



APLIKASI MIKORIZA DAN FOSFAT ALAM PADA MEDIUM GAMBUT UNTUK MENINGKATKAN PERTUMBUHAN BIBIT TANAMAN JARAK PAGAR

Nelvia, Anis Tatik Maryani dan Wilson Fajra Muda
Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Riau, Kampus Binawidya, Simpang Baru,
Kec. Tampan Pekanbaru.
Email: nnelvia @ yahoo. co.id

Abstraks

Konsekuensi dari semakin berkurangnya cadangan energy fosil (BBM) adalah pengembangan bio-energi. Pengembangan bahan baku bio-energi dari komoditas non pangan seperti jarak pagar serta memanfaatkan lahan yang kurang cocok untuk tanaman pangan dan perkebunan, merupak tindakan yang bijak agar tidak mengganggu kebutuhan pangan nasional. Adapun lahan yang kurang cocok dan membutuhkan input cukup besar bila digunakan untuk budidaya tanaman pangan dan perkebunan serta masih terssedia cukup luas adalah lahan gambut, namun produktivitasnya sangat rendah. Rendahnya produktivitas tersebut disebabkan oleh kesuburannya yang rendah dan tingginya kandungan asam-asam organik terutama asam fenolat sehingga meracun tanaman. Khusus hara P dapat ditingkatkan melalui pemberian mikoriza dan pupuk lambat larut (slow release) seperti fosfat alam. Fosfat alam selain mengandung P juga mengandung hara makro dan mikro lainnya, sedangkan pemberian mikoriza dapat meningkatkan serapan hara oleh tanaman.

Percobaan disusun berdasarkan rancangan faktorial 4 x 4 dalam lingkungan Acak Lengkap (RAL), setiap perlakuan diulang 3 kali. Faktor pertama MVA terdiri dari tanpa dan pemberian 5, 10 dan 15 g MVA/polibag dan sumber fosfat sebagai faktor kedua terdiri dari SP-36 dan fosfat alam (FA) Huinan China, Chrismast Island dan Petrokimia Gresik masing-masing dengan dosis 54 kg P₂O₅/ha.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa berat berangkas kering tertinggi diperoleh pada pemberian FA Petrokimia Gresik dan 5 g MVA/pot diikuti pemberian FA Christmas Island dan 5 g MVA/pot, masing-masing meningkat sebesar 169% dan 149% dibandingkan pemberian FA yang sama tanpa MVA.

Key Word: Mikoriza, Fosfat Alam, Tanah Gambut dan Jarak Pagar

PENDAHULUAN

Konsekuensi semakin berkurangnya cadangan energy fosil (BBM) adalah pengembangan bio-energi. Pengembangan bahan baku bio-energi dari komoditas non pangan seperti jarak pagar (*Jatropha curcas* L) serta memanfaatkan lahan yang kurang cocok untuk tanaman pangan dan perkebunan, merupak tindakan yang bijak agar tidak mengganggu kebutuhan pangan nasional.



Adapun lahan yang kurang cocok dan membutuhkan input besar bila digunakan untuk tanaman pangan dan perkebunan serta masih tersedia adalah lahan gambut. Produktivitas lahan gambut sangat rendah, terutama disebabkan oleh rendahnya tingkat kesuburan yang dicirikan oleh reaksi tanah masam hingga sangat masam, ketersediaan hara makro (N, P, K, Ca dan Mg) rendah dan kawat hara mikro (Cu, Zn, Mn, Fe, B dan Mo), kapasitas tukar kation (KTK) sangat tinggi tetapi kejenuhan basa (KB) rendah sehingga menghambat penyediaan hara bagi tanaman (Simbolon, 2009 dan Tim Sintesis Kebijakan, 2008). Dimana ketersediaan Cu terendah dibandingkan unsur mikro lain karena Cu terikat pada tapak reaktif senyawa organik seperti karboksil (-COOH) dan fenol (-OH) membentuk kompleks-organo kation Cu (kelat) sehingga tidak tersedia bagi tanaman.

Khusus hara P dimana ketersediaannya sangat rendah, hal ini karena sebagian besar P masih terikat dalam struktur bahan organik penyusun tanah gambut disamping kandungannya yang memang rendah dalam tanah tersebut. Dilain pihak tanaman jarak pagar membutuhkan unsur P lebih tinggi dari pada N dan K (Prihandana dan Hendroko, 2006). Penambahan P pupuk mudah larut seperti SP-36 dan TSP sering tidak efisien karena segera hilang dari lingkungan perakaran setelah larut, karena anion fosfat terjerap lemah pada koloid organik gambut yang juga bermuatan negative. Untuk meningkatkan tersediaan P bagi tanaman pada tanah gambut dapat dilakukan melalui pemberian mikoriza dan pemberian pupuk lambat larut (slow release) seperti fosfat alam. Fosfat alam selain mengandung P juga mengandung hara makro dan mikro lainnya.

Mikoriza adalah suatu bentuk hubungan simbiosis mutualisme antara akar tumbuhan tingkat tinggi dan miselium cendawan tertentu (Subiksa, 2002). Mikoriza Vesikular Arbuskular (MVA) yaitu jamur dimana zygomycetes menghasilkan arbuskular, hifa dan vesikular dalam sel-sel korteks akar yang disebut endomikoriza (Muin, 2003). Hifa-hifa MVA yang menginfeksi akar tanaman akan mengeluarkan enzim fosfatase yang mampu melepaskan P dari ikatan-ikatan spesifik sehingga tersedia bagi tanaman (Prasetya, 2000). Enzim fosfatase dibutuhkan dalam proses mineralisasi untuk memutus ikatan P pada senyawa organik dan anorganik menghasilkan ortofosfat yang tersedia bagi tanaman (Spier and Ross 1978, Schinner *et al.* 1996, Scaffert *et al.* 2000), fosfatase yang dihasilkan dominan dalam tanah (Schinner *et al.* 1996). Produksi fosfatase terus meningkat selama P tersedia dalam tanah rendah (Duff *et al.* 1994). Asosiasi mikoriza dengan hampir 90% jenis tanaman (pertanian, kehutanan, perkebunan, dan tanaman pangan) membantu

meningkatkan serapan unsur hara (terutama P) pada lahan marginal dan serapan hara lain seperti; N, K, S, Zn, Cu dan Si (Subiksa, 2002). Simbiotik antara cendawan mikoriza dan sel-sel akar hidup terutama sel korteks dan sel epidermis yang masih muda, sehingga berperan meningkatkan penyerapan ion yang berdifusi lambat menuju akar atau meningkatkan serapan hara yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah banyak besar seperti ion fosfat dan NH_4^+ , K^+ , NO_3^- (Salisbury dan Rosse, 1991). Selanjutnya Setiadi (1988) menyebutkan beberapa manfaat yang diperoleh tanaman inang yang berasosiasi dengan mikoriza antara lain: meningkatkan serapan unsur hara oleh tanaman, meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan patogen akar, memproduksi hormon dan zat pengatur tumbuh yang dibutuhkan tanaman. Zat pengatur tumbuh dan hormon yang dihasilkan dapat memacu pertumbuhan tanaman, serta dapat menahan penetrasi patogen ke akar karena bersifat cepat mengkolonisasi akar dan menghasilkan senyawa antibiotik (Read, 1986). Prihandana dan Hendroko (2006) melaporkan bahwa pemberian MVA 10 g/polybag meningkatkan pertumbuhan tanam jarak pagar dan Basri (1998) melaporkan pemberian 100 g MVA/10 kg tanah mineral meningkatkan pertumbuhan tanaman kedelai. Pemberian mikoriza 20 g/polybag meningkatkan pertumbuhan bibit kelapa sawit pada berbagai media tumbuh di pembibitan (Pasaribu, 1998).

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan bulan September 2007 hingga Januari 2008, di rumah kaca Fakultas Pertanian Universitas Riau. Analisis sifat kimia bahan tanah gambut dan fosfat alam dilakukan di laboratorium tanah Balai Penelitian Tanah Bogor. Analisis sifat kimia fosfat alam meliputi hara makro (P, Ca dan Mg) dan mikro (Fe, Mn, Zn dan Cu) total (ekstraksi HClO_4 & HNO_3) dan kadar air. Analisis sifat kimia bahan tanah gambut sebelum percobaan meliputi analisis: pH H_2O dan KCl (pH meter), KB (Σ Basa-basa/KTK), KTK (ekstraksi 1 N NH_4OAc pH 7,0), C-organik (Walkley dan Black), N total (Kjeldahl), rasio C/N, P_2O_5 tersedia (ekstraksi Bray I), P_2O_5 total (ekstraksi HClO_4 & HNO_3), (K, Ca, Mg dan Na) dapat dipertukarkan (ekstraksi 1 N NH_4OAc pH 7,0), hara mikro (Fe, Cu, Zn dan Mn) tersedia (ekstraksi DTPA) dan kadar abu (Gravimetri).

Penelitian ini menggunakan bahan tanah gambut yang di ambil dari dari desa Rimbo Panjang, kecamatan Kampar, kabupaten Kampar, MVA diperoleh dari Laboratorium Mikrobiologi IPB, pupuk fosfat dari jenis SP-36 dan fosfat alam (FA) Huinan China, Christmast Island, Petrokimia Gresik serta pupuk dasar Urea, KCl, dolomit dan biji jarak pagar. Percobaan disusun berdasarkan rancangan faktorial 4 x 4 dalam lingkungan Acak Lengkap (RAL), setiap

perlakuan diulang 3 kali. Faktor pertama MVA terdiri dari tanpa dan pemberian 5, 10 dan 15 g MVA/pot. Faktor kedua pupuk fosfat yaitu: SP-36 dan FA Huinan China, Christmast Island dan Petrokimia Gresik dengan (54 kg P₂O₅/ha) berturut-turut 1,87; 4,73; 4,94 dan 6,17 g/pot.

Tanah gambut sebanyak 5 kg dicampur rata dengan dolomit, Urea dan KCl masing-masing dengan dosis 50, 0,625, 0,375 g/pot dan pupuk fosfat (SP-36, FA Huinan Cina, Christmast Island dan Petrokimia Gresik) sesuai perlakuan lalu masukkan ke dalam pot. Mikoriza sesuai perlakuan diberikan pada ke dalaman 15 cm. Kecambah berumur 5 hari yang sehat dan tumbuh seragam di tanam dalam pot dengan cara meletakkan bagian radikula (akar lembaga) dibagian bawah. Parameter yang diamati yaitu persentase akar bibit tanaman jarak pagar terinfeksi MVA dan berat berangkas kering tanaman serta rasio tajuk dan akar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Sifat Kimia Fosfat Alam dan Bahan tanah gambut

Hasil analisis pendahuluan terhadap sifat kimia fosfat alam dan kadar air serta sifat kimia dan kadar abu bahan tanah gambut yang digunakan disajikan pada Tabel 1 dan 2. Hasil analisis sifat kimia fosfat alam (Tabel 1) menunjukkan bahwa kandungan P₂O₅ pada SP-36 lebih tinggi dibandingkan dalam FA Huinan China, Christmas Island dan Petrokimia Gresik. Ketiga jenis FA tersebut selain mengandung P juga mengandung Ca dan Mg serta hara mikro Fe, Mn, Zn dan Cu.

Tabel 1. Sifat kimia SP-36 dan beberapa jenis fosfat alam yang digunakan dalam penelitian.

Sifat kimia	SP-36	Huinan China	Christmas Island	Petrokimia Gresik
P ₂ O ₅ (%)	36	14.25	13.65	10.92
CaO (%)	-	20.80	20.68	11.25
MgO (%)	-	0.18	0.6	0.19
Fe (%)	-	0.77	2.40	5.10
Mn (μg ⁻¹)	-	278.00	614.20	1825.90
Zn (μg ⁻¹)	-	2248.20	2500.90	2967.40
Mn (μg ⁻¹)	-	9.8	108.10	4850.60

Sumber: Nelvia, 2009

Tabel 2 menunjukkan bahwa hasil analisis sifat kimia bahan tanah gambut yang digunakan mempunyai pH sangat masam, kandungan C-organik dan N total Berdasarkan kriteria IPB 1993,. Walaupun N total tinggi tetapi tidak tersedia bagi tanaman karena N masih merupakan struktur bahan organik penyusun gambut yang ditunjukkan oleh tingginya C/N yaitu 57 % dan tingginya kandungan C-organik 55,37 %, sehingga N salah satu faktor pembatas pertumbuhan tanaman. P-tersedia tinggi dan P total tanah tinggi namun pertumbuhan dan produksi tanaman tidak hanya ditentukan unsur P saja tapi juga ditentukan ketersediaan hara makro lainnya (K, Na, Ca, Mg dapat dipertukarkan) dan unsur hara mikro tersedia. Kation Ca-dd dan K-dd tergolong sangat rendah dan rendah sehingga tidak tersedia bagi tanaman. Kejenuhan basa rendah tetapi mempunyai KTK sangat tinggi 117 yang menyebabkan sulitnya penyediaan hara pada bagi tanaman. Hasil analisis tanah menunjukkan bahwa kadar hara mikro (Fe, Cu, Zn, Mn) tersedia (ekstraksi DTPA) tergolong rendah, karena berada sedikit diatas batas kritis kecuali Fe, sehingga menjadi faktor pembatas bagi pertumbuhan tanaman.

Tabel 2. Sifat kimia dan kadar abu bahan tanah gambut yang digunakan

Sifat kimia	Nilai	Kriteria	Sifat kimia	Nilai	Batas Kritis
-------------	-------	----------	-------------	-------	--------------

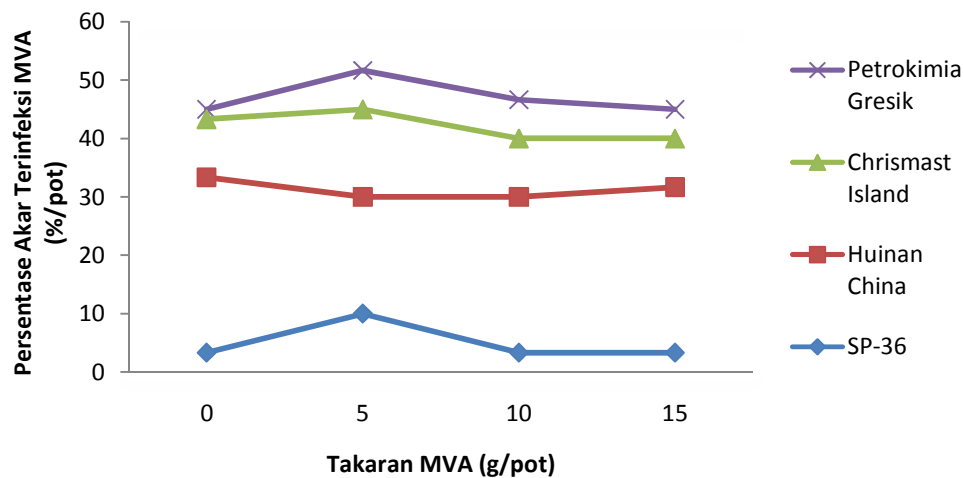
pH:H ₂ O	3.5	Sangat Masam	Unsur mikro tersedia (ekstrk. DTPA)			
KCL	2.5	Sangat Masam				
C Organik (%)	55.37	Tinggi		Fe (μg^{-1})	32	2.5- 4.5
N Total (%)	0.98	Tinggi		Mn (μg^{-1})	2	1.0
C/N (%)	57	Tinggi		Cu (μg^{-1})	1	0.2
P ₂ O ₅ (ekstk.HCl 25%, mg/100g)	16	Sedang		Zn (μg^{-1})	1	0.5 – 0.8
K ₂ O (ekstk.HCl 25%, mg/100g)	16	rendah				
P teredia Bray 1 (ppm)	122.9	Sangat Tinggi				
Basa dapat dipertukarkan (ekstrak. NH ₄ OAc 1N pH7)	2.11					
Ca (C mol ⁽⁺⁾ /kg)	1.77	Sangat Rendah				
Mg (C mol ⁽⁺⁾ /kg)	0.24	Sedang				
K(C mol ⁽⁺⁾ /kg)	0.38	Rendah				
Na(C mol ⁽⁺⁾ /kg)	4	Sedang				
KB (%)	117.52	Sangat Rendah				
KTK (me/100g)	5.48	Tinggi				
Kadar Abu (%)						

NB: Kriteria Pusat Penelitian Tanah, Bogor 1982

B. Pengaruh aplikasi MVA dan fosfat pada medium gambut terhadap persentase akar terinfeksi mikoriza dan pertumbuhan tanaman bibit jarak

a. Persentase Infeksi Mikoriza

Gambar 1 menunjukkan bahwa akar bibit tanaman jarak pagar pada perlakuan tanpa pemberian MVA juga terinfeksi mikoriza, hal ini terjadi akibat adanya infeksi secara alami oleh spora mikoriza yang terdapat pada tanah. Pemberian MVA 5 g/polybag meningkatkan persentase akar terinfeksi MVA pada setiap pemberian pupuk P (SP-36, FA Petrokimia Gresik, Christmast Islan dan Huinan China), karena meningkatnya populasi MVA dalam tanah melalui pemberian inokulum MVA. Santoso (1998) melaporkan bahwa, pemberian inokulum mikoriza meningkatkan infeksi mikoriza pada akar tanaman inang.



Gambar 1. Persentase akar bibit tanaman jarak pagar terinfeksi MVA setelah diberi MVA dan pupuk fosfat

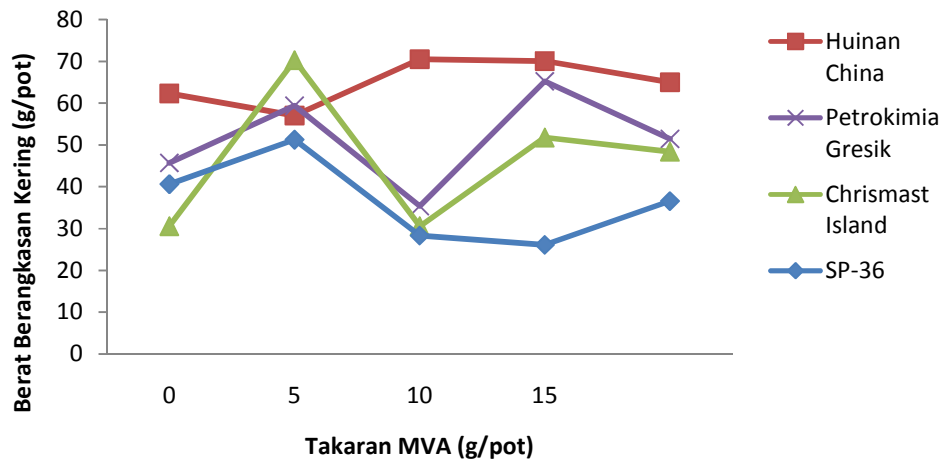
Gambar 1 juga menunjukkan bahwa persentase akar bibit tanaman jarak pagar terinfeksi MVA yang diberi 5 g MVA/polybag meningkat lebih besar pada pemberian FA Petrokimia Gresik dan Chrismast Island dibandingkan FA Huinan China dan SP-36. Akar terinfeksi cenderung menurun dengan meningkatnya takaran MVA menjadi 10 - 15 g/polybag pada setiap jenis fosfat alam. Selain itu Gambar 1 menunjukkan bahwa pemberian MVA 5 - 15 g/polybag tidak berpengaruh terhadap persentase akar terinfeksi MVA bila pupuk yang digunakan sebagai sumber hara hanya mengandung satu atau dua unsur serta mudah larut seperti SP-36. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian inokulum MVA pada tanah miskin hara seperti tanah gambut (Tabel 2) harus diikuti dengan pemberian pupuk yang mengandung hara lengkap. Peningkatan persentase akar terinfeksi MVA akibat pemberian inokulum MVA dan FA Petrokimia Gresik dan Chrismast Island disebabkan oleh karena kedua FA tersebut mengandung hara mikro Fe, Cu, Zn dan Mn lebih tinggi dibandingkan Huinan China (Tabel 1), sebaiknya kandungan unsur Pnya lebih rendah. Akibatnya semakin besar jumlah FA yang dibutuhkan untuk memenuhi dosis P dengan takaran yang sama, sehingga semakin besar jumlah hara mikro dan hara makro lain yang disumbangkan ke dalam tanah. Azwidarnis (1996) menyatakan, bahwa peningkatan persentase infeksi mikoriza pada akar tanaman erat kaitannya dengan kandungan unsur hara dalam tanah. Asosiasi mikoriza dengan hampir 90% jenis tanaman (pertanian, kehutanan, perkebunan, dan tanaman pangan) membantu meningkatkan serapan unsur hara (terutama P) pada lahan marginal dan serapan hara lain seperti; N, K, S, Zn, Cu dan Si (Subiksa, 2002). Sehubungan dengan hal

tersebut maka pemberian FA Petrokimia Gresik akan menyumbangkan cadangan hara makro dan mikro > Chrismast Island > Huinan China pada tanah gambut (miskin hara, Tabel 2), dalam hal ini peranan MVA meningkatkan serapan hara juga semakin besar. Selain itu keuntungan dari mikoriza terhadap tanaman adalah karena dapat memperluas bidang penyerapan akar sehingga terjadi peningkatan absorpsi nutrisi dari dalam tanah dan komponen-komponen mikoriza pada akar. Meningkatnya serapan hara akan berdampak pada peningkatan pertumbuhan dan perkembangan akar sehingga berpengaruh pula pada peningkatan volume akar. Peningkatan volume akar akan memperbesar penyebaran hifa MVA pada sel akar sehingga meningkatkan persentase akar terinfeksi MVA.

b. Berat Berangkasan Kering Bibit Jarak Pagar

Gambar 2 menunjukkan bahwa pemberian SP-36, FA Huinan China, Chrismast Island dan Petrokimia Gresik dan pemberian 5 g MVA/pot meningkatkan berat berangkasan kering bibit tanaman jarak pagar secara berturut-turut sebesar 53%, 11%, 149% dan 169% dibandingkan dengan tanpa pemberian MVA pada jenis pupuk fosfat yang sama. Peningkatan takaran MVA hingga 10 g/pot meningkat berat berangkasan kering bibit jarak pagar sebesar 37% pada pemberian FA Huinan China dibandingkan tanpa pemberian MVA, sedangkan pada perlakuan FA Petrokimia Gresik, Chrismast Island dan SP-36 terjadi penurunannya.

Meningkatnya persentase akar terinfeksi MVA pada pemberian 5 g MVA/pot dan FA Petrokimia Gresik (Gambar 1) diikuti oleh peningkatan berat berangkasan kering bibit jarak pagar (Gambar 2). Hal ini disebabkan oleh peningkatan serapan hara oleh bibit tanaman jarak pagar yang terinfeksi oleh MVA akibat bertambah besarnya luas permukaan akar. Selain itu akar yang terinfeksi MVA mempunyai kemampuan menyerap hara lebih besar karena enzim fosfatase yang dihasilkan MVA dapat meningkatkan kelarutan P yang berasal dari FA maupun bahan organik gambut. Adapun manfaat yang diperoleh tanaman inang yang berasosiasi dengan mikoriza antara lain: meningkatkan serapan unsur hara oleh tanaman, meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan patogen akar, memproduksi hormon dan zat pengatur tumbuh yang dibutuhkan tanaman (Setiadi, 1988). Zat pengatur tumbuh dan hormon yang dihasilkan dapat memacu pertumbuhan tanaman, serta dapat menahan penetrasi patogen ke akar karena bersifat cepat mengkolonisasi akar dan menghasilkan senyawa antibiotik (Read, 1986).



Gambar 2. Berat berangkas kering akar bibit tanaman jarak pagar terinfeksi MVA setelah diberi MVA dan pupuk fosfat

Hifa-hifa MVA yang menginfeksi akar tanaman akan mengeluarkan enzim fosfatase yang mampu melepaskan P dari ikatan-ikatan spesifik sehingga tersedia bagi tanaman (Prasetya, 2000). Enzim fosfatase dibutuhkan dalam proses mineralisasi untuk memutus ikatan P pada senyawa organik dan anorganik menghasilkan ortofosfat yang tersedia bagi tanaman (Spier and Ross 1978, Schinner *et al.* 1996, Scaffert *et al.* 2000), fosfatase yang dihasilkan dominan dalam tanah (Schinner *et al.* 1996). Produksi fosfatase terus meningkat selama P tersedia dalam tanah rendah (Duff *et al.* 1994). Tanaman juga akan meningkatkan produksi enzim fosfatase, pitase (*phytase*) dan RNAase bila kandungan P di dalam tanaman rendah (Bossed dan Kock 1998). Prihandana dan Hendroko (2006) melaporkan bahwa pemberian 10 g MVA/polibag meningkatkan pertumbuhan bibit tanam jarak pagar, sedangkan pemberian mikoriza 20 g/polybag meningkatkan pertumbuhan bibit kelapa sawit pada berbagai media tumbuh di pembibitan awal (Pasaribu, 1998).

KESIMPULAN

Pemberian FA Petrokimia Gresik dan Chrismast Island yang diikuti pemberian 5 g MVA/pot meningkatkan berat berangkas kering bibit tanaman jarak pagar secara berturut-turut sebesar 169% dan 149% dibandingkan dengan tanpa pemberian MVA dan FA yang sama.

DAFTAR PUSTAKA



- Azwidarnis, 1996. Inokulasi MVA dan Jamur Pelarut Fosfat untuk Meningkatkan Ketersediaan P Ultisol dan Serapan P Tanaman Jagung. Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Andalas. Padang. Tidak dipublikasikan.
- Basri, H. 1998. Pengaruh Inokulasi Mikoriza Vesikular Arbuskular Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Jagung C-4. Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Riau. Pekanbaru. Tidak dipublikasikan.
- Duff, S. M. G., G. Sarath and W. C. Plaxton. 1994. Soil Agriculture Expansion in Indonesia. Bull. Soil Res. Inst. Bogor. 1: 1-63.
- Muin, A. 2003. Mikoriza untuk Memperbaiki Tanah Hutan. www.lablink.or.id
- Nelvia. 2009. Kandungan fosfor tanaman padi dan emisi karbon tanah gambut yang diaplikasi dengan amelioran Fe³⁺ dan fosfat alam pada beberapa tingkat pemberian air. Jurnal Tanah tropika Vol. 14 (3): 195-204.
- Pasaribu, L. H. 1998. Efek Mikoriza pada Berbagai Medium Tumbuh Terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit di Pre-nursery. Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Riau. Pekanbaru. Tidak dipublikasikan.
- Prasetya. 2000. Studi Serapan P Tanaman Jagung Bermikoriza dengan Pemberian Bahan Organik dan Batuan Phosfat pada Tanah Ultisol. Prosiding Seminar Mikoriza I. Bogor.
- Prihandana, R dan R. Hendroko. 2006. Budidaya Jarak Pagar. Penerbit Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Read., D.J., 1986. Non-nutritional Effects of Mycorrhizal Infection. Physiologocal and Genetical Aspects of Mycorrhizae. Proceeding of 1st European Symposium on Mycorrhizae, Dijon, 1-5 July 1985. Editors by V. Gianinazzi-Pearson and S. Gianinazzi. INRA. P. 169-176.
- Salisbury dan Ross. 1991. Fisiologi Tumbuhan. Penerbit ITB. Bandung.
- Schaffert, R. E., M. C. A. Vera, S. N. Parentoni and K. G. Raghothama. 2000. Genetic Control of Phosphorus uptake and utilization efficiency in maize and sorghum under marginal soil condition. N. W. W. isu. Edu.
- Schinner, E., R. Ohlinger, E. Kandeler and R. Margesin. 1996. Method in Soil Biology. Springer-Verlage. New York. 426 p.
- Setiadi, Y. 1988. Pengetahuan dasar Tentang Mikoriza. Bahan Kuliah Kesuburan Tanah Hutan. Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Spier, T. W and D. J. Ross. 1978. Soil Phosphatase and Sulphatase. *In*: Burns R. G. (ed). Soil enzymes. Academic Press. London. Pp: 197-250.
- Simbolon, H. 2009. Peat swamp forest ecosystem: An important ecosystem on regional land use planning. Dalam scientific Exploration and sustainable Management of Peat Land Resources in Giam Siak Kecil-Bukit Batu Biosphere reserve, Riau.



Subiksa, I. G. M. 2002. Pemanfaatan Mikoriza untuk Penanggulangan Lahan Kritis. Makalah Pengantar Falsafah Sains (PPS.702). Program Pasca Sarjana (S3) IPB. Bogor. http://rudict/tripod.com/Sem2012/igm_subiksa.htm. (email) igmsubiksa@yahoo.com

Tim Sintesis Kebijakan, 2008. Pemanfaatan dan konservasi ekosistem lahan rawa gambut di Kalimantan. Balai Besar Penelitian dan Pengabdian Sumberdaya Lahan Pertanian. Pengembangan Inovasi Pertanian 1 (2), 2008: 149-156.