

UJI EFEKTIVITAS FUNGI MIKORIZA ARBUSKULA LOKAL TERHADAP PERTUMBUHAN BIBIT JERUK SIOMPU PADA MEDIA LAHAN PASCA TAMBANG ASPAL

(Test The Effectiveness Of Local Arbuscular Mycorrhizal Fungi On The Growth Of Siompu Orange Seedlings In Asphalt Post-Mining Land Media)

Husna^{♥1}, Faisal Danu Tuheteru¹, Asnani², Dahlan³, Mustika Sari⁴, Wiwin Rahmawati Nurdin¹

¹Jurusan Kehutanan, Fakultas Kehutanan dan Ilmu Lingkungan, Universitas Halu Oleo Kendari , Sulawesi Tenggara 93121. Indonesia

²Jurusan Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Halu Oleo, Kendari

³Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Halu Oleo Kendari

⁴Program Studi Agronomi, Progra, Pascasarjana Universitas Halu Oleo, Kendari

. ♥Email Korespondensi: husna@uho.ac.id.

ABSTRAK

Jeruk siompu berpotensi dikembangkan di Kabupaten Buton. Input teknologi pupuk hayati sangat penting untuk mendukung pertumbuhan jeruk siompu. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji efektifitas FMA lokal yang diisolasi dari rizosfer jeruk siompu terhadap pertumbuhan bibit jeruk siompu pada media lahan pascatambang aspal. Penelitian ini didesain menggunakan rancangan acak lengkap dengan 4 (empat) perlakuan fungi mikoriza arbuskula yakni kontrol atau tanpa FMA (A), inokulum FMA asal desa Nggulanggula (B), Inokulum FMA asal desa Lapara (C) dan Inokulum FMA asal desa Kaimbulawa (D). Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan FMA signifikan meningkatkan pertumbuhan tinggi dan panjang akar bibit jeruk siompu umur 3 bulan dibanding kontrol. Inokulum FMA asal Desa Lapara dan Kaimbulawa meningkatkan berat kering tanaman. pada peubah diameter tanaman, perlakuan inokulum FMA asal Lapara dan Biwinapada berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Ketiga inokulum FMA potensial dikembangkan sebagai pupuk hayati untuk mendukung pengembangan jeruk siompu di Buton dan Sulawesi Tenggara.

Kata kunci: Buton, Glomus, Jeruk Siompu

ABSTRACT

Siompu oranges have the potential to be developed in Buton Regency. Biofertilizer technology input is very important to support the growth of siompu oranges. The aim of this research was to examine the effectiveness of local AMF isolated from the rhizosphere of Siompu orange on the growth of Siompu orange seedlings on post-mining asphalt land media. This research was designed using a completely randomized design with 4 (four) treatments of arbuscular mycorrhizal fungi, namely control or without AMF (A), AMF inoculum from Nggulanggula village (B), AMF inoculum from Lapara village (C) and AMF inoculum from Kaimbulawa village (D). The results showed that AMF treatment significantly increased the growth in height and root length of 3 month old siompu orange seedlings compared to the control. AMF inoculum from Lapara and Kaimbulawa villages increased plant dry weight. In terms of plant diameter

variables, AMF inoculum treatments from Lapara and Biwinapada were significantly different from other treatments. The three AMF inoculums have the potential to be developed as biofertilizers to support the development of siompu oranges in Buton and Southeast Sulawesi.

Keywords: Buton, Glomus, Siompu citrus

PENDAHULUAN

Jeruk keprok Siompu merupakan salah satu jenis andalan hortikultura di Sulawesi Tenggara (Husna et al. 2022). Jeruk siompu tersebar alami di Pulau Siompu Kabupaten Buton Selatan dan telah dikembangkan di luar pulau Siompu termasuk di Kabupaten Buton. Jeruk keprok Siompu menjadi varietas jeruk endemik buah tropis di Pulau Siompu dan telah dinobatkan sebagai jeruk termanis dibanding dengan jenis-jenis jeruk yang ada di Nusantara tahun 2016 serta beberapa kali buah jeruk siompu dihidangkan pada acara resmi kenegaraan di Istana kepresidenan. Karena keunggulan tersebut, jeruk siompu telah dimasukkan sebagai jeruk unggulan nasional melalui Surat Keputusan Menteri Pertanian nomor 742/Kpts/TP.240/7/97. Jenis ini perlu dikembangkan sebagai jenis andalan lokal.

Jeruk siompu dapat dikembangkan baik di wilayah alaminya di Siompu atau juga di wilayah pengembangan di luar Siompu. Salah satu daerah potensial pengembangan jeruk siompu adalah kabupaten Buton. Kabupaten Buton memiliki kondisi lahan dengan karakteristik permukaan yang bergunung, bergelombang, dan berbukit-bukit (BPS 2023). Kondisi ini diduga sesuai untuk lahan pengembangan jeruk siompu di Buton. Selain itu, kabupaten Buton juga dikenal sebagai sentra produksi aspal di Indonesia. Kegiatan penambangan aspal umumnya meninggalkan lahan pascatambang aspal (Tuheteru et al. 2022). Umumnya lahan pascatambang memiliki lahan yang tidak subur serta struktur tanah yang rusak. Oleh karena itu perlu input manipulasi lingkungan melalui aplikasi pupuk hayati mikoriza.

Mikoriza adalah istilah umum yang menjelaskan hubungan saling menguntungkan antara fungi tanah bermanfaat dengan perakaran tanaman (Smith and Read, 2008). Salah satu kelompok fungi pembentuk mikoriza adalah fungi mikoriza arbuskula (FMA). FMA dilaporkan bersimbiosis dengan 97% famili tumbuhan darat (Smith and Read, 2008) dan berperan meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman pada kondisi lahan bekas tambang, diantaranya pada media tanah lahan pascatambang batubara (Husna et al. 2019), nikel (Husna et al. 2017) dan emas (Tuheteru et al. 2017; Husna et al. 2021).

Salah satu jenis tanaman penghasil buah yang bersimbiosis dengan FMA adalah jeruk. Studi keragaman FMA pada rizosfer jeruk termasuk jeruk siompu telah dilaporkan oleh berbagai peneliti (Ortas 2012; Husna et al. 2022). Review Ortas (2012), bahwa FMA meningkatkan pertumbuhan jeruk melalui mekanisme penyerapan unsur hara dan air, meningkatkan ketahanan tanaman jeruk terhadap cekaman biotik dan abiotik (kekeringan, salinitas dan perbedaan temperatur). Meski demikian, efektivitas jenis FMA sangat ditentukan banyak faktor diantaranya jenis atau sumber inokulum FMA, kondisi lingkungan serta varietas tanaman. FMA dari rizosfer jeruk siompu telah diisolasi, diperbanyak dan dikoleksi. FMA lokal tersebut perlu diujikan untuk mengetahui jenis atau inokulum FMA yang efektif meningkatkan pertumbuhan semai/bibit jeruk siompu pada skala persemaian

BAHAN DAN METODE

Persiapan Media

Media semai dalam polibag adalah campuran tanah pascatambang aspal, arang sekam dan pasir (1:1:1; v/v/v). media tanah lahan pascatambang aspal berasal dari timbunan overburden PT.

Wika Bitumen Buton, Buton, Sulawesi Tenggara. Campuran media disterilisasi selama 6 jam dengan metode uap. Sifat kimia media dianalisis pada Laboraturum Tanah, Fakultas Pertanian Universitas Halu Oleo. Hasil analisis menunjukkan bahwa pH (H₂O) 5,26, C organic 6,07%, N total 0,40%, P₂O₅ tersedia 28,72 ppm dan K₂O 30,39 ppm.

Penyiapan dan perkecambahan benih Jeruk

Buah jeruk siompu dikoleksi dari pohon induk di Pulau Siompu, Buton Selatan, Sulawesi Tenggara. Benih jeruk siompu dikecambahkan pada kecambah plastic dengan media pasir dan arang sekam steril (1:1) dan diberi perlakuan awal berupa perendaman dengan air hangat (60°C). Benih dikecambahkan di Plastik Asosiasi Mikoriza Indonesia (AMI) Cabang Sulawesi Tenggara, Kendari. Jarak antar benih 1 x 1 cm.. Benih mulai berkecambah setelah 6-7 hari setelah penaburan.

Persiapan dan Inokulasi FMA.

Inokulum FMA yang digunakan inokulum FMA yang diisolasi dari rizosfer jeruk siompu dari tiga lokasi yang berbeda yakni Desa Lapara, Desa Kaimbulawa dan Desa Biwinapada (Husna et al. 2022). FMA diperbanyak pada media zeolit dan inang *Pueraria javanica* di Rumah Plastik Asosiasi Mikoriza Indonesia (AMI) Cabang Sulawesi Tenggara, Kendari selama 4 bulan. Sebelum inokulasi FMA (10 g), Polybag (15 x 20 cm) diisi media campuran tanah pascatambang aspal, arang sekam dan pasir. Semai dipelihara dan disiram setiap hari dan diamati selama 3 bulan.

Rancangan penelitian

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan perlakuan fungsi mikoriza arbuskula yang terdiri atas kontrol atau tanpa FMA (A), inokulum FMA asal desa Nggulanggula (B), Inokulum FMA asal desa Lapara (C) dan Inokulum FMA asal desa Kaimbulawa (D). Masing-masing perlakuan diulang 3 kali dan tiap ulangan terdiri atas 3 unit, sehingga jumlah unit amatan 36 unit.

Parameter pengamatan

Tinggi dan diameter diukur pada posisi 1 cm dari permukaan media. Jumlah daun dihitung berdasarkan pertambahan daun dan luas daun diukur panjang dan lebar daun. Pucuk dan akar dipanen terpisah dan di oven kering 70°C selama 48 jam, ditimbang. Panjang akar (cm), Panjang akar dihitung berdasarkan metode perpotongan garis grid dengan rumus $R = \lambda \times N$, λ (0,786). Indeks Mutu Bibit (IMB) = [Bobot kering pucuk + bobot kering akar] / [(tinggi/diameter)+(bobot kering pucuk/bobot kering akar)]. Bibit bermutu apabila nilai IMB \geq 0,09 (Duryea dan Dougherty 1991). Nisbah pucuk akar (NPA), perbandingan berat kering bagian pucuk dengan berat kering bagian akar Kolonisasi FMA, Akar jeruk dicuci pada air mengalir. Akar dibersihkan dalam KOH 10 % selama 24 jam, pengasaman dengan HCl 2% selama 30 menit dan diwarnai dengan tripan blue. Kolonisasi FMA dihitung dengan formulasi = $[\Sigma \text{bidang bermikoriza} / \Sigma \text{total bidang pandang yang diamati}] \times 100\%$ (Brundrett *et al.* 1996). MIE = [berat kering tanaman bermikoriza-berat kering tanaman non mikoriza/berat kering tanaman bermikoriza] x 100% (Habte & Manjunath, 1991).

Analisis data

Hasil pengamatan pada setiap satuan amatan akan dianalisis terlebih dahulu dengan sidik ragam (uji F). Apabila hasil uji menunjukkan pengaruh nyata maka akan dilakukan uji beda perlakuan menurut DMRT pada taraf kepercayaan 95%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pertumbuhan Tanaman

Inokulasi FMA lokal meningkatkan tinggi, dan diameter batang jeruk siompu umur 3 bulan setelah penyapihan (Tabel 1). Pada peubah tinggi dan panjang akar, inokulasi ketiga inoculum FMA berbeda nyata dengan kontrol. Pada peubah diameter, inoculum FMA asal desa Lapara tidak berbeda nyata dengan inoculum FMA asal biwinapada. Tidak ada pengaruh berbeda antara bibit yang tidak dan diinokulasi FMA pada peubah jumlah daun.

Tabel 1. Pertumbuhan tinggi dan diameter serta jumlah daun bibit jeruk siompu tanpa inokulasi dan inokulasi FMA

Perlakuan Inokulum FMA	Tinggi (cm)	Diameter (mm)	Jumlah Daun (helai)	Panjang akar (cm)
Kontrol	6,90±0,96b	1,31±0,002b	8,33±0,88	86,20±2,58b
FMA asal desa Nggulanggula	11,90±0,35a	1,65±0,08a	10,00±0,58	143,58±6,13a
FMA asal desa Lapara	12,46±0,80a	1,36±0,05b	9,66±0,33	138,86±5,94a
FMA asal desa Kaimbulawa	11,10±1,33a	1,61±0,10a	8,33±0,33	124,19±15,11a
KK	8,43	5,76	10,85	10,89

Nilai rata-rata yang diikuti dengan huruf yang tidak sama pada kolom yang sama berbeda nyata pada taraf uji DMRT ($P < 0.05$). *rata-rata±SE.



Gambar 1. Performa bibit jeruk siompu umur 3 bulan. Keterangan : A=kontrol, B= FMA asal desa Nggulanggula, C= FMA asal desa Lapara dan D= FMA asal desa Kaimbulawa

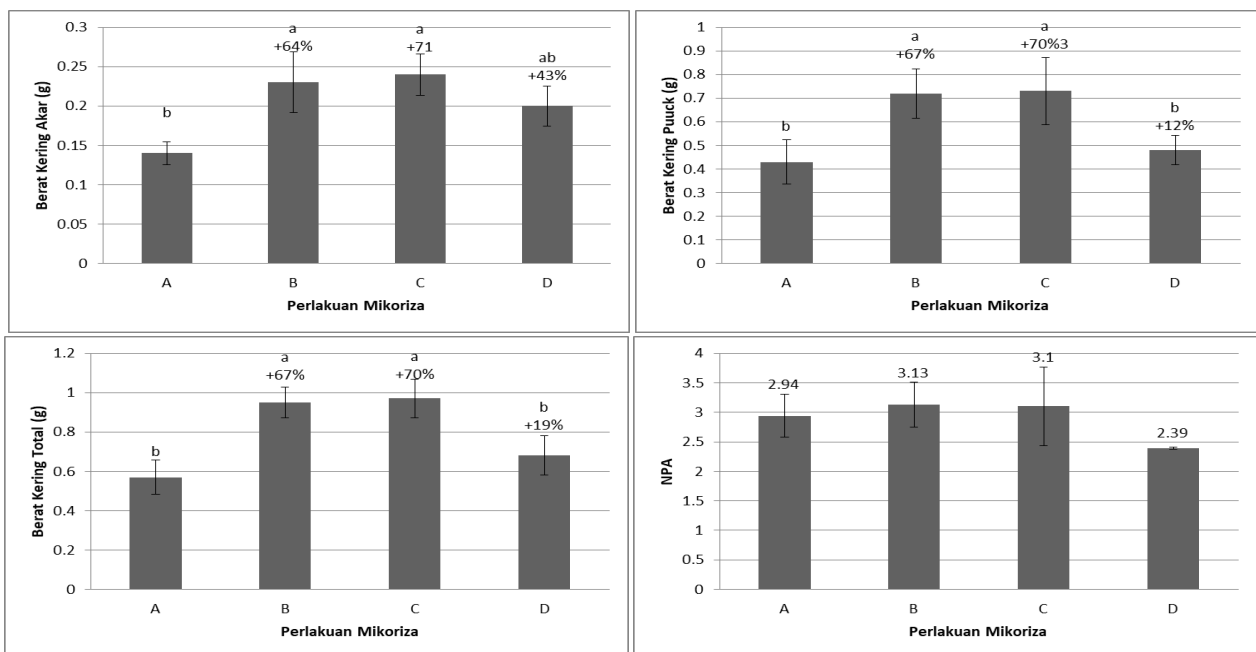
Berat Kering Tanaman

Inokulasi inoculum FMA asal desa Nggulanggula dan Lapara signifikan meningkatkan berat kering akar, pucuk dan total tanaman jeruk siompu umur 3 bulan dibanding kontrol dengan peningkatan 64 dan 71% (Gambar 1). Pada peubah berat kering akar, pucuk dan total tanaman, perlakuan inoculum FMA asal desa Kaimbulawa tidak berbeda nyata dengan kontrol. Tidak ada

perbedaan pengaruh antara bibit yang tidak diinokulasi dan diinokulasi FMA terhadap peubah NPA (Gambar 1).

Kolonisasi FMA, Mycorrhizal Inoculation Effect (MIE) dan Indeks Mutu Bibit (IMB)

Akar jeruk siompu umur 3 bulan setelah penyapihan pada kondisi rumah plastik lebih tinggi dikolonisasi oleh perlakuan mikoriza dibanding perlakuan kontrol (Tabel 2). *G. claroideum* berbeda nyata dengan perlakuan kontrol. Nilai MIE berkisar 16-41% (Tabel 2). perlakuan inoculum FMA asal desa Nggulanggula tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya kecuali dengan inoculum FMA asal desa Kaimbulawa (Tabel 2)



Gambar 1. Rataan dan standar error berat kering tanaman dan NPA bibit jeruk siompu umur 3 bulan

Tabel 2. Kolonisasi FMA dan MIE tanaman jeruk siompu umur 3 Bulan

Perlakuan Inokulum FMA	Kolonisasi FMA (%)	MIE (%)	IMB
Kontrol	15±2,89b		0,32±0,04 ab
FMA asal desa Nggulanggula	35±5,20a	40	0,41±0,04 a
FMA asal desa Lapara	35,7±0,67a	41	0,32±0,07 ab
FMA asal desa Kaimbulawa	41±4,93a	16	0,23±0,01 b

KK

Nilai rata-rata yang diikuti dengan huruf yang tidak sama pada kolom yang sama berbeda nyata pada taraf uji DMRT ($P < 0.05$). *rata-rata \pm SE.

Pembahasan

Kolonisasi FMA terbukti meningkatkan pertumbuhan dan berat kering tanaman jarak siompu umur 3 bulan. Pertumbuhan yang baik pada bibit jeruk siompu bermikoriza sangat dikaitkan dengan perbaikan status air (Auge 2004) dan hara tanaman (Wulandari et al. 2016; Husna et al. 2019) serta mengurangi efek toksisitas logam berat (Husna et al. 2016; Miransari 2017) serta perbaikan sifat tanah (Abbott and Johnson 2017) oleh fungi mikoriza. Review Ortas (2012), bahwa FMA meningkatkan pertumbuhan jeruk melalui mekanisme penyerapan unsur hara dan air, meningkatkan ketahanan tanaman jeruk terhadap cekaman biotik dan abiotik (kekeringan, salinitas dan perbedaan temperatur). Menurut Lambers et al., (2008) semakin baik pertumbuhan tanaman maka akan semakin besar berat kering tanaman serta kaitannya dengan ketersediaan hara dalam memacu pertumbuhan tanaman tersebut. Semakin baik proses metabolisme maka akan mempengaruhi berat kering tanaman.

Pada penelitian ini, Inokulum FMA asal desa Nggulanggula dan Lapara signifikan meningkatkan pertumbuhan tanaman dibanding Inokulum FMA asal desa Kaimbulawa. Kondisi ini diduga inokulum pada kedua desa tersebut memiliki potensi inokulum yang efektif. Respon tanaman terhadap kolonisasi FMA pada kondisi lahan bekas tambang sangat tergantung jenis tanaman, inokulum FMA, kondisi biotik dan abiotik, konsentrasi logam. Efektivitas inokulum FMA dapat dipengaruhi oleh jenis FMA (Liu et al. 2019). Orłowska et al. (2005), bahwa pengaruh strain fungi terhadap perkembangan tanaman di media tambang bervariasi menurut ecotype.

Bibit jeruk siompu diinokulasi FMA menunjukkan kolonisasi FMA yang dibuktikan dengan ditemukannya struktur FMA berupa hifa internal, hifa eksternal dan vesikula. Vesikula merupakan struktur berbentuk dinding tipis yang terbentuk dari pembengkakan pada ujung hifa yang berperan sebagai organ penyimpanan cadangan makanan seperti lipid dan dalam waktu tertentu berperan sebagai spora yang merupakan alat pertahanan kehidupan FMA (Souza 2015). Struktur hifa yang panjang dan halus memungkinkan perakaran tanaman untuk menjelajah sampai ke dalam tanah untuk mendapatkan air dan unsur hara (Smith and Read, 2008). Adanya struktur FMA pada perlakuan kontrol diduga terkolonisasi oleh FMA alami melalui angin atau air penyiraman dan media tanah yang terkolonisasi FMA.

Nisbah pucuk akar (NPA) dan indeks mutu bibit (IMB) merupakan beberapa faktor yang menjadi variabel pengukuran bibit yang berkualitas baik. Secara umum, bibit jeruk siompu yang berumur tiga bulan memiliki NPA berkisar 2,39-3,13. NPA menggambarkan kelimpahan relatif sumberdaya di atas permukaan tanah terhadap sumberdaya perakaran (Husna, 2015). Pertumbuhan dan kemampuan hidup semai yang terbaik pada umumnya terjadi pada NPA antara 1 dan 3 (Duryea dan Brown, 1984). Berdasarkan kriteria tersebut maka bibit jeruk siompu telah menunjukkan pertumbuhan dan kemampuan hidup yang baik. Sehingga tanaman jeruk siompu yang diinokulasi FMA local ditanam di lapangan akan memiliki daya adaptasi yang lebih tinggi. IMB merupakan salah satu variabel terpenting yang akan menentukan kualitas dan kelayakan bibit untuk dipindahkan ke lapangan. Hal ini sejalan dengan Duryea and Dougherty (1991) yang menyatakan bahwa standar IMB yakni $\geq 0,09$. Nilai IMB yang telah memenuhi kriteria standart menunjukkan bahwa bibit jeruk siompu umur tiga bulan siap ditanam di lapangan.

Pada penelitian ini, nilai MIE berkisar 16-41%. nilai ini masuk kategori sedang menurut Habte and Manjunath (1991). Fakta ini menunjukkan bahwa bibit jeruk siompu memiliki respon yang cukup baik terhadap inokulasi FMA. Respon tanaman terhadap simbiosis FMA bergantung pada interaksi tiga faktor diantaranya antara tanah, fungi dan tanaman inang. Muleta (2010) menyebutkan bahwa derajat ketergantungan jenis tanaman terhadap FMA bervariasi antar tanaman (khususnya morfologi akar) dan pada kondisi tanah dan iklim Variasi dalam suatu

kultivar jeruk dalam beberapa kasus cukup besar untuk menyebabkan perubahan terhadap ketergantungannya terhadap mikoriza (Menge et al. 1978). Graham and Syvertsen (1985) melaporkan bahwa tanaman jeruk dengan MIE lebih rendah umumnya memiliki konduktivitas hidrolik akar yang lebih besar, dan tingkat transpirasi dan asimilasi CO₂ yang lebih besar.

Kesimpulan, inokulum FMA asal desa Nggulanggula dan Lapara signifikan meningkatkan pertumbuhan dan berat kering tanaman jeruk siompu. kedua inokulum FMA ini potensial dikembangkan sebagai pupuk hayati untuk mendukung pengembangan jeruk siompu di Buton dan Sulawesi Tenggara

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pj Bupati Buton dan Kepala Badan Penelitian dan Pengembangan Daerah Buton atas dukungan dana riset. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada KTT PT. Wika Bitumen Buton atas kesediaan menyiapkan media tanah lahan pascatambang aspal.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbott LK, NC Johnson. 2017. Introduction : Perspectives on mycorrhizas and soil fertility. In : Johnson NC, C. Gehring, J Jansa (Eds.) Mycorrhizal mediation of soil fertility, structure, and carbon storage. Academic Press, New York
- Augé R.M. 2004. Arbuscular mycorrhizae and soil/plant water relations. *Can. J. Soil Sci.* 84: 373-381
- Brundrett M, Bougher N, Deu B, Grove T, Majalaczu. 1996. Working With Mycorrhizas in Forestry and Agriculture. Australian Centre for International Agriculture Research. Canberra-Australia
- Graham JH and J.P Syvertsen. 1985. Host determinants of mycorrhizal dependency of citrus rootstock seedlings. *New Phytol.* 101, 667-676
- Habte M, Manjunath A. 1991. Categories of vesicular-arbuscular mycorrhizal dependency of host species. *Mycorrhiza* 1:3-12
- Husna , I Mansur, Sri Wilarso Budi R., FD Tuheteru, A Arif, EJ Tuheteru and Albasri. 2019. Effects of Arbuscular Mycorrhizal Fungi and Organic Material on Growth and Nutrient Uptake by *Pericopsis mooniana* in Coal Mine. *Asian Journal of Plant Sciences*, 18(3): 101-109
- Husna, SW Budi R, Mansur I, C. Kusmana. 2016. Growth and nutrient status of Kayu Kuku (*Pericopsis mooniana* Thw.) with micorrhiza in soil media of nickel post mining. *Pakistan Journal of Biological Science* 19 : 158-170
- Husna, Hadini H, Munif A, Mansur I, Herliyana EN, Tuheteru FD, Basrudin, Dahlan - Umar M, Arif A, Albasri, WO Yusria, Mundu A, Asniah, La Baali, LO Kasno Arif- Samida E. 2022. Jeruk Keprok Siompu. IPB Press. Bogor
- Lambers H, Chapin III FS, Pons TL. 2008. Plant physiology ecology. Second edition. Springer, New York.
- Liu, CY., Zou, YN., Zhang, DJ., Shu, B., Wu, QS. 2019. Mycorrhizae and Tolerance of Abiotic Stress in Citrus Plants. In: Giri, B., Prasad, R., Wu, QS., Varma, A. (eds) *Biofertilizers for Sustainable Agriculture and Environment* . Soil Biology, vol 55. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-18933-4_21

- Menge JA, ELV Johnson and RG Patti. 1978. Mycorrhizal dependency of several citrus cultivars under three nutrient regimes. *New Phytol.* 81,553-559
- Miransari M. 2017. Arbuscular mycorrhizal Fungi and Heavy Metal Tolerance in Plants. In : Wu QS (ed.) *Arbuscular mycorrhizas and stress tolerance of Plants*. Singapore. Springer
- Muleta D. 2010. Legume response to arbuscular Mycorrhizal fungi inoculation in Sustainable Agriculture. In: *Microbes for Legume Improvement*. MS Khan (Ed.), 293-323. Springer, New York
- Ortas I. 2012. Mycorrhiza in Citrus: Growth and Nutrition. A.K. Srivastava (ed.), *Advances in Citrus Nutrition*. Springer. DOI 10.1007/978-94-007-4171-3_23
- Smith S.E dan D.J Read. 2008. *Mycorrhizal Symbiosis*. Third ed. New York (US): Academic Press.
- Souza T. 2015. *Handbook of Arbuscular Mycorrhizal Fungi*. Springer
- Surat Keputusan Menteri Pertanian nomor 742/Kpts/TP.240/7/97