

**KAJIAN REKLAMASI LAHAN BEKAS PENAMBANGAN
BATU DENGAN APLIKASI PUPUK ORGANIK DAN
MIKORIZA TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI
TANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.)**

ORAL

**Prasmaji Sulistyanto, Purwandar Widyasunu, Suwardi, Ruly Eko Kusuma
Kurniawan, Muhammad Ardiansyah**

Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Jendral Soedirman
e-mail: (sprasmaji@yahoo.com; mr.suwardi57@gmail.com;
purwandar.widyasunu@gmail.com).

ABSTRACT

This experiment was aimed to examine: (i) ability of land reclamation technology ex-rock mine with end use to agriculture land, and (ii) organic fertilizer and mycorrhiza benefit as well as of both interaction effect on soil pH and redox, growth and production of maize, (iii) the effect as well to the content of leaf plant nitrogen and phosphorus on the soil's land that were rebuilt. Plant indicator which used was corn due to it high adaptation on marginal land. The treatments were the rate of organic fertilizer, consisting of 4 level, i.e. 0; 5; 10; 20 ton/ha and the rate of mycorrhiza inoculation, i.e. 0; 7.5; 15 g/plant. The experiment was arranged in factorial pattern based on randomized complete block design. The data were analyzed using F-test, and any significant was continued by Duncan test. Results indicated that: (i) land reclamation technology was able to support growth and production of corn plant under reclamation of ex rock mine land, (ii) organic fertilizer at dose 10 ton/ha was able to increase soil pH, corn stalk height and diameter, whilst it was brought down soil redox, (iii) mycorrhiza had no significant effect to all observation variables, and (iv) efficient treatment of organic fertilizer was 10 ton/ha without mycorrhiza on the growth (except fresh weight and dry root) and production of corn plant. The reclamation technology was shown it quite good ability in rebuilding the damaged land due to mining, though it given the alternative way in global warming reduction program through CO₂ sequestration upon biomass production of agricultural crop on degradative abandoned land.

Keywords: land reclamation, organic fertilizer, mycorrhiza, corn.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemanfaatan: (i) model reklamasi lahan bekas penambangan batu dengan penggunaan akhir menjadi lahan pertanian dan (ii) pupuk organik dan mikoriza serta interaksinya terhadap pH dan redoks tanah, pertumbuhan dan produksi jagung, (iii) kandungan hara N dan P pada daun jagung setelah lahan direklamasi. Tanaman indikator yang digunakan adalah jagung karena memiliki daya adaptasi yang tinggi. Kombinasi perlakuan yang dicoba terdiri atas 4 taraf pupuk organik yakni: 0; 5; 10; 20 ton/ha dan 3 taraf mikoriza yaitu: 0; 7,5; 15 g/tanaman. Percobaan disusun secara faktorial berdasarkan rancangan acak kelompok lengkap, diulang tiga kali. Data dianalisis dengan uji F dan yang berbeda nyata dilanjutkan dengan uji Duncan. Hasil penelitian

menunjukkan bahwa (i) model reklamasi lahan mampu menopang pertumbuhan dan produksi tanaman jagung pada lahan bekas penambangan batu yang direklamasi, (ii) pupuk organik dosis 10 ton/ha mampu meningkatkan pH tanah, tinggi dan diameter batang jagung, namun menurunkan redoks tanah pada lahan bekas penambangan batu yang direklamasi, (iii) mikoriza tidak berpengaruh terhadap semua variabel pengamatan, dan (iv) pemberian pupuk organik efisien pada 10 ton/ha tanpa mikoriza, yaitu pertumbuhan (kecuali bobot basah dan kering akar) dan produksi tanaman jagung pada lahan bekas penambangan batu yang direklamasi.

Kata kunci: *reklamasi lahan, pupuk organik, mikoriza, jagung*

PENDAHULUAN

Lahan pertanian di Indonesia mengalami penurunan akibat alih fungsi lahan. Menurut Dirjen PLA Deptan (2006), pengendalian alih fungsi lahan terkendala oleh pertumbuhan penduduk, meningkatnya tuntutan kualitas hidup, orientasi kebijakan ekonomi pemerintah daerah, dan kebutuhan lahan sektor lain dan nilai rendah sewa lahan untuk pertanian.

Pemilik lahan lebih memilih menyewakan lahan untuk sektor non pertanian seperti pertambangan karena alasan ekonomi. Fenomena ini terjadi pada lahan kering di Desa Kedung Randu, Kecamatan Patikraja, Kabupaten Banyumas.

Lahan bekas penambangan batu pasir di Desa Kedung Randu telah kehilangan lapisan *top soil* dan *sub soil*, sehingga hanya menyisakan lapisan bahan induk yang telah ditumbuhi rumput-rumputan dan alang-alang. Lahan tersebut dapat direklamasi menjadi lahan pertanian kembali, sehingga bernilai ekonomi dan sebagai bagian lahan sekuestrasi karbon CO₂ untuk reduksi pemanasan global. Reklamasi adalah suatu kegiatan atau proses memperbaiki daerah atau areal yang tidak terpakai atau tidak berguna menjadi daerah yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan manusia, antara lain untuk lahan pertanian, perumahan, tempat rekreasi, dan industri (Ensiklopedi, 1990).

Menurut Kementerian Lingkungan Hidup (2007), kerusakan tanah untuk produksi biomassa adalah berubahnya sifat dasar tanah yang melampaui kriteria baku kerusakan tanah. Parameter yang dapat digunakan untuk kerusakan tanah di lahan kering antara lain: (i) ketebalan solum tanah dengan ambang kritis kurang dari 20 cm, (ii) pH H₂O tanah (1:2,5) dengan ambang kritis kurang dari 4,5 dan lebih dari 8,5, dan (iii) redoks tanah dengan ambang kritis kurang dari 200 mV.

Usaha yang dapat dilakukan untuk mereklamasi lahan bekas penambangan batu menjadi lahan pertanian yaitu (i) memberikan lapisan top soil Ultisol lokal, (ii) membuat bedengan dan saluran drainase, (iii) memberikan pupuk organik untuk kesuburan tanah, (iv) memberikan mikoriza untuk membantu tanaman menyerap air dan unsur hara, dan (v) membudidayakan tanaman jagung.

Menurut Abbas (1992) dalam Bintoro *et al.* (2006), pupuk organik dapat meningkatkan kapasitas tukar kation, kapasitas memegang air, unsur hara makro dan mikro, serta meningkatkan populasi mikroba tanah yang dapat melarutkan fosfat maupun yang dapat menambat nitrogen dari udara. Pupuk organik (kompos) yang digunakan dalam penelitian ini merupakan campuran dari bahan-bahan seperti jerami padi, sampah pasar, batang tanaman pisang, kotoran sapi, kotoran ayam bercampur sekam, dan dolomit. Bahan-bahan tersebut dikomposkan dengan menggunakan *effective living microorganism basic organic*.

Pemanfaatan mikoriza merupakan salah satu cara untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman dan produktivitas lahan kritis. Karakteristik asosiasi mikoriza ini memungkinkan tanaman untuk memperoleh air dan hara dalam kondisi lingkungan yang kering dan miskin unsur hara, perlindungan dari patogen akar dan unsur toksik dan secara tidak langsung melalui perbaikan struktur tanah (Subiksa, 2008).

Reklamasi lahan bekas penambangan untuk dijadikan lahan pertanian perlu dilakukan dengan mengingat aspek sumber daya lahan kering yang berpotensi untuk menghasilkan biomassa dan aspek sosial ekonomi masyarakat. Pemberian pupuk organik dan mikoriza sebagai agen hayati diharapkan dapat mengameliiorasi tanah lahan bekas penambangan batu pasir. Tanaman jagung dapat dijadikan indikator karena tanaman jagung peka terhadap perubahan kondisi lingkungannya.

Berdasarkan uraian di atas, maka tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah mengetahui: (i) kehandalan model reklamasi lahan bekas penambangan batu pasir dengan penggunaan akhir (*enduse*) menjadi lahan pertanian, (ii) efek dosis pupuk organik dan mikoriza (mandiri) serta kemungkinan interaksi keduanya yang terbaik dan efisien terhadap pH dan redoks tanah, (iii) kandungan hara N dan P pada daun, dan pertumbuhan dan produksi tanaman jagung pada lahan bekas penambangan batu pasir yang direklamasi.

METODE PENELITIAN

Penelitian berupa percobaan lapang pada lahan bekas penambangan batu pasir milik masyarakat di Desa Kedung Randu, Kecamatan Patikraja, Kabupaten Banyu-mas. Analisis pupuk, tanah, dan jaringan tanaman dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto.

Perlakuan pada penelitian ini adalah pemberian pupuk organik dengan empat taraf dan MVA dengan tiga taraf. Dosis pemberian pupuk organik yang dicobakan meliputi: P 0 (0 t/ha), P 1 (5 t/ha), P 2 (10 t/ha), dan P 3 (20 t/ha). Dosis inokulasi MVA yang akan dicobakan meliputi: M 0 (0 g/tanaman), M 1 (7,5 g/tanaman), M 2 (15 g/tanaman). Kedua jenis perlakuan tersebut difaktorial sehingga terdapat 12 kombinasi perlakuan. Rancangan lingkungan diatur dengan rancangan acak kelompok lengkap; ulangan tiga kali, sehingga didapatkan 36 petak percobaan. Petak percobaan 2,75 x 1,50 m² berupa petak gulud lahan berbatu bekas penambangan batu pasir yang dilapisi tanah Ultisol setebal 20 cm. Terdapat 20 tanaman dalam satu petak lahan. Pupuk dasar yang digunakan yaitu 250 kg urea/ha, 200 kg SP-18/ha, dan 50 kg KCl/ha.

Variabel yang diamati yaitu pH tanah 50 hst dan saat panen, redoks tanah, tinggi dan diameter batang, jumlah daun, bobot kering dan basah brangkas atas, bobot basah dan kering akar, bobot tongkol jagung berkelobot, bobot pipilan jagung, bobot tongkol jagung, dan kandungan hara N dan P daun tanaman jagung.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Reklamasi Lahan

1. Lahan Bekas Penambangan Batu Sebelum Direklamasi

Luas lokasi lahan pasca penambangan batu pasir lokasi penelitian 3.696 m², lahan yang digunakan dalam penelitian seluas 231,25 m². Lahan bekas penambangan batu telah mengalami perubahan morfologi, kerusakan tubuh tanah, vegetasi penutup, dan pola hidrologi. Morfologi lahan yang sebelumnya berbukit menjadi datar. Lapisan *top soil* dan *sub soil* telah hilang dari lahan akibat proses penambangan sehingga hanya menyisakan hamparan bahan induk. Lahan bekas penambangan batu hanya ditumbuhi oleh rumput-rumputan dan alang-alang.

2. Kegiatan Reklamasi Lahan Bekas Penambangan Batu

Kegiatan reklamasi lahan pasca penambangan yang telah dilakukan yaitu: (i) memberikan lapisan *top soil* Ultisol lokal 20 cm, (ii) membuat bedengan dan saluran drainase, (iii) memberikan pupuk organik dan mikoriza, dan (iv) membudidayakan

tanaman jagung. Itulah yang disebut teknologi reklamasi yang sederhana namun diyakini handal.

3. Keadaan Lahan Bekas Penambangan Batu Setelah Direklamasi

Lahan bekas penambangan batu setelah direklamasi telah memiliki *top soil* setebal 20 cm, dengan ditumbuhi tanaman jagung yang dibudidayakan. Tanaman jagung telah dapat tumbuh di lahan bekas penambangan batu. Pemberian lapisan *top soil* Ultisol, pupuk organik dan mikoriza ternyata mampu menopang pertumbuhan tanaman jagung pada lahan bekas penambangan batu. Hasil dari tanaman jagung yang dibudidayakan memiliki nilai ekonomi bagi masyarakat untuk memenuhi kebutuhan hidup. Walaupun, hasil produksi yang dihasilkan belum optimal bila dibandingkan dengan lahan-lahan dalam kondisi normal. Lahan rusak yang direklamasi juga memperbaiki hidrologi lokal, keragaman hayati, dan tutupan lahan disamping prospek baik terhadap karbon kredit (sekuestrasi/tangkapan karbon CO₂ atmosfer).

Berdasarkan Tabel 1 dapat diketahui bahwa perlakuan pupuk organik dan mikoriza secara mandiri maupun interaksi tidak berpengaruh nyata terhadap bobot basah dan kering akar, serta kandungan hara N dan P daun tanaman jagung.

Solum tanah yang hanya setebal 20 cm menyebabkan terbatasnya perkembangan akar tanaman jagung pada lahan bekas penambangan batu yang direklamasi. Hal ini diduga sebagai penyebab pemberian pupuk organik dan mikoriza tidak berpengaruh terhadap bobot basah dan kering akar. Kondisi saat pengambilan sampel akar, akar tanaman jagung tidak mampu menembus lapisan bahan induk sehingga pemanjangan akar yang terjadi tidak ke arah bawah melainkan ke arah samping hingga akar antar tanaman jagung saling bertemu. Dengan demikian perkembangan akar terbatas akibat ruang tumbuh yang dimiliki oleh akar terbatas.

B. Manfaat Pupuk Organik dan Mikoriza terhadap Variabel Pengamatan

Pemberian pupuk organik dan mikoriza yang tidak berpengaruh terhadap kandungan hara N dan P pada daun tanaman jagung diduga karena pada saat akhir percobaan unsur hara tersebut tidak terakumulasi di daun tanaman jagung. Menurut Gardner (1991), pertumbuhan biji membutuhkan unsur hara dalam jumlah yang besar, sehingga menyebabkan terjadi mobilisasi dan transpor dari bagian vegetatif ke tempat perkembangan buah dan biji. Kandungan hara N dan P tertinggi pada daun tanaman jagung menunjukkan bahwa kandungan hara N berharkat sangat rendah dengan nilai 1,62 %.

Tabel 1. Matriks hasil sidik ragam pengaruh pupuk organik dan mikoriza terhadap variabel pertumbuhan dan produksi tanaman jagung pada lahan bekas penambangan batu yang direklamasi

No	Variabel	Pupuk Organik (P)	Mikoriza (M)	Interaksi P + M
1	pH tanah 50 hst	**	tn	tn
2	pH tanah saat panen	**	tn	tn
3	Redoks tanah	**	tn	tn
4	Tinggi batang	**	tn	*
5	Jumlah daun	tn	tn	*
6	Diameter batang	*	tn	**
7	Bobot basah brangkasan atas	tn	tn	*
8	Bobot kering brangkasan atas	tn	tn	*
9	Bobot basah akar	tn	tn	tn
10	Bobot kering akar	tn	tn	tn
11	Bobot tongkol jagung berkelobot	tn	tn	*
12	Bobot pipilan jagung	tn	tn	*
13	Bobot tongkol jagung	tn	tn	*
14	Kandungan hara N daun jagung	tn	tn	tn
15	Kandungan hara P daun jagung	tn	tn	tn

Keterangan: * : Berbeda nyata pada uji F 5%, **: Berbeda sangat nyata pada uji F 1%
tn : Tidak berbeda nyata pada uji F

Kandungan hara P daun jagung berharkat rendah dengan nilai 0,24 %. Menurut Rosmarkam dan Yuwono (2002), harkat kandungan hara N dan P pada daun tanaman jagung berturut-turut memiliki harkat N sangat rendah dengan nilai kurang dari 2,45 % dan memiliki harkat P rendah dengan nilai 0,16 sampai 0,24 %.

1. Manfaat pupuk organik (mandiri) pada lahan bekas penambangan batu yang direklamasi

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pupuk organik berpengaruh sangat nyata terhadap variabel pH tanah 50 hst dan saat panen, redoks tanah, dan tinggi batang. Kompos berpengaruh nyata terhadap variabel diameter batang, sedangkan pada variabel yang lainnya tidak berpengaruh nyata (Tabel 1). Pengaruh mandiri pupuk organik tersaji pada Tabel 2. Pada pemupukan organik 20 ton/ha (P3), secara umum merupakan kombinasi terbaik dan efisien terhadap variabel pengamatan kecuali pada variabel redoks tanah.

Nilai Redoks tanah dari kontrol (P0) sampai dosis 10 ton/ha (P2) mengalami penurunan, kemudian naik kembali pada dosis 20 ton/ha (P3). Nilai redoks tanah semakin rendah menunjukkan terjadi proses reduksi di dalam tanah. Pemberian pupuk organik mampu menurunkan nilai redoks (mereduksi) tanah Ultisol disebabkan adanya: (i) produk asam-asam organik, dan (ii) kemampuan bahan organik menahan air sehingga oksigen di dalam tanah berkurang.

Adanya bahan organik juga bisa memberikan elektron dari gugus karboksil dan phenol (reduksi) dan akan mengubah Fe^{+++} (*feri*) menjadi Fe^{++} (*fero*) sehingga berguna membebaskan unsur P yang terikat. Menurut Hardjowigeno (2003), *fero* sangat mudah bergerak (*mobile*), sehingga mudah hilang dari tanah apabila terjadi pencucian oleh air.

Pemberian pupuk organik 20 ton/ha (P3) mampu meningkatkan pH tanah dengan nilai 5,5 pada 50 hst dan 5,7 pada saat panen dibandingkan dengan nilai pH kontrol (P0) 5,1 pada 50 hst dan 5,4 pada saat panen. Peningkatan pH tanah juga terjadi dari pengukuran 50 hst ke pH tanah saat panen pada semua dosis pupuk organik secara mandiri. Tanah Ultisol yang digunakan untuk menutupi hamparan lahan bekas penambangan batu merupakan tanah lokal yang memiliki pH masam dengan kejenuhan Al dan Fe yang tinggi. Kation (H^+) dan (Al^{3+}) merupakan sumber kemasaman tanah (Hakim *et al*, 1986). Pupuk organik mampu merubah nilai pH tanah Ultisol menjadi meningkat karena adanya muatan negatif dari humus yaitu: (i) gugus karboksil, dan (ii) gugus phenol yang akan mengikat kation-kation (Hardjowigeno, 2003).

Tabel 2. Pengaruh mandiri pupuk organik terhadap pH tanah 50 hst dan saat panen, redoks tanah, serta tinggi batang dan diameter batang tanaman jagung pada lahan bekas penambangan batu yang direklamasi

Variabel	Pupuk Organik			
	P0	P1	P2	P3
pH tanah 50 hst	5,1 a	5,2 a	5,4 b	5,5 b
pH tanah saat panen	5,4 a	5,5 b	5,6 c	5,7 d
Redoks tanah (mV)	141,66 a	55,69 b	16,70 c	17,26 c
Tinggi batang (cm)	75,71 a	85,04 ab	88,61 ab	103,82 c
Diameter batang (cm)	2,15 a	2,23 ab	2,27 ab	2,45 c

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada baris yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5%

Dosis pupuk organik 20 ton/ha (P3) mampu meningkatkan tinggi batang menjadi 103,82 cm dari 75,71 cm (P0). Diameter batang juga mengalami peningkatan dari 2,15 cm pada kontrol (P0) menjadi 2,45 cm pada dosis 20 ton/ha (P3). Pupuk organik yang diameliorasikan ke dalam tanah dapat memberi efek fisiologis bagi pertumbuhan tanaman. Senyawa-senyawa kimia hasil dekomposisi bahan organik seperti (i) asam humat dapat merangsang pertumbuhan tanaman, dan (ii) auksin mampu memacu pertumbuhan tanaman (Stevenson, 1982).

2. Manfaat mikoriza terhadap variabel pengamatan pada lahan bekas penambangan batu yang direklamasi.

Berdasarkan Tabel 1, mikoriza secara mandiri tidak berpengaruh nyata terhadap semua variabel pengamatan. Hal ini diduga disebabkan karena pengaruh kan-dungan

air tanah reklamasi yang selalu di atas kapasitas lapang dari hujan dan adanya mikoriza yang berasal dari tanah dan pupuk organik (bukan perlakuan). Mikoriza akan menunjukkan pengaruhnya apabila dalam kondisi lingkungan yang *ekstrem* (kekeringan).

3. Pengaruh interaksi antara pupuk organik dan mikoriza terhadap variabel pengamatan pada lahan bekas penambangan batu yang direklamasi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa interaksi pupuk organik dan mikoriza tidak berpengaruh nyata pada variabel pH tanah 50 hst dan saat panen, redoks tanah, dan kandungan N dan P daun jagung. Berpengaruh nyata pada variabel tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun, bobot basah dan kering brangkasan atas, bobot tongkol berkelobot, bobot pipilan, dan bobot tongkol jagung.

Perlakuan dosis mikoriza pada berbagai dosis pupuk organik memberikan efek yang berbeda pada variabel pertumbuhan dan produksi. Tanaman yang diberi mikoriza pada dosis 7,5 g/tanaman maupun 15 g/tanaman secara umum menunjukkan pengaruh yang baik apabila diberi pupuk organik 20 ton/ha. Sedangkan tanpa mikoriza pengaruh yang baik pada pemberian pupuk organik 10 ton/ha.

Tabel 3 menunjukkan bahwa kombinasi pupuk organik 20 ton/ha dan mikoriza 15 g/tanaman (P3M2) merupakan kombinasi terbaik yang mampu meningkatkan pH tanah 50 hst dan saat panen. Pupuk organik dan mikoriza sama-sama memiliki kemampuan menaikkan pH tanah dan menurunkan nilai redoks tanah namun tidak terjadi interaksi di antara keduanya. Menurut Bertham (2002), mikoriza memiliki kemampuan menaikkan pH tanah disebabkan karena mikoriza mampu melepaskan asam-asam organik sehingga mampu bereaksi dengan tanah. Gugus karboksil dan phenol yang terdapat di dalam pupuk organik berperan menaikkan pH tanah (Stevenson, 1982).

Kombinasi pupuk organik dan mikoriza (P3M2) menurunkan nilai redoks tanah sampai lebih 100 mv karena keduanya mampu melepaskan asam-asam organik ke dalam tanah sehingga mampu mereduksi tanah dengan cara pemegangan air meningkat. Menurut Kementerian Lingkungan Hidup (2007), ambang kritis nilai redoks tanah pada lahan kering yaitu apabila kurang dari 200 mV. Data hasil pengukuran redoks tanah (Tabel 3) menunjukkan bahwa nilai redoks tanah berkisar antara 147 sampai 5 mV.

Walaupun pemberian pupuk organik dan mikoriza mengakibatkan nilai redoks tanah menurun. Namun, penurunan nilai redoks tanah diikuti oleh peningkatan nilai pH tanah tetapi tidak diikuti peningkatan pertumbuhan dan produksi tanaman jagung. Hal tersebut sangat menarik dan memerlukan kajian khusus (lanjutan).

Tabel 3. Pengaruh kombinasi pupuk organik dan mikoriza terhadap pH dan redoks tanah pada lahan bekas penambangan batu yang direklamasi

No	Perlakuan	pH H ₂ O 50 hst	pH H ₂ O saat panen	Redoks
1	P0M0	5,16 abc	5,39 ab	139,93 c
2	P0M1	5,17 abc	5,36 a	147,07 c
3	P0M2	4,99 a	5,35 a	137,97 c
4	P1M0	5,10 ab	5,54 bcd	62,37 b
5	P1M1	5,28 bcd	5,47 abc	41,37 ab
6	P1M2	5,22 bc	5,57 cde	63,33 b
7	P2M0	5,30 bcde	5,64 def	12,20 a
8	P2M1	5,39 cde	5,65 def	14,93 a
9	P2M2	5,36 cde	5,62 cdef	22,97 a
10	P3M0	5,37 cde	5,69 def	11,73 a
11	P3M1	5,51 de	5,72 ef	35,03 ab
12	P3M2	5,53 e	5,77 f	5,00 a

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5%.

Berdasarkan Tabel 4 dan 5, kombinasi perlakuan terbaik untuk variabel bobot basah brangkasan atas dan tongkol berkelobot adalah tanpa pupuk organik dan mikoriza 15 g/tan (P0M2). Kombinasi ini mampu meningkatkan bobot basah brangkasan atas dan tongkol berkelobot. Diduga mikoriza mampu menyerap unsur hara yang terdapat di dalam tanah reklamasi dan yang disediakan dari pupuk kimia. Mikoriza bilamana pada kondisi stress (contoh nil/sedikit bahan organik tanah) malahan berperan aktif antara lain menyerap hara tanah. Menurut Hardiatmi (2008), mikoriza memiliki enzim pospatase yang dapat menghidrolisis senyawa phytat sehingga dapat menyediakan fosfor yang terikat oleh Fe. Mikoriza juga dapat menghasilkan hormon seperti auksin, giberelin, dan sitokinin yang dapat memacu pertumbuhan tanaman. Mikoriza dalam penelitian ini terlihat efeknya apabila dalam kondisi yang ekstrem. Pada kondisi kekeringan mikoriza masih mampu menyuplai air dari pori mikro tanah untuk tanaman melalui fungsi hifa (*arbuskula*).

Kombinasi pupuk organik 20 ton/ha dan mikoriza 7,5 g/tanaman (P3M1) adalah kombinasi terbaik untuk variabel tinggi batang dan bobot kering brangkasan atas (Tabel 4). Kombinasi ini merupakan kondisi yang menguntungkan untuk tanaman karena pupuk organik mampu melepaskan unsur fosfor yang terfiksasi oleh Al dan kemudian mikoriza membantu penyerapan unsur fosfor untuk tanaman sehingga pada kombinasi ini respon tanaman antara lain ditunjukkan oleh tinggi batang yang paling tinggi. Peningkatan tinggi batang diikuti oleh peningkatan bobot kering brangkasan atas, karena batang merupakan penyumbang bobot yang dominan dibandingkan dengan daun, bunga dan buah.

Tabel 4. Pengaruh interaksi pupuk organik dan mikoriza terhadap variabel pertumbuhan tanaman jagung pada lahan bekas penambangan batu yang direklamasi

No	Perlakuan	Variabel Pertumbuhan				
		Tinggi batang (cm)	Jumlah daun (helai)	Diameter batang (cm)	Bobot basah brangkasan atas (g)	Bobot kering brangkasan atas (g)
1	P0M0	78,00 abc	10,33 bc	2,25 abcdef	555,56 abc	179,50 ab
2	P0M1	79,96 abcd	10 bc	2,16 abcd	498,75 ab	163,17 a
3	P0M2	69,17 a	9 a	2,05 ab	714,92 c	238,67 ab
4	P1M0	79,04 abcd	10 bc	2,16 abcd	679,44 abc	225,89 ab
5	P1M1	88,42 abcd	10 bc	2,15 abc	566,67 abc	199,50 ab
6	P1M2	87,67 abcde	10,67 bc	2,38 bcdef	568,89 abc	190,06 ab
7	P2M0	105,17 cde	11 c	2,58 f	693,61 abc	222,39 ab
8	P2M1	83,71 abcde	10 bc	2,20 abcde	479,17 a	162,33 a
9	P2M2	76,96 ab	9,67 ab	2,01 a	530,28 abc	185,33 ab
10	P3M0	97,79 abcde	10,67 bc	2,38 bcdef	551,00 abc	168,19 ab
11	P3M1	108,46 e	10 bc	2,41 cdef	702,50 bc	244,75 b
12	P3M2	105,21 cde	11 c	2,56 f	625,28 abc	229,94 ab

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5%.

Tabel 4 dan 5 menunjukkan bahwa Pemberian pupuk organik 10 ton/ha tanpa mikoriza (P2M0) merupakan kombinasi terbaik dan efisien untuk variabel jumlah daun, diameter batang, serta bobot pipilan dan tongkol jagung. Hal ini diduga karena terdapat mikroorganisme yang terkandung di dalam pupuk organik dan mikoriza yang terdapat di dalam tanah (bukan perlakuan) yang mampu menggantikan fungsi mikoriza sebagai perlakuan. Efek ini disebut sebagai fungsi probiotik dari *living microorganism basic organic*. Peningkatan jumlah daun dan diameter batang memacu peningkatan bobot pipilan dan tongkol jagung. Menurut Gardner (1991), analisis pertumbuhan berguna untuk memperoleh pemahaman yang baik mengenai perkembangan tanaman yang akan mempengaruhi hasil panen selama daur pertumbuhan tanaman budidaya. Hasil dan bobot biomasa jagung yang tinggi akan diperoleh jika pertumbuhan tanaman optimal.

Berdasarkan Tabel 5, kombinasi perlakuan pupuk organik 10 ton/ha tanpa mikoriza (P2M0) mampu menghasilkan 70,20 g pipilan jagung/tanaman atau setara dengan 3,37 ton pipilan jagung/ha dan 23,07 g tongkol jagung/tanaman. Terjadi peningkatan hasil produksi pipilan dan tongkol jagung bila dibandingkan dengan kontrol (P0M0) yang hanya menghasilkan 48,27 g pipilan jagung/tanaman atau setara dengan 2,32 ton pipilan jagung/ha dan 18,87 g tongkol jagung/tanaman. Peningkatan hasil produksi sebesar 1,05 ton pipilan jagung/ha (45,3%) dan sebesar 4,2 g tongkol jagung/tanaman (23%).

Tabel 5. Pengaruh kombinasi pupuk organik dan mikoriza terhadap produksi tanaman jagung pada lahan bekas penambangan batu yang direklamasi

No	Perlakuan	Variabel produksi		
		Bobot tongkol jagung berkelobot (g)	Bobot pipilan jagung (g)	Bobot tongkol jagung (g)
1	P0M0	223,33 abc	48,27 ab	18,87 abcd
2	P0M1	190,42 ab	40,40 ab	17,27 abcd
3	P0M2	329,50 c	52,73 ab	18,92 abcd
4	P1M0	289,44 abc	58,80 b	21,13 cd
5	P1M1	225,00 abc	51,00 ab	15,20 abc
6	P1M2	216,94 abc	43,33 ab	17,80 abcd
7	P2M0	313,89 bc	70,20 b	23,07 d
8	P2M1	173,33 a	38,93 ab	13,13 a
9	P2M2	193,33 ab	46,73 ab	13,53 ab
10	P3M0	184,44 a	25,80 a	12,33 a
11	P3M1	260,42 abc	51,87 ab	17,53 abcd
12	P3M2	254,72 abc	66,73 b	20,27 bcd

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5%.

Kombinasi efisien untuk semua variabel pengamatan dalam penelitian ini yaitu kombinasi perlakuan pupuk organik 10 ton/ha tanpa mikoriza (P2M0) karena mampu meningkatkan pH tanah, pertumbuhan dan produksi tanaman jagung pada lahan bekas penambangan batu yang direklamasi (tidak berbeda nyata dengan kombinasi terbaik). Selain itu, biaya produksi (ekonomi) kombinasi efisien (P2M0) lebih rendah bila dibandingkan dengan kombinasi terbaik (P3M1, P3M2, dan P0M2).

KESIMPULAN

Teknologi reklamasi lahan bekas penambangan batu menjadi lahan pertanian yang telah dilakukan dalam penelitian ini mampu menopang pertumbuhan dan produksi tanaman jagung, walaupun pertumbuhan dan produksi yang dihasilkan belum sama dengan lahan-lahan yang lain dalam keadaan normal. Pupuk organik secara mandiri pada dosis 20 ton/ha merupakan dosis yang efisien karena mampu meningkatkan pH tanah 50 hst dan saat panen, serta meningkatkan tinggi dan diameter batang tanaman jagung pada lahan bekas penambangan batu pasir yang direklamasi. Mikoriza secara mandiri tidak berpengaruh terhadap semua variabel pengamatan.

Kombinasi perlakuan pupuk organik dan mikoriza terbaik yaitu pada dosis (i) pupuk organik 20 ton/ha dan mikoriza 15 g/tanaman karena mampu meningkatkan pH 50 hst dan saat panen, (ii) pupuk organik 20 ton/ha dan mikoriza 7,5 g/tanaman karena mampu meningkatkan tinggi batang dan bobot kering brangkasan atas, (iii) pupuk

organik 10 ton/ha tanpa mikoriza karena mampu meningkatkan jumlah daun, diameter batang, bobot pipilan, dan bobot tongkol jagung, dan (iv) tanpa pupuk organik dan mikoriza 15 g/tanaman karena mampu meningkatkan bobot basah brangkasan atas dan bobot tongkol berkelobot tanaman jagung pada lahan bekas penambangan batu pasir yang direklamasi.

Kombinasi perlakuan pupuk organik 10 ton/ha tanpa mikoriza merupakan kombinasi yang efisien karena (i) mampu meningkatkan pH tanah, pertumbuhan, dan produksi tanaman jagung dan (ii) dan biaya produksi (ekonomi) lebih rendah bila dibandingkan dengan kombinasi terbaik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Universitas Jenderal Soedirman (LPPM Unsoed) yang telah mendanai penelitian ini, demikian pula para mahasiswa S1 Jurusan Ilmu Tanah dan Agroteknologi yang telah membantu mengerjakan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbas, K. 1992. Pengaruh Pemberian Bahan Organik Mikoriza Vesikular Arbuskular dan Pupuk Fosfat terhadap Serapan Fosfor oleh Tanaman Jagung. *Tesis*. Program Pasca Sarjana IPB, Bogor. *Dalam*: Bintoro, M. H., H. Yani, A. T. Maryani, M. Syakir, Nurhastuti, M. Alam, R. Widhiastuti, Zaitun, dan Muzirman. 2006. Peran Pupuk Organik dalam Peningkatan Produksi Tanaman Pangan. *Prosiding Seminar Nasional Sumberdaya Lahan Pertanian*. 14-15 September 2006, Bogor. Hal 175-181.
- Bertham, Rr. Y. H. 2002. Potensi Pupuk Hayati dalam Peningkatan Produktivitas Kacang Tanah dan Kedelai pada Seri Kandang Kalimun Bengkulu. *Jurnal ilmu – ilmu Pertanian* 4 (1). Hal 16-18. <http://bdpunib.org/jipi/artikeljipi/2002/78.PDF>. diakses 28 Februari 2010.
- Dirjen PLA Deptan. 2006. Arah dan Strategi Pengelolaan Lahan dan Air Mendukung Revitalisasi Pertanian. *Prosiding Seminar Nasional Sumberdaya Lahan Pertanian*. 14-15 September, Bogor. Hal 5-18.
- Ensiklopedi Nasional Indonesia. 1990. Jilid 14. PT Cipta Adi Pustaka, Jakarta. Hal 137.
- Gardner, F. P., R. B. Pearce, dan R. L. Mitchell. 1991. *Fisiologi Tanaman Budidaya*. Terjemahan oleh H. Susilo. Universitas Indonesia, Jakarta. 428 hal.
- Hakim, N., M. Y. Nyakpa, A. M. Lubis, S. G. Nugroho, M. A. Diha, B. H. Go, dan H. H. Bailey. 1986. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Universitas Lampung, Lampung. Hal 490.
- Hardiatmi, J. M. S. 2008. Pemanfaatan Jasad Renik Mikoriza untuk Memacu Pertumbuhan Tanaman Hutan. *Jurnal Inovasi Pertanian*. Vol. 7, No. 1, 2008 (1-

10). <http://www.pdf-serach-engine.com/pertumbuhan-tanaman-pdf.html>. diakses 30 Mei 2009.

Hardjowigeno, S. 2003. *Ilmu Tanah*. Akademika Pressindo, Jakarta. 286 hal.

Kementerian Negara Lingkungan Hidup, 2007. *Pemantauan Kerusakan Tanah untuk Produksi Biomassa dalam Praktik*. Kementerian Negara Lingkungan Hidup, Jakarta. 32 hal.

Rosmarkam, A. dan N. W. Yuwono. 2002. *Ilmu Kesuburan Tanah*. Kanisius, Yogyakarta. 224 hal.

Stevenson, F. J. 1982. *Humus Chemistry, Genesis-Composition Reactions*. A Wiley Interscience Publication, John Wiley & Sons, New York, Chicester, Brisbane, Toronto, Singapore. 443 hal.

Subiksa, I. G. M. 2008. Pemanfaatan Mikoriza untuk Penanggulangan Lahan Kritis. http://tumoutou.net/702_04212/igm_subiksa.htm. Diakses 30 Mei 2009.