

Aplikasi Biochar dan Tithoganic dalam Peningkatan Produktivitas Kedelai (*Glycine max L.*) pada Typic Kanhapludults di Lampung Timur

Biochar and Tithoganic Application for Improving Soybean (Glycine max L.) Productivity on Typic Kanhapludults in Lampung Timur

Wiwik Hartatik, Heri Wibowo, Jati Purwani

Peneliti Badan Litbang Pertanian di Balai Penelitian Tanah, Jl. Tentara Pelajar No. 12 Bogor 16114

INFORMASI ARTIKEL

Riwayat artikel:

Diterima: 29 Agustus 2014

Direview: 6 Januari 2015

Disetujui: 9 Juni 2015

Kata kunci:

Ultisols
Ameliorasi
Biochar
Tithoganic
Sifat tanah
Kedelai

Keywords:

Ultisols
Amelioration
Biochar
Tithoganic
Soil properties
Soybean

Abstrak. Ameliorasi dan pemupukan diperlukan untuk mendukung produksi kedelai yang optimal pada Ultisol. Penelitian bertujuan mengetahui pengaruh Biochar, Tithoganic, dan Bionutrient terhadap sifat kimia, fisika dan biologi Typic Kanhapludults dan produktivitas kedelai. Penelitian dilaksanakan pada bulan Juni- September (musim kemarau) 2013, di Desa Taman Bogo, Kabupaten Lampung Timur. Tanaman indikator yang digunakan kedelai, dengan jarak tanam 15 x 40 cm. Percobaan menggunakan Rancangan Petak Terpisah (*split plot*), empat ulangan. Petak utama: A1 = Kontrol, A2 = Dolomit (515 kg ha⁻¹) dan A3 = Biochar (2,5 t ha⁻¹). Anak petak: B1 = Tithoganic 2 t ha⁻¹, B2 = Tithoganic 2 t ha⁻¹ + Bionutrient dan B3 = mulsa jerami 2 t ha⁻¹. Dosis pupuk dasar Urea, SP-36, dan KCl berturut-turut 50, 100 dan 150 kg ha⁻¹. Pada saat kedelai berumur 50 hari setelah tanam diamati sifat kimia, fisika dan biologi tanah. Pengamatan agronomis termasuk pertumbuhan tanaman, jumlah dan berat bintil akar, hasil tanaman dan serapan N, P dan K. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Biochar nyata meningkatkan K potensial, tetapi tidak nyata berpengaruh terhadap sifat fisika tanah. Dolomit berpengaruh nyata meningkatkan pH dan aktivitas mikroba serta menurunkan Al-dd tanah. Tithoganic nyata meningkatkan kadar C-organik, Ca-dd, Mg-dd, dan aktivitas mikroba. Perlakuan Tithoganic + Bionutrient nyata meningkatkan Ca-dd dan kejenuhan basa dibandingkan aplikasi mulsa jerami. Ameliorasi Biochar 2,5 t ha⁻¹ memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata dengan Dolomit 515 kg ha⁻¹ terhadap bobot biji kering kedelai. Biochar yang dikombinasikan dengan pemberian Tithoganic atau Tithoganic + Bionutrient memberikan bobot biji kering kedelai lebih tinggi berturut-turut sebesar 2,28 dan 2,42 t ha⁻¹, terjadi peningkatan bobot biji kering kedelai berturut-turut sekitar 19 dan 26% dibandingkan aplikasi mulsa jerami 2 t ha⁻¹. Biochar nyata meningkatkan serapan P dan K dan Tithoganic nyata meningkatkan serapan N, P dan K tanaman kedelai dibandingkan dengan aplikasi mulsa jerami. Peningkatan produktivitas tanah dan tanaman kedelai pada Typic Kanhapludults, Lampung Timur memerlukan amelioran Dolomit atau Biochar yang dikombinasikan dengan Tithoganic dengan dosis seperti diuji pada penelitian ini.

Abstract. Amelioration and fertilization are needed to support optimum soybean production on Ultisols. This study aims to determine the effects of Biochar, Tithoganic and Bionutrient on the chemical, physical and biological properties of Typic Kanhapludults and productivity of soybean in Lampung Timur. The experiment was conducted in Juni – September in the 2013 dry season in Taman Bogo Village, Lampung Timur. Indicator plant was soybean of Anjasmoro variety, with plant spacing of 15 cm x 40 cm. The experimental design was Split Plot, with four replication. As the main plots were A1 = Control, A2 = 515 kg ha⁻¹ Dolomite, and A3 = 2.5 t ha⁻¹ Biochar. The subplots were B1 = 2 t ha⁻¹ Tithoganic, B2 = 2 t ha⁻¹ Tithoganic + Bionutrient, B3 = 2 t ha⁻¹ straw mulch. The rates of fertilizers Urea was 50 kg ha⁻¹, SP-36 was 100 kg ha⁻¹ and 150 was kg KCl ha⁻¹. At 50 days after planting, we observed soil physical, chemical and biological properties. Agronomic observations included soybean growth, number and dry weight of nodule, yield and nutrient uptake of N, P and K. The results showed that Biochar significantly increased potential K concentration, but did not improve soil physical properties. Dolomite significantly increased soil pH, microbial activity and decreased exchangeable Al. Tithoganic treatment significantly increased organic C, exchangeable Ca and Mg and microbial activity. Tithoganic + Bionutrient treatment significantly increased the exchangeable Ca and base saturation compared to straw mulch application. Biochar 2.5 t ha⁻¹ did not have significantly different grain dry weight of soybean compared to 515 kg ha⁻¹ Dolomite. Combination of Biochar and Tithoganic or Tithoganic + Bionutrient gave the highest grain dry weight of soybean of 2.28 and 2.42 t ha⁻¹, respectively. Increase of grain dry weight of soybean was about 19 and 26%, respectively compared to 2 t ha⁻¹ from straw mulch application. The Biochar significantly increased P and K uptakes and Tithoganic significantly increased the uptakes of N, P and K by soybean compared to straw mulch application. Dolomite or Biochar in combination with Tithoganic at the tested rate of this experiment improved soybean productivity of Typic Kanhapludults in Lampung Timur.

* Corresponding author: wiwik_hartatik@yahoo.com

Pendahuluan

Kedelai merupakan salah satu komoditas strategis untuk memenuhi kebutuhan pangan dan industri. Kebutuhan kedelai di Indonesia terus meningkat dibandingkan tingkat produksi nasional, bahkan 10 tahun terakhir cenderung menurun baik luas panen maupun produksinya, sehingga harus dipenuhi dari impor. Luas panen kedelai pada tahun 2012 sebesar 566.700 ha dengan produksi sebesar 779.700 ton, dengan produktivitas 1,37 t ha⁻¹ tidak mencukupi kebutuhan kedelai nasional sekitar 2,12 juta ton (BPS 2012).

Peluang untuk peningkatan produksi kedelai cukup besar karena sumberdaya lahan Indonesia sekitar 94,1 juta ha diantaranya merupakan lahan yang sesuai untuk pertanian, untuk tanaman semusim di lahan kering seluas 25,1 juta ha. Berdasarkan kesesuaian lahan untuk tanaman kedelai di 17 provinsi menunjukkan bahwa terdapat lahan yang sesuai untuk kedelai seluas 16,7 juta ha, dominan berada di lahan sawah sekitar 5 juta ha dan lahan terlantar seluas 5,5 juta ha, sisanya berada di lahan tegalan, perkebunan dan kebun campuran (Mulyani *et al.* 2009).

Luas lahan kering masam di Indonesia sekitar 191 juta hektar yang tersebar di Kalimantan (39 juta ha), Sumatera (29 juta ha), Papua dan Maluku (21 juta ha) serta Bali dan NTT (102 juta ha) (Puslitbangtanak 2000). Lahan kering masam Ultisols dan Oxisols sebesar 59,9 juta ha menempati areal terluas di Indonesia. Lahan tersebut umumnya merupakan lahan suboptimal untuk budidaya tanaman kedelai karena reaksi tanah masam, kadar Al dapat ditukar dan fiksasi P tinggi, kandungan bahan organik, basa-basa dapat ditukar, kapasitas tukar kation dan kejenuhan basa dan aktivitas biologi yang rendah. Faktor pembatas sifat fisik tanah yaitu bobot isi tanah yang tinggi, kapasitas menahan air yang rendah dan mudah memadat. Ameliorasi menggunakan dolomit dan biochar diharapkan dapat meningkatkan sifat-sifat tanah seperti pH, menurunkan kejenuhan Al, meningkatkan basa-basa dapat ditukar, kejenuhan basa, P tersedia dan kapasitas air tersedia.

Pembenah tanah yang banyak digunakan dewasa ini yaitu biochar. Biochar adalah padatan kaya kandungan karbon yang merupakan hasil konversi dari biomas melalui proses pirolisis. Limbah pertanian yang sulit untuk didekomposisi dapat dikonversi menjadi pembenah tanah. Di Indonesia potensi penggunaan Biochar cukup besar karena bahan baku seperti residu sekam padi, tempurung kelapa, residu kayu, kulit buah kakao cukup tersedia. Aplikasi biochar pada tanah-tanah pertanian bermanfaat

untuk (a) menambah ketersediaan hara (b) menambah retensi hara dan air (Glaser *et al.* 2002; Liang *et al.* 2006) (c) menciptakan habitat yang baik untuk mikroorganisma simbiotik (Ogawa, 1994) (d) meningkatkan produksi tanaman pangan (Sukartono *et al.* 2011; Lehmann *et al.* 2006; Chan *et al.* 2007) dan (e) mengurangi laju emisi CO₂ (Laird 2008; Sohi *et al.* 2010). Pemberian Biochar berpengaruh positif terhadap sifat tanah masam dan produktivitas tanaman (Atkinson *et al.* 2010; Spokas *et al.* 2012). Karakteristik penting dari Biochar adalah kandungan karbon minimal 20% (Asosiasi Biochar Indonesia). Pemberian formula Biochar limbah pertanian dengan kompos 25-50%, meningkatkan tinggi tanaman jagung pada tanah mineral non masam. Sedangkan pada tanah mineral masam dapat diaplikasikan Biochar dengan atau tanpa kompos (Nurida *et al.* 2013). Pengaruh Biochar dalam perbaikan sifat fisik, kimia dan biologi tanah terhadap produktivitas tanaman kedelai pada Ultisol masih terbatas, sehingga diperlukan penelitian untuk mengetahui pengaruhnya terhadap sifat-sifat tanah.

Pada umumnya petani kedelai belum menerapkan pemupukan berimbang, sebagian petani memupuk kedelai hanya dengan Urea dan SP-36 tanpa disertai penggunaan pupuk KCl, pupuk organik, pupuk hayati dan kapur, sehingga pertumbuhan tanaman kedelai kerdil dan produksinya rendah. Untuk meningkatkan produktivitas tanah dan tanaman secara berkelanjutan dan ramah lingkungan diperlukan pemberian pupuk organik, namun pupuk organik bukan sebagai pengganti pupuk anorganik, tetapi sebagai komplementer, sehingga pupuk organik harus digunakan secara terpadu dengan pupuk anorganik. Pupuk organik mempunyai peran penting dalam memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah (Tisdale *et al.* 1995; Cooperland 2002).

Hasil penelitian Hartatik dan Sri Adiningsih (1987) menggunakan tanah Tropudult dari Sitiung, menunjukkan bahwa pemberian pupuk hijau *Crotalaria juncea* 20 t ha⁻¹ dan pengapuran 1x Al-dapat ditukar mampu meningkatkan hasil kedelai dan pemberian pupuk hijau dapat mengurangi jumlah kebutuhan kapur, meniadakan pengaruh buruk aluminium dan meningkatkan ketersediaan fosfat. Burbey *et al.* (1998) menyatakan bahwa pemberian bahan organik 5 t ha⁻¹ dan kapur 3 t ha⁻¹ dapat meningkatkan hasil kedelai 2 kali lipat dibandingkan kontrol. Pemberian pupuk NPK disertai pupuk hijau dan kapur meningkatkan hasil jagung, ubi kayu dan padi gogo lebih dari 3 kali lipat dibandingkan kontrol (Vy dan Trong Thi 1989). Abdurachman *et al.* (2000) melaporkan pemberian beberapa jenis pupuk kandang sapi, kambing dan ayam dengan takaran 5 t ha⁻¹

pada Ultisol Jambi nyata meningkatkan kadar C-organik tanah, hasil jagung dan kedelai. Penelitian Pemupukan Urea dan pupuk majemuk NPK serta kompos di wilayah Semi Arid, Sudan pada musim tanam pertama menunjukkan bahwa pemupukan nyata meningkatkan bobot brangkasan, hasil dan index panen kedelai, sedangkan pada musim tanam kedua nyata meningkatkan tinggi tanaman 30 dan 60 hari setelah tanam, bobot brangkasan dan hasil kedelai (Samia *et al.* 2012).

Penelitian bertujuan mempelajari pengaruh Biochar, Tithoganic dan Bionutrient terhadap sifat kimia, fisika dan biologi Typic Kanhapludults dan produktivitas tanaman kedelai.

Bahan dan Metode

Penelitian dilaksanakan pada bulan Juni – September, Musim kemarau (MK) 2013, di lahan petani Desa Taman Bogo, Kecamatan Purbalinggo, Kabupaten Lampung Timur (05°00'409'' LS dan 105°29'455'' BT) dan di Laboratorium Kimia Balai Penelitian Tanah, Bogor. Ukuran petak 4 x 4 m. Tanaman indikator yang digunakan adalah kedelai varietas Anjasmoro, dengan jarak tanam 15 x 40 cm.

Penelitian menggunakan Rancangan Petak Terpisah (Split Plot), dengan 4 ulangan. Petak utama adalah A1 = Kontrol, A2 = Dolomit dan A3 = Biochar. Anak petak adalah B1 = Tithoganic 2 t ha⁻¹, B2 = Tithoganic 2 t ha⁻¹ + Bionutrient dan B3 = mulsa jerami 2 t ha⁻¹. Pengaruh perlakuan diketahui, menggunakan analisis ragam (ANOVA) untuk setiap parameter yang diamati. Pengujian beda antar perlakuan dengan uji LSD pada taraf uji 5%.

Pengolahan tanah dilakukan dua kali yaitu pengolahan tanah I, tanah dibajak sebanyak 1-2 kali menggunakan traktor dan pengolahan tanah II digaru dan kemudian diratakan. Cara aplikasi Dolomit dengan dosis 515 kg ha⁻¹ untuk menurunkan kejenuhan Al-dapat ditukar (Al-dd) 20%, disebar dipermukaan tanah kemudian diaduk merata dengan tanah sampai kedalaman lapisan olah 0 -20 cm dan diinkubasi satu minggu sebelum tanam. Penanaman benih kedelai 2 butir per lubang dengan cara ditugal. Teknik budidaya dan pemeliharaan tanaman mengacu pada prinsip Pengelolaan Tanaman Terpadu (PTT) kedelai. Pengendalian hama dan penyakit mengikuti petunjuk Pengendalian Hama Penyakit Terpadu (PHT). Pupuk dasar Urea 50 kg ha⁻¹, SP-36 100 kg ha⁻¹, dan KCl 150 kg ha⁻¹.

Dosis Tithoganic sebesar 2 t ha⁻¹ dan Biochar 2,5 t ha⁻¹ diberikan sehari sebelum tanam dengan cara dilarrik disamping tanaman. Pupuk Urea dan KCl diberikan 2 kali yaitu sebelum tanam dan umur 30 hari setelah tanam.

Bionutrient diberikan bersamaan dengan pupuk organik dengan cara dilarrik disamping tanaman kedelai. Dosis Bionutrient sebesar 200 g untuk 1 ton Tithoganic dengan kelembapan 50% dan diinkubasi selama satu minggu. Rhizobium (Biobus) sebagai perlakuan dasar dengan dosis sebesar 250 g ha⁻¹. Cara aplikasi Biobus dengan cara dicampur dengan benih kedelai yang telah dibasahi secara merata sebelum tanam. Pengambilan contoh tanaman kedelai dan tanah dilakukan saat tanaman umur primordia/ 50 Hari Setelah Tanam (HST), sedangkan pengamatan sifat fisika dilakukan setelah panen kedelai. Mulsa jerami dengan dosis 2 t ha⁻¹ diaplikasikan di atas permukaan tanah di sekeliling tanaman kedelai.

Parameter sifat fisik tanah yang diamati: bulk density, permeabilitas, porositas tanah, dan air tersedia. Sifat kimia tanah yang diamati: C-organik (metode Walkley and Black), N-total (metode Kjeldahl), P dan K potensial (ekstrak HCl 25%), P tersedia (ekstrak Bray I), kation tukar (ekstrak NH₄Ac pH 7), kejenuhan basa dan kapasitas tukar kation (ekstrak NH₄Ac pH 7). Sifat biologi tanah yang diamati: total bakteri, total fungi, bakteri penambat N, mikroba pelarut P dan aktivitas mikroba tanah (enzim dehydrogenase). Parameter analisis jaringan tanaman saat primordia yaitu kadar N, P dan K. Pengamatan agronomi pertumbuhan tanaman kedelai, jumlah dan bobot bintil kedelai, bobot kering brangkasan dan kering biji kedelai.

Sifat tanah awal dan bahan amelioran yang digunakan

Sifat kimia tanah awal penelitian menunjukkan bahwa tanah bertekstur liat, bereaksi masam. Kandungan C-organik, N-total dan rasio C/N tergolong rendah. Kadar P potensial dan P tersedia tergolong sedang. Kadar K potensial dan K dapat ditukar tergolong rendah. Kadar kation tukar (Ca, Mg, Na) tergolong sangat rendah sampai rendah dan Al-dd tergolong sedang. Demikian juga kejenuhan basa dan kapasitas tukar kation tergolong rendah. Berdasarkan uraian di atas tanah yang digunakan penelitian mempunyai kesuburan yang rendah yang ditunjukkan kandungan C-organik, kation tukar, kejenuhan basa dan kapasitas tukar kation yang rendah (Tabel 1).

Sifat fisika tanah awal Typic Kanhapludults Taman Bogo pada lapisan 0-20 cm mempunyai bobot isi yang cukup tinggi pada berkisar 1,26-1,33 g cc⁻¹. Sedangkan pada lapisan 20-40 cm berkisar 1,14-1,35 g cc⁻¹. Pori drainase cepat (pori aerasi) pada lapisan 0-20 cm berkisar 18,4-21,0% volume tergolong tinggi, tetapi pada lapisan 20-40 cm berkisar 9,7-12,6% volume tergolong sedang. Air tersedia baik lapisan 0-20 cm dan 20-40 cm tergolong sedang. Permeabilitas tanah lapisan 0-20 cm agak cepat sampai cepat, sedangkan pada lapisan 20-40 cm lambat

sampai agak lambat. Berdasarkan uraian di atas ameliorasi Biochar dan pemberian Tithoganic diperlukan untuk menurunkan kepadatan tanah dan meningkatkan air tersedia (Tabel 2).

Tabel 1. Sifat kimia Typic Kanhapludults awal penelitian, Lampung Timur pada musim kemarau 2013.

Table 1. Chemical properties of Typic Kanhapludults of Taman Bogo village, Lampung Timur in the dry season of 2013

Sifat kimia tanah	Nilai	Kriteria*)
Tekstur		
Pasir (%)	41	
Debu (%)	17	Liat
Liat (%)	42	
pH		
H ₂ O	4,36	Masam
KCl	4,02	
Bahan organik		
C-organik (%)	1,08	Rendah
N-total (%)	0,11	Rendah
C/N	10	Rendah
P ₂ O ₅ HCl 25 % (mg 100g ⁻¹)	34	Sedang
K ₂ O HCl 25 % (mg 100g ⁻¹)	4	Sangat rendah
P ₂ O ₅ Bray-1 (mg kg ⁻¹)	8,19	Sedang
Nilai tukar kation		
K-dd (cmol(+) kg ⁻¹)	0,11	Rendah
Ca-dd (cmol(+) kg ⁻¹)	1,71	Sangat rendah
Mg-dd (cmol(+) kg ⁻¹)	0,85	Rendah
Na-dd (cmol(+) kg ⁻¹)	0,06	Rendah
KTK (kapasitas tukar kation) (cmol(+) kg ⁻¹)	13	Rendah
KB (Kejenuhan basa) (%)	19	Rendah
Al-KCl 1 M (cmol(+) kg ⁻¹)	1,28	Sedang
H-KCl 1 M (cmol(+) kg ⁻¹)	0,22	
Kejenuhan aluminium (%)	9,30	

*)Sumber: Pusat Penelitian Tanah (1993)

Sifat kimia Biochar yang digunakan pH H₂O 7,1, kadar C-organik 32,07%, N-total 1,70%, kadar air 10,24%, C/N 22, asam humat 0,45%, asam fulvat 0,44%, kadar P₂O₅ 1,14%, K₂O 1,14%, CaO 1,89%, dan MgO 0,68%. Sedangkan Dolomit yang digunakan mengandung 30% CaO dan 18% MgO.

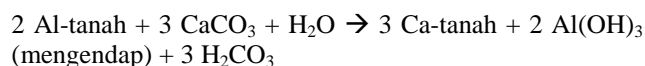
Tithoganic yang digunakan sebagai pupuk organik mengandung C-organik sebesar 34,51%, kadar N-total sebesar 2,35% dengan C/N rasio 18. Kadar P₂O₅ dan K₂O masing-masing sebesar 3,91 dan 2,94% serta pH 7,2. Kadar hara mikro Fe, Mn, dan Zn serta logam berat Pb, Cd, As dan Hg dibawah kriteria yang dipersyaratkan. Berdasarkan uji mutu pupuk, maka pupuk organik yang digunakan telah memenuhi syarat Permentan

No.70/Permentan/SR.140/10/2011 (Tabel 3). Bionutrient mengandung *Alcalligenes* sp 1,0 x 10⁸, *Azospirillum* sp. 3,0 x 10⁹ dan *Bacillus* sp. 2,0 x 10⁹ CFU g⁻¹.

Hasil dan Pembahasan

Sifat kimia tanah saat primordia umur 50 hari sesudah tanam

Sifat kimia tanah saat primordia umur 50 HST disajikan pada Tabel 4. Perlakuan pembenah tanah tidak menunjukkan interaksi yang nyata dengan pemupukan. Hal ini diduga dosis pembenah tanah yang digunakan rendah. Biochar nyata meningkatkan K potensial dibanding Dolomit, hal ini diduga Biochar mampu menahan K dalam tanah. Dolomit nyata meningkatkan pH menjadi 4,5 dan menurunkan Al-dd menjadi 0,53 cmol(+) kg⁻¹. Pada tanah mineral masam, sumber kemasaman tanah yang utama adalah Al³⁺ yang akan menyumbangkan H⁺ ke dalam larutan tanah melalui proses hidrolisis dengan reaksi: Al³⁺ + 3 H₂O → Al(OH)₃ + 3 H⁺. Senyawa CaO dan MgO dalam tanah akan bereaksi dengan air membentuk CaCO₃ dan MgCO₃ yang berperan dalam penurunan Al dapat ditukar dalam tanah. Pemberian Dolomit ke dalam tanah dapat mengendapkan Al³⁺ menjadi Al(OH)₃ sehingga Al tidak aktif dalam meningkatkan kemasaman tanah. Mekanisme penurunan kemasaman tanah disajikan dalam reaksi di bawah:



Kedelai merupakan tanaman yang sensitif terhadap kadar Al-dd yang tinggi, pemberian Dolomit akan menurunkan aktifitas Al dalam meracuni tanaman dan meningkatkan pH, yang berdampak terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai yang lebih baik. Perakaran tanaman kedelai akan tumbuh optimal pada kejenuhan Al kurang dari 10% dan akan terhambat pada kejenuhan Al diatas 45% (Arya *et al.* 1992). Aplikasi kapur dan pupuk organik nyata menurunkan kemasaman tanah dan meningkatkan pH tanah Humic Nitisol di pusat dataran tinggi Kenya (Verde *et al.* 2013).

Kadar C-organik, Ca-dd, Mg-dd dan KB pada perlakuan pupuk organik dan pupuk organik + Bionutrient nyata lebih tinggi dari aplikasi mulsa jerami. Hal ini karena pupuk organik lebih cepat terdekomposisi dari mulsa jerami dalam mensuplai C-organik, Ca-dd dan Mg-dd. Aplikasi pupuk organik meningkatkan status kesuburan tanah, khususnya C-organik, N total, K dapat ditukar dan KTK (Widowati *et al.* 2012; Aggarwal *et al.* 1997).

Tabel 2. Sifat fisika Typic Kanhapludults Taman Bogo, Lampung Timur pada musim kemarau 2013

Table 2. Soil Physical properties of Typic Kanhapludults of Taman Bogo village, Lampung Timur, in the dry season of 2013

Lokasi	BD	Partikel density	Ruang pori total	Pori drainase cepat	Pori drainase lambat	Air tersedia	Permeabilitas	Kadar air
 g cm ⁻³ % volume.....				cm jam ⁻¹	% vol.
Taman Bogo 1 (0-20 cm)	1,26	2,44	46,7	21,0	6,1	11,4	24,57	38,1
Taman Bogo 1 (20-40 cm)	1,14	2,08	39,6	12,6	5,1	10,7	0,31	34,4
Taman Bogo 2 (0-20 cm)	1,33	2,49	43,7	18,4	4,5	12,0	7,95	22,7
Taman Bogo 2 (20-40cm)	1,35	2,48	44,1	9,7	3,7	15,1	0,63	25,0

Tabel 3. Karakteristik pupuk organik *Tithoganic* yang digunakan dalam penelitian iniTable 3. *Tithoganic organic fertilizer characteristics used in this experiment*

No.	Parameter	Satuan	Hasil analisis	Persyaratan teknis pupuk organik No. 70/Permentan/SR.140/10/2011
1.	C-organik	%	34,51	Min 15
2.	C/N		18	15-25
3.	Kadar air	%	13,26	15-25
4.	Kadar logam berat			
	As	ppm	Td	Maks 10
	Hg	ppm	0,12	Maks 1
	Pb	ppm	1,9	Maks 50
	Cd	ppm	1,0	Maks 2
5.	pH		7,2	4-9
6.	Kadar total			
	N	%	2,35	
	P ₂ O ₅	%	3,91	Min 4
	K ₂ O	%	2,94	
7.	Kadar unsur mikro	ppm		
	Fe total		5029	Maks 9000
	Mn		547	Maks 5000
	Cu		153	-
	Zn		318	Maks 5000
	B		16	-
	Co		4,6	-
	Mo		1,7	-

Sedangkan kadar N-total, P-tersedia, P dan K-potensial, K-dd, dan KTK tidak menunjukkan perbedaan yang nyata antar perlakuan. Status N-total, K potensial, K-dd, Mg-dd dan KTK tergolong sangat rendah sampai rendah. Berdasarkan uraian di atas untuk meningkatkan produktivitas Typic Kanhapludults Lampung diperlukan pemberian pupuk organik secara kontinyu, dolomit dan pupuk NPK.

Sifat fisika tanah saat panen

Sifat fisika tanah setelah panen pada lapisan 0-20 cm disajikan pada Tabel 5. Perlakuan pembenah tanah tidak

menunjukkan interaksi yang nyata dengan pemupukan. Pemberian pembenah tanah dolomit dan biochar tidak nyata berpengaruh terhadap sifat fisika tanah. Ameliorasi Biochar dalam satu musim tanam kedelai belum berpengaruh terhadap perubahan sifat fisik tanah. Sejalan dengan hasil penelitian aplikasi pembenah tanah Biochar limbah pertanian belum memberikan pengaruh yang nyata terhadap sifat fisika tanah masam dan tanah non masam (Nurida *et al.* 2013). Pengaruh Tithoganic terhadap sifat fisika tanah tidak berbeda nyata dengan aplikasi mulsa jerami, hal ini diduga dosis aplikasi 2 t ha⁻¹ belum optimal dan memerlukan waktu jangka panjang dalam melihat pengaruh nya terhadap sifat fisika tanah.

Tabel 4. Pengaruh ameliorasi dan pemupukan terhadap sifat kimia tanah saat primordia (50 hari sesudah tanam di Desa Taman Bogo, Lampung Timur, pada musim kemarau 2013

Table 4. Effect of amelioration and fertilization on chemical properties in primordial phase (50 days after planting) in Taman Bogo village, Lampung Timur, in the 2013 dry season

Parameter	pH	Al-dd cmol(+) kg ⁻¹	C-org. %	N-total	P-Bray I ppm	P-pot. mg 100g ⁻¹	K-pot.	K-dd	Ca-dd cmol(+) kg ⁻¹	Mg-dd	KTK	KB %
<i>Petak utama</i>												
Kontrol (A1)	4,21 B*)	0,83 A	0,89 A	0,07 A	31,98 A	28,67 A	0,56 B	0,08 A	1,90 A	0,36 A	4,03 A	61,58 A
Dolomit (A2)	4,45 A	0,53 B	0,94 A	0,06 A	33,06 A	33,67 A	1,00 B	0,08 A	2,77 A	0,38 A	4,16 A	75,33 A
Biochar 2,5 t ha ⁻¹ (A3)	4,21 B	0,98 A	0,87 A	0,06 A	34,48 A	28,67 A	1,18 A	0,09 A	1,89 A	0,32 A	4,20 A	56,92 A
<i>Anak petak</i>												
Tithoganic 2 t ha ⁻¹ (B1)	4,36 a	0,79 ab	0,94 a	0,06 a	29,94 a	31,83 a	1,10 a	0,09 a	2,60 a	0,39 a	4,03 a	72,08 a
Tithoganic 2 t ha ⁻¹ + Bionutrient (B2)	4,30 a	0,64 b	0,90 ab	0,06 a	37,49 a	31,58 a	0,89 a	0,09 a	2,28 a	0,37 ab	4,16 a	69,42 a
Mulsa jerami 2 t ha ⁻¹ (B3)	4,21 a	0,92 a	0,86 b	0,06 a	32,10 a	27,58 a	0,74 a	0,07 a	1,68 b	0,30 b	4,20 a	52,33 b

Keterangan: *) Petak utama: Angka dalam kolom yang sama, diikuti oleh huruf besar yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji LSD. Anak petak: Angka dalam kolom yang sama, diikuti huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji LSD

Tabel 5. Pengaruh ameliorasi dan pemupukan terhadap sifat fisika tanah setelah panen pada lapisan 0-20 cm di Desa Taman Bogo, Lampung Timur, musim kemarau 2013

Table 5. Effect of amelioration and fertilization on soil physical properties (0-20 cm layer) after soybean harvest in Taman Bogo Village, Lampung Timur, dry season 2013

Parameter	BD g cm ⁻³	Partikel density	Ruang pori total	Pori drainase cepat % volume	Pori drainase lambat	Air tersedia	Permeabilitas cm jam ⁻¹
<i>Petak utama</i>							
Kontrol (A1)	1,32 A*)	2,33 A	44,88 A	15,01 A	5,66 A	12,40 A	4,52 A
Dolomit (A2)	1,30 A	2,32 A	44,12 A	14,64 A	5,64 A	12,56 A	2,83 A
Biochar 2,5 t ha ⁻¹ (A3)	1,28 A	2,27 A	43,66 A	14,49 A	5,45 A	13,56 A	4,28 A
<i>Anak petak</i>							
Tithoganic 2 t ha ⁻¹ (B1)	1,33 a	2,30 a	43,75 a	15,79 a	5,66 a	11,08 b	4,36 a
Tithoganic 2 t ha ⁻¹ + Bionutrient (B2)	1,27 b	2,29 a	44,22 a	13,04 b	5,28 a	14,43 a	2,88 a
Mulsa jerami 2 t ha ⁻¹ (B3)	1,30 ab	2,33 a	44,69 a	15,31 a	5,81 a	13,00 ab	4,39 a

Keterangan: *) Petak utama: Angka dalam kolom yang sama, diikuti oleh huruf besar yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji LSD. Anak petak: Angka dalam kolom yang sama, diikuti huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji LSD

Tinggi tanaman kedelai

Perlakuan pembenah tanah tidak menunjukkan interaksi yang nyata dengan pemupukan. Hal ini diduga dosis bahan ameliorasi masih kurang untuk memberikan interaksi yang nyata. Pembenah tanah dolomit dan Biochar tidak nyata meningkatkan tinggi tanaman kedelai umur 30 HST dibandingkan dengan kontrol (tanpa pemberian ameliorasi). Walaupun dolomit memberikan tinggi tanaman kedelai sebesar 55,90 cm lebih tinggi dari kontrol dan biochar. Hal ini karena pemberian dolomit menambah hara Mg walaupun secara uji statistik tidak nyata

disamping menetralkan Al. Sedangkan ameliorasi Biochar belum menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan tanaman kedelai.

Perlakuan aplikasi Tithoganic dan Tithoganic yang dikombinasikan dengan Bionutrient nyata meningkatkan tinggi tanaman kedelai dibandingkan perlakuan aplikasi mulsa jerami. Tinggi tanaman kedelai tertinggi sebesar 55,68 cm pada perlakuan aplikasi Tithoganic dan aplikasi mulsa jerami memberikan tinggi tanaman terendah sebesar 50,99 cm. Tanaman kedelai memberikan respon positif terhadap Tithoganic, hal ini karena tanah yang digunakan mengandung C-organik yang rendah. Pupuk organik dapat

memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah, disamping sedikit dapat menyumbangkan hara makro dan mikro serta dapat meningkatkan efisiensi pupuk anorganik (Suriadikarta *et al.* 2002). Sedangkan mulsa jerami dalam menyumbangkan hara bagi tanaman kedelai masih memerlukan waktu untuk proses pelapukan serta perbaikan sifat fisik tanah baru terlihat dalam jangka waktu panjang (Tabel 6).

Tabel 6. Pengaruh ameliorasi dan pemupukan terhadap tinggi tanaman kedelai umur 30 dan 60 hari sesudah tanam (HST) di Desa Taman Bogo, Lampung Timur pada MK. 2013

Table 6. Effect of amelioration and fertilization on plant height on 30 and 60 days after planting in Taman Bogo Village, Lampung Timur in the dry season 2013

Parameter	Tinggi tanaman kedelai	
	30 HST	60 HST
 cm	
<i>Petak utama</i>		
Kontrol (A1)	53,84 A*)	83,71 A
Dolomit (A2)	55,90 A	88,89 A
Biochar 2,5 t ha ⁻¹ (A3)	52,49 A	82,15 A
<i>Anak petak</i>		
Tithoganic 2 t ha ⁻¹ (B1)	55,68a	87,44 a
Tithoganic 2 t ha ⁻¹ + Bionutrient (B2)	55,56 a	87,58 a
Mulsa jerami t ha ⁻¹ (B3)	50,99b	79,73 b

Keterangan: *) Petak utama: Angka dalam kolom yang sama, diikuti oleh huruf besar yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji LSD. Anak petak: Angka dalam kolom yang sama, diikuti huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji LSD

Ameliorasi dolomit dan biochar tidak nyata meningkatkan tinggi tanaman kedelai 60 HST dibandingkan dengan kontrol (tanpa pemberian amelioran). Walaupun amelioran dolomit memberikan tinggi tanaman kedelai sebesar 88,89 cm lebih tinggi dari kontrol dan biochar. Tinggi tanaman kedelai 60 HST terendah sebesar 82,15 cm pada perlakuan biochar.

Perlakuan aplikasi Tithoganic dan Tithoganic yang dikombinasikan dengan Bionutrient nyata meningkatkan tinggi tanaman kedelai 60 HST dibandingkan perlakuan aplikasi mulsa jerami. Tinggi tanaman kedelai tertinggi sebesar 87,58 cm pada perlakuan aplikasi Tithoganic dengan bionutrient. Aplikasi mulsa jerami memberikan tinggi tanaman terendah sebesar 79,73 cm (Tabel 5).

Bobot brangkas dan biji kering kedelai

Perlakuan pembenah tanah tidak menunjukkan interaksi yang nyata dengan pemupukan terhadap bobot kering brangkas. Ameliorasi dolomit dan biochar tidak

nyata meningkatkan bobot kering brangkas kedelai dibandingkan dengan kontrol (tanpa pemberian amelioran). Biochar memberikan bobot kering brangkas kedelai sebesar 3,56 t ha⁻¹ lebih tinggi dari Dolomit dan kontrol. Hal ini menunjukkan pemberian Biochar mendukung peningkatan biomas. Bobot kering brangkas kedelai terendah sebesar 3,30 t ha⁻¹ pada perlakuan kontrol. Perlakuan aplikasi Tithoganic dan Tithoganic yang dikombinasikan dengan Bionutrient nyata meningkatkan bobot kering brangkas kedelai dibandingkan perlakuan aplikasi mulsa jerami. Bobot kering brangkas kedelai tertinggi sebesar 3,66 t ha⁻¹ pada perlakuan aplikasi Tithoganic. Aplikasi mulsa jerami memberikan bobot brangkas terendah sebesar 2,97 t ha⁻¹. Aplikasi Bionutrient tidak nyata meningkatkan bobot brangkas kedelai, hal ini diduga kondisi lingkungan belum mendukung aktivitas mikroba dalam Bionutrient (Tabel 7).

Tabel 7. Pengaruh ameliorasi dan pemupukan terhadap bobot kering brangkas kedelai di Desa Taman Bogo, Lampung Timur, musim kemarau 2013

Table 7. Effect of amelioration and fertilization on biomass dry weight of soybean in Taman Bogo Village, Lampung Timur, dry season 2013

Parameter	Bobot brangkas kering
	t ha ⁻¹
<i>Petak utama</i>	
Kontrol (A1)	3,30 A*)
Dolomit (A2)	3,34 A
Biochar 2,5 t ha ⁻¹ (A3)	3,56 A
<i>Anak petak</i>	
Tithoganic 2 t ha ⁻¹ (B1)	3,66 a
Tithoganic 2 t ha ⁻¹ + Bionutrient (B2)	3,56 a
Mulsa jerami 2 t ha ⁻¹ (B3)	2,97 b

Keterangan: *) Petak utama: Angka dalam kolom yang sama, diikuti oleh huruf besar yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji LSD. Anak petak: Angka dalam kolom yang sama, diikuti huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji LSD

Perlakuan pembenah tanah menunjukkan interaksi yang nyata dengan pemupukan terhadap bobot kering biji kedelai. Ameliorasi dolomit dan biochar nyata meningkatkan bobot kering biji kedelai dibandingkan dengan kontrol. Hal ini menunjukkan pemberian amelioran diperlukan untuk meningkatkan hasil kedelai. Aplikasi kapur, pupuk organik dan pemupukan P meningkatkan kesuburan tanah dan hasil kedelai (Sri Adiningsih *et al.* 1998; Verde *et al.* 2013). Biochar memberikan bobot kering biji kedelai sebesar 2,20 t ha⁻¹

sedikit lebih tinggi dari dolomit walaupun secara uji statistik tidak berbeda nyata. Terjadi peningkatan bobot biji kering kedelai sebesar 16% dibandingkan kontrol yang memberikan bobot biji kedelai terendah sebesar 1,89 t ha⁻¹.

Ameliorasi Biochar yang dikombinasikan dengan pemberian Tithoganic atau Tithoganic + Bionutrient memberikan bobot biji kering kedelai masing-masing sebesar 2,28 dan 2,42 t ha⁻¹, terjadi peningkatan bobot biji kering kedelai berturut-turut sebesar 19 dan 26% dibandingkan aplikasi mulsa jerami (Tabel 8). Hal ini karena Tithoganic lebih cepat menyediakan hara dan memperbaiki sifat-sifat tanah, untuk mendukung pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai yang ditunjukkan oleh serapan N, P, dan K yang lebih tinggi (Tabel 9, 10, dan 11). Aplikasi Tithoganic juga nyata meningkatkan bobot bintil dan aktivitas enzim dehidrogenase, hal ini menunjukkan adanya sumber energi C-organik dari Tithoganic akan meningkatkan aktivitas mikroba. Sedangkan perlakuan mulsa jerami memerlukan waktu untuk proses dekomposisi dalam menyediakan hara dan perbaikan sifat tanah.

Serapan hara N, P, dan K tanaman kedelai saat primordia umur 50 HST

Pengaruh ameliorasi dan pemupukan terhadap serapan N, P, dan K tanaman kedelai saat primordia disajikan pada Tabel 9, 10, dan 11. Perlakuan pembenah tanah tidak menunjukkan interaksi yang nyata dengan pemupukan terhadap serapan hara N, P, dan K. Pemberian amelioran dolomit dan biochar tidak berpengaruh terhadap serapan N, bahkan kontrol sedikit lebih tinggi. Serapan N berkisar 54,90-65,26 kg ha⁻¹. Serapan N pada perlakuan Tithoganic dan Tithoganic + Bionutrient nyata lebih tinggi dari aplikasi mulsa jerami. Serapan N tertinggi pada perlakuan Tithoganic.

Serapan P tanaman kedelai saat primordia berkisar 9,43-14,44 kg ha⁻¹. Biochar memberikan serapan P nyata

lebih tinggi dari kontrol dan dolomit. Pupuk organik memberikan serapan P nyata lebih tinggi dari mulsa jerami. Serapan P tertinggi pada perlakuan pemberian Biochar dan Tithoganic + Bionutrient. Serapan K berkisar 31,40-62,87 kg ha⁻¹. Perlakuan biochar memberikan serapan K nyata lebih tinggi dari dolomit dan kontrol. Perlakuan Tithoganic juga memberikan serapan K nyata lebih tinggi dari aplikasi jerami.

Tabel 9. Pengaruh ameliorasi dan pemupukan terhadap serapan hara N tanaman kedelai saat primordia (50 hari sesudah tanam) di Desa Taman Bogo, Lampung Timur, musim kemarau 2013

Table 9. *Effect of amelioration and fertilization on N uptake in primodial phase of soybean (50 days after planting) in Taman Bogo Village, Lampung Timur, dry season 2013*

Parameter	Serapan hara N kg ha ⁻¹
<i>Petak utama</i>	
Kontrol (A1)	65,26 A*)
Dolomit (A2)	59,18 B
Biochar 2,5 t ha ⁻¹ (A3)	59,21 B
<i>Anak petak</i>	
Tithoganic 2 t ha ⁻¹ (B1)	64,43 a
Tithoganic 2 t ha ⁻¹ + Bionutrient (B2)	64,32 a
Mulsa jerami 2 t ha ⁻¹ (B3)	54,90 b

Keterangan: *) Petak utama: Angka dalam kolom yang sama, diikuti oleh huruf besar yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji LSD. Anak petak: Angka dalam kolom yang sama, diikuti huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji LSD

Berdasarkan uraian di atas menunjukkan bahwa perlakuan dolomit dan biochar tidak berpengaruh terhadap serapan N tanaman kedelai, tetapi biochar memberikan serapan P dan K tanaman kedelai lebih tinggi dari dolomit. Aplikasi biochar meningkatkan serapan hara dan hasil jagung (Sukartono *et al.* 2011).

Tabel 8. Pengaruh ameliorasi dan pemupukan terhadap bobot kering biji kedelai di Desa Taman Bogo, Lampung Timur, dry season 2013

Table 8. *Effect of amelioration and fertilization to grain dry weight soybean on Taman Bogo village, Lampung Timur, dry season 2013*

Perlakuan	Anak petak			Rata-rata
	Tithoganic 2 t ha ⁻¹ (B1)	Tithoganic 2 t ha ⁻¹ + Bionutrient (B2)	Mulsa jerami 2 t ha ⁻¹ (B3)	
..... t ha ⁻¹				
Petak utama				
Kontrol (A1)	1,97 a	1,92 a	1,78 a	1,89 B
Dolomit (A2)	2,11 a	1,97 a	2,03 a	2,04 AB
Biochar 2,5 t ha ⁻¹ (A3)	2,28 a	2,42 a	1,92 b	2,20 A
Rata-rata	2,12 A	2,10A	1,91A	

Keterangan: Angka-angka pada baris yang sama yang diikuti huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji LSD dan angka-angka pada baris dan kolom yang sama diikuti huruf besar yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji LSD.

Tabel 10. Pengaruh ameliorasi dan pemupukan terhadap serapan hara P tanaman kedelai saat primordia (50 hari sesudah tanam) di Desa Taman Bogo, Lampung Timur, musim kemarau 2013

Table 10. *Effect of amelioration and fertilization to P uptake in primodial phase of soybean (50 days after planting) in Taman Bogo Village, Lampung Timur, dry season 2013*

Parameter	Serapan hara P kg ha ⁻¹
<i>Petak utama</i>	
Kontrol (A1)	11,45 C*
Dolomit (A2)	12,21 B
Biochar 2,5 t ha ⁻¹ (A3)	14,15 A
<i>Anak petak</i>	
Tithogonic 2 t ha ⁻¹ (B1)	14,44 a
Tithogonic 2 t ha ⁻¹ + Bionutrient (B2)	13,94 a
Mulsa jerami 2 t ha ⁻¹ (B3)	9,43 b

Keterangan: *) Petak utama: Angka dalam kolom yang sama, diikuti oleh huruf besar yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji LSD. Anak petak: Angka dalam kolom yang sama, diikuti huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji LSD

Tabel 11. Pengaruh ameliorasi dan pemupukan terhadap serapan hara K tanaman kedelai saat primordia (50 hari sesudah tanam) di Desa Taman Bogo, Lampung Timur, musim kemarau 2013

Table 11. *Effect of amelioration and fertilization on K uptake in primodial phase of soybean (50 days after planting) in Taman Bogo Village, Lampung Timur, dry season 2013*

Parameter	Serapan hara K kg ha ⁻¹
<i>Petak utama</i>	
Kontrol (A1)	45,69 B
Dolomit (A2)	44,35 C
Biochar 2,5 t ha ⁻¹ (A3)	55,56 A
<i>Anak petak</i>	
Tithogonic 2 t ha ⁻¹ (B1)	55,26 a
Tithogonic 2 t ha ⁻¹ + Bionutrient (B2)	53,96 b
Mulsa jerami 2 t ha ⁻¹ (B3)	36,38 c

Keterangan: *) Petak utama: Angka dalam kolom yang sama, diikuti oleh huruf besar yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji LSD. Anak petak: Angka dalam kolom yang sama, diikuti huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji LSD

Tithogonic memberikan serapan N, P, dan K tanaman kedelai lebih tinggi dari aplikasi mulsa jerami. Hal ini menunjukkan aplikasi Tithogonic dapat sedikit mensuplai hara N, P dan K dan meningkatkan serapan hara. Hasil penelitian aplikasi kompos sampah kota menunjukkan korelasi positif dengan hasil kedelai dan serapan P dan K tanaman (Sedigheh *et al.* 2012).

Jumlah dan bobot bintil akar

Perlakuan pembenah tanah dan pemupukan tidak menunjukkan interaksi nyata terhadap jumlah bintil akar dan bobot kering bintil akar pada saat kedelai fase primordia. Jumlah bintil akar pemberian dolomit sebesar 19,29 bintil/tanaman, nyata lebih tinggi dari biochar dan kontrol, sedangkan pemberian biochar tidak berbeda nyata dibandingkan dengan kontrol. Perlakuan Tithogonic + Bionutrient dan mulsa jerami menunjukkan jumlah bintil akar tertinggi dibandingkan Tithogonic (Tabel 12). Aplikasi mulsa jerami meningkatkan jumlah bintil dan aktivitas bakteri penambat N, hal ini diduga terkait dengan aerasi dan kelembapan tanah yang mendukung aktivitas bakteri penambat N. Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap aktivitas bakteri penambat N antara lain, suhu, kelembapan, pH, kadar bahan organik dan ketersediaan unsur hara N, P, Ca, Mg, S, dan Mo (Simanungkalit *et al.* 2006).

Tabel 12. Pengaruh ameliorasi dan pemupukan terhadap jumlah bintil akar kedelai fase primordia (50 hari sesudah tanam) di Desa Taman Bogo, Lampung Timur, musim kemarau 2013

Table 12. *Effect of amelioration and fertilization on the number of root nodule in soybean primodial phase (50 days after planting) in Taman Bogo village, Lampung Timur, dry season 2013*

Parameter	Jumlah bintil akar bintil tanaman ⁻¹
<i>Petak utama</i>	
Kontrol (A1)	7,00 B*)
Dolomit (A2)	19,29 A
Biochar 2,5 t ha ⁻¹ (A3)	10,38 B
<i>Anak petak</i>	
Tithogonic 2 t ha ⁻¹ (B1)	26,38 b
Tithogonic 2 t ha ⁻¹ + Bionutrient (B2)	39,38 a
Mulsa jerami 2 t ha ⁻¹ (B3)	40,63 a

Keterangan: *) Petak utama: Angka dalam kolom yang sama, diikuti oleh huruf besar yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji LSD. Anak petak: Angka dalam kolom yang sama, diikuti huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji LSD

Pembenah tanah biochar memberikan bobot kering bintil akar sebesar 0,56 g tanaman⁻¹ yang lebih tinggi dari dolomit dan kontrol. Sedangkan perlakuan Tithogonic dan Tithogonic yang dikombinasikan dengan Bionutrient memberikan bobot kering bintil akar lebih tinggi dari aplikasi mulsa jerami (Tabel 13).

Tabel 13. Pengaruh ameliorasi dan pemupukan terhadap bobot kering bintil akar kedelai fase primordia (50 hari sesudah tanam) di Desa Taman Bogo, Lampung Timur, musim kemarau 2013

Table 13. *Effect of amelioration and fertilization on dry weight nodule root in soybean primodial phase (50 days after planting) in Taman Bogo village, Lampung Timur, dry season 2013*

Parameter	Bobot bintil akar g tanaman ⁻¹
<i>Petak utama</i>	
Kontrol (A1)	0,40 B*)
Dolomit (A2)	0,47 B
Biochar 2,5 t ha ⁻¹ (A3)	0,56 A
<i>Anak petak</i>	
Tithoganic 2 t ha ⁻¹ (B1)	0,59 a
Tithoganic 2 t ha ⁻¹ + Bionutrient (B2)	0,52 a
Mulsa jerami 2 t ha ⁻¹ (B3)	0,32 b

Keterangan: *) Petak utama: Angka dalam kolom yang sama, diikuti oleh huruf besar yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji LSD. Anak petak: Angka dalam kolom yang sama, diikuti huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji LSD

Populasi mikroba tanah

Perlakuan pembenah tanah dan pemupukan tidak menunjukkan interaksi nyata terhadap populasi mikroba yang diamati. Perlakuan pembenah tanah dolomit dan biochar tidak menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap populasi bakteri penambat N (*Rhizobium* sp. dan *Azotobacter* sp.), bakteri pelarut P, total fungi dan total bakteri (Tabel 14). Populasi bakteri penambat N pada perlakuan dolomit sebesar 5,63 x 10⁷CFU g⁻¹ dan biochar

sebesar 1,18 x 10⁸ CFU g⁻¹. Perlakuan mulsa jerami memberikan populasi *Rhizobium* sp. tertinggi sebesar 5,71 x 10⁸ CFU g⁻¹ yang berbeda nyata dibandingkan perlakuan Tithoganic maupun Tithoganic +Bionutrient. Hal ini diduga dengan adanya mulsa jerami kelembapan dan suhu tanah mendukung perkembangan bakteri penambat N.

Pembenah tanah dan pemupukan tidak berpengaruh nyata terhadap populasi bakteri *Azotobacter* sp. Perlakuan pembenah tanah Dolomit dan Biochar memberikan populasi bakteri *Azotobacter* sp berturut-turut sebesar 1,39 x 10⁷ dan 7,78 x 10⁷ CFU g⁻¹, sedangkan perlakuan pemupukan memberikan populasi bakteri *Azotobacter* sp. berkisar 2,04-6,25 x 10⁷ CFU g⁻¹. Demikian juga terhadap populasi bakteri pelarut P dan bakteri total, perlakuan pembenah tanah dan pemupukan tidak menunjukkan interaksi yang nyata. Pembenah tanah dan pemupukan tidak berpengaruh nyata terhadap populasi bakteri pelarut P dan bakteri total. Perlakuan pembenah tanah dolomit dan biochar memberikan populasi bakteri fosfat berturut-turut sebesar 1,58 x 10⁶ dan 3,60 x 10⁶ CFU g⁻¹, sedangkan perlakuan pemupukan memberikan populasi bakteri pelarut P berkisar 4,55 x 10⁵-2,30x 10⁷ CFU g⁻¹. Perlakuan pembenah tanah dolomit memberikan populasi bakteri total sebesar 3,88 x 10⁹ CFU g⁻¹ dan Biochar sebesar 3,60 x 10⁶ CFU g⁻¹. Sedangkan perlakuan pemupukan memberikan populasi bakteri total berkisar 3,09-5,54 x 10⁹ CFU g⁻¹. Kandungan fungi tanah pada lokasi Taman Bogo relatif cukup tinggi, kemungkinan hal ini dikarenakan pada saat periode pertumbuhan tanaman kedelai keadaan tanah cukup lembab mengingat masih sering terjadi turun hujan. Pada parameter fungi tanah menunjukkan tidak ada

Tabel 14. Pengaruh ameliorasi dan pemupukan terhadap populasi bakteri penambat N, bakteri pelarut P, bakteri total dan fungi total pada saat kedelai fase primordia (50 hari sesudah tanam) di Desa Taman Bogo, Lampung Timur, musim kemarau 2013

Table 14. *Effect of amelioration and fertilization on N fixing N, P solubilizing and total bacteria and fungi pupolation in primodial soybean phase (50 days after planting) in Taman Bogo village, Lampung Timur, dry season 2013*

Parameter	Populasi bakteri penambat N (<i>Rhizobium</i> sp.)	Populasi bakteri penambat N (<i>Azotobacter</i> sp.)	Populasi bakteri pelarut P	Populasi bakteri total	Populasi fungi total
	CFU g ⁻¹				
<i>Petak utama</i>					
Kontrol (A1)	8,60 x 10 ⁷ A	2,61 x 10 ⁷ A	1,60 x 10 ⁷ A	5,79 x 10 ⁹ A	1,68 x 10 ⁷ A
Dolomit (A2)	5,63 x 10 ⁷ A	1,39 x 10 ⁷ A	1,58 x 10 ⁶ A	3,88 x 10 ⁹ A	1,92 x 10 ⁷ A
Biochar 2,5 t/ha (A3)	1,18 x 10 ⁸ A	7,78 x 10 ⁷ A	3,60 x 10 ⁶ A	4,11 x 10 ⁹ A	2,96 x 10 ⁷ A
<i>Anak petak</i>					
Tithoganic 2 t/ha (B1)	1,02 x 10 ⁸ b	3,50 x 10 ⁷ a	6.18 x 10 ⁶ a	5,16 x 10 ⁹ a	2,09 x 10 ⁷ a
Tithoganic 2 t/ha + Bionutrient (B2)	1,00 x 10 ⁸ b	6,25 x 10 ⁷ a	1,11 x 10 ⁷ a	3,09 x 10 ⁹ a	1,62 x 10 ⁷ a
Mulsa jerami 2 t/ha (B3)	5,71 x 10 ⁸ a	2,04 x 10 ⁷ a	3,91 x 10 ⁶ a	5,54 x 10 ⁹ a	2,86 x 10 ⁷ a

Keterangan: *) Petak utama: Angka dalam kolom yang sama, diikuti oleh huruf besar yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji LSD. Anak petak: Angka dalam kolom yang sama, diikuti huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji LSD

interaksi nyata antara pembenah tanah dan pemupukan. Pembenah tanah dan pemupukan tidak berpengaruh nyata terhadap populasi fungi. Populasi fungi tanah pada perlakuan dolomit sebesar $1,92 \times 10^7$ CFU g^{-1} dan biochar sebesar $2,96 \times 10^7$ CFU g^{-1} . Sedangkan pada perlakuan pemupukan, populasi fungi tanah berkisar $1,62-2,86 \times 10^7$ CFU g^{-1} .

Aktivitas mikroba tanah

Pembenah tanah dan pemupukan memberikan pengaruh interaksi yang nyata terhadap aktivitas enzim dehydrogenase tanah. Aktivitas enzim dehydrogenase tanah tertinggi pada perlakuan dolomit dan pemberian Tithoganic yaitu sebesar $97,96 \mu g$ TPF g^{-1} tanah. Selain itu pengaruh Dolomit secara tunggal juga menunjukkan aktivitas enzim dehydrogenase yang lebih tinggi dan mempunyai pengaruh yang nyata dibandingkan dengan kontrol dan Biochar. Ameliorasi Dolomit yang dikombinasikan dengan pemberian Tithoganic memberikan aktivitas enzim dehydrogenase nyata lebih tinggi sebesar $97,96 \mu g$ TPF g^{-1} tanah dari Tithoganic + Bionutrient dan mulsa jerami (Tabel 15). Aplikasi Dolomit dan Tithoganic menurunkan Al dapat ditukar dan meningkatkan pH tanah dan C-organik tanah (Tabel 3), sehingga mendukung aktivitas mikroba tanah.

Kesimpulan

Biochar nyata meningkatkan K potensial, tetapi tidak nyata berpengaruh terhadap sifat fisika tanah dalam satu musim tanam. Dolomit berpengaruh nyata meningkatkan pH dan aktivitas mikroba serta menurunkan Al-dd. Pupuk organik Tithoganic nyata meningkatkan kadar C-organik, Ca-dd, Mg-dd dan aktivitas mikroba serta perlakuan Tithoganic + Bionutrient nyata meningkatkan Ca-dd dan

kejenuhan basa (KB) dibandingkan aplikasi mulsa jerami. Ameliorasi Biochar $2,5 t ha^{-1}$ memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata dengan Dolomit $515 kg ha^{-1}$ terhadap bobot biji kering kedelai. Biochar yang dikombinasikan dengan pemberian Tithoganic atau Tithoganic + Bionutrient memberikan bobot biji kering kedelai lebih tinggi berturut-turut sebesar $2,28 t ha^{-1}$ dan $2,42 t ha^{-1}$, atau meningkatkan bobot biji kering kedelai berturut-turut sekitar 19 dan 26% dibandingkan aplikasi mulsa jerami $2 t ha^{-1}$. Dari penelitian ini disarankan penggunaan amelioran dolomit atau biochar yang dikombinasikan dengan $2 t ha^{-1}$ Tithoganic.

Daftar Pustaka

Abdurachman A., I. Juarsah, dan U. Kurnia. 2000. Pengaruh penggunaan berbagai jenis dan takaran pupuk kandang terhadap produktivitas tanah Ultisols terdegradasi di Desa Batin, Jambi. *Dalam* Pros. Seminar Nasional Sumber Daya Tanah, Iklim dan Pupuk. Bogor, 6-8 Des. 1999. Buku II. Puslittanak. Bogor.

Aggarwal, R.K., Praveen-Kumar, and J.F. Power. 1997. Use of crop residue and manure to conserve water and enhance nutrient availability and pearl millet yields in an arid tropical region. *Soil and Tillage Research* 41:43-51.

Arya, L.M., T.S. Dierof, B. Rusman, A. Sofyan, and I P.G. Widjaja-Adhi. 1992. Soil structure effects on hydraulic processes and crop water availability in Ultisols and Oxisols of Sitiung, Indonesia. *CRSP Bulletin* No.92-03.

Atkinson, C.J., J.D. Fitzgerald, and N.A. Higgs. 2010. Potential mechanisms for achieving agricultural benefits from *biochar* application to temperate soils: a review. *Plant and Soil* 337:1-18.

Badan Pusat Statistik. 2012. *Statistik Indonesia*. Badan Pusat Statistik, Jakarta.

Burbey, D. Alamsyah, A. Sahar, dan Z. Zaini. 1998. Tanggapan Tanaman Kedelai terhadap Pemberian Fosfor dan Pupuk Kandang pada Berbagai Takaran kapur. *PP Sukarni*. 13:30-35.

Tabel 15. Pengaruh ameliorasi dan pemupukan terhadap aktivitas enzim dehydrogenase tanah pada saat kedelai fase primordia umur (50 hari sesudah tanam) di Desa Taman Bogo, Lampung Timur, musim kemarau 2013

Table 15. *Effect of amelioration and fertilization on soil dehydrogenase activity in primodial soybean phase (50 days after planting) in Taman Bogo village, Lampung Timur, dry season 2013*

Kode perlakuan	Anak petak			Rata-rata
	Tithoganic $2 t ha^{-1}$ (B1)	Tithoganic $2 t ha^{-1}$ + Bionutrient (B2)	Mulsa jerami $2 t ha^{-1}$ (B3)	
 μg TPF g^{-1} tanah			
<i>Petak utama</i>				
Kontrol (A1)	44,69 c	44,96 c	54,57 b	48,07 B
Dolomit (A2)	97,96 a	53,72 b	50,65 bc	67,44 A
Biochar $2,5 t ha^{-1}$ (A3)	52,77 b	41,77 c	39,19 c	44,58 B
Rata-rata	65,14 A	46,82 B	48,14 B	

- Chan, K.Y., V.L. Zwieten, I. Meszaros, A. Dowine, and S. Joseph. 2007. Agronomic value of greenwaste biochar as a soil amendment. *Aust. J. Soil Res.* 45:629-634.
- Cooperland, L. 2002. Building Soil Organic Matter with Organic Amendments. Centre for Integrated Agricultural Systems, College of Agricultural and Life Sciences, University of Wisconsin, Madison.
- Glaser, B., J. Lehmann, and W. Zech. 2002. Ameliorating physical and chemical properties of highly weathered soils in the tropics with charcoal: A review. *Biol. Fertil. Soils* 35:219-230.
- Hartatik, W. dan J.S Adiningsih. 1987. Pengaruh pengapuran dan pupuk hijau terhadap hasil kedelai pada tanah Podsolik Sitiung di rumah kaca. *Pemberitaan Penelitian Tanah dan Pupuk Nomor 7*. Pusat Penelitian Tanah.
- Laird, D.A. 2008. The charcoal vision: a win-win scenario for simultaneously producing bioenergy, permanently, sequestering carbon, while improving soil and water quality, *Agronomy Journal* 100,178-181.
- Lehmann, J., J. Gaunt, and M. Rondon. 2006. Biochar sequestration in terrestrial ecosystems-a review. *Mitig. Adapt. Strateg. Global Change* 11:403-427.
- Liang, B., J. Lehmann, D. Solomom, J. Kinyangi, J. Grossman, B. O'Neill, J.O. Skjemstad, J. Thies, F.J. Luizao, J. Petersen, and E.G. Neves. E.G. 2006. Black carbon increases cation exchange capacity in soils. *Soil Science Society of America Journal* 70:1719-1730.
- Mulyani, A., Sukarman, dan A. Hidayat. 2009. Prospek perluasan areal tanam kedelai di Indonesia. *Jurnal Sumberdaya Lahan* 3(1):27-38. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor.
- Nurida, N.L., Ai Dariah, dan Achmad Rachman. 2013. Peningkatan kualitas tanah dengan pembenah tanah Biochar limbah pertanian. *Jurnal Tanah dan Iklim* 37(2):69-78. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian.
- Ogawa, M. 1994. Symbiosis of people and nature in tropics. *Farming. Japan* 28(5):10-34.
- Permentan. 2011. Peraturan Menteri Pertanian No.70/Permentan/SR.140/10/2011 Tentang Syarat dan Tata Cara Pendaftaran Pupuk Anorganik, Kementerian Pertanian.
- Pusat Penelitian Tanah. 1993. *Penilaian Angka-angka Hasil Analisa Tanah*. Bogor.
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, 2000. *Sumber Daya Tanah Eksplorasi Indonesia*. Bogor.
- Samia, O.Y., W.H.A. Ahmed, and A.A. Mariod. 2012. Effect of Urea, NPK, Compost on Growth and Yield of Soybean (*Glycine max* L.), in Semi-Arid Region of Sudan. *International Scholarly Research Network (ISRN) Agronomy*.
- Sedigheh, V.R., H. Pidashti, M.A. Bahmanyar, and A. Motaghian. 2012. Response of soybean (*Glycine max* L.) yield and nutrient uptake to three consecutive years application of municipal solid waste compost. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences* 4-8:468-473.
- Simanungkalit, R.D.M, R. Saraswati, R.D. Hastuti, dan E. Husen. 2006. Bakteri penambat nitrogen. *Dalam* buku *Pupuk Organik dan Pupuk Hayati*. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Badan Litbang Pertanian.
- Sohi, S., E. Krull, E. Lopez-Capel, and R. Bol. 2010. A review of biochar and its use and function in soil. *Advances in Agronomy* 105:47-82.
- Spokas, K.A., K.B. Cantell, J.M. Novak, D.W. Archer, J.A. Ippolito, H.P. Collin, A.A. Boateng, I.M. Lima, M.C. Lamb, A.J. Mc Aloon, R.D. Lentz, and K.A. Nichols. 2012. Biochar: A synthesis of its agronomic impact beyond carbon sequestration. *J. Environ Qual* 41(4):973-989.
- Sri Adiningsih, J., M. Sudjadi, dan S. Rochayati. 1998. Organic matter management to increase fertilizers efficiency and soil productivity: ESCAP/FAO-DCDC Regional Seminar on the Use of Recycled Organic Matter. Guangchon-Chengdu, China: 4-14 May, 1998.
- Sukartono, W.H. Utomo, Z. Kusuma, and W.H. Nugroho. 2011. Soil fertility status, nutrient uptake, and maize (*Zea mays* L.) yield following biochar and cattle manure application on sandy soils of Lombok, Indonesia. *Journal of Tropical Agriculture* 49(1-2):47-52.
- Suriadikarta, D.A., T. Prihatini, D. Setyorini, dan W. Hartatik. 2002. Teknologi pengelolaan bahan organik tanah. *Dalam* Buku *Teknologi Pengelolaan Lahan Kering*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Badan Litbang Pertanian. Departemen Pertanian.
- Tisdale, S.L., W.L. Nelson, and J.D. Beaton. 1995. *Soil Fertility and Fertilizers* 4thed. The Macmillan Publ. Co. New York. 694p.
- Verde, B. Serafim, Danga, B. Oginga, Mugwe, and Jayne Njeri. 2013. Effects of manure, lime and mineral P fertilizer on soybean yields and soil fertility in a humic nitisol in the Central Highlands of Kenya. *International Journal of Agricultural Science Research* 2(9):283-291.
- Vy, N. and Trong Thi. N. 1989. Management of slopping soils for food production in Vietnam. *In* *Management of Acid Soils in the Humid Tropics of Asia*. Australian Centre for International Agricultural Research and The International Board for Soil Research and Management.
- Widowati, W.H. Utomo, B. Guritno, and L.A. Soehono. 2012. The effect of biochar on the growth and N fertilizer requirement of maize (*Zea mays* L.) in green house experiment. *Journal of Agricultural Science* 4(5):255-262.