



## Single spore culture of Arbsucular Mycorrhizal Fungi from the Rhizosphere of Siompu Citrus (*Citrus nobilis* Lour.)

### Kultur Spora Tunggal Fungi Mikoriza Arbuskula (Fma) Dari Rhizosfer Jeruk Siompu (*Citrus Nobilis* Lour)

Husna<sup>1)</sup>, Rahmawati, H<sup>1)</sup>, Faisal Danu Tuheteru<sup>1)</sup>, Asrianti Arif<sup>1)</sup>, Wiwin Rahmawati Nurdin<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Department of Forestry, Faculty of Forestry and Environmental Science, Universitas Halu Oleo, Sulawesi Tenggara, Indonesia

Email: <sup>1)</sup>[faisal.danu.tuheteru\\_fhut@uho.ac.id](mailto:faisal.danu.tuheteru_fhut@uho.ac.id)

#### How to Cite :

Husna,H., Rahmawati, H., F. D. Tuheteru, A. Arif., W.R. Nurdin. (2024). Single spore culture of Arbsucular Mycorrhizal Fungi from the Rhizosphere of Siompu Citrus (*Citrus nobilis* Lour.). *SINTA Journal (Science, Technology, and Agricultural)*, 5 (1), 47-54.  
DOI: <https://doi.org/10.37638/sinta.5.1.47-54>

#### ARTICLE HISTORY

Received [11 May 2024

Revised [23May 2024

Accepted [11 June 2024]

#### KEYWORDS

*Glomus* sp. Single spore cultures, Siompu

This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license



#### ABSTRAK

Cendawan mikoriza arbuskular (AMF) merupakan jenis mikoriza yang paling umum dan merupakan hasil simbiosis obligat antara cendawan dengan akar yang membentuk simbiosis mutualisme pada beberapa jenis tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peningkatan produksi spora AMF dari rizosfer jeruk Siompu dengan menggunakan kultur tunggal di lokasi Nggula-nggula. Penelitian ini dilaksanakan di Rumah Plastik Asosiasi Mikoriza Indonesia (AMI) Cabang Sulawesi Tenggara, Kampus Lama UHO dan Unit Laboratorium Ilmu Kehutanan dan Lingkungan UHO yang berlangsung selama 3 bulan dari bulan Mei - Juli 2023. Penelitian ini dirancang dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap yang terdiri dari 12 perlakuan, masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali dan setiap ulangan digunakan 5 tanaman sehingga total tanaman sebanyak 180 tanaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa produksi spora AMF tidak dipengaruhi oleh jenis perlakuan AMF. Jenis spora yang dihasilkan dalam satu kultur spora berkisar antara 13-127 spora pada umur 3 bulan.

#### ABSTRACT

Arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) are the most common type of mycorrhiza and are the result of an obligate symbiont between fungi and roots that form a mutualistic symbiosis in several plants. This research aims to determine the increase in AMF spore production from the rhizosphere of Siompu oranges using single culture at the Nggula-nggula location. This research was conducted at the Plastic House of the Indonesian Mycorrhizal Association (AMI) Southeast Sulawesi Branch, UHO Old Campus and the UHO Forestry and Environmental Science Laboratory Unit which lasted for 3 months from May – July 2023. This research was designed using a Completely Randomized Design consisting of 12 treatments, each treatment was repeated 3 times and 5 plants were used for each repetition so that the total plants

---

*were 180 plants. The results showed that AMF spore production was not influenced by the type of AMF treatment. The types of spores produced in a single spore culture range from 13-127 spores at 3 months of age.*

---

## PENDAHULUAN

Fungi mikoriza arbuskula (FMA) adalah jenis mikoriza yang paling umum serta merupakan hasil simbiosis obligat antara fungi dan akar yang membentuk simbiosis mutualisme pada beberapa tanaman (Smith dan Read, 2008). Diketahui sekitar 80% spesies tanaman berasosiasi dengan FMA yang di temukan dalam berbagai kondisi lingkungan berbeda (Husna et al., 2017). FMA yang bersimbiosis dengan perakaran tanaman akan membantu tanaman dalam proses penyerapan unsur hara yang lebih luas dan lebih efisien (Prayudyaningsih dan Sari, 2016). Selain itu FMA juga membantu peningkatan pertumbuhan dan produktivitas serta kualitas tanaman (Sianturi et al., 2015). Kemampuan FMA untuk bersimbiosis dengan tanaman sangat dipengaruhi oleh berbagai kondisi tanah, jenis tanah, dan jenis tanaman (Muhammad dan Setyaningrum, 2017).

Salah satu cara produksi FMA dapat dilakukan dengan cara perbanyakan (Santana, 2014). Perbanyakan dapat dilakukan dengan kultur pot (Husna et al., 2004; Nusantara et al., 2012) dan kultur tunggal menggunakan cawan petri (Tuheteru, 2003; Nusantara et al., 2012). Teknik perbanyakan secara kultur tunggal (spora tunggal) merupakan teknik perbanyakan FMA menggunakan jenis spora FMA tertentu yang diletakkan pada perakaran tanaman inang dalam keadaan steril. Salah satu jenis tanaman inang yang sering digunakan dalam perbanyakan spora tunggal adalah *Pueraria javanica* hal ini disebabkan karena *Pueraria javanica* memiliki sistem perakaran yang luas yang bisa meningkatkan daya infeksi FMA (Nusantra, 2011). Prosedur isolasi spora tunggal memiliki resiko kontaminasi oleh mikroorganisme lain (Wang et al., 2019). Sehingga dibutuhkan kondisi yang benar-benar steril untuk melakukan kegiatan ini.

Beberapa penelitian tentang produksi spora tunggal sudah pernah dilaporkan, namun penelitian tentang produksi spora tunggal asal rhizosfer jeruk siam (*Citrus nobilis* Lour) belum pernah dilakukan sehingga hal tersebut yang menjadi dasar penelitian ini penting untuk dilakukan sebagai salah satu usaha peningkatan produksi dan perluasan pemanfaatan FMA.

## METODE PENELITIAN

### Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di Rumah Plastik Asosiasi Mikoriza Indonesia (AMI) Cabang Sulawesi Tenggara dan Laboratorium Jurusan Kehutanan, Fakultas Kehutanan dan Ilmu Lingkungan (FHIL), Universitas Halu Oleo (UHO) yang berlangsung selama 3 bulan dari bulan Mei sampai dengan Juli 2023.

### Rancangan Penelitian

Penelitian ini didesain dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 12 perlakuan. Setiap perlakuan diulang 3 kali dan tiap ulangan digunakan 5 tanaman sehingga total tanaman adalah 180 tanaman.

### Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian dilakukan dengan tahapan sebagai berikut :

1. Persiapan media kultur

- a. Cawan petri yang akan digunakan sebagai tempat penanaman kultur terlebih dahulu dilubangi pada bagian tepinya yang berfungsi sebagai tempat munculnya tanaman.
- b. Cawan petri diisi dengan zeolit sampai penuh dan cukup padat sebelumnya zeolit terlebih dahulu disterilkan dengan autoclave untuk mencegah terbawahnya patogen atau nematoda yang dapat merusak kultur
- c. Zeolit direndam dalam larutan nutrisi AB mix dengan dosis 2,5 ml/liter air selama 24 jam.

### 2. Perkecambahan Benih Pueraria javanica

- a. Benih-benih P. javanica yang akan digunakan sebagai tanaman inang terlebih dahulu direndam dalam larutan bayclin selama 5 menit sebagai upaya sterilisasi permukaan.
- b. Kemudian direndam dalam air hangat selama  $\pm$  24 jam untuk memecahkan dormansi yang mungkin terjadi.
- c. Benih-benih tersebut disemaikan dalam bak kecambah  $\pm$  7 hari. Setelah itu dapat langsung dilakukan penanaman.

### 3. Pembuatan Kultur

- a. Kecambah P. javanica yang telah memiliki 3 helai daun (7 hari setelah semai) diletakkan di atas kertas putih atau tissue.
- b. Spora-spora hasil perbanyakan dari trapping dikumpulkan dalam gelas arloji diambil dengan pinset spora dan diletakkan pada akar bibit P. javanica. Setiap bibit hanya diinokulasi dengan satu spora.
- c. Kecambah P. javanica yang telah diinokulasi kemudian dipindahkan dengan hati-hati pada media kultur dengan posisi bagian batang bibit diletakkan pada bagian tepi cawan petri yang telah dilubangi.
- d. Selanjutnya cawan petri ditutup dengan penutupnya dan diberi perekat (selotip) pada empat titik untuk mencegah agar kultur tidak tumpah. Kemudian setiap kultur cawan petri diberi label yang memuat data tentang tanggal pembuatan kultur, nomor petak asal kultur (menunjukkan titik lokasi di lapangan), jenis spora yang diinokulasi atau dikulturkan dan pembuat kultur.
- e. Selanjutnya kultur cawan petri dibungkus dengan aluminium foil untuk mengurangi pengaruh langsung cahaya terhadap media kultur. Kultur cawan petri kemudian diletakkan dalam bak plastik yang sudah dibungkus dengan plastik berwarna hitam yang berfungsi sebagai tempat air dan larutan hara bagi kultur. Pemberian air melalui bak plastik dilakukan sesuai dengan kebutuhan tanaman.
- f. Kultur akan dipelihara selama 14 minggu kemudian akan diamati pada bulan ketiga dan setelah pengeringan melakukan analisis data yang telah di kumpulkan

### Data penelitian

1. Jumlah spora, teknik isolasi spora FMA menggunakan teknik tuang-saring basah dari Pacioni (1992) dan dilanjutkan dengan teknik sentrifugasi dari Brundrett et al. (1996).
2. Kolonisasi FMA, Sampel akar dibersihkan dan diawetkan dalam larutan alcohol 70%. dan selanjutnya direndam pada larutan tripan blue. Kolonisasi dihitung menggunakan rumus :  $[\sum \text{bid pandang bermikoriza} / \sum \text{total bidang pandang yang diamati}] \times 100\%$  (Brundrett et al. 1996).
3. Berat kering tanaman, bagian tanaman dipanen dan selanjutnya dioven pada suhu 70 °C selama 2x24 jam hingga mencapai berat konstan lalu ditimbang.

### Analisis data

Data hasil pengamatan dianalisis dengan menggunakan ragam (uji F). Apabila hasil uji menunjukkan pengaruh nyata maka akan dilakukan uji beda perlakuan menurut Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada tingkat kepercayaan 95%. Data dianalisis menggunakan software SAS portable 9.1.3.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Rekapitulasi hasil analisis sidik ragam (uji F) produksi spora tunggal FMA asal rizosfer jeruk siompu pada lokasi Nggula-nggula disajikan pada Tabel 1. Tabel 1 menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh sangat nyata terhadap kolonisasi akar, berat kering pucuk, berat kering akar, berat kering nodul dan berat kering total, serta berpengaruh tidak nyata terhadap jumlah spora umur 3 bulan dan jumlah spora setelah pengeringan.

Tabel 1. Hasil analisis produksi spora tunggal fungi mikoriza arbuskula (FMA) asal rizosfer jeruk siompu (*Citrus nobilis* Lour) pada lokasi Nggula-nggula.

| Variabel pengamatan              | Pengaruh perlakuan | Pr>F   |
|----------------------------------|--------------------|--------|
| jumlah spora umur 3 bulan        | tn                 | 0.0746 |
| jumlah spora setelah pengeringan | tn                 | 0.1260 |
| kolonisasi akar                  | **                 | 0.0012 |
| berat kering pucuk               | **                 | 0.0085 |
| berat kering akar                | **                 | 0.0038 |
| berat kering nodul               | **                 | 0.0027 |
| berat kering total               | **                 | 0.0022 |

Keterangan : tn = Berpengaruh tidak nyata ( $P \geq 0,05$ ), \* = Berpengaruh nyata ( $P \leq 0,05$ ), \*\* = Berpengaruh sangat nyata ( $P \leq 0,01$ )

### Jumlah spora dan kolonisasi akar pada lokasi Nggula-nggula

Rataan spora dan kolonisasi akar fungi mikoriza arbuskula (FMA) asal rizosfer jeruk siompu (*Citrus nobilis* Lour) pada lokasi Nggula-nggula disajikan pada Tabel 2. Tabel 2 menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan perlakuan terhadap produksi spora umur 3 bulan dan setelah pengeringan, Meskipun demikian, jumlah spora umur 3 bulan tertinggi terdapat pada *Glomus* sp dari pohon 5 Nggula-nggula sebanyak 127 spora, sedangkan yang terendah terdapat pada *Glomus* sp dari pohon 4 Nggula-nggula sebanyak 13 spora. Kolonisasi yang tertinggi terdapat pada *Glomus* sp dari pohon 4 Nggula-nggula sebesar 72,5 % dan terendah terdapat pada *Glomus* sp. dari pohon 8 yaitu sebesar 18,3 %.

Tabel 2. Hasil analisis rata-rata jumlah spora dan kolonisasi akar pada lokasi Nggula-nggula

| Perlakuan | Jumlah spora |                     | Kolonisasi Akar (%) |
|-----------|--------------|---------------------|---------------------|
|           | Umur 3 bulan | Sesudah pengeringan |                     |
| AG        | 76.6         | 80.0                | 65.0 ab             |
| BG        | 65.6         | 77.0                | 49.1 abcd           |
| CG        | 84.6         | 72.6                | 34.1 cde            |
| DG        | 13.0         | 70.3                | 72.5 ab             |
| EG        | 127.3        | 77.3                | 65.8 ab             |
| FG        | 68.3         | 65.6                | 66.6 ab             |
| GG        | 49.0         | 54.3                | 74.1 a              |
| HG        | 25.6         | 48.6                | 18.3 e              |
| IG        | 20.6         | 27.3                | 55.8 abc            |
| JG        | 52.6         | 52.3                | 30.8 cde            |
| KG        | 35.0         | 41.3                | 42.5 bcde           |
| LG        | 36.3         | 47.6                | 25.0 de             |

Ket: Nilai rerata variabel dan nilai pembandingan uji jarak berganda Duncan (DMRT), huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda pada kepercayaan 95%. AG = Pohon 1, BG = Pohon 2, CG = Pohon 3, DG = Pohon 4, EG = Pohon 5, FG = Pohon 6, GG = Pohon 7, HG = Pohon 8, IG = Pohon 9, JG = Pohon 10, KG = Pohon 11, LG = Pohon 12.

### Berat kering tanaman

Uji lanjut rata-rata berat kering tanaman (pucuk, akar, total, nodul) pada lokasi Nggula-nggula disajikan pada Tabel 4. Tabel 4 menunjukkan bahwa berat kering pucuk tertinggi terdapat pada perlakuan EG yaitu sebesar 1,61 dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Berat kering akar tertinggi terdapat pada perlakuan EG yaitu sebesar 0.61 dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan AG, BG, KG dan LG. Berat kering total tertinggi terdapat pada perlakuan EG yaitu sebesar 2,28 dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan AG, BG, dan KG. Berat kering nodul tertinggi terdapat pada perlakuan BG yaitu sebesar 0.09 dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan DG, EG dan FG.

Tabel 3. Hasil analisis rata-rata berat kering tanaman pada lokasi Ngula-nggula

| Perlakuan | Berat Kering Tanaman (g) |          |        |        |
|-----------|--------------------------|----------|--------|--------|
|           | Pucuk                    | Akar     | Total  | Nodul  |
| AG        | 0.86bcd                  | 0.47ab   | 1.36ab | 0.03bc |
| BG        | 0.95b                    | 0.39abcd | 1.43ab | 0.09a  |
| CG        | 0.73bcd                  | 0.20cd   | 0.96bc | 0.02bc |
| DG        | 0.71bcd                  | 0.14cd   | 0.91bc | 0.05ab |
| EG        | 1.61a                    | 0.61a    | 2.28a  | 0.06ab |
| FG        | 0.77bcd                  | 0.22bcd  | 1.04bc | 0.05ab |
| GG        | 0.49bcd                  | 0.12cd   | 0.61bc | 0.00c  |
| HG        | 0.14cd                   | 0.11cd   | 0.25c  | 0.00c  |
| IG        | 0.11d                    | 0.60d    | 0.17c  | 0.00c  |
| JG        | 0.40bcd                  | 0.20cd   | 0.60bc | 0.00c  |
| KG        | 0.89bc                   | 0.61a    | 1.52ab | 0.02bc |
| LG        | 0.50bcd                  | 0.56ab   | 1.09bc | 0.02bc |

Ket: Nilai rerata variabel dan nilai pembandingan uji jarak berganda Duncan (DMRT), huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda pada kepercayaan 95%.

Berdasarkan hasil pengamatan, jumlah spora 3 bulan dan setelah pengeringan tidak dipengaruhi oleh perlakuan, fakta tersebut diduga karena perlakuan FMA *Glomus sp* pohon 1 sampai dengan *Glomus sp* pohon 12 itu berasal dari satu jenis FMA yang sama. Jenis FMA yang dimaksud adalah *Glomus claroideum*. Berdasarkan penelitian sebelumnya telah ditemukan jenis spora *Glomus claroideum* pada desa Nggula-nggula. (Husna *et al.*, 2022). *Glomus claroideum* merupakan jenis *glomus* yang terbentuk dari pembengkakan ujung hifa sampai mencapai batas maksimumnya. Ujung hifa yang menggelembung kemudian akan terlepas dan berubah menjadi spora. Karakteristik dari *glomus* sering terlihat jelas sisa dinding hifa pada permukaan spora. Ukuran spora *Glomus* di temukan bervariasi (Asmarahman *et al.*, 2018).

Berdasarkan hasil pengamatan, akar dari tanaman *Pueraria javanica* terkolonisasi oleh FMA yang dibuktikan dengan ditemukannya struktur FMA berupa hifa internal, hifa eksternal dan vesikula. Hifa internal berperan dalam mentransfer air dan hara dari luar ke korteks tanaman inang, Hifa eksternal berperan menyerap unsur hara dan air yang dibutuhkan tanaman (Souza, 2015), sedangkan Vesikula berperan sebagai organ penyimpanan cadangan makanan seperti lipid dan dalam waktu tertentu

berperan sebagai spora yang merupakan alat pertahanan kehidupan FMA (Muryati *et al.*, 2016). Kemampuan FMA dalam mengkoloni akar akan memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan tanaman inang. Kafid *et al.*, (2015) menjelaskan bahwa semakin tinggi kolonisasi FMA pada akar tanaman dapat diindikasikan semakin aktif spora mikoriza tersebut menginfeksi akar dan memperluas daerah serapan akar terhadap air dan unsur hara, sehingga tanaman dapat tumbuh dengan optimal.

Tingkat kolonisasi FMA pada akar menurut O' Connor *et al.*, (2001) diklasifikasikan berdasarkan kategori 0 tergolong tidak terkolonisasi, <10 kategori rendah, 10-30 kategori sedang dan > 30 kategori tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa persen kolonisasi mempunyai kategori tinggi dengan nilai 74,1. Selain faktor internal, faktor eksternal juga menjadi variabel penting dalam penelitian ini seperti suhu, kelembaban udara dan intensitas cahaya. Seperti yang telah dijelaskan Breugel *et al.*, (2011) bahwa faktor internal dan eksternal sangat mempengaruhi pertumbuhan tanaman.

Berdasarkan hasil pengamatan, berat kering tanaman berpengaruh sangat nyata terhadap berat kering pucuk, berat kering akar, berat kering nodul dan berat kering total. Guritno (1995) mengatakan bahwa berat kering tanaman mencerminkan status nutrisi, karena bahan kering tanaman tergantung dari fotosintesa dan respirasi. Tinggi rendahnya berat kering tanaman menggambarkan bahwa tingginya kemampuan tanaman dalam menyerap unsur hara yang diserap tanaman dari media tanam untuk membantu meningkatkan pertumbuhan tanaman (Karepesina, 2007). Menurut Satria *et al.*, (2015) semakin baik pertumbuhan tanaman maka akan semakin besar berat kering tanaman serta kaitannya dengan ketersediaan hara dalam memacu pertumbuhan tanaman tersebut.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan pada penelitian ini yaitu kultur spora FMA tidak dipengaruhi oleh perlakuan jenis FMA *Glomus Claroideum*. Jenis spora yang dihasilkan pada kultur spora tunggal yang tertinggi 127 spora pada *glomus sp* dari pohon 5 Nggula-Nggula, dan yang terendah 13 spora pada *Glomus sp* dari pohon 4 Nggula-Nggula. Kolonisasi yang tertinggi pada *Glomus sp* dari pohon 4 Nggula-Nggula sebesar 72,5% dan terendah pada *Glomus sp* dari pohon 8 Nggula-Nggula.

## DAFTAR PUSTAKA

- Asmarahman, C., S.W. Budi., I. Wahyudi, I dan E. Santoso. 2018. Identifikasi Mikroba Potensial Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) Pada Lahan Pascatambang PT. Holcim Indonesia Tbk. Cibinong, Bogor, Jawa Barat. Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management). 8(3): 279-285.
- Breugel M.V., J.S. Hall, D.J. Craven, T.G. Gregoire, A. Park, D H. Dent, M.H. Wishnie, E. Mariscal, J. Deago, D. Ibarra, N. Cedeno dan M.S. Ashton. 2011. Early Growth and Survival of 49 Tropical Tree Species Across Sites Differing in Soil Fertility and Rainfall in Panama. *For Ecol Manag.* 261: 1580-1589.
- Guritno. B. 1995. Pertumbuhan tanaman. UGM Press. Yogyakarta.
- Husna, Mey D, dan Yulistati, T. 2004. Pengaruh Inang dan Media Tanam Terhadap Perbanyakan Spora CMA Asal Muna dan Kendari. *Agriplus.* 14(3): 193-198.
- Husna., S.W. Budi, I. Mansur, C. Kusmana dan K. Kramadibrata. 2014. Fungi Mikoriza Arbuskula pada Rizosfer *Pericopsis mooniana* (Thw.) Thw di Sulawesi Tenggara. *Jurnal Berita Biologi.* 13(3):263-273.

- Husna. 2015. Potensi Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) lokal dalam konservasi ex-situ jenis terancam punah kayu kuku [*Pericopsis mooniana* (Thw.) Thw].
- Husna., F.D. Tuheteru dan E. Wigati. 2017. Growth Response and Dependency of Endangered Nedun Tree Species (*Pericopsis mooniana*) Affected by Indigenous Arbuscular Mycorrhizal Fungi Inoculation. *Journal Nusantara Bioscience*. 9(1):57-61.
- Kafid, M., L.Q, Ain dan B, Prasetya. 2015. Peran mikoriza arbuskula dan bakteri *Pseudomonas fluorescens* dalam meningkatkan serapan P dan pertumbuhan tanaman jagung pada andisol. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*. Vol. 2(2):191-197.
- Karepsina, S. 2007. Keanekaragaman Fungi Mikoriza Arbuskula dari Bawah Tegakan Jati Lokal (*Tectona grandis* Linn. F) dan Potensi Pemanfaatannya [tesis]. Bogor. Institut Pertanian Bogor.
- Muryati, S., I.Mansur dan S.W. Budi. 2016. Keanekaragaman fungi mikoriza arbuskula pada rhizosfer *Desmodium* spp asal Pt. Cibaliung sumberdaya Banten. *Jurnal Silvikultur Tropika*. 7(3):188-197.
- Nusantara, A.D. 2011. Pengembangan Produksi Inokulan Fungi Mikoriza Arbuskula Berbasis Bahan Alami dan Pemanfaatannya Untuk Produksi Bibit Jati (*Tectona grandis* L.F). Sekolah Pasca Sarjana Pertanian Bogor. Bogor.
- Nusantara, A.D., Y.H. Bertham dan I. Mansur. 2012. Bekerja dengan fungi mikoriza arbuskula. Seameo Biotrop. Bogor.
- O'Connor PJ, Smith SE, Smith FA. 2001. Arbuscular mycorrhizal associations in the southern southern simpson desert. 49(1): 493 – 499.
- Prayudyaningsih, R dan R. Sari. 2016. Aplikasi Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) dan Kompos Untuk Meningkatkan Pertumbuhan Semai Jati (*Tectona grandis* Linn. f.) pada Media Tanah Bekas Tambang Kapur: The Application of Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF) and Compost to Improve the growth of Teak Seedlings (*Tectona grandis* Linn. f.) on Limestone Post-mining Soil. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*. 5(1): 37-46.
- Samsi, N dan Y.S. Pata'dungan. 2017. Isolasi Dan Identifikasi Morfologi Spora Fungi Mikoriza Arbuskula pada Daerah Perakaran Beberapa Tanaman Hortikultura di Lahan Pertanian Desa Sidera. *Agrotekbis: E-Jurnal Ilmu Pertanian*. 5(2): 204-211.
- Satria, N., Wardati dan A. Khiri. 2015. Pengaruh pemberian kompos tandan kosong kelapa sawit dan pupuk NPK terhadap pertumbuhan bibit tanaman gaharu (*Aquilaria malaccensis*). Fakultas Pertanian, Universitas Riau. Pekanbaru.
- Smith SE, Read DJ. 2008. *Mycorrhizal Symbiosis*. Third ed. New York (US): Academic Press.
- Sianturi, R. P. Delvian, D dan Elfiati, D. 2015. Keanekaragaman Mikoriza arbuskula (FMA) pada beberapa tegakan di areal arboretum Universitas Sumatera Utara. *Peronema Forestry Science Journal*. 4(2): 128-138.
- Souza, T. 2015. *Handbook of Arbuscular Mycorrhizal Fungi* Springer. New York.
- Tuheteru, F.D. 2003. Aplikasi Asam Humat Terhadap Sporulasi CMA dari Bawah Tegakan Alami Sengon [*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen] Asal Maluku [skripsi]. Institut Pertanian Bogor. Bogor

Wang, J., G.G. Wang., B. Zhang., Z. Yuan., Z. Fu., Y. Yuan., L. Zhu., S. Ma and J. Zhang. 2019. Arbuscular mycorrhizal fungi associated with tree species in a planted forest of eastern china. *Mdpi*. 10: 1–14