

**EFEKTIVITAS BENTUK INOKULUM CENDAWAN**  
***Scleroderma citrinum* Persoon DALAM MENINGKATKAN PERTUMBUHAN**  
**SEMAI *Pinus merkusii* Jungh. et de Vriese**  
**(The Effectiveness of Inoculum Type of *Scleroderma citrinum* Persoon Fungi In**  
**Increasing The Growth of *Pinus merkusii* Jungh. et de Vriese Seedling)\*)**

Oleh/By :

Sugiarti, Darwo, dan/and Dimpu J. Panjaitan

Balai Penelitian Kehutanan Aek Nauli

Sibaganding Km 10,5 Aek Nauli- Parapat 21174 Sumatera Utara; Telp. (0625) 41659, 41653

\*) Diterima : 04 Januari 2005; Disetujui : 26 Maret 2007

**ABSTRACT**

*Rehabilitation activity of critical land need to pay attention to land characteristic through selecting adaptive species and it's symbiosis to microorganism i.e. mycorrhizas. The using of mycorrhizas give many benefits in upgrading quality and growth of seedling. The objective of this study was to know effectiveness of inoculum type of *Scleroderma citrinum* Persoon fungi to infect *Pinus merkusii* Jungh. et de Vriese seedling root, growth effect and seedling quality. The experiment used Randomized Completely Design with 4 treatments for inoculum (powder spore, suspension, capsule and control). Results show that the increasing height, diameter and total dry weight of *Pinus merkusii* Jungh. et de Vriese seedling due to inoculated powder inoculum with 210 %, 173 %, and 196 % to control, respectively. Suspension inoculum increased height, diameter and total dry weight of seedling as high as 178 %, 141 %, and 170 % as compared to control. Capsule inoculum increased height, diameter and total dry weight of the seedling as high as 157 %, 131 %, and 168 % as compared to control. Root-shoot ratio value for all treatments was classified in good category. Quality seedling index that inoculated by mycorrhiza has good category. The powder inoculum was classified in best inoculum and the suspension inoculum in good, and the capsule inoculum in middle category. The suspension inoculum was more effective and efficient than powder and suspension inoculum.*

*Key words : *Scleroderma citrinum* Persoon, *Pinus merkusii* Jungh. et de Vriese, effectiveness, mycorrhiza*

**ABSTRAK**

Kegiatan merehabilitasi lahan kritis perlu memperhatikan karakteristik lahan dengan pemilihan jenis yang adaptif dan dapat bersimbiosis dengan mikroorganisme tanah, seperti mikoriza. Penggunaan mikoriza telah menyumbangkan manfaat yang banyak dalam meningkatkan mutu dan pertumbuhan semai. Penelitian bertujuan untuk mengetahui efektifitas inokulum cendawan *Scleroderma citrinum* Persoon dalam menginfeksi akar semai *Pinus merkusii* Jungh. Et de Vriese, pengaruhnya terhadap pertumbuhan dan kualitas semai. Rancangannya menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan 4 perlakuan (serbuk, suspensi, kapsul dan kontrol). Hasilnya menunjukkan semai *Pinus merkusii* Jungh. Et de Vriese yang telah diinokulasi dalam bentuk inokulum serbuk spora dapat meningkatkan pertambahan tinggi, diameter dan berat kering total berturut-turut adalah 210 %, 173 %, dan 196 % terhadap kontrol. Inokulum suspensi telah meningkatkan pertambahan tinggi, diameter, dan berat kering total semai berturut-turut adalah 178 %, 141 %, dan 170 % terhadap kontrol. Dan inokulum kapsul telah meningkatkan pertambahan tinggi, diameter dan berat kering total semai berturut-turut adalah 157 %, 131 %, dan 168 % terhadap kontrol. Nilai rasio akar pucuk semai untuk semua perlakuan berkualitas baik. Nilai indeks kualitas semai yang bermikoriza termasuk kualitas baik. Inokulum serbuk spora termasuk klasifikasi persentase pembentukan mikoriza yang sangat baik, suspensi spora termasuk baik dan kapsul spora termasuk sedang. Penggunaan bentuk inokulum suspensi spora lebih efektif dan efisien dibandingkan dengan inokulum serbuk spora dan kapsul spora.

Kata kunci : *Scleroderma citrinum* Persoon, *Pinus merkusii* Jungh. et de Vriese, efektifitas, mikoriza

## I. PENDAHULUAN

Seiring dengan makin meluasnya lahan terdegradasi dengan laju deforestasi (kerusakan hutan) di Indonesia saat ini telah mencapai 1-2,1 juta per tahun, di antaranya berupa hutan yang rusak dan tidak berfungsi lagi secara optimal yang diperkirakan telah mencapai luas 43 juta ha (Rustam, 2003). Lahan terdegradasi ini dicirikan dengan tanah kahat akan unsur hara, keasaman tanah terlalu rendah atau terlalu tinggi, lapisan pucuk tanah tipis, kapasitas tanah memegang air rendah, dan bahkan tanah bersifat racun bagi tanaman. Kondisi lahan tersebut dapat direhabilitasi dengan baik, jika memperhatikan karakteristik lahannya, penyipapan bibit tanaman berkualitas baik, dan pemilihan jenis tanaman yang adaptif, sehingga mampu tumbuh baik pada lahan kritis dan mampu bersimbiosis dengan mikroorganisme tanah, seperti mikoriza atau *rhizobium*.

Salah satunya dalam pemanfaatan mikroorganisme tanah adalah mikoriza. Mikoriza telah menyumbangkan manfaat yang banyak dalam meningkatkan mutu bibit dan mempercepat pertumbuhan bibit, sehingga bibit dapat ditanam tepat pada waktunya dan dapat beradaptasi dengan mudah terhadap lingkungan penanaman (Kropp dan Longlois, 1990). Keuntungan tanaman yang bermikoriza adalah mempercepat pertumbuhan semai (Marx, 1973; Supriyanto *et al.*, 1992), menekan pertumbuhan mikroba patogen tanah dengan terbentuknya mantel hifa yang melindungi akar secara fisik (Santoso *et al.*, 1989), meningkatkan penyerapan unsur hara dan air (Santoso *et al.*, 1989), meningkatkan ketahanan terhadap kekurangan air (Boyle *et al.*, 1987), memperbaiki struktur tanah (De la Cruz, 1982), dan menghasilkan hormon IAA (Gay dan Debaud, 1987). Keistimewaan lainnya bahwa mikoriza mampu hidup pada berbagai ekosistem alam (Allen dan Allen, 1992 *dalam* Setiadi, 1994). Tetapi kelemahan dalam penggunaan spora cendawan ektomikoriza terutama pada

suku *Sclerodermataceae* adalah memiliki keragaman genetik yang tinggi, sehingga bila berasosiasi dengan jenis tumbuhan tinggi bisa terjadi respon pertumbuhan yang beragam. Koleksi spora cendawan ektomikoriza yang berasal dari tempat inang yang berbeda dapat merupakan penyebab keragaman genetik yang tinggi.

Dalam menyiapkan bibit yang bermikoriza, perlu dipilih jenis tanaman yang mampu bersimbiosis dengan cendawan mikoriza tertentu, seperti *Pinus merkusii* Jungh. et de Vriese dengan cendawan ektomikoriza *Scleroderma* sp. Di Hutan Penelitian Aek Nauli (Sumatera Utara) memiliki potensi cendawan *Scleroderma citrinum* Persoon yang cukup banyak dan ditemukan pada tegakan *Pinus merkusii* Jungh. et de Vriese. Untuk mengembangkan cendawan tersebut, melalui kegiatan penelitian ini diharapkan dapat diperoleh inokulum yang efektif dan efisien, yaitu sistem pengemasan inokulum yang mudah disimpan, mudah diangkut, dan dapat diproduksi dalam jumlah besar dan dalam waktu yang singkat tanpa kehilangan viabilitas dan efektivitasnya.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan informasi tentang efektivitas inokulum cendawan *Scleroderma citrinum* Persoon dalam menginfeksi akar semai *Pinus merkusii* Jungh. et de Vriese, juga pengaruhnya terhadap pertumbuhan dan kualitas semainya.

## II. METODOLOGI

### A. Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium dan rumah kaca Balai Penelitian dan Pengembangan Kehutanan Sumatera dari bulan Maret sampai dengan September 2004. Secara administrasi pemerintahan termasuk dalam wilayah Desa Sibaganding, Kecamatan Girsang Sipangan Bolon, Kabupaten Simalungun, Provinsi Sumatera Utara.

Kondisi iklimnya termasuk tipe A berdasarkan klasifikasi iklim Schmidt

dan Ferguson (1951) dengan curah hujan rata-rata 2.720 mm/tahun, rata-rata temperatur udara 19,6° C (rata-rata suhu minimum 16,8° C dan maksimum 23,0° C) dan rata-rata kelembaban relatif 62,7 % (berkisar antara 49,6 %-75,8 %) (Darwo, 1994).

## B. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain adalah biji *P. merkusii*, *topsoil*, air, *polybag*, cendawan *S. citrinum*, *aquades*, alkohol, *twin*, kapsul, dan pasir. Peralatan yang digunakan di antaranya bak kecambah, cangkul, sendok semen, tanur, gelas ukur, *blender*, skop kecil, kamera, penggaris, kaliper, timbangan elektrik, alat injeksi, dan alat tulis.

## C. Metode

### 1. Pembuatan Media, Pengecambahan, dan Penyapihan

Media kecambah yang digunakan berupa campuran tanah dari Aek Nauli dan pasir dengan perbandingan 2:1 yang telah disterilkan dalam tanur bersuhu ( $103 \pm 2$ )° C selama 24 jam. Setelah selesai disterilkan mediana, lalu dimasukkan dalam bak kecambah dan disimpan di rumah kaca. Sebelum biji ditaburkan, biji direndam dalam air selama 24 jam dan biji yang tenggelam ditabur pada media kecambah yang sudah disiapkan. Penyapihan dilakukan setelah kecambah berumur 14 hari. Selanjutnya disapih ke dalam *polybag* yang sudah berisi media *subsoil* yang sudah disterilkan dengan cara digongseng.

### 2. Penyediaan Inokulum dan Inokulasi pada Semai

Inokulum yang diinokulasikan berupa spora cendawan *S. citrinum* yang berasal dari tegakan *P. merkusii* di Aek Nauli, Sumatera Utara. Inokulum dibuat di Laboratorium Pelestarian Sumberdaya Alam (PSDA), Balai Litbang Kehutanan Sumatera dalam bentuk serbuk, suspensi, dan kapsul spora.

Adapun proses penyiapan spora *S. citrinum* sebagai berikut:

- a. Diambil *S. citrinum* yang sudah tua/masak yang dapat dilihat dari kulit yang mulai retak-retak.
- b. Kotoran yang berupa tanah, rumput, dan kotoran lainnya dibersihkan.
- c. Dikupas dan dibuang kulitnya.
- d. Diiris spora dengan ketebalan lebih kurang 0,2 cm.
- e. Dikeringtanurkan irisan spora pada suhu 30° C atau dikeringanginkan selama 24 jam.
- f. Diblender dan disaring sporanya.
- g. Dimasukkan dalam botol yang sudah bersih dan disimpan dalam kulkas bersuhu 5° C.

Inokulasi spora dalam bentuk serbuk, suspensi, dan kapsul dilakukan secara langsung pada saat penyapihan. Serbuk merupakan spora murni dengan dosis 0,1 gram setiap semai, kapsul merupakan perbandingan berat spora : tanah liat = 5 % : 95 % dan suspensi dibuat dengan mencampurkan spora sebanyak satu gram dalam satu liter air dengan dosis lima ml setiap semai.

### 3. Parameter

Parameter yang diamati dalam tingkat kualitas semai *P. merkusii* ini adalah tinggi dan diameter semai, persentase infeksi akar bermikoriza, dan indeks kualitas semai.

#### a. Tinggi dan Diameter

Tinggi semai diukur tujuh hari setelah penyapihan dan selanjutnya diulang setiap satu bulan untuk mengetahui perbedaan pertumbuhannya. Pada akhir pengamatan diukur diameter semai pada ketinggian 1,5 cm dari pangkal leher.

#### b. Persentase Infeksi Akar Bermikoriza

Pada akhir pengamatan dilakukan pengambilan contoh secara acak sebanyak tiga semai setiap perlakuan. Kemudian akar yang terinfeksi dan yang tidak terinfeksi dipisahkan dan dihitung.

Persentase akar bermikoriza (M) ditentukan dengan rumus (Dominik dan Ierchan, 1958 dalam Supriyanto, 1994):

$$M = \frac{A_m}{A_m + A_{tm}} \times 100 \%$$

dimana :

$A_m$  = jumlah akar yang terinfeksi

$A_{tm}$  = jumlah akar yang tidak terinfeksi

### c. Indeks Kualitas Semai (IKS)

Pengambilan contoh untuk IKS dilakukan secara acak sebanyak tiga semai setiap perlakuan pada akhir pengamatan. Pengukuran indeks kualitas semai menurut Dicson *et al.* (1960) dengan rumus :

$$IKS = \frac{BKT}{Kekokohan + RAP}$$

dimana :

BKT = Berat Kering Tanur Total

RAP = Ratio Akar-Pucuk

Setelah bagian akar dan batang dipisahkan, berat kering ditimbang setelah terlebih dahulu dikeringtanurkan pada suhu 50-60° C selama 48 jam. Tahap ini dilakukan pada akhir pengamatan. Kekokohan ditentukan dengan cara membandingkan antara tinggi (cm) dan diameter batang (mm) yang diukur pada akhir pengamatan. Ratio Akar-Pucuk (RAP) ditentukan dengan cara membandingkan berat kering bagian pucuk (BKP) dengan berat kering bagian akar (BKA) yang diukur pada akhir pengamatan dengan rumus :

$$RAP = \frac{BKP (g)}{BKA (g)}$$

### D. Analisis Data

Rancangan percobaan berupa Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan perlakuan empat, yaitu bentuk inokulum serbuk, suspensi, kapsul, dan kontrol; untuk setiap perlakuan diulang 25 kali, sehingga semai yang digunakan sebanyak 100 semai. Selanjutnya data dianalisis secara statistik dengan menggunakan Uji-F dan pengujian lanjutan menggunakan Uji Perbandingan Tukey (Mattjik dan Sumertajaya, 2000).

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

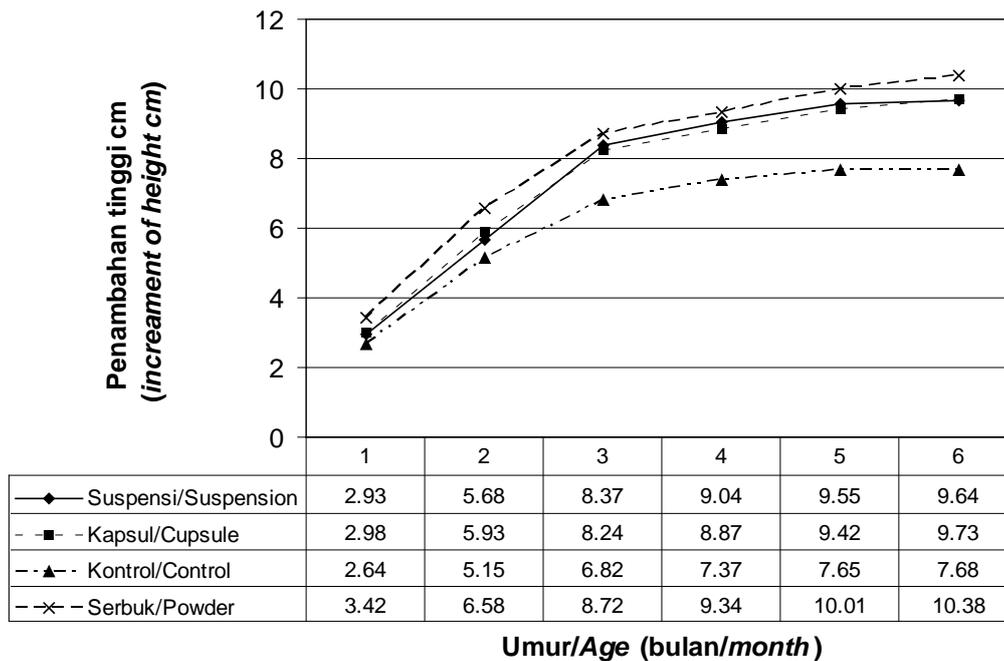
### A. Hasil

#### 1. Pertambahan Tinggi dan Diameter Semai *P. merkusii*

Inokulum dapat mempengaruhi pertambahan tinggi semai *P. merkusii* yang sangat nyata pada umur enam bulan. Dari hasil uji lanjut, semai yang diinokulasi dalam bentuk serbuk dan suspensi menunjukkan pertambahan tinggi yang berbeda nyata dengan kontrol, sedangkan antara semai yang diinokulasikan dengan serbuk, suspensi, dan kapsul menunjukkan penambahan tinggi semai yang tidak berbeda nyata. Antara kontrol dengan semai yang diinokulasi dengan kapsul tidak berbeda nyata. Rata-rata pertambahan tinggi semai yang diinokulasikan dengan serbuk, kapsul, suspensi, dan kontrol masing-masing adalah 10,38 cm; 9,73 cm; 7,68 cm; dan 7,68 cm (Tabel 1). Kurva pertumbuhan tingginya dapat dilihat pada Gambar 1. Adapun sidik ragamnya disajikan pada Lampiran 1.

#### 2. Rata-rata Diameter Semai *P. merkusii*

Inokulum cendawan mikoriza dapat mempengaruhi rata-rata diameter semai *P. merkusii* yang sangat nyata pada umur enam bulan. Dari hasil uji lanjut, semai yang diinokulasi dengan serbuk, suspensi, dan kapsul menunjukkan rata-rata diameter yang berbeda nyata dengan kontrol. Rata-rata diameter semai yang diinokulasikan dalam bentuk serbuk menunjukkan perbedaan yang nyata dengan semai yang diinokulasikan dengan kapsul spora, tetapi tidak berbeda nyata dengan suspensi. Sedangkan antara suspensi dan kapsul spora tidak menunjukkan rata-rata diameter semai yang berbeda nyata. Rata-rata diameter semai untuk semai yang diinokulasikan dengan serbuk, suspensi, kapsul, dan kontrol masing-masing adalah 2,13 mm; 2,03 mm; 1,99 mm; dan 1,79 mm (Tabel 1). Sedangkan sidik ragamnya disajikan pada Lampiran 2.



Gambar (Figure) 1. Pertumbuhan tinggi semai *P. merkusii* sampai umur 6 bulan (The height growth of *P. merkusii* seedling to 6 months old)

Tabel (Table) 1. Pertambahan tinggi dan diameter, persentase akar bermikoriza, berat kering, rasio akar-pucuk, dan indeks kualitas semai *P. merkusii* setelah 6 bulan diinokulasi (The increment of height and diameter, percentage of mycorrhizal roots, total dry weight, root-shoot ratio and seedling quality index of *P. merkusii* 6 months after inoculation)

Bentuk inokulum/ <i>Inoculum type</i>	Pertambahan tinggi/ <i>Increment of height (cm)</i>	Pertambahan diameter/ <i>Increment of diameter (mm)</i>	Persentase akar bermikoriza/ <i>Percentage of mycorrhizal roots (%)</i>	Berat kering total/ <i>Total dry weight (g)</i>	Rasio akar-pucuk/ <i>Root-shoot ratio</i>	Indeks kualitas semai/ <i>Index of seedling quality</i>
Serbuk (Powder)	14,00 a	2,48 a	83,49 a	0,92 a	1,82 a	0,11 a
Suspensi (Suspension)	11,90 a	2,02 b	52,07 b	0,80 a	1,39 a	0,08 b
Kapsul (Capsule)	10,47 ab	1,87 b	30,35 b	0,79 a	1,54 a	0,08 b
Kontrol (Control)	6,67 b	1,43 c	0,00 c	0,47 b	1,56 a	0,05 c

Keterangan (Remark) : Nilai yang diikuti dengan huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak berbeda nyata pada tingkat kepercayaan 95 % (Value followed by same letter on column indicated not different at level 95 %).

### 3. Persentase Infeksi Akar Bermikoriza

Inokulum dapat mempengaruhi persentase infeksi akar bermikoriza pada semai *P. merkusii* yang sangat nyata pada umur enam bulan. Dari hasil uji lanjut, semai yang diinokulasi dengan serbuk, suspensi, dan kapsul menunjukkan persentase infeksi akar bermikoriza yang

berbeda nyata dengan kontrol. Dan rata-rata persentase infeksi akar bermikoriza yang diinokulasikan dengan serbuk menunjukkan perbedaan yang nyata dengan semai yang diinokulasikan dengan suspensi dan kapsul. Sedangkan persentase akar bermikoriza antara semai yang diinokulasikan dalam bentuk suspensi dengan kapsul tidak berbeda nyata. Antara kontrol dengan semai yang diinokulasi

dengan kapsul tidak berbeda nyata. Rata-rata persentase akar bermikoriza yang terbaik adalah semai yang diinokulasikan dengan serbuk, yaitu 83,49 %; diikuti berturut-turut inokulum suspensi 52,07 %, kapsul 30,35 %, dan kontrol 0 % (Tabel 1). Gambaran semai *P. merkusii* yang bermikoriza dengan yang tidak bermikoriza dapat dilihat pada Gambar 2, sedangkan untuk sidik ragamnya disajikan pada Lampiran 3.

#### 4. Berat Kering Total (BKT) Semai

Inokulum dapat mempengaruhi berat kering total semai *P. merkusii* sangat nyata pada umur enam bulan. Dari hasil uji lanjut, semai yang diinokulasi dengan serbuk, suspensi, dan kapsul menunjukkan berat kering total berbeda nyata dengan kontrol, sedangkan antara berat kering total semai yang diinokulasikan dengan serbuk, suspensi, dan kapsul tidak berbeda nyata. Berat kering total untuk semai yang diinokulasikan dengan serbuk, suspensi, kapsul, dan kontrol masing-masing adalah 0,92 g; 0,80 g; 0,79

g; dan 0,47 g (Tabel 1), sedangkan sidik ragamnya disajikan pada Lampiran 4.

#### 5. Rasio Akar-Pucuk (RAP)

Inokulum tidak mempengaruhi rasio akar-pucuk (RAP) semai *P. merkusii* yang nyata pada umur enam bulan. Nilai RAP semai yang diinokulasikan dengan serbuk, kontrol, kapsul, dan suspensi masing-masing adalah 1,89; 1,56; 1,54; dan 1,39 (Tabel 1). Sidik ragamnya disajikan pada Lampiran 5.

#### 6. Indeks Kualitas Semai (IKS)

Inokulum dapat mempengaruhi Indeks Kualitas Semai (IKS) *P. merkusii* yang sangat nyata pada umur enam bulan. Dari hasil uji lanjut, nilai IKS semai yang diinokulasi dengan serbuk, suspensi, dan kapsul tidak berbeda nyata, tetapi berbeda nyata dengan kontrol. Nilai IKS semai yang diinokulasikan dengan serbuk, kapsul, suspensi, dan kontrol masing-masing adalah 0,11; 0,08; 0,08; dan 0,05 (Tabel 1). Sidik ragamnya disajikan pada Lampiran 6.



Akar bermikoriza (*Mycorrhizal roots*)    Akar tidak bermikoriza (*Non-mycorrhizal roots*)

Gambar (Figure) 2. Akar bermikoriza dan tidak bermikoriza pada semai *P. merkusii* (*Mycorrhizal roots and non-mycorrhizal roots on P. merkusii seedling*)

## B. Pembahasan

Inokulum mikoriza berpengaruh nyata terhadap pertambahan tinggi, diameter, dan indeks kualitas semai *P. merkusii*, kecuali rasio akar pucuk semainya tidak berpengaruh nyata. Jika dibandingkan dengan kontrol bahwa semai *P. merkusii* yang diinokulasi dengan inokulum serbuk spora telah meningkatkan pertambahan tinggi (210 %) dan pertambahan diameter (173 %), inokulum suspensi meningkatkan pertambahan tinggi (178 %) dan pertambahan diameter (141 %), dan inokulum kapsul telah meningkatkan pertambahan tinggi (157 %) dan pertambahan diameter (131 %). Ketiga macam inokulum yang diujicobakan ini telah menunjukkan perbedaan pertumbuhan semai *P. merkusii* yang sangat nyata terhadap kontrol. Hal ini karena semai yang bermikoriza dapat meningkatkan serapan unsur hara yang dibutuhkan tanaman. Semakin banyak persentase akar tanaman yang terinfeksi mikoriza semakin tinggi serapan haranya. Menurut Smith dan Read (1997) bahwa ektomikoriza yang terbentuk mampu secara efektif meningkatkan penyerapan unsur hara makro dan mikro yang lebih baik. Lebih lanjut Manan (1976) menyatakan bahwa tanaman yang bermikoriza akan memberikan respon pertumbuhan yang lebih baik daripada tanaman yang tidak bermikoriza. Permukaan akar yang luas, percabangan lebih banyak serta adanya benang-benang hifa meningkatkan kemampuan tanaman untuk menyerap air dan unsur hara dari dalam tanah (Hadi, 1994). Persentase ektomikoriza yang tinggi berarti jumlah dan luasan akar lebih besar (Harley, 1972). Menurut Setiadi (1989) pembentukan ektomikoriza selain ditentukan oleh tingkat efektivitas cendawannya juga dipengaruhi oleh kondisi fisiologis akar. Ektomikoriza hanya terbentuk pada daerah-daerah khusus, yaitu di antara ujung akar dan daerah dinding korteks dan tidak akan terbentuk pada sel-sel yang hampir mati atau pada daerah akar yang telah suberasi. Oleh sebab itu,

dalam inokulasi mikoriza lebih baik dilaksanakan pada saat tanaman dalam fase semai (anakan). Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa semai yang bermikoriza mempunyai daun yang tampak lebih hijau, hal ini disebabkan adanya peningkatan penyerapan unsur nitrogen yang berperan dalam meningkatkan jumlah klorofil yang sangat penting untuk proses fotosintesa (Setyamidjaya, 1986).

Simbiosis antara cendawan *S. citrinum* dan akar semai *P. merkusii* dapat diketahui melalui terbentuk atau tidaknya infeksi akar tanaman oleh mikoriza. Penelitian ini berhasil menunjukkan adanya simbiosis mutualisme antara *S. citrinum* dengan akar semai *P. merkusii*. Dari semua perlakuan, serbuk spora mempunyai persentase pembentukan mikoriza yang sangat baik menurut klasifikasi Dominik dan Ierchan (1958) dalam Supriyanto (1994), suspensi spora termasuk dalam klasifikasi baik, kapsul termasuk sedang, dan kontrol termasuk sangat jelek. Tetapi penggunaan serbuk spora murni tidak efisien karena untuk skala persemaian yang besar selain akan membutuhkan spora yang sangat banyak juga sulit dalam pengemasannya. Penggunaan inokulum kapsul spora kurang efisien karena membutuhkan biaya yang lebih besar tetapi cukup efektif karena akan mempermudah pada cara pengemasannya. Sedangkan penggunaan suspensi spora lebih efektif dan efisien karena hanya membutuhkan 1/200 gram serbuk spora untuk setiap semai dan telah mampu menginfeksi akar, meningkatkan pertumbuhan semai, dan indeks kualitas semai yang signifikan.

Berat Kering Total (BKT) tanaman merupakan suatu indikator untuk menentukan baik tidaknya suatu tanaman karena BKT mencerminkan status nutrisi tanaman, laju fotosintesa, dan respirasi tanaman (Prawiranata *et al.*, 1995). Berdasarkan Tabel 1 terlihat bahwa semai yang bermikoriza mempunyai nilai BKT rata-rata yang lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol, hal ini sesuai dengan pendapat

Brundet *et al.* (1996) yang mengemukakan bahwa pengaruh mikoriza yang paling utama adalah dapat meningkatkan pengambilan unsur fosfat dari tanah dan meningkatkan BKT. Sedangkan Sarief (1985) menyatakan bahwa meningkatnya kandungan unsur fosfat pada tanaman akan meningkatkan laju fotosintesa dan merangsang pembentukan daun baru yang mengakibatkan BKT tanaman bertambah.

Nilai Rasio Akar-Pucuk (RAP) tanaman dapat mencerminkan perbandingan antara proses transpirasi dan luasan fotosintesa tanaman dengan kemampuan menyerap air dan mineral. Menurut Smith (1962) dalam Turjaman dan Santoso (2001) kualitas semai yang baik mempunyai nilai RAP mendekati atau lebih besar dari 0,25. Sedangkan menurut Duryea dan Brown (1984) dalam Setyaningsih *et al.* (2000) bahwa pertumbuhan dan kemampuan hidup semai yang terbaik pada umumnya terjadi pada RAP antara 1-3. Dari hasil penelitian ini nilai RAP pada semua perlakuan tidak berbeda dan mempunyai nilai lebih dari 0,25 atau terletak pada kisaran 1-3, sehingga semua semai yang dihasilkan menunjukkan kualitas yang baik. Tetapi menurut Banowati (1986) rasio akar pucuk bukan indikator yang baik untuk penanaman di lapangan karena selain banyak faktor yang mempengaruhi juga belum ada standar waktu penelitian untuk penentuan nilai rasio akar pucuk yang baik.

Mutu semai yang tinggi dicirikan dengan semai yang dapat beradaptasi secara cepat dengan tingkat daya hidup serta pertumbuhan yang tinggi (Johnson dan Cline, 1991). Dari berbagai hasil penelitian kualitas semai, semai dikategorikan berkualitas baik apabila mencapai nilai indeks kualitas semai minimum 0,09. Dari Tabel 1 dapat diketahui bahwa semai yang bermikoriza mempunyai nilai lebih dari 0,09 sehingga dapat dikategorikan berkualitas baik. Berdasarkan hasil penelitian Karyaatmaja *et al.* (2001) bahwa standarisasi mutu semai *P.*

*merkusii*, rata-rata semai yang bermikoriza termasuk dalam *Grade* I-II yaitu semai kuat dan segar, merupakan pilihan utama dalam pengadaan bibit untuk tujuan tanaman komersil.

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

##### A. Kesimpulan

1. Cendawan *Scleroderma citrinum* Persoon mampu bersimbiosis dengan baik pada semai *Pinus merkusii* Jungh. et de Vriese.
2. Inokulum serbuk spora *Scleroderma citrinum* Persoon mampu meningkatkan pertambahan tinggi, diameter, dan berat kering total semai *Pinus merkusii* Jungh. et de Vriese sebesar 210 %, 173 %, dan 196 % terhadap kontrol. Inokulum suspensi spora mampu meningkatkan pertambahan tinggi, diameter, dan berat kering total semai *Pinus merkusii* Jungh. et de Vriese sebesar 178 %, 141 %, dan 170 % terhadap kontrol. Dan inokulum kapsul mampu meningkatkan pertambahan tinggi, diameter, dan berat kering total semai *Pinus merkusii* Jungh. et de Vriese sebesar 157 %, 131 %, dan 168 % terhadap kontrol.
3. Rasio akar pucuk semai *Pinus merkusii* Jungh. et de Vriese pada semua perlakuan bernilai antara 1-3 (kualitas baik). Nilai indeks kualitas semai yang bermikoriza mempunyai nilai lebih dari 0,09 (kualitas baik).
4. Inokulum serbuk spora menghasilkan persen infeksi akar bermikoriza 83,49 % (sangat baik), suspensi spora 52,07 % (baik), dan kapsul spora 30,35 % (sedang).
5. Penggunaan inokulum serbuk spora tidak efisien karena sulit dalam pengemasannya. Kapsul spora tidak efisien karena membutuhkan biaya yang lebih besar, namun lebih mudah dalam pengemasannya. Suspensi spora lebih efektif dan efisien karena dengan pemakaian spora yang lebih sedikit dapat menghasilkan persentase

infeksi ektomikoriza yang tidak berbeda nyata dengan bentuk serbuk spora ataupun kapsul.

## B. Saran

Penyediaan bibit *Pinus merkusii* Jungh. et de Vriese untuk keperluan rehabilitasi lahan kritis sebaiknya menggunakan bibit yang bermikoriza dengan menggunakan inokulum suspensi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Banowati, L. 1986. Pengaruh Beberapa Jenis Kontainer Dengan Media Tumbuh Gambut Terhadap Pertumbuhan Semai *Acacia mangium* Willd. Skripsi Sarjana. Fakultas kehutanan IPB. Bogor.
- Boyle, C.D., W.J. Robertson and P.O. Salenius. 1987. Use of Mycelial Slurries of Mycorrhizal Fungi as Inoculum for Commercial Tree Seedling Nurseries. *Can. J. For. Res.* 17 : 1480-1486.
- Brundett, M., N. Bougher, B. Dell, T. Grove & N. Malajczuk. 1996. Working with Mycorrhizas & Agriculture. ACIAR, Canberra. Australia.
- Darwo, B. Achmad, A.F. Mas'ud. 1994. Pertumbuhan Rotan Manau (*Calamus manan* Miq.) di Bawah Tegakan *Ecalyptus urophylla*. Buletin Penelitian Kehutanan. Balai Penelitian Kehutanan Pematang Siantar, Vol. 10(3): 219-234.
- De la Cruz, R. 1982. Tree Nutrition and Fertilization. Lecture Note in Training Course on Biological Aspects of Silviculture. SEAMEO-BIOTROP, Bogor.
- Dicson, A., A.L. Leaf and J.F. Hosner. 1960. Quality Appraisal of White Spruce and White Pine Seedling Shocks in Nurseries. *Forest Chron.* 36 (1):10-13.
- Gay, J.C. and J.C. Debaud. 1987. Genetic on Indole-3-acetic Acid Production by Ectomycorrhizal *Hebeloma* Species : Inter-and Intra Specific Variability in Homo and Dikaryotic Mycelia. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 26 : 141-146.
- Hadi, S. 1994. Ekofisiologi Cendawan. Dalam Program Pelatihan Biologi dan Bioteknologi Mikoriza, 2-22 April 1994. SEAMEO BIOTROP. Bogor. Hal. 79-99.
- Harley, J.L. 1972. Biology of Mycorrhiza. Leonard Hill. London.
- Johnson, J.D. and M.L. Cline. 1991. Seedling Quality of Southern Pines. In M.L. Duryea and P.M. Dougherty (eds). Forest Regeneration Manual. Kluwer Academic Publisher. London. Pp. 143-159.
- Karyaatmadja, B., C. Ali dan A.P. Tampubolon. 2001. Standarisasi Mutu Bibit Tusam (*Pinus merkusii*). Prosiding Pertemuan dan Presentasi Ilmiah Standarisasi dan Jaminan Mutu. 28 Agustus 2001. Badan Standarisasi Nasional (BSN). Jakarta.
- Kropp, B.R. and C.G. Langlois. 1990. Ectomycorrhizae in Forestry. *Can. J. For. Res.* 20 : 438-451.
- Manan, S. 1976. Pengaruh Mikoriza Pada Pertumbuhan Semai *Pinus merkusii* di Persemaian. *Majalah Kehutanan Indonesia*. Edisi 10.
- Mattjik, A.A. dan M. Sumertajaya. 2000. Perancangan Percobaan Dengan Aplikasi SAS dan Minitab, Jilid 1. IPB Press. Bogor.
- Marx, D.H. 1973. Mycorrhizae and Feeder Root Diseases. In Ectomycorrhizae : Their Ecology and Physiology. Eds. By G.C. Marx and T.T. Kozlowksi. Academic Press, New York.
- Prawiranata, W., S. Harran dan P. Tjondronegoro. 1995. Dasar-dasar Fisiologi Tumbuhan. Jilid II. Departemen Botani. Fakultas MIPA. IPB. Bogor.
- Rustam, D. 2003. Suatu Kajian Tentang Strategi Penanggulangan Kerusakan

- Hutan. Majalah Kehutanan Indonesia. Edisi II : 6-9.
- Santoso, E., S. Hadi, R. Soeseno and O. Koswara. 1989. Accumulation of Macronutrient by Five Dipterocarps Species Inoculated with Different Species of Mycorrhizal Fungi. For. Res. Bull. 514 : 11-17. Bogor.
- Sarief, E.S. 1985. Kesuburan dan Pemupukan Tanah Pertanian. Pustaka Buana. Bandung.
- Schmidt, F.H. and J.H.A. Ferguson. 1951. Rainfall Type Based on Wet and Dry Period Ratios of Indonesia with Western New Guinea, Verhand, 42. Direktorat Meteorologi dan Geofisika. Jakarta.
- Setiadi, Y. 1989. Pemanfaatan Mikroorganismes Dalam Kehutanan. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Direktorat Perguruan Tinggi PAU Bioteknologi. IPB. Bogor.
- \_\_\_\_\_. 1994. Mengenal Mikoriza dan Aplikasinya. Bank of Tropical Indigenous Glomales, PAU Bioteknologi IPB. Bogor.
- Setyamidjaya, D. 1986. Pupuk dan Pemupukan. CV. Simplex. Jakarta.
- Setyaningsih, L., Y. Munawar dan M. Turjaman. 2000. Efektifitas Cendawan Mikoriza Arbuskula dan Pupuk NPK Terhadap Pertumbuhan Bitti. Prosiding Seminar Nasional Mikoriza I. Bogor.
- Smith, S.E. & D.J. Read. 1997. Mycorrhizal Symbiosis. Second Edition. Academic Press. Harcourt Brace & Company. Publisher. London.
- Supriyanto, I. Setiawan and M. Harahap. 1992. Quality Enhancement of Forest Tree Seedlings Through Mycorrhizal Fungi Inoculation. In Proc. Of National Seminar on The Status of Silviculture in Indonesia. April 27-29, 1992. Gadjah Mada University. Yogyakarta.
- Supriyanto. 1994. Analisis Struktural dan Kualifikasi Efektivitas Ektomikoriza. Vol. II: 298-307. Dalam Laporan Program Pelatihan Biologi dan Bioteknologi Mikoriza. SEAMEO BIOTROP. 4-22 April 1994. Bogor.
- Turjaman, M. dan E. Santoso. 2001. Efektivitas Tablet, Kapsul dan Suspensi Spora *Pisolithus arhizus* Cendawan Ektomikoriza pada Semai *Eucalyptus pellita*. Buletin Penelitian Hutan 629: 17-29. Pusat Litbang Hutan dan Konservasi Alam. Bogor.

Lampiran (Appendix) 1. Analisis keragaman pertambahan tinggi semai *Pinus merkusii* setelah 6 bulan  
(Analysis of variance of height increment of *Pinus merkusii* seedling at 6 months old)

Sumber keragaman (Source of variance)	Derajat bebas (Degree of freedom)	Jumlah kuadrat (Square number)	Kuadrat tengah (Median square)	F-hitung (F-value)	F-tabel 0,05 (F-table 0,05)
Perlakuan (Treatment)	3	62,95	20,98	9,95**)	4,07
Galat (Residu)	8	22,51	2,81		
Total (Total)	11	85,46			

\*\*) berbeda pada tingkat kepercayaan 95 % (significant at level of 95 %)

Lampiran (Appendix) 2. Analisis keragaman pertambahan diameter semai *Pinus merkusii* pada umur 6 bulan  
(Analysis of variance of diameter increment of *Pinus merkusii* seedling at 6 months old)

Sumber keragaman (Source of variance)	Derajat bebas (Degree of freedom)	Jumlah kuadrat (Square number)	Kuadrat tengah (Median square)	F hitung (F value)	F-tabel 0,05 (F-table 0,05)
Perlakuan (Treatment)	3	1,69	0,56	30,70**)	4,07
Galat (Residu)	8	0,15	0,02		
Total (Total)	11	1,84			

\*\*) berbeda pada tingkat kepercayaan 95 % (significant at level of 95 %)

Lampiran (Appendix) 3. Analisis keragaman persentase akar bermikoriza pada semai *Pinus merkusii* umur bulan  
(Analysis of variance of percentage of mychorrizal roots of *Pinus merkusii* seedling at 6 months old)

Sumber keragaman (Source of variance)	Derajat bebas (Degree of freedom)	Jumlah kuadrat (Square number)	Kuadrat tengah (Median square)	F-hitung (F-value)	F-tabel 0,05 (F-table 0,05)
Perlakuan (Treatment)	3	11.165	3.722	35,86**)	4,07
Galat (Residu)	8	830	104		
Total (Total)	11	11.996			

\*\*) berbeda pada tingkat kepercayaan 95 % (significant at level of 95 %)

Lampiran (Appendix) 4. Analisis keragaman berat kering total semai *Pinus merkusii* pada umur 6 bulan  
(Analysis of variance of total dry weight of *Pinus merkusii* seedling at 6 months old)

Sumber keragaman (Source of variance)	Derajat bebas (Degree of freedom)	Jumlah kuadrat (Square number)	Kuadrat tengah (Median square)	F-hitung (F-value)	F-tabel 0,05 (F-table 0,05)
Perlakuan (Treatment)	3	0,34	0,12	9,16**)	4,07
Galat (Residu)	8	0,10	0,01		
Total (Total)	11	0,44			

\*\*) berbeda pada tingkat kepercayaan 95 % (significant at level of 95 %)

Lampiran (Appendix) 5. Analisis keragaman rasio akar-pucuk semai *Pinus merkusii* pada umur 6 bulan  
(Analysis of variance of root-shoot ratio of *Pinus merkusii* seedling at 6 months old)

Sumber keragaman (Source of variance)	Derajat bebas (Degree of freedom)	Jumlah kuadrat (Square number)	Kuadrat tengah (Median square)	F-hitung (F-value)	F-tabel 0,05 (F-table 0,05)
Perlakuan (Treatment)	3	0,05	0,01	0,75	4,07
Galat (Residu)	8	0,17	0,02		
Total (Total)	11	0,22			

\*\*) berbeda pada tingkat kepercayaan 95 % (significant at level of 95 %)

Lampiran (Appendix) 6. Analisis keragaman indeks kualitas semai *Pinus merkusii* pada umur 6 bulan  
(Analysis of variance of seedling quality index of *Pinus merkusii* at 6 months old)

Sumber keragaman (Source of variance)	Derajat bebas (Degree of freedom)	Jumlah kuadrat (Square number)	Kuadrat tengah (Median square)	F-hitung (F-value)	F-tabel 0,05 (F-table 0,05)
Perlakuan (Treatment)	3	0,008	0,002	18,10**)	4,07
Galat (Residu)	8	0,001	0,0001		
Total (Total)	11	0,009			

\*\* ) berbeda pada tingkat kepercayaan 95 % (significant at level of 95 %)