

Pertumbuhan dan Ketergantungan Tanaman Angsana (*Pterocarpus Indicus* Willd.) dengan Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) *Glomus* Spp.

Asrianti Arif, La Ode Zahrul, Husna, Faisal Danu Tuheteru, Basrudin, Albasri

Jurusan Kehutanan Fakultas Kehutanan dan Ilmu Lingkungan UHO Jl. Mayjen S. Parman, Kampus kemaraya Kendari

* surel: laodezahrul013@gmail.com

Fungi mikoriza arbuskula (FMA) membentuk simbiosis mutualistik dengan perakaran tanaman sehingga dapat membantu tanaman tumbuh lebih baik pada daerah-daerah marginal. Efektivitas FMA terhadap pertumbuhan tanaman dipengaruhi oleh kepekaan jenis inang terhadap FMA, kondisi lingkungan serta jenis FMA. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas fungi mikoriza arbuskula (FMA) lokal terhadap peningkatan pertumbuhan kayu angsana (*Pterocarpus indicus* Willd.). Penelitian ini dilaksanakan di Rumah Plastik Asosiasi Mikoriza Indonesia (AMI) Cabang Sulawesi Tenggara selama tiga bulan. Penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) dengan tiga kali ulangan dan lima unit tanaman. Perlakuan yang dicobakan meliputi tanpa inokulasi FMA, *Glomus halonatum*, *Claroideoglomus etunicatum*, *Glomus* sp. dan FMA campuran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa FMA jenis *C. etunicatum* dapat meningkatkan pertumbuhan bibit angsana dengan rata-rata pertambahan tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun, nodul, biomassa bibit angsana masing-masing 195,5%, 98,0%, 300%, 1.978%, 697,9% terhadap kontrol. Kayu angsana memiliki ketergantungan yang cukup terhadap fungi mikoriza arbuskula umur tiga bulan. *C. etunicatum* berpotensi untuk dikembangkan sebagai pupuk hayati.

Kata kunci: fungi mikoriza arbuskula lokal, *Pterocarpus indicus* Willd., *Claroideoglomus etunicatum*, efektivitas.

Pendahuluan

Fungi mikoriza arbuskula (FMA) membentuk simbiosis mutualistik dengan perakaran tanaman sehingga dapat membantu tanaman tumbuh lebih baik

.....
F. D. Tuheteru, Husna, A. Arif, & Albasri (Editor). (2021). *Prosiding Seminar Nasional Mikoriza: Mikoriza untuk Pembangunan Pertanian dan Kehutanan Berkelanjutan, Kendari 10 Agustus 2018*. UHO EduPress.

pada daerah-daerah marginal (Smith & Read, 1997). Fungi mikoriza termasuk salah satu fungi yang efektif dalam perbaikan dan budidaya jenis terancam punah dan secara signifikan dapat mempercepat program konservasi, rehabilitasi, (Husna, 2015) dan dapat memperbaiki struktur dan agregasi tanah (Nichols, 2008).

Fungi mikoriza arbuskula dapat berperan secara langsung dan tidak langsung. Secara langsung fungi mikoriza arbuskula dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman seperti stimulasi produksi tanaman, tanaman tahan terhadap kekeringan, penyerapan unsur hara P, N, Cu, Fe, dan Zn, tanaman tahan terhadap kekeringan, logam berat dan salinitas (Husna, 2015; Delvian, 2003). Secara tidak langsung terjadi melalui penekanan pada gulma, stimulasi fiksasi nitrogen, perbaikan agregasi tanah dan struktur tanah.

Fungi mikoriza arbuskula tersebar di berbagai lokasi dan memiliki banyak jenis tumbuhan salah satu famili tumbuhan yang dilaporkan bersimbiosis dengan fungi mikoriza arbuskula adalah famili *Leguminosae* (Husna dkk. 2014). Beberapa tanaman legum yang bersimbiosis dengan mikoriza di antaranya kayu kuku [*Pericopsis mooniana* (Thw). Thw] (Husna, 2015), *Albizia saponaria* (Tuheteru & Husna, 2014), sengon (*Paraserianthes falcataria* (L) Nilsen) (Alkareji, 2008), dan angšana (*Pterocarpus indicus* Willd.) (Namanusart, 2003).

Angšana merupakan salah satu jenis yang tumbuh lokal di Sulawesi Tenggara, memiliki tinggi pohon mencapai 45 m dengan diameter 150 cm (Martawijaya dkk. 2005), angšana banyak memiliki manfaat yaitu dapat digunakan untuk bahan baku pembuatan mebel halus, lantai, lemari, alat musik (Joker, 2002), dan tumbuhan obat (Fatimah dkk. 2006). Inokulasi fungi mikoriza arbuskula lokal efektif meningkatkan pertumbuhan, biomassa dan nodulasi bibit angšana serta memiliki ketergantungan tinggi terhadap FMA yaitu sebesar 71,63% (Sera, 2017).

Hasil studi memberikan informasi bahwa tanaman angšana bersimbiosis dengan fungi mikoriza arbuskula dan dapat meningkatkan pertumbuhan dan biomassa bibit yang lebih baik dibanding dengan tanpa pemberian fungi mikoriza arbuskula (Castilo 1993; Yang 2015), Oleh karena itu, penelitian ini penting dilakukan untuk mengetahui efektivitas dan biomassa fungi mikoriza arbuskula terhadap tanaman angšana.

Metode Penelitian

Lokasi dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober–Desember 2017 di rumah plastik Asosiasi Mikoriza Indonesia Cabang Sulawesi Tenggara, Kendari.

Rancangan penelitian

Penelitian ini disusun berdasarkan Rancangan acak kelompok (RAK), yang terdiri atas lima perlakuan yaitu A = kontrol, B = *Glomus halonatum*, C = *Claroideoglomus etunicatum*, D = *Glomus* sp. dan E = Campuran (B+C+D), dengan 3 ulangan dan 5 unit tanaman sehingga total unit tanaman adalah 75 unit tanaman.

Prosedur Penelitian

Penyemaian Benih Angsana (Pterocarpus indicus Willd.)

Buah kayu angšana dikoleksi dari pohon induk asal Kampus Lama yang telah berumur 32 tahun Universitas Halu Oleo. Pengumpulan dilakukan dengan cara pemanjatan dari pohon. Buah kayu angšana dikeringanginkan selama beberapa hari dan kemudian biji dikupas dengan menggunakan gunting kertas. Sebelum dikecambahkan, benih dicuci menggunakan Bayclin yang dilarutkan 2 ml/1 liter air. Perlakuan selanjutnya perendaman dengan air panas dengan suhu 60°C selama 24 jam, dikecambahkan pada bak plastik berukuran 30 cm x 20 cm x 10 cm yang berisi media pasir yang sudah steril dengan ukuran 2 mm. Media sapih yang akan digunakan pada penelitian ini adalah tanah, pasir, dan arang sekam (2 : 1 : 1).

Inokulasi FMA

Sebelum diinokulasi FMA tanaman dikelompokkan berdasarkan tinggi (1 = 9–10 cm; 2 = 8–8.9 cm; 3 = 5–7,9 cm) dan jumlah daun (1 = 4; 2 = 3; 3 = 2 helai). Setiap perlakuan dikelompokkan sebanyak 3 kelompok, pengelompokan didasarkan pada perbedaan tinggi semai kayu angšana dan tiap unit perlakuan terdapat lima unit tanaman, sebelum inokulasi FMA, *polybag* (ukuran 15 x 20 cm) diisi media tanam 1 kg. Inokulasi FMA diberikan 10 g untuk setiap *polybag* dan diletakkan dekat akar semai kayu angšana (*Pterocarpus indicus* Willd.). Semai yang tidak diinokulasi dijadikan sebagai kontrol. Semai dipelihara dan disiram dua kali setiap hari pada kondisi rumah plastik dan diamati selama tiga bulan. Gulma dan hama yang mengganggu semai dikendalikan setiap hari.

Proses Kolonisasi

Pengamatan kolonisasi akar dilakukan dengan cara mengambil contoh akar (serabut) secara acak dari *polybag* kemudian dilakukan proses pembersihan dan pewarnaan akar. Menurut Setiadi dkk. (1992 dalam Kurniawati, 2011) pemeriksaan kolonisasi akar dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut.

1. Akar diambil dari *polybag*, kemudian contoh akar dicuci dengan air bersih untuk menghilangkan semua kotoran yang menempel dan melepaskan miselium eksternal fungi.
2. Bagian akar muda (serabut) diambil dan dimasukkan ke dalam tabung film dan direndam dalam larutan KOH 10%, dibiarkan sampai akar berwarna kuning bersih selama 24 jam.
3. Setelah akar berwarna kuning bersih kemudian larutan KOH 10% dibuang dan akar dibilas dengan air sampai bersih.
4. Akar diasamkan dengan menggunakan HCL 2%, dibiarkan selama 30 menit sampai akar berwarna kuning jernih.
5. Larutan HCL dibuang dan diganti dengan larutan staining (gliserol 50% + *tryphan blue* 0,05%, dapat juga menggunakan safranin 20% (Tuheteru, 2015) + asam laktat 30%) kemudian akar direndam selama 24 jam.
6. Larutan *staining* dibuang dan diganti dengan larutan *destaining* (larutan *staining* tanpa *tryphan blue*).
7. Akar dipotong-potong sepanjang ± 1 cm, lalu disusun pada kaca preparat (1 kaca preparat untuk 10 potong akar), setiap lima potong akar ditutup dengan cover glass, selanjutnya diamati dengan mikroskop stereo.

Parameter yang Diamati

Parameter yang diukur adalah tinggi, diameter, jumlah daun, biomasa tanaman (berat kering tanaman), nisbah pucuk akar (NPA), indeks mutu bibit (IMB), ketergantungan mikoriza, jumlah bintil akar, jumlah spora dan kolonisasi akar.

Analisis Data

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

Tabel 1 Parameter Pertumbuhan dan Ketergantungan Jenis terhadap FMA

Parameter Bibit Kayu Angsana	Formula dan Definisi
Tinggi (cm)	Pengukuran tinggi dilakukan dengan penggaris, dari pangkal batang semai sampai dengan titik tumbuh tertinggi pada jalur batang.
Diameter (mm)	Pengukuran dilakukan pada batang setinggi 1 cm di atas media dengan menggunakan <i>caliper</i> .
Jumlah daun (helai)	Menghitung pertambahan jumlah daun.
Nodulasi	jumlah total bintil pada akhir pengamatan.
Berat kering tanaman (g)	Bagian bibit dioven pada suhu 70°C selama 2 kali 24 jam kemudian ditimbang.
Nisbah pucuk akar (NPA)	Perbandingan berat kering bagian pucuk dengan berat kering bagian akar.
Indeks mutu bibit (IMB)	$[\text{Bobot kering pucuk} + \text{bobot kering akar}] / [(\text{tinggi/diameter}) + (\text{bobot kering pucuk/bobot kering akar})]$. Bibit bermutu apabila nilai IMB = 0,09 (Duryea & Dougherty, 1991 dalam Husna, 2015).
Kolonisasi FMA	$[\Sigma \text{bidang pandang bermikoriza} / \text{S total bidang pandang yang diamati}] \times 100\%$ (Brundrett dkk.1996 dalam Husna, 2015).
<i>Mycorrhizae inoculation effect</i> (MIE)	$[\text{berat kering tanaman bermikoriza} - \text{berat kering tanaman non mikoriza} / \text{berat Kering tanaman bermikoriza}] \times 100\%$ (Habte & Manjunath, 1991 dalam Husna, 2015).

Hasil dan Pembahasan

Hasil

Hasil sidik ragam pengaruh perlakuan jenis FMA terhadap peubah penelitian disajikan pada Tabel 2. Tabel 2 menunjukkan bahwa pemberian jenis FMA berpengaruh sangat nyata terhadap kolonisasi FMA, MIE, tinggi, jumlah daun, nodul, dan indeks mutu bibit berat kering pucuk, berat kering total, luas daun, dan nisbah pucuk akar kayu angšana (*Pterocarpus indicus* Willd.). Perlakuan berpengaruh nyata terhadap peubah diameter dan berat kering akar.

Tabel 2 Rekapitulasi Hasil Sidik Ragam Peubah Pengamatan

No.	Parameter Pengamatan	Pengaruh Perlakuan	KK (%)
1	Kolonisasi FMA	**	38,49
2	MIE (<i>Mycorrhizae inoculation effect</i>)	**	18,22
3	Tinggi	**	11,69
4	Diameter	**	20,01
5	Jumlah daun	**	12,19
6	Nodul	**	10,42
7	Berat kering pucuk	**	13,31
8	Berat kering akar	*	34,70
9	Berat kering total	**	15,65
10	Luas daun	**	26,93
11	Nisbah pucuk akar	**	14,73
12	Indeks mutu bibit	**	10,45

Keterangan: * = berpengaruh nyata, ** = berpengaruh sangat nyata.

Pertumbuhan Tanaman

Hasil uji BNT Perlakuan inokulasi FMA jenis *C. etunicatum* dapat meningkatkan pertumbuhan bibit angšana pada umur 3 bulan dengan rata-rata pertambahan tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun, luas daun dan nodul bibit angšana masing-masing sebesar 195,5%, 98,0%, 300%, 42,7% dan 1.978% dibandingkan kontrol disajikan pada Tabel 3, namun inokulasi FMA *C. etunicatum* tidak berbeda nyata dengan inokulasi *Glomus* sp kecuali nodul, dan FMA Campuran masing-masing pada peubah diameter dan luas daun.

Pertumbuhan dan Nodulasi Kayu Angšana Umur 3 Bulan

Pertumbuhan bibit kayu angšana yang diinokulasikan FMA memiliki pertumbuhan yang lebih baik dibanding kontrol. Hal ini dibuktikan dengan pertambahan tinggi, diameter, jumlah daun (Gambar 2) serta memiliki luas daun yang lebih lebar. *C. etunicatum* memiliki pertumbuhan yang lebih baik dibanding dengan perlakuan lainnya (Gambar 2). Akar bibit angšana yang diinokulasikan FMA mampu membentuk bintil akar dibanding akar bibit tanpa inokulasi FMA (Gambar 3).

Tabel 3 Hasil Uji Lanjut BNT Pengaruh Perlakuan Jenis FMA terhadap Variabel Tinggi, Diameter, Jumlah Daun dan Nodul Tanaman Angsana Umur 3 Bulan.

Inokulum FMA	Tinggi (cm)	Diameter (mm)	Jumlah Daun (helai)	Luas Daun	Nodul
Kontrol	14,66 ± 0.88 c	2.05 ± 0.12 b	8.00±0.58 c	3.72±0.04 a	1.00 ± 0.50 d
<i>G. holonatum</i>	33.66 ± 1.76 b	4.28 ± 0.21 a	28.00±1.15ab	5.79±0.11 a	12.66 ± 0.96c
<i>C. etunicatum</i>	43.33 ± 1.20 a	4.06 ± 0.40a	32.00±0.58 a	5.31±0.03 a	20.78 ± 1.41 a
<i>Glomus</i> sp.	37.00 ± 2.08 ab	3.90 ± 0.25 a	29.33±1.45 a	5.18±0.04a	11.78 ± 1.05 c
Campuran	34.00± 1.73 b	4.00 ± 0.70a	23.00± 0.58b	5.05±0.33 a	15.11 ± 0.58 b
Pr>F	<.0002	0.031	<.0001	<0.4699	<.0001
KK	11.69	20.01	12.19	26.93	10.42
BNT	6.27	1.18	4.78	2.19	2.08

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti dengan huruf yang tidak sama pada kolom yang sama berbeda nyata pada taraf 95% BNT. Campuran (*G. holonatum*, *C. etunicatum*, *Glomus* sp.).

Tabel 4 Persen Peningkatan Pertumbuhan Bibit Angsana Umur 3 Bulan

Inokulum FMA	% Peningkatan terhadap Kontrol				
	Tinggi	Diameter	Jumlah Daun	Luas Daun	Nodul
Kontrol					
<i>G. holonatum</i>	129.6	108.7	250	55.6	1.166
<i>C. etunicatum</i>	195.5	98.0	300	42.7	1.978
<i>Glomus</i> sp.	152.3	90.2	266.6	39.2	1.078
FMA Campuran	131.9	95.1	187.5	35.7	1.411



Gambar 1 Pertumbuhan kayu angsana [A = kontrol, B = *G. halonatum*, C = *C. etunicatum*, D = *Glomus* sp dan E = Campuran (B+C+D)].



Gambar 2 Nodul akar kayu angšana (A = kontrol, C = menggunakan mikoriza)

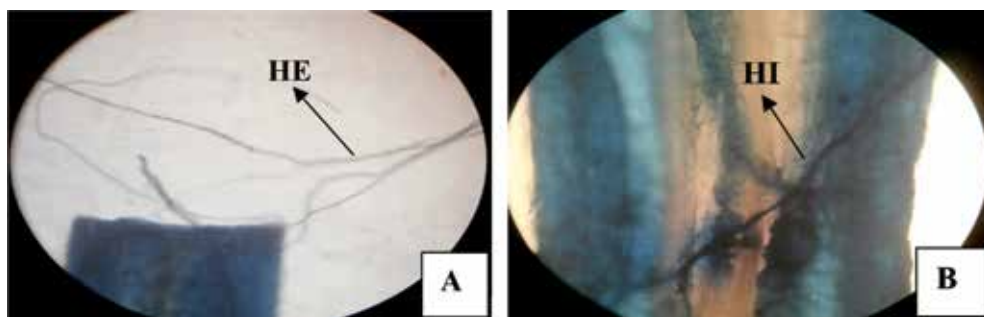
Kolonisasi dan Mycorrhizae Inoculation Effect (MIE)

Data kolonisasi dan MIE bibit kayu angšana umur tiga bulan disajikan pada Tabel 5. Tabel 5 menunjukkan bahwa akar bibit kayu angšana umur 3 bulan menunjukkan terkolonisasi oleh FMA baik bibit dengan inokulasi FMA maupun tanpa inokulasi FMA serta memiliki nilai yang cukup memberikan ketergantungan sebesar 35.34%. Kolonisasi pada *C. etunicatum* memiliki persentase tinggi dibanding dengan perlakuan lain dengan persentase sebesar 375% terhadap kontrol serta berbeda nyata dengan perlakuan lain. Kolonisasi FMA dibuktikan dengan adanya struktur FMA berupa hifa eksternal dan hifa internal (Gambar 4).

Tabel 5. Pengaruh Perlakuan Jenis FMA Terhadap Peubah Kolonisasi Akar dan Ketergantungan Semai Terhadap FMA pada Bibit Angšana Umur 3 Bulan.

Inokulum FMA	Kolonisasi FMA	MIE
Kontrol	4.44±1.50 c	-
<i>Glomus holonatum</i>	12.22±0.22 b	31.83±1,70 a
<i>Claroideoglomus etunicatum</i>	21.11±5.25 a	35.34±2.48 a
<i>Glomus</i> sp.	12.22±3.33 b	30.86±2.84 a
Campuran	2.22±0.80 c	30.65±1.69 a
Pr>F	0.0030	<.0001
KK	38.49	18.22
BNT	3.26	7.64

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti dengan huruf yang tidak sama pada kolom yang sama berbeda nyata pada taraf 95% BNT. Campuran (*G. holonatum*, *C. etunicatum*, *Glomus* sp.).



Gambar 4 Kolonisasi akar semai angšana pada umur 3 bulan [Struktur FMA: [A]. hifa eksternal (HE), dan [B]. hifa internal (HI)].

Berat Kering Tanaman

Hasil analisis uji BNT pada biomassa bibit kayu angšana umur tiga bulan disajikan pada Tabel 6. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bibit yang diinokulasikan *C.etunicatum* memiliki BKP, BKA, dan BKT tertinggi dengan peningkatan 814,4%, 448,2%, dan 697,9% terhadap kontrol dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan *Glomus* sp.

Tabel 6 Jenis FMA terhadap Variabel Biomassa Bibit Angšana Umur 3 Bulan di Rumah Plastik Asosiasi Mikoriza Indonesia (AMI)

Inokulum FMA	BKP	BKA	BKT
Kontrol	0.69±0.26 c	0.29±0.05 d	0.99±0.31 c
<i>Glomus holonatum</i>	4.75± 0.57 b	1.04±0.07bc	5.79±0.59 b
<i>Claroideoglomus etunicatum</i>	6.31±0.21 a	1.59±0.02 a	7.90± 0.22 a
<i>Glomus</i> sp.	5.22± 0.24 ab	1.49±0.37ab	6.71± 0.50 ab
Campuran	4.99± 0.41 b	0.84±0.23c	5.83±0.64 b
Pr>F	<.0001	0.0207	<.0001
KK	13.315	25.347	12.779
BNT	0.95	0.63	1.40

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti dengan huruf yang tidak sama pada kolom yang sama berbeda nyata pada taraf 95% BNT Campuran (*G. holonatum*, *C. etunicatum*, *Glomus* sp.).

Nisbah pucuk akar (NPA) dan indeks mutu bibit (IMB) kayu angšana

Hasil analisis data nisbah pucuk akar dan indeks mutu bibit kayu angšana umur tiga bulan disajikan pada Tabel 6. Tabel 6 menunjukkan bahwa inokulasi FMA

memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap NPA dan IMB dan telah memenuhi standar. *C. etunicatum* mampu meningkatkan nilai NPA dan IMB lebih tinggi dibanding dengan perlakuan lain dengan peningkatan sebesar 1.051% dan 440% terhadap kontrol serta berbeda nyata dengan perlakuan lainnya untuk peubah NPA namun tidak berbeda nyata kecuali kontrol untuk peubah IMB.

Tabel 7 Pengaruh Perlakuan Terhadap Nisbah Pucuk Akar (NPA) dan Indeks Mutu Bibit (IMB) Bibit Kayu Angsana Umur 3 Bulan

Inokulum FMA	NPA	IMB
Kontrol	0.41±0.21 c	0.10±0.02 b
<i>Glomus holonatum</i>	3.70± 0.57 b	0.50±0.06 a
<i>Claroideoglomus etunicatum</i>	4.72± 0.20 a	0.54± 0.04 a
<i>Glomus</i> sp.	3.70± 0.37 b	0.53± 0.11 a
Campuran	3.18± 0.19 b	0.50±0.14 a
Pr>F	<.0001	<.0001
KK	14.73	10.45
BNT	0.78	0.07

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti dengan huruf yang tidak sama pada kolom yang sama berbeda nyata pada taraf 95% BNT Campuran (*G. holonatum*, *C. etunicatum*, *Glomus* sp.).

Pembahasan

Bibit kayu angsana (*Pterocarpus indicus* Willd) umur tiga bulan terkolonisasi oleh fungi mikoriza arbuskula (FMA) lokal asal rizosfer kayu kuku. Perlakuan FMA memberikan pengaruh yang lebih baik dibanding dengan perlakuan tanpa FMA. Hampir semua tanaman dapat diinfeksi oleh FMA, namun kemampuan FMA menginfeksi tanaman sangat tergantung pada spesies FMA dan spesies tanaman inang (Smith & Read, 2008). Kolonisasi tersebut dibuktikan dengan ditemukannya struktur FMA seperti hifa internal dan eksternal pada bibit kayu angsana umur tiga bulan.

Berdasarkan persentase, pengamatan kolonisasi FMA dapat meningkatkan pertumbuhan bibit kayu angsana umur 3 bulan dibanding dengan kontrol. Kolonisasi FMA tertinggi terdapat pada jenis FMA *C. etunicatum* sebesar 21,11%, FMA *C. etunicatum* berkontribusi besar terhadap tanaman angsana,

penelitian ini sejalan dengan penelitian Husna (2014), bahwa spora FMA jenis *C. etunicatum* merupakan jenis FMA yang ditemukan di seluruh tempat tumbuh kayu kuku di Sulawesi Tenggara, dan jenis FMA terendah pada perlakuan *Glomus* sp. sebesar 12,22% (Tabel 5). Adapun presentase Bibit kayu angkana umur 3 bulan menunjukkan bahwa nilai MIE tertinggi pada jenis FMA *C. etunicatum* sebesar 35.34% tergolong cukup ketergantungan, nilai terendah juga terdapat pada jenis FMA campuran sebesar 30,65%. Penelitian ini sejalan dengan penelitian Husna (2015) bahwa fungi mikoriza arbuskula lokal lebih efektif dibanding Mycofer dan kontrol, yang dibuktikan dengan peningkatan pertumbuhan, biomassa, nodulasi, serapan hara C, N, P, K, Mg dan mereduksi kadar Ni pada jaringan bibit kayu kuku, serta memiliki (MIE <75). Pengaruh FMA dalam mendukung pertumbuhan tanaman tergantung pada kesesuaian antara spesies tanaman inang dan fungi, yang dikendalikan oleh genotip kedua simbiosis tersebut (Tuheteru dkk., 2011).

Pengaruh FMA terhadap bertambahnya jumlah nodul berkaitan dengan adanya perubahan pertambahan tinggi, diameter, dan jumlah daun. Peningkatan nodulasi akar oleh FMA (Tabel 3), berkontribusi terhadap peningkatan N tanaman sehingga dapat mendorong peningkatan pertumbuhan vegetatif (daun) tanaman. Adanya peningkatan jumlah dan luas daun yang besar akan memicu proses fotosintesis dengan sangat tinggi, yakni hasil dari proses fotosintesis menghasilkan fotosintat. Fotosintat dibawa di akar sebanyak 20% (karbohidrat). yang akan digunakan untuk proses perkembangan akar sehingga dapat membantu proses peningkatan tinggi, diameter, jumlah daun, luas daun serta dapat memacu pembentukan nodulasi akar. Dosis 10 gram merupakan dosis yang optimum yang dibutuhkan oleh bibit angkana untuk bersimbiosis dengan FMA karena kandungan spora yang ada pada FMA 10 g terdapat 30 spora jadi sudah sesuai standar. Isolat 3 campuran (*G. holonatum*, *C. etunicatum* dan *Glomus* sp.) dosis yang diberikan sebesar 10 g dari setiap masing-masing FMA yang memiliki tingkat pertumbuhan yang lebih baik.

Kolonisasi FMA dapat berperan dalam mendorong pertumbuhan akar sehingga akar yang bermikoriza dapat menyerap unsur hara dalam bentuk terikat dan tidak tersedia dalam tanah. Adanya hifa fungi yang dianggap berfungsi sebagai rambut akar (rhizomorf) untuk menyerap seluruh hara tanah dan air (Pulungan, 2013). Selain itu, efek FMA juga sangat berpengaruh

terhadap pertumbuhan bibit angšana seperti tinggi, diameter, dan biomassa dibandingkan pada tanaman kontrol atau yang tidak menggunakan mikoriza (Yang, 2015; Castillo, 1993).

Hasil penelitian menunjukkan kayu angšana yang diinokulasikan FMA lokal dapat meningkatkan serapan hara dan air dari tanaman bermikoriza lebih tinggi dibandingkan yang tidak bermikoriza. Hal tersebut juga disebabkan oleh perluasan permukaan akar karena adanya bintil-bintil akar (akar yang membesar) Bentuk simbiosis antara tanaman legum dengan *Rhizobium* adalah simbiosis mutualisme, karena bakteri dalam bersimbiosis menginfeksi tanaman dan tanaman merespons dengan membentuk bintil (nodul). Bakteri *Rhizobium* memperoleh makanan berupa mineral, gula/karbohidrat dan air dari tanaman (Sari & Prayudyaningsih, 2015), kemudian dapat meningkatkan parameter pertumbuhan tanaman yang diamati seperti tinggi, diameter, berat kering pucuk, berat kering akar, berat kering total, dan nisbah pucuk akar. Pembentukan jumlah bintil akar juga pernah di laporkan pada tanaman *Albizia saponaria* (Tuheteru dkk. 2011). Pertumbuhan yang diamati memberikan perbedaan yang efektif dibanding kontrol, Tanaman bermikoriza tumbuh lebih baik dari pada tanaman yang tidak bermikoriza karena mikoriza dapat meningkatkan penyerapan unsur hara makro terutama fosfat dan beberapa unsur mikro seperti: Cu, Zn, dan Bo (Yelianti dkk. 2009).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kayu angšana yang diinokulasikan FMA lokal mampu meningkatkan pertumbuhan yang baik terhadap peubah berat kering pucuk, akar dan berat kering total tanaman (Tabel 6). Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Husna dkk. 2015) Inokulasi FMA dapat meningkatkan pertumbuhan tinggi bibit sebesar 31%-139% terhadap kontrol. Pengaruh FMA terhadap peubah diameter, jumlah daun dan jumlah bintil akar juga sangat bervariasi. Peningkatan tersebut disebabkan adanya kolonisasi FMA yang baik pada perakaran tanaman (Gambar 5).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai NPA dan yang tertinggi diperoleh pada perlakuan *C. etunicatum* dengan nilai rata-rata 4,72 dan dapat memperoleh sekitar 1,051% dibandingkan kontrol (Tabel 7). Hal ini mengindikasikan bahwa unsur hara dan air yang diserap oleh tanaman lebih banyak ditranslokasikan ke bagian pucuk untuk pembentukan bagian vegetatif tanaman dari pada ke bagian akar karena penyerapan tersebut telah dibantu dengan adanya hifa-hifa FMA (Gambar 5) sehingga mengurangi luas

jelajah perakaran bibit kayu angšana. Nilai NPA yang seimbang dibutuhkan bibit agar penyerapan air dan hara oleh akar yang ditranslokasikan ke pucuk seimbang dengan luasan fotosintesis yang cukup untuk melakukan transpirasi dan menghasilkan karbohidrat yang dibutuhkan untuk pertumbuhan akar. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Husna dkk. 2015) menyatakan bahwa nisbah pucuk akar (NPA) berkisar antara 2,36–3,68 dengan nilai NPA terendah ditemukan pada perlakuan kontrol (2,36). Adapun indeks mutu bibit (IMB) berkisar antara 0,10–0,54%, IMB tertinggi diperoleh pada perlakuan *C. etunicatum* 0,54% dan yang terendah perlakuan kontrol sebesar 0,10%.

Kesimpulan

Inokulasi fungi mikoriza arbuskula *Claroideoglosum etunicatum* mampu meningkatkan pertumbuhan, kolonisasi, biomassa, nisbah pucuk akar, indeks mutu bibit dan memiliki ketergantungan yang cukup terhadap fungi mikoriza arbuskula bibit angšana umur tiga bulan.

Daftar Pustaka

- Abbott, L. K dan Robson A. D. 1981. Infectivity and effectiveness of vesicular arbuscular mycorrhizal fungi: Effect of Inoculum Type. Aust. J. Agric. Res., 32, 632–639.
- Abbott, L. K., Robson, A. D dan Gazey. 1991. Selection of Inoculant vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. In Methods in microbiology 24. Eds. D. L Norris, J. R., Read, D. J dan Varma, A. K. pp 1–21. Academic Press, London
- Alkareji. 2008. Pemanfaatan mycorrhizal helper bacteria (MHBs) dan fungi mikoriza arbuskula (FMA) untuk meningkatkan pertumbuhan sengon (*Paraserianthes falcataria* (L) Nielsen di persemaian. Departemen Silvicultur Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Amir H, Jourand P, Cavaloc Y dan Ducouso M. 2014. Role of mycorrhizal fungi in the alleviation of heavy metal toxicity in plants. Chapter 15. New York. Springer.
- Castillo E. T. 1993. Physiological Responses Of Narra (*Pterocarpus indicus* Willd.) Inoculated With Va Mycorrhiza And Rhizobium In Macolod Soils [1993]. Philippines University, Los Banos, College, Laguna (Philippines). [9 agustus 2017].

- Fakuara, Y.1986. *Mikoriza, teori dan kegunaan dalam peraktek*. Bogor: Pusat Antar Universitas dan LSI IPB
- Fatimah C, Harahap U, Sinaga I, Safrida dan Ernawati. 2006. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun Angsana (*Pterocarpus indicus* Willd) Secara In Vitro. Jurusan Farmasi Universitas Tjut Nyak' Dien Jurusan Farmasi Universitas Sumatra Utara Jurusan Farmasi Politeknik Kesehatan. Medan.
- Francis,Chief, FAO Forest Research, Education and Training Branch, Forest Resources Division, Forestry Department, Viale deue Terme di CaracaUa, 00100 Rome, dan IWY. 1992. *Pterocarpus indicus*-The Majaestic N-Fixing Tree. USA. New York.
- Husna, Budi SW, Mansur I, Kusmana C dan Kramadibrata K. 2014. Fungi Mikoriza Arbuskula Pada Rizosfer *Pericopsis mooniana* (Thw.) Thw. di Sulawesi Tenggara. Departemen Silvikultur Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Husna, Tuheteru FD, Arif A. 2012. Nodulasi tiga jenis pohon fabaceae local Sulawesi Tenggara yang diinokulasikan dengan fungi mikoriza arbuskula. Prosiding seminar National Masyarakat Peneliti Kayu Indonesia (MAPEKI) XV. Fakultas Kehutanan Universitas Hasanudin.
- Husna. 2015. Potensi Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) Lokal Dalam Konservasi Ex-situ Jenis Terancam Punah Kayu Kuku (*Pericopsis mooniana* (Thw.) Thw.). Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Husna. 2015. Respon Pertumbuhan Bibit Kayu Kuku (*Pericopsis Mooniana* (Thw.) Thw) Terhadap Inokulasi Fungi Mikoriza Arbuskula Lokal. Departemen Silvikultur Fakultas Kehutanan Ipb. Bogor
- Inayah NS, Las T, Yunita E. 2010. Kandungan Pb pada Daun Angsana (*Pterocarpus indicus*) dan Rumput Gajah Mini (*Axonopus*. Sp)di Jalan Protokol Kota Tangerang. Program Studi Kimia FST UIN Syarif Hidayatullah Jakarta. Jakarta
- Joker D. 2012. Informasi Singkat Benih *Pterocarpus indicus* Willd. Direktorat Perbenihan Tanaman Hutan. Bandung.
- Kurniawati P, 2011. Pengaruh Pemberian Inokulum Mikoriza dan Pemupukan Npk Terhadap Pertumbuhan Semai Longkida (*Nauclea Orientalis* L.) pada Kondisi Tergenang dan Tidak Tergenang. Departemen Silvikultur Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Laengge I, Langi MA, Saroinsong FB, dan Singgano J. 2012. Pendugaan Biomassa Tanaman Penghijauan Angsana (*Pterocarpus indicus* Willd) di Jalan Sam Ratulangi dan Jalan Toar Kota Manado. Program Studi Ilmu Kehutanan, Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sam Ratulangi. Manado.

- Lensari, D. 2009. Pengaruh Pematahan Dormansi Terhadap Kemampuan Perkecambahan Benih Angsana (*Pterocarpus indicus* Willd). Departemen Silvikultur Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Martawijaya A, Kartasujana I dan Kadir K, Prawira S. A. 2005. Atlas Kayu Indonesia Jilid 1. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Bogor.
- Mestika, R. 2007. Penggunaan Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) dan Vermikompos untuk Meningkatkan Stek Pucuk Jatih Muna (*tectona grandis* linn. F.). Departemen Silvikultur Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Muleta D. 2010. *Legume Response To Arbuscular Mychorryzal Fungi Inoculation In Sustainable Agriculture*. In: Khan, M. S. (Eds.) *Microbes For Legume Improvement*. Springer, New York.
- Namanusart M. W. 2003. Genetic diversity of arbuscular fungi infected. A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science in Biotechnology Suranaree University of Technology Academic Year 2003 ISBN 974-533-309-3. Thailand.
- Nichols KA. 2008. Indirect Contributions Of AM Fungi And Soil Aggregation To Plant Growth And Protection. Siddiqui ZA, Akhtar MS, Futai K, editor. Aligarh (IN): Springer.
- Nusantara AD, Bertham YH dan Mansur I. 2012. *Bekerja Dengan Fungi Mikoriza Arbuskula*. Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor dan SEAMEO BIOTROP. Bogor.
- Onguena N. A, Ngonkeu L. E. M, dan Kuyper T. W. 2011. Grow response of *Pterocarpus soyouxii* and *Lophira alata* seedlings to host soil mychorrhizal inocula in relation to land use types. Institute of Agricultural Research for Development (IRAD), Regional Center of Nkolbisson, P. O. Box 2067, Yaoundé, Cameroon. Department of Soil Quality, Wageningen University, P. O. Box 8005, 6700 EC Wageningen, the Netherlands.
- Pulungan. 2013. Infeksi Fungi Mikoriza Arbuskula pada Akar Tanaman Tebu(*Saccharum Officinarum* L). Jurusan Biologi, Fmipa Universitas Negeri Medan
- Purba P. R. O, Rahmawati N, Kardhinata N, dan Sahar A. 2014. Efektivitas Beberapa Jenis Fungi Mikoriza Arbuskula Terhadap Pertumbuhan Tanaman Karet (*Hevea Brassiliensis* Muell. Arg.) di Pembibitan. Alumnus Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, USU, Medan, Agroekoteknologi. ISSN No. 2337-6597. Vol.2, No.2: 919-932
- Rohadi D, Djam'an DF, Aminah A dan Sitorus R. *Atlas Benih Tanaman Hutan Indonesia Jilid V (Edisi Khusus Andalan Jawa Barat)*. Balai Penelitian Teknologi Perbenihan. Bogor.

- Sari R., Prayudyaningsih R. 2015. Rhizobium: Pemanfaatannya Sebagai Bakteri Penambat Nitrogen. *Info Teknis Eboni*, Vol. 12 (1): 51–64.
- Rafikasera G. 2017. Pertumbuhan Bibit Angsana (*Pterocarpus Indicus* Willd) Dengan Aplikasi Fungi Mikoriza Arbuskula Lokal. Fakultas Kehutanan dan Ilmu Lingkungan Universitas Halu Oleo. Kendari
- Smith, S. E., Read D. J. 2008. Mycorrhizal Symbiosis. Thierd ed. New York (US). Academic Press.
- Souza T. 2015. Handbook of Arbuscular Mycorrhizal Fungi. Springer. New York.
- Thomson L. A. J. 2006. Species profiles for pacific island agroforestry; *Pterocarpus indicus* (narra). Fiji. Kepulauan Pasifik.
- Tuheteru F. D, Basri A, Budiarti W. O. S dan Ibrahim S. 2007. Keragaman FMA pada ekosistem hutan dan savana taman nasional Rawa Aopa Watumohai Sulawesi Tenggara. Prosiding Nasional Mikoriza II. Bogor.
- Tuheteru F. D, Husna. 2011. Pertumbuhan dan Biomassa *Albizia sponaria* Yang Diinokulasi Fungi Arbuskula Mikoriza Lokasi Sulawesi Tenggara. Departemen Silviculture Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Tuheteru F. D, Husna, Alimudin, L. O. 2011. Respon Pertumbuhan dan Tingkat Ketergantungan *Albizia saponaria* (Lour.) Miq Terhadap Fungi Arbuskula Mikoriza Lokal Sulawesi Tenggara. *Biota*. 16 (2): 252–261.
- Vincent, G dan Ganesha, A. 1991. *Metode Perancangan Percobaan*. CV. ARMICO: Bandung.
- Wang, B dan Qiu, Y. L. 2006. Phylogenetic distribution and evaluation of mycorrhizas in land plants. *Mycorrhiza*, 419–445.
- Yang D, Qiong Q, Jing Y, Geng Y, Fan Z, Mao J, Zhang K, 2015. Effects of Arbuscular Mycorrhiza Fungi Inoculation of Seedlings of *Pterocarpus indicus*. Institute of tropical forestry Yunnan Academy of Forestry CAOD (Cina Asia On Demand). [5 agustus 2017].
- Yelianti Y, Kasli, Kasim M dan Husin E. F. 2009. Biodiversity Of Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF) on Potatos Rhizosphere and It Potential as Biofertilizer. Faculty of Agriculture of Andalas University Padang. *Saintek* Vol. XII. 59–64.