

**PENGARUH DOSIS SERBUK SPORA CENDAWAN *Scleroderma citrinum* Persoon
DAN KOMPOSISI MEDIA TERHADAP PERTUMBUHAN TUSAM
DI PERSEMAIAN**

*(The Effect of Spore Powder Doses of Scleroderma citrinum Persoon Mycorrhizal Fungi
and Media Compositions on the Pine Growth in Nursery)**

Oleh/By:

Darwo¹ dan/and Sugiarti²

¹Pusat Litbang Hutan Tanaman

Jl. Gunung Batu No. 5 Po Box 331; Telp. 0251-631238; Fax 0251-7520005 Bogor 16610

²Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Sukoharjo

Jl. Tentara Pelajar, Jombor Sukoharjo, Jawa Tengah

*) Diterima : 05 Desember 2007; Disetujui : 02 Nopember 2008

ABSTRACT

Good quality seedlings is needed to rehabilitate critical lands. Mycorrhizal infected seedling is one way to establish high quality seedlings. Tusam (Pinus merkusii Jungh. et de Vriese) is a tree which can be associated with ectomycorrhizal fungi. The aim of the experiment was to examine the effect of spore powder doses of Scleroderma citrinum Persoon and media compositions on root infection and growth of pine seedling in nursery. Factorial in completely randomized design was employed. Spore powder dose factor were 0, 0.1, 0.2, and 0.3 g, and media composition factor were subsoil, subsoil : sand (7:3), and subsoil : compos (7:3). The results showed that dose 0.1 g of spore powder with the media of subsoil and subsoil : sand (7:3) were able to infect roots significantly and influenced height growth, diameter, total dry weight, and top-root ratio on seven month old seedlings. Media of subsoil : compos (7:3) with 0.1, 0.2, and 0.3 g spore powder did not infect the roots. The media composition of subsoil : sand (7:3) inoculated with 0.2 g spore powder produced the highest percentage of mycorrhizal infection (77.6%).

Keywords: Spora powder, media, Scleroderma citrinum Persoon, tusam

ABSTRAK

Untuk merehabilitasi lahan kritis diperlukan bibit yang berkualitas. Salah satu caranya melalui penyediaan bibit bermikoriza. Tusam (*Pinus merkusii* Jungh. Et de Vriese) merupakan salah satu jenis yang dapat bersimbiosis dengan cendawan ektomikoriza. Penelitian bertujuan untuk mempelajari pengaruh dosis serbuk spora *Scleroderma citrinum* Persoon dan komposisi media dalam menginfeksi perakaran dan meningkatkan pertumbuhan tusam di persemaian. Rancangan percobaan menggunakan Rancangan Acak Lengkap pola faktorial. Faktor dosis serbuk spora terdiri atas 0; 0,1; 0,2; dan 0,3 gram, sedangkan faktor media terdiri dari *subsoil*, *subsoil* : pasir (7:3), dan *subsoil* : kompos (7:3). Hasil penelitian menunjukkan bahwa dosis 0,1 gram serbuk spora dengan media tanam *subsoil* dan *subsoil* : pasir (7:3) telah mampu menginfeksi perakaran bibit tusam yang sangat nyata, dan pengaruhnya sangat nyata terhadap pertumbuhan tinggi, diameter, berat kering total, dan rasio akar-pucuk bibit tusam sampai umur tujuh bulan, tetapi media *subsoil* : kompos (7:3) yang diberi serbuk spora 0,1; 0,2; maupun 0,3 gram tidak menginfeksi perakaran tusam. Komposisi media *subsoil* : pasir (7:3) dengan dosis 0,2 gram serbuk spora menghasilkan persen infeksi tertinggi yaitu 77,6%.

Kata kunci: Serbuk spora, media, *Scleroderma citrinum* Persoon, tusam

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Salah satu faktor yang sangat penting dalam rehabilitasi di lahan kritis adalah faktor kualitas bibit. Menurut Darwo (2006) bahwa faktor kegagalan pada kegi-

atan Gerakan Nasional Rehabilitasi Hutan dan Lahan (Gerhan) salah satunya akibat kondisi bibit yang tidak mampu hidup di lahan kritis. Secara umum dapat dikatakan kondisi lahan kritis menyebabkan tanaman tidak cukup mendapatkan air dan unsur hara, kondisi fisik tanah yang tidak memung-

kinkan akar berkembang dan proses infiltrasi air hujan, kandungan garam yang tinggi akibat akumulasi garam sekunder atau tanaman keracunan oleh unsur toksik yang tinggi (Subowo *et al.*, 1996; Siregar dan Siringoringo, 2000; Darwo *et al.*, 2005). Kondisi ini menyebabkan bibit sering mengalami *transplant shock* bahkan mengalami kematian setelah dipindah ke lapangan, disebabkan daya adaptasinya yang rendah pada lahan kritis. Salah satu upaya untuk meningkatkan kemampuan tanaman untuk hidup di lahan kritis melalui penyiapan bibit yang mampu bersimbiosis dengan mikroorganisme tanah (seperti mikoriza dan *rhyzobium*).

Salah satu jenis mikroorganisme tanah yang mampu bersimbiosis dengan tanaman hutan adalah cendawan ektomikoriza. Manfaat cendawan ektomikriza adalah dapat 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), dapat 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). Pemanfaatan cendawan ektomikoriza harus disesuaikan dengan tanaman inangnya karena seringkali cendawan tertentu hanya dapat bersimbiosis dengan tanaman inang tertentu pula (*specific*), namun ada juga cendawan ektomikoriza yang mampu berasosiasi dengan berbagai jenis tanaman inang (*compatible*). Tusam (*Pinus merkusii* Jungh. et de Vriese) merupakan salah satu jenis tanaman yang sistem perakarannya mampu bersimbiosis dengan cendawan *Scleroderma citrinum* Persoon.

Sistem perakaran semai dapat dipengaruhi oleh sifat fisik media. Komposisi me-

dia semai berpengaruh terhadap daya angkut bibit ke lapangan, tingkat pertumbuhan tanaman dan persentase akar bermikoriza. Pemberian campuran kompos dapat mempengaruhi sifat fisik dan kimia media tumbuh serta memperingan pengangkutan bibit ke lapangan. Kompos dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman, hal ini dikarenakan kompos berperan besar terhadap perbaikan sifat-sifat tanah antara lain (Novizan, 2002; Indriani, 2001) : (1) memperbesar daya ikat tanah yang berpasir sehingga struktur tanah akan menjadi baik, (2) dapat memperbaiki struktur tanah berlempung sehingga tanah yang tadinya berat akan menjadi ringan, (3) mempertinggi kemampuan penampungan air sehingga tanah dapat lebih banyak menyediakan air bagi tanaman, (4) memperbaiki drainase dan tata udara tanah, terutama tanah berat, dan (5) mempertinggi daya ikat tanah terhadap zat hara sehingga tidak mudah tercuci. Penambahan campuran pasir pada *subsoil* dapat memperbaiki agregat tanah sehingga akar dan hifa-hifa eksternal dapat berkembang dengan baik, yang pada gilirannya dapat meningkatkan penyerapan unsur hara dan air.

Oleh karena itu, perlu diteliti dosis spora dan komposisi media yang tepat untuk dapat meningkatkan persentase akar bermikoriza dan meningkatkan pertumbuhan bibit tusam di persemaian.

B. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh dosis serbuk spora *S. citrinum* dan komposisi media yang tepat dalam menginfeksi perakaran dan meningkatkan pertumbuhan bibit tusam di persemaian.

II. METODOLOGI

A. Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium dan rumah kaca Balai Penelitian dan Pengembangan Kehutanan Sumatera dari bulan Juli 2004 sampai dengan Februari 2005. Secara administrasi pemerintahan

termasuk dalam wilayah Desa Sibaganding, Kecamatan Girsang Sipangan Bolon, Kabupaten Simalungun, Provinsi Sumatera Utara.

Tempat penelitian terletak pada ketinggian 1.200 m di atas permukaan laut dan berdasarkan klasifikasi iklim Schmidt dan Ferguson kawasan Aek Nauli termasuk dalam tipe A dengan curah hujan rata-rata 2.500 mm/tahun.

B. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi cendawan *S. citrinum*, biji tusam, pasir, *topsoil*, alkohol, *polybag* (berukuran 10 x 17 cm), air, dan label. Peralatan yang digunakan adalah botol vial, gunting kecil, alat tulis, cawan petri, saringan, gelas ukur, labu *erlenmeyer*, *blender*, pisau, skop, kaliper, meteran, timbangan analitik, mistar, oven, pipet tetes, alat injeksi, pinset, dan kamera.

C. Prosedur Kegiatan

1. Pembuatan Media, Pengecambahan, dan Penyapihan

Media kecambah yang digunakan berupa campuran tanah dan pasir dengan perbandingan 2:1 (v/v) yang telah disterilkan dalam oven bersuhu $(103 \pm 2)^\circ \text{C}$ selama 24 jam. Setelah selesai disterilkan, media dimasukkan dalam bak kecambah dan disimpan di rumah kaca. Benih yang akan dikecambahkan terlebih dahulu direndam dalam air selama 24 jam, setelah 24 jam benih yang terapung dibuang dan yang tenggelam ditabur pada media kecambah yang sudah disiapkan. Penyapihan dilakukan setelah kecambah berumur 14 hari. Sebanyak 800 semai yang keragaannya seragam dipindahkan ke dalam *polybag* yang sudah berisi media semai yang sudah disterilkan dengan cara digongseng.

2. Penyediaan Inokulum dan Teknik Inokulasinya

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 Penelitian dan Pengembangan Kehutanan Sumatera. Inokulasi spora dalam bentuk serbuk dilakukan secara langsung pada saat penyapihan.

D. Pengamatan

Parameter yang diamati dalam penelitian ini adalah tinggi dan diameter bibit, persentase pembentukan mikoriza, Berat Kering Total (BKT), dan Nisbah Pucuk-Akar (NPA).

1. Tinggi dan Diameter

Tinggi awal tusam di persemaian diukur tujuh hari setelah penyapihan dan selanjutnya pada akhir pengamatan diukur kembali. Pertambahan tinggi dihitung berdasarkan selisih tinggi pada akhir pengamatan dengan tinggi awal pengamatan. Diameter diukur pada ketinggian 1,5 cm dari pangkal leher yang diukur hanya pada akhir pengamatan.

2. Persentase Akar Bermikoriza

Pada akhir pengamatan dilakukan perhitungan seluruh akar, kemudian akar yang terinfeksi dan yang tidak terinfeksi dipisahkan. Persentase akar bermikoriza (M) ditentukan dengan rumus (Dominik dan Ierchan, 1958 dalam Supriyanto, 1994):

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

Keterangan (*Remarks*):

A_m = jumlah akar yang terinfeksi (*infected sum of roots*)

A_{tm} = jumlah akar yang tidak terinfeksi (*non infected sum of roots*)

Sebelum dilakukan sidik ragam, data persentase akar ditransformasi terlebih dahulu ke Arcsin $\sqrt{\%}$.

3. Berat Kering Total (BKT)

Setelah bagian akar dan batang dipisahkan, berat kering ditimbang setelah terlebih dahulu dioven pada suhu $50-60^\circ \text{C}$ selama 48 jam. Tahap ini dilakukan setelah akhir pengamatan.

4. Nisbah Pucuk-Akar (NPA)

Merupakan perbandingan berat kering bagian pucuk dan berat kering bagian akar yang diukur pada akhir pengamatan dengan rumus:

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

Keterangan (*Remarks*):

BKP = Berat Kering Pucuk (*Top dry weight*)

BKA = Berat Kering Akar (*Root dry weight*)

E. Rancangan Percobaan dan Analisis Data

Rancangan percobaannya adalah Rancangan Acak Lengkap pola faktorial (4 x 3). Faktor pertama adalah dosis serbuk spora yang terdiri atas 4 taraf (0; 0,1; 0,2; dan 0,3 g per tanaman) dan faktor kedua adalah komposisi media semai yang terdiri atas 3 taraf (*subsoil*; *subsoil* : pasir (7:3, v/v), dan *subsoil* : kompos (7:3, v/v), sehingga terdapat 12 kombinasi perlakuan dan setiap perlakuan diulang 3 kali dan setiap ulangan terdiri atas 25 amatan (tanaman) untuk parameter tinggi dan diameter, sedangkan untuk parameter lainnya setiap ulangan diambil 3 amatan (tanaman) secara acak. 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

Sidik ragam (Tabel 1) menunjukkan bahwa bibit tusam sampai umur tujuh bulan menunjukkan pengaruh tunggal dosis serbuk spora cendawan *S. citrinum* maupun komposisi media berpengaruh nyata terhadap pertambahan tinggi dan diameter, berat kering total, dan persen infeksi akar bermikoriza, sedangkan terhadap rasio akar-pucuknya tidak berpengaruh nyata. Pengaruh dosis serbuk spora *S. citrinum* dengan komposisi media terhadap persen infeksi akar bermikoriza bibit tusam telah terjadi interaksi, di mana dengan pemberian dosis serbuk spora dari 0-0,3 gram telah meningkatkan persen infeksi akar bermikoriza pada media *subsoil* dan *subsoil* : pasir (7:3, v/v), tetapi pada media *subsoil* : kompos (7:3, v/v) dengan perlakuan pemberian dosis spora sampai 0,3 gram per tanaman ternyata cendawan *S. citrinum* tidak menginfeksi perakaran tusam.

1. Pengaruh Dosis Spora

Tabel 2 menunjukkan bahwa pengaruh inokulasi serbuk spora cendawan *S. citrinum* 0,1 g, 0,2 g, dan 0,3 g setiap tanaman terhadap tinggi, diameter, berat kering total, nisbah pucuk-akar, dan persentase akar bermikoriza menunjukkan adanya perbedaan yang nyata dengan kontrol, sedangkan

Tabel (Table) 1. Rekapitulasi sidik ragam pengaruh komposisi media, dosis mikoriza, dan interaksinya terhadap tinggi, diameter, berat kering total, rasio pucuk-akar, dan persentase akar bermikoriza pada bibit tusam umur tujuh bulan (*Summary of variance for effect of media compositions, mycorrhiza doses, and its interaction on height, diameter, total dry weight, top-root ratio, and percentage of mycorrhizal roots in seven month old of pine seeding*)

Perlakuan (<i>Treatments</i>)	Tinggi (<i>Height</i>)	Diameter	Berat kering total (<i>Total dry weight</i>)	Nisbah pucuk-akar (<i>Top-root ratio</i>)	Persentase akar bermikoriza (<i>Percentage of mycorrhizal roots</i>)
Media (A)	**	**	**	tn	**
Dosis spora (<i>Spore doses</i>) (M)	**	**	**	tn	**
Interaksi (<i>Interaction</i>) (A x M)	tn	tn	tn	tn	**

Keterangan (*Remarks*): ** = Berbeda sangat nyata pada taraf 1% (*Significantly different at 1% level*)

tn = Tidak berbeda nyata pada taraf 1% (*Non significantly different at 1% level*)

Tabel (Table) 2. Pengaruh dosis serbuk spora terhadap tinggi, diameter, berat kering total, nisbah pucuk-akar, dan persentase akar bermikoriza pada bibit tusam umur tujuh bulan (*The effect of spore powder doses on height, diameter, total dry weight, top-root ratio and percentage of mycorrhizal roots on seven months old of pine seedling*)

Dosis serbuk spora (<i>Spore powder doses</i>)	Tinggi (<i>Height</i>) (cm)	Diameter (mm)	Berat kering total (<i>Total dry weight</i>) (g)	Nisbah pucuk-akar (<i>Top-Root ratio</i>)	Persentase akar bermikoriza (<i>Percentage of mycorrhizal roots</i>) (%)
Kontrol (<i>Control</i>)	18,97 b	1,328 b	0,284 b	0,025 b	7,9 b
0,1 g	19,82 ab	1,389 ab	0,391 ab	0,033 ab	40,4 a
0,2 g	20,52 a	1,411 a	0,420 a	0,034 a	48,5 a
0,3 g	20,73 a	1,417 a	0,423 a	0,036 a	48,1 a

Keterangan (*Remarks*):

Nilai yang diikuti dengan huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 5% (*Value which is followed by the same letter on the same column is not significantly different at 5% level*)

antar dosis 0,1 g, 0,2 g, maupun 0,3 g terhadap semua parameternya menunjukkan tidak adanya perbedaan yang nyata. Persentase akar bermikorizanya antara 40,4-48,5%. Dengan demikian, pemberian dosis 0,1 g serbuk spora *S. citrinum* setiap tanaman cukup efektif dalam menginfeksi perakaran tusam sampai umur tujuh bulan setelah tanam di persemaian (Gambar 1).



Gambar (Figure) 1. (A) Akar bermikoriza dan (B) tidak bermikoriza pada bibit tusam ((A) *Mycorrhizal roots* and (B) *non-mycorrhizal roots* on pine seedlings)

2. Pengaruh Media

Tabel 3 menunjukkan bahwa pengaruh faktor media *subsoil* dan *subsoil* : pasir (7:3, v/v) terhadap pertambahan diameter dan tinggi bibit tusam menunjukkan adanya perbedaan yang nyata dibandingkan dengan media *subsoil* : kompos (7:3, v/v). Sedangkan pengaruh media *subsoil* dan *subsoil* : pasir (7:3, v/v) terhadap tinggi,

diameter, berat kering total, nisbah pucuk-akar, dan persentase akar bermikoriza tidak berbeda nyata. Adanya perakaran tusam yang telah terinfeksi cendawan *S. citrinum* sebesar 52,1-56,5% dapat meningkatkan pertumbuhan tusam tersebut, sedangkan pada media *subsoil* : kompos (7:3, v/v) menunjukkan perakaran tusam tidak terinfeksi cendawan *S. citrinum* (0%). Dengan demikian, media semai *subsoil* dan *subsoil* : pasir (7:3, v/v) dapat digunakan sebagai media pembibitan tusam bermikoriza.

3. Pengaruh Interaksi Dosis Spora dengan Media

Tabel 4 menunjukkan bahwa inokulasi serbuk spora *S. citrinum* 0,1 g, 0,2 g, dan 0,3 g pada media *subsoil* maupun *subsoil* : pasir (7:3, v/v) menunjukkan persentase akar bermikoriza yang berbeda nyata dengan bibit tusam pada media *subsoil* dan media *subsoil* : pasir (7:3, v/v) yang tidak diberi cendawan *S. citrinum*. Hal ini mengakibatkan pemberian serbuk spora *S. citrinum* dengan dosis 0,1 g; 0,2 g; dan 0,3 g setiap tanaman menunjukkan respon yang nyata terhadap pertumbuhan tinggi dan diameter, berat kering total, dan rasio akar-pucuk bibit tusamnya. Persentase akar bermikoriza pada bibit tusam pada media *subsoil* yang diinokulasi dengan serbuk spora cendawan *S. citrinum* dengan dosis 0,1 g; 0,2 g; dan 0,3 g masing-masing adalah 61,2%; 67,9%; dan 68,1% (termasuk kategori bagus), dan pemberian serbuk spora cendawan *S. citrinum* dengan dosis 0,1 g;

Tabel (Table) 3. Pengaruh komposisi media terhadap tinggi, diameter, berat kering tanur, rasio pucuk-akar, dan persentase akar bermikoriza pada bibit tusam umur tujuh bulan (*The effect of media compositions on height, diameter, total dry weight, top-root ratio, and percentage of mycorrhizal roots on seven months old of pine seedling*)

Komposisi media (Media composition)	Tinggi (Height) (cm)	Diameter (mm)	Berat kering total (Total dry weight) (g)	Nisbah pucuk-akar (Top-root ratio)	Persentase akar ber- mikoriza (Percentage of mycorrhizal roots) (%)
Subsoil	20,32 a	1,396 ab	0,395 ab	3,04 a	52,1 a
Subsoil : pasir (sand) (7:3)	20,85 a	1,421 a	0,428 a	2,88 a	56,5 a
Subsoil : kompos (compos) (7:3)	18,87 b	1,342 b	0,316 b	3,43 a	0,00 b

Keterangan (Remarks):

Nilai yang diikuti dengan huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 5% (*Value which is followed by the same letter on the same column is not significantly different at 5% level*)

Tabel (Table) 4. Pengaruh interaksi komposisi media dan dosis serbuk spora terhadap diameter, penambahan tinggi, berat kering total, dan persentase akar bermikoriza pada bibit tusam umur tujuh bulan (*The effect of media compositions and spore powder doses on height, diameter, total dry weight, and percentage of mycorrhizal roots on seven months old of pine seedling*)

Kombinasi perlakuan (Combinations treatment)	Penambahan tinggi (Increase of height) (cm)	Diameter (mm)	Berat kering total (Total dry weight) (g)	Persentase akar ber- mikoriza (Percentage of mycorrhizal roots) (%)
1. Subsoil + tanpa mikoriza (<i>non mycorrhiza</i>)	19,37 b	1,33 b	0,30 b	11,2 b
2. Subsoil + 0,1 g serbuk spora (<i>0.1 g of spore powder</i>)	19,83 ab	1,40 ab	0,45 ab	61,2 a
3. Subsoil + 0,2 g serbuk spora (<i>0.2 g of spore powder</i>)	21,07 ab	1,42 ab	0,44 ab	67,9 a
4. Subsoil + 0,3 g serbuk spora (<i>0.3 g of spore powder</i>)	21,00 ab	1,43 ab	0,39 ab	68,1 a
5. Subsoil : pasir (7:3, v/v) + tanpa mikoriza /Subsoil : sand (7:3, v/v) + <i>non mycorrhiza</i>	19,07 b	1,35 b	0,28 c	12,5 b
6. Subsoil : pasir (7:3, v/v) + 0,1 g serbuk spora/Subsoil : sand (7:3, v/v) + <i>0.1 g of spore powder</i>	20,90 ab	1,42 ab	0,41 ab	60,0 a
7. Subsoil : pasir (7:3, v/v) + 0,2 g serbuk spora/Subsoil : sand (7:3, v/v) + <i>0.2 g of spore powder</i>	21,53 a	1,45 ab	0,48 a	77,6 a
8. Subsoil : pasir (7:3, v/v) + 0,3 g serbuk spora/Subsoil : sand (7:3, v/v) + <i>0.3 g of spore powder</i>	21,90 a	1,47 a	0,55 a	76,1 a
9. Subsoil : kompos (7:3, v/v) + tanpa mikoriza/Subsoil : compos (7:3, v/v) + <i>non mycorrhiza</i>	18,47 b	1,30 b	0,28 c	0,0 b
10. Subsoil : kompos (7:3, v/v) + 0,1 g serbuk spora/Subsoil : compos (7:3, v/v) + <i>0.1 g of spore powder</i>	18,73 b	1,35 b	0,31 bc	0,0 b
11. Subsoil : kompos (7:3, v/v) + 0,2 g serbuk spora/Subsoil : compos (7:3, v/v) + <i>0.2 g of spore powder</i>	18,97 b	1,37 ab	0,34 bc	0,0 b
12. Subsoil : kompos (7:3, v/v) + 0,3 g serbuk spora/Sub soil : compos (7:3, v/v) + <i>0.3 g of spore powder</i>	19,30 b	1,35 b	0,33 bc	0,0 b

Keterangan (Remarks):

Nilai yang diikuti dengan huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 5% (*Value which is followed by the same letter on the same column is not significantly different at 5% level*)

0,2 g; dan 0,3 g masing-masing persentase akar bermikoriza adalah 60,0%; 77,6%; dan 76,1%. Persentase akar bermikoriza tersebut termasuk kategori bagus hingga sempurna.

Pengaruh interaksi dosis serbuk spora dengan media semai hanya berpengaruh sangat nyata terhadap persentase akar bermikoriza pada bibit tusam. Pada dosis 0,1 g serbuk spora cendawan *S. citrinum* sudah menunjukkan adanya pengaruh interaksi. Dengan pemberian dosis 0,1 g serbuk spora cendawan *S. citrinum* pada bibit tusam telah memberikan respon yang positif terhadap persentase akar bermikoriza pada media *subsoil* dan media *subsoil* : pasir (7:3, v/v), sedangkan pada media *subsoil* : kompos (7:3, v/v) tidak ada respon.

Untuk analisis tingkat kesuburan pada tanah hutan cukup menggunakan klasifikasi kesuburan tanah menurut Anzai (1994). Dari hasil analisis media tanah *subsoil* yang diambil di Aek Nauli menunjukkan bahwa kejenuhan basa, Ca^{2+} dapat ditukar, Mg^{2+} dapat ditukar, K^+ dapat ditukar, dan P_2O_5 di bawah standar, sedangkan yang sudah memenuhi standar yaitu kapasitas tukar kation dan tingkat keasaman tanah (pH) (Tabel 5). Sedangkan hasil analisis kompos murni yang digunakan sebagai media campuran menunjukkan kandungan C-organik sebesar 4,11% (kategori tinggi) dan kandungan N 0,53% (kategori tinggi) dengan rasio C/N 7,75% (kategori rendah)

menurut Lembaga Penelitian Tanah (1980).

B. Pembahasan

Untuk mempersiapkan bibit tusam yang bermikoriza telah dilakukan pengujian berbagai dosis bentuk inokulum serbuk spora pada komposisi media tumbuh *subsoil*, *subsoil* : pasir (7:3, v/v), dan *subsoil* : kompos (7:3, v/v). Dosis serbuk spora cendawan *S. citrinum* dan komposisi media tanam pada bibit tusam berpengaruh nyata terhadap persentase akar bermikoriza, pertambahan tinggi, diameter, dan berat kering total. Pengaruh faktor dosis dengan media tanam (*subsoil* : kompos (7:3, v/v) dan *subsoil*) terhadap persentase akar bermikoriza bibit tusam terjadi interaksi yaitu respon dosis yang positif untuk media tanam *subsoil*, tetapi tidak ada respon untuk media tanam *subsoil* : kompos (7:3, v/v). Begitu juga pengaruh faktor dosis dengan media tanam (*subsoil* : kompos (7:3, v/v) dan *subsoil* : pasir (7:3, v/v)) terjadi interaksi yaitu respon dosis yang positif untuk media *subsoil* : pasir (7:3, v/v), tetapi tidak ada respon untuk media *subsoil* : kompos (7:3, v/v). Sedangkan pada faktor dosis dengan media tanam (*subsoil* : pasir (7:3, v/v) dan *subsoil*) terhadap persentase akar bermikoriza tidak terjadi interaksi, hal ini ditunjukkan dengan respon dosis yang positif dengan persentase akar bermikoriza hampir sama.

Tabel (Table) 5. Sifat kimia tanah *subsoil* di Aek Nauli, Sumatera Utara (Chemical properties of *subsoil* at Aek Nauli, North Sumatra)

No.	Variabel (Variable)	Hasil analisis (Analysis value)	Nilai standar menurut Anzai (1994) (Standardized value according to Anzai (1994))
1.	Kapasitas Tukar Kation (KTK)/ Cation Exchange Capacity (CEC) (me/100 g)	34,55	≥ 20
2.	Kejenuhan basa/Base saturation (%)	8,39	≥ 50
3.	pH (H ₂ O)	6,70	$\geq 5,50$
4.	Cation exchange values:		
	a. Ca^{2+} (CaO) (me/100 g)	2,30	≥ 200
	b. Mg^{2+} (MgO) (me/100 g)	2,22	≥ 25
	c. K^+ (K ₂ O) (me/100 g)	0,33	≥ 25
5.	P_2O_5 (ppm)	3,38	≥ 10

Pemberian dosis 0,1; 0,2; atau 0,3 g serbuk spora cendawan *S. citrinum* per tanaman pada media *subsoil* dan *subsoil* : pasir (7:3, v/v) menunjukkan persentase akar bermikoriza tidak berbeda nyata, tetapi terhadap bibit tusam yang tidak diinokulasikan, berbeda sangat nyata. Berdasarkan klasifikasi Dominik dan Ierchan (1958) dalam Supriyanto (1994), persentase akar bermikorizanya secara keseluruhan termasuk dalam klasifikasi bagus hingga sempurna. Dengan pemberian dosis 0,1 g per tanaman pada media *subsoil* dan *subsoil* : pasir (7:3, v/v) menghasilkan persentase akar bermikorizanya termasuk kategori bagus, sedangkan menurut Sugiarti *et al.* (2007) bahwa pemberian dosis 0,1 g pada media *topsoil* menunjukkan persentase akar bermikorizanya termasuk kategori sempurna. Penggunaan *topsoil* sebagai media semai tusam bermikoriza akan lebih baik daripada *subsoil* atau *subsoil* : pasir (7:3, v/v). Namun demikian, jika media *topsoil* susah didapat, maka dapat digunakan alternatif media *subsoil* atau *subsoil* : pasir (7:3, v/v) karena cendawan *S. citrinum* dengan dosis spora 0,1 g masih mampu menginfeksi lebih dari 60% (kategori bagus) dan bahkan dengan persentase akar bermikoriza bibit tusam sebesar 52,1% telah mampu meningkatkan pertambahan diameter dan tinggi serta berat kering total.

Persentase akar bermikoriza yang tinggi menunjukkan bahwa jumlah ektomikoriza yang membantu tanaman menyerap hara dan air lebih banyak (Harley, 1972). Simbiosis antara cendawan *S. citrinum* dan akar tusam dapat diketahui melalui terbentuknya ektomikoriza pada akar tanaman. Penelitian ini berhasil menunjukkan adanya simbiosis mutualis antara *S. citrinum* dengan akar bibit tusam pada media semai *subsoil* dan *subsoil* : pasir (7:3, v/v). Dengan pemberian dosis 0,1 g serbuk spora pada media *subsoil* dan *subsoil* : pasir (7:3, v/v) telah mampu meningkatkan berat kering total bibit tusam yang nyata dibandingkan dengan berat kering total bibit tusam tanpa bermikoriza pada media *subsoil*

: pasir (7:3, v/v) dan *subsoil* : kompos (7:3, v/v).

Dengan terbentuknya simbiosis ini, maka akan meningkatkan respon pertumbuhan yang baik. Manan (1976) menyatakan bahwa tanaman yang bermikoriza akan menghasilkan pertumbuhan yang lebih baik daripada tanaman yang tidak bermikoriza. Lebih lanjut Hadi (1994) menyatakan bahwa permukaan akar yang luas, percabangan lebih banyak serta adanya benang-benang hifa dapat meningkatkan kemampuan tanaman untuk menyerap air dan unsur hara dari dalam tanah. Dengan demikian, diharapkan bibit yang bermikoriza apabila ditanam di lahan kritis akan meningkatkan daya hidup dan pertumbuhannya.

Khusus pada media *subsoil* : kompos (7:3, v/v) ternyata dengan inokulasi spora pada dosis 0,1; 0,2; atau 0,3 g serbuk spora cendawan *S. citrinum* per tanaman tidak mampu meningkatkan persentase akar bermikoriza pada bibit tusam. Pemberian kompos pada media semai ternyata menghasilkan pertumbuhan yang kurang baik (daun tusam berwarna kuning) dan tidak terbentuk ektomikoriza pada perakaran bibit tusam.

Berdasarkan penilaian kesuburan tanah menurut Anzai (1994) bahwa yang masih perlu diperbaiki tingkat kesuburan tanahnya adalah kejenuhan basa, Ca^{2+} dapat ditukar, Mg^{2+} dapat ditukar, K^+ dapat ditukar, dan P_2O_5 . Dari hasil analisis kompos ternyata kandungan C-organik sebesar 4,11% termasuk kategori tinggi menurut Lembaga Penelitian Tanah (1980). Tingginya kandungan C-organik tersebut, maka kompos tersebut masih akan mengalami proses dekomposisi, sehingga mikroorganisme dekomposer dalam perkembangannya membutuhkan nitrogen, akibatnya terjadi kompetisi dalam penggunaan nitrogen antara tanaman dengan dekomposer (Hardjowigeno, 1987). Dengan demikian, kualitas kompos tersebut tidak baik digunakan sebagai pencampur media tanam. Media semai *subsoil* dan *subsoil* : pasir (7:3, v/v) menyebabkan cendawan *S. citrinum* telah

mampu bersimbiosis dengan perakaran tusam yang ditunjukkan oleh pertumbuhan yang lebih cepat dan daunnya berwarna hijau tua. Daun hijau tua tersebut mengindikasikan adanya peningkatan penyerapan unsur hara terutama unsur posfor dan begitu juga unsur-unsur hara lainnya, sedangkan bibit tusam berdaun kuning menunjukkan penyerapan unsur-unsur haranya kurang.

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 2 dan Tabel 3 terlihat bahwa bibit yang bermikoriza mempunyai nilai BKT rata-rata yang lebih tinggi dibandingkan dengan yang tidak bermikoriza. Hal ini sesuai dengan pendapat Brundett *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. Pada media *subsoil* dan *subsoil* : pasir (7:3, v/v) yang diinokulasi serbuk spora cendawan *S. citrinum* pada dosis 0,1; 0,2; dan 0,3 g menghasilkan berat kering total (BKT) bibit tusam yang tidak berbeda nyata, sehingga dosis serbuk spora cendawan *S. citrinum* yang diinokulasikan kepada bibit tusam cukup 0,1 g dengan media *subsoil* atau *subsoil* : pasir (7:3, v/v). Hal ini dikarenakan luas permukaan rambut-rambut akar bibit tusam sudah cukup diinfeksi oleh sejumlah spora cendawan *S. citrinum* seberat 0,1 g, sehingga dengan pemberian dosis lebih dari 0,1 g persentase akar bermikorizanya relatif sama. Di sini menunjukkan bahwa adanya faktor pembatas dari luasan permukaan rambut-rambut akar bibit tusam, walaupun ditambah banyak jumlahnya tidak akan efektif meningkatkan per-

sentase akar bermikoriza. Dengan demikian, pemberian dosis 0,1 g serbuk spora cendawan *S. citrinum* sudah efisien dalam proses pembentukan terjadinya kalonisasi antara cendawan *S. citrinum* dengan perakaran bibit tusam tersebut.

Kualitas bibit ditentukan juga oleh nilai nisbah pucuk-akar (NPA). Nisbah pucuk-akar bibit tusam umur tujuh bulan untuk semua perlakuan menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata dengan kisaran nilai 2,70-4,13. Menurut klasifikasi Duryea dan Brown (1984) bahwa pertumbuhan dan kemampuan hidup semai yang terbaik pada umumnya terjadi pada nisbah pucuk-akar antara 1-3. Berdasarkan hasil penelitian ini ternyata nisbah pucuk-akar pada perlakuan dengan media semai *subsoil* : kompos (7:3, v/v) menunjukkan kualitas kurang baik (nilainya di atas 3). Jadi dengan kandungan kompos seperti ini kurang baik digunakan sebagai media semai tusam. Mexal dan South (1991) dalam Tampubolon dan Rusmana (1998) menyatakan bahwa nisbah pucuk-akar mempunyai korelasi dengan penampilan tanaman pada tahap awal pertumbuhan. Hal tersebut menunjukkan pentingnya peranan sistem perakaran tanaman dalam proses adaptasi tanaman, penyerapan air, dan mengatasi *stress* tanaman. Tetapi menurut Banowati (1986) bahwa nisbah pucuk-akar bukan indikator yang baik untuk penanaman di lapangan karena selain banyak faktor yang mempengaruhi juga belum ada standar waktu penelitian untuk penentuan nisbah pucuk-akar yang baik.

Untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas tingkat infeksi cendawan *S. citrinum* pada perakaran tusam, maka perlu diteliti lebih lanjut teknik inokulasi lainnya seperti berbagai dosis serbuk sporanya diinokulasikan bersamaan dengan penaburan bibit tusam di bedang tabur.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Bentuk inokulum serbuk spora cendawan *Scleroderma citrinum* Persoon

dengan dosis 0,1 g telah mampu menginfeksi perakaran bibit tusam dengan baik yang ditunjukkan dengan tingkat pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan dengan yang tidak bermikoriza. Dosis tersebut dapat diberikan pada media tanam berupa *subsoil* maupun *subsoil* : pasir (7:3, v/v). Komposisi media *subsoil* : pasir (7:3, v/v) dengan dosis serbuk spora 0,2 g menghasilkan persentase infeksi yang tertinggi yaitu 77,60% (kategori sempurna).

2. Komposisi media *subsoil* : kompos (7:3, v/v) menghasilkan pertumbuhan bibit tusam yang kurang baik dan cendawan *S. citrinum* tidak mampu menginfeksi perakaran bibit tusam.

B. Saran

1. Untuk menginokulasikan mikoriza pada bibit tusam, tidak direkomendasikan menggunakan kompos yang belum matang.
2. Perlu diteliti lebih lanjut tentang efektivitas dosis serbuk spora cendawan *Scleroderma citrinum* Persoon dengan menginokulasikannya di bedang tabur.

DAFTAR PUSTAKA

- Anzai, T. 1994. Soil Diagnosis for Improving Scientific. Soil Management. Farming Japan 28(6).
- Banowati, L. 1986. Pengaruh Beberapa Jenis Kontainer dengan Media Tumbuh Gambut Terhadap Pertumbuhan Semai *Acacia mangium* Wild. Skripsi. Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Boyle, C.D., W.J. Robertson and P.O. Saloni. 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 and N. Malajczuk. 1996. Working with Mycorrhizas in Forestry and Agriculture. ACIAR, Canberra. Australia.
- Darwo, A. Sukmana, B. Napitupulu, A.H. Harianja dan S. Sembiring. 2005. Informasi Teknis Faktor-faktor Keberhasilan GERHAN di Sumatera Utara. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan dan Konservasi Alam. Bogor.
- Darwo. 2006. Strategi Peningkatan Program GERHAN (Studi Kasus GERHAN di Sekitar Daerah Tangkapan Air Danau Toba). Prosiding Ekspose Hasil-hasil Penelitian. Padang, 20 September 2006. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan dan Konservasi Alam. Bogor. Hal. 249-258.
- De la Cruz, R. 1982. Tree Nutrition and Fertilization. Lecture Note in Training Course on Biological Aspects of Silviculture. SEAMEO-BIOTROP. Bogor.
- Duryea, M.L. and N. Brown. 1984. Seedling Physiology and Reforestation Success. Proceeding of The Physiology Working Group Technical Session. DR.W. Juck Publisher. Boston.
- 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. Program Pelatihan Biologi dan Bioteknologi Mikoriza, 2-22 April 1994. SEAMEO BIOTROP. Bogor. Hal. 79-99.
- Hardjowigeno, S. 1987. Ilmu Tanah. Mediatama Sarana Perkasa. Jakarta.
- Harley, J.L. 1972. Biology of Mycorrhiza. Leonard Hill. London.
- Indriani, Y.H. 2001. Membuat Kompos Secara Kilat. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Kropp, B.R. and C.G. Langlois. 1990. Ectomycorrhizae in Forestry. Can. J. For. Res. 20: 438-451.

- Lembaga Penelitian Tanah. 1980. Penilaian Angka Hasil Analisis Kimia Tanah. Bagian Kesuburan Tanah. Lembaga Penelitian Tanah. Bogor.
- Manan, S. 1976. Pengaruh Mikoriza pada Pertumbuhan Semai *Pinus merkusii* di Persemaian. Kehutanan Indonesia. Edisi 10.
- Mattjik, A.A. dan M. Sumertajaya. 2000. Perancangan Percobaan dengan Aplikasi SAS dan Minitab. Jilid 1. IPB Press. Bogor.
- Novizan. 2002. Petunjuk Pemupukan yang Efektif. Agro Media Pustaka. Jakarta.
- Prawiranata, W. Harran dan S. Tjondronegoro. 1995. Dasar-dasar Fisiologi Tumbuhan. Jilid II. Departemen Botani. Fakultas MIPA. IPB. Bogor.
- Santoso, E., S. Hadi, R. Soeseno and O. Koswara. 1989. Accumulation of Macronutrient by Five Dipterocarps Species Inoculated with Different Species of Mycorrhizal Fungi. Bul. Pen.Hut. 514: 11-17. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan dan Konservasi Alam. Bogor.
- Sarief, E.S. 1985. Kesuburan dan Pemupukan Tanah Pertanian. Pustaka Bua-na. Bandung.
- Siregar, C.A. dan H.H. Siringoringo. 2000. Potensi Rehabilitasi Lahan Kritis Indonesia sebagai Gudang Karbon Dalam Mengatasi Perubahan Iklim Global. Buletin Kehutanan dan Perkebunan 1(1): 43-50. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan dan Perkebunan. Jakarta.
- Subowo, R. Sunyoto, dan D. Santoso. 1996. Pengelolaan Kesuburan Tanah Alkalin di Daerah Besikama, Propinsi Nusa Tenggara Timur. Kumpulan Makalah Seminar Forum Komunikasi Penelitian Tanah dan Agroklimat 1: 25-33. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Bogor.
- Sugiarti, Darwo, dan D.J. Panjaitan. 2007. Efektivitas Bentuk Inokulum Cendawan *Scleroderma citrinum* Persoon dalam Meningkatkan Pertumbuhan Semai *Pinus merkusii* Jungh. Et de Vriese. Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam IV(1): 63-74. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan dan Konservasi Alam. Bogor.
- Supriyanto. 1994. Analisis Struktural dan Kualifikasi Efektivitas Ektomikoriza. Laporan Program Pelatihan Biologi dan Bioteknologi Mikoriza II: 298-307. SEAMEO BIOTROP. Bogor.
- Tampubolon, A.P. dan Rusmana. 1998. Hubungan Morfologi Benih dan Semai Jenis HTI terhadap Mutu Bibit serta Upaya Menghasilkan Bibit Bermutu Tinggi. Prosiding Ekspose Hasil Litbang. Balai Teknologi Reboisasi Banjarbaru.

Lampiran (Appendix) 1. Sidik ragam tinggi bibit tusam pada umur tujuh bulan setelah tanam (Analysis of variance for height of seven month old pine seedling)

Sumber keragaman (Source of variance)	Derajat bebas (Degree of freedom)	Jumlah kuadrat (Sum of squares)	Kuadrat tengah (Mean squares)	F-Hitung (F-Calc.)	Peluang (Probability)
Media (Media)	2	25,28	12,64	14,69	0,00
Dosis serbuk spora (Doses of spore powder)	3	17,18	5,73	6,66	0,00
Interaksi (Interaction)	6	4,69	0,78	0,91	0,50
Galat (Error)	24	20,65	0,86		
Total (Total)	35	67,81			

Lampiran (Appendix) 2. Sidik ragam diameter bibit tusam pada umur tujuh bulan setelah tanam (Analysis of variance for diameter of seven month old pine seedling)

Sumber keragaman (Source of variance)	Derajat bebas (Degree of freedom)	Jumlah kuadrat (Sum of squares)	Kuadrat tengah (Mean squares)	F-Hitung (F-Calc.)	Peluang (Probability)
Media (Media)	2	0,039	0,020	7,86	0,002
Dosis serbuk spora (Doses of spore powder)	3	0,045	0,015	5,96	0,003
Interaksi (Interaction)	6	0,004	0,0007	0,27	0,946
Galat (Error)	24	0,060	0,0025		
Total (Total)	35	0,148			

Lampiran (Appendix) 3. Sidik ragam persentase akar bermikoriza (transformasi ke $\text{Arcsin}[x+0,01]^{0,5}$) bibit tusam pada umur tujuh bulan setelah tanam (Analysis of variance for presentage of mycorrhizal root (transformation to $\text{Arcsin}[x+0,01]^{0,5}$) of seven month old pine seedling)

Sumber keragaman (Source of variance)	Derajat bebas (Degree of freedom)	Jumlah kuadrat (Sum of squares)	Kuadrat tengah (Mean squares)	F-Hitung (F-Calc.)	Peluang (Probability)
Media (Media)	2	23,737,0	11,868,5	134,04	0,00
Dosis serbuk spora (Doses of spore powder)	3	9,994,1	3,331,4	37,62	0,00
Interaksi (Interaction)	6	5,117,5	852,9	9,63	0,00
Galat (Error)	24	2,125,1	88,5		
Total (Total)	35	40,973,7			

Lampiran (Appendix) 4. Sidik ragam berat kering total bibit tusam pada umur tujuh bulan setelah tanam (Analysis of variance for total dry weight of seven month old pine seedling)

Sumber keragaman (Source of variance)	Derajat bebas (Degree of freedom)	Jumlah kuadrat (Sum of squares)	Kuadrat tengah (Mean squares)	F-Hitung (F-Calc.)	Peluang (Probability)
Media (Media)	2	0,080	0,040	5,49	0,011
Dosis serbuk spora (Doses of spore powder)	3	0,114	0,038	5,23	0,006
Interaksi (Interaction)	6	0,056	0,009	1,28	0,305
Galat (Error)	24	0,175	0,007		
Total (Total)	35	0,425			

Lampiran (Appendix) 5. Analisis keragaman nisbah pucuk-akar bibit tusam tujuh bulan setelah diinokulasi (Analysis of variance for top-root ratio of seven month old pine seedling)

Sumber keragaman (Source of variance)	Derajat bebas (Degree of freedom)	Jumlah kuadrat (Sum of squares)	Kuadrat tengah (Mean squares)	F-Hitung (F-Calc.)	Peluang (Probability)
Media (Media)	2	1,894	0,947	1,98	0,160
Dosis serbuk spora (Doses of spore powder)	3	1,675	0,558	1,17	0,343
Interaksi (Interaction)	6	3,049	0,508	1,06	0,412
Galat (Error)	24	11,492	0,479		
Total (Total)	35	18,110			