

POPULASI JAMUR MIKORIZA VESIKULAR-ARBUSKULAR PADA LAHAN BEKAS GALIAN EMAS YANG DIREKLAMASI DENGAN LEGUM TUMBUH CEPAT DIKOMBINASIKAN DENGAN PENUTUP TANAH DAN MIKROBA

Suciatmih

Bidang Mikrobiologi, Puslit Biologi – LIPI Jl. H. Juanda 18, Bogor 16122

ABSTRACT

A field work has been carried out to study the population of vesicular-arbuscular mycorrhizal (VAM) fungi on degraded gold mining land that was reclaimed with fast growing legume (*Enterolobium* sp. and *Acacia mangium*) trees in combination with cover crops (*Centrosema pubescens* dan *Flemingia congesta*) and microbe (VAM fungi, *Rhizobium* sp. and mixed *Rhizobium* sp. and phosphate solubilizing bacteria) inoculation. Reclamation with fast growing legumes in combination with cover crops and microbe inoculation on the degraded land increased the population of VAM fungi. After 1.5 years, the population of the fungi on the reclaimed land increased from 3.4 (control) to 6.1–80.5 spore/g soil. The highest spore population resulted by combination between *Acacia mangium*, *C. pubescens*, and VAM fungi ($V_2I_1C_1$) plot followed by combination between *Acacia mangium* without cover crop, and VAM fungi inoculation ($V_2I_1C_0$) plot and combination between *Enterolobium* sp. without cover crop and mixed *Rhizobium* and phosphate solubilizing bacteria inoculation ($V_1I_3C_0$) plot were 80.5, 56.0 and 51.8 respectively.

Key words: cover crop, fast growing legume, phosphate solubilizing bacteria, reclamation, *Rhizobium*, spore, VAM fungi

PENGANTAR

Penambangan emas dapat menyebabkan kerusakan ekosistem, sehingga bisa menimbulkan kerusakan pada status tanah secara biologis, kimia, dan fisik yang selanjutnya akan diikuti dengan terjadinya suatu kemunduran pada kombinasi jenis dari vegetasi yang mendiaminya (Sambas dan Prawiroatmodjo, 1995), serangga tanah (Suhardjono, 1995), serta mikroba tanah seperti jamur mikoriza vesikular-arbuskular (MVA) (Suciatmih, 1997), *Rhizobium* (Suliasih dan Widawati, 1995), dan bakteri pelarut fosfat (BPP) (Sudiana dan Kanti, 1995).

Pemeliharaan keseimbangan biologis yang optimal pada lahan bekas penambangan adalah penting untuk keberlanjutan lahan tersebut. Karena degradasi tanah dapat menurunkan keseimbangan mikroba maka perlu dicari cara yang bisa merestorasi komponen biologis tersebut dari keberlanjutannya.

Usaha tersebut berkaitan erat dengan penggunaan tanaman legum/kacang-kacangan sebagai komponen esensial ekosistem berkelanjutan. Tanaman legum dapat membentuk dua tipe simbiotik yang mutualistik dengan mikroba tanah bermanfaat yaitu bakteri bintil akar (BA) dan jamur MVA. Usaha ini punya arti penting bagi ekologi yang berespons pada keberlanjutannya. Fiksasi N_2 merupakan kunci bagi nitrogen (N), yaitu suatu bahan makanan penting untuk biosfer. Tetapi, proses ini bergantung pada suplai fosfor (P) dan bahan makanan lainnya. Asosiasi mikoriza dapat memberikan keuntungan terutama pada ketersediaan P, baik

bagi tanamannya sendiri maupun untuk fiksasi N sebagai akibat dari adanya suatu hubungan sinergistik yang terjadi karena dua simbiosis. Demikian pula dengan bakteri pelarut fosfat (BPP) yang hidup bebas di tanah dapat membantu ketersediaan P. Tanaman legum yang berbintil akar dan bermikoriza VA, di mana tanah rizosfernya mengandung BPP diharapkan dapat meningkatkan kecepatan penutupan lahan-lahan terganggu.

Untuk melihat pemulihan salah satu komponen biologis seperti jamur MVA, maka telah dilakukan penghitungan populasi jamur tersebut pada lahan bekas tambang emas yang direklamasi dengan tanaman legum tumbuh cepat yang dikombinasikan dengan tanaman penutup tanah dan inokulasi mikroba penyubur tanah.

Bahan dan Cara Kerja

Lokasi Penelitian

Cimanggu merupakan salah satu kawasan penambangan emas di Jampang, Sukabumi. Pada kawasan tersebut ada areal-areal yang sudah ditinggalkan dari aktivitas penambangan dan ada juga yang masih berjalan. Pada areal yang sudah ditinggalkan, sekarang ini sudah ditumbuhi semak belukar. Setelah semak belukar dibersihkan dengan cara dibabat, areal tersebut dijadikan tempat pengujian reklamasi. Penelitian dirancang secara petak terpisah dengan vegetasi sebagai petak utama dan tanaman penutup tanah serta inokulasi mikroba penyubur tanah sebagai anak petak dengan perincian sebagai berikut.

- Vegetasi : • Sengon buto (*Enterolobium* sp.) (V_1) dari Familia Mimosaceae dan Ordo Fabales
- Akasia (*Acacia mangium*) (V_2) dari Familia Fabaceae dan Ordo Fabales
- Penutup tanah : • Tanpa penutup tanah (C_0)
- *Centrosema pubescen* (C_1); Familia Fabaceae; Ordo Fabales
- *Flemingia congesta* (C_2); Familia Fabaceae, Ordo Fabales
- Inokulasi mikroba: • Tanpa inokulasi (I_0)
- Jamur MVA (*Gigaspora margarita*) (I_1)
- *Rhizobium* (I_2)
- Gabungan *Rhizobium* dan bakteri pelarut fosfat (BPP) (I_3)

Petak yang digunakan untuk penelitian berukuran 5×5 m dengan jarak tanam 1×1 m sehingga pada setiap petak terdapat 25 tanaman. Semua perlakuan mendapatkan pupuk kandang yang sama yaitu 9 kg per tanaman per tahun (3 kg/4 bulan). Pemberian pupuk dilakukan secara melingkar di sekitar bibit yang ditanam dengan jarak 20 cm dari bibit. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 2 kali.

Pengambilan Contoh Tanah

Contoh tanah diambil dari petak reklamasi yang sudah berumur 1,5 tahun. Contoh tanah dari masing-masing petak perlakuan diambil dari beberapa lokasi kemudian dicampur dan dibungkus dalam kantong plastik. Sebagai kontrol (sebelum dilakukan reklamasi), diambil contoh tanah yang ditumbuhi semak belukar.

Isolasi Spora Jamur MVA

Untuk mengisolasi spora jamur MVA digunakan modifikasi metode Caveness dan Jensen (1955). Lima gram contoh tanah disuspensikan dalam 25 ml air dan disentrifuse selama 5 menit pada kecepatan 2900 rpm. Suspensi disaring dengan kertas saring I dan tanah disuspensikan kembali dengan 25 ml sukrosa (540 g/l) dan disentrifuse selama 5 menit pada kecepatan 2900 rpm. Suspensi spora dalam larutan sukrosa disaring dengan kertas saring II. Kertas saring I dan II dilihat di bawah mikroskop stereo untuk dihitung jumlah sporanya. Tiap perlakuan diulang $2 \times$. Apabila jumlah spora pada contoh tanah itu rendah, maka penghitungan jumlah spora dilakukan dengan memeriksa tanah sebanyak 100 g dengan menggunakan metode penuangan dan penyaringan basah (Gerdermann dan Nicolson, 1963).

Data populasi spora jamur MVA dianalisis menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) dan diuji dengan the *least significant different* (LSD).

Hasil

Hasil pengamatan populasi spora jamur MVA per gram tanah dari masing-masing petak reklamasi dapat dilihat pada Tabel 1. Reklamasi lahan bekas penambangan emas dengan tanaman sengon buto maupun akasia yang dikombinasikan dengan tanaman penutup tanah dan inokulasi mikroba penyubur tanah dapat memperbaiki populasi jamur tersebut. Setelah 1,5 tahun direklamasi, populasi jamur meningkat dari 3,4 spora/g tanah (kontrol) menjadi 6,1–80,5 spora/g tanah.

Reklamasi lahan bekas penambangan emas dengan tanaman sengon buto maupun akasia yang dikombinasikan dengan tanaman penutup tanah dan inokulasi mikroba penyubur tanah belum dapat memperbaiki jumlah jenis jamur MVA (Tabel 1). Jumlah jenis jamur sebelum dan sesudah dilakukan reklamasi adalah sama yaitu 6 jenis. Akan tetapi, upaya reklamasi pada lahan bekas penambangan emas dapat meningkatkan populasi spora *Glomus* sp. 4 dari 0,9 spora/g tanah menjadi 0,9–69,6 spora/g tanah dan *Glomus* sp. 5 dari 1,8 spora/g tanah menjadi 1,3–17,5 spora/g tanah.

Hasil uji statistika diketahui bahwa ada interaksi pengaruh yang nyata ($p < 0,05$) antara tanaman legum tumbuh cepat, tanaman penutup tanah, dan inokulasi mikroba penyubur tanah pada populasi spora jamur MVA total (Tabel 1). Hasil populasi jamur total tertinggi diperlihatkan oleh petak kombinasi antara akasia diberi penutup tanah *C. pubescen*, dan jamur MVA ($V_2I_1C_1$) (80,5 spora/g tanah) diikuti akasia tanpa penutup tanah dan diinokulasi jamur MVA ($V_2I_1C_0$) (56,0 spora/g tanah) serta sengon buto tanpa penutup tanah dan diinokulasi gabungan BPP dan *Rhizobium* ($V_1I_3C_0$) (51,8 spora/g tanah).

Seperti halnya pada populasi spora jamur MVA total, ada interaksi pengaruh yang nyata ($p < 0,05$) antara tanaman legum tumbuh cepat, tanaman penutup tanah, dan inokulasi mikroba penyubur tanah pada populasi *Glomus* sp. 4 dan *Glomus* sp. 5. Kombinasi tanaman akasia dengan penutup tanah *C. pubescen*, dan inokulasi jamur MVA ($V_2I_1C_1$) serta perlakuan tanaman akasia tanpa penutup tanah dan diinokulasi jamur MVA ($V_2I_1C_0$) masing-masing menghasilkan populasi spora *Glomus* sp. tertinggi, yaitu 69,60 dan 50,1 spora/g tanah (Tabel 1). Populasi spora *Glomus* sp. 5 tertinggi diperlihatkan oleh kombinasi tanaman sengon buto tanpa penutup tanah yang diinokulasi gabungan *Rhizobium* dan BPP

Tabel 1. Populasi spora jamur MVA per gram tanah pada petak percobaan setelah 1,5 tahun direklamasi

No.	Petak	Populasi spora jamur MVA/g tanah							Total
		A	B	C	D	E	F	G	
1.	V ₁ I ₀ C ₀	1,4	4,3	4,4	8,9 fghij	2,4 de	-	-	21,4 defg
2.	V ₁ I ₀ C ₁	0,6	0,6	0,9	6,0 fghij	11,4 abc	-	0,3	19,8 defgh
3.	V ₁ I ₀ C ₂	0,9	1,0	1,0	3,3 ghij	7,3 bcde	-	0,4	14,1 fgh
4.	V ₁ I ₁ C ₀	0,2	1,0	1,9	9,2 fghij	5,2 bcde	0,4	-	19,6 defgh
5.	V ₁ I ₁ C ₁	-	0,7	0,1	7,0 bcde	3,9 cde	0,9	-	20,7 defg
6.	V ₁ I ₁ C ₂	-	0,3	1,0	13,8 defg	4,7 cde	1,9	-	17,8 defgh
7.	V ₁ I ₂ C ₀	0,3	1,0	1,1	10,7 fghij	8,7 bed	-	0,2	22,7 def
8.	V ₁ I ₂ C ₁	-	1,7	1,9	4,1 ghij	8,7 bcd	-	0,1	16,5 defgh
9.	V ₁ I ₂ C ₂	-	0,5	0,8	5,4 fghij	3,3 de	-	0,3	9,7 fgh
10.	V ₁ I ₃ C ₀	0,4	2,1	3,0	28,8 c	17,5 a	-	-	51,8 b
11.	V ₁ I ₃ C ₁	-	2,7	1,3	6,9 fghij	2,8 de	-	0,1	15,8 efgh
12.	V ₁ I ₃ C ₂	0,2	0,8	0,6	23,9 cd	12,1 ab	-	0,2	37,8 c
13.	V ₂ I ₀ C ₀	-	0,9	0,7	1,7 j	5,8 bcde	-	0,2	9,3 fgh
14.	V ₂ I ₀ C ₁	-	1,1	0,35	7,5 fghij	7,3 bcde	-	-	15,9 efgh
15.	V ₂ I ₀ C ₂	-	0,6	0,7	12,9 efgh	4,8 cde	-	-	19,0 defgh
16.	V ₂ I ₁ C ₀	0,3	0,1	0,2	50,1 b	4,4 cde	0,9	-	56,0 b
17.	V ₂ I ₁ C ₁	-	0,1	1,3	69,6 a	8,7 bcd	0,8	-	80,5 a
18.	V ₂ I ₁ C ₂	0,1	0,1	0,6	21,9 cde	6,6 bcde	0,9	-	30,2 cd
19.	V ₂ I ₂ C ₀	-	0,3	1,5	5,8 fghij	5,3 bcde	-	-	12,9 fgh
20.	V ₂ I ₂ C ₁	0,2	0,8	0,2	3,6 ghij	1,3 e	-	-	6,1 h
21.	V ₂ I ₂ C ₂	0,3	1,2	0,5	0,9 j	5,7 bcde	-	-	8,6 g
22.	V ₂ I ₃ C ₀	0,4	1,9	2,2	11,4 efghij	12,0 ab	-	0,1	28,0 cde
23.	V ₂ I ₃ C ₁	-	0,7	0,6	1,9 ij	3,0 de	-	-	6,2 h
24.	V ₂ I ₃ C ₂	0,1	0,4	0,1	2,9 hij	4,8 cde	-	0,1	9,3 fgh
25.	semak (kontrol)	0,1	0,4	0,1	0,9	1,8	-	0,1	3,4

Keterangan:

angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5 % menurut uji LSD. A = *Glomus* sp.1 (hitam, tangkai kekar); B = *Glomus* sp.2 (hitam); C = *Glomus* sp.3 (merah); D = *Glomus* sp.4 (kuning dinding berhiasan jala); E = *Glomus* sp.5 (kuning dinding halus); F = *Gigaspora margarita*; G = *Gigaspora* sp. V₁ = sengon buto; V₂ = akasia; C₀ = tanpa tanaman penutup tanah; C₁ = *C. pubescens*; C₂ = *F. congesta*; I₀ = tanpa inokulasi; I₁ = inokulasi jamur MVA; I₂ = inokulasi *Rhizobium*; I₃ = inokulasi gabungan *Rhizobium* dan bakteri pelarut fosfat (BPP).

(V₁I₃C₀) diikuti oleh kombinasi tanaman sengon buto diberi penutup tanah, *F. congesta* dan gabungan *Rhizobium* dengan BPP (V₁I₃C₂) masing-masing 17,5 dan 12,1 spora/g tanah. Populasi *Glomus* sp. 4 terendah (0,9 spora/g tanah) diperlihatkan oleh kombinasi tanaman akasia dengan penutup tanah *F. congesta* dan diinokulasi *Rhizobium* (V₂I₂C₂), sedangkan populasi *Glomus* sp. 5 terendah (1,3 spora/g tanah) diperoleh dari petak akasia diberi penutup tanah *C. pubescens* dan *Rhizobium* (V₂I₂C₁).

PEMBAHASAN

Reklamasi lahan bekas penambangan emas dengan tanaman sengon buto maupun akasia yang dikombinasikan dengan tanaman penutup tanah dan inokulasi mikroba penyubur tanah dapat memperbaiki populasi jamur MVA total, *Glomus* sp.4, dan *Glomus* sp.5. Kedua jenis jamur tersebut hampir dijumpai di setiap petak perlakuan dengan populasi yang relatif besar. Kalau melihat morfologi keduanya, viabilitas spora *Glomus* sp.4 dapat dikatakan lebih baik daripada *Glomus* sp.5. Tampaknya spora *Glomus* sp.4 tersebut baru saja diproduksi. Artinya upaya

reklamasi dapat merangsang pembentukan spora *Glomus* sp.4. Melimpahnya jamur tersebut pada suatu lahan tentunya akan menguntungkan mengingat jamur ini punya kontribusi penting pada proses perolehan bahan makanan bagi tumbuhan (Suciatmih, 1996), siklus bahan makanan (Suciatmih, 1998) dan perbaikan struktur tanah (Suciatmih, 2001).

Reklamasi dengan tanaman sengon buto maupun akasia yang dikombinasikan dengan tanaman penutup tanah dan inokulasi mikroba pada lahan bekas penambangan emas belum dapat memperbaiki jumlah jenis jamur MVA (Tabel 1). Jumlah jenis jamur sebelum dan sesudah dilakukan reklamasi adalah sama yaitu 6 jenis. Walaupun ada penambahan jenis *Gigaspora margarita* pada petak-petak seperti kombinasi antara akasia tanpa penutup tanah dan diinokulasi jamur MVA (V₂I₁C₀), akasia diberi penutup tanah *C. pubescens* dan jamur MVA (V₂I₁C₁), akasia diberi penutup tanah *F. Congesta*, dan jamur MVA (V₂I₁C₂), sengon buto tanpa penutup tanah dan diinokulasi jamur MVA (V₁I₁C₀), sengon buto diberi penutup tanah *C. pubescens* dan jamur MVA (V₁I₁C₁), dan sengon buto diberi

penutup tanah, *F. congesta* dan jamur MVA ($V_1I_1C_2$) karena hasil introduksi. Kecuali jamur *Glomus* sp.1 dan *Gigaspora* sp., jenis jamur indigen (*indigenous*) lainnya dijumpai di setiap perlakuan.

Menurut Jha *et al.* (1992), komposisi populasi dan aktivitas mikroba tanah banyak dipengaruhi oleh faktor fisika-kimia tanah, iklim dan vegetasi. Selain tanaman, faktor biotik lainnya seperti mikroba tanah dapat mempengaruhi keberadaan jamur ini. Daft (1991) mengatakan bahwa di dalam tanah dan rizosfer diketahui banyak mikroba baik yang kurang membahayakan, merugikan, atau berinteraksi positif dengan jamur ini. Dalam hal ini, introduksi jamur *G. margarita*, serta gabungan *Rhizobium* dan BPP tampaknya menguntungkan bagi keberadaan jamur indigen, khususnya jamur *Glomus* sp.4 dan *Glomus* sp.5. Telah dilaporkan bahwa *Rhizobium* spp. dapat meningkatkan pertumbuhan miselium spora *Glomus mosseae* (Gonzalez 1988 *cit* Puppi *et al.*, 1994) dan polisakarida ekstraseluler dari *R. meliloti* dapat meningkatkan pembentukan mikoriza pada *Medicago sativa* (Azcon-Aguilar 1980 *cit* Puppi *et al.*, 1994). Azcon *et al.* (1978) menambahkan bahwa supernatan yang bebas sel biakan *Rhizobium* mengandung hormon tanaman, sehingga bisa meningkatkan kolonisasi mikoriza, *G. mosseae* pada *M. sativa*. Demikian pula dengan BPP, dapat memengaruhi keberhasilan infeksi jamur *Endogone* sp. pada tanaman (Barea *et al.*, 1975). Dalam penelitian ini introduksi *Rhizobium* sendiri pada petak-petak seperti $V_1I_2C_0$, $V_1I_2C_1$, $V_1I_2C_2$, $V_2I_2C_0$, $V_2I_2C_1$, dan $V_2I_2C_2$ tidak banyak berpengaruh pada populasi jamur indigen, kecuali digabungkan dengan BPP. Pembentukan bintil akar oleh bakteri *Rhizobium* memerlukan suplai P tinggi, sedangkan P tersedia pada lahan bekas tambang tersebut adalah rendah. Keadaan tersebut dapat menyebabkan kegagalan *Rhizobium* membentuk bintil akar pada tanaman legum dan selanjutnya tidak akan berpengaruh terhadap keberadaan jamur MVA.

Reklamasi lahan bekas penambangan emas dengan tanaman legum tumbuh cepat sengon buto (*Enterolobium* sp.) dan akasia (*Acacia mangium*) yang dikombinasikan dengan tanaman penutup tanah *Centrosema pubescen* dan *Flemingia congesta* serta inokulasi mikroba penyubur tanah, jamur MVA, *Rhizobium* dan gabungan *Rhizobium* dengan bakteri pelarut fosfat (BPP) dapat memperbaiki populasi jamur MVA indigen dari 3,4 menjadi 6,1–80,5 spora/g tanah, tetapi belum bisa memperbaiki jumlah jenis jamur tersebut. Selain populasi spora MVA total, upaya reklamasi lahan bekas tambang emas dengan tanaman legum tumbuh cepat yang dikombinasikan dengan tanaman penutup tanah dan inokulasi mikroba penyubur tanah dapat pula meningkatkan secara nyata populasi spora jamur

Glomus sp. 4 dari 0,9 spora/g tanah menjadi 0,9–69,6 spora/g tanah dan *Glomus* sp. 5. dari 1,8 spora/g tanah menjadi 1,3–17,5 spora/g tanah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Puslit Biologi-LIPI melalui proyek penelitian Reklamasi Lahan Terdegradasi yang telah membiayai penelitian ini.

KEPUSTAKAAN

- Azcon R, Azcon-Aguilar C, dan Barea JM, 1978. Effects of Plant Hormones Present in Bacterial Cultures on the Formation and Responses to VA Mycorrhiza. *New Phytology* 80: 359–369.
- Barea JM, R Azcon, dan DS Hayman, 1975. Possible Synergistic Interaction between *Endogone* and Phosphate-solubilizing Bacteria in Low-phosphate Soils (In: *Endomycorrhizas: Proceedings of a Symposium*): 409–417.
- Cavennes F dan Jensen HJ, 1955. Modification of the Centrifugal-floatation Technique for the Isolation and Concentration Of Nematodes and Their Eggs from Soil and Plant Tissue. *Proc. Helminthol. Soc. Wash.* 22: 87–89.
- Daft MJ, 1991. Host and Cultural Practices that Influence Mycorrhizal Responses. Second Asian Conference on Mycorrhiza. *Biotrop Spec.* Publication No 42: 197–208.
- Gerdermann JW dan Nicolson TH, 1963. Spores of Mycorrhizal *Endogone* Species Extracted from Soil by Wet Sieving and Decanting. *Transaction British Mycological Society* 46: 235–244.
- Jha DK, Sharma GD, dan Mishara, 1992. Ecology of Soil Microflora and Mycorrhizal Symbiont. *Biol. Fertil. Soils* 12: 272–278.
- Puppi G, Azcon R, dan Hoflich G, 1994. Management of Positive Interactions of Arbuscular Mycorrhizal Fungi with Essential Groups of Soil Microorganisms in Gianinazzi and Schepp (eds.) *Impact of Arbuscular Mycorrhizas on Sustainable Agriculture and Natural Ecosystems*. Birkhauser Verlag Basel/Switzerland.
- Sambas EN dan Prawiroatmodjo S, 1995. Perbandingan Komposisi Jenis Tumbuhan di Hutan Alam dan Hutan Terganggu (Tambang Emas) di Jampang, Sukabumi. *Laporan Teknik Puslitbang Biologi – LIPI, Bogor*: 6–11.
- Suciatmih, 1996. Bagaimana Jamur Mikoriza Vesikular-arbuskular Meningkatkan Ketersediaan dan Pengambilan Fosfor? *Warta Biotek-LIPI Tahun X No 4*: 4–7.
- Suciatmih, 1997. Populasi Spora Jamur Pembentuk Mikoriza Vesikular-arbuskular pada Beberapa Lokasi di Cigaru, Jampang. *Prosiding III Seminar Nasional Biologi XV, Perhimpunan Biologi Indonesia Cabang Lampung dan Universitas Lampung*: 1334–1338.
- Suciatmih, 1998. Kontribusi jamur mikoriza vesikular-arbuskular pada siklus bahan makanan. *Warta Kebun Raya Indonesia* 2(2): 28–37.

- Suciatmih, 2001. Peran Jamur Mikoriza Vesikular-arbuskular dalam Konservasi Tanah. *Warta Kebun Raya Indonesia* 3(1): 7–12.
- Sudiana IM dan Kanti A, 1995. Jasad Renik Tanah Tambang Emas Jampang. *Laporan Teknik Puslitbang Biologi – LIPI, Bogor*: 33–38.
- Suhardjono YR, 1995. Keanekaragaman Arthropoda Tanah di Jampang. *Laporan Teknik Puslitbang Biologi – LIPI, Bogor*: 12–19.
- Suliasih dan S Widawati, 1995. Respon Tanaman Legum Tumbuh Cepat terhadap Inokulasi *Rhizobium* dalam Hubungannya dengan Kepadatan Populasi *Rhizobium* Tanah. *Laporan Teknik Puslitbang Biologi – LIPI, Bogor*: 49–54.