

NODULASI RHIZOBIUM DAN PERTUMBUHAN BIBIT SENGON (*Paraserianthes falcataria*) YANG DIINOKULASI FUNGI MIKORIZA PADA CEKAMAN LUMPUR SIDOARJO

Sutarman

Fakultas Pertanian - Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Email: sutarman.jaya@gmail.com

ABSTRACT

RHIZOBIUM NODULATION AND SEEDLING GROWTH OF PARASERIANTHES FALCATARIA INOCULATED BY MYCORRHIZAE UNDER SIDOARJO MUD STRESS. *This study aims to find out: (i) the influence of mycorrhizal fungi and the percentage of Sidoarjo mud on Rhizobium's nodulation and sengon seedling growth, and (ii) percentage mud that provide the same relative response of seed growth compared with no mud. The factorial experiment was repeated 3 times with the first factor: the percentage of mud (0%, 10%, 20%, and 30%) and the second factor: mycorrhizal fungi (without and with mycorrhiza). Sidoarjo mud and mycorrhizal fungi affect the intensity root nodules, growth of seedlings, fresh weight and dry weight of seedlings. The percentage of mud to 10% relatively gave a response of intensity of root nodules, growth, and intensity of mycorrhizal infection did not differ with 'without mud' and better than the percentage of sludge 20% and 30%.*

Key words: Sidoarjo mud, *Paraserianthes* seedling, mycorrhiza, Rhizobium nodulation

PENDAHULUAN

Limbah lumpur minyak bumi hasil ekstraksi atau lumpur yang muncul dari perut bumi biasanya masih mengandung senyawa logam berat yang berpotensi mencemari lingkungan tanah. Tanah yang tercemar lumpur tersebut sebagaimana dikemukakan Subiksa (2010) dapat berpengaruh terhadap ekosistem dan dapat mengganggu perkembangan dan pertumbuhan tanaman. Hal ini didukung oleh Fitter dan Hay (1991) yang menyatakan bahwa ion-ion logam dapat bereaksi secara spesifik dengan enzim. Akibat adanya gangguan terhadap kerja enzim, maka proses metabolisme tanaman akan terganggu yang mengakibatkan tanaman akan layu dan mati.

Pengolahan limbah secara biologis untuk mengurangi ion logam berat adalah teknologi yang berpotensi untuk dikembangkan. Salah satu proses biologis tersebut adalah fitoremediasi, yaitu pemanfaatan tumbuhan dan mikroorganisme yang berasosiasi untuk menyerap, memindahkan, menginaktivkan, serta mengurangi kandungan senyawa toksik di dalam tanah (Firdaus, 2000; Truu *et al.*, 2003). Sementara itu menurut Anonim (2006), lumpur Sidoarjo merupakan lumpur yang banyak mengandung logam berat hingga di atas ambang batas. Hal ini sangat berbahaya bagi lahan pertanian di sekitar luapan lumpur, maka diperlukan program remediasi lahan terlebih dahulu.

Di lain pihak, sengon kiranya dapat menjawab tantangan akan kebutuhan kayu yang semakin meningkat dari waktu ke waktu. Umur tanaman sengon

yang relatif singkat yakni sekitar 5 sampai 10 tahun dan tinggi 30-40 m, sudah dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan, antara lain sebagai bahan bangunan dan perabotan, penghijauan dan reboisasi, pelindung dan penyubur tanah, bahan baku kayu bakar, dan bahan baku industri kertas (Hieronymus, 1992). Di samping itu, tanaman sengon juga dapat dimanfaatkan sebagai tanaman fitoremediasi, yaitu untuk perbaikan lahan tercemar limbah, terutama limbah logam berat yang banyak mencemari lahan penambangan. Menurut Setiadi (1996), tanaman sengon yang berasosiasi dengan mikoriza dan rhizobium dapat meningkatkan pertumbuhannya 2-3 kali lipat dibandingkan dengan sengon tanpa mikoriza dan rhizobium. Hal ini menunjukkan bahwa asosiasi antara tanaman sengon dengan mikoriza dan rhizobium dapat digunakan dalam proses fitoremediasi dan diharapkan tanaman sengon dapat tumbuh normal pada media lumpur Sidoarjo yang tercemar logam berat tersebut.

Penelitian ini bertujuan: (i) ingin mengetahui pengaruh fungi mikoriza dan persentase lumpur Sidoarjo terhadap nodulasi Rhizobium dan pertumbuhan bibit tanaman sengon, (ii) ingin mengetahui persentase lumpur yang memberikan respons nodulasi Rhizobium dan pertumbuhan bibit yang relatif sama dengan tanpa lumpur pada kombinasi perlakuan dengan fungi mikoriza.

BAHAN DAN METODE

Penelitian yang dilaksanakan di rumah kaca dan Laboratorium Agroteknologi Fakultas Pertanian

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo pada Maret-September 2011 ini menggunakan bahan: isolat fungi Mikoriza (*Glomus* sp.) dan isolat bakteri Rhizobium dari laboratorium Mikrobiologi Universitas Gajah Mada Yogyakarta, benih sengan, serta lumpur Sidoarjo yang sudah mengering dan relatif tidak bervegetasi.

Berdasarkan penelitian pendahuluan, diketahui bahwa bibit sengan hanya mampu hidup pada media dengan kandungan lumpur sampai sekitar 35 %. Kondisi ini mendekati keadaan rata-rata yang ekstrim terjadi pada tanah di sekitar luapan lumpur Sidoarjo. Untuk itu perlakuan dari faktor lumpur Sidoarjo terdiri atas: 0 % (L0), 10 % (L1), 20 %, (L2), dan 30 % (L3). Faktor kedua adalah inokulasi fungi mikoriza terdiri atas tanpa mikoriza (M0) dan diinokulasi fungi mikoriza (M1). Percobaan faktorial 4x2 ini disusun dengan menggunakan rancangan acak kelompok yang diulang 3 kali.

Untuk inokulasi Rhizobium dilakukan dengan mencampur benih yang akan disemai dengan tepung yang mengandung propagul Rhizobium yang diformulasikan dalam bentuk tepung dengan dosis 100 gr untuk tiap kg benih sengan yang sudah direndam di dalam air selama 24 jam, sedangkan inokulasi mikoriza (*Glomus* sp.) dilakukan dengan menyemai benih yang sudah mengandung propagul Rhizobium pada bedeng semai yang medianya adalah tanah dari lokasi sekitar semburan lumpur Sidoarjo (namun belum terpapar lumpur) dan diberi pupuk hayati fungi mikoriza granular sebanyak 200 gr per m² dengan kepadatan spora rata-rata 82 spora per 100 gr. Pemindahan bibit dari bedeng semai dilakukan pada 4 minggu setelah penyemaian ke dalam tiap polibag kapasitas 5 kg sesuai dengan perlakuan. Penyiraman dilakukan tiap hari selama 3 bulan.

Data yang diamati pada percobaan ini meliputi: panjang akar, intensitas bintil akar, intensitas infeksi mikoriza (Sutarman, 1997), tinggi tanaman, jumlah daun yang sudah berwarna hijau agak tua, dan diameter batang, bobot basah brangkasan bibit, dan bobot kering brangkasan bibit. Intensitas bintil akar diukur dengan menghitung persentase potongan dan yang ditumbuhi bintil dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Intensitas bintil akar} = \frac{\text{Jumlah potongan akar yang ditumbuhi bintil}}{\text{Jumlah seluruh potongan akar yang diambil}} \times 100\%$$

Data hasil pengamatan dianalisis dengan sidik ragam, yang dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf nyata 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan dan Perakaran

Persentase lumpur Sidoarjo dan inokulasi fungi mikoriza mempengaruhi berbagai parameter pertumbuhan dan aktivitas di rhizosfer yaitu: panjang akar, tinggi tanaman, jumlah daun, dan nodulasi Rhizobium di perakaran bibit sengan yang ditunjukkan oleh intensitas bintil akar serta intensitas infeksi mikoriza seperti ditunjukkan pada hasil analisis ragam (Tabel 1).

Tabel 1. Hasil analisis ragam (nilai F hitung) pengaruh persentase lumpur Sidoarjo (L) dan fungi mikoriza (M) terhadap seluruh parameter pengamatan pada 12 minggu setelah tanam (MST)

Parameter Pengamatan	L	M	L x M
Panjang akar	11,65 *	2,58 tn	0,41 tn
Tinggi tanaman	13,75 *	5,04 *	4,18 *
Jumlah daun	6,36 *	1,51 tn	0,95 tn
Diameter batang	32,72 *	7,97 *	7,97 *
Intensitas bintil akar	8,49 *	4,38 tn	8,09 *
Intensitas infeksi mikoriza	0,86 tn	44,76 *	0,86 tn
Bobot basah tanaman	18,87 *	1,42 *	6,49 *
Bobot kering tanaman	16,39 *	1,60 tn	5,85 *
F Tabel	3,34	4,60	3,34

Keterangan : * = Berbeda nyata pada taraf uji F 0,05.

tn = Tidak berbeda nyata pada taraf uji F 0,05.

Pengaruh interaksi persentase Lumpur Sidoarjo dan fungi mikoriza terhadap pertumbuhan tanaman hanya nyata pada tinggi dan diameter batang (Tabel 1) dengan nilai rata-rata masing-masing parameter tertera pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengaruh interaksi persentase lumpur Sidoarjo dan fungi mikoriza terhadap rata-rata tinggi (cm) dan jumlah daun bibit pada 12 MST

Perlakuan	Rata-rata Tinggi Bibit (cm)		Rata-rata Diameter Batang (cm)	
	M0	M1	M0	M1
	Tanpa Mikoriza	Dengan Mikoriza	Tanpa Mikoriza	Dengan Mikoriza
L0 (Tanpa Lumpur)	11,17 b	7,83 a	0,300 b	0,200 a
	B	A	D	C
L1 (Lumpur 10%)	7,83 a	8,33 a	0,233 a	0,267 a
	A	A	C	DE
L2 (Lumpur 20%)	6,67 a	6,33 a	0,150 b	0,100 a
	A	A	A	A
L3 (Lumpur 30%)	6,50 a	6,00 a	0,200 a	0,200 a
	A	A	B	C
Nilai Duncan	1.95	2.38	0.044	0.054
Interaksi	2.84	2.99	0.060	0.064
	3.11	3.21	0.068	0.071
			0.073	

Keterangan: Nilai tengah yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5 % menurut Uji Jarak Berganda Duncan; pada tiap parameter, huruf besar dibaca vertical, huruf kecil dibaca horizontal

Pengaruh persentase lumpur Sidoarjo terhadap panjang akar dan jumlah daun serta pengaruh fungi mikoriza terhadap intensitas infeksi mikoriza tertera pada Tabel 3, sedangkan pengaruh interaksi lumpur Sidoarjo dan fungi mikoriza terhadap intensitas bintil akar Rhizobium tertera pada Tabel 4.

Tabel 3. Pengaruh persentase lumpur Sidoarjo terhadap panjang akar (cm) dan jumlah daun serta pengaruh fungi mikoriza terhadap intensitas infeksi mikoriza (%) pada 12 MST

Perlakuan	Rata-rata Panjang akar (cm)	Rata-rata Jumlah Daun	Perlakuan	Rata-rata
				Intensitas infeksi mikoriza (%)
Tanpa Lumpur (L0)	25,50 b	8.67 b	Tanpa Mikoriza (M0)	0,00 a
Lumpur 10% (L1)	17,33 ab	8,00 ab		
Lumpur 20% (L2)	8,00 a	6,00 ab	Dengan Mikoriza (M1)	25,00 b
Lumpur 30% (L3)	8,08 a	5,50 a		
Nilai Duncan	10.56	2.32	Nilai Duncan	16,01
	12.89	2.83		
	14.32	3.14		

Keterangan: Nilai tengah yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5 % menurut Uji Jarak Berganda Duncan

Tabel 4. Pengaruh interaksi persentase lumpur Sidoarjo dan fungi mikoriza terhadap rata-rata intensitas bintil akar Rhizobium 12 MST (%)

Perlakuan	M0 (Tanpa Mikoriza)	M1 (Dengan Mikoriza)
L0 (Tanpa Lumpur)	49,33 b B	11,00 a A
L1 (Lumpur 10%)	15,00 a A	23,67 a A
L2 (Lumpur 20%)	4,45 a A	10,23 a A
L3 (Lumpur 30%)	11,11 a A	3,33 a A
Nilai Duncan	16.20	19.78
Interaksi	21.97	23.58
	25.82	26.68

Keterangan: Nilai tengah yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5 % menurut Uji Jarak Berganda Duncan; huruf besar dibaca vertical, huruf kecil dibaca horizontal

Pada Tabel 4 tampak bahwa kombinasi perlakuan yang menggunakan persentase lumpur 10 % menghasilkan rata-rata tinggi dan jumlah daun bibit yang tinggi dan relatif tidak berbeda dengan perlakuan yang tanpa menggunakan lumpur dan lebih baik dibandingkan persentase lumpur 20 dan 30 %. Perlakuan Lumpur 10% yang diinokulasi fungi Mikoriza (L1M1) tampak menunjukkan hasil lebih baik dibandingkan dengan seluruh perlakuan yang mengandung lumpur 20% dan 30% . Hal ini menunjukkan bahwa asosiasi rhizobium dan mikoriza mampu menghasilkan respons bibit berupa bintil akar dengan intensitas yang lebih tinggi pada lumpur 10 % media tanam.

Bobot Basah dan Kering Brangkanan

Rata-rata pengaruh persentase lumpur Sidoarjo dan fungi mikoriza terhadap bobot basah dan bobot kering brangkanan bibit dapat dilihat pada Tabel 5. Perlakuan persentase lumpur 10 % menunjukkan respons tanaman yang relatif sama dibandingkan dengan tanpa lumpur pada bobot basah dan bobot kering brangkanan bibit. Pada persentase lumpur 20 dan 30 % bobot brangkanan masing-masing hanya sebesar 42 % dan 50 % bobot basah perlakuan lumpur 10 % serta hanya sebesar 38 % dan 43 % bobot kering perlakuan lumpur 10 %. Sementara itu sebagaimana terlihat pada Tabel 6 bahwa kombinasi perlakuan yang menggunakan persentase lumpur 10 % juga menunjukkan rata-rata bobot basah dan bobot kering yang relatif lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan yang menggunakan persentase lumpur 20 dan 30 %.

Tabel 5. Pengaruh interaksi persentase lumpur Sidoarjo dan inokulasi fungi mikoriza terhadap bobot basah dan bobot kering brangkasan bibit (gr) pada 12 MST

Perlakuan	Rata-rata Bobot Basah Bibit (gr)								Rata-rata Bobot Kering Bibit (gr)							
	M0 (Tanpa Mikoriza)				M1 (Dengan Mikoriza)				M0 (Tanpa Mikoriza)				M1 (Dengan Mikoriza)			
L0 (Tanpa Lumpur)	4,78 b C				2,44 a A				1,31 b B				0,61 a A			
L1 (Lumpur 10%)	2,38 a B				3,02 a A				0,60 a A				0,76 a A			
L2 (Lumpur 20%)	1,15 a A				1,11 a A				0,26 b A				0,26 a A			
L3 (Lumpur 30%)	1,12 a A				1,57 a A				0,23 a A				0,36 a A			
Nilai Duncan Interaksi	1.15	1.41	1.57	1.68	1.77	1.84	1.90	0.35	0.43	0.48	0.52	0.54	0.57	0.58		

Keterangan: Nilai tengah yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5 % menurut Uji Jarak Berganda Duncan; pada tiap parameter, huruf besar dibaca vertical, huruf kecil dibaca horizontal

Penggunaan lumpur Sidoarjo ternyata mempengaruhi semua pertumbuhan bibit dan intensitas binti akar, tetapi tidak mempengaruhi perbedaan intensitas infeksi mikoriza. Hal ini diduga logam dan polutan lumpur Sidoarjo tidak mampu secara signifikan menekan secara langsung aktivitas fungi mikoriza di perakaran bibit. Menurut Subiksa (2010), kemiskinan tanah dan keadaan logam yang tinggi bukan merupakan faktor pembatas bagi mikoriza, tetapi merupakan pembatas bagi pertumbuhan tanaman. Dengan demikian penggunaan lumpur dengan persentase di atas 10 % akan menekan pertumbuhan tanaman tetapi tidak mempengaruhi aktivitas fungi mikoriza pada perakaran bibit. Fungi mikoriza juga membantu nodulasi dan aktivitas bakteri Rhizobium. Respons pertumbuhan yang rendah dapat mengakibatkan rendahnya suplai gula atau sumber nutrisi yang disediakan tanaman bagi fungi mikoriza dalam sistem simbiosisnya dan bagi bakteri Rhizobium dalam proses nodulasi dan aktivitas fiksasi nitrogennya. Namun demikian sampai 12 MST, baik aktivitas fungi mikoriza maupun nodulasi Rhizobium masih menunjukkan performa yang baik seperti ditunjukkan oleh nilai rata-rata pada beberapa perlakuan berlumpur sampai 30 % yang masih relatif tidak berbeda dengan pemberian lumpur 10 % seperti tertera Tabel 2 dan 3.

Pengaruh interaksi lumpur Sidoarjo dan fungi mikoriza yang nyata terhadap pertumbuhan (Tabel 2 dan 3), intensitas binti akar (Tabel 4), serta bobot basah dan bobot kering (Tabel 5) adalah merupakan fakta ini yang menunjukkan bahwa aktivitas Rhizobium dan interaksinya dengan fungi mikoriza di dalam

sistem simbiosis di rhizosfer menjadi penting dalam mengatasi cekaman lumpur Sidoarjo. Bakteri Rhizobium dalam binti akar memegang peranan penting dalam pereduksian N_2 atmosfer menjadi amonia yang memungkinkan bagi biosintesis asam amino (Vance dan Griffith, 1990; Layzel, 1990) yang sangat dibutuhkan tanaman.

Peran menguntungkan tanaman juga diberikan oleh mikoriza seperti terlihat pada Tabel 5, bahwa baik pada bobot basah maupun bobot kering, perlakuan bermikoriza sampai pada persentase lumpur Sidoarjo 10 % menunjukkan nilai yang relatif lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya selain kontrol. Hal ini menunjukkan fungi mikoriza tidak terpengaruh langsung oleh cekaman lumpur, tetapi bibit sengan mendapat tekanan akibat polutan yang terkandung di dalam lumpur Sidoarjo. Eksistensi mikoriza selain membantu sistem perakaran dalam mengatasi cekaman lingkungan rhizosfer (Sutarman dan Prasetya, 1999), juga mampu mendorong kolonisasi dan pertumbuhan berbagai mikroba yang bersinergi dengan mikoriza VA dan menguntungkan bagi tanaman (Smith dan Read, 1997).

Dari semua parameter yang diamati, tampak bahwa bibit sengan mampu hidup dengan baik sampai pada persentase lumpur 30 %, demikian juga aktivitas binti akar dan fungi mikoriza di dalam sistem simbiosisnya. Meskipun begitu respons pertumbuhan serta bobot basah dan bobot kering terbaik ditunjukkan oleh perlakuan yang mengandung lumpur Sidoarjo sampai 10 %.

KESIMPULAN

1. Lumpur Sidoarjo dan fungi mikoriza mempengaruhi nodulasi akar, intensitas infeksi mikoriza, tinggi dan jumlah daun, serta bobot basah dan bobot kering brangkasan bibit sengon *Paraserianthes falcataria*
2. Persentase lumpur sampai 10 % memberikan respons pertumbuhan panjang akar, intensitas bintil akar, intensitas infeksi mikoriza, pertumbuhan bibit, dan bobot basah dan bobot kering brangkasan yang relatif tidak berbeda dengan tanpa lumpur dan lebih baik dibandingkan dengan persentase lumpur 20 % dan 30 %.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2006. Walhi Tolak Pembuangan Lumpur Sidoarjo. Dalam <http://walhijatim-issue.blogspot.com/2006/09/walhi-jatim-tolak-pembuangan-lumpur.html>
- Firdaus, L.N. 2000. Teknologi Fitoremediasi Lingkungan. Dalam http://www.terranet.or.id/goto_berita.php?id=14350
- Fitter, A.H dan R.K.M. Hay. 1991. Fisiologi Lingkungan tanaman. Terjemahan oleh Sri Andani dan E.D. Purbayanti. Universitas Gajah Mada Press. Yogyakarta.
- Hieronymus, B.S. 1992. Budidaya Sengon. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Layzel, D.B. 1990. N_2 fixation, NO_3^- reduction and NH_4^+ assimilation. In: Dennis, D.T. and D.H. Turpin, Plant Physiology, Biochemistry and Molecular Biology. Longman Scientific & Technical-John Wiley and Sons, New York, p. 389-406
- Setiadi, Y. 1996. Mengenal Cendawan Mikoriza Arbuskular (CMA) dan Prospek Aplikasinya Sebagai Pupuk Biologis Untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Kualitas Semai Tanaman Kehutanan. Dalam Lokakarya Produksi Bibit Secara Massal. Bogor.
- Smith, S.E, and D.J. Read. 1997. Mycorrhizal symbiosis, 2nd ed. Academic Press.
- Subiksa, I.G.M. 2010. Pemanfaatan Mikoriza Untuk Penanggulangan Lahan Kritis. Dalam : http://rudycr.tripod.com/sem2_012/igm_subiksa.htm.
- Sutarman. 1997. Pengujian kombinasi media tumbuh EM4 dan mikoriza VA pada semai sengon (*Paraserianthes falcataria*). J. Agrotek 5(2): 107-118.
- Sutarman dan B. Prasetya. 1999. Pemanfaatan pupuk hayati fungi mikoriza VA pada tanaman sengon (*Paraserianthes falcataria*). J. Agrotek 7(1): 141-152.
- Truu, J. Talpsep, E. Vedler, E. Heinaru, and A. Heinaru. 2003. Enhanced Biodegradation of Soil Shal Chemical Industry Solid Wasted by Phytoremediation and Bioaugmentation. Estonia Academy Publisher.
- Vance C.P. and S.M. Griffith. 1990. The molecular biology of N metabolism in Dennis D.T. dan D.H. Turpin, Plant physiology, biochemistry and molecular biology. Longman Scientific & Technical-John Wiley and Sons, New York.