



Diversity of Arbuscular Mycorrhizal Fungi in Duabanga Rhizosphere (*Duabanga moluccana* Blume.) in South Konawe Regency

Keragaman Fungi Mikoriza Arbuskula Pada Rhizosphere Duabanga (*Duabanga moluccana* Blume.) Di Kabupaten Konawe Selatan

Faisal Danu Tuheteru¹⁾, Husna¹⁾, Asrianti Arif¹⁾, Ayu Hidayati¹⁾, Mariana Zainun¹⁾,
Wiwin Rahmawati Nurdin¹⁾

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

Email: ¹⁾faisal.danu.tuheteru_fhut@uho.ac.id

How to Cite :

Tuheteru, F.D., Husna, H., Arif, A., Hidayati, A., Zainun, M., & Nurdin, W.R. (2024). Diversity of Arbuscular Mycorrhizal Fungi in Duabanga Rhizosphere (*Duabanga moluccana* Blume.) in South Konawe Regency. *SINTA Journal (Science, Technology, and Agricultural)*, 5 (1), 1-8. DOI: <https://doi.org/10.37638/sinta.5.1.1-8>

ARTICLE HISTORY

Received [10 May 2024

Revised [22 May 2024

Accepted [10 June 2024]

KEYWORDS

Duabanga moluccana,
Glomus, South east
Sulawesi

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



ABSTRAK

Fungi mikoriza arbuskula (FMA) termasuk dalam endomikoriza dan bersimbiosis dengan hampir 90% tanaman. Kajian keanekaragaman FMA dengan jenis pohon Duabanga (*Duabanga moluccana* Blume.) belum banyak dilaporkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keanekaragaman fungi mikoriza arbuskula (FMA) pada tanaman Duabanga di Kecamatan Konda Kabupaten Konawe Selatan. Sampel tanah dan akar tanaman diambil di Kecamatan Konda, Kabupaten Konawe Selatan, Provinsi Sulawesi Tenggara. Pengamatan kolonisasi akar, isolasi dan identifikasi FMA dilakukan di rumah plastik Asosiasi Mikoriza Indonesia (AMI) Cabang Sulawesi Tenggara, Kota Kendari, Provinsi Sulawesi Tenggara, selama 4 bulan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perakaran Duabanga dikolonisasi oleh FMA. Jenis FMA yang ditemukan sebanyak 5 jenis FMA dari genus *Glomus*. Struktur FMA yang ditemukan adalah hifa internal, hifa eksternal, dan vesikel. Keanekaragaman FMA berada pada kategori rendah.

ABSTRACT

Arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) belong to endomycorrhizae and are symbiotic with nearly 90% of plants. Studies on the diversity of AMF with the Duabanga tree species (*Duabanga moluccana* Blume.) Have not been widely reported. This study aims to determine the diversity of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) in Duabanga plants in Konda District, Konawe Selatan Regency. Soil and plant root samples were taken in Konda District, Konawe Selatan Regency, Southeast Sulawesi Province. Observations of root colonization, isolation and identification of AMF were carried out at the plastic house of the Indonesian Mycorrhizal Association (AMI) Southeast Sulawesi Branch, Kendari City, Southeast Sulawesi Province, for 4 months. The results

showed that the two dwarf plants were colonized by AMF. The types of AMF found were 5 types of spores from the genus *Glomus*. The AMF structures found are internal hyphae, external hyphae and vesicles. The diversity of AMF is in the low category.

PENDAHULUAN

Fungi mikoriza arbuskula (FMA) sebagai simbiosis obligat dari filum Glomeromikota (Smith and Read 2008) yang hidup secara simbiosis mutualisme dengan perakaran tanaman dan tumbuh diantara sel-sel korteks akar (Rini et al., 2017). FMA mampu membantu tanaman dalam penyerapan unsur hara dan air dari areal yang tidak terjangkau oleh akar tanaman (Nusantara et al., 2012). FMA merupakan salah satu tipe fungi yang paling luas berasosiasi dengan semua jenis tanaman (Sarina et al., 2016). Keberadaan FMA dari rhizosfer tumbuhan di alam memiliki peranan penting karena sifatnya bersimbiosis secara mutualistik dengan hampir sekitar 90% jenis tumbuhan terestrial (Miska et al., 2016).

Berbagai jenis tumbuhan dilaporkan bersimbiosis dengan FMA. Di Sulawesi Tenggara telah ditemukan beberapa jenis tanaman yang bersimbiosis dengan FMA yakni Kayu Kuku (*Pericopsis mooniana*) (Husna et al., 2014), Kalapi (*Kalappia celebica* Kosterm) (Arif et al., 2016), *Albizia saponaria* (Tuheteru dan Husna, 2011) dan Lonkida (*Nauclea orientalis* L.) (Tuheteru et al., 2015). Studi keragaman FMA pada perakaran duabanga (*Duabanga moluccana* Blume). Di Sulawesi Tenggara, duabanga ditemukan di Kecamatan Konda. Duabanga memiliki nilai ekonomi dan produksi yang cukup tinggi (Surata, 2008), tanaman ini juga dapat digunakan sebagai kayu pertukangan, bahan bangunan, veneer dan perkakas rumah tangga (Susila, 2010).

Pengambilan sampel tanah dan akar tanaman Duabanga dilakukan pada rizosfer tanaman duabanga yang berada di Kabupaten Konawe Selatan. Nizar (2015) melakukan pengujian terhadap tanaman duabanga dengan menginokulasi FMA dari tanaman budidaya pertanian dan gulma yang diinokulasikan ke tanaman inang dengan percobaan penanaman di rumah kaca. Namun penelitian, simbiosis antara FMA dengan Duabanga pada habitat alamnya belum pernah dilakukan. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian terhadap simbiosis antara FMA dengan duabanga pada habitat alamnya. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui keragaman fungi mikoriza arbuskula (FMA) yang bersimbiosis dengan duabanga.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan selama 4 bulan (September-Desember 2020). Pengambilan sampel tanah dan akar tumbuhan dilaksanakan di Desa Tanea Kecamatan Konda Kabupaten Konawe Selatan. Sedangkan pengamatan akar tumbuhan, isolasi dan identifikasi FMA dilaksanakan di rumah plastik Asosiasi Mikoriza Indonesia (AMI) Cabang Kota Kendari Provinsi Sulawesi Tenggara.

Metode

1. Pengambilan Sampel Tanah dan Akar di Lapangan

Pengambilan sampel tanah dan akar diambil pada kedalaman 20 cm di bawah tegakan Duabanga sebanyak 12 pohon. Menggunakan metode pengambilan sampel nonpropositional (Nusantara, 2012). Pengambilan sampel tanah diambil pada 4 titik arah mata angin masing-masing sebanyak 250 gr. Sehingga diperoleh 1 kg tanah dari setiap pohon. Kemudian sampel tanah dimasukkan kedalam plastik sampel dan diberi label (Husna, 2015).

2. Kolonisasi Akar

Prosedur kolonisasi akar menggunakan metode dasar yang dikembangkan oleh Brundrett et al. (1996) dengan beberapa modifikasi. Dipilih akar-akar halus segar dari contoh akar Duabanga pada setiap lokasi, kemudian akar tersebut dicuci sampai bersih, dimasukkan ke dalam larutan KOH 10% selama 24 jam. Larutan KOH kemudian dibuang dan akar dicuci dengan air mengalir sampai bersih. Kemudian akar direndam pada larutan HCl 2% selama 30 menit. Larutan HCL dibuang, selanjutnya contoh akar direndam dalam larutan staining (trypan blue 0,05% + Glycerol 70% + aquades 30%) selama 24 jam. Setelah itu larutan staining dibuang kemudian akar dimasukan dalam larutan Gliserol 50%.

Akar yang sudah diwarnai selanjutnya diambil 10 sampel akar dengan panjang ± 1 cm dan disusun pada kaca preparat. Potongan-potongan akar pada kaca preparat diamati untuk setiap bidang pandang. Bidang pandang yang menunjukkan terkolonisasi (hifa eksternal, hifa internal, hifa coil, vesikula dan arbuskula) diberi tanda (+) sedangkan yang tidak terkolonisasi diberi tanda negatif (-).

3. Isolasi FMA dari Tanah

Teknik yang digunakan dalam mengisolasi spora FMA adalah teknik tuang-saring dari Gardeman & Trappe (1974) dan dilanjutkan dengan teknik sentrifugasi dari Brundrett et al. (1996).

4. Identifikasi FMA dari tanah

Spora yang sehat dipilih dan disimpan di atas kaca objek yang telah diberi larutan PVLG dan melzer kemudian ditutup dengan gelas penutup. Identifikasi spora FMA dilakukan dengan cara mengamati morfologi (bentuk, ukuran, warna, hifa, pembawa, perhiasan spora, sel induk spora dan 'bulbous suspensor') di bawah mikroskop digital. Tata nama spora FMA mengikuti pola yang di publikasikan oleh Schüßler dan Walker (2010).

Variabel Penelitian

Variabel penelitian ini dapat disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Variabel Penelitian

Variabel Penelitian	Formula
Frekuensi Relatif (FR)	$[\text{jumlah sampel tanah ditemukannya jenis atau genus FMA} / \text{total sampel}] \times 100\%$ *
Kelimpahan Relatif	Persentase jumlah spora dari jenis atau marga*
Nilai Penting (NP)	$(FR + KR) / 2$. NP ≥ 20 termasuk jenis atau genus dominan*
Kepadatan spora	Jumlah spora per 100 g tanah*
Kekayaan jenis	Jumlah jenis setiap contoh tanah*
Indeks keanekaragaman	Shannon-Weiner index $-H' = -\sum p_i \ln p_i$
Indeks keseragaman	Evenness $-E' = H' / H'_{\max}$
Indeks dominansi	Simpson's $-D = \sum [n_i(n_i-1) / N(N-1)]^*$
Kolonisasi FMA	$[\sum \text{bidang pandang bermikoriza} / \sum \text{total bidang pandang yang diamati}] \times 100\%$ **
Identifikasi	Morfologi

Keterangan : $P_i = n_i / N$, dimana n_i adalah jumlah spora per jenis dan N adalah jumlah total spora yang diidentifikasi. $H'_{\max} = \ln S$ adalah jumlah total jenis yang diidentifikasi. *Shi et al. 2005; Yang et al. 2011; dalam Husna, 2015** Brun drett et al.1996

Analisis Data

Seluruh data dianalisis dengan analisis deskriptif terhadap semua variabel yang diamati. Hasil analisis disajikan dalam bentuk tabel dan gambar

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Kolonisasi FMA

Pengamatan kolonisasi akar dan struktur FMA pada penelitian ini disajikan pada Tabel 2. Tabel 2 menunjukkan bahwa tanaman Duabanga bersimbiosis dengan FMA. Hal ini ditandai dengan ditemukannya struktur FMA pada perakaran tanaman duabanga. Struktur FMA yang ditemukan meliputi Hifa Internal (HI) > Hifa Eksternal (HE) > Vesikula (V). Tingkat kolonisasi FMA pada perakaran tanaman duabanga berkisar antara 30-100% dengan rata-rata 72,71%.

Tabel 2. Kolonisasi FMA pada Tanaman Duabanga

Sampel/ Pohon	Kolonisasi (%)	Struktur FMA (%)			Total
		HI	HE	V	
1	97.5	53.85	10.77	35.38	100
2	100	66.67	26.67	6.67	100
3	67.5	90.00	6.67	3.33	100
4	77.5	81.08	8.11	10.81	100
5	87.5	73.81	23.81	2.38	100
6	45	56.52	39.13	4.35	100
7	90	73.33	6.67	20.00	100
8	30	75.00	18.75	6.25	100
9	85	61.11	37.04	1.85	100
10	52.5	85.71	4.76	9.52	100
11	92.5	71.43	12.50	16.07	100
12	47.5	65.52	10.34	24.14	100
Rata-Rata	72.71	71.17	17.10	11.73	100

Jenis FMA

Hasil pengamatan yang telah dilakukan pada perakaran tanaman duabanga di Kecamatan Konda, Kabupaten Konawe Selatan menunjukkan bahwa terdapat 5 jenis spora FMA yang ditemukan yaitu meliputi *Glomus* sp.1-5. Perawakan jenis FMA tersebut disajikan pada Gambar 2. dan deskripsi karakteristik spora disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3 Karakteristik spora FMA yang Bersimbiosis dengan Tanaman Duabanga

Jenis FMA	Karakteristik Morfologi	Pohon
<i>Glomus</i> sp.1	Spora bulat, berwarna merah tua, permukaan spora kasar dan tebal, ukuran 93.11-161.32 x 112.99-197.22 μ m.	1-12
<i>Glomus</i> sp.2	Spora bulat, berwarna orange, permukaan spora halus dan tebal, ukuran 156.975 x 149.233 μ m.	1-2,4,7-9,11-12
<i>Glomus</i> sp.3	Spora bulat, berwarna kuning jernih, permukaan halus dan tebal ukuran 137.72 x 123.63 μ m.	1,3-4,6-9,11-12
<i>Glomus</i> sp.4	Spora bulat, berwarna merah kehitaman dan memiliki motif warna orange, permukaan spora halus dan tebal ukuran 82.87-93.11 x 68.77-90.65 μ m.	3-4,7,9-11
<i>Glomus</i> sp.5	Spora bulat, berwarna orange kemerahan, permukaan halus dan tebal, ukuran 116.21-137.90 x 117.198-142.23 μ m.	5,8,11

Data jumlah spora dalam setiap 100 gram tanah disajikan pada Tabel 4. Persentase jumlah spora/100 g tanah pada tanaman duabanga diperoleh spora jenis *Glomus* sp.1 memiliki persentase terbesar yaitu 13 spora/100 gram tanah, sedangkan dengan jumlah persentase terkecil yaitu *Glomus* sp.5 dengan hanya diperoleh 3 spora/100 g tanah. Parameter ekologi FMA meliputi kerapatan relatif (KR), frekuensi relatif (FR) dan nilai penting (NP) di Kecamatan Konda disajikan pada Tabel 4. Tabel 4 menunjukkan bahwa *Glomus* sp.1 memiliki nilai frekuensi relatif paling tinggi yaitu 29.3% dan *Glomus* sp.5 memiliki nilai frekuensi relatif paling rendah yaitu 7.3%. Kerapatan relatif tertinggi juga terdapat pada *Glomus* sp.1 dengan nilai 68.92% dan begitu pula untuk nilai penting angka tertinggi terdapat pada *Glomus* sp.1 yaitu 49.09%.

Tabel 4. Parameter Ekologi FMA

Jenis	Jumlah Spora/100 g	FR (%)	KR (%)	NP
<i>Glomus</i> sp.1	153	29.3	68.92	49.09
<i>Glomus</i> sp.2	17	19.5	7.66	13.58
<i>Glomus</i> sp.3	28	22	12.61	17.28
<i>Glomus</i> sp.4	21	22	9.46	15.71
<i>Glomus</i> sp.5	3	7.3	1.35	4.33

Keterangan : FR = Frekuensi Relatif, KR = Kerapatan Relatif dan NP = Nilai Penting

Keragaman FMA

Komponen keragaman FMA meliputi Indeks Keanekaragaman (H'), Indeks Keseragaman (E') dan Indeks Dominansi (D') di Kecamatan Konda disajikan pada Tabel 5. Hasil pada Tabel 5 menunjukkan bahwa Indeks Keragaman FMA memiliki nilai rata-rata sebesar 0,075. Sedangkan untuk Indeks Keseragaman memiliki nilai rata-rata sebesar 0,047 serta Indeks Dominansi sebesar 0,288.

Tabel 5. Parameter Keragaman FMA

Jenis	H'	E'	D'
<i>Glomus</i> sp.1	0.323	0.201	1.102
<i>Glomus</i> sp.2	0.012	0.007	0.078
<i>Glomus</i> sp.3	0.023	0.014	0.147
<i>Glomus</i> sp.4	0.016	0.01	0.11
<i>Glomus</i> sp.5	0.001	0.001	0.004

Keterangan : H' = Indeks Keanekaragaman, E' = Indeks Keseragaman dan D' = Indeks Dominansi

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis pohon Duabanga bersimbiosis dengan fungi mikoriza arbuskula (FMA). Simbiosis tersebut dibuktikan dari ditemukannya struktur FMA pada perakaran pohon Duabanga. Struktur FMA tersebut adalah Hifa Eksternal, Hifa Internal dan Vesikula pada tanaman duabanga. Setiap struktur FMA yang ditemukan memiliki peran yang berbeda-beda (Smith dan Read, 2008). Hifa Eksternal memiliki peran penting dalam penyerapan unsur hara dan air dari rizosfer tanaman, Hifa Internal memiliki peran mentrasfer air dan hara dari luar ke korteks tanaman inang sedangkan vesikula memiliki peran sebagai penyimpan energi yang umumnya adalah senyawa lipid selama perkembangan FMA (Souza, 2015). Persentase kolonisasi FMA pada setiap sampel tumbuhan bervariasi, yakni berkisar

antara 30 - 100%. Secara keseluruhan, persentase kolonisasi FMA tergolong tinggi yakni 72,71%. Tingkat kolonisasi FMA tergolong tinggi diduga karena rendahnya tingkat kesuburan tanah di habitat tumbuh Duabanga.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa ditemukan 5 jenis FMA dari genus *Glomus*. Beberapa alasan ditemukannya marga *Glomus* yakni 1) *Glomus* memiliki penyebaran yang luas, 2) memiliki tingkat adaptasi yang tinggi, 3) jumlah jenis dari marga *Glomus* lebih banyak dibandingkan marga lainnya (Husna et al. 2015). Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa frekuensi relatif yang tinggi terdapat pada jenis *Glomus* sp.1 sebesar 29,3 %. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa kerapatan relatif tertinggi juga dimiliki oleh jenis *Glomus* sp.1 dengan nilai kerapatan relatif sebesar 68,92 % yang termasuk dalam kategori sedang. Komponen pendekatan ekologi yang selanjutnya adalah nilai penting (NP). Nilai penting tertinggi terdapat pada spora jenis *Glomus* sp.1 dengan nilai penting sebesar 49,09% yang termasuk dalam kategori jenis yang dominan. Hal ini sesuai dengan kriteria nilai penting menurut Husna (2015) dimana jika nilai NP > 20 maka jenis atau genus tersebut merupakan jenis atau genus yang dominan.

Brundrett et al. (1994) menyatakan keberhasilan pembentukan mikoriza tergantung dari interaksi tiga faktor antara tanah, fungi, dan tanaman inang. Komponen keragaman FMA (H', E' dan D') pada hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa komponen keragaman yang diperoleh tergolong rendah. Dimana H' memiliki total sebesar 0,075 yang termasuk dalam kategori rendah, E' bernilai 0,047 yang termasuk dalam kategori rendah dan total D' sebesar 0,288 yang termasuk dalam kategori rendah. Hal ini disebabkan karena turunnya hujan pada saat pengambilan sampel. Menurut Harahap (2018), bahwa air hujan yang masuk ke dalam tanah membawa spora menjauh dari perakaran tanaman sehingga spora yang ditemukan jumlahnya sedikit. Pengambilan sampel pada musim hujan juga menjadi pengaruh karena pada saat itu spora berkecambah dan tidak membentuk tubuh spora. Adanya simbiosis akar tanaman dengan FMA dapat meningkatkan kemampuan tanaman dalam menyerap unsur hara dan air, disamping itu juga berfungsi sebagai kontrol biologi dan meningkatkan ketahanan terhadap kekeringan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan pada penelitian ini adalah bahwa tanaman duabanga di Kecamatan Konda, Kabupaten Konawe Selatan bersimbiosis dengan FMA marga *Glomus*. Struktur FMA yang paling umum dijumpai adalah hifa internal dan hifa eksternal pada perakaran tanaman duabanga dengan keragaman yang termasuk dalam kategori rendah

DAFTAR PUSTAKA

- Arif, A., F.D. Tuheteru., Husna., A.M. Kandari., I.S.Mekou dan Masnun. 2016. Status and culture of arbuscular mycorrhizal fungi isolated from rhizosphere of endemic and endangered species of kalapi (*Kalappia celebica* Kosterm.). *European Journal of Sustainable Development*. 5(4):395-402.
- Brundrett M, N Bougher, B Deu, TGrove, Majalaczuk. 1996. *Working with Mycorrhizas in Forestry and Agriculture*. Canberra (Australia) : Australian Centre for International Agriculture Research.
- Gardeman JW, Trappe JM. 1974. The Endogonaceae in the Pacific Northwest. *Mycologia Memoir* No 5. 76 pp.

- Harahap, I. R. 2018. Keanekaragaman Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) pada Tegakan Cemara Laut (*Casuarina equisetifolia*) berdasarkan Waktu Pengamatan [Skripsi]. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Husna, H., Mansur, I., Kusmana, C dan K. Kramadibrata. 2014. Fungi Mikoriza Arbuskula pada Rizosfer *Pericopsis mooniana* (Thw.). di Sulawesi Tenggara. *Berita Biologi*, 13(3), 363-273
- Husna, H., Tuheteru, F. D. ., Arif, A. ., Sijebir, S., Albasri, A., Nurdin, W. R. ., Parwito, P., & Zainun, M. (2023). Production of Arbuscular Mycorrhizal Spores by Providing Nasa Liquid Organic Fertilizer (LOF). *Journal of Tropical Mycorrhiza*, 2(2), 91–98. <https://doi.org/10.58222/jtm.v2i2.55>
- Husna, SW Budi R, Mansur I, C Kusmana. 2015. Diversity of arbuscular mycorrhizal fungi in the growth habitat of Kayu Kuku (*Pericopsis mooniana* Thw.) In South east Sulawesi). *Pakistan Journal of Biological Science*18 (1): 1-10
- Husna. 2015. Potensi Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) Lokal dalam Konservasi Ex-Situ Jenis Terancam Punah Kayu Kuku [*Pericopsis mooniana* (Thw.) Thw.] [disertasi]. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Miska, M.E.E., A.Junaedi., A.Wachjar dan I. Mansur. 2016. Karakterisasi fungi mikoriza arbuskula pada rhizosfer aren (*Arenga pinnata* (Wrmbs) Merr.) dari Jawa Barat dan Banten. *Jurnal Silviculture Tropika*. 7(1):18-23.
- Muhammad., A. L. Fajri., Pratiwi, Purwanto, E. Susilo. (2023). Respon Pertumbuhan Dan Produksi Bawang Merah Terhadap Genus Mikoriza Dan Pupuk NPK. *Sinta Journal*, 4(2), 139-150. <https://doi.org/10.37638/sinta.4.1.139-150>
- Nizar, W.Y. 2015. Asosiasi mikoriza pada pembibitan rajumas (*Duabanga moluccana* Blume) dengan sumber inokulum rizosfer dari berbagai jenis tanaman budidaya dan gulma. *Jurnal Hutan Tropis*. 3(3): 199-206
- Nusantara, A.D., Y.H. Bertham dan I. Mansur. 2012. Bekerja dengan fungi mikoriza arbuskula. Seameo biotrop. Bogor.
- Parwito, P., & Fransisko, E. (2024). Identification of Mycorrhiza in Ex-Mining Land: Potential and Challenges in Ecosystem Rehabilitation. *AGROKOPIS: Jurnal Pertanian*, 1(1), 25-32.
- Rini, M.V., K.O. Pertiwi dan H. Saputra. 2017. Seleksi lima isolat fungi mikoriza arbuskular untuk kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di pembibitan. *Jurnal Agrotek Tropika*. 5(3):138-143.
- Sarina., Burhanuddin dan R. Suryantini. 2016. Asosiasi fungi mikoriza (fma) arbuskula pada tanaman penghasil gaharu (*Aquilaria malaccensis*). *Jurnal Hutan Lestari*. 4(1):91-99.
- Schüßler A, Walker C. 2010. The *Glomeromycota*. A species list with new families and new genera. Kew: The Royal Botanic Garden Kew.
- Smith, S.E dan D.J. Read. 2008. Mycorrhizal symbiosis. Third ed. Academic Press. USA.
- Souza, T. 2015. Handbook of Arbuscular Mycorrhizal Fungi. Springer.
- Surata, I.K. 2008. Permudaan duabanga (*Duabanga moluccana* Blume) pada sistem silviculture tebang jalur tanam Indonesia di kawasan hutan produksi gunung tambora, pulau Sumbawa. *Balai Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*. 4(1):29-41.
- Susila, I.W.W. 2010. Riap tegakan duabanga (*Duabanga moluccana* Bl.) di rarung. *Balai Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*. 7(1):47-58.

- Tuheteru, F.D dan Husna. 2011. Pertumbuhan dan biomassa albizia saponaria yang diinokulasi fungi arbuskula mikoriza lokal sulawesi tenggara. Jurnal Silvikultur Tropika. 2(3):143-148.
- Tuheteru, F.D., C. Kusmana., I. Mansur dan Iskandar. 2015. Respon of lonkida (*Nauclea orientalis* L.) towerds mycorrhizal inoculum in waterlogged condition. Biotropia. 22(1):61-71.
- Wang, B & Y.L. Qiu. 2006. Phylogenetic distribution and evolution of mycorrhizas in land plants. Mycorrhiza. 16:299-363.