

# PERANAN FUNGI MIKORIZA ARBUSKULA, MIKROORGANISME PELARUT FOSFAT, RHIZOBIUM SP DAN ASAM HUMIK UNTUK MENINGKATKAN PERTUMBUHAN DAN PRODUKTIVITAS LEGUM *Calopogonium mucunoides* PADA TANAH LATOSOL DAN TAILING TAMBANG EMAS DI PT. ANEKA TAMBANG

Karti, P.D.M.H., N. R. Kumalasari, D. Setyorini

Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor, Jawa Barat

e-mail: pancadewi\_fapetipb@yahoo.com

## ABSTRAK

Kondisi tanah latosol yang miskin unsur hara dan tailing tambang emas yang tinggi kandungan logam berat menyebabkan produktivitas tanaman pakan rendah. Tujuan penelitian ini untuk mempelajari kombinasi terbaik dari mikroorganisme potensial dan pembenah tanah yang dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman leguminosa *Calopogonium mucunoides* Desv yang tumbuh pada tanah latosol dan *tailing*. Tujuh perlakuan yang digunakan adalah A: kontrol, B: Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA), C: FMA + Rhizobium, D: FMA + Bakteri Pelarut Fosfat (BPF), E: FMA + Asam Humik, F: FMA + BPF + Rhizobium, G: FMA + BPF + Rhizobium + Asam Humik. Peubah yang diamati adalah berat kering akar, berat kering tajuk, panjang penyebaran, jumlah daun trifoliolate, jumlah bintil akar aktif, persentase infeksi akar. Pemberian mikroorganisme dan pembenah tanah pada tanah latosol belum cukup efektif untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman *Calopogonium mucunoides* Desv karena tanaman masih dapat beradaptasi dan tumbuh dengan baik pada tanah latosol. Tanaman yang ditanam pada tailing memberikan respon terbaik adalah perlakuan G (FMA + BPF + Rhizobium + Asam Humik), meskipun tingkat pertumbuhannya tidak sebaik tanaman yang ditanam pada tanah latosol.

*Kata kunci: Fungi Arbuskula Mikoriza, Bakteri Pelarut Fosfat, Rhizobium, asam humik, Calopogonium mucunoides*

## ABSTRACT

Latosols soil conditions are poor in nutrients and tailing of gold mine contain heavy metal causes low productivity of forage. The objective of this research to study the best combination of soil potential microorganisms and soil conditioner that can promote the growth and production of legume crops *Calopogonium mucunoides* Desv. Seven treatments used were A: control, B: arbuscular mycorrhizal fungi (AMF), C: AMF + Rhizobium, D: AMF + Phosphate Solubilizing Bacteria (BPF), E: AMF + Humic Acid, F: AMF + BPF + Rhizobium, G: AMF + BPF + Humic Acid + Rhizobium. Variables measured were the root dry weight, shoot dry weight, spread length, number of trifoliolate leaves, the number of active root nodules, the percentage of root infection. Augmentation of soil microorganisms and soil conditioner not effective enough to improve plant growth of *Calopogonium mucunoides* Desv because plants can still adapt and grow well on latosols. Plants grown on tailings provide the best response is G (AMF+ Humic Acid + Rhizobium), although the rate of growth is not as good as plants grown in latosols.

*Keywords: Arbuscular Mycorrhizal Fungi, Phosphate Solubilizing Bacteria, Rhizobium, humic acid, Calopogonium mucunoides*

## PENDAHULUAN

Lahan marginal dan terdegradasi di Indonesia cukup banyak, antara lain lahan masam dan lahan pasca penambangan. Keberadaan lahan masam di Indonesia cukup tinggi meliputi 30% atau 0,51 juta km<sup>2</sup> dari luasan daratan Indonesia yang tersebar di daerah Jawa Barat, Sumatera, Kalimantan, Sulawesi dan Irian Jaya. Masalah utama yang dihadapi pada tanah masam adalah (1) penurunan kelarutan P dan Mo sehingga terjadi defisiensi P dan Mo. (2) penurunan konsentrasi unsur makro N, Mg, Ca dan K. (3) peningkatan konsentrasi Al, Mn dan Fe yang dapat menimbulkan keracunan (4) menghambat pertumbuhan akar dan penyerapan air sehingga menyebabkan kekurangan unsur hara, stress kekeringan dan peningkatan pencucian unsur

hara (Maschner, 1995). Usaha untuk mengurangi ketidakefisienan penggunaan pupuk fosfat tersebut yaitu dengan memanfaatkan mikroorganisme pelarut fosfat yang ditambahkan ke dalam tanah. Dengan adanya mikroba tersebut dinilai efektif dalam pemecahan kompleks dengan senyawa Al atau Fe hidroksi yang mengikat fosfat. Pengikatan Fe dan Al oleh asam organik yang dihasilkan mikroorganisme pelarut fosfat akan mengurangi fiksasi fosfat anorganik. Fosfat adalah unsur hara utama yang dapat diserap oleh tanaman bermikoriza (Bolan, 1991), selain itu N (NH<sub>4</sub><sup>+</sup> atau NO<sub>3</sub>), K, dan Mg yang bersifat mobil (Sieverding, 1991) dan juga unsur mikro seperti: Cu, Zn, Mn, B dan Mo (Smith dan Read, 2008). Kemampuan cendawan mikoriza arbuskula dalam memperbaiki status hara tanaman tersebut pada saat ini dapat dijadikan alternatif

strategi untuk menggantikan sebagian kebutuhan pupuk yang diperlukan oleh tanaman yang ditanam pada tanah-tanah bermasalah.

Berbeda dengan lahan pasca tambang emas, permasalahan yang dapat ditimbulkan adalah kontaminasi logam berat. Fungi mikoriza arbuskula (FMA) memiliki berbagai pengaruh yang memberikan kontribusi pada perbaikan dari berbagai cekaman yang dialami oleh tanaman, misalnya toksisitas logam berat, cekaman oksidatif, cekaman air, dan tanah masam (Finlay, 2004). Penambahan asam humik menyebabkan peningkatan kandungan Ca, Mg, K, Na, KTK dan penurunan kandungan  $P_2O_5$ ,  $Al^{3+}$ , Fe, Mo, Cu, Al-P. Penurunan  $P_2O_5$  yang merupakan P potensial, dengan adanya asam humat  $P_2O_5$  yang terikat tersebut menurun sehingga P yang tersedia akan meningkat (Karti dan Setiadi, 2011).

## MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada rumah kaca di laboratorium Agrostologi, Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor. Tanah latosol diambil di Kecamatan Dramaga di lokasi kandang B Laboratorium lapang Fakultas Peternakan IPB. Tailing diperoleh dari tambang emas PT. Aneka Tambang Pongkor, Kabupaten Bogor.

Rancangan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL). Penelitian ini terdiri dari 7 perlakuan dengan 5 ulangan. Tujuh perlakuan yang digunakan adalah:

- A: kontrol (tanpa perlakuan)
- B: Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA)
- C: FMA + Rhizobium
- D: FMA + Bakteri Pelarut Fosfat (BPF)
- E: FMA + Asam Humik
- F: FMA + BPF + Rhizobium
- G: FMA + BPF + Rhizobium + Asam Humik

Asam humik diberikan sebanyak 80 ml per polybag yang diperoleh dari hasil pengenceran 125 ml "Humega" per 20 liter air. Rhizobium dan bakteri pelarut fosfat yang terdapat dalam arang sekam masing-masing diberikan 1 gram per polybag. Bakteri pelarut fosfat yang terdiri dari 3 isolat. FMA menggunakan carrier zeolit dan diberikan sebanyak 10 gram per pot polybag. Masing-masing tanaman diberikan pupuk NPK mutiara dengan dosis 500 kg per ha tanah, yaitu setara dengan 1,25 gram per polybag. Peubah yang diamati adalah berat kering akar, berat kering tajuk, panjang penyebaran, jumlah daun trifoliolate, jumlah bintil akar aktif, persentase infeksi akar.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakter tanah latosol di Dramaga dan tailing tambang emas di Pongkor, Kabupaten Bogor dapat dilihat pada Tabel 1. Pada tanah latosol terdapat beberapa kendala yang dihadapi yaitu pH sangat masam, kapasitas tukar kation (KTK), Mg dan K rendah, P dan Ca sangat rendah, dengan kejenuhan Aluminium sangat tinggi mencapai 94 %. Pada limbah tailing tambang emas memiliki pH

netral, nilai KTK, C organik, Mg dan N total sangat rendah, dan K rendah. Kadar unsur mikro terlarut seperti Fe, Cu, Zn sangat tinggi dan logam berat Pb yang sangat tinggi. Pertumbuhan dan produksi tanaman pakan dengan beberapa kendala di atas pada tanah latosol dan lahan pasca tambang emas akan mengalami masalah karena kesuburannya rendah.

Tabel 1. Karakteristik tanah latosol dan tailing tambang emas

Sifat Tanah	Limbah Tailing <sup>a</sup>	Kriteria	Latosol <sup>b</sup>	Kriteria
Ph H <sub>2</sub> O (pH 1 :1)	7.10	netral	4.33	Sangat masam
Ph KCl (pH 1 :1)	5.80		-	
KTK N NH <sub>4</sub> O Ac pH 7.0	3.03	Sangat rendah	16.64	Rendah
KB(%)	100		52	
C-org (%) Walkley & Black	0.39	Sangat rendah	2.13	Sedang
N-total (%) Kjeldhal	0.05	Sangat rendah	0.30	Sedang
P (ppm) Bray I	11.7	tinggi	3.8	Sangat rendah
P (ppm) HCl 25%	119.9		195.4	-
Ca (me/100gr) N NH <sub>4</sub> OAc pH 7.0	30.75	Sangat tinggi	1.25	Sangat rendah
Mg (me/100gr) N NH <sub>4</sub> OAc pH 7.0	0.38	Sangat rendah	0.50	Rendah
K (me/100gr) N NH <sub>4</sub> OAc pH 7.0	0.20	rendah	0.12	Rendah
Na (me/100gr) N NH <sub>4</sub> OAc pH 7.0	0.60	sedang	0.30	Rendah
Al (me/100gr) N KCl	Tr	-	2.02	Sangat tinggi
Fe (ppm) N HCl 25%	1520.20	Sangat tinggi	-	
Cu (ppm) N HCl 25%	49.60	Sangat tinggi	-	
Zn (ppm) N HCl 25%	37.40	Sangat tinggi	-	
Pb (ppm) N HCl 25%	172.00	Sangat tinggi	-	

Pada Tabel 2 terlihat pengaruh perlakuan terhadap rata-rata laju pertumbuhan panjang penyebaran periode pertama menunjukkan perbedaan yang nyata ( $P < 0,05$ ) dan jumlah bintil akar menunjukkan perbedaan yang sangat nyata ( $P < 0,01$ ), sedangkan LPPP periode kedua, jumlah daun trifoliolate pada periode kesatu dan kedua, berat kering tajuk periode kesatu dan kedua, berat kering akar, berat kering bintil akar serta infeksi akar tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Pada tanah latosol tanaman *Calopogonium mucunoides* masih dapat tumbuh dengan baik karena tanpa pemberian pupuk hayati masih menunjukkan pertumbuhan dan produksi yang baik, hal ini menunjukkan *Calopogonium mucunoides* termasuk jenis tanaman yang toleran terhadap tanah masam. Menurut Karti *et. al.*, (2011), toleransi tanaman *Setaria splendida* terhadap toksisitas Aluminium dengan pH yang masam dengan cara mensekresikan asam oksalat dan asam sitrat dari akar ke larutan eksternal, dan mengakumulasi asam oksalat dan asam malat pada akar dan tajuk. Asam organik tersebut akan mengikat Aluminium sehingga tidak menyebabkan penurunan pH dan dapat melepaskan fosfat yang dibutuhkan tanaman.

Pada Tabel 3 dapat dilihat pengaruh perlakuan menunjukkan perbedaan yang nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap berat kering tajuk dan infeksi akar, sedangkan laju pertumbuhan panjang penyebaran, jumlah daun trifoliolate, berat kering akar tidak menunjukkan

Tabel 2. Pengaruh penambahan fungi mikoriza arbuskula, mikroorganisme pelarut fosfat, rhizobium dan asam humik pada tanah latosol

Per- lakuan	Rataan LPPP I	Rataan LPPP II	JDT		BKT I		BKA	JBA aktif	BKBA aktif	IA
	(cm/minggu)	(helai)	(g/pot)	(g/pot)	(g/pot)	(g/pot)	(g/pot)	(g/pot)	(%)	
A	29.13 <sup>ab</sup>	14.84	23	25	2.85	2.28	0.60	9.9 <sup>A</sup>	0.033	12.5
B	21.25 <sup>b</sup>	13.56	21	21	2.47	1.79	0.53	8.2 <sup>A</sup>	0.064	23.4
C	27.44 <sup>ab</sup>	13.78	27	22	3.03	2.09	0.30	9 <sup>A</sup>	0.052	20.5
D	36.00 <sup>a</sup>	16.98	27	24	2.79	1.82	0.64	4.7 <sup>B</sup>	0.026	24.7
E	35.78 <sup>a</sup>	17.59	25	26	2.84	2.36	0.51	3.6 <sup>B</sup>	0.023	15.8
F	28.90 <sup>ab</sup>	14.51	29	26	3.23	2.22	0.81	7.8 <sup>A</sup>	0.043	28
G	34.45 <sup>a</sup>	15.15	26	25	3.62	1.93	0.80	9.2 <sup>A</sup>	0.039	24.7

Keterangan:

Rataan dengan huruf besar pada kolom yang sama menunjukkan **sangat berbeda nyata** ( $p < 0,01$ ). Rataan dengan huruf kecil pada kolom yang sama menunjukkan **berbeda nyata** ( $p < 0,05$ ). **A** (kontrol); **B** (FMA); **C** (FMA + Rhizobium); **D** (FMA + Bakteri Pelarut Fosfat); **E** (FMA + Asam Humik); **F** (FMA + Bakteri Pelarut Fosfat + Rhizobium); **G** (FMA + Bakteri Pelarut Fosfat + Rhizobium + Asam Humik); **LPPP I dan II**: Laju Pertambahan Panjang Penyebaran Panen I dan II; **JDT I dan II**: Jumlah Daun Trifoleat Panen I dan II; **BKT I dan II**: Berat Kering Tajuk Panen I dan II; **BKA**: Berat Kering Akar; **JBA aktif**: Jumlah Bintil Akar Aktif; **BKBA Aktif**: Berat Kering Bintil Akar Aktif; **IA**: Infeksi Akar.

perbedaan yang nyata. Perlakuan G memberikan hasil yang terbaik dibandingkan dengan perlakuan yang lainnya, karena adanya penambahan mikroorganisme secara lengkap yaitu: Fungi Mikoriza Arbuskula, Bakteri Pelarut Fosfat, *Rhizobium* dan Asam Humik. Pada perlakuan yang menggunakan FMA, tanaman mampu memanfaatkan sumber P melalui peningkatan laju pelarutan P anorganik atau hidrolisis P organik (Cumming dan Ning, 2003), sehingga konsentrasi ion-ion fosfat pada larutan tanah meningkat (Ning dan Cumming, 2001). Menurut pendapat Smith dan Read (2008) dan Karti (2004) tanaman bermikoriza dapat meningkatkan penyerapan unsur hara seperti P, N, K, Ca dan Mg. Pada perlakuan yang tidak mendapatkan FMA terlihat bahwa perkembangan akar terhambat karena tingginya kandungan aluminium. Menurut Karti dan Setiadi (2012), pemberian FMA dan asam humat pada rumput *Setaria splendida* tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan dan produksi, tetapi berpengaruh terhadap peningkatan kualitas yaitu serapan P dan N total. Pemberian FMA mampu meningkatkan pertumbuhan, produksi dan kualitas rumput *Chloris gayana*. Penggunaan asam humat 180 ppm dapat meningkatkan kualitas rumput *Setaria splendida* dan *Chloris gayana*. Hasil penelitian Karti et. al. (2012) mikroorganisme pelarut fosfat dapat meningkatkan kadar dan serapan P pada *Setaria splendida*, sedangkan pada *C. gayana* telah menunjukkan peningkatan produksi berat kering tajuk dan akar dan peningkatan kadar dan serapan P. Mekanisme pelarutan fosfat dengan mengeluarkan eksudat asam oksalat dan asetat. *Calopogonium mucunoides* yang tumbuh pada tanah latosol menunjukkan respon pertumbuhan yang lebih baik bila dibandingkan dengan tanaman yang tumbuh ditanah tailing. Pada perlakuan kontrol pada tanah tailing menunjukkan pertumbuhan tanaman yang sangat jelek. Hal ini disebabkan tailing mengandung kadar Pb, Fe, Cu, Zn dan kejenuhan basa yang tinggi, sedangkan KTK, N, C organik nya rendah. Hasil penelitian Karti (2009) secara umum, empat jenis tanaman rumput dan legum memerlukan sebuah konsorsium mikroorganisme

untuk pertumbuhannya pada tanah pasca tambang emas dan hasilnya akan lebih baik bila ditambahkan dengan asam humik karena dapat mengikat logam berat.

Tabel 3. Rataan nilai setiap peubah dengan pemberian mikroorganisme dan pembenah tanah pada tanah tailing

Perlakuan	LPPP (cm/ minggu)	JDT (helai)	BKT (g/pot)	BKA (g/pot)	IA (%)
A	0.07	2	0.00 <sup>C</sup>	0.00	1.8 <sup>D</sup>
B	4.61	6	0.60 <sup>BC</sup>	0.33	23 <sup>BCD</sup>
C	0.78	3	0.03 <sup>C</sup>	0.24	17.4 <sup>CD</sup>
D	2.45	10	0.87 <sup>AB</sup>	0.23	28.6 <sup>ABC</sup>
E	2.78	9	0.61 <sup>BC</sup>	0.24	10.7 <sup>CD</sup>
F	3.59	12	0.72 <sup>BC</sup>	0.43	37.9 <sup>AB</sup>
G	5.92	12	1.50 <sup>A</sup>	0.23	43.7 <sup>A</sup>

Keterangan:

Rataan dengan huruf besar pada kolom yang sama menunjukkan **sangat berbeda nyata** ( $p < 0,01$ ). Rataan dengan huruf kecil pada kolom yang sama menunjukkan **berbeda nyata** ( $p < 0,05$ ). **A** (kontrol); **B** (FMA); **C** (FMA + Rhizobium); **D** (FMA + Bakteri Pelarut Fosfat); **E** (FMA + Asam Humik); **F** (FMA + Bakteri Pelarut Fosfat + Rhizobium); **G** (FMA + Bakteri Pelarut Fosfat + Rhizobium + Asam Humik); **LPPP**: Laju Pertambahan Panjang Penyebaran; **JDT**: Jumlah Daun Trifoleat; **BKT**: Berat Kering Tajuk; **BKA**: Berat Kering Akar; **IA**: Infeksi Akar.

## SIMPULAN

Pemberian Fungi Mikoriza Arbuskula, mikroorganisme pelarut fosfat, *Rhizobium* sp dan asam humik pada tanah latosol belum cukup efektif untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman *Calopogonium mucunoides* Desv. Tanaman yang ditanam pada tanah tailing pasca tambang emas memberikan respon terbaik adalah perlakuan G (FMA + BPF + Rhizobium + Asam Humik), meskipun tingkat pertumbuhannya tidak sebaik tanaman yang ditanam pada tanah latosol.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bolan, N.S. 1991. A critical review on the role of mycorrhizal fungi in the uptake of phosphorus by plants. *Plant and Soil* 134 : 189-209.
- Cumming, R.I. and I. Ning. 2003. Arbuscular mycorrhizal fungi enhance aluminium resistance of broomsedge (*Andropogon virginicus*L.). *J. Exp. Bot.* 54: 1447-1459.
- Finlay, R.D. 2004. Mycorrhizal fungi and their multifunctional roles. *Mycologist* 18: 91-96
- Karti, P.D.M.H. 2004. Pengaruh penggunaan bakteri penambat nitrogen, cendawan mikoriza arbuskula dan penambahan bahan organik pada *Stylosanthes guyanensis*. *Med. Pet.* 27: 63-68.
- Karti, P.D.M.H. 2009. Utilizing Potential Soil Microorganisms, Humic Acid, Grasses and Legumes Forages in Marginal and Degraded Lands in Indonesia. *Proceeding The First International Seminar on Animal Industry (ISAI)*. Bogor. Jawa Barat.
- Karti, P.D.M.H. 2011. Mekanisme Toleransi Aluminium pada Rumput Pakan (*Setaria splendida*). *J. Agron. Indonesia* 39 (2): 144 - 148
- Karti, P.D.M.H dan Y. Setiadi. 2011. Respon pertumbuhan, produksi dan kualitas rumput terhadap penambahan fungi mikoriza arbuskula dan asam humat pada tanah masam dengan aluminium tinggi. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*. 16(2): 104-111.
- Karti, P.D.M.H., S. Yahya, D. Sopandie, S. Hardjosuwignyo and Y. Setiadi. 2012. Isolation and Effect of Al-Tolerant Phosphate Solubilizing Microorganism for Production

- and Phosphate Absorbtion of Grasses and Phosphour  
Dissolution Mechanism. *Animal Production* 14 (1): 13-22.
- Marschner H. 1995. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. 2<sup>nd</sup>  
Edition. Academic Press Limited, London
- Ning, J. and J.R. Cumming. 2001. Arbuscular mycorrhizal fungi  
alter phosphorus relations of broomsedge (*Andropogon*  
*virginicus* L.) plants. *J. bpl. Bot.* 52: 1883-1891.
- Sieverding E. 1991. *Vesicular Arbuscular Mycorrhiza Manage-  
ment in Tropical Agrosystems*. Deutsche GTZ. Gmbh.  
Eschborn.
- Smith S.E. and D.J. Read. 2008 *Mycorrhizal Symbiosis*. Aca-  
demic Press.UK. 3<sup>rd</sup> Ed