

PENINGKATAN PRODUKTIFITAS LAHAN GAMBUT MELALUI TEKNIK AMELIORASI DAN INOKULASI MIKROBA PELARUT FOSFAT

ENCHANCEMENT OF PEAT SOIL PRODUCTIVITY THROUGH AMELIORANT AND PHOSPHAT SOLUBILIZING MICROBE INOCULATION TECHNIQUE

Ida Nur Istina ¹⁾, Benny Joy ²⁾, dan Aisyah D Suyono ²⁾

¹⁾ Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Riau, Jl. Kaharudin Nst 341 Pekanbaru

²⁾ Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran, Jl. Raya Jatinangor Sumedang Km. 21 Sumedang

Korespondensi : idanuristina@gmail.com

Diterima 7 Oktober 2014 /Disetujui 8 Desember 2014

ABSTRAK

Keterbatasan lahan potensial menyebabkan perluasan areal pertanian mengarah pada lahan gambut. Kendala pengembangan lahan gambut adalah rendahnya kandungan hara tersedia bagi tanaman. Fosfat (P) merupakan salah satu unsur hara makro yang penting untuk pertumbuhan dan produksi tanaman, disisi lain ketersediaan hara ini pada lahan gambut terbatas karena ikatan asam organik dan sifat yang mudah tercuci. Penelitian untuk menguji pengaruh ameliorasi dan inokulasi mikroba pelarut fosfat terhadap ketersediaan hara P di lahan gambut dilakukan di kebun pembibitan kelapa sawit petani di Riau dari Oktober 2013 - Maret 2014, menggunakan Rancangan Acak Kelompok pola Faktorial dengan 30 kombinasi perlakuan dan 3 kali ulangan. Variabel yang diamati meliputi : tinggi tanaman, lingkaran batang, jumlah daun, lebar daun, panjang daun, kandungan hara tanaman, dan bobot biomasa bibit setelah 5 bulan di pembibitan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ameliorasi menggunakan kompos tandan kosong kelapa sawit mampu meningkatkan P tersedia, serapan P oleh batang dan akar, berat brangkas dan berat kering batang. Sedangkan mikroba pelarut fosfat berpengaruh secara tidak nyata.

Kata kunci : Bibit Kelapa Sawit, Fosfat, Gambut Saprik, Mikroba Pelarut Fosfat, Pertumbuhan Tanaman

ABSTRACT

The limitation of potential land leads agricultural development expansion to the peat soil area. Constrain of the peatland development is the low nutrient content that is required by plant. Phosphate is one of major growth and production limiting nutrient because of the solubelize of the organic acids and immobility The research was conducted from October 2013 – March 2014 at the farmer main nursery in Riau province to test the effect of amelioration and phosphate solubilizing microbe inoculation on P availability on palm oil seedling growth and production at peatland, used Randomized Block Design with 30 treatments and 3 replications. The parameters observed were plant height, leaf number, leaf width, leaf length, stem diameters, nutrient contents, also fresh and dry weight after 5 months at the main nursery. The result showed that palm oil empty fruit bunch compost as ameliorant increased P

nutrient availability, P uptake, fresh and dry weight, whereas phosphate solubilizing microbe was insignificant.

Key words : Palm Oil Seedling, Peat Soil, Phosphate, Phosphate Solubilizing Microbe, Plant Growth

PENDAHULUAN

Lahan gambut merupakan lahan sub optimal harapan. Luas gambut di Indonesia mencapai 14,95 juta ha, 55,4% diantaranya berpotensi untuk pengembangan komoditas pertanian termasuk kelapa sawit (Ritung *et al.*, 2011). Kelapa sawit merupakan salah satu komoditas perkebunan andalan sumber devisa, lapangan kerja dan sumber kesejahteraan bagi petani pengusahanya. Luasan kelapa sawit tahun 2012 mencapai 7.480.750 hektar yang tersebar di seluruh wilayah Indonesia; 1.149.780 hektar diantaranya lahan gambut sebagai akibat semakin menipisnya lahan potensial (BBSDLP, 2012). Salah satu kendala pengembangan komoditas kelapa sawit di lahan gambut adalah rendahnya kandungan hara tersedia yang diperlukan tanaman untuk tumbuh dan berkembang; diantaranya adalah unsur hara fosfat.

Fosfat merupakan salah satu unsur hara makro yang penting setelah nitrogen untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Abdolzadeh *et al.*, 2010). Pada tanaman kelapa sawit, hara P diperlukan untuk pertumbuhan batang, akar, dan metabolisme tanaman yang diindikasikan oleh berat kering tanaman. Kurangnya asupan unsur P menyebabkan tidak normalnya pertumbuhan dan produksi tanaman (Sharma *et al.*, 2013). Tanaman kelapa sawit akan mengalami defisiensi hara jika jumlah hara P di daun kurang dari 15% (Kasno *et al.*, 2010). Meskipun penting, namun ketersediaan unsur hara P di alam

sangat terbatas dengan kisaran antara 0,1-0,25 N dan 0,05 K dalam bentuk anorganik berupa bahan tambang (Prasad dan Power, 2000). Pada tanah gambut fosfat terkelat oleh unsur Fe atau Al dalam bentuk fosfolipida dengan kisaran antara 0,17-0,33 mg g⁻¹ (Berg dan Mc.Claugherty, 2008) sehingga tidak tersedia, akibatnya hanya 30% diantaranya yang dapat diserap tanaman.

Salah satu upaya untuk memperbaiki status kesuburan tanah gambut adalah dengan ameliorasi yang berperan selain menurunkan tingkat keasaman tanah (Mawardi *et al.*, 1999) yang menjadi faktor pembatas daya adaptasi tanaman; meningkatkan status hara tanah melalui mekanisme substitusi hara khususnya N, P dan K yang sulit diakses petani (Soewandita, 2003) dan berpengaruh positif terhadap kolonisasi dan interaksi mikroba sehingga dapat meningkatkan perannya dalam penyediaan hara bagi tanaman (Basu *et al.*, 2011). Kompos tandan kosong kelapa sawit yang tersedia luas di Riau berpotensi sebagai amelioran yang terjangkau. Darnoko dan Ady (2006) menyebutkan kompos tandan kosong kelapa sawit mengandung : P (0,022%), K (3,45%), Ca (0,2%), Mg (0,54%), C (29,76%), N (1,98%), C/N (15,03%) dan air (54,39%) yang berpotensi untuk mensubstitusi sebagian unsur hara yang diperlukan tanaman, dan dapat meningkatkan pH tanah dari 3,5-3,6 menjadi 5,5 (Nurani *et al.*, 2011), serta meningkatkan produktifitas tanaman jagung di lahan gambut hemis 58% dibanding

kontrol (Nurhayati *et al.*, 2011). Selain ameliorasi, pemupukan merupakan upaya efektif untuk meningkatkan produktifitas tanaman, namun pemupukan sesuai dosis anjuran sulit dicapai petani karena kurangnya kemampuan keuangan petani dan ketersediaan pupuk yang sering tidak tepat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa di alam mikroba baik dari jenis bakteri, fungi dan aktinomiset tersedia melimpah yang berkemampuan untuk membantu penyediaan hara bagi tanaman melalui mekanisme, penambatan, pelarutan dan mineralisasi hara P anorganik dan organik menjadi tersedia bagi tanaman (Khan *et al.*, 2009) dan fasilitasi.

Suriadikarta dan Simanungkalit (2006), menyebutkan bahwa *Bacillus subtilis*, *Bacterium mycoides* dan *B. mesentericus* dapat melarutkan P organik (FePO_4), $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, glicerofosfat, lesitin dan tepung tulang secara *in vitro* berturut-turut sebesar 2-7, 3-9, 3-13, 5-21 dan 14 persen. Selain bakteri hasil penelitian menyebutkan bahwa fungi mampu melarutkan P dalam bentuk AlPO_4 pada tanah masam bahkan lebih tinggi dibandingkan bakteri (Goenadi dan Saraswati, 1993) dengan kemampuan antara 12-162 ppm di medium Pikovskaya yang mengandung sumber P AlPO_4 yang relatif lebih sukar larut sebesar 27-47% (Lestari dan Saraswati, 1997). Proses mineralisasi yang dilakukan oleh mikroba melalui mekanisme pengeluaran asam organik akan mengubah fosfat yang sukar larut menjadi tersedia bagi tanaman. Fungi yang menunjukkan kemampuannya dalam melarutkan fosfat diantaranya adalah *Aspergillus sp.* dan *Penicillium sp.* (Khan dan Khan, 2002); *Rhizoctonia solani* (Jacobs *et al.*, 2002). Aplikasi fungi pelarut fosfat seperti *Penicillium*, *Mucor* dan *Aspergillus* mampu meningkatkan pertumbuhan

tanaman (El-Yazeid dan Abou-Aly, 2011), hingga 5-20% (Gunes *et al.*, 2009) dan mengurangi penggunaan pupuk (Singh dan Reddy 2011; Zaidi *et al.*, 2009) Kemampuan mikroba pelarut fosfat di tanah gambut belum banyak diketahui, oleh karena itu dilakukan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh ameliorasi dan inokulasi mikroba pelarut fosfat terhadap ketersediaan hara P di lahan gambut untuk pertumbuhan bibit kelapa sawit.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di kebun bibit petani dan mengikutsertakan petani sebagai koperator di Riau dari bulan Oktober 2013 - Mei 2014, menggunakan Rancangan Acak Kelompok Faktorial dengan tiga kali ulangan. Faktor pertama adalah isolat (3 taraf) yaitu : i_0 =tanpa isolat (kontrol), i_1 =isolat bakteri *Burkholderia sp.*, i_2 =isolat *Penicillium aculeatum* dan faktor kedua adalah amelioran (10 taraf) terdiri dari a_1 =kompos tankos, a_2 = kontrol, a_3 =kompos tankos + 25% P, a_4 =kompos tankos + 50% P, a_5 =kompos tankos + 75%, a_6 =kompos tankos + 100% P, a_7 =25% P, a_8 = 50% P, a_9 =75% P, a_{10} = 100% P.

Bahan tanaman yang digunakan adalah bibit kelapa sawit varietas AA DP TOPAS 3 umur 4 bulan setelah semai. Inokulan mikroba pelarut fosfat adalah mikroba yang terindikasi sebagai mikroba pelarut fosfat yang diisolasi dari tanah gambut saprik Riau menggunakan media selektif Pikovskaya.

Media tanam yang digunakan adalah tanah gambut dangkal asal kabupaten Pelalawan yang diambil pada kedalaman 0-20 cm; dikeringanginkan dan disaring dengan diameter saringan 2 mm, tanah kemudian dicampur dengan kompos tankos

dengan perbandingan 1:1 sesuai perlakuan dan dimasukkan ke dalam polibag ukuran 40 cm x 50 cm.

Penyiapan Inokulan

Inokulum diperbanyak dengan menambahkan 10 ml NaCl fisiologis (0,85%) pada stok isolat murni pada permukaan agar miring sehingga menjadi suspensi mikroba yang kemudian diinkubasikan pada suhu 30°C hingga mencapai fase eksponensial yang dipercepat. Sebanyak 10% suspensi dikulturkan dalam 100 ml medium yang mengandung 10 mM asam fitat pada suhu kamar. Pada akhir inkubasi, konsentrasi sel mikroba dihitung kepadatannya.

Tabel 1. Sifat tanah yang digunakan dalam penelitian

Kandungan	Nilai	Satuan
pH	3	
C	37,35	
N (%)	1,83	
C/N	20	
P ₂ O ₅ (P-Bray I)	22,8	ppm
K MV (ppm)	175,4	ppm
P ₂ O ₅ (HCl 25%)	59,22	mg 100 g ⁻¹
K ₂ O (HCl 25%)	42,84	mg 100 g ⁻¹
Mg	3,05	cmol kg ⁻¹

Sumber: Laboratorium Tanah Balitsa lembang, 2013

Penanaman

Masing-masing bibit kelapa sawit umur 4 bulan ditanam pada polibag berisi media yang telah disiram hingga jenuh dan diberi lubang tanam dengan diameter 14 cm. Sebelum bibit ditanam ke dalam lubang tanam diberikan pupuk dasar 0,569 g N tan⁻¹ + 0,458 g P tan⁻¹ + 0,276 K tan⁻¹ + 0,201 g Mg tan⁻¹.

Pemupukan

Pemupukan bibit dilakukan dua minggu setelah tanam pindah menggunakan pupuk tunggal secara tabur dan dibenamkan. Pupuk N diberikan dalam bentuk Urea, P diberikan dalam bentuk TSP, K dalam bentuk KCl dan Mg dalam bentuk kiserit, sesuai dengan perlakuan sebagaimana tertera pada Tabel 2.

Inokulan diinokulasikan pada sore hari dengan tingkat kerapatan 10⁹ sebanyak 15 ml per tanaman dengan menuangkan larutan ke dalam tanah sesuai dosis perlakuan. Pemeliharaan meliputi penyiangan terhadap gulma yang tumbuh serta penyemprotan pestisida untuk mencegah serangan hama dan penyakit tanaman.

Tabel 2. Dosis pupuk dan waktu pemupukan

Minggu ke-	Dosis Pupuk (g tan ⁻¹)						K	Mg
	N	P				Kontrol		
		100%	75%	50%	25%			
18	1,594	1,283	0,963	0,642	0,321	0	0,774	0,563
20	2,278	1,833	1,375	0,917	0,458	0	1,106	0,804
22	2,278	1,833	1,375	0,917	0,458	0	1,106	0,804
24	2,278	1,833	1,375	0,917	0,458	0	1,106	0,804
26	3,644	2,933	2,200	1,467	0,733	0	6,271	7,638
28	3,644	2,933	2,200	1,467	0,733	0	6,271	7,638
30	3,644	2,933	2,200	1,467	0,733	0	6,271	7,638
32	4,556	3,667	2,750	1,833	0,917	0	7,839	8,040
34	4,556	3,667	2,750	1,833	0,917	0	7,839	8,040
35	4,556	3,667	2,750	1,833	0,917	0	7,839	8,040

Variabel yang diamati meliputi: pertumbuhan tinggi tanaman 5 bulan setelah tanam, jumlah daun, lingkaran batang, bobot basah dan kering batang dan akar, serapan hara P dalam akar dan batang. Pada 20 minggu setelah perlakuan, tanaman dicabut dengan hati-hati, dibersihkan dari tanah dan dicuci agar tanah yang menempel pada akar terlepas kemudian ditimbang bobot akar, batang dan daun serta analisis kandungan hara P untuk menentukan serapan hara P oleh bibit kelapa sawit. Data yang terkumpul ditabulasikan dan dianalisis menggunakan perangkat lunak SPSS versi 16.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keragaan Status Hara Tanah

Hasil analisis tanah sebelum perlakuan mengindikasikan bahwa gambut yang

digunakan sebagai media tanam meskipun sudah merupakan gambut matang, namun memiliki tingkat keasaman tinggi, dengan status hara N rendah, P sedang dan K tinggi.

Pada tanah gambut kemasaman dan rendahnya kandungan hara tersedia bagi tanaman merupakan sifat tanah yang perlu mendapatkan perhatian untuk tujuan produktifitas pertanian. Upaya yang dilakukan untuk meningkatkan pH tanah adalah dengan melakukan kegiatan ameliorasi sedangkan kesuburan lahan disikapi dengan pemupukan. Hasil analisis statistik terhadap parameter tingkat kemasaman tanah menunjukkan bahwa tidak terjadi interaksi antara aplikasi amelioran kompos tandan kosong kelapa sawit dan inokulasi mikroba pelarut fosfat namun secara mandiri amelioran tandan kosong kelapa sawit menunjukkan perbedaan yang nyata (Tabel 3).

Tabel 3. Keragaan pH tanah setelah perlakuan

Perlakuan	pH Tanah	
Kompos tankos	4,4	ab
Kontrol	4,3	ab
Kompos tankos + 25% P	4,7	b
Kompos tankos + 50% P	4,7	b
Kompos tankos + 75% P	4,3	ab
Kompos tankos + 100% P	4,4	ab
25 % P	4,6	b
50 % P	4,3	ab
75 % P	4,2	a
100 % P	4,5	ab
Kontrol	4,51	a
<i>Burkholderia gladioli</i>	4,35	a
<i>Penicillium aculeatum</i>	4,44	a

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf beda nyata 5 % menurut Uji Jarak Berganda Duncan.

Kenaikan derajat keasaman (pH) media yang diberi amelioran + 25% pupuk P, +

50% P dan Gambut + 25% P berbeda nyata dengan media gambut tanpa amelioran +

75% P, meskipun sesama perlakuan amelioran tidak berbeda nyata. Penambahan kompos tandan kosong kelapa sawit menyebabkan terjadinya peningkatan muatan negatif pada permukaan koloid tanah yang menyebabkan pH meningkat (Amirrudin, 2008). Hal ini sesuai dengan pendapat Hartatik (2012) bahwa amelioran dapat meningkatkan pH tanah, sementara Mawardi *et al.*, (1999) menyatakan bahwa amelioran dapat memperbaiki stabilitas tanah dan menurunkan konsentrasi asam fenolat. Lebih lanjut Nurani *et al.* (2011), dari hasil penelitiannya menyatakan bahwa penggunaan tandan kosong kelapa sebagai amelioran meningkatkan pH tanah gambut dari 3,6 menjadi 5,5.

Keragaan pH tanah gambut + 75 % P menunjukkan nilai paling rendah, hal ini dikarenakan kegiatan pemupukan meningkatkan keasaman tanah karena terlepasnya ion H^+ , disisi lain aktivitas mikroba menghasilkan asam organik juga memicu peningkatan derajat keasaman tanah. Kenaikan pH berdampak pada keragaman mikroba potensial dan ketersediaan hara bagi tanaman dalam tanah. Sharma *et al.* (2011) serta Paul dan Sinha, (2013) menyebutkan bahwa mekanisme pelarutan fosfat oleh mikroba pelarut fosfat dengan menghasilkan asam organik dan enzim fosfatase menyebabkan penurunan pH tanah.

Hasil analisis kandungan hara tanah menunjukkan bahwa ameliorasi dan inokulasi MPF dan pemupukan mempengaruhi kandungan hara tanah khususnya fosfat (Tabel 4). Artinya pemberian amelioran dapat memperbaiki kondisi tanah sehingga meningkatkan

ketersediaan hara. Darnoko dan Ardy, (2006) menyebutkan bahwa kompos tandan kosong kelapa sawit memiliki sifat yang baik antara lain memperbaiki struktur tanah; membantu kelarutan hara yang diperlukan tanaman dan merupakan pupuk yang tidak mudah tercuci. Lebih lanjut disebutkan bahwa kompos tandan kosong kelapa sawit memiliki kandungan hara N (2-3%), P (0,2-0,4%), K (4-6%), Ca (1-2%) dan Mg (0,8-1%). Inokulasi MPF pada tanah gambut + 25% P memberikan keragaman kandungan hara N, K, Ca, Mg tertinggi, meskipun kandungan P tertinggi terdapat pada tanah gambut + 100% P dan kandungan Al terendah. Inokulasi mikroba pelarut fosfat pada tanah gambut tanpa amelioran membantu ketersediaan hara.

Mikroba pelarut fosfat berperan dalam melarutkan fosfat yang terikat oleh asam organik dan menjaga unsur P yang terlarut tidak hilang dan terikat oleh asam organik tanah sehingga dapat tersedia bagi tanaman. Mikroba pelarut fosfat baik bakteri maupun fungi menghasilkan asam organik monokarboksilat seperti asam asetat, asam formiat, monokarboksil hidroksil seperti asam laktat, asam monokarboksil ketogluconat (asam oksalat, suksinat dan dikarboksilat hidroksilat seperti asam malat untuk melarutkan P (Khan *et al.*, 2009). Selain itu fosfat juga dapat dilarutkan oleh enzim yang dihasilkan mikroba (Jinhee *et al.*, 2010). Lebih lanjut disebutkan bahwa spesies fungi seperti *Aspergillus*, dan *Penicillium* serta bakteri seperti *Bacillus*, *Rhizobium*, *Burkholderia*, *Achromobacter*, *Agrobacterium*, *Micrococcus*, *Aerobacter*, *Flavobacterium* dan *Erwinia* berkemampuan sebagai pelarut fosfat.

Tabel 4. Kandungan hara media tanam setelah perlakuan

Perlakuan	Kandungan Hara							
	C	N	C/N	P	K	Ca	Mg	Al
Kompos tankos	28,64	2,52	11,33	1568,94	6505,03	27,16	40,48	67,03
Kontrol	27,87	2,62	10,67	1517,84	6747,87	27,45	42,19	48,93
Kompos tankos + 25% P	28,44	2,75	10,00	1798,92	6107,87	32,00	40,90	30,43
Kompos tankos + 50% P	28,68	2,52	11,33	2113,33	6532,13	34,67	45,41	17,10
Kompos tankos + 75% P	28,26	2,69	10,67	2993,67	6472,63	28,42	40,77	9,27
Kompos tankos + 100% P	29,19	2,70	10,67	3056,09	5270,70	27,74	34,47	20,20
25% P	30,14	2,76	11,00	1938,04	7008,00	36,37	48,20	16,63
50% P	29,00	2,84	10,33	2832,29	6086,53	26,81	3,69	5,80
75% P	29,99	2,93	10,33	3174,04	5300,73	20,27	2,88	9,13
100% P	30,22	2,69	11,00	3635,27	5921,40	24,83	3,57	3,57

Sumber : Laboratorium Tanah Balitsa Lembang, 2013

Keragaan Pertumbuhan Tanaman

Hasil analisis statistika menunjukkan bahwa ameliorasi dan inokulasi mikroba pelarut fosfat tidak menunjukkan perbedaan yang nyata antar perlakuan terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit

(tinggi tanaman, jumlah daun, dan lingkaran batang (Tabel 5). Hal ini kemungkinan disebabkan kebutuhan hara untuk pertumbuhan optimal masih dapat dipenuhi oleh media gambut.

Tabel 5. Keragaan rata-rata pertumbuhan bibit kelapa sawit

Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm)	Σ Daun (lbr)	Diameter Batang (cm)
Kompos tankos	72,57	10,50	4,61
Kontrol/tanpa amelioran	70,72	10,47	4,83
Kompos tankos + 25% P	72,86	10,64	4,51
Kompos tankos + 50% P	73,40	10,53	4,67
Kompos tankos + 75% P	71,38	10,36	4,53
Kompos tankos + 100% P	71,74	10,92	4,48
25 % P	73,54	11,22	4,45
50 % P	73,07	10,64	4,56
75 % P	73,74	10,44	4,45
100 % P	72,24	10,47	4,44
<i>Burkholderia gladioli</i>	71,92	78,95	4,51
<i>Penicillium aculeatum</i>	72,97	81,93	4,66

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf beda nyata 5 %

Pertumbuhan vegetatif tanaman dipengaruhi oleh banyak faktor termasuk diantaranya kecukupan hara seperti unsur hara N sebagai penyusun sel yang merangsang pertumbuhan vegetatif yaitu tinggi tanaman sedangkan unsur P

berperan dalam pembelahan sel untuk membentuk organ tanaman. Bibit kelapa sawit akan mengalami defisiensi yang menyebabkan pertumbuhan tanaman tidak normal jika kandungan hara P dalam tanah kurang dari 15 mg P kg⁻¹, K kurang

dari 0,15 cmol kg⁻¹. Tinggi tanaman tertinggi terdapat pada perlakuan inokulasi MPF pada Gambut + 75% P (73,74 cm) dan terendah pada inokulasi MPF pada media gambut (70,72 cm). Artinya bahwa bahwa inokulasi MPF meningkatkan pertumbuhan bibit kelapa sawit jika dikombinasikan dengan bahan anorganik.

Pertambahan jumlah daun terbanyak terdapat pada perlakuan inokulasi MPF pada gambut + 25% P (11,25 lembar) dan terendah pada inokulasi MPF pada iokulasi MPF pada media gambut + Kompos tankos + 75% P (10,36 lembar). Pembentukan organ baru ditentukan oleh unsur hara P. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa MPF bekerja dengan baik pada tanah yang kandungan hara P nya rendah. Pada kondisi hara P tersedia MPF tidak bekerja. Gambut memiliki kandungan P tinggi tetapi tidak tersedia bagi tanaman sehingga inokulasi MPF memicu MPF melakukan aktivitas pelarutan dengan baik. Peranan MPF adalah menguraikan unsur hara P dan mencegah P yang terurai terkhelet oleh koloid tanah sehingga pertumbuhan tanaman menjadi lebih baik.

Pertambahan diameter batang terbesar terdapat pada perlakuan inokulasi MPF pada tanah gambut (4,83 cm) dan terkecil pada perlakuan inokulasi MPF pada Gambut + 100% P artinya bahwa penambahan P menghambat aktifitas MPF untuk melakukan aktifitas pelarutan hara P, sementara dari 100% P yang diaplikasikan 80%-90% difiksasi komponen tanah sehingga tidak tersedia bagi tanaman.

Secara terpisah menunjukkan bahwa inokulan *Penicillium aculeatum* meskipun tidak nyata memberikan pertumbuhan vegetatif tanaman yang lebih baik dibandingkan inokulan bakteri *Burkholderia gladioli*. Hal ini kemungkinan

diakibatkan oleh kemampuan adaptasi fungi pada lahan masam lebih baik. Pada umumnya bakteri lebih sesuai dengan kondisi basa.

Berat Biomassa Bibit Kelapa Sawit

Aplikasi MPF pada berbagai media menunjukkan perbedaan yang nyata. Berat brangksan bibit kelapa sawit tertinggi pada media gambut + 75% P, Gambut + 100% P, Gambut + tankos + 100% P dan Gambut + tankos tetapi tidak berbeda nyata dengan aplikasi MPF pada media Gambut + tankos + 50% P, Gambut + 75% P, Gambut + 50% P namun berbeda nyata dengan aplikasi MPF pada tanah gambut, demikian juga pada berat brangksan akar (Tabel 6) Hal ini menunjukkan bahwa berat biomasa tanaman ditentukan oleh penambahan bahan anorganik baik dalam bentuk pupuk kimia yang ditambahkan maupun yang berasal dari kompos tandan kosong kelapa sawit yang merupakan bahan baku untuk proses fotosintesa dan proses metabolisme tanaman lainnya. Hasil dari proses tersebut pada akhirnya didistribusikan kembali pada seluruh bagian tanaman. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa MPF berkontribusi dalam penyediaan hara P melalui mekanisme penguraian unsur P dari P anorganik dan mencegah khelasi oleh asam organik gambut. Unsur hara P diperlukan tanaman untuk pertumbuhan akar, proses fotosintesis dan metabolisme lainnya. Selain itu inokulasi mikroba pelarut fosfat akan meningkatkan lapisan yang sesuai untuk pertumbuhan dan produksi tanaman serta kelestarian kesehatan tanah (Sharma, 2011).

Hasil analisis statistika menunjukkan bahwa aplikasi MPF secara tunggal tidak berpengaruh nyata terhadap keragaan berat kering batang (bagian atas tanaman),

namun pengaruhnya menjadi nyata pada berbagai media dengan kombinasi kompos tankos dan pupuk P anorganik, meski tidak berbeda nyata pada bagian akar tanaman.

Hal ini berarti bahwa hara didistribusikan secara merata baik pada bagian atas tanaman maupun bagian bawah tanaman (akar). Berat brangkasan tertinggi terdapat pada perlakuan gambut + 75% P yang tidak berbeda nyata dengan semua perlakuan lain kecuali perlakuan control, hal ini menunjukkan bahwa kecukupan hara P yang diperlukan tanaman untuk proses metabolisme yang diindikasikan dengan berat brangkasan

berasal dari P yang diberikan dan kandungan P asal tandan kosong kelapa sawit. Selain itu ameliorasi berpengaruh pada peningkatan pH tanah yang berdampak baik pada ketersediaan hara P bagi tanaman. Pada gambut yang tidak terameliorasi kecukupan hara P selain dipengaruhi oleh P yang diberikan juga dipengaruhi oleh adanya mikroba pelarut fosfat yang berperan dalam mencegah P terlarut diikat oleh aluminium tanah sehingga tersedia bagi tanaman yang diindikasikan dengan pertambahan bobot biomassa (Panhwar *et al.*, 2013).

Tabel 6. Keragaan berat brangkasan dan berat kering tanaman

Perlakuan	Brangkasan (g)				Berat Kering (g)			
	Batang		Akar		Batang		Akar	
Kompos tankos	321,99	b	100,61	ab	104,79	bc	21,64	a
Kontrol/tanpa amelioran	250,28	a	82,99	a	84,69	ab	18,76	a
Kompos tankos + 25% P	279,60	ab	89,77	ab	90,19	abc	20,63	a
Kompos tankos + 50% P	302,70	ab	103,97	ab	97,79	abc	21,75	a
Kompos tankos + 75% P	281,30	ab	101,89	ab	83,61	a	18,97	a
Kompos tankos + 100% P	339,71	b	108,80	b	106,23	c	23,30	a
25% P	290,17	ab	104,79	ab	90,41	abc	19,97	a
50% P	289,26	ab	107,54	b	90,71	abc	19,13	a
75% P	348,62	b	108,92	b	103,46	abc	20,15	a
100% P	322,18	b	113,10	b	97,77	abc	21,00	a
<i>Burkholderia gladioli</i>	295	a	102	a	92	a	21	a
<i>Penicillium aculeatum</i>	313	a	106	a	100	a	21	a

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf beda nyata 5 %

Serapan Hara P

Hasil analisis statistika menunjukkan bahwa amelioran tankos berpengaruh nyata terhadap serapan hara, kandungan P di tanaman dan di tanah. Inokulasi MPF pada tanah gambut + 75% P memberikan keragaan serapan P bagian atas tanaman tertinggi (476,23 mg) berbeda dengan perlakuan lainnya, meski tidak berbeda nyata dengan Inokulasi MPF pada tanah gambut + 100% P, dan Inokulasi MPF pada tanah gambut + tankos + 100% P.

Tingginya serapan P pada bagian atas belum tentu seiring dengan serapan P pada bagian akar. Hasil analisis statistika menunjukkan bahwa serapan unsur hara P oleh bagian akar terbesar terdapat pada perlakuan inokulasi MPF pada tanah gambut + kompos tankos + 100% P,

meskipun tidak berbeda nyata dengan perlakuan inokulasi MPF pada tanah gambut + 100% P, inokulasi MPF pada tanah gambut + 75% P dan inokulasi MPF pada tanah gambut + kompos tankos + 75% P. Hal ini kemungkinan jumlah unsur P anorganik yang diaplikasikan cukup besar sedangkan kebutuhan tanaman masih belum maksimal. Selain itu Vessey dan Heisinger (2001) serta Fankem *et al.*, (2006) menyebutkan bahwa tingginya serapan hara dapat diakibatkan oleh pertumbuhan dan perpanjangan akar oleh aktivitas mikroba secara tidak langsung. Schoebit *et al.*, (2013) menyebutkan bahwa P fluorescent meningkatkan serapan P hingga 64% pada tanaman gandum.

Tabel 7. Keragaan serapan hara P pada bibit kelapa sawit 20 minggu setelah perlakuan

Perlakuan	Serapan P (mg)			
	Batang		Akar	
Kompos tankos	404,51	abc	71,88	ab
Kontrol/tanpa amelioran	307,34	abc	59,84	ab
Kompos tankos + 25% P	378,42	abc	78,50	ab
Kompos tankos + 50% P	405,44	abc	75,56	ab
Kompos tankos + 75% P	416,97	abc	81,36	abc
Kompos tankos + 100% P	436,91	bc	100,23	c
25% P	352,10	abc	68,26	ab
50% P	383,42	abc	74,42	ab
75% P	476,23	c	84,68	bc
100% P	457,92	bc	89,57	bc

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf beda nyata 5 % menurut Uji Jarak Berganda Duncan

SIMPULAN

Ameliorasi menggunakan kompos tandan kosong kelapa sawit pada tanah gambut meningkatkan P tersedia, serapan P oleh batang dan akar, berat biomassa dan berat kering batang. Selanjutnya ternyata bahwa Inokulasi MPF tidak berpengaruh nyata terhadap peningkatan P tersedia, serapan hara P, berat

brangkasan, berat kering dan lingkaran batang bibit kelapa sawit.

DAFTAR PUSTAKA

Abdolzadeh, A., Xing Wang, Erik J. Veneklaa, dan Hans Lambers. 2010. Effect of Phosphorus Supply on Growth, Phosphate

- Concentration and Cluster-Root Formation in Three Lupinus species. *Ann. Bot.* Vol .105 (3), pp. 365-374.
- Amirrudin. 2008. *Pemberian Pupuk Fosfat, Kapur Karbonat, dan Kompos Tandan Kosong pada Typic Kandiudult untuk Meningkatkan Kadar P tersedia dan Menurunkan Nilai pH*. USUe-Repository.
- Basu, M., P.B.S. Bhadoria, dan Mahapatra. 2011. Influence of Soil Ameliorants, Manures and Fertilizers on Bacterial Populations, Enzyme Activities, N Fixation and P Solubilization in Peanut Rhizosphere under Lateritic Soil. *British Microbiology Research Journal* 1 (1) page 11-26.
- BB Litbang SDLP (Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian). 2012. Dilema dan Rasionalisasi Kebijakan Pemanfaatan Lahan Gambut untuk Areal Pertanian. *Makalah Seminar Nasional Pengelolaan Lahan Gambut Berkelanjutan*, Balai Besar Sumberdaya Lahan Pertanian Bogor, Mei 2012.
- Berg Bjorn dan Charles Mc.Claugherty. 2008. *Plant Litter. Decomposition, Humus Formation, Carbon Sequestration*. Springer, Verlag Berlin Heisenberg. Second Edition, 295 p.
- Darnoko dan Ady S.S. 2006. Pabrik Kompos di Pabrik Kelapa Sawit. *Tabloid Sinar Tani*, 9 Agustus 2006. Melalui <http://www.litbang.deptan.go.id>. [4-5-2012].
- El-Yazeid dan H.E. Abou-Aly. 2011. Enhancing Growth, Productivity and Qualit of Tomato Plants Using Phospat Solubilizing Microorganisms. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 5(7):371-379.
- Fankem, H.D. Nwaga, A. Deubel, L. Dieng, W. Merbach, dan F.X. Etoa. 2006. Occurence and Functioning of Phosphate Solubilizing Microorganisms From Oil Palm Tree (*Elaeis guineensis*) Rhizosphere in Cameroon. *African J. Biotech.* 5.2450-2460.
- Goenadi, D.H. dan R. Saraswati. 1993. Kemampuan Melarutkan Fosfat dari Beberapa Isolat Fungi Pelarut Fosfat. *Menara Perkebunan* 61 (3): 61-66.
- Gunes A, Ataoglu N, Turan M, Esitken A, dan Ketterings QM. 2009. Effects of Phosphate-Solubilizing Microorganisms on Strawberry Yield and Nutrient Concentrations. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 172:385-392 Publisher Full Text.
- Hartatik, W. 2012. Distribusi Bentuk-bentuk Fe dan Kelarutan Amelioran Tanah Mineral dalam Gambut. *Makalah Seminar Nasional Pengelolaan Lahan Gambut Berkelanjutan*, Balai Besar Sumberdaya Lahan Pertanian Bogor, Mei 2012.
- Jacobs H, Boswell GP, Ritz K, Davidson FA, dan Gadd GM. 2002. Solubilization of Calcium Phosphate as A Consequence of Carbon Translocation by *Rhizoctonia solani*. *FEMS Microbiol Ecol* 40:65-71.
- Kasno A., Sudirman, dan M.T. Sutriadi. 2010. Efektifitas Beberapa Deposit Alam Indonesia Sebagai Pupuk Sumber Fosfor terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit pada Tanah Ultisol. *Jurnal Litri* 16 (4), hal. 165-171.

- Khan, M.R. dan Khan S.M. 2002. Effect of Root-dip Treatment with Certain Phosphate Solubilizing Microorganisms. *Bioresour Technol* 85(2):213-215.
- Khan, A.A., Ghulam Jilani, Mohammad Saleem Akhtar, Syed Muhammad Saqlan Naqvi, dan Mohammad Rasheed. 2009. Phosphorus Solubilizing Bacteria: Occurrence, Mechanisms and their Role in Crop Production. *Journal of Agricultural Biological science*. 11:48-58.
- Khan M.S., Zaidi A., dan Wani P.A. 2009. Role of Phosphate Solubilizing Microorganisms in Sustainable Agriculture. In: *Lictfouse E (ed) Sustainable Agriculture*, Springer. p 552
- Lestari, Y. dan R. Saraswati. 1997. Aktivitas Enzim Fosfatase Jamur Pelarut Fosfat Pada Tanah Podzolik Merah Kuning. Dalam *Prosiding Seminar Pembangunan Pertanian Berkelanjutan Menyongsong Era Globalisasi*, Banjarmasin 13-14 Maret 1997.
- Mawardi, E., Syafei, dan A. Thaher. 1999. *Pemanfaatan Kaptan Super Fosfate (KSP) dalam Paket Tampurin untuk Meningkatkan Produktivitas Kubah Gambut*. BPTP Sukarami.
- Nurani D., Sih Parmiyatni, Heru Purwanta, Gatot Angkoso, dan Koesnandar. 2011. *Increase in pH of Peat Soil by Microbial Treatment*. www.geog.le.ac.uk/carbopeat/media/.../p33.pdf. [5-4-2012].
- Nurhayati, Ali Jamil, Ida Nur Istina, Yunizar, dan Hery Widyanto. 2011. Pengelolaan Lahan Gambut Berkelanjutan : Pengembangan Kelapa Sawit dan Tanaman Sela di Provinsi Riau. *Makalah Seminar Nasional Pengelolaan Lahan Gambut Berkelanjutan*, Balai Besar Sumberdaya Lahan Pertanian Bogor, Mei 2012.
- Panhwar, Q.A., Shamshuddin Jusop, Umme Aminun Naher, Radzih Othman, dan Mohd Ismail Razi. 2013. Application of Potential Phosphate-Solubilizing Bacteria and Organic Acids on Phosphate Solubilization from Phosphate Rock in Aerobic Rice. *The Scientific World Journal*. Vol 2014. Article ID 272409, 10 pages. www.hindawi.com/journals/tswj/2013/272409/
- Park Jinhee, Nanthi Bolan, Mallavarapu Megharaj, dan Ravi Naidu. 2010. Isolation of phosphate-Solubilizing Bacteria and their Effects Characterization of on Lead Immobilization. *Pedologist*. 67-75.
- Paul Dipak dan Sankar Narayan Sinha. 2013. Phosphate Solubilizing Activity of Some Bacterial Strain Isolated from Jute Effluent Exposed Water of River Ganga. *Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences*. An Online Intrnational Journal Available at <http://www.cibtech.org/jls.htm>. 2013 Vol.3 (3) July-September, pp. 39-45.
- Prasad R. dan James F. Power. 2000. *Soil Fertility Management for Sustainable Agriculture*. Lewis Publisher, Boca Ratoon, New York. 346 p.
- Ritung, W., K.Nugroho, Sukarman, Hikmatullah, Suparo, dan C.Tafakresnanto. 2011. *Peta Lahan Gambut Indonesia Skala 1 : 250.000. Edisi desember 2011*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Kementrian Pertanian. 30 hal.

- Sharma, S., Vijay Kumar, dan Ram Babu Tripathi. 2011. Isolation of Phosphate Solubilizing Microorganism (PSMs) from Soil. *J. Microbiol Biotech Res.* 1 (2). Pp 90-95.
- Sharma, Seema B., Riyaz Z Sayyed, Mrugesh H.T., dan Thivakaran A. Gobi. 2013. Phosphate Solubilizing Microbes: Sustainable Approach for Managing Phosphorus Deficiency in Agricultural Soils. *A Springer Open Journal.* Springer Plus. 2013,2:587 doi:10.1186/2193-1801-2-587. <http://springerplus.com/content/2/1/587>
- Singh, S.K. dan Reddy K.R. 2011. Regulation of Photosynthesis, Fluorescence, Stomatal Conductance and Water-Use Efficiency of Cowpea (*Vigna unguiculata* [L.] Walp.) under drought, *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 105:40-50.
- Suriadikarta, R.D.M dan D.A Simanungkalit. 2006. *Pupuk Organik dan Pupuk Hayati.* Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Bogor.
- Soewandita, H. 2003. Pemulihan Hara N, P dan K pada Tanah Terdegradasi dengan Penambahan Amelioran Organik (Kasus pada Latosol Coklat Kemerahan di Sukabumi). *Jurnal Sains dan Teknologi BPPT.* <http://www.iptek.net.id>. [07-02-200].
- Vessey, J.K. dan Heisinger, K.G. 2001. Effect of *Penicillium bilaii* Inoculation and Phosphorus Fertilization on Root and Shoot Parameters of Field Grownpea. *Can.J. Plant Sci.* 81:363-366.
- Zaidi A, Khan M.S., M. Ahemad, M. Oves, dan P.A. Wani. 2009. Recent Advances in Plant Growth Promotion by Phosphate-Solubilizing Microbes. In: Khan MS (ed) *Microbial Strategies for Crop Improvement*, Berlin Heidelberg: Springer-Verlag. pp 23-50.