

PENGARUH KOMPOS DIPERKAYA BIOCHAR SEBAGAI *BULKING AGENT* TERHADAP SERAPAN FOSFOR DAN HASIL JAGUNG (*ZEA MAYS*, L.) PADA CALCAROSOL

M.S.M. Nur¹⁾, T. Islami²⁾, E. Handayanto³⁾, W.H. Nugroho⁴⁾, dan W.H. Utomo³⁾

¹⁾Fakultas Pertanian, Universitas Nusa Cendana, Jl. Adisucipto, Kupang, Nusa Tenggara Timur

²⁾Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang

³⁾International Research Centre for Management of Degraded and Mining Land, Universitas Brawijaya, Malang

⁴⁾Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya, Malang

Abstrak

Suatu penelitian lapangan dilakukan untuk mempelajari pengaruh aplikasi kompos yang diperkaya dengan biochar sebagai *bulking agent* terhadap serapan fosfor dan hasil jagung pada tanah Calcarosol pada musim hujan 2012-2013 dan musim panas 2013. Perlakuan yang dicobakan adalah: (1) kontrol, tanpa pemberian kompos (K0), (2) kompos pupuk kandang sapi (KSB0), (3) kompos pupuk kandang sapi + 2,5 ton ha⁻¹ biochar (KSBOB), (4) kompos pupuk kandang sapi + biochar (3:1) (KSB1), (5) kompos pupuk kandang sapi + biochar (1:1) (KSB2), (6) kompos biomasa *C. odorata* (KCB0), (7) kompos biomasa *C. odorata* + biochar (3:1) (KCB1), dan (8) kompos biomasa *C. odorata* + biochar (1:1) (KCB2). Hasil percobaan menunjukkan bahwa aplikasi kompos biochar sebagai pembenah tanah Calcarosol berpengaruh nyata terhadap peningkatan C-organik, KTK, N total, K-dd, Mg-dd, P tersedia, penurunan P terjerap, peningkatan serapan P, peningkatan bobot kering akar, bobot kering tanaman, dan hasil biji jagung. Peningkatan serapan P dan hasil biji tertinggi diperoleh pada perlakuan KCB2, yaitu masing-masing sebesar 162% dan 145% dibanding kontrol pada MT I dan sebesar 182% dan 240% dibanding kontrol pada MT II, menunjukkan efektivitas pengaruh perlakuan kompos biochar terhadap serapan P dan hasil jagung pada tanah Calcarosol.

Kata kunci: kompos, biochar, *bulking agent*, Calcarosol

Latar Belakang

Aplikasi biochar dalam bidang pertanian bukan merupakan suatu konsep yang baru, melainkan telah diterapkan ratusan bahkan ribuan tahun yang lalu seperti yang ditemukan pada tanah antropogenik yang subur di lembah Amazon, Brazil yang disebut *the dark earth* atau *terra preta* (Lehmann *et al.*, 2006; Lehmann, 2007).

Ketertarikan para ilmuwan tentang *terra preta* ditindaklanjuti dengan sejumlah penelitian terutama pada dua dasawarsa terakhir tentang penggunaan biochar sebagai bahan pembenah tanah. Hasil-

nya semakin memperkuat hasil yang ditunjukkan pada pengamatan di lembah Amazon tersebut, yaitu aplikasi biochar berpengaruh positif terhadap perbaikan sifat kimia tanah, antara lain meningkatkan KTK dan pH (Chan *et al.*, 2007; Islami *et al.*, 2011; Sukartono *et al.*, 2011), memperbaiki sifat fisik tanah, yaitu BV, total pori, air tersedia dan ketahanan penetrasi (Masulili *et al.*, 2010), memperbaiki biologi tanah, yaitu meningkatkan biomasa mikroba (Chan *et al.*, 2008), laju respirasi dan biomasa fungi dan bakteri (Steinbeiss *et al.*, 2009), kelimpahan fungi (Hockaday *et al.*, 2006) dan

populasi mikoriza (Warnock *et al.*, 2007; Yamato *et al.*, 2006); meningkatkan serapan hara N, P dan K (Sukartono *et al.*, 2011)., serta meningkatkan hasil ubi kayu (Islami *et al.*, 2011), dan hasil jagung (Sukartono *et al.*, 2011; Yamato, *et al.* 2006). Namun demikian berbagai pengaruh positif tersebut diperoleh pada percobaan-percobaan yang dilakukan pada tanah ber-pH masam.

Informasi tentang penelitian penggunaan biochar untuk amandemen tanah bersifat alkalis atau tanah berkapur (Calcarosol) masih sangat terbatas. Hal ini diduga berkaitan dengan kendala sifat alami alkali dan nilai pengapuran yang dimiliki biochar. Umumnya biochar memiliki kisaran pH netral sampai basa (Chan dan Xu, 2009), dengan kandungan kalsium yang tinggi sehingga penggunaannya untuk amandemen Calcarosol dapat menyebabkan fiksasi fosfor oleh kalsium menjadi meningkat dan menurunkan ketersediaan fosfor.

Beberapa penelitian penggunaan biochar sebagai bahan pembenah Calcarosol memberikan pengaruh bervariasi, sebagian berpengaruh positif terhadap pertumbuhan tanaman (Van Zwiten *et al.*, 2010), namun sebagian lainnya berpengaruh tidak nyata atau bahkan berpengaruh negatif terutama berkaitan dengan peningkatan fiksasi P oleh Ca (Mikan and Abrams, 1995), dan menurunkan hasil tanaman (Van Zwiten *et al.*, 2010). Solusi yang dapat ditawarkan adalah biochar tidak langsung digunakan sebagai pembenah tanah Calcarosol, tetapi terlebih dahulu digunakan sebagai bahan pencampur (*bulking agent*) dalam pembuatan kompos sebelum diberikan ke dalam tanah.

Salah satu fungsi biochar sebagai *bulking agent* dalam proses pengomposan adalah memperbaiki proses humifikasi dan kualitas akhir kompos (Dias *et al.*, 2010). Perbaikan kualitas kompos ditandai dengan adanya peningkatan persentase asam humat (AH) dan asam

fulvat (AF) yang dihasilkan. Data penelitian pendahuluan (Tabel 1) menunjukkan bahwa penggunaan biochar kotoran sapi sebagai *bulking agent* pada pengomposan pupuk kandang sapi dan biomassa *C. odorata* meningkatkan kandungan bahan humat (CEX, C ekstrak alkali), terutama kandungan C-asam fulvat (C-AF) kompos. Oleh karena itu apabila kompos yang dihasilkan dengan menggunakan biochar sebagai *bulking agent* dimanfaatkan sebagai bahan pembenah Calcarosol diduga akan meningkatkan pengkelatan kalsium oleh bahan humat sehingga P menjadi lebih tersedia, dan serapan P tanaman menjadi meningkat. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh pemberian kompos yang dihasilkan dengan menggunakan biochar pupuk kandang sapi sebagai *bulking agent* terhadap serapan fosfor dan hasil jagung pada tanah Calcarosol.

Bahan dan metode

Percobaan ini dilakukan pada lahan milik petani, di Kupang, Timor (10°10'17"S, 123°38'47"E), ketinggian 150 m dpl., rata-rata curah hujan tahunan 1.539 mm, terdistribusi terutama pada Desember/ Januari sampai dengan Maret/April, temperatur udara rata-rata 31°C dan kelembaban udara sekitar 82%. Jenis tanah *Typic ustropept* (Soil Survey Staff, 1998), bertekstur lempung liat berdebu dengan kandungan liat 34%, pH (H₂O) 7,4; C organik 1,63%; N-total 0,10%; P-total 417,28 mg kg⁻¹, P-tersedia (Olsen) 9,12 mg kg⁻¹. KTK tanah adalah 13,03 cmol kg⁻¹, dengan kandungan Ca, Mg dan K dapat ditukar masing-masing adalah 11,09; 1,02; dan 0,27 cmol kg⁻¹. Biochar dihasilkan dari pirolisis kotoran sapi sesuai metode yang dikemukakan oleh Sukartono, *et al.*, (2011). Kompos yang digunakan dihasilkan dari pengomposan dengan menggunakan metode pembalikan manual yang berlangsung selama 120 hari.

Percobaan lapangan dilakukan

pada musim hujan 2012-2013 (Januari-April 2013) dan musim kemarau 2013 (April-Juli 2013). Pada MT I, lahan dibersihkan dan petak-petak percobaan dibuat berukuran 3,7 x 2,0 m setelah lahan diolah dengan menggunakan *hand tractor*. Pemberian kompos setara 10 Mg ha⁻¹, kecuali pada perlakuan KSB0B 10 Mg ha⁻¹ kompos KSB0 yang diberikan dicampur dengan 2,5 ton ha⁻¹ biochar. Kompos diinkubasi selama seminggu kemudian dilakukan penanaman benih jagung (Hybrida BISI-16) pada jarak 30 cm x 70 cm. Urea, SP-36 dan KCl diaplikasikan sebagai pupuk dasar dengan takaran 45 kg N ha⁻¹, 18 kg P₂O₅ ha⁻¹, dan 17,5 kg K₂O ha⁻¹. Pupuk SP-36 dan KCl diberikan sekali pada saat penanaman benih, sedangkan urea diberikan dua kali, yaitu 1/3 bagian (15 kg N ha⁻¹) diberikan bersamaan dengan penanaman benih dan 2/3 bagian (30 kg N ha⁻¹) diberikan saat tanaman berumur 21 hari setelah tanam (HST). Pemanenan dilakukan pada saat tanaman berumur 100 HST.

Pada MT II tidak dilakukan pengolahan tanah. Tanaman jagung MT I dipangkas dan biomasanya dijadikan mulsa sebanyak 6 ton berat segar ha⁻¹. Benih jagung (varietas lokal Madura) ditanam pada jarak 30 cm x 35 cm. Aplikasi pupuk dasar mengikuti dosis MT I. Pemanenan dilakukan pada saat tanaman berumur 80 HST. Kebutuhan air tanaman diperoleh dari sisa lengas tanah, curah hujan dan pemberian air irigasi.

Enam contoh tanah diambil dari setiap plot pada kedalaman 0-20 cm sebelum dan setelah panen. Contoh tanah kemudian dikompositkan dan diambil 0,5 kg sub-sampel untuk analisis laboratorium. Analisis contoh kimia tanah meliputi: pH-H₂O (1:2,5 w/w), C organik dengan metode Walkley and Black, N total dengan metode Kjeldahl, P total dengan ekstrak H₂SO₄, P terjerap dengan metode Blackmore, P tersedia

dengan metode Olsen, KTK dan basa-basa (K, Ca, Mg) dengan ekstrak NH₄Oac pada pH 7,0., basa-basa diukur menggunakan AAS. Sifat agronomi yang diamati meliputi: bobot kering akar ditentukan dengan metode *core sample* (Yamato, *et al.*, 2006), bobot kering tanaman, bobot biji dan serapan P. Kandungan P tanaman ditentukan dengan metode oksidasi basah dengan HNO₃ dan HClO₄, diukur dengan spectrometer (Spectronic 21 D).

Perlakuan yang dicobakan adalah: (1) kontrol, tanpa pemberian kompos (K0), (2) kompos pupuk kandang sapi (KSB0), (3) kompos pupuk kandang sapi + 2,5 ton ha⁻¹ biochar (KSB0B), (4) kompos pupuk kandang sapi + biochar (3:1) (KSB1), (5) kompos pupuk kandang sapi + biochar (1:1) (KSB2), (6) kompos biomasa *C. odorata* (KCB0), (7) kompos biomasa *C. odorata* + biochar (3:1) (KCB1), dan (8) kompos biomasa *C. odorata* + biochar (1:1) (KCB2). Percobaan dirancang dalam Rancangan Acak Kelompok dengan tiga ulangan. Data dianalisis dengan Anova dan Uji Jarak Berganda Duncan (Duncan's Multiple Range Test, DMRT) pada taraf 5%. Analisis menggunakan program Excell for Windows.

Hasil dan Pembahasan

Data pada Tabel 1 menunjukkan bahwa biochar yang digunakan dalam penelitian ini memiliki sifat alkalis dengan pH 8,7. Kompos berbahan baku pupuk kandang sapi memiliki kandungan C, N, P, K dan Ca lebih rendah dari kompos berbahan baku *C. odorata*, sedangkan kandungan Mg sebaliknya. Kandungan EXC, CAH dan CAF lebih tinggi pada kompos berbahan baku *C. odorata* dibanding kompos berbahan baku pupuk kandang. Pada setiap jenis bahan baku kompos, semakin tinggi dosis biochar sebagai bulking agent, semakin tinggi EXC, CAH dan CAF.

Tabel 1. Karakteristik biochar dan enam jenis kompos yang digunakan dalam penelitian

Karakter	Biochar	Kompos					
		KSB0	KSB1	KSB2	KCB0	KCB1	KCB2
pH H ₂ O	8,7	7,6	7,6	7,7	7,4	7,5	7,4
C-organik (%)	28,6	16,23	17,28	20,74	23,84	24,01	25,76
N-total (%)	0,78	1,78	1,50	1,43	2,61	2,33	1,89
P (%)	0,21	0,22	0,24	0,27	0,59	0,56	0,52
Rasio C:N	36,7	9,1	11,6	14,5	9,0	10,4	13,6
Rasio C:P	136,2	73,78	72,0	75,3	40,4	42,9	48,6
K (%)	0,82	0,86	0,93	0,98	1,83	1,51	1,32
Ca (%)	0,79	0,80	0,85	0,88	1,90	1,58	1,41
Mg (%)	0,76	0,77	0,81	0,84	0,71	0,78	0,81
EXC (%)	-	6,89	7,23	8,21	10,9	11,42	13,64
CAH (%)	-	5,47	5,56	5,59	8,76	8,79	9,27
CAF (%)	-	1,42	1,67	2,62	2,14	2,63	4,37

Keterangan : EXC (total C ekstrak alkali), CAH (C asam humat), CAF (C asam fulvat).

Pengaruh perlakuan terhadap C organik, pH, kation basa, dan KTK tanah

Pengaruh perlakuan kompos biochar terhadap kandungan C-organik, pH, kation-kation basa, dan KTK tanah disajikan pada Tabel 2 dan Tabel 3. Aplikasi tujuh perlakuan kompos meningkatkan C-organik tanah pada MT I dan MT II; namun tidak terdapat perbedaan kandungan C-organik yang nyata antara perlakuan kompos tanpa biochar dengan kompos biochar baik pada kompos berbahan baku pupuk kandang ataupun pada kompos berbahan baku *C.odorata*.

Kompos dan kompos biochar yang digunakan mengandung C-organik 16% - 26%. Berbeda dengan bahan organik segar yang mudah terdekomposisi, kompos adalah hasil akhir dari proses dekomposisi bahan organik yang relatif stabil sehingga laju dekomposisi selanjutnya relatif lambat. Demikian pula biochar yang digunakan sebagai *bulking agent* atau campuran bahan kompos, mengandung C-organik dengan struktur aromatik yang *recalcitrant* (Lehmann *et al.*, 2006). Oleh karena dekomposisinya berjalan lambat sehingga pemberian kompos atau

kompos biochar dapat meningkatkan C organik tanah hingga MT II. Sejalan dengan hasil penelitian ini, Sukartono *et al.* (2011) pada penelitian pemberian biochar tempurung kelapa dan biochar pupuk kandang sapi sebagai pembenah tanah pada pertanaman jagung melaporkan terjadi peningkatan kandungan C organik tanah yang diberi bahan pembenah tanah tersebut hingga MT III.

Pemberian kompos biochar tidak berpengaruh nyata terhadap pH tanah Calcarosol. Berbeda dengan pada tanah masam, di mana sejumlah penelitian pemberian biochar terbukti mampu meningkatkan pH tanah, pada penelitian di tanah Calcarosol ini pemberian kompos biochar tidak berpengaruh secara nyata terhadap pH tanah. Rataan pH kompos biochar yang digunakan adalah 7,5 dan relatif sama dengan pH tanah yaitu 7,4 sehingga pemberian kompos biochar tidak berpengaruh terhadap perubahan pH tanah.

Aplikasi ketujuh perlakuan kompos memberikan pengaruh bervariasi terhadap kandungan basa-basa, yaitu meningkatkan kandungan K-dd, dan Mg-dd pada MT I dan MT II; namun tidak mempengaruhi kandungan Ca-dd. Respon perubahan basa-basa tanah

selain dipengaruhi oleh kandungan basa-basa tersebut dalam kompos, juga kandungan basa-basa dalam tanah. Status kalium dan magnesium tanah adalah sedang sehingga dapat meningkat dengan

pemberian kompos yang mengandung K dan Mg relatif tinggi, namun sebaliknya status kalsium tanah adalah tinggi sehingga tidak dipengaruhi secara nyata oleh pemberian kompos biochar.

Tabel 2. Pengaruh perlakuan terhadap sifat kimia tanah pada akhir MT I.

Perlakuan macam kompos	C-org (%)	pH	K(cmol kg ⁻¹).....	Ca	Mg	KTK
Tanpa kompos (K0)	1,68a	7,44a	0,33a	11,05a	1,20a	12,59a
Pupuk kandang sapi (KSB0).	1,79b	7,48a	0,39b	11,16a	1,42b	14,73b
Pupuk kandang sapi + 2,5 t ha ⁻¹ biochar (KSB0B)	1,79b	7,53a	0,39b	11,17a	1,43b	15,12bc
Pupuk kandang sapi + biochar (3:1) (KSB1)	1,80b	7,58a	0,39b	11,17a	1,44b	16,18bc
Pupuk kandang sapi + biochar (1:1) (KSB2)	1,81b	7,58a	0,40b	11,19a	1,47b	15,33bc
Biomasa <i>C.odorata</i> (KCB0)	1,79b	7,44a	0,45c	11,33a	1,40b	15,64bc
Biomasa <i>C.odorata</i> + biochar (3:1) (KCB1)	1,81b	7,45a	0,42bc	11,28a	1,42b	16,27bc
Biomasa <i>C.odorata</i> + biochar (1:1) (KCB2).	1,82b	7,44a	0,41b	11,25a	1,43b	16,75c

Tabel 3. Pengaruh perlakuan terhadap sifat kimia tanah pada akhir MT II.

Perlakuan macam kompos	C-org (%)	pH	K(cmol kg ⁻¹).....	Ca	Mg	KTK
Tanpa kompos (K0)	1,64a	7,45a	0,33a	11,03a	1,20a	11,62a
Pupuk kandang sapi (KSB0).	1,76b	7,49a	0,37b	11,14a	1,41b	13,69b
Pupuk kandang sapi + 2,5 t ha ⁻¹ biochar (KSB0B)	1,77b	7,52a	0,38b	11,13a	1,42b	14,42bc
Pupuk kandang sapi + biochar (3:1) (KSB1)	1,80b	7,57a	0,38b	11,14a	1,42b	16,29c
Pupuk kandang sapi + biochar (1:1) (KSB2)	1,80b	7,59a	0,39b	11,16a	1,46b	14,62bc
Biomasa <i>C.odorata</i> (KCB0)	1,76b	7,45a	0,44c	11,31a	1,40b	14,57bc
Biomasa <i>C.odorata</i> + biochar (3:1) (KCB1)	1,79b	7,45a	0,41bc	11,24a	1,40b	15,54bc
Biomasa <i>C.odorata</i> + biochar (1:1) (KCB2).	1,81b	7,46a	0,39b	11,21a	1,41b	16,64c

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama dalam kolom tidak berbeda nyata (p=0,05)

Penggunaan ketujuh macam kompos sebagai pembenah tanah Calcarosol dapat meningkatkan KTK tanah pada MT I dan MT II. Peningkatan KTK tanah juga lebih tinggi pada pemberian kompos berbahan baku *C.odorata* dibanding kompos berbahan baku pupuk kandang, dan penggunaan kompos *C.odorata*+biochar dibanding kompos *C.odorata* tanpa biochar. Peningkatan KTK tersebut diduga berasal dari oksidasi gugus karboksil dan fenolik yang terdapat pada kompos dan kompos biochar.

Pengaruh perlakuan terhadap N total, P terjerap, P tersedia tanah, dan serapan P tanaman

Pengaruh perlakuan kompos terhadap N total, P terjerap dan P tersedia

tanah serta serapan P tanaman disajikan pada Tabel 4 dan Tabel 5. Pemberian ketujuh macam kompos sebagai pembenah tanah Calcarosol dapat meningkatkan N total tanah pada MT I dan MT II. Peningkatan N total juga lebih tinggi pada kompos yang ditambahkan 50% biochar sebagai *bulking agent* (perlakuan KSB2 dan KCB2) pada MT II.

Seperti dijelaskan sebelumnya bahwa pemberian kompos dan kompos biochar berpengaruh terhadap peningkatan KTK tanah. Peningkatan KTK tersebut berdampak terhadap pengurangan kehilangan N yang diawali dari pengurangan laju transformasi N-NH₄⁺ menjadi N-NO₃⁻ (Widowati *et al.*, 2011) sehingga mengurangi pencucian N-NO₃⁻ dan berpengaruh terhadap peningkatan kandungan N tanah.

Tabel 4. Pengaruh perlakuan terhadap kandungan N total, P terjerap, P tersedia tanah dan serapan P tanaman pada akhir MT I

Perlakuan macam kompos	N total (%)	P tjrj(mg kg ⁻¹).....	P tsd	Srpn P (kg ha ⁻¹)
Tanpa kompos (K0)	0,11a	206,16d	8,63a	6,58a
Pupuk kandang sapi (KSB0).	0,13b	195,15c	12,39b	13,32b
Pupuk kandang sapi + 2,5 t ha ⁻¹ biochar (KSB0B)	0,13b	195,72c	12,70b	13,67b
Pupuk kandang sapi + biochar (3:1) (KSB1)	0,14b	191,16b	13,75b	14,32bc
Pupuk kandang sapi + biochar (1:1) (KSB2)	0,13b	195,97c	12,20b	13,22b
Biomasa <i>C.odorata</i> (KCB0)	0,13b	189,34b	15,33c	15,00bc
Biomasa <i>C.odorata</i> + biochar (3:1) (KCB1)	0,14b	187,25ab	16,61c	16,12cd
Biomasa <i>C.odorata</i> + biochar (1:1) (KCB2).	0,14b	182,14a	18,36d	17,23d

Tabel 5. Pengaruh perlakuan terhadap kandungan N total, P terjerap, P tersedia tanah dan serapan P tanaman pada akhir MT II

Perlakuan macam kompos	N total (%)	P tjrj(mg kg ⁻¹).....	P tsd	Srpn P (kg ha ⁻¹)
Tanpa kompos (K0)	0,11a	207,13d	8,27a	2,77a
Pupuk kandang sapi (KSB0).	0,13b	198,33c	12,13b	6,57b
Pupuk kandang sapi + 2,5 t ha ⁻¹ biochar (KSB0B)	0,13b	197,59bc	12,33b	6,62b
Pupuk kandang sapi + biochar (3:1) (KSB1)	0,15c	194,88bc	13,28bc	6,94b
Pupuk kandang sapi + biochar (1:1) (KSB2)	0,13b	199,27c	11,82b	6,45b
Biomasa <i>C.odorata</i> (KCB0)	0,13b	192,14bc	14,41cd	7,00bc
Biomasa <i>C.odorata</i> + biochar (3:1) (KCB1)	0,14bc	190,56b	15,74d	7,69cd
Biomasa <i>C.odorata</i> + biochar (1:1) (KCB2).	0,15c	183,00a	18,27e	7,82d

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama dalam kolom tidak berbeda nyata ($p=0,05$); tjrj = terjerap; tsd = tersedia

Dari aspek kandungan hara N pada setiap bahan kompos, perlakuan kompos yang menggunakan biochar sebagai *bulking agent* memiliki kandungan nitrogen lebih rendah dari kompos tanpa biochar. Kandungan N pada perlakuan KSB2 adalah 133 kg N ha⁻¹ dan lebih rendah dari kandungan N pada perlakuan KSB0 yaitu 178 kg N ha⁻¹, demikian pula kandungan N pada perlakuan KCB2 adalah 189 kg N ha⁻¹ dan lebih rendah dari kandungan N pada perlakuan KCB0, yaitu 261 kg N ha⁻¹. Namun demikian pada akhir MT II kandungan nitrogen tanah pada perlakuan KSB2 dan KCB2 masing-masing adalah 0,15% dan nilai ini nyata lebih tinggi dari kandungan N pada kompos tanpa biochar (perlakuan KSB0 dan KCB0) yaitu 0,13%. Hasil ini menunjukkan lebih rendahnya pencucian N-NH₄⁺ karena peningkatan KTK pada kompos yang diberi biochar. Sejalan

dengan hasil penelitian ini, Liang *et al.* (2007), dan Masulili *et al.* (2011) melaporkan bahwa pemberian biochar sebagai bahan pembenah tanah dapat meningkatkan KTK tanah, sehingga mengurangi pencucian N-NH₄⁺ (Sukartono *et al.*, 2011).

Pemberian tujuh perlakuan kompos berpengaruh nyata terhadap penurunan P terjerap, peningkatan P tersedia, dan peningkatan serapan P tanaman jagung pada MT I dan MT II. Penurunan jerapan P, peningkatan ketersediaan P, dan peningkatan serapan P lebih tinggi pada pemberian kompos berbahan baku *C.odorata* dibanding kompos berbahan baku pupuk kandang, dan penggunaan kompos *C.odorata*+ biochar dibanding kompos *C.odorata* tanpa biochar.

Dari aspek kandungan hara P pada setiap bahan kompos, perlakuan KCB2 mengandung 119 kg P₂O₅ ha⁻¹ dan nilai

ini lebih rendah dari kandungan P pada perlakuan KCB0, yaitu 135 kg P₂O₅ ha⁻¹. Namun demikian pada MT I, konsentrasi P tersedia dan serapan P pada tanah yang diberi perlakuan KCB2 masing-masing adalah 18,36 g kg⁻¹ dan 17,23 kg ha⁻¹ dan nyata lebih tinggi dari P tersedia dan serapan P pada tanah yang diberi perlakuan KCB0, yaitu 15,33 g kg⁻¹ dan 15,00 kg ha⁻¹. Perbedaan ini berlanjut hingga MT II, menunjukkan efektivitas perlakuan *kompos biochar* dalam meningkatkan ketersediaan P dan

serapan P tanaman. Data pada Tabel 4 juga menunjukkan bahwa pada MT I, tanah yang diberi perlakuan KCB2 menghasilkan serapan P tertinggi yaitu 17,23 kg ha⁻¹, yang berarti nyata lebih tinggi dari kontrol dan perlakuan lainnya, kecuali perlakuan KCB1. Perbedaan tersebut masih berlanjut hingga MT II, menunjukkan efektivitas pengaruh perlakuan KCB2 dalam meningkatkan ketersediaan P dan serapan P tanaman jagung.

Tabel 6. Pengaruh perlakuan terhadap bobot kering akar, biomasa dan hasil tanaman jagung pada MT I

Perlakuan macam kompos	BK akar	BK tnm 50HST	BK tnm 100HST	Bobot tongkol	Bobot biji	Total biomas
	(mg 100cm ⁻³)ton ha ⁻¹				
Tanpa kompos (K0)	53,75a	2,47a	4,25a	4,59a	1,97a	8,83a
Pupuk kandang sapi (KSB0)	120,82b	3,91b	6,62b	8,00b	3,72b	14,62b
Pupuk kandang sapi + 2,5 t ha ⁻¹ biochar (KSB0B)	120,62b	3,92b	6,66b	8,35bc	3,86bc	15,01b
Pupuk kandang sapi + biochar (3:1) (KSB1)	124,29b	4,02b	6,80b	8,69c	4,04c	15,49b
Pupuk kandang sapi + biochar (1:1) (KSB2)	121,19b	3,93b	6,66b	8,43bc	3,90bc	15,09b
Biomasa <i>C.odorata</i> (KCB0)	139,62c	4,37c	7,17b	9,41d	4,39d	16,59c
Biomasa <i>C.odorata</i> + biochar (3:1) (KCB1)	144,52cd	4,50cd	7,54c	9,66d	4,54de	17,20cd
Biomasa <i>C.odorata</i> + biochar (1:1) (KCB2)	151,87 d	4,78 d	7,89c	10,36e	4,82e	18,22d

Tabel 7. Pengaruh perlakuan terhadap bobot kering akar, biomasa dan hasil tanaman jagung pada MT II

Perlakuan macam kompos	BK akar	BK tnm 50HST	BK tnm 100HST	Bobot tongkol	Bobot biji	Total biomas
	(mg 100cm ⁻³)ton ha ⁻¹				
Tanpa kompos (K0)	18,56a	1,02a	1,70a	1,69a	0,68a	3,40a
Pupuk kandang sapi (KSB0)	59,25b	1,85b	3,08b	4,18b	1,85b	7,27b
Pupuk kandang sapi + 2,5 t ha ⁻¹ biochar (KSB0B)	57,95b	1,92bc	3,20b	4,22b	1,86b	7,42b
Pupuk kandang sapi + biochar (3:1) (KSB1)	61,44bc	1,92bc	3,19b	4,45bc	1,97bc	7,64b
Pupuk kandang sapi + biochar (1:1) (KSB2)	58,82b	1,99bc	3,29b	4,25b	1,88b	7,54b
Biomasa <i>C.odorata</i> (KCB0)	65,70cd	2,03c	3,42bc	4,51bc	2,01bc	7,93bc
Biomasa <i>C.odorata</i> + biochar (3:1) (KCB1)	69,60de	2,20d	3,64c	4,87cd	2,19cd	8,51cd
Biomasa <i>C.odorata</i> + biochar (1:1) (KCB2)	72,67e	2,22d	3,64c	5,20d	2,31d	8,85d

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama dalam kolom tidak berbeda nyata (p=0,05)

Pertumbuhan dan hasil jagung

Pemberian ketujuh macam kompos sebagai pembenah tanah Calcarosol meningkatkan secara nyata bobot kering akar, bobot biomasa, dan hasil biji jagung pada MT I dan MT II (Tabel 6 dan Tabel 7). Peningkatan komponen pertumbuhan tanaman juga lebih baik pada pemberian kompos berbahan baku *C.odorata* dibanding kompos berbahan baku pupuk kandang dan penggunaan kompos *C.odorata*+biochar dibanding kompos *C.odorata* tanpa biochar.

Perbaiki kondisi fisiko-kimia dan biologi tanah karena pemberian kompos dan kompos biochar berpengaruh positif terhadap perkembangan akar, serapan hara, pertumbuhan dan hasil tanaman. Perbaiki sifat fisik tanah merangsang perkembangan akar yang tercermin dari rataan peningkatan bobot kering akar sebesar 145% pada perlakuan kompos dibanding kontrol, sebesar 19% pada perlakuan kompos *C.odorata* dibanding kompos pupuk kandang, dan sebesar 6% pada perlakuan kompos *C.odorata*+biochar dibanding kompos *C.odorata*. Perkembangan akar yang semakin baik akan memperbesar peluang akar tanaman untuk menyerap air dan hara yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman dan pembentukan biji.

Dari aspek serapan P (Tabel 4 dan Tabel 5), hasil biomasa dan hasil biji, baik pada MT I (Tabel 6) ataupun MT II (Tabel 7), perlakuan KCB2 memberikan hasil yang lebih baik dari kontrol dan perlakuan lainnya. Data menunjukkan bahwa pada MT I, tanah yang diberi perlakuan KCB2 menghasilkan serapan P 17,23 kg ha⁻¹, biomasa kering, 18,65 ton ha⁻¹, dan hasil biji 4,82 ton ha⁻¹ yang berarti nyata lebih tinggi dari perlakuan lainnya, kecuali perlakuan KCB1. Perbedaan tersebut masih berlanjut hingga MT II, menunjukkan efektivitas pengaruh perlakuan KCB2 dalam meningkatkan ketersediaan P dan serapan P yang berpengaruh selanjutnya

terhadap bobot biomasa dan hasil biji tanaman.

Terdapat perbedaan yang nyata antara data biomasa dan hasil biji tanaman jagung pada MT I dan MT II yang dipengaruhi oleh penggunaan varietas jagung yang berbeda. Pada MT I digunakan varietas Hybrid BISI-16 yang memiliki potensi hasil 9 ton ha⁻¹, sedangkan pada MT II digunakan varietas lokal Madura yang memiliki potensi hasil lebih rendah (3 ton ha⁻¹). Pemilihan penggunaan varietas jagung Madura pada MT II disesuaikan dengan kondisi curah hujan yang terbatas karena telah memasuki awal musim kemarau.

Kesimpulan

Aplikasi kompos biochar sebagai pembenah tanah Calcarosol berpengaruh nyata terhadap peningkatan C-organik, KTK, N total, K-dd, Mg-dd, P tersedia, penurunan P terjerap, peningkatan serapan P, peningkatan bobot kering akar, bobot kering tanaman, dan hasil biji jagung. Peningkatan serapan P dan hasil biji tertinggi diperoleh pada perlakuan KCB2, yaitu meningkat masing-masing sebesar 162% dan 145% dibanding kontrol pada MT I dan sebesar 182% dan 240% dibanding kontrol pada MT II, menunjukkan efektivitas pengaruh perlakuan kompos biochar terhadap serapan P dan hasil jagung pada tanah Calcarosol.

Ucapan terima kasih

Penelitian ini dibiayai oleh Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia melalui program BPPDN.

Daftar Pustaka

Chan, K.Y., L. Van Zwieten., I. Mescaros., A. Downie, and S. Joseph. 2007. Agronomic values of green waste biochars as a soil

- amandements. Australian journal of soil research, 45, 629-634.
- Chan, K.Y., L. Van Zwieten., I. Mescaros., A. Downie, and S. Joseph. 2008. Using poultry litter biochars as soil amadements. Australian journal of soil research, 46, 437-444.
- Chan, K.Y., and Z. H. Xu. 2009. Biochar-nutrient properties and their enhancement. In: Biochar for environmental management: Science and technology (Eds. Lehmann, J. and S. Joseph). Earthscan.
- Dias, B.O., Silva, C. A., Higashikawa, F.S., Roig, A., and Sanchez-Monedero, M.A. 2010. Use of biochar as bulking agent for the composting of poultry manure: Effect on organic matter degradation and humification. Biore-source technology, 101, 1239-1246.
- Hockaday W.C., A.M. Grannas., S. Kim. and P. G. Hatcher. 2006. Direct molecular evidence for the degradation and mobility of black carbon in soils from ultrahigh-resolution mass spectral analysis of dissolved organic matter from a fire-impacted forest soil. Organic Geochemistry, 37, 501-510
- Islami, T., Guritno, B., Basuki, N., and Suryanto, A. 2011. Biochar for sustaining productivity of cassava based cropping system in the degraded lands of East Java, Indonesia. J. Tropical agriculture, 49 (1-2), 40-46.
- Lehmann, J., Gaunt. J. and Rondon M., 2006. Bio-char sequestration in terrestrial ecosystem. A review, mitigation and adaptation strategies for global change, 11, 403-427.
- Lehmann, J. 2007. Bio-energy in the black. Front ecology environment, (5): 381-387.
- Liang, B., Lehmann. J., Kinyangi, D., Grossman, J., O'Neill, B., Skjemstad, J.O., Thies, J., Luizao, F.J., Peterson, J., Neves. E. G. 2006. Black carbon increases cation exchange capacity in soils. Soil science society of American journal, 70, 1719-1730.
- Masulili, A., Utomo. W.H., Syekh-fani. 2010. Rice husk biochar for rice based cropping system in acis soil 1. The characteristics of rice husk biocha and its influence on the properties of acid sulfate soils and rice growth in West Kalimantan, Indonesia. Journal or agriculture science (Canada), 2(1), 39-47.
- Mikan, C. J., and Abrams, M. D. 1995. Altered forest composition and soil properties of historic charcoal hearths in southeastern Pennsylvania. Canadian Journal of Forest research, 25, 687-696
- Sánchez-Monedero, M.A., Roig, A., Martínez-Pardo, C., Cegarra, J., and Paredes, C. 1996. A microanalysis method for determining total organic carbon in extracts of humic substances. Relationships between total organic carbon and oxidable carbon. Biore-source technology, 57, 291-295.
- Soil Survey Staff. 1998. Keys to Soil Taxonomy. United States Department of Agriculture. Natural Resources Conservation Service. 8th ed., Washington D.C., 328p.
- Steinbeiss, S., G. Gleixner. and M. Antonietti. 2009. Effect of biochar amendment on soil carbon balance and soil microbial activity. Biology & Biochemistry, 41, 1301-1310

- Stevenson, F. F. 1994. Humus chemistry. Genesis, composition, reaction. 2nd ed. John Wiley & Sons. Inc. New York., 496p.
- Sukartono., Utomo, W.H., Nugroho, W.H. and Kusuma, Z. 2011. Simple biochar production generated from cattle dung and coconut shell. J. Basis. Appl. Sci. Res., 1(10), 1680-1685.
- Sukartono., Utomo, W.H., Kusuma, Z., and Nugroho, W.H. 2011. Soil fertility status, nutrient uptake, and maize (*Zea mays* L.) yield following biochar and cattle manure application on sandy soils of Lombok, Indonesia. J. Tropical agriculture, 49 (1-2), 47-52.
- Trompowsky, P.M., Benites, V.M., Madari, B.E., Pimenta, A.S., Hockaday, W.C., and Hatcher, P.G. 2005. Characterization of humic-like substances obtained by chemical oxidation of eucalyptus charcoal. Organic geochemistry, 36, 1480–1489.
- Van Zwieten, L., Kimber, S., Morris, S., Chan, K.Y., Downie, A., Rust, J., Joseph, S. And Cowie, A. 2010. Effects of biochar from slow pyrolysis of papermill waste on agronomic performance and soil fertility. Plant and soil, 327, 235-246.
- Warnock, D., Lehmann, J., Kuyper T.W. and Rillig M.C. (2007). Mycorrhizal responses to biochar in soil-concepts and mechanism. Plant soil, 300, 9-20.
- Widowati., Utomo, W. H., Soehono, L. A., and Guritno, B. 2011. The effect of biochar on the release and loss of nitrogen from urea fertilization. Journal of Agricultural and Food Technology, 1, 127-132
- Widowati., Utomo, W. H., Guritno, B., and Soehono, L. A. 2012. Effect of biochar on growth and N fertilizer requirement of maize (*Zea mays* L.) in green house experiment. Journal of Agricultural Science (Canada), 5, 255-262
- Yamato, M., Okimori, Y., Wibowo, I.F., Anshiori, S., Ogawa, M., 2006. Effects of the application of charred bark of *Accacia mangium* on the yield of mize, cowpea and peanut, and soil chemical properties in South Sumatera, Indonesia. Soil science and plant nutrition, 52, 489-495.