

Aktivitas Fisiologis Cincau Hijau Perdu (*Premna oblongifolia*) pada Pemberian Mikoriza dan Biochar Serat Aren

*Physiological Activity of Green Grass Jelly Shrub (*Premna oblongifolia*) to Mycorrhiza and Palm Fiber Biochar Application*

Retna Bandriyati Arniputri^{1*}, Rissa Kurnia Anggraini¹, Muji Rahayu¹, Djoko Purnomo¹

Diterima 1 Oktober 2024/ Disetujui 24 Maret 2025

ABSTRACT

Green grass jelly shrub is a plant that has various benefits, so market demand for this plant continues to increase every year. On the other hand, the production of green grass jelly shrub has decreased so the market demand for this plant cannot be met. This study aims to determine the interaction between the dose of mycorrhiza and palm fiber biochar composition on the physiological activity of green grass jelly shrubs. Research with experimental methods was conducted in Greenhouse, Faculty of Agriculture, Universitas Sebelas Maret, June-October 2023. The method used was a two-factor randomized complete block design (RCBD) and 3 replicates. The first factor was the dose of mycorrhizal fertilizer (0, 5, 10, and 15 g plant⁻¹) and the composition of planting media [soil (control), soil:palm fiber biochar (1:1), soil:palm fiber biochar (1:2), and soil:palm fiber biochar (2:1)]. Data experiments were analyzed using analysis of variance at the 5% error level and followed by Duncan's Multiple Range Test at the 5% error level. The results showed that the dose of mycorrhiza 15 g.plant⁻¹ gave better results on plant height, weight of dry, number of stomata, and width of stomatal openings. Treatment of the composition planting media soil: palm fiber biochar with a ratio of 2:1 gave better results on stomatal opening width.

Keywords: Phosphate, pectin, stomatal, transpiration, Verbenaceae

ABSTRAK

Cincau hijau merupakan tanaman yang memiliki beragam manfaat sehingga permintaan pasar terhadap tanaman ini terus mengalami peningkatan setiap tahun. Di sisi lain, produksi tanaman cincau hijau perdu justru mengalami penurunan sehingga permintaan pasar terhadap tanaman ini belum dapat terpenuhi. Penelitian ini bertujuan mengetahui interaksi antara dosis mikoriza dan komposisi biochar serat aren terhadap aktivitas fisiologis tanaman cincau hijau perdu. Penelitian dilaksanakan di Rumah Kaca, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret pada bulan Juni-Oktober 2023. Metode yang digunakan adalah rancangan acak kelompok lengkap (RAKL) dua faktor dengan 3 kali ulangan. Faktor pertama adalah dosis mikoriza (0, 5, 10, dan 15 g tanaman⁻¹) dan faktor kedua adalah komposisi media tanam [tanah (kontrol), tanah:biochar serat aren (1:1), tanah:biochar serat aren (1:2), dan tanah:biochar serat aren (2:1)]. Data hasil percobaan dianalisis menggunakan analisis ragam ANOVA pada taraf kesalahan 5% yang dilanjutkan dengan uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf kesalahan 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dosis mikoriza 15 g tanaman⁻¹ memberikan hasil yang lebih baik terhadap jumlah stomata dan lebar bukaan stomata. Perlakuan komposisi media tanam tanah : biochar serat aren dengan perbandingan 2:1 memberikan hasil yang lebih baik terhadap lebar bukaan stomata.

Kata kunci: fosfat, pektin, stomata, transpirasi, Verbenaceae

¹⁾ Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret, Jl. Ir. Sutami 26 Kentingan, Jebres, Surakarta, Jawa Tengah, 57126, Indonesia
E-mail: retnabandriyati@staff.uns.ac.id (*penulis korespondensi)

PENDAHULUAN

Cincau hijau perdu (*Premna oblongifolia*) merupakan tanaman dengan beragam manfaat, baik dalam bidang pangan maupun kesehatan. Daun tanaman ini mengandung karbohidrat, vitamin, protein, dan zat aktif alkaloid dan flavonoid. Zat aktif berperan sebagai anti hepatotoksik, menghambat perkembangan tumor, dan melawan sel kanker (Sofyan *et al.*, 2022). Beragam potensi dan manfaat cincau hijau perdu mengakibatkan permintaan tanaman ini mengalami peningkatan setiap tahun. Peningkatan permintaan tersebut tidak didukung oleh kenaikan produksi cincau hijau perdu di daerah penghasil, yaitu di Provinsi Jawa Tengah. Terjadi penurunan produksi cincau yang cukup signifikan di Provinsi Jawa Tengah, yaitu dari 5,523 ton (2016) menjadi 2,883.71 ton (2021) (Badan Pusat Statistik, 2021). Penurunan produksi ini disebabkan oleh perubahan iklim yang berdampak pada aktivitas fisiologis tanaman sehingga berpengaruh terhadap tingkat produksi tanaman. Kesenjangan antara tingkat produksi dengan permintaan mengakibatkan perlu dilakukan upaya peningkatan produksi tanaman ini.

Aplikasi pupuk hayati dan media tanam yang sesuai dapat mendukung pertumbuhan tanaman. Mikoriza merupakan jamur yang hidup pada ekosistem perakaran tanaman. Hifa mikoriza yang memenetrasi perakaran tanaman inang membantu absorpsi hara dan air bagi tanaman (Hariono *et al.*, 2021), sedangkan komposisi media tanam dapat menambah unsur hara dan memperbaiki struktur tanah (Sari dan Fasta, 2021). Biochar merupakan bahan padat kaya akan karbon hasil konversi limbah organik melalui proses pirolisis (Nitsae dan Solle, 2023). Serat aren merupakan produk samping dari kegiatan produksi tepung aren yang berasal dari tanaman aren di daerah Klaten yang belum banyak dimanfaatkan. Limbah serat kasar batang aren sisa produksi tepung aren di daerah Klaten mencapai 25 ton per hari (Nugraha *et al.*, 2020). Aplikasi mikoriza dan biochar serat aren diharapkan dapat meningkatkan aktivitas fisiologis tanaman cincau hijau perdu. Aktivitas fisiologis yang baik menjadi salah satu indikator bahwa tanaman memiliki potensi produksi yang lebih tinggi. Berdasarkan uraian tersebut, maka diperlukan penelitian untuk mengetahui aktivitas fisiologis cincau hijau perdu terhadap pemberian mikoriza dan biochar serat aren.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan selama empat bulan, yaitu pada bulan Juni-Oktober 2023. Percobaan dilaksanakan di Rumah Kaca pada koordinat $7^{\circ}33'41.7''$ LS dan $110^{\circ}51'32.6''$ BT dengan ketinggian 96 mdpl. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) faktorial dua faktor dengan 3 ulangan. Faktor pertama yaitu 4 taraf dosis pupuk mikoriza: tanpa mikoriza, 5, 10, dan 15 g tanaman⁻¹. Faktor kedua yaitu 4 macam komposisi media tanam, yaitu tanah (T), tanah:biochar serat aren (T:B) 1:1, 1:2, dan 2:1.

Bahan yang digunakan dalam percobaan ini yaitu bibit cincau hijau perdu berumur 3 bulan dengan tinggi ± 13 cm, biochar serat aren yang diperoleh dari serat kasar batang aren, dan mikoriza. Alat yang digunakan dalam percobaan ini yaitu polybag ukuran 25 x 30 cm, timbangan analitik, spektrofotometer, mikroskop elektron, dan *Plant Photosynthesis Meter*. Pelaksanaan percobaan meliputi pembuatan biochar serat aren dengan metode pirolisis, analisis biochar serat aren, persiapan media tanam dengan mencampurkan tanah latosol dan biochar sesuai komposisi ke dalam polybag sampai $\frac{3}{4}$ volume polybag 25 cm x 25 cm x 20 cm, pengaplikasian mikoriza ke media tanam dengan cara mencampurkan mikoriza sesuai dosis yang telah ditentukan, dan penanaman. Pemeliharaan tanaman meliputi pengairan setiap hari dengan volume penyiraman 1,000 mL polybag⁻¹ sesuai kapasitas lapangan dan pengendalian OPT. Pemanenan dilakukan ketika tanaman telah berumur 12 minggu setelah tanam (MST), dengan kriteria daun telah berwarna hijau tua. Variabel pengamatan aktivitas fisiologis meliputi: jumlah stomata, lebar bukaan stomata, laju fotosintesis, dan laju transpirasi yang masing-masing diamati pada umur 9 MST pukul 09.00-11.00 WIB, sedangkan untuk kadar karbohidrat dianalisis pada umur 12 MST. Data pengamatan dianalisis menggunakan ANOVA (*Analysis of Variance*) taraf 5%. Apabila antar variabel berbeda nyata dilakukan uji lanjut dengan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jumlah Stomata

Stomata merupakan modifikasi jaringan epidermis daun yang berfungsi sebagai tempat pertukaran gas O₂, CO₂, dan uap air pada tanaman. Perbedaan komposisi media tanam tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah stomata cincau hijau perdu. Perbedaan jumlah stomata signifikan akibat perbedaan dosis mikoriza (Tabel 1).

Dosis mikoriza 10 dan 15 g tanaman⁻¹ menghasilkan jumlah stomata masing-masing 16.5 dan 26.5% lebih banyak daripada kontrol. Hal ini mengindikasikan bahwa mikoriza mampu meningkatkan jumlah stomata. Peningkatan jumlah stomata terjadi karena mikoriza memiliki hifa eksternal yang dapat meningkatkan kemampuan akar dalam menyerap air dan hara dalam pori mikro tanah. Tanaman yang memiliki kecukupan air mampu melakukan penyerapan unsur hara dengan baik sehingga proses fotosintesis berjalan dengan lancar. Peningkatan proses fotosintesis akan menghasilkan lebih banyak materi organik yang digunakan dalam proses pembelahan sel sehingga jumlah stomata menjadi lebih banyak (Apriliani dan Yuliani, 2020).

Komposisi media tanam tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah stomata. Hal ini menunjukkan bahwa faktor media tanam belum mampu meningkatkan jumlah stomata. Jumlah stomata dipengaruhi oleh faktor internal yaitu sifat genetik dan faktor eksternal seperti intensitas

Tabel 1. Pengaruh dosis mikoriza dan komposisi media tanam terhadap luas daun 12 MST, jumlah stomata 9 MST, dan lebar bukaan stomata 9 MST

Perlakuan	Jumlah Stomata (buah mm ⁻²)	Lebar Bukaan Stomata (μm)	Laju Fotosintesis (μmol m ⁻² s ⁻¹)
Dosis Mikoriza (g tanaman⁻¹)			
0	615.40a	6.47a	0.0268a
5	651.71a	7.50b	0.0138a
10	717.06ab	7.58b	0.0118a
15	778.78b	8.09b	0.0303a
Media Tanam (T dan T:B)			
T	738.85a	6.59a	0.0344a
1:1	649.89a	7.16a	0.0204a
1:2	724.32a	7.94b	0.0177a
2:1	649.89a	7.95b	0.0105a
Interaksi			

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak berbeda nyata pada DMRT taraf 5%. (-): Tidak terdapat interaksi. T: tanah, B: biochar serat aren.

cahaya, suhu udara, dan pH tanah (Makin *et al.*, 2022). Suhu tinggi mengakibatkan kenaikan pada laju respirasi tumbuhan sehingga konsentrasi CO₂ pada daun menjadi meningkat. Peningkatan kadar CO₂ mengakibatkan jumlah stomata menjadi lebih sedikit (Imaningsih, 2018).

Lebar Bukaan Stomata

Stomata merupakan bagian dari jaringan epidermis berupa celah atau lubang kecil berbentuk oval yang diapit oleh dua sel penjaga untuk mengatur celah stomata. Perbedaan lebar bukaan stomata signifikan akibat perbedaan dosis mikoriza dan perbedaan komposisi media (Tabel 1). Dosis mikoriza 5-15 g tanaman⁻¹ masing-masing menghasilkan lebar bukaan stomata 15.9, 17.1, dan 25% lebih besar dibandingkan perlakuan kontrol.

Hal ini mengindikasikan bahwa pengaplikasian dosis mikoriza mampu meningkatkan lebar bukaan stomata. Simbiosis mikoriza dengan sistem perakaran tanaman mampu memperluas bidang penyerapan air pada akar sehingga tanaman tidak mengalami cekaman kekeringan. Cambaba dan Kasi (2022) menyatakan bahwa pembukaan stomata dipengaruhi oleh faktor lingkungan, yaitu air, cahaya, dan suhu lingkungan. Air memiliki pengaruh yang cukup penting terhadap pembukaan stomata. Menurut Nugroho *et al.* (2022), tanaman pada kondisi tercukupi air akan menunjukkan respon fisiologi berupa pembukaan stomata yang optimal. Pengaplikasian mikoriza mampu meningkatkan serapan air pada tanaman sehingga kebutuhan air tanaman terpenuhi dan berdampak pada peningkatan lebar bukaan stomata.

Komposisi media tanam T:B 1:2 dan 2:1 menghasilkan lebar bukaan stomata masing-masing 20.5 dan 20.6% lebih besar dibandingkan kontrol. Pengaplikasian biochar dapat meningkatkan ketersediaan air pada media tanam. Menurut Pakpahan (2020), biochar memiliki kemampuan mengikat air

yang cukup tinggi sehingga biochar menjadi bahan pemberantahan tanah yang digunakan untuk meningkatkan ketersediaan air tanah. Kecukupan air pada media tanam menghindarkan tanaman dari kondisi cekaman kekeringan sehingga lebar bukaan stomata menjadi optimal. Lebar bukaan stomata pada kondisi optimal akan membuka sempurna karena sel penjaga stomata tercukupi air sehingga tekanan turgor meningkat dan stomata membuka lebar sempurna (Boy *et al.*, 2022).

Laju Fotosintesis

Fotosintesis merupakan proses metabolisme kompleks dalam pembuatan makanan yang berlangsung di dalam tubuh tanaman. Dosis mikoriza dan komposisi media tanam tidak berpengaruh signifikan terhadap laju fotosintesis (Tabel 1). Dosis mikoriza yang tidak berpengaruh terhadap laju fotosintesis mengindikasikan bahwa pertumbuhan dan perkembangan mikoriza dalam mengkolonisasi akar mulai dari dosis 5 hingga 15 g tanaman⁻¹ tidak berbeda. Pertumbuhan mikoriza pada keempat taraf dosis tersebut sama berakibat pada kemampuan absorpsi air dan hara tidak berbeda sehingga laju fotosintesis juga tidak berbeda. Kolonisasi mikoriza pada akar tergantung pada tingkat infeksi yang ditandai dengan keberadaan hifa dan vesikula (Misrofah *et al.*, 2022). Laju fotosintesis juga dipengaruhi oleh faktor eksternal. Faktor eksternal atau faktor lingkungan yang mempengaruhi laju fotosintesis tanaman yaitu suhu, kelembaban udara, intensitas cahaya, air tanah, pH tanah, dan kadar CO₂ di sekitar lingkungan Putri (2021). Suhu pada lokasi percobaan mengalami peningkatan setiap minggu, hingga mencapai puncak suhu tertinggi sebesar 37.07 °C, pada minggu ke-9. Suhu yang terlalu tinggi mengakibatkan kadar CO₂ kurang larut dalam air dan kloroplas sehingga menghambat proses laju fotosintesis (Saputri *et al.*, 2022).

Perlakuan komposisi media tanam tidak berpengaruh signifikan terhadap laju fotosintesis karena biochar bersifat slow release, sehingga unsur hara di dalamnya tidak dapat langsung tersedia bagi tanaman, termasuk unsur hara nitrogen. Selain itu, kandungan nitrogen total pada tanah litosol yang digunakan dalam percobaan ini tergolong sangat rendah, yaitu 0.06%. Nitrogen memiliki peranan penting sebagai bahan dalam proses sintesis klorofil, protein, dan asam amino sehingga defisiensi unsur nitrogen dapat mempengaruhi laju fotosintesis (Isnaini, 2017). Laju fotosintesis yang rendah mempengaruhi fotosintat yang dihasilkan oleh tanaman.

Laju Transpirasi

Laju transpirasi merupakan proses kehilangan air dalam bentuk uap air melalui jaringan tanaman, yaitu stomata. Berdasarkan hasil analisis ragam, terdapat interaksi antara dosis mikoriza dan komposisi media tanam terhadap laju transpirasi.

Gambar 1 menunjukkan pada komposisi media tanam T:B (1:1) dan (1:2) peningkatan dosis mikoriza mengakibatkan peningkatan pada laju transpirasi, sedangkan pada komposisi media tanam tanah dan T:B (2:1) peningkatan dosis mikoriza mengakibatkan penurunan pada laju transpirasi cincau hijau perdu. Setiawan *et al.* (2015) menyatakan bahwa kemampuan transpirasi yang tinggi pada tanaman yang terinokulasi mikoriza dibandingkan tanaman kontrol diduga karena hubungan simbiotik antara mikoriza dengan sistem perakaran tanaman dapat mengoptimalkan serapan molekul air dari dalam tanah. Basri (2018) menyatakan bahwa mikoriza memiliki ukuran hifa yang lebih halus daripada bulu-bulu akar sehingga hifa tersebut dapat masuk ke pori mikro tanah

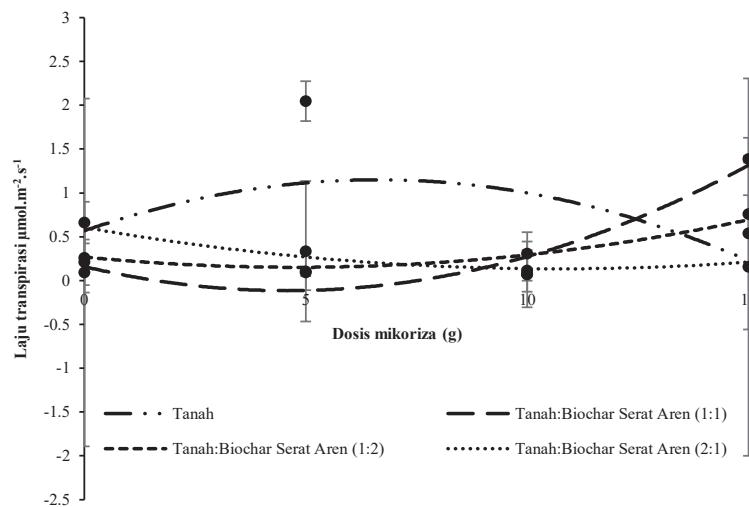
untuk menyerap air pada kondisi tanah dengan kadar air yang sangat rendah.

Respon mikoriza yang saling menguntungkan terhadap tanaman terjadi pada tanah yang memiliki unsur hara P terbatas karena akan terjadi pertukaran antara kelebihan P pada mikoriza dengan fotosintat yang dihasilkan oleh tanaman (Johnson *et al.*, 2015). Tanah litosol yang digunakan dalam percobaan ini memiliki kandungan P sangat rendah, yaitu 1.33% sehingga interaksi antara dosis mikoriza 5 g tanaman⁻¹ dengan komposisi media tanam tanah menghasilkan laju transpirasi tertinggi pada percobaan ini.

Kandungan Karbohidrat

Karbohidrat merupakan salah satu senyawa yang dihasilkan oleh tanaman. Salah satu jenis karbohidrat yang banyak terkandung pada tanaman cincau hijau perdu yaitu pektin. Berdasarkan hasil analisis ragam, terdapat interaksi antara dosis mikoriza dan komposisi media tanam terhadap kandungan karbohidrat daun cincau hijau perdu.

Gambar 2 menunjukkan pada keempat komposisi media tanam peningkatan dosis mikoriza mengakibatkan penurunan pada kandungan karbohidrat cincau hijau perdu. Kandungan karbohidrat yang terdapat pada bagian daun menunjukkan status fotosintesis suatu tanaman (Xie *et al.*, 2018). Proses fotosintesis terutama dipengaruhi oleh ketersediaan hara yang terdapat di dalam tanah atau media tanam. Mikoriza mampu meningkatkan ketersediaan hara pada tanaman karena terdapat hifa yang memperluas bidang serapan hara pada tanah. Ketersediaan hara ini dapat meningkatkan proses fotosintesis sehingga karbohidrat sebagai salah satu fotosintat yang dihasilkan oleh tanaman juga mengalami peningkatan.



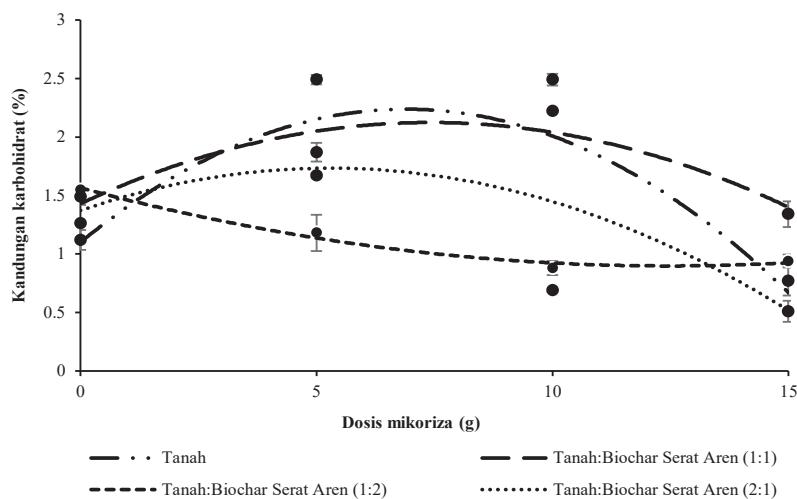
Gambar 1. Interaksi dosis mikoriza dan komposisi media tanam terhadap laju transpirasi cincau hijau perdu
Keterangan:

$$Y(\text{Tanah}) = 0.5681 + 0.1755x - 0.0132x^2 \quad R^2 = 0.2065$$

$$Y(\text{Tanah:Biochar Serat Aren 1:1}) = 0.1601 - 0.1204x + 0.0132x^2 \quad R^2 = 0.9279$$

$$Y(\text{Tanah:Biochar Serat Aren 1:2}) = 0.2694 - 0.0494x + 0.0052x^2 \quad R^2 = 0.6925$$

$$Y(\text{Tanah:Biochar Serat Aren 2:1}) = 0.6057 - 0.088x + 0.0041x^2 \quad R^2 = 0.6736$$



Gambar 2. Interaksi dosis mikoriza dan komposisi media tanam terhadap kandungan karbohidrat cincau hijau perdu

Keterangan:

$$Y(\text{Tanah}) = 1.0995 + 0.3299x - 0.0239x^2 \quad R^2=0.7481$$

$$Y(\text{Tanah:Biochar Serat Aren 1:1}) = 1.43 + 0.187x - 0.0126x^2 \quad R^2=0.8466$$

$$Y(\text{Tanah:Biochar Serat Aren 1:2}) = 1.5645 - 0.1071x + 0.0043x^2 \quad R^2=0.9848$$

$$Y(\text{Tanah:Biochar Serat Aren 2:1}) = 1.3725 + 0.1365x - 0.0129x^2 \quad R^2=0.392$$

Jumlah kandungan N pada tanah juga berkorelasi dengan metabolisme karbohidrat pada tanaman (Haghghi *et al.*, 2022). Pengaplikasian biochar mampu meningkatkan sifat fisikokimia tanah serta meningkatkan nutrisi pada tanah. Pengaplikasian biochar juga meningkatkan populasi mikroorganisme tanah serta mengaktifkan metabolisme karbohidrat dan asam amino pada tanaman (Li *et al.*, 2024).

Hubungan antara mikoriza dengan sistem perakaran tanaman yaitu hubungan simbiosis. Sistem perakaran tanaman yang terinfeksi oleh mikoriza memiliki tingkat penyerapan air dan unsur hara yang lebih tinggi serta memiliki ketahanan yang lebih tinggi terhadap cekaman kekeringan, sedangkan mikoriza yang bersimbiosis dengan sistem perakaran tanaman memperoleh keuntungan berupa kecukupan faktor pertumbuhan, yaitu karbohidrat. Menurut Alayya dan Prasetya (2022), hifa mikoriza memerlukan kandungan karbohidrat dalam jumlah yang cukup untuk proses perkembangan spora. Hal ini didukung oleh hasil penelitian Widiastuti *et al.* (2016) yang menyatakan bahwa jaringan hifa pada mikoriza mengonsumsi hasil fotosintet dalam jumlah yang cukup banyak, terutama karbohidrat. Hal ini mengakibatkan peningkatan aplikasi dosis mikoriza pada keempat jenis komposisi media tanam menyebabkan penurunan pada kandungan karbohidrat cincau hijau perdu.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, pemberian dosis mikoriza 15 g tanaman⁻¹ dapat meningkatkan jumlah dan lebar bukaan stomata dibandingkan ketiga taraf dosis yang lain. Komposisi media tanam T:B (2:1) mampu meningkatkan lebar bukaan

stomata. Dosis mikoriza dan komposisi media tanam belum mampu meningkatkan laju fotosintesis tanaman. Pada komposisi media tanam T:B (1:1) dan T:B (1:2) peningkatan dosis mikoriza mengakibatkan peningkatan pada laju transpirasi, sedangkan pada komposisi media tanam tanah dan T:B (2:1) peningkatan dosis mikoriza mengakibatkan penurunan pada laju transpirasi. Pada keempat komposisi media tanam, peningkatan dosis mikoriza mengakibatkan penurunan pada kandungan karbohidrat cincau hijau perdu.

DAFTAR PUSTAKA

[BPS] Badan Pusat Statistik. 2021. Produksi Perkebunan Rakyat Menurut Jenis Tanaman di Jawa Tengah Tahun 2016-2021 (Ton). Badan Pusat Statistik. Jakarta.

Alayya, N.P., B. Prasetya. 2022. Kepadatan spora dan persen koloni mikoriza vesikula arbuskula (mva) pada beberapa tanaman pangan di lahan pertanian Kecamatan Jabung Malang. *J. Tanah dan Sumberdaya Lahan*. 9(2): 267-276. Doi: <https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2022.009.2.7>

Apriliani, N.Z., Y. Yuliani. 2020. Respons anatomi dan kadar asam oksalat tumbuhan *Amorphophallus muelleri* Blume pada lingkungan yang berbeda. *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*. 9(2): 137-145. Doi: <https://doi.org/10.26740/lenterabio.v9n2.p137-145>

Basri, A.H.H. 2018. Kajian peran mikoriza dalam bidang pertanian. *J. Agrica Akstensia*. 12(2): 74-78.

- Boy, R., D.I. Dewa, E.T.S. Putra, B. Kurniasih. 2022. Tanggapan fisiologis dan hasil empat kultivar padi gogo lokal Sulawesi Tengah terhadap cekaman kekeringan. J. Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia. 24(2): 132-144. Doi: <https://doi.org/10.31186/jipi.24.2.132-144>
- Cambaba, S., P.D. Kasi. 2022. Karakteristik stomata daun pucuk merah (*Syzygium oleana*) berdasarkan waktu pengambilan sampel yang berbeda. Cokroaminoto J. Biological Science. 4(1): 19-25.
- Haghghi, T.M., M.J. Saharkhz, G. Kavoosi, A. Jowkar. 2022. Monitoring amino acid profile and protein quality of licorice (*Glycyrrhiza glabra L.*) under drought stress, silicon nutrition and mycorrhiza inoculation. Scientia Horticulturae. 295: 110808. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110808>
- Hariono, T., M. Nasirudin, I. Fitriani, A. Latif. 2021. Sosialisasi dan pelatihan penggunaan pupuk agens hayati mikoriza. Jumat Pertanian: J. Pengabdian Masyarakat. 2(2): 55-58.
- Imaningsih,W. 2018. Studi banding sifat ketahanan struktural terhadap kekeringan antara varietas padi sawah dan padi gogo berdasarkan struktur anatomi daun. Bioscientiae. 3(1): 14-19.
- Isnaini, P.E., Pangihutan, H. Yetti. 2017. Pengaruh pemberian ampas teh dan pupuk NPK terhadap pertumbuhan bibit tanaman kopi arabika (*Coffea arabica L.*). J Jom Faperta. 4 (2) : 1 -11.
- Johnson, N.C., G.W.T. Wilson, J.A. Wilson, R.M. Miller, M.A. Bowker. 2015. Mycorrhizal phenotypes and the law of the minimum. New Phytol. 205: 1473-1484. Doi: <https://doi.org/10.1111/nph.13172>
- Li, N., Y. Wang, Y., L. Zhou, D. Fu, T. Chen, X. Chen, Q. Wang, W. Zhu. 2024. The joint action of biochar and plant roots on U-stressed soil remediation: Insights from bacteriomics and metabolomics. J. of Hazardous Materials. 461:132635. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2023.132635>
- Makin, F.M.P.R., Welsiliana, W., Wiguna, G.A. 2022. Karakterisasi stomata dan trikomata daun kirinyuh (*Chromolaena odorata L.*). J. Science of Biodiversity. 3(1): 61-67. Doi: <https://doi.org/10.32938/jsb/vol3i1pp61-67>
- Misrofah, S., N. Setiari, Y. Nurchayati, S.W.A. Suedy. 2022. Pertumbuhan anggrek *Cymbidium ensifolium* (L.) Sw. dengan pemberian pupuk hayati mikoriza. J. Hort. Indonesia. 13(1): 35-42. Doi: <https://doi.org/10.29244/jhi.13.1.35-42>
- Nitsae, M., H.R.L. Solle. 2023. Pelatihan pembuatan biochar dan aplikasinya di Desa Oel'ekam Kecamatan Mollo Tengah Kabupaten Timor Tengah Selatan Nusa Tenggara Timur. Berbakti: J. Pengabdian Kepada Masyarakat. 1(1): 36-41. Doi: <https://doi.org/10.30822/berbakti.v1i1.2218>
- Nugraha, A. A., K. Diharjo, W.W. Raharjo. 2020. Pengaruh kandungan serat dan perlakuan alkali terhadap sifat tarik, bending dan impak bahan komposit serat aren-polister. J. Teknik Mesin Indonesia. 15(2): 34-38. Doi: <https://doi.org/10.36289/jtmi.v15i2.165>
- Nugroho, M.H., S. Suryanti, A. Umami. 2022. Respon pertumbuhan bibit kelapa sawit main nursery pada kondisi cekaman kekeringan dengan pemberian plant growth promoting rhizobacteria dan mikoriza vesikula arbuskula. Vegetalika. 11(3): 186-195. Doi: <https://doi.org/10.22146/veg.64783>
- Pakpahan, T.E., T. Hidayatullah, E. Mardiana. 2020. Aplikasi biochar dan pupuk kandang terhadap budidaya bawang merah di tanah inceptisol kebun percobaan Politeknik Pembangunan Pertanian Medan. Agrica Ekstensia. 14(1): 49-53.
- Putri, I.Y. 2021. Evaluasi karakter agronomi dan laju fotosintesis empat genotipe sorgum (*Sorghum bicolor* [L.] Moench). Inovasi Pembangunan: J Kelitbangtan. 9(1): 1-10. Doi: <https://doi.org/10.35450/jip.v9i01.221>
- Saputri, N.V.C., D.K.B. Surbakti, A.D. Tarmizi, B. Supriatno, S. Anggraeni. 2022. Desain eksperimen fotosintesis pengaruh suhu bermuatan literasi kuantitatif. J Basicedu. 6(4): 7608-7618. Doi: <https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i4.3482>
- Sari, V.I., R. Fasta. 2021. Pemberian berbagai bahan organik sebagai media tanam untuk pertumbuhan tanaman bayam (*Amaranthus tricolor L.*). Agrosintesa. J. Ilmu Budidaya Pertanian. 3(2): 38-45. Doi: <https://doi.org/10.33603/jas.v3i2.4439>
- Setiawan, A.B., W.B.R. Sri, W. Cahyo. 2015. Hubungan kemampuan transpirasi dengan dimensi tumbuh bibit tanaman acacia decurrens terkolonisasii *Glomus etunicatum* dan *Gigaspora margarita*. J. Silvikultur Tropika. 6(2): 107-113.

- Sofyan, A., A. Norgani, R. Mulyawan, R. 2022. Pengaruh perbedaan dosis pgpr akar purun tikus terhadap pertumbuhan stek batang cincau hijau. Formosa J. of Science and Technology. 1(4): 235-246. Doi: <https://doi.org/10.5592/fjst.v1i4.942>
- Xie, H., Yu, M., Cheng, X. 2018. Leaf non-structural carbohydrate allocation and C:N:P stoichiometry in response to light acclimation in seedlings of two subtropical shade-tolerant tree species. Plant Physiology and Biochemistry. 124: 146–154. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2018.01.013>
- Widiastuti, H., E. Guhardja, N. Soekarno, D.H. Goenadi, E. Guhardja, L.K. Darusman, S. Smith. 2016. Optimasi simbiosis cendawan mikoriza arbuskula *Acaulospora tuberculata* dan *Gigaspora margarita* pada bibit kelapa sawit di tanah masam. E.J. Menara Perkeb. 70(2). Doi: <https://doi.org/10.22302/iribb.jur.mp.v70i2.128>