5881

- Aurum, P., Budi, S. W., & Pamoengkas, P. (2020). Mycorrhizal Dependency of Three Forest Trees Species Grown in Post Sand Silica Mining Media. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 25(2), 309–317. <https://doi.org/10.18343/jipi.25.2.309>
- Budi, S. W., & Hardhani, M. F. P. (2020). The Utilization of Arbuscular Mycorrhizal Fungi and Organic Pot to Enhance the Growth of kayu afrika (Maesopsis eminii Engl) Seedling at IPB Darmaga Permanent Nursery. *Journal of Tropical Silviculture*, 11(3), 126–131. <https://doi.org/10.29244/j-siltrop.11.3.126-131>
- Cahyaningrum, H., Aji, H. B., & Zainiyah, W. (2020). Arbuskular Mycorrhizal Fungi On Some Types Of Root. *Jurnal Ilmiah Media Agrosains*, 6(1), 14–19.
- Eliyani, Shulichantini, E. D., & Anggraini, S. (2022). Effectiveness Test of Mycorrhizae Fertilizer on Growth and Yield of Tomato Plants (Lycopersicum esculentum Mill). *Jurnal Agroekoteknologi Tropika Lembab*, 5(1), 56–64.
- Herawati, A., Syamsiyah, J., Mujiyo, M., & Rochmadtulloh, M. (2020). Pengaruh Aplikasi Mikoriza dan Bahan Pembenah terhadap Sifat Kimia dan Serapan Fosfor di Tanah Pasir. *Soilrens*, 18(2), 26–35. <https://doi.org/10.24198/soilrens.v18i2.32074>
- Indriana, K. R., Suherman, C., Rosniawaty, S., & Sumadi. (2020). Response of Growth of Combination Plants of Fence Distance Cultivar with the Best Mycorrhizal Dosage and Cytokinin Concentration in Medium Land. *Jur. Agroekotek*, 12(1), 38–47. <https://jurnal.untirta.ac.id>
- KEMENTAN. (2018). Produksi, Luas Panen dan Produktivitas Palawija di Indonesia, 2014 - 2018. In *KementrianPertanian Republik Indonesia*. <https://www.pertanian.go.id>
- Kiuk, Y., Bako, P. O., & Ishaq, L. F. (2022). Aplikasi Fungi Mikoriza Arbuskula Indigeneous dan Pupuk Fosfor Anorganik dalam Upaya Peningkatan Serapan Fosfor dan Hasil Tanaman Jagung di Lahan Berkapur Pulau Timor. *Agrikultura*, 33(1), 25. <https://doi.org/10.24198/agrikultura.v33i1.35881>
- Lewu, L. D., & Killa, Y. M. (2020). Keragaman Perakaran, Tajuk serta Korelasi Terhadap Hasil Kedelai pada Berbagai Kombinasi Interval Penyiraman dan Dosis Bahan Organik. *Jurnal Pertanian Berkelanjutan*, 8(3), 114–121.
- Mandasari, P. A., Wirnas, D., Trikoesoemaningtyas, & Sopandie, D. (2020). Differences in Root Morphological Responses of Sorghum Inbred Lines in Low P Conditions. *Indonesian Journal of Agronomy*, 48(1), 30–36. <https://doi.org/10.24831/jai.v48i1.29894>
- Maydawati, V., & Veri, N. (2021). The Potential Of Mungs Been In Reducing Cholesterol Levels In Contraception Progestin Acceptors With Hypercholesterolemia. *Femina Jurnal Kebidanan*, 1(1), 11–15. <https://ejournal.poltekkesaceh.ac.id/>
- Meftah, M. (2019). Effect of Cobalt Application and Mycorrhizal Fungi Inoculation on Growth and Some Nutrients Content of Barley and Egyptian Clover Plants Grown in Calcareous Soil. *Journal of Pure & Applied Science*, 18(2), 148–158. <https://doi.org/10.21608/jalexu.2016.195620>
- Mekraf. (2021). *Kementan Dorong Produksi Kacang Hijau Sebagai Sumber Gizi Potensial*. Mekraf,Id. <http://mekraf.id>
- Mekraf. (2022). *Kementan Dorong Produksi Hingga Ekspor Kacang Hijau*. <https://Mekraf.Id>. <https://mekraf.id>
- Mutiarahma, E. V., Solichah, C., Wirawati, T., Baskorowati, L., Hidayati, N., & Norrohmah, S. H. (2021). the Effect of Mycorriza To the Increase of Plant Height and Stem Diameter of Sengon From Various Seed Sources. *Agrivet*, 26(1), 23. <https://doi.org/10.31315/agrivet.v26i1.4307>
- Nahak, B. (2021). Pertumbuhan dan Hasil Kacang Hijau (Vigna radiata L.) dalam Tumpangsari dengan Jagung (Zea mays L.) pada Penanaman Ketiga Di Tanah Entisol Semi Arid yang Mengandung Residu Kompos Biochar dan Pernah Ditanami Jagung Secara Monokultur. *Savana Cendana*, 6(04), 72–77. <https://doi.org/10.32938/sc.v6i04.1399>

- Ningsih, N. E., Ekowati, T., & Nurfadillah, S. (2022). Analysis of Indonesian Mung Bean (*Vigna radiata*) Competitiveness in International Market. *Jurnal Ekonomi Pertanian Dan Agribisnis*, 6(4), 1644–1654. <https://doi.org/10.21776/ub.jepa.2022.006.04.36>
- Novia, R., Setiawan, B., & Marliyati, S. A. (2022). Development of Ready to Use Therapeutic Food (RUTF) Bar Product Made from Mungbean, Cereal, and Vegetable Oils. *National Nutrition Journal*, 17(1), 21–32. <https://doi.org/10.204736/mgi.v17i1.21-32>
- Nugroho, W. A., & Prasetya, B. (2023). Exploration of Mycorrhiza in Some Agricultural Land Use Systems at Ngawonggo village , Tajinan District , Malang Regency , East Java. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, 10(1), 25–35. <https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2023.010.1.3>
- Nurmasasinta, U., Astiko, W., & Listiana, B. E. (2022). Konsentrasi Hara N, P dan Hasil Panen pada Tumpangsari Jagung-Kedelai yang Ditambahkan Mikoriza dan Sumber Nutrisi di Lahan Kering Lombok Utara. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agrokomplek*, 1(3), 233–242. <https://doi.org/10.29303/jima.v1i3.1460>
- Oktavia, S. P., Nainggolan, N., Waluyo, A., Wijayani, A., & Hardiastuti, S. (2022). Pemberian Mikoriza arbuskula dan Frekuensi Penyiraman terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Tomat. 13–14.
- Palupi, Y. S., Rini, M. V., & Yusnaini, S. (2022). The effectiveness of some arbuscular mycorrhizas on the growth of the rootstock of rubber palant (*Hevea brasiliensis* [Mull.] Arg). *Wacana Pertanian*, 18(1), 46–53. <http://ojs.stiperdharma.wacana.ac.id>
- Rahmatika, W., & Kharomah, S. (2021). Efektivitas waktu aplikasi dan dosis mikoriza pada pertumbuhan dan produksi jagung manis (*Zea mays* L. Saccharata). *Jurnal Buana Sains*, 21(2), 89–96. <https://doi.org/10.33366/bs.v21i2.3326>
- Ratnasari, D., Dewi Rahmawati, Y., Fajarini, H., & Nafisyah, D. (2021). Potensi Kacang Hijau Sebagai Makanan Alternatif Penyakit Degenaratif. *JAMU : Jurnal Abdi Masyarakat UMUS*, 1(02), 90–96. <https://doi.org/10.46772/jamu.v1i02.365>
- Saboor, A., Ali, M. A., Hussain, S., El Enshasy, H. A., Hussain, S., Ahmed, N., Gafur, A., Sayyed, R. Z., Fahad, S., Danish, S., & Datta, R. (2021). Zinc nutrition and arbuscular mycorrhizal symbiosis effects on maize (*Zea mays* L.) growth and productivity. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28(11), 6339–6351. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.06.096>
- Saputra, R., Wijayanto, N., & Mansur, I. (2020). Status and Diversity of Arbuscular Mycorrhizal Fungi in Agroforestry Lands. *Silvikultur Tropika*, 11(03), 119–125.
- Sari, A. M., Melani, V., Novianti, A., Dewanti, L. P., & Sa'pang, M. (2020). High Energy Dodol Formulation for Breastfeeding Mothers from Mung Bean Puree (*Vigna radiata* L), Soybean Puree (*Glycine max*), and Red Dragon Fruit (*Hylocereus polyrhizus*). *Pangan Dan Gizi*, 10(02), 49–60. <https://doi.org/10.26714/jpg.10.2.2020.49-60>
- Setyaningsih, I. R., Nurhidayat, E., Rokim, A. M., Nurhuda, M., Rohmadan, A. R. A., Anggaini, D. J., Nurmaliatik, Nurwito, Setiawan, N. C., Wicaksana, Y., Hidayat, N., Widata, S., & Maryani, Y. (2021). Study of Kinds of Organic Fertilizer and Watering on The Yield and Quality of Mungbean (*Vigna Radiata* L). *Jurnal Pertanian Agros*, 23(1), 9–17. <https://e-journal.janabadra.ac.id/>
- Shi, S., Luo, X., Dong, X., Qiu, Y., Xu, C., & He, X. (2021). Arbuscular mycorrhization enhances nitrogen, phosphorus and potassium accumulation in vicia faba by modulating soil nutrient balance under elevated co2. *Journal of Fungi*, 7(5), 1–15. <https://doi.org/10.3390/jof7050361>
- Shi, Z., Zhang, J., Wang, F., Li, K., Yuan, W., & Liu, J. (2018). Arbuscular mycorrhizal inoculation increases molybdenum accumulation but decreases molybdenum toxicity in maize plants grown in polluted soil. *RSC Advances*, 8(65), 37069–37076. <https://doi.org/10.1039/C8RA07725H>
- Silitonga, Y. W., & Nasution, M. N. H. (2020).

- Efektivitas Cendawan Mikoriza Arbuskula (CMA) Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Jagung Putih (*Zea mays* L). *Agrium*, 23(1), 36–40. <https://doi.org/10.30596/agrium.v21i3.2456>
- Soepriyanto, S., Sulistyawati, & Purnamasari, T. R. (2021). The Effect Of Providing Various Types Of Nitrogen Fertilizer On The Amount Of Peanut Leaf Chlorophyll (*Arachis hypogaea* L.). *Jurnal Agroteknologi Merdeka Pasuruan*, 5(1), 23–31.
- Solin, E. K., Bahri, S., & Siregar, D. S. (2021). Pengaruh Pemberian Mikoriza Dan Interval Waktu Penyiraman Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Jagung Manis (*Zea mays saccharata* Sturt) Pada Tanah Cekaman Kekeringan. *Mewujudkan Kedaulatan Pangan Berbasis Sumberdaya Pangan Lokal*, 63–78. <https://faperta.unsam.ac.id/>
- Winata, M. P., & Zainul, A. B. (2020). The Effect of Giving Tobacco Biochar and Mycorrhiza to The Productivity of Tobacco (*Nicotiana tobaccum*) Besuki Na-Oogst. *Jurnal Pertanian*, 3(2), 7–15. <https://jurnal.unej.ac.id/>
- Zulkoni, A., Rahyuni, D., & Nasirudin, N. (2020). Pengaruh Bahan Organik Dan Jamur Mikoriza Arbuskula Terhadap Harkat Tanah Pasir Pantai Selatan Yogyakarta Yang Menjadi Medium Pertumbuhan Jagung (*Zea Mays*). *Media Ilmiah Teknik Lingkungan*, 5(1), 8–15. <https://doi.org/10.33084/mitl.v5i1.1348>