

EFEK TABLET DAN SACHET MIKORIZA ARBUSKULAR TERHADAP PERTUMBUHAN *Pueraria javanica*

Effect of Arbuscular Mycorrhizal Tablets and Sachets on The Growth of *Pueraria javanica*

Namrawati Ahmad¹⁾, Muh. Akhsan Akib^{1)*}, Sri Nur Qadri¹⁾, Syatrawati²⁾, Retno Prayudyaningsih¹⁾

¹⁾Prodi Agrotechnology, Fakultas Pertanian, Peternakan dan Perikanan,
Universitas Muhammadiyah Parepare.

²⁾Prodi Teknologi Produksi Tanaman Pangan, Politeknik Pertanian Negeri,
Pangkajene dan Kepulauan, Sulawesi Selatan

³⁾Pusat Penelitian Mikrobiologi Terapan, Badan Riset dan Inovasi Nasional-BRIN

Diterima redaksi: 02 November 2022/ Direvisi: 06 Januari 2023/ Disetujui: 6 Januari 2023/

Diterbitkan online: 12 Juni 2023

DOI: 10.21111/agrotech.v9i1.8877

Abstrak. *Pueraria javanica* (*P. javanica*) merupakan salah satu jenis leguminosae dengan tipe pertumbuhan merambat dengan fiksasi nitrogen yang baik, sehingga dapat digunakan sebagai tanaman penutup tanah dan pakan hijauan yang kaya protein (15-25%). Selain itu, kemampuan simbiosis yang baik dengan fungi mikoriza arbuskula (FMA) menyebabkan tanaman ini dapat digunakan sebagai tanaman inang untuk menguji keefektifan berbagai bentuk sediaan FMA terhadap pertumbuhan *P. javanica* yang dilakukan di Kecamatan Bukit Harapan, Kota Parepare pada ketinggian 37,0 m dpl dengan titik koordinat 3°59'30" LS dan 119°38'43" BT. Penelitian disusun berdasarkan Rancangan Acak Kelompok (RAK), perlakuan bentuk sediaan FMA yang diuji adalah serbuk (B1)/kontrol, sachet (B2), dan tablet (B3). Hasil penelitian menunjukkan bahwa bentuk sediaan tidak mempengaruhi efektivitas FMA untuk merangsang pertumbuhan panjang dan volume akar, serta jumlah daun *P. javanica*. FMA dalam bentuk sediaan tablet dan sachet dapat memperkaya bentuk sediaan FMA dan sekaligus menjadi kebaruan penelitian dalam bidang ini.

Kata Kunci: *Bentuk sediaan, Mikoriza, Simbiosis, Tanaman penutup, Table FMA*

Abstract. *Pueraria javanica* (*P. javanica*) is a type of Leguminosae with a vine growth type with well-fixation nitrogen, so that can be used as a ground cover plant and forage food riched in protein (15-25%). In addition, the beneficial ability in symbiosis with arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) has caused this plant to be utilized as the host plant for testing the effectiveness of different dosage forms of AMF on the growth of *P. javanica* which was carried out in Bukit Harapan sub-district, Parepare City at an altitude of 37.0 m asl with the coordinate point 3°59'30" S and 119°38'43" E. The study was conducted according to a randomized block design (RBD), AMF treatment dosage forms tested was powder (B1)/control, sachet (B2), and tablet (B3). The results showed that the form of AMF did not affect the effectiveness of stimulating the root length growth and volume, as well as the leaf number of *P. javanica*. AMF in tablet and sachet forms can enrich the AMF dosage form and can be a novelty for this field

Keywords: *Cover crop, Dosage form, Mycorrhiza, Symbiosis, Tablet AMF.*

* Korespondensi email: akhsanbagus@umpar.ac.id / akhsanbagus@yahoo.co.id

Alamat : Jl. Manunggal, BTN Bukit Harapan Indah Blok C, No 12. Kota Parepare, Sulawesi Selatan, 91131. Indonesia

PENDAHULUAN

Pueraria javanica (*P. javanica*) merupakan jenis leguminosae yang tumbuh menjalar dan berfungsi sebagai tumbuhan perintis penutup tanah (Mudhita et al., 2016) yang mampu bersimbiosis dengan bakteri dan jamur (Prematuri et al., 2020; Selfandi et al., 2021; Zulfita et al., 2022). Tanaman ini dapat juga dimanfaatkan sebagai pakan hijauan untuk ternak ruminansia karena mengandung protein antara 15-25 % (Karepesina et al., 2021; Putri & Mariani, 2018).

Pertumbuhan *P. javanica* dapat dipengaruhi oleh tingkat kesuburan tanah, ketersediaan air dan iklim. Lapisan tanah yang subur dapat ditemukan di lapisan topsoil yang mengandung bahan organik yang berwarna gelap dengan ketebalan sampai 25-35 cm (Danu & Sudrajat, 2019; Leifeld et al., 2020). Namun, sekarang ini lapisan topsoil telah banyak terkikis akibat erosi (Chinnasamy et al., 2020; Samuel et al., 2022), hilang akibat pengolahan tanah yang berlebihan (Phogat et al., 2020), penggunaan herbisida (López-Vicente et al., 2020), dan pembukaan lahan tanpa memperhatikan konservasi (Yama, 2018), sehingga dibutuhkan suatu teknologi agen hayati yang dapat membantu tanaman untuk menyerap unsur hara dan air yang terikat didalam tanah.

Fungi mikoriza arbuskula (FMA) adalah salah satu agen hayati yang dapat bersimbiosis secara mutualistik dengan perakaran tanaman dan telah mendapat perhatian dari para ahli pertanian (Nurzannah et al., 2022). FMA telah terbukti dapat digunakan sebagai teknologi alternatif untuk mendorong pertumbuhan tanaman (Rosmim et al., 2020; Sudiarti & Hasbiyati, 2018), meningkatkan produktivitas (Nainggolan et al., 2020; Panataria et al., 2022) dan kualitas tanaman (Prameswari et al., 2021; Sasmita et al., 2019) terutama pada lahan-lahan marginal

Aplikasi FMA pada tanaman

umumnya menggunakan bentuk sediaan serbuk dan belum menggunakan bentuk sediaan sachet dan tablet, sehingga dibutuhkan suatu penelitian untuk menguji pengaruh bentuk sediaan FMA terhadap pertumbuhan tanaman *P. javanica*.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di kelurahan Bukit Harapan, Kecamatan Soreang, Kota Parepare, Sulawesi Selatan pada ketinggian 37,0 m dpl dengan titik koordinat 3°59'30"S dan 119°38'43" E.

Persiapan media tanam, tanah dan arang sekam yang digunakan terlebih dahulu diayak dan disterilkan selama 8 jam. Kedua bahan tersebut dicampur dengan perbandingan 1:1 dan di masukkan ke dalam *planter bag* yang telah diberi label.

Persiapan FMA dalam bentuk sediaan serbuk, sachet dan tablet. Bentuk sediaan serbuk digunakan propagoul FMA sebanyak 5 g, dan untuk bentuk sediaan shazet di gunakan kemasan shazet sebagai wadah propogoul sebanyak 5 g, sedangkan untuk bentuk sediaan tablet digunakan pengikat organik untuk mengikat propagoul sebanyak 5 g dan dicetak dalam tablet.

Penelitian didesain berdasarkan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan tiga bentuk sediaan FMA sebagai perlakuan yaitu sediaan serbuk (B1)/kontrol, sachet (B2) dan tablet (B3). Peubah yang diamati adalah panjang akar (cm), volume akar (m³), jumlah daun (helai), tinggi tanaman (cm), dan berat kering tanaman (g).

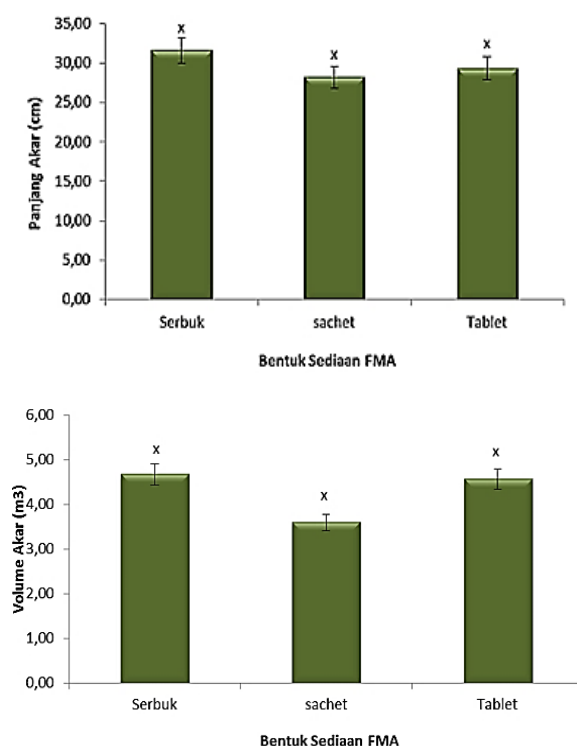
Data pengamatan akan dianalisis menggunakan ANOVA, apabila terdapat pengaruh yang signifikan, maka dilanjutkan uji DUNCAN'S untuk melihat perbedaan efek antar perlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Peran akar dalam pertumbuhan tanaman sama pentingnya dengan tajuk, maka fungsi akar sebagai menyerap air dan unsur hara sangat dibutuhkan untuk proses

metabolisme yang terjadi didalam sel tanaman (Kim et al., 2020; Simatupang et al., 2020). Kemampuan tanaman terhadap daya serap air dan unsur hara dapat dilihat melalui pengamatan morfologi akar (panjang dan volume akar). Panjang akar merupakan salah satu kriteria untuk mengetahui luas daerah jangkauan akar dalam mencari sumber daya air dan unsur hara yang dipengaruhi oleh perbedaan kondisi lingkungan (Ahmed et al., 2020; Herawati et al., 2020) dan karakteristik morfologi akar (Panda et al., 2021; Wibisono et al., 2022).

Hasil analisis varians menunjukkan bahwa pemberian berbagai jenis bentuk sediaan FMA tidak berpengaruh nyata terhadap panjang dan volume akar *P. javanica*. Namun, nilai rata-rata menunjukkan bahwa penggunaan FMA dalam bentuk sediaan serbuk menghasilkan panjang dan volume akar yang lebih baik yaitu 31,57 cm dan 4,67 m³ (Gambar 1).



Gambar 1. Rata-rata panjang dan volume akar *P. javanica* pada berbagai bentuk sediaan FMA

Hal ini diduga bentuk sediaan serbuk memiliki peluang yang lebih luas untuk menginfeksi akar *P. javanica* karena bentuk sediaan ini diaplikasikan dengan metode sebar sehingga lebih mudah terjadi simbiosis mutualistik antar FMA dan akar yang akhirnya terbentuk hifa external dan internal.

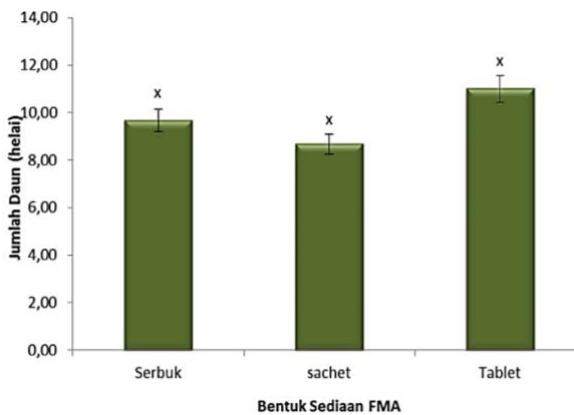
Hifa FMA yang terbentuk akan membantu akar tanaman untuk meningkatkan serapan hara (khususnya unsur hara fosfat) (Saputri & Lapanjang, 2022; Wahid et al., 2020), yang ditranslokasikan ke daun untuk menghasilkan energi dalam bentuk *Adenosina trifosfat* (ATP) dan *Nikotinamid Adenin Dinukleotida Fosfat* (NADPH) sebagai produk akhir fase terang fotosintesis (Moustakas et al., 2020; Salim & Raza, 2020), yang selanjutnya energi ini akan dimanfaatkan pada fase gelap fotosintesis untuk menghasilkan 3-phosphoglyceraldehyde (PGAL) sebagai bahan dasar pembentukan asimilat (glukosa) (Nio Song, 2012; Suyatman, 2021).

Asimilat yang dihasilkan akan dialokasikan ke bagian akar melalui jaringan pengangkut floem (Balestrini et al., 2020) untuk memacu pertumbuhan panjang dan meningkatkan volume akar. Selain itu asimilat yang ditransfer ke akar juga merupakan sumber energi bagi FMA untuk berkembang dan menginfeksi akar lebih banyak (Akib et al., 2022; Parihar et al., 2020). Beberapa hasil penelitian juga menunjukkan bahwa pemberian FMA dapat meningkatkan pertumbuhan akar tanaman *Panicum maximum* (Putra & Ningsi, 2019), *Mucuna Bracteata* (Wahyuni et al., 2020) dan *Vetiveria zizanioides* (Tarigan & Wardana, 2020).

Daun tanaman memiliki fungsi sebagai tempat berlangsungnya proses metabolisme perubahan energi cahaya menjadi energi kimia. Energi kimia yang dihasilkan tanaman berupa karbohidrat dalam bentuk gula sederhana (glukosa) dapat ditemukan dalam bentuk bahan kering (Frilanda et al., 2022; Lone et al., 2014). Disamping itu, daun juga

menjadi tempat berlangsungnya proses respirasi dan transpirasi (Dhalaria et al., 2020; Sarjani et al., 2022). Mengingat banyaknya kegiatan yang berlangsung di daun, maka perkembangan daun layak sebagai parameter pertumbuhan tanaman.

Analisis ragam untuk jumlah daun *P. javanica* pada berbagai bentuk sediaan FMA memperlihatkan bahwa tidak ada efek yang nyata akibat aplikasi FMA sediaan serbuk, sachet dan tablet. Jumlah daun *P. javanica* dalam bentuk sediaan tablet menghasilkan rata-rata jumlah daun terbanyak (11 helai) di bandingkan bentuk sediaan lainnya sebagaimana yang dapat dilihat pada Gambar 2. Hal ini diduga unsur hara yang terdapat pada bahan pengikat organik dalam bentuk sediaan tablet FMA dapat memberikan tambahan nutrisi untuk diserap oleh akar dan memenuhi kebutuhan perkembangan daun sebagai salah satu organ vegetatif tanaman.

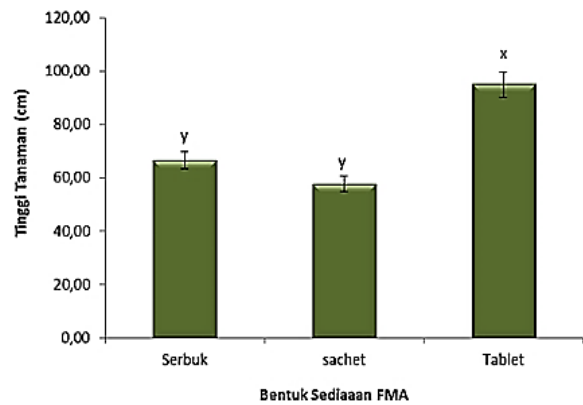


Gambar 2. Rata-rata jumlah daun *P. Javanica* pada berbagai bentuk sediaan FMA

Tinggi tanaman merupakan variabel pertumbuhan vegetatif tanaman yang mengarah ke atmosfer dan mudah diamati untuk mengetahui pengaruh lingkungan atau pengaruh perlakuan terhadap tanaman (Oktaviani et al., 2020; Putra & Ningsi, 2019).

Analisis ragam tinggi tanaman *P. javanica* yang di aplikasikan FMA dalam bentuk sediaan yang berbeda menunjukkan efek yang berpengaruh nyata. *P.javanica* yang

diberikan FMA dalam bentuk sediaan tablet memberikan tinggi tanaman rata-rata 90,00 cm dan berbeda nyata dengan *P. javanica* yang diberi FMA dalam bentuk sediaan sachet dan serbuk, sebagaimana yang di tunjukkan pada gambar 3. Hal ini diduga FMA dalam bentuk sediaan tablet, selain dapat memacu pertumbuhan jumlah daun, FMA juga dapat meningkatkan produksi hormon auxin dibagian tunas sehingga dapat meningkatkan tinggi tanaman. Amal et al., (2020), Indriana et al., (2020) dan Pons et al., (2020) mengemukakan bahwa salah satu peran mikoriza dalam tanaman adalah meningkatkan konsentrasi hormon auxin didaerah tunas dan akar.

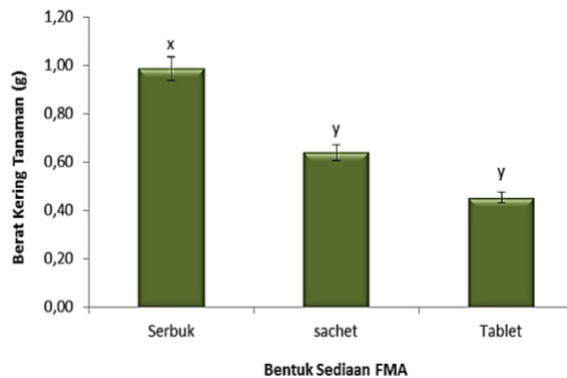


Gambar 3. Rata-rata tinggi tanaman *P. Javanica* pada berbagai bentuk sediaan FMA

Selanjutnya, 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 dibatang dan daun.

Hasil analisis ragam berat kering tanaman pada aplikasi berbagai bentuk sediaan FMA memperlihatkan pengaruh yang nyata terhadap berat kering *P. Javanica* (Gambar 4). Rata-rata berat kering yang tinggi ditemukan pada bentuk sediaan

serbuk dan berbeda nyata jika dibandingkan dengan bentuk sediaan sachet dan tablet.



Gambar 4. Rata-rata berat kering tanaman *P. Javanica* pada berbagai bentuk sediaan FMA

Berat kering *P. Javanica* yang mendapat FMA dalam bentuk sediaan serbuk diduga diakibatkan laju fotorespirasi tidak tinggi karena memiliki jumlah daun lebih sedikit dibanding *P. Javanica* yang mendapat FMA dalam bentuk sediaan tablet (Gambar 2). Para ahli fisiologi sepakat bahwa fotorespirasi atau respirasi cahaya merupakan proses respirasi pada tumbuhan yang dibangkitkan oleh penerimaan cahaya oleh daun (Furutani et al., 2020; Shimakawa et al., 2021). Intensitas cahaya yang terlalu tinggi dapat mengurangi hasil fotosintesis melalui fotorespirasi yang berlebihan (Furutani et al., 2020; Shahzad et al., 2018). Peran fotorespirasi dalam metabolisme tanaman masih diperdebatkan namun semua kalangan sepakat bahwa fotorespirasi merupakan penggunaan energi yang sia-sia (Humoen et al., 2020; Shopa Riska et al., 2021).

KESIMPULAN

Bentuk sediaan sachet dan tablet tidak konsisten mempengaruhi efektifitas FMA untuk memacu pertumbuhan *P. javanica*, namun bentuk sediaan ini dapat mempermudah mobilisasi dan aplikasi dilapangan. Aplikasi dosis FMA tablet dan sachet dalam kegiatan ini sementara berlangsung.

UCAPAN TERIMAKASIH

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

- Ahmed, H. A., Yu-Xin, T., & Qi-Chang, Y. (2020). Optimal control of environmental conditions affecting lettuce plant growth in a controlled environment with artificial lighting: A review. *South African Journal of Botany*130, 75–89. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2019.12.018>
- Akib, M. A., Nuddin, A., Prayudyaningsih, R., Kuswinanti, T., Andi Syaiful, S., & Antonius, S. (2022). Arbuscular mycorrhizal fungi diversity in different cropping patterns of Paper nigrum in area around the nickel mining land. *Jurnal Biologi Indonesia*, 18(2), 183–192. <https://doi.org/10.47349/jbi/18022022/183>
- Amal, I., Bintoro, M., & Sari, A. K. (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. Peran Teaching Factory Di Perguruan Tinggi Vokasi Dalam Mendukung Ketahanan Pangan Pada Era New Normal, 1816, 137–144. <https://doi.org/10.25047/agropross.2020.45>
- Balestrini, R., Brunetti, C., Chitarra, W., & Nerva, L. (2020). Photosynthetic traits and nitrogen uptake in crops: Which is the role of arbuscular mycorrhizal

- fungi? *Plants*, 9(9), 1–16. <https://doi.org/10.3390/plants9091105>
- Chinnasamy, P., Honap, V. U., & Maske, A. B. (2020). Impact of 2018 kerala floods on soil erosion: need for post-disaster soil management. *Journal Of The Indian Society Of Remote Sensing*, 48(10), 1373–1388. <https://doi.org/10.1007/s12524-020-01162-z>
- Danu, & Sudrajat, D. J. (2019). Improving of degraded soil quality for ficus variegata nursery media by adding organic matters and NPK fertilizer. *Wasian*, 6(2), 101–109. <https://doi.org/10.20886/jwas.v6i2.4720>
- Dhalaria, R., Kumar, D., Kumar, H., Nepovimova, E., Kuca, K., Islam, M. T., & Verma, R. (2020). Arbuscular mycorrhizal fungi as potential agents in ameliorating heavy metal stress in plants. *Agronomy*, 10(6), 1–22. <https://doi.org/10.3390/agronomy10060815>
- Frilanda, A., Putranto, W. S., & Gumilar, J. (2022). Pengaruh berbagai konsentrasi pulp buah naga merah pada pembuatan Set Yoghurt terhadap Total Bakteri Asam Laktat, Nilai pH, dan Total Asam. *Jurnal Teknologi Hasil Peternakan*, 3(1), 32. <https://doi.org/10.24198/jthp.v3i1.39239>
- Furutani, R., Makino, A., Suzuki, Y., Wada, S., Shimakawa, G., & Miyake, C. (2020). Intrinsic fluctuations in transpiration induce photorespiration to oxidize p700 in photosystem I. *Plants*, 9(12), 1–16. <https://doi.org/10.3390/plants9121761>
- 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>
- Humoen, M. I., Melati, M., & Aziz, S. A. (2020). Respon pertumbuhan dan perkembangan tanaman kedelai (*Glycine Max L.*) terhadap pemberian cekaman naungan dan kekeringan. *CIWAL*, 1(10), 32–38. <https://stikessantupaulus.e-journal.id>
- 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>
- Karepesina, S., Djumat, J. La, & Latuponu, H. (2021). Production of arbuscular mycorrhizal fungi inoculum with three indicator plants *Pueraria javanica*, *sorghum vulgare* and *setaria italica*. *Agrohut*, 12(1), 31–37. <https://doi.org/10.51135/agh.v12i1.133>
- Kim, Y., Chung, Y. S., Lee, E., Tripathi, P., Heo, S., & Kim, K. H. (2020). Root response to drought stress in rice (*Oryza sativa L.*). *International Journal of Molecular Sciences*, 21(4), 12–14. <https://doi.org/10.3390/ijms21041513>
- Leifeld, J., Klein, K., & Wüst-Galley, C. (2020). Soil organic matter stoichiometry as indicator for peatland degradation. *Scientific Reports*, 10(1), 1–9. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-64275-y>
- Lone, R., Agarwal, S., & Koul, K. K. (2014). Taxonomic characteristic of arbuscular mycorrhizal fung i- A Review. *International Journal of Microbiological Research*, 5(3), 190–197. <https://doi.org/10.5829/idosi.ijmr.2014.5.3.8677>
- López-Vicente, M., Calvo-Seas, E., Álvarez, S., & Cerdà, A. (2020). Effectiveness of cover crops to reduce loss of soil organic matter in a rainfed vineyard. *Land*, 9(7), 1–16. <https://doi.org/10.3390/land9070230>

- Moustakas, M., Bayçu, G., Sperdouli, I., Eroğlu, H., & Eleftheriou, E. P. (2020). Arbuscular mycorrhizal symbiosis enhances photosynthesis in the medicinal herb *Salvia fruticosa* by improving photosystem ii photochemistry. *Plants*, 9(8), 1–18. <https://doi.org/10.3390/plants9080962>
- Mudhita, I. K., Umami, N., Sasmito Budhi, S. P., Baliarti, E., Noviandi, C. T., Kustono, Gede Suparta Budisatria, I., & Wattimena, J. (2016). Effect of Bali cattle urine on legume cover crop pueru (*Pueraria javanica*) productivity on an east borneo oil palm plantation. *Pakistan Journal of Nutrition*, 15(5), 406–411. <https://doi.org/10.3923/pjn.2016.406.411>
- Nainggolan, E. V., Bertham, Y. H., & Sudjatkiko, S. (2020). Pengaruh pemberian pupuk hayati mikoriza dan pupuk kandang ayam terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kacang panjang (*Vigna sinensis* L.) di ultisol. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*, 22(1), 58–63. <https://doi.org/10.31186/jipi.22.1.58-63>
- Nio Song, A. (2012). Evolusi fotosintesis pada tumbuhan. *Jurnal Ilmiah Sains*, 12(1), 28–34. <https://doi.org/10.35799/jis.12.1.2012.398>
- Nurzannah, S. E., Purnamasari, I., Siagian, D. R., & Ramija, K. E. L. (2022). Potential of Trichoderma and mycorrhizae as biological agents for controlling *Ganoderma boninense* in oil palm. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 974(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/974/1/012097>
- Oktaviani, W., Khairani, L., & Indriani, N. P. (2020). The effect of variety of sweet corn varieties (*Zea mays saccharata* sturt) on high crop, number of leaves and lignin contents of corn crop widiat. *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis Dan Ilmu Pakan*, 2(2), 60–70. <https://doi.org/10.24198/jnttip.v2i2.27568>
- Panataria, L. R., Sitorus, E., Saragih, M., & Sitorus, J. (2022). The effect of mycorrhizal and phosphorous fertilizer applications on soybean plant production (*Glycine max* L . Meriil). *Agrotek UMMAT*, 9(1), 35–42. <https://doi.org/10.31764/jau.v9i1.7043>
- Panda, D., Mishra, S. S., & Behera, P. K. (2021). Drought tolerance in rice: focus on recent mechanisms and approaches. *Rice Science*, 28(2), 119–132. <https://doi.org/10.1016/j.rsci.2021.01.002>
- Parihar, M., Rakshit, A., Meena, V. S., Gupta, V. K., Rana, K., Choudhary, M., Tiwari, G., Mishra, P. K., Pattanayak, A., Bisht, J. K., Jatav, S. S., Khati, P., & Jatav, H. S. (2020). The potential of arbuscular mycorrhizal fungi in C cycling: a review. *Archives of Microbiology*, 202(7), 1581–1596. <https://doi.org/10.1007/s00203-020-01915-x>
- Phogat, M., Dahiya, R., Sangwan, P., & Kumar, M. S. (2020). Effect of long term zero tillage on soil chemical properties: A review. *International Journal of Chemical Studies*, 8(5), 2679–2684. <https://doi.org/10.22271/chemi.2020.v8.i5ak.10722>
- Pons, S., Fournier, S., Chervin, C., Bécard, G., Rochange, S., Dit Frey, N. F., & Pagès, V. P. (2020). Phytohormone production by the arbuscular mycorrhizal fungus *Rhizophagus irregularis*. *PLoS ONE*, 15(10 October), 1–18. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0240886>
- Prameswari, D., Irianto, R. S. B., Tuheteru, F. D., & Kalima, T. (2021). Effect of arbuscular mycorrhizal fungi and planting media on seedlings growth of *Helicteres isora* L. In the nursery. *IOP*

- Conference Series: Earth and Environmental Science, 914(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/914/1/012049>
- Prematuri, R., Turjaman, M., & Tawaraya, K. (2020). Effect of arbuscular mycorrhiza fungal inoculation on growth of tropical tree species under nursery and post-opencast bauxite mining field in Bintan Island, Indonesia. *International Journal of Plant & Soil Science*, December, 1–13. <https://doi.org/10.9734/ijpss/2020/v32i2030397>
- Putra, B., & Ningsi, S. (2019). Peranan pupuk kotoran kambing terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, lebar dan luas daun total pennisitum purpureum cv. Mott. STOCK Peternakan, 2(2), 11–24. <http://ojs.umb-bungo.ac.id>
- Putri, T. I., & Mariani, N. P. (2018). Produktivitas Pueraria phaseoloides var. Javanica dipupuk dengan pupuk kandang dari sapi yang diberi ransum berkonsentrat disuplementasi ammonium sulfat. *Pastura*, 8(1), 39–43. <https://ojs.unud.ac.id>
- Rosmim, A. T., Íris, V., Sónia, V. G., Rui, O., Célia, M. M., & Orlando, A. Q. (2020). Arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) promote the growth of the pioneer dune plant of coastal areas. *African Journal of Microbiology Research*, 14(10), 579–586. <https://doi.org/10.5897/ajmr2020.9385>
- Salim, N., & Raza, A. (2020). Nutrient use efficiency (NUE) for sustainable wheat production: a review. *Journal of Plant Nutrition*, 43(2), 297–315. <https://doi.org/10.1080/01904167.2019.1676907>
- Samuel, A., Enefolo, A. F., & Ikape, O. M. (2022). Effects of soil erosion and degradation on agricultural lands in anyigba, dekina local government area of kogi state. *Afropolitan Journals*. 7(1), 20–32.
- Saputri, H. A., & Lapanjang, I. (2022). The effect of giving micoriza on the growth and results of shallot crops variety lembah Palu. *Agrotekbis*, 10(1), 64 – 72. <http://103.245.72.23/index.php>
- Sarjani, T. M., Mahyuni, S. R., Muriza, A., Damayanti, D., Hasibuan, F. U., Nuzhula, L., Balqis, N., Nurliyanti, Nur Ramadani, & Yurida. (2022). Levels of amilum deposits in suruhan leaves, moringa leaves, and kitolod leaves. *Bioma*, 7(2), 172–183. <https://doi.org/10.32528/bioma.v7i2.8411>
- Sasmita, M. W. S., Nurhatika, S., & Muhibuddin, A. (2019). Pengaruh dosis mikoriza arbuskular pada media AMB-P0K terhadap pertumbuhan tanaman tembakau (*Nicotiana tabacum* var. Somporis). *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 8(2), 43–48. <https://doi.org/10.12962/j23373520.v8i2.49374>
- Selfandi, A., Firmansyah, R., & Hastuti, P. B. (2021). *Pueraria javanica* growth response to rhizobium sp. Dosages in several different soil types. *Agroista*, 5(2), 1–7. <https://jurnal.instiperjogja.ac.id>
- Shahzad, B., Tanveer, M., Rehman, A., Cheema, S. A., Fahad, S., Rehman, S., & Sharma, A. (2018). Nickel; whether toxic or essential for plants and environment - A review. *Plant Physiology and Biochemistry*, 132(October), 641–651. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2018.10.014>
- Shimakawa, G., Kohara, A., & Miyake, C. (2021). Characterization of light-enhanced respiration in cyanobacteria. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(1), 1–13. <https://doi.org/10.3390/ijms22010342>
- Shopa Riska, N. W., Saputra, R. A., & Sofyan, A. (2021). Growth adaptation of *Chrysanthemum* cuttings

- (*Chrysanthemum* sp.) using shade in Banjarbaru, South Kalimantan. *Jurnal Hortikultura*, 31(1), 31–40. <https://doi.org/10.21082/jhort.v31n1.2021.p31-40>
- Simatupang, R. W. B., Aji, I. M. L., & Rini, D. S. (2020). Pengaruh bahan asal stek dan media tanam terhadap pertumbuhan nilam (*Pogostemon cablin* Benth). *Silva Samalas*, 3(1), 1–6. <https://ejournal.undikma.ac.id>
- Sudiarti, D., & Hasbiyati, H. (2018). Peningkatan pertumbuhan tanaman kedelai edamame (*Glycin Max* (L) Merrill) melalui pemberian kombinasi cendawan mikoriza arbuskula (CMA) dan pupuk kimia. *Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat III Universitas PGRI Ronggolawe Tuban*, 3, 449–454. <http://prosiding.unirow.ac.id>
- Suyatman, S. (2021). Menyelidiki energi pada fotosintesis tumbuhan. *INKUIRI: Jurnal Pendidikan IPA*, 9(2), 134. <https://doi.org/10.20961/inkuiri.v9i2.50085>
- Tarigan, D. M., & Wardana, F. K. (2020). Pertumbuhan tanaman akar wangi (*Vetiveria zizanioides* L.) Di tanah salin dengan perlakuan asam salisilat dan fungi mikoriza arbuskular. *Agrium*, 22(3), 1–6. <https://doi.org/10.30596/agrium.v21i3.2456>
- Wahid, F., Fahad, S., Danish, S., Adnan, M., Yue, Z., Saud, S., Siddiqui, M. H., Brtnicky, M., Hammerschmiedt, T., & Datta, R. (2020). Sustainable management with mycorrhizae and phosphate solubilizing bacteria for enhanced phosphorus uptake in calcareous soils. *Agriculture (Switzerland)*, 10(8), 1–14. <https://doi.org/10.3390/agriculture10080334>
- Wahyuni, M., Saragih, R. E., & Sembiring, M. (2020). Interaction of micoriza and inoculum treatment of *Rhizobium* sp. on growth and formation of mucuna bracteata nodule roots. *Penelitian Pertanian Terapan*, 20(2), 90–97. <https://doi.org/10.25181/jppt.v20i2.1408>
- Wibisono, V. B., Avivi, S., Ubaidillah, M., & Hartatik, S. (2022). Morphological, physiological and molecular characteristics of sugarcane tolerant to waterlogging stress. *Agron. Indonesia*, 50(2), 218–225. <https://doi.org/10.24831/jai.v50i2.40760>
- Yama, D. I. (2018). Analisis pertumbuhan pembibitan pueraria javanica pada komposisi media seresah dalam ketiak pelepah pada batang kelapa sawit. *Jurnal Citra Widya Edukasi*, 10(3), 199–206. <https://journal.cwe.ac.id>
- Zulfita, D., Surachman, Budi, S., & Rahmidiyani. (2022). Compatibility test of various sources of inoculant arbuscular mycorrhizal fungi with sweet corn plants in peat media. *AGRIC*, 34(1), 22–34. <https://ejournal.uksw.edu>