

## **TANGGAP SEMAI SENGON [*Paraserianthes falcataria* (L) Nielsen] TERHADAP INOKULASI GANDA CENDAWAN MIKORIZA ARBUSKULAR DAN *Rhizobium* sp.**

### **RESPONSE OF SENGON [*Paraserianthes falcataria* (L) Nielsen] SEEDLINGS ON DOUBLE INOCULATION OF ARBUSCULAR MYCORRHIZAE FUNGI AND *Rhizobium* sp**

**Abimanyu D. Nusantara**

*Program Studi Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian UNIB*

#### **ABSTRACT**

The aim of this research was to compare the effect of arbuscular mycorrhizae fungi (AMF) and *Rhizobium* inoculation on growth, nodulation, root infection by mycorrhiza, and N and P concentration of 16 weeks after planting (WAP) old sengon seedlings. Research was conducted by Completely Randomized Design with four treatments which is control or no inoculation ( $M_0$ ), *Rhizobium* inoculation ( $M_1$ ), AMF inoculation ( $M_2$ ), and AMF + *Rhizobium* inoculation ( $M_3$ ) and replicated four times. Research results showed that dual inoculation of AMF + *Rhizobium* gave higher effect for sengon seedlings growth than single inoculation of AMF or *Rhizobium*, dual inoculation of AMF + *Rhizobium* gave 17.21 cm height, 3.04 mm stem diameter, 52 total of leaf, 2.22 g shoot dry weight, 0.21 g root dry weight, 5.66 strength of seedlings value, 13.77% effective nodules, 2.50% infected root by AMF, 4.30% N and 0.22% P of 16 WAP old sengon seedlings.

Key words : arbuscular mycorrhizae, *Rhizobium*, *Paraserianthes falcataria*

#### **ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan pengaruh inokulasi CMA dan *Rhizobium* terhadap pertumbuhan, pembintilan, infeksi akar oleh mikoriza dan kadar hara N dan P pada semai sengon (*Paraserianthes falcataria*) umur 16 minggu setelah tanam (MST). Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap dengan empat perlakuan masing-masing adalah kontrol ( $M_0$ ), diinokulasi *Rhizobium* sp. ( $M_1$ ), diinokulasi CMA ( $M_2$ ), dan diinokulasi CMA + *Rhizobium* sp. ( $M_3$ ) yang diulang empat kali. Dari tujuan dan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa inokulasi ganda CMA + *Rhizobium* memberikan pengaruh kepada pertumbuhan semai sengon yang lebih baik daripada inokulasi tunggal CMA atau *Rhizobium*, pada 16 MST, inokulasi ganda CMA + *Rhizobium* menghasilkan tinggi tanaman sebesar 17,21 cm, garis tengah batang 3,04 mm, jumlah anak daun 52 buah, bobot kering tajuk 2,22 g, bobot kering akar 0,21 g, nisbah tajuk akar 0,21, nilai kekokohan semai 5,66; bintil akar efektif 13,77%, persen akar terinfeksi sebesar 2,50; kadar N dan P jaringan masing-masing sebesar 4,30 dan 0,22%.

Kata kunci : mikoriza arbuskula, *Rhizobium*, *Paraserianthes falcataria*

#### **PENDAHULUAN**

Sengon (*Paraserianthes falcataria*) merupakan salah satu pohon kayu yang banyak dimanfaatkan dalam pembangunan Hutan Tanaman Industri (HTI) di Indonesia karena berasal dari Asia Tenggara (Ishii *et al.*, 1994).

Sengon bersimbiosis dengan rhizobia (Setiadi, 1989) dan mikoriza arbuskular (Dela Cruz *et al.*, 1988), dan ketahanan hidupnya tinggi pada berbagai kondisi lahan (Akbar dan Hendromono, 1992). Oleh sebab itu sengon sangat baik untuk meningkatkan kesuburan tanah-tanah marjinal. Pada umur 6 tahun sengon

mampu menghasilkan kayu bulat sebesar  $156 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  (Leksono, 1998) dan kayunyapun kegunaannya beragam.

HTI umumnya dilaksanakan pada tanah-tanah dengan tingkat kesuburan rendah seperti tanah Ultisol di Bengkulu. Tanah Ultisol memiliki sifat kemasaman tinggi, bahan organik rendah, kapasitas tukar ionnya rendah dan ketersediaan unsur haranya rendah, dan kandungan Al dan Fe tinggi (Hardjowigeno, 1996). Penggunaan pupuk buatan yang berlebihan dapat menyebabkan pencemar air dan tanah. Oleh sebab itu penggunaan jasad hidup yang bersimbiosis dengan tanaman hutan merupakan alternatif yang perlu dipertimbangkan.

Para peneliti telah melaporkan keberhasilan simbiosis cendawan mikoriza arbuskular (CMA) dengan *Rhizobium* dalam meningkatkan pertumbuhan dan mutu semai pohon misalnya akasia (Sophie dan Wahyu, 1998) atau jati (Corryanti dan Rohayati, 2000) dan untuk merehabilitasi lahan kritis (Haselwandter dan Bowen, 1996; Suciatmih *et al.*, 1997; Setiadi, 2000). Inokulasi *Rhizobium* bersama-sama dengan cendawan mikoriza arbuskular pada tanaman *Acacia auriculiformis* menghasilkan pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan dengan pemberian *Rhizobium* atau mikoriza saja, dan interaksi antara CMA dengan *Rhizobium* dapat meningkatkan sematan N oleh tanaman yang tumbuh pada tanah yang miskin unsur P (Sophie dan Wahyu, 1998). Mansur (1997) telah melaporkan berhasilnya inokulasi ganda mikoriza arbuskular dan *Rhizobium* dalam meningkatkan pertumbuhan, pembintilan dan aktivitas sematan nitrogen hayati pada semai sengon. Namun demikian penelitian tersebut dilakukan hanya sampai umur 6 minggu dan dilakukan pada media tumbuh buatan. Karena itu dipandang perlu untuk melakukan penelitian sejenis namun dengan menggunakan media alami yaitu tanah asli dari lapangan.

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan pengaruh inokulasi CMA dan *Rhizobium* terhadap pertumbuhan, pembintilan, infeksi akar oleh mikoriza dan kadar hara N dan P pada semai sengon (*Paraserianthes falcataria*).

## METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei-Nopember 2002 di Laboratorium Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu. Penelitian dilaksanakan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan yaitu kontrol (tanpa inokulasi) ( $M_0$ ), inokulasi *Rhizobium* sp. ( $M_1$ ), inokulasi CMA ( $M_2$ ), dan inokulasi CMA + *Rhizobium* sp. ( $M_3$ ) yang diulang empat kali.

Inokulum CMA berupa propagul cendawan mikoriza dan potongan akar sorgum yang disimpan pada media zeolit. Inokulan *Rhizobium* sp diambil dari bintil akar produktif tanaman sengon yang terlebih dulu disterilkan dengan alkohol 96%, dibilas 3 kali dengan aquades, dan kemudian digerus. Hasil gerusan dimasukkan ke dalam cawan petri yang sudah diberi media agar. Biakan *Rhizobium* tersebut diinkubasi selama 3 hari dan kemudian dimurnikan dengan menggunakan media manitol selama 5 hari di Laboratorium Biologi Tanah Fakultas Pertanian UNIB. Pematangan dormansi pada biji sengon dilaksanakan dengan cara merendam biji dalam air panas selama 15 menit, kemudian direndam dengan air dingin selama 24 jam. Setelah itu dicuci dengan air bersih. Media kecambah sengon adalah pasir sungai steril, kemudian pasir steril dimasukkan ke empat buah bak. Bak pertama ditambah hanya berisi pasir steril saja (kontrol), bak kedua ditambah inokulan *Rhizobium* dengan kerapatan  $5 \times 10^{-9}$  sel, bak ketiga diberi 5 g inokulan mikoriza, bak keempat diberi campuran inokulan *Rhizobium* sp. dan mikoriza. Bibit umur 2 minggu kemudian dipindahkan ke dalam polybag yang telah disiapkan, pemindahan dilaksanakan pada sore hari, yang dipilih adalah bibit yang kenampakan pertumbuhannya relatif seragam ditinjau dari tinggi dan garis tengah batangnya. Polybag diletakkan pada bedeng saph yang dinaungi dengan paranet berukuran  $2 \times 1,5 \text{ m}$  dan dindingnya dari plastik tembus pandang. Selama pertumbuhan dilakukan penyiraman sehari sekali dan pembersihan gulma.

Media tanam yang digunakan adalah tanah

Ultisol yang diambil dari lahan di sekitar Perumnas UNIB dengan kedalaman 20 cm dari permukaan tanah yang sifat-sifatnya disajikan pada Tabel 1. Tanah tersebut dikering anginkan,

dihaluskan dan diayak dengan mata saring ukuran 2 mm. Setelah diayak tanah dimasukkan ke dalam polybag.

Tabel 1: Sifat-sifat tanah seri Kandanglimun Bengkulu yang digunakan dalam penelitian ini

Sifat tanah yang diamati	Hasil analisis	Metode
pH (H <sub>2</sub> O)	5,15	pH meter – gelas elektroda
(KCl)	4,16	pH meter – gelas elektroda
C organik (%)	2,36	Modifikasi Kurnies
N (%)	0,20	Kjeldahl
P (µg P g <sup>-1</sup> tanah)	13,37	Bray II
K (me %)	0,36	NH <sub>4</sub> OAc pH 7,0
Al <sup>3+</sup> (me %)	3,47	Oksalat
KTK {cmol(-) kg <sup>-1</sup> tanah}	11,70	NH <sub>4</sub> OAc pH 7,0
BV (kg m <sup>-3</sup> )	1015,00	Cincin baja

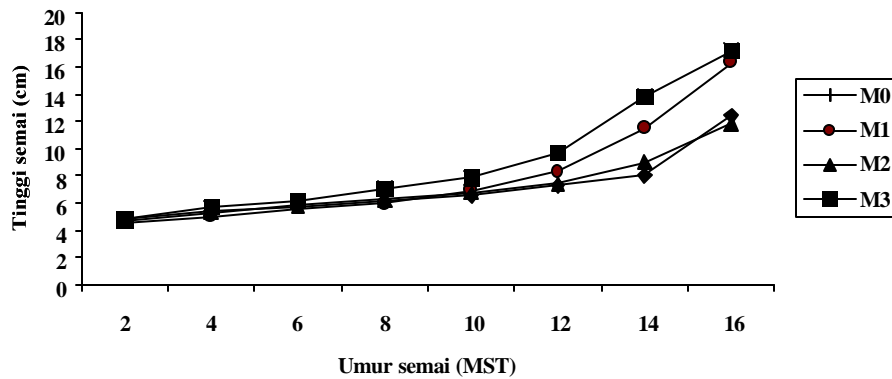
Tinggi tanaman (cm), garis tengah semai (cm), dan jumlah daun diamati secara kontinyu dari minggu ke 2 sampai dengan ke 16. Percobaan diakhiri pada minggu ke 16 dan dilakukan pengukuran bobot kering semai (g), kadar hara N dengan metoda Kjeldahl, kadar P dengan destruksi basah (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat + HNO<sub>3</sub> pekat) yang kemudian diukur dengan spektrofotometer, persen akar terinfeksi CMA dengan metoda Setiadi (1989), persen bintil akar efektif dihitung berdasarkan proporsi bintil akar berwarna merah muda terhadap keseluruhan bintil yang ada, nisbah tajuk akar berdasarkan nisbah bobot kering akar terhadap bobot kering tajuk, dan nilai kekokohan semai yaitu nisbah antara tinggi dengan garis tengah batang.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

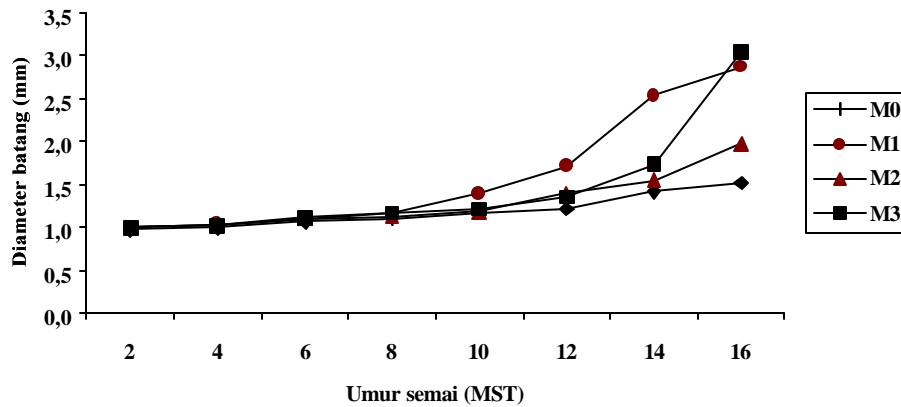
Inokulasi *Rhizobium*, CMA, dan CMA + *Rhizobium* ditanggapi secara berbeda-beda

oleh semai sengon yang ditunjukkan oleh perubahan tinggi, garis tengah batang dan jumlah anak daun semai sengon pada umur 2 sampai 16 minggu setelah tanam (MST) (Gambar 1,2)

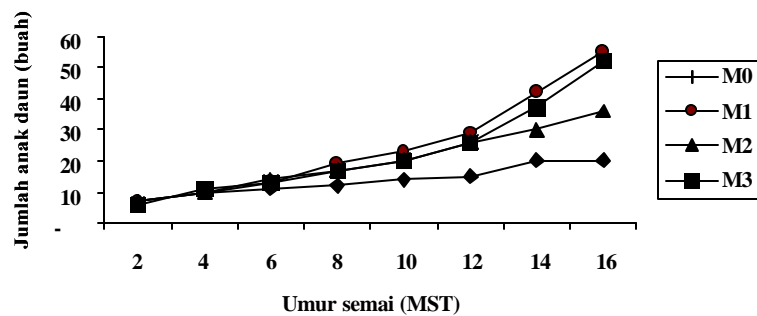
Inokulasi jasad renik sudah berpengaruh nyata meningkatkan jumlah anak daun pada umur 2 minggu setelah tanam (MST), sedangkan pada tinggi semai dan garis tengah batang baru berpengaruh nyata pada 8 MST dan 14 MST. Namun demikian pada tinggi dan jumlah anak daun semai Sengon, pengaruh nyata tersebut berubah menjadi tidak nyata pada minggu-minggu sesudahnya dan baru berpengaruh nyata kembali pada 14 MST. Pada 16 MST inokulasi CMA, *Rhizobium*, dan CMA + *Rhizobium* meningkatkan secara nyata peubah pertumbuhan semai sengon namun menurunkan secara nyata Nilai Kekokohan Semai yang turun (Tabel 2).



Gambar 1. Tinggi batang semai Sengon pada 2 sampai 16 MST



Gambar 2. Garis tengah batang semai Sengon pada 2 sampai 16 MST



Gambar 3. Jumlah anak daun semai Sengon pada 2 sampai 16 MST.

Pengaruh inokulasi baru menampakkan hasil nyata pada 16 MST diduga disebabkan oleh tiga hal berikut ini. **Pertama**, diduga kar-

bohidrat dari biji tidak mampu mencukupi kebutuhan untuk metabolisme simbiotik pada awal pertumbuhan dan tanaman harus menye-

diakannya melalui fotosintesis. Atkins dan Rainbird (1982) menyatakan untuk melangsungkan sematan nitrogen hayati dibutuhkan 1,13 sampai 2,37 mol glukosa per mol N<sub>2</sub> yang disemat. Paul dan Clark (1989) menyatakan 4 sampai 14% karbon total yang difotosintesis akan dialokasikan ke mikoriza yang bersimbiosis dengan tanaman. Terbatasnya jumlah anak daun sampai dengan 14 MST menyebabkan karbon hasil fotosintesis tidak dapat dialokasikan untuk simbiosis di akar, fotosintat lebih

diutamakan untuk menjamin agar semai sengon mampu bertahan hidup. Seiring dengan bertambahnya waktu, jumlah anak daun semakin bertambah banyak sehingga sebagian fotosintat dapat ditranslokasikan ke tajuk dan akar untuk menggerakkan simbiosis dengan *Rhizobium* dan mikoriza (Husin *et al.*, 2000). Hubungan antara jumlah anak daun 16 MST (JAD) dengan bobot kering tajuk (BKT) dan bobot kering akar (BKA) dinyatakan dalam bentuk persamaan sebagai berikut :

$$\text{BKT} = -0,60 + 0,05 \text{ JAD} \quad (R^2 = 0,72^{**})$$

$$\text{BKA} = -0,98 + 0,07 \text{ JAD} - 6,79 \times 10^{-4} \text{ JAD}^2 \quad (R^2 = 0,64^{**})$$

Tabel 2. Rerata beberapa peubah pertumbuhan sengon pada 16 MST sebagai akibat inokulasi CMA, *Rhizobium*, dan CMA + *Rhizobium*

Perlakuan	Tinggi (cm)	Garis tengah batang (mm)	Jumlah anak daun (buah)	Bobot Kering Tajuk (g)	Bobot Kering Akar (g)	Nisbah Tajuk Akar	Nilai Kekokohan Semai
M <sub>0</sub>	12,43 a	1,51 b	20 c	0,14 c	0,02 b	0,12 b	8,32 a
M <sub>1</sub>	16,35 a	2,86 a	55 a	1,83 ab	0,48 a	0,21 ab	5,72 b
M <sub>2</sub>	11,85 a	1,97 b	36 b	1,41 b	0,59 a	0,32 a	6,25 b
M <sub>3</sub>	17,21 a	3,04 a	52 a	2,22 a	0,61 a	0,21 ab	5,66 b
F <sub>hitung</sub>	2,80 tn	7,03 **	26,11 **	15,53 **	10,75 **	3,81 *	3,99 *

Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata pada DMRT 5%, \*\* = berbeda sangat nyata ( $p < 0,01$ ), \* = berbeda nyata ( $p < 0,05$ ), tn = tidak nyata

Jumlah anak daun 16 MST dengan bobot kering akar membentuk hubungan kuadratis yang menunjukkan adanya batas maksimum jumlah anak daun yang menentukan besarnya bobot kering akar atau dengan kata lain ada batas maksimum translokasi fotosintat ke akar. Nisbah tajuk akar merupakan indikasi ada tidaknya cekaman pada akar tanaman. Meningkatnya nisbah tajuk akar menunjukkan terjadinya pemusatan translokasi fotosintat pada tajuk tanaman daripada akar tanaman. Namun demikian meningkatnya bobot kering akar pada tanaman yang diinokulasi menunjukkan terjadinya peningkatan translokasi fotosintat ke akar yang lebih baik dibandingkan pada semai yang tidak diinokulasi (Smith dan Smith, 1995). Ini sekaligus merupakan bukti perlunya aliran karbon hasil fotosintesis untuk menghidupi simbiosis yang ada di dalam akar tanaman. Daya tahan semai di la-

pangan berhubungan erat dengan nilai kekokohan semai. Menurunnya nilai kekokohan semai sengon pada 16 MST menunjukkan bahwa semai tersebut belum layak dipindahkan ke lapangan karena jumlah cadangan makanan yang disimpan dalam batang belum memadai (Gardner *et al.*, 1991).

**Kedua**, ada ketidaksesuaian antara *Rhizobium* dengan CMA yang digunakan. Suhardi *et al.* (1997) melaporkan peningkatan biomassa sengon pada Ultisol Jasinga hanya terjadi jika diinokulasi dengan *Glomus manihotis* dan *Rhizobium* isolat PflnU 16.2. Mansur (1997) melaporkan kombinasi *G. manihotis* INDO-1 + *Rhizobium* PFP 225 menghasilkan pengaruh yang lebih besar daripada pasangan *Gigaspora rosea* EC3 + *Rhizobium* PFL 134. CMA dalam penelitian ini memang didominasi oleh *Glomus* sp. namun demikian kom-

patibilitasnya dengan *Rhizobium* sp. belum pernah diuji.

**Ketiga**, CMA memerlukan waktu yang cukup lama untuk membentuk struktur yang diperlukan dalam simbiosisnya, yaitu hifa, arbuskula, dan vesikula, jika kondisi media media tumbuhnya tidak menguntungkan. Simbiosis CMA pada sengon baru terbentuk 6 MST jika ditumbuhkan pada media buatan yang haranya cukup, dan 16 MST jika ditumbuhkan pada tanah Ultisol (Subroto, 2002), bahkan pada tanah masam bekas tambang emas memerlukan waktu yang lebih lama lagi yaitu 36 MST (Suciati *et al.*, 1997). Media tumbuh yang digunakan dalam penelitian ini adalah Ultisol dengan

tingkat kesuburan rendah, pH rendah dan Al tertukar tinggi (Tabel 1). Ketersediaan hara, baik makro maupun mikro, telah dilaporkan merupakan salah satu penentu keberhasilan simbiosis CMA dan *Rhizobium* pada tanaman hutan (Setiadi, 1989). Kemasaman tanah dilaporkan dapat mengurangi panjang hifa dan aluminium dapat menekan perkecambahan spora dan pertumbuhan serta perkembangan hifa (Rohyadi *et al.*, 2000).

Inokulasi CMA, *Rhizobium*, dan CMA + *Rhizobium* meningkatkan persen bintil akar efektif dan akar terinfeksi *Glomus* sp. dan kadar N dan P jaringan semai sengon pada 16 MST (Tabel 3).

Tabel 3. Rerata persen bintil akar efektif dan akar terinfeksi CMA, kadar N dan P jaringan semai sengon pada 16 MST.

Perlakuan	Bintil akar efektif (%)	Akar terinfeksi CMA (%)	Kadar N jaringan (%)	Kadar P jaringan (%)
M <sub>0</sub>	0 b	0 c	2,48 c	0,16 b
M <sub>1</sub>	11,45 ab	10,00 b	4,05 a	0,19 b
M <sub>2</sub>	0 b	17,50 a	3,61 b	0,35 a
M <sub>3</sub>	13,77 a	25,50 a	4,30 a	0,22 b
F <sub>hitung</sub>	4,22 *	30,67 **	38,44 **	4,27 *

Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata pada DMRT 5%, \*\* = berbeda sangat nyata (p < 0,01), \* = berbeda nyata (p < 0,05).

Tidak terbentuknya bintil akar dan tidak terinfeksi akar dengan CMA pada perlakuan kontrol (M<sub>0</sub>) menunjukkan bahwa tanah yang digunakan dalam penelitian tidak mengandung spora bakteri *Rhizobium* dan propagul *Glomus* sp (Husin *et al.*, 2000), atau kondisi tanah yang tidak menguntungkan menyebabkan jasad hidup pribumi tidak dapat membentuk simbiosis sempurna dengan tanaman inang (Bordelau dan Prevost, 1994; Rohyadi *et al.*, 2000). Selain itu, tidak semua jenis *Rhizobium* mampu menginfeksi tanaman inang dan membentuk bintil akar, serta menambat N dari udara. Keefektifan menambat nitrogen tergantung dari galur *Rhizobium* dan varietas legum dan diantara keduanya ada keterpaduan genetik (Setiadi, 1989; Lindemann dan Glover, 2001). Kesesuaian antara tanaman inang dan *Rhizobium* akan menghasilkan bintil akar yang efektif yang di-

irikan dengan warna merah muda dalam bintil akar yang disebabkan adanya leghaemoglobin.

Terinfeksi akar oleh CMA pada semai yang diinokulasi *Rhizobium* (M<sub>1</sub>) menunjukkan bahwa inokulan *Rhizobium* mampu membantu perkembangan propagul mikoriza yang ada dalam tanah miskin P (Ganry *et al.*, 1982; Redecker *et al.*, 1997). *Rhizobium* memasok nitrogen untuk tanaman inang dan simbiosis mitranya. Adanya pasokan nitrogen ke tanaman inang dapat meningkatkan pembentukan dan translokasi fotosintat yang diperlukan untuk bekerjanya simbiosis CMA dengan tanaman. Hal ini terbukti dari adanya hubungan antara kadar N jaringan tanaman (N) dengan persen akar terinfeksi CMA (AT) sebagai berikut :

$$AT = - 20,29 + 9,08 N (R^2 = 0,55 **).$$

Sebaliknya inokulasi CMA (M<sub>2</sub>) sekalipun mampu meningkatkan kadar P jaringan namun

pada kadar P tersebut semai sengon belum mampu menggerakkan simbiosisnya dengan *Rhizobium* yang terbukti dari tidak terbentuknya bintil akar efektif. Antara kadar P jaringan tanaman dengan jumlah bintil akar efektifpun tidak membentuk hubungan matematis yang secara statistik nyata.

Inokulasi CMA dalam penelitian ini meningkatkan kadar P jaringan semai sengon sebagaimana telah dilaporkan pada penelitian-penelitian sebelumnya (Santoso, 1991; Rela, 1999). Ini disebabkan hifa eksternal mikoriza tersebut membantu melarutkan bentuk-bentuk P tidak tersedia dalam tanah dan juga melindungi tudung akar dari pelukaan oleh ion-ion logam, misalnya  $Al^{3+}$ , yang banyak dijumpai pada tanah Ultisol. Husin *et al.* (2000) menyatakan unsur hara berhubungan erat dengan persentase akar terinfeksi. Dalam penelitian ini diperoleh hubungan antara persen akar terinfeksi CMA (AT) dengan kadar P jaringan (P) sebagai berikut:

$$P = 0,15 + 0,01 AT (R^2 = 0,27^*)$$

Rendahnya koefisien determinasi menunjukkan rendahnya sumbangan CMA terhadap kadar P jaringan, diduga ada proses lain yang menyebabkan meningkatnya kadar P jaringan. Persen akar terinfeksi dalam hal ini hanyalah merupakan gambaran keberadaan adanya struktur mikoriza dalam akar tanaman, yaitu hifa, arbuskula, dan vesikula. Kandungan P dalam persamaan tersebut diduga berkaitan erat dengan jumlah vesikula yang ada di akar karena vesikula merupakan tempat penyimpanan cadangan makanan (Paul dan Clark, 1989).

Hifa mikoriza juga membantu serapan hara lainnya yang kemudian membantu pembintilan dan aktivitas sematan  $N_2$  oleh *Rhizobium* (Setiadi, 1989). Hubungan matematis antara persen akar terinfeksi (AT) dengan kadar N jaringan (N) adalah sebagai berikut:

$$N = 2,60 + 0,15 AT - 0,003 AT^2 (R^2 = 0,69^{**})$$

Hubungan matematis demikian menunjukkan adanya batas maksimum sumbangan miko-

riza terhadap sematan nitrogen hayati oleh *Rhizobium* pada semai sengon.

Unsur N dan P hasil aktivitas simbiotik mempunyai peranan yang sangat penting dalam pertumbuhan tanaman karena terlibat langsung dalam pembentukan khlorofil, merangsang pertumbuhan vegetatif dan metabolisme fosfat dalam jaringan tanaman (Gardner *et al.*, 1991) yang pada akhirnya akan berakibat kepada pembentukan bahan kering yang terlihat dari adanya hubungan matematis antara kadar N dan P dengan bobot kering tajuk dan bobot kering akar tanaman sebagai berikut :

$$BKT = - 2,55 + 1,02 N + 1,13 P (R^2 = 0,79^{**})$$

$$BKA = - 0,78 + 0,28 N + 0,88 P (R^2 = 0,69^{**})$$

## KESIMPULAN

Inokulasi ganda CMA + *Rhizobium* memberikan pengaruh lebih baik terhadap pertumbuhan semai sengon daripada inokulasi tunggal.

Inokulasi ganda CMA + *Rhizobium* menghasilkan tinggi tanaman 17,21 cm, garis tengah batang 3,04 mm, jumlah anak daun 52 buah, bobot kering tajuk 2,22 g, bobot kering akar 0,21 g, nisbah tajuk akar 0,21, nilai kekokohan semai 5,66; bintil akar efektif 13,77%, persen akar terinfeksi sebesar 25,50; kadar N dan P jaringan masing-masing sebesar 4,30 dan 0,22 %.

Penelitian mengenai kemampuan tiap spesies CMA dalam simbiosis *Rhizobium* dengan tanaman sengon dan perbedaan sifat media perlu diteliti di masa yang akan datang

## DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, A dan Hendromono. 1992. Kemungkinan penggunaan tanah subsoil tanah Ultisol yang di pupuk TSP untuk medium pertumbuhan bibit sengon. Buletin Penelitian Hutan 548 : 1- 6.
- Atkin, C.A. and R.M. Rainbird. 1982. Physiology and biochemistry in biological nitrogen fixation in legumes. Pages 26-52 in N.S. Subba Rao (ed). Advances in Agricultural Microbiology. IBH and Oxford, New Delhi

- Bordelau, L.M. and D. Prevost. 1994. Nodulation and nitrogen fixation in extreme environment. *Plant Soil* 161: 115-124
- Corryanti and Rohayati, 2000. Studi efektivitas jenis endomikoriza pada pembibitan jati (*Tektona grandis*). Pages 154-161 in Y. Setiadi, S. Hadi, E. Santoso, M. Turjaman, R.S.B. Irianto, R. Prematuri, D. Maryanti, and R. Widopratiwi (eds). *Prosiding Seminar Nasional Mikoriza I: Pemanfaatan Cendawan Mikoriza Sebagai Agen Bioteknologi Ramah Lingkungan Dalam Meningkatkan Produktivitas Lahan Di Bidang Kehutanan, Perkebunan, dan Pertanian Di Era Milenium Baru. Asosiasi Mikoriza Indonesia.*
- Dela Cruz, R.E., M.Q. Manalo, N.S. Aggangan, and J.D. Tambalo. 1988. Growth of three legume trees inoculated with VA mycorrhizal fungi and *Rhizobium*. *Plant Soil* 108: 111-115
- Ganry, F., H.G. Diem, and Y.R. Dommergues. 1982. Effect of inoculation with *Glomus mosseae* on nitrogen fixation by field grown soybeans. *Plant Soil* 68: 321-329
- Gardner, F. R.B Pearce and R. L. Mitcheal, 1991. *Fisiologi Tanaman Budidaya*. Penerjemah Herawati Susilo. Penerbit Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Hardjowigeno, S. 1996. Keragaman sifat tanah PMK di Indonesia. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia* 2(1) : 16–23.
- Haselwandter, K. and G.D. Bowen. 1996. Mycorrhizal and relations in trees for agroforestry and land rehabilitation. *For. Ecol. Manage.* 81: 1-17
- Husin, E.F., S. Syafei, M. Kasim, dan R. Hartawan. 2000. Respons pertumbuhan bibit mangium di persemaian terhadap mikoriza dan *Rhizobium*. Pages 232-245 in Y. Setiadi, S. Hadi, E. Santoso, M. Turjaman, R.S.B. Irianto, R. Prematuri, D. Maryanti, and R. Widopratiwi (eds). *Prosiding Seminar Nasional Mikoriza I: Pemanfaatan Cendawan Mikoriza Sebagai Agen Bioteknologi Ramah Lingkungan Dalam Meningkatkan Produktivitas Lahan Di Bidang Kehutanan, Perkebunan, dan Pertanian Di Era Milenium Baru. Asosiasi Mikoriza Indonesia.*
- Ishii, K., S. Kajornsrichon, R. Wanussakul, and E. Murayama. 1995. Tissue culture of *Paraserianthes falcataria*. Pages 103-106 in W. Ratnam, A.Z. Yahya, A.H.M. Shariff, DHj Ahmad, Khoo K.C., K. Suzuki, S. Sakurai, and K. Ishii (eds). *Proc. Int Workshop BioRefor, Kangar, Malaysia.*
- Leksono, B. 1998. Analisis kombinasi uji provenansi dan ras sengon umur 6 bulan di Muara Teweh, Kalimantan Tengah. *Buletin Kehutanan* 36 : 111–14.
- Lindemann, W.C and E.R. Glover. 2001. *Inoculation of legum. Cooperative Service College of Agriculture and Home Economics. New Mexico State University.*
- Mansur, I. 1997. Dual inoculation effects of rhizobial and AMF isolates on early growth and nitrogen fixation of *Paraserianthes falcataria*. Pages 175-179 in F.A. Smith, K. Kramadibrata, R.D.M. Simanungkalit, N. Sukarno, and S. Taka Nuhamara (eds). *Proc. Int. Conf. Mycorrhizas in Sustainable Tropical Agriculture and Forest Ecosystems. LIPI, IPB and The University of Adelaide.*
- Paul, E.A. and F.E. Clark. 1989. *Soil Microbiology and Biochemistry. Academic Press, Inc. San Diego.*
- Redecker, D., P. Vonbereswordtwallrabe, D.P. Beck, and D. Werner. 1997. Influence of inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi on stable isotopes of nitrogen in *Phaseolus vulgaris*. *Biol. Fertil. Soils* 24: 344-346
- Rela, C.D.E. 1999. Pengaruh pemberian biostimulant dan mikoriza terhadap pertumbuhan semai sengon (*Paraserianthes falcataria* (L) Nielsen). Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor. (tidak dipublikasikan).
- Rohyadi, A., S.E. Smith, and F.A. Smith. 2000. Effect of aluminium on the spore germination and hyphal growth of *Gigaspora margarita* under acidic condition. Pages 302-308 in Y. Setiadi, S. Hadi, E. Santoso, M. Turjaman, R.S.B. Irianto, R. Prematuri,



- D. Maryanti, and R. Widopratiwi (eds). Prosiding Seminar Nasional Mikoriza I: Pemanfaatan Cendawan Mikoriza Sebagai Agen Bioteknologi Ramah Lingkungan Dalam Meningkatkan Produktivitas Lahan Di Bidang Kehutanan, Perkebunan, dan Pertanian Di Era Milenium Baru. Asosiasi Mikoriza Indonesia.
- Santoso, E. 1991. Pengaruh beberapa mikoriza terhadap penyerapan unsur hara pada lima jenis Dipterocarpaceae. *Buletin Penelitian Hutan* 532: 11-18.
- Setiadi, Y. 1989. Pemanfaatan Mikroorganisme Dalam Kehutanan. PAU Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Setiadi, Y. 2000. Status pemilihan pemanfaatan CMA dan Rhizobium untuk merehabilitasi lahan terdegradasi. Pages 11-23 in Y. Setiadi, S. Hadi, E. Santoso, M. Turjaman, R.S.B. Irianto, R. Prematuri, D. Maryanti, and R. Widopratiwi (eds). Prosiding Seminar Nasional Mikoriza I: Pemanfaatan Cendawan Mikoriza Sebagai Agen Bioteknologi Ramah Lingkungan Dalam Meningkatkan Produktivitas Lahan Di Bidang Kehutanan, Perkebunan, dan Pertanian Di Era Milenium Baru. Asosiasi Mikoriza Indonesia.
- Smith, S.E. and S.E. Smith. 1995. Nutrient transfer in VAM: A new model based on the distribution of ATPases on fungal and plant membranes. *Biotropia* 56: 256
- Sophie M. M and T. Wahyu. 1990. Mikoriza dan mikroorganisme tanah yang menguntungkan Duta Rimba 23 (218) : 41-45.
- Subroto, 2002. Pengaruh faktor tunggal inokulasi CMA, vermikompos dan pupuk NPK terhadap pertumbuhan semai sengon pada tanah PMK. Jurusan Kehutanan. Fakultas Pertanian. Universitas Bengkulu. (Tidak dipublikasikan).
- Suciatmih, Suliasih, and N. Hidayati. 1997. Application of microsymbiont and organic fertilizer on fast growing legume trees for reclamation of degraded lands. Pages 181-187 in F.A. Smith, K. Kramadibrata, R.D.M. Simanungkalit, N. Sukarno, and S.T. Nuhamara (eds). *Proceeding of Int. Conf. on Mycorrhizas in Sustainable Tropical Agriculture and Forest Ecosystems*. Bogor 27-30 October 1997.
- Suhardi, M. Naim, B. Radjaguguk, O. Karyanto, J. Widada, W. Wienarni, dan T. Herawan. 1997. Interaction among progenies/provenances of sengon, arbuscular mycorrhizal fungi and rhizobial isolates growth on Ultisol. Pages 217 in F.A. Smith, K. Kramadibrata, R.D.M. Simanungkalit, N. Sukarno, and S.T. Nuhamara (eds). *Proceeding of Int. Conf. on Mycorrhizas in Sustainable Tropical Agriculture and Forest Ecosystems*. Bogor 27-30 October 1997.