

**KUALITAS BIBIT RAMIN (*Gonystylus bancanus* (Miq.) Kurz)
UNTUK PENANAMAN PENGAYAAN AREAL BEKAS TEBANGAN
(Ramin (*Gonystylus bancanus* (Miq.) Kurz) seedling quality
for enrichment planting of logged over area)**

Abdurrani Muin
Guru Besar Fakultas Kehutanan Untan
e-mail : rani.ramin@yahoo.com

ABSTRACT

Enrichment planting in logged-over area needs high-quality seedlings that have high competitiveness, when planted around or near to other plants that grow naturally. The aim of this study is to find techniques to produce high-quality ramin seedlings. The study employs the following experimental methods : 1) split plot in time to study the arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) colonization in roots of natural regeneration of ramin, 2) completely randomized design to study the growth of ramin seedlings in the nursery, 3) randomized block design to study plant growth of ramin at logged-over area. The results show that AMF colonization in the root of ramin seedlings taken from the field was highest at medium light intensity. Meanwhile, the optimum light intensity to raise mycorrhizal seedlings in the nursery is 55 % to 75 %. The AMF colonization increased height and diameter growth, fresh and dry weights, macro-nutrients absorption, dependency of P uptake (DPU), shoot-root ratio quality and index of ramin seedling in the nursery. Ramin is highly dependent on AMF having a relative mycorrhizal dependency (RMD) of more than 50 % and percent growth relative (PGR) of more than 100 %. Rock phosphate of 50 g/polybag is sufficient to support the growth of mycorrhizal seedlings in the nursery. The AMF colonization increases height and diameter of ramin seedlings after being planted in the field (logged-over area). It could be concluded that high quality ramin seedlings could be produced by inoculation of AMF under optimum light intensity and optimum dosage of rock phosphate.

Key words : ramin (*G. bancanus*), light intensity, arbuscular mycorrhizal fungi (AMF), rock phosphate

PENDAHULUAN

Ramin (*Gonystylus bancanus* (Miq.) Kurz) merupakan salah satu jenis pohon yang tumbuh di hutan rawa gambut dan kayunya dapat digunakan untuk berbagai keperluan, khususnya peralatan rumah tangga dan dekorasi di dalam rumah. Warna kayu yang putih dan mudah dikerjakan, menyebabkan kayu ramin

sangat banyak diminati dan dibutuhkan baik di dalam maupun di luar negeri. Namun karena kebutuhan kayunya yang terus meningkat, maka eksploitasi dan ekspor jadi berlebihan, mengakibatkan populasi ramin menurun dengan cepat. Faktor lain yang ikut berperan menurunkan potensi ramin karena pembalakkannya tidak memperhatikan

kaedah-kaedah pelestarian dan tidak diikuti dengan upaya peremajaan kembali. Ancaman terhadap kelestarian ramin terus terjadi dengan semakin maraknya penebangan liar (*illegal logging*) dan alih guna fungsi hutan. Penebangan secara liar tidak hanya terjadi di kawasan hutan produksi, namun juga sudah merambah ke kawasan hutan lindung seperti di Taman Nasional, Gunung Palung dan Danau Sentarum Kalimantan Barat, di Kalimantan Tengah dan Sumatera.

Untuk mempertahankan keberadaan ramin di hutan alam rawa gambut, maka perlu melakukan rehabilitasi dengan cara pemeliharaan tegakan sisa dan penanaman (*enrichment planting*) terutama di areal bekas penebangan hutan alam. Namun untuk melakukan penanaman pengayaan pada areal bekas tebangan perlu menggunakan bibit berkualitas tinggi sehingga memiliki daya saing yang tinggi, ketika ditanam sebagai tanaman pengayaan di sekitar atau berdekatan dengan tanaman lain yang tumbuh secara alam. Jika bibit yang ditanam tidak memiliki daya saing yang tinggi, maka pertumbuhan awalnya menjadi terhambat, karena kalah dalam pemanfaatan hara, air dan ruang.

Untuk mendapatkan bibit yang berkualitas tinggi dan mempercepat pertumbuhannya ketika ditanam di lapangan, perlu memberikan berbagai perlakuan ketika berada di persemaian serta mengetahui intensitas cahaya yang dibutuhkan oleh ramin. Intensitas cahaya ini perlu diketahui, karena ramin merupakan jenis pohon yang semitoleran (Rostiwati dan Muin, 2006), sehingga untuk pertumbuhannya membutuhkan intensitas cahaya yang sesuai. Perlakuan yang perlu diberikan untuk memperoleh bibit yang berkualitas dan daya saing tumbuh tinggi adalah memberikan pupuk serta melakukan inokulasi cendawan mikoriza.

Tujuan utama penelitian ingin menemukan teknologi yang dapat memperbaiki kualitas bibit ramin untuk penanaman pengayaan areal bekas tebangan, dengan memperhatikan :

1. Asosiasi cendawan mikoriza dengan permudaan alam ramin pada berbagai intensitas cahaya (naungan).
2. Pertumbuhan bibit ramin yang diinokulasi cendawan mikoriza, dan diberi fosfat alam pada berbagai intensitas naungan di persemaian.
3. Pertumbuhan bibit ramin tersebut ketika ditanam pada areal bekas

tebangan dengan berbagai intensitas cahaya.

METODOLOGI PENELITIAN

Untuk mencapai tujuan penelitian tersebut, maka penelitian dilakukan dalam tiga tahap yakni :

- (1) Melakukan penelitian kolonisasi cendawan mikoriza pada permudaan alam yang tumbuh di berbagai intensitas naungan alam di Sungai Mendawak Kabupaten Sanggau (Areal pembinaan hutan PT. Inhutani II). Penelitian menggunakan metode eksperimen dengan (1) Split plot in time untuk penelitian kolonisasi CMA, (2) rancangan acak kelompok untuk pertambahan tumbuh (riap tinggi dan diameter).
- (2) Melakukan percobaan inokulasi cendawan mikoriza dan pemupukan dengan fosfat alam terhadap bibit ramin pada berbagai intensitas naungan di persemaian dengan metode percobaan faktorial rancangan acak lengkap. Perlakuan percobaan terdiri dari bibit yang terinokulasi dan tidak terinokulasi yang dipupuk dengan fosfat alam chrismast (0,00; 0,25; 0,50; 0,75 100 g/pot) dan disemaikan di bawah naungan sharlon : 55 %, 75 % dan tanpa naungan sharlon (terbuka).

Data yang dikumpulkan setelah bibit berumur 6 bulan terdiri dari : persentase akar yang terinfeksi, jumlah spora/50 g tanah gambut, tinggi bibit (cm), diameter pangkal batang (cm), jumlah daun dan tebal daun, berat basah (g) dan berat kering (g) serta kandungan klorofil (SPAD), *Relative Mycorrhizal Dependency* (RMD) dan *Percent Growth Respons* (PGR) serta *Dependency of P uptake* (DPU).

- (3) Melakukan percobaan penanaman ramin pada areal bekas tebangan yang dilakukan di areal hutan ramin Sungai Bakau Kabupaten Pontianak Kalimantan Barat selama 18 bulan dengan metode percobaan rancangan acak kelompok. Perlakuan penelitian berupa penanaman bibit yang sudah mendapatkan perlakuan di persemaian berupa inokulasi cendawan mikoriza dan tidak terinokulasi, dipupuk fosfat alam dengan dosis 0,25 g, 0,50 g dan 0,75 g. Pada waktu penanaman di lapangan, bibit ramin tersebut ditanam di bawah naungan, pada tempat yang agak terbuka dan terbuka. Data yang dikumpulkan dalam percobaan penanaman ramin meliputi : pertambahan tinggi dan diameter serta

jumlah daun dan persentase hidup tanaman yang dikumpulkan setiap bulan selama 18 bulan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kolonisasi cendawan mikoriza pada permudaan alam

Hasil pengamatan terhadap infeksi cendawan mikoriza arbuskula (CMA) pada permudaan alam ramin yang tumbuh di tempat terbuka, agak terbuka

dan di bawah naungan dikemukakan pada Tabel 1. Berdasarkan hasil pengamatan, ternyata ramin yang tumbuh pada habitat hutan rawa gambut berasosiasi dengan edomikoriza atau lebih dikenal sebagai cendawan mikoriza arbuskula (CMA). Ini ditunjukkan adanya infeksi (kolonisasi) dalam akar dan spora di daerah rizosfir permudaan alamramin.

Tabel 1. Persentase infeksi CMA pada akar permudaan alam ramin di bawah tiga intensitas naungan (*The percentage of AMF infection on the roots of natural regeneration of ramin under three shade intensities*)

Blok	PUP	% infeksi contoh akar pada setiap kondisi naungan			Rata-rata
		Terbuka	Agak terbuka	Naungan	
I	1,2,3,4	173 (43,25 %)	163 (40,75 %)	176 (44,00 %)	512 (42,67 %)
II	1,2,3,4	146 (41,71 %)	146 (41,71 %)	157 (44,86 %)	449 (42,76 %)
III	1,2,3,4	116 (38,67 %)	119 (39,67 %)	116 (38,67 %)	351 (39,00 %)
IV	3	24 (24,00 %)	21 (21,00 %)	51 (51,00 %)	96 (32,00 %)
Total		459 (39,91 %)	449 (39,04 %)	500 (43,47 %)	1408 (40,81 %)

Keterangan : PUP = Petak Ukur Permanen. (Sumber : Muin dan Purwita, 2000).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi naungan (intensitas cahaya) tidak mempengaruhi kolonisasi CMA pada permudaan alam ramin. Infeksi CMA pada akar permudaan ramin yang tumbuh di bawah naungan sebanyak 43,47 %, di tempat terbuka dan agak terbuka hanya 39,91 % dan 39,04 % atau rata-rata tingkat kolonisasinya sebanyak 40,81 %. Ini berarti intensitas cahaya yang diterima sangat rendah tidak menghambat proses asosiasi permudaan

ramin dengan cendawan mikoriza, meskipun ramin memiliki sifat semi-toleran. Dalam keadaan intensitas cahaya yang rendah ternyata permudaan ramin masih bisa menyediakan jumlah karbohidrat yang sesuai dengan kebutuhan cendawan mikoriza.

Rekapitulasi hasil pengukuran pertumbuhan permudaan alam ramin tinggi (cm) dan diameter (mm) selama 6 bulan yang tumbuh di tempat terbuka, agak terbuka dan di bawah naungan

dapat dilihat pada Tabel 2. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa intensitas naungan sangat berpengaruh kepada pertumbuhan permudaan alam ramin. Ramin yang bersifat semitoleran ternyata tumbuh lebih baik di tempat yang agak terbuka pada waktu masih tingkat semai, dibandingkan dengan di tempat terbuka dan di bawah naungan rapat. Reaksi permudaan ramin tingkat

semai terhadap fluktuasi intensitas cahaya yang diterimanya, selain terlihat dari pertumbuhan, juga ukuran dan tebal daun-daunnya. Permudaan alam ramin yang tumbuh di tempat terbuka memiliki daun yang lebih kecil dan tipis, dibandingkan dengan yang di bawah naungan, sementara di bawah naungan ramin memiliki daun yang lebih lebar dan tebal.

Tabel 2. Rata-rata riap tinggi (cm) dan diameter (cm) permudaan alam ramin di bawah tiga intensitas naungan (*Average height increment (cm) and diameter (cm) of natural regeneration of ramin under three shade intensities*).

Terbuka		Agak terbuka		Di bawah naungan	
Tinggi (cm)	Diam. (cm)	Tinggi (cm)	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Diameter (cm)
14,18	0,213	20,83	0,190	11,88	0,120
17,26	0,181	23,15	0,216	12,48	0,144
22,45	0,322	1865	0,184	10,47	0,154
17,96	0,239	20,88	0,197	11,61	0,139

Sumber : Muin (2003)

Percobaan di Persemaian

Pada Tabel 3 terlihat bahwa cendawan mikoriza meningkatkan pertumbuhan tinggi bibit sebesar 110,15 %, diameter 125,00 %, berat basah 83,53 %, berat kering 109,95 % dan klorofil 42,97 %.

Peningkatan lebih banyak terjadi pada bibit ramin yang disemaikan pada intensitas cahaya 55 % dan 75 % dibandingkan dengan bibit yang disemaikan pada tempat yang terbuka.

Tabel 3. Tinggi, diameter, bobot dan kandungan klorofil bibit ramin bermikoriza pada tiga intensitas naungan (*Height growth, diameter, weight and chlorophyll content of mycorrhizal ramin seedling under three shade intensities*)

Kondisi naungan	Non/Mikoriza	Variabel						
		Tinggi (cm)	Diameter (cm)	Luas daun (cm ²)	Tb daun (mm)	Berat basah (g)	Berat kering (g)	Klorofil (SPAD)
55 %	Non	8,3	0,12	33,10	0,53	12,0	4,2	54,2
	Mikoriza	21,7	0,23	39,66	0,59	25,4	10,3	60,4
75 %	Non	13,1	0,13	41,42	0,58	14,7	5,3	35,2
	Mikoriza	29,5	0,29	48,89	0,60	34,0	13,0	54,9
Terbuka	Non	11,1	0,12	38,65	0,58	22,9	7,1	27,7
	Mikoriza	17,1	0,30	44,57	0,58	31,5	11,5	52,1

Sumber : Muin (2003)

Tabel 4 menunjukkan bahwa indeks mutu bibit ramin yang terkolonisasi CMA lebih tinggi (0,15) daripada yang tidak terkolonisasi (0,06). Dengan peningkatan pertumbuhan dan indeks mutu bibit seperti ini, berarti cendawan mikoriza bisa digunakan untuk memacu pertumbuhan bibit ramin di persemaian. Sudah banyak penelitian

yang membuktikan bahwa CMA mampu meningkatkan serapan fosfor dan pertumbuhan berbagai spesies tanaman, terutama di tanah miskin dan marginal yang mengalami kekurangan fosfat (Sieverding, 1991; Setiadi, 1997; Clark, 1997, Kabir *et al.*, 1997; Bendavid-Val *et al.*, 1997).

Tabel 4. Nisbah pucuk-akar dan indeks mutu bibit ramin terkolonisasi mikoriza pada tiga kondisi intensitas cahaya (*Shoot-root ratio and quality index ramin seedlings colonized with mycorrhiza in three conditions of light intensity*)

Intensitas cahaya	Non mikoriza & bermikoriza	Berat pucuk (g)	Berat akar (g)	Nisbah pucuk : akar	Indeks mutu bibit
55 %	Non mikroiza	2,97	1,23	0,41	0,06
	Mikoriza	6,31	3,98	0,63	0,11
75 %	Non mikroiza	4,07	1,26	0,31	0,05
	Mikoriza	7,28	5,74	0,79	0,13
Terbuka	Non mikoriza	4,90	2,17	0,44	0,07
	Mikoriza	6,89	4,64	0,67	0,20

Sumber : Muin (2003).

Selanjutnya dikemukakan tingkat ketergantungan (RMD) dan persentase respons pertumbuhan (PGR) bibit ramin

yang terinokulasi. Tingkat ketergantungan (RMD) dan persentase respons pertumbuhan (PGR) ramin terhadap

CMA juga tidak dipengaruhi oleh intensitas cahaya yang diterima oleh bibit ramin. Nilai RMD dan PGR pada bibit yang disemaikan di bawah naungan 55 % dan 75 % berada pada kisaran *highly dependen* (59,11 %) dan bibit yang terbukaberada dalam batas *moderately dependent* (38,68 %).

Hasil pengamatan dan analisis keragaman menunjukkan pengaruh fosfat alam chrismast terhadap pertumbuhan tinggi, diameter, jumlah daun, berat basah dan berat kering serta kandungan klorofil bibit ramin yang sudah diikolonisasi dengan CMA. Pemupukan dengan fosfat alam chrismast sebanyak 0,50 – 0,75 g/500 gambut merupakan yang terbaik untuk meningkatkan pertumbuhan bibit ramin yang terkolonisasi CMA.

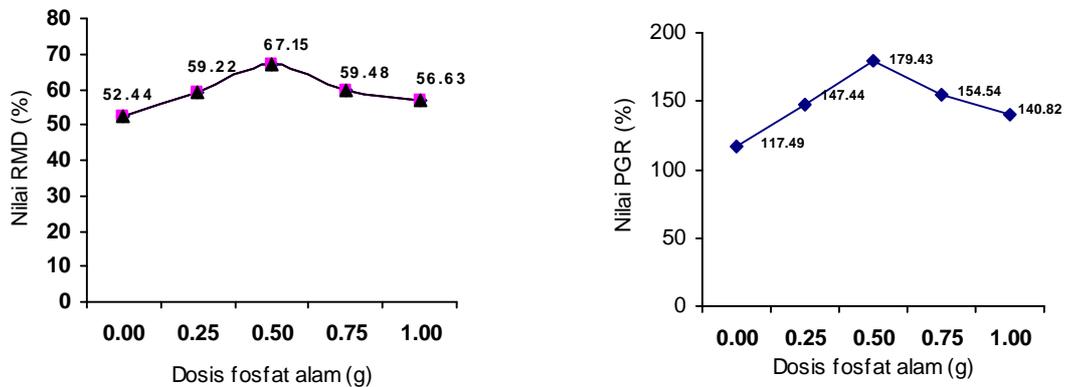
Pengaruh pemberian fosfat alam chrismast terhadap perkembangan cendawan mikoriza dapat dilihat dari persentase infeksi yang terbentuk pada akar dan jumlah spora CMA di bawah tiga kondisi intensitas cahaya. Hasil analisis menunjukkan bahwa dosis fosfat alam chrismast berpengaruh nyata terhadap infeksi akar bibit ramin, sedangkan terhadap jumlah spora di dalam wadah pembibitan tidak menunjukkan pengaruh yang nyata.

Jumlah spora lebih dipengaruhi oleh intensitas cahaya yang diterima oleh bibit ramin. Persentase infeksi tertinggi terjadi pada akar bibit ramin yang diberi fosfat alam sebanyak 0,50 g/polybag sampai 0,75 g/polybag dan berbeda nyata sampai sangat nyata dibandingkan dengan tanpa pupuk, dosis 0,25 g/polybag dan 1,00 g/polybag. Berdasarkan hasil analisis, sporulasi lebih banyak terjadi pada media pembibitan yang ditempatkan di bawah naungan sharlon dengan intensitas cahaya 75 %. Dengan memberikan fosfat alam chrismast sebanyak 0,50-0,75 g/polibag meningkatkan kolonisasi CMA pada akar sebesar 64,00 - 67,11 %. Tingkat kolonisasi menjadi rendah pada bibit ramin yang dipupuk dengan fosfat alam sebanyak 1,00 g/polybag.

Tingkat ketergantungan (RMD) bibit ramin setelah dipupuk dengan fosfat alam chrismast berkisar antara 52,44 % sampai dengan 67,15 % atau rata-rata 58,98 %. Ini berarti tingkat ketergantungan bibit ramin yang terkolonisasi CMA setelah dipupuk dengan fosfat alam cukup tinggi (*highly dependent*), karena berada dalam kisaran 50%-75%. Persentase respon pertumbuhan bibit terhadap CMA juga sangat tinggi, karena lebih lebih dari

100 %. Perbedaan nilai RMD dan PGR sebagai akibat pemupukan dengan fosfat

alam chrismast dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Pengaruh fosfat alam chrismast terhadap nilai RMD dan PGR bibit ramin (*Effect of chrismast rock phosphate to RMD and PGR values of ramin seedlings*). Sumber Muin (2003).

Memperhatikan nilai indeks mutu bibit ramin pada Tabel 5, ternyata fosfat alam dapat meningkatkan kualitas bibit ramin yang diinokulasi dengan CMA. Memberikan fosfat alam sebanyak 0,25 g/polybag belum cukup untuk meningkatkan kualitas bibit ramin dan lebih dari 0,50 g/polybag menyebabkan kualitas bibit ramin semakin menurun.

tersebut masih lebih tinggi daripada bibit ramin terkolonisasi CMA yang tidak dipupuk dengan fosfat alam chrismast. Meningkatnya kualitas bibit ramin tersebut sebagai akibat meningkatnya peranan CMA dalam memanfaatkan hara (khususnya P) yang terdapat dalam fosfat alam sebagaimana diuraikan di atas.

Meskipun demikian, kualitas bibit ramin

Tabel 5. Indeks mutu bibit ramin yang dipupuk dengan chrismast rock phosphate (*Ramin seedling quality index were fertilized with chrismast rock phosphate*)

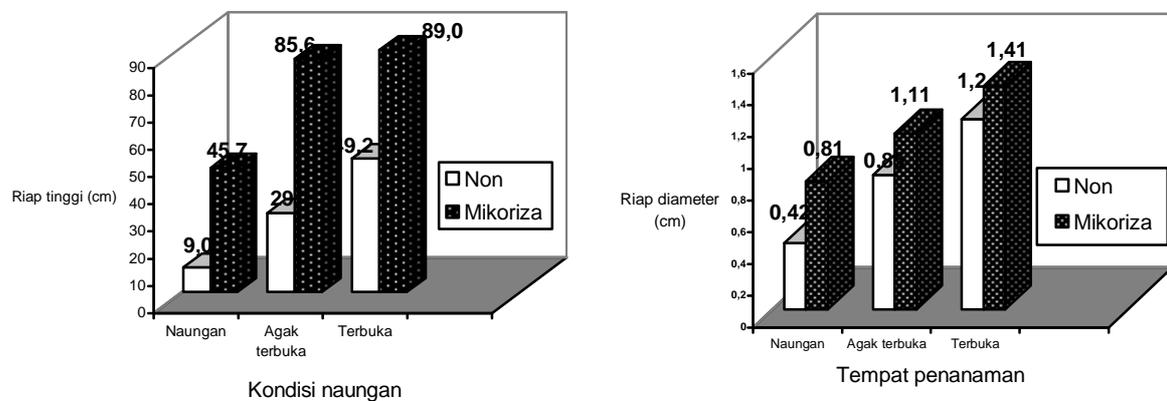
Dosis chrismast g/polybag)	Berat kering (g)	Nisbah tinggi dan diameter	Nisbah pucuk-akar	Indeks mutu bibit ramin
Non CMA & chr	5,15	90,15	2,64	0,06
CMA tanpa Chr	11,61	84,33	1,45	0,14
0,25 chr & CMA	13,40	69,93	1,43	0,19
0,50 chr & CMA	16,80	71,43	1,36	0,23
0,75 chr & CMA	13,69	60,64	1,38	0,22
1,00 chr & CMA	12,87	62,86	1,77	0,20

Sumber : Muin, 2003.

Penanaman pengayaan ramina pada areal bekas tebangan hutan rawa gambut

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman ramina yang diinokulasi dengan CMA sewaktu berada di persemaian, ternyata hidup dan tumbuh dengan baik setelah ditanam di areal

bekas tebangan. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa sampai dengan umur 18 bulan tidak terlihat tanaman yang mati di tempat yang terbuka, agak terbuka dan di tempat yang tertutup naungan, atau dengan kata lain persentase hidupnya 100%.



Gambar 2. Pertumbuhan tinggi (cm) dan diameter (cm) tanaman ramina (*G. bancanus*) terinokulasi CMA pada tiga kondisi naungan (*Height (cm) and diameter (cm) growth of ramina (G. bancanus) inoculated AMF on three shade conditions*). Sumber : Muin (2003)

Berdasarkan hasil pengamatan terhadap pertumbuhan tinggi dan diameter (Gambar 2), ternyata CMA sangat berperan dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman ramina yang ditanam di areal bekas tebangan. Meskipun areal bekas tebangan masih mengandung vegetasi dengan berbagai jenis dan tingkat pertumbuhannya, namun tanaman ramina yang bermikoriza bisa tumbuh dengan cepat. Dari data yang tersedia, ternyata pertumbuhan tanaman lebih cepat jika dibandingkan

dengan permudaan alam ramina tingkat semai di lokasi yang sama. Rerata pertambahan tinggi permudaan alam pada areal bekas tebangan selama 18 bulan hanya 39,40 cm dengan diameter 0,44 cm. Sementara bibit yang ditanam dengan menggunakan bibit berasal dari persemaian dan sudah diinokulasi dengan CMA, rerata pertambahan tingginya 73,40 cm (berbeda 34,08 cm) dengan diameter 1,11 cm (berbeda 0,67 cm).

Ini menunjukkan bahwa tanaman yang bermikoriza memiliki kemampuan bersaing dengan vegetasi yang ada di sekitarnya. Hifa ekstraseluler yang terdapat pada akar bibit ramin mampu meningkatkan daya serap air dan hara, sehingga pertumbuhan awal menjadi lebih cepat. Menurut Moora dan Zobel (1998) jika CMA meningkatkan pertumbuhan bibit, hal ini juga akan mempengaruhi kemampuan bersaing dan akan membuat persaingan antara tanaman muda dengan pohon yang sudah dewasa menjadi lebih seimbang. Tanaman yang diinokulasi dengan cendawan mikoriza umumnya memiliki sistem perakaran yang lebih luas, karena hifa cendawan lebih panjang dan dapat menyebar secara cepat di dalam tanah, sehingga menurut Liu *et al.* (2000) menjadi penting untuk mengoptimalkan fungsi akar. Selain itu, pertumbuhan awal tanaman bermikoriza lebih cepat dibandingkan dengan tidak bermikoriza, sebagaimana dinyatakan oleh Mansur (1999).

KESIMPULAN DAN SARAN

Penggunaan cendawan mikoriza arbuskula (CMA) dan fosfat alam dapat memperbaiki kualitas bibit ramin (*Gonystylus bancanus* (Miq). Kurz)

yang akan digunakan untuk penanaman pengayaan hutan rawa gambut. Hal ini ditunjukkan dari hasil penelitian bahwa ramin yang tumbuh secara alam berasosiasi dengan cendawan mikoriza arbuskula. Bibit ramin yang mendapat perlakuan inokulasi mikoriza dan fosfat alam di persemaian tumbuh lebih baik dibandingkan dengan tanpa inokulasi mikoriza dan fosfat alam. Bibit ramin yang sudah mendapat perlakuan mikoriza dan fosfat alam di persemaian ternyata tumbuh baik dan cepat dengan persentase hidup 100 % sebagai tanaman pengayaan di areal bekas tebangan yang agak terbuka dan terbuka.

Penanaman ramin (*G. Bancanus* Miq. Kurz) pada areal bekas tebangan harus menggunakan bibit yang berkualitas tinggi agar memiliki daya saing yang tinggi. Untuk memperoleh bibit semacam itu, maka sebaiknya bibit ramin tersebut diinokulasi dengan cendawan mikoriza dan fosfat alam dengan dosis 0,5 – 0,75 g/polibag (500g gambut).

DAFTAR PUSTAKA

Bendavid-Val R, Rabinowitch HD, Katan J, Kapulnik Y. 1997. Viability of Va-mycorrhizal fungi following soil solarization and fumigation. *Plant and Soil* 195 : 185-193.

- Berta G, Trotta A, Fusconi A, Hooker JE, Munro JE, Atkinson D, Giovannetti M, Morini S, Fortuna P, Tisserant B, Gianinazzi-Pearson V and Gianinazzi S. 1995. Arbuscular mycorrhizal induced changes to plant growth and root system morphology in *Prunus cerasifera*. *Tree physiology* 15 : 281-293.
- Clark RB. 1997. Arbuscular mycorrhizal adaptation, spore germination, root colonization, and host plant growth and mineral acquisition at low pH. *Plant and Soil* 192 : 15-22.
- Kabir, Z, O'Halloran IP, Fyles JW, Hamel C. 1997. Seasonal changes of arbuscular mycorrhizal fungi as affected by tillage practices and fertilization : Hyphal density and mycorrhizal root colonization. *Plant and Soil* 192 : 285-293.
- Liu A, Hamel C, Hamilton RI and Smith DL. 2000. Mycorrhizae formation and nutrient uptake of new corn (*Zea mays* L.) hybrids with extreme canopy and leaf architecture as influenced by soil N and P levels. *Plant and Soil* 22 : 157-166.
- Mansur I. 1999. Dual inoculation effects of rhizobial and AMF isolates on early growth and nitrogen fixation of *Paraserianthes falcataria*. Di dalam : Smith FA, Kramdibrata K, Simanungkalit RDM, Sukarno N, Nuhamara ST, editor. *Proceedings International Conference on Mycorrhizas in Sustainable Tropical Agriculture and Forest Ecosystems*; Bogor, Indonesia Oct. 27-30,1997. Research and Development Centre for Biology-LIPI Bogor-IPB Bogor- Univ. Adelaide Australia. hlm175-177.
- Moora M and Zobel M. 1998. Can arbuscular mycorrhiza change the effect of root competition between conspecific plants of different ages ?. *Can. J. Bot.* 76 : 613-619.
- Morgan J. 1999. *Forestry Tree Seedlings. Best Practice in Supply, Treatment and Planting.* Bulletin 121. Forestry Commission, Edinburgh. 44p.
- Muin A dan Purwita T. 2000. Intensitas cahaya untuk pemeliharaan permudaan dan penanaman ramin (*Gonystylus bancanus* Miq. Kurz) pada areal bekas tebangan eks HPH. PT. Munsim, PT. Inhutani II. MKI, VI : 9-13.
- Muin A. 2003. Pertumbuhan bibit ramin (*Gonystylus bancanus* Miq. Kurz) dengan inokulasi cendawan mikoriza arbuskula (CMA) pada berbagai intensitas cahaya dan dosis fosfat alam. Makalah dalam seminar Disertasi Pascasarjana-IPB, Tidak Diterbitkan.
- Rostiwati T dan Muin A. 2005. Sifat toleransi anakan ramin (*Gonystylus bancanus* (Miq.) Kurz) terhadap naungan melalui pendekatan karakter morfologi dan anatomi daun. *Jur. Penel. Hutan dan Kons. Alam.* Vol II (6) :609-617.
- Setiadi Y. 1997. Peranan mikoriza arbuskula untuk hutan tanaman industri. Di dalam : Wiroidjojo S, Frasser A, Leppe D, Noor M, Effendi R, editor. *Proceedings of Seminar on Mycorrhizae*; Balikpapan, 28 Februari, 1997. Ministry of Forestry-ODA/UK-Int. Trop. For. Manag. Project-FORDA. hal 41-57.

Sieverding E. 1991. Vesicular-Arbuscular Mycorrhiza Management in Tropical Agrosystems. DetscheGesellschaft fur Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH-Technical Cooperation-Federal Republic of Germany. Eschborn.

Naskah masuk 10 Desember 2010
Naskah diterima 4 Januari 2011