

PEMANFAATAN KOMPOS DAN BIOCHAR SEBAGAI BAHAN PEMBENAH TANAH LAHAN BEKAS PENAMBANGAN BATU APUNG DI PULAU LOMBOK

Sukartono, Suwardji, dan Ridwan
Jurusan Ilmu Tanah

Abstrak

Meluasnya aktifitas penambangan batu apung di Pulau Lombok berpengaruh terhadap penurunan kualitas tanah, yang diindikasikan oleh rusaknya struktur tanah, rendahnya status hara N, P dan K, menurunnya kandungan bahan organik tanah dan keragaman hayati. Tanah yang telah terdegradasi ini membutuhkan pembenahan secara khusus. Pembenah organik yakni kompos dan biochar merupakan bahan pembenah yang potensial dalam memperbaiki kesuburan tanah terdegradasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh pemberian kompos dan biochar terhadap perbaikan sifat fisik dan kimia tanah dari lahan bekas penambangan batu apung. Percobaan dilaksanakan di rumah kaca dan laboratorium Tanah, Fakultas Pertanian Universitas Mataram, sejak bulan September sampai Desember 2014, menggunakan rancangan acak lengkap dengan pola faktorial. Faktor pertama adalah jenis pembenah organik yakni kompos (P1), biochar (P2) dan campuran kompos dan biochar (P3). Faktor kedua adalah takaran pembenah yakni 200 g/10 kg tanah (B1) dan 600 g/10 kg tanah (B2). Perlakuan tersebut ditata secara faktorial dan masing-masing kombinasi perlakuan diulang tiga kali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian pembenah organik berpengaruh terhadap peningkatan C-organik tanah. Tanah yang diperlakukan dengan biochar memiliki nilai C-organik yang lebih tinggi dari pada pembenah lainnya. Takaran pembenah organik juga berpengaruh nyata terhadap pH, C-organik dan KTK. Meskipun demikian, tidak ada interaksi antara jenis dan takaran bahan pembenah terhadap variable tanah dan tanaman. Pemberian biochar relatif lebih mampu meningkatkan kemampuan tanah menahan air dibandingkan dengan kompos dan campuran kompos dan biochar.

Kata kunci: kompos, biochar, pembenah tanah, penambangan batu apung

Abstract

Widespread of pumice stone mining in Lombok caused severe soil degradation including soil structure deterioration, declining of major nutrients in particular N,P and K, loss of soil organic matter and soil biodiversity. Compost and biochar are potential organic amendments to remediate degraded soils. This study was conducted to evaluate effect of compost and biochar on improving soil properties of degraded pumice stone mining land. A glass house and laboratory experiment using soil sample from degraded land of norther Lombok was conducted in Faculty of Agriculture, University of Mataram commencing from September to December 2014 using a factorial of completely randomized design (CRD). The first was type of organic amendments namely compost (P1), biochar (P2) and compost mixed with biochar as P3. The second factor was the concentration of organic amenment including 200g/10kg of soil (B1) and 600 g/10kg of soil (B2). The results showed that application of biochar increased soil organic-C in which the value of organic-C was significantly higher at biochar treated-soils compared to other amendmets. Application rates of organic amendemets also increased soil pH, organic-C, and CEC. There was no interaction of types of organic amendmets against its rates observed at soil and agronomic variables. Thus, biocha applied in degraded soil of pumice mining land could also improved soil water holding capacity.

Key words: compost, biochar, organic amendment, pumice mining

PENDHAULUAN

Latar Belakang

Salah satu pemanfaatan lahan yang berpengaruh terhadap penurunan daya dukung dan kelestarian lingkungan di lahan perkebunan Pulau Lombok adalah telah meluasnya aktifitas penambangan batu apung. Kegiatan ini telah berlangsung cukup lama di beberapa kawasan Pulau Lombok yakni pesisir utara (Gangga, Kayangan dan Bayan), kawasan Lombok Tengah bagian utara (Pringgerata, Batu Kliang dan Kopang) dan kawasan pesisir timur Lombok Timur (Labuhan Haji, Sukamulia, Masbagik, Aikmel dan Terara) (Puslisda, 2007).

Puslisda (2007) melaporkan telah terjadi penurunan kualitas tanah akibat aktivitas penambangan batu apung yang ditandai oleh rusaknya struktur dan agregat tanah sehingga tanah pada musim hujan sangat rentan terhadap erosi. Fenomena ini berimplikasi terhadap penurunan kesuburan tanah akibat meningkatnya kehilangan lapisan tanah atas (top soil, pencucian hara seperti N, P, K dan hara lain, hilangnya kandungan bahan organik tanah dan tentu pada gilirannya berimplikasi terhadap menurunnya keragaman hayati tanah (*soil biodiversity*). Kerusakan sifat tanah seperti ini akan berdampak menurunkan fungsi lahan pertanian sehingga dapat dipastikan produktivitas tanaman akan terus menurun bahkan akan menjadi tanah yang tidak produktif lagi. Kondisi seperti ini tidak dapat dibiarkan begitu saja tetapi memerlukan intervensi pengelolaan khusus dan cermat agar lahan tersebut dapat berfungsi kembali sebagai lahan pertanian produktif. Bila lahan itu tidak segera direklamasi maka dikhawatirkan lapisan olah tanah akan hilang dalam beberapa tahun saja.

Kompos sebagai bahan pembenah organik yang merupakan hasil pelapukan residu tanaman atau limbah organik lainnya mempunyai potensi efektif dalam perbaikan sifat tanah baik struktur tanah, aerasi, penyediaan hara dan habitat biologis dan peningkatan kemampuan tanah menahan air. Kemampuan kompos dalam mengurangi kepadatan tanah lempung (*clay soils*) dan meningkatkan kemampuan tanah berpasir untuk menahan air sudah tidak diragukan lagi. Selain itu kompos dapat berfungsi sebagai stimulan untuk meningkatkan kesehatan akar tanaman. Hal ini dimungkinkan karena kompos mampu menyediakan makanan untuk mikroorganisme yang menjaga kesehatan tanah. Selain itu dari proses konsumsi mikroorganisme tersebut menghasilkan nitrogen dan fosfor secara alami (Isroi, 2008).

Biochar merupakan arang hitam hasil dari proses pemanasan biomassa organik pada keadaan oksigen terbatas (Lehmann, 2007). Biochar dapat digunakan sebagai salah satu alternatif untuk memulihkan dan meningkatkan kualitas kesuburan tanah terdegradasi

atau lahan kritis. Pemanfaatan biochar saat ini sedang menjadi perhatian para ilmuwan tanah dan lingkungan dunia (Lehmann *et al.*, 2006; Lehmann, 2007). Lebih lanjut, Sohi *et al.* (2009) menyatakan bahwa biochar dapat menyediakan habitat yang disukai mikroba. Biochar dapat menjaga keseimbangan karbon (C) dan nitrogen (N) dalam tanah untuk jangka waktu yang panjang. Kemampuan biochar dalam mengadsorpsi kation lebih besar dibandingkan dengan bahan organik biasa (Cheng *et al.*, 2008) bahkan kehadiran biochar dalam tanah dapat meningkatkan pH, ketersediaan P, N, dan KTK. Dengan demikian maka aplikasi biochar dalam jangka tertentu dapat berpengaruh positif terhadap perbaikan status hara di dalam tanah.

Mengacu pada beberapa kelebihan kompos dan biochar tersebut, maka perpaduan dari kedua bahan pembenah tanah tersebut diyakini mampu berperan mengembalikan kesuburan tanah terdegradasi. Dengan penambahan kompos dan biochar secara bersama-sama pada tanah diharapkan akan lebih efektif dalam perbaikan sifat-sifat tanah. Penelitian ini berorientasi pada kajian tentang pemanfaatan kompos dan biochar sebagai bahan pembenah tanah bekas penambangan batu apung”.

Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian kompos dan biochar terhadap perbaikan beberapa sifat fisik dan kimia tanah bekas penambangan batu apung.

Hipotesis

H0: Pemberian kompos dan biochar tidak berpengaruh terhadap perbaikan sifat tanah bekas penambangan batu apung.

H1: Pemberian kompos dan biochar berpengaruh terhadap perbaikan sifat tanah bekas penambangan batu apung.

METODOLOGI PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Percobaan faktorial dilakukan di Rumah Kaca di Fakultas Pertanian Universitas Mataram. Analisis sifat tanah dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Mataram. Penelitian berlangsung sejak bulan September sampai dengan Desember 2014.

Bahan dan Alat Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam percobaan ini adalah benih selada tanah varietas lokal, biochar, kompos, kertas label, staples, plastik, bahan analisis tanah, aquades, dan air.

Alat-alat yang digunakan dalam percobaan ini adalah cangkul, sekop, pH meter, ember, alat penugal, semprotan, botol plastik film, pipet, pinset,

alat penggojok, timbangan, destilator, kompor listrik, labu didih, gelas kimia, ayakan 5 mm, ayakan 2 mm, ayakan 0.5 mm, jangka sorong, penggaris, dan alat tulis menulis.

Pelaksanaan Percobaan

Percobaan Rumah Kaca ditata menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan pola Faktorial. Percobaan terdiri atas dua factor yaitu jenis bahan pembenah organik dan takaran pemberiannya. Jenis bahan pembenah tanah terdiri atas tiga aras yaitu:

P1 : kompos

P2 : biochar

P3 : campuran kompos dan biochar (poschar) dengan nisbah perbandingan 1:1

Sedangkan takaran pemberian bahan pembenah terdiri atas dua aras yaitu:

B1: 200 g bahan pembenah / 10 kg tanah setara dengan 40 ton/ha

B2: 600 g bahan pembenah / 10 kg tanah setara dengan 120 ton/ha

Kedua faktor di atas dikombinasikan sehingga terdapat 6 perlakuan kombinasi (Tabel 1). Masing-masing perlakuan diulang 3 kali sehingga diperoleh 18 unit percobaan. Sebagai pembanding terhadap tanah tanpa pemberian bahan pembenah maka dalam percobaan ini dibuatkan kontrol (P0) sebanyak 3 ulangan. Proses inkubasi berlangsung selama 30 hari.

Tabel 1. Perlakuan yang diuji dalam percobaan

No.	Kode Perlakuan	Deskripsi Perlakuan
1	P1B1	Kompos (200 g / 10 kg tanah)
2	P1B2	Kompos (600 g / 10 kg tanah)
3	P2B1	Biochar (200 g / 10 kg tanah)
4	P2B2	Biochar (600 g / 10 kg tanah)
5	P3B1	Campuran kompos dan biochar (200 g / 10 kg tanah)
6	P3B2	Campuran kompos dan biochar (600 g / 10 kg tanah)
7	P0 ¹	Tanpa bahan pembenah-sebagai kontrol

¹hanya sebagai pembanding tidak termasuk perlakuan

Pengambilan contoh tanah

Contoh tanah yang digunakan dalam percobaan ini diambil dari lahan bekas penambangan batu apung di Desa Anyar, Kecamatan Bayan, Kabupaten Lombok Utara. Sebelum pengambilan contoh tanah, dilakukan Penggunaan lahan sebelumnya adalah perkebunan jambu mente yang berumur 15 tahun. Lahan tersebut telah diterlantarkan setelah dua tahun terakhir berhenti ditambang batu apungnya sampai kedalaman lebih dari 5 meter. Pemilik lahan tersebut selama dua tahun terakhir melakukan pemulihan lahan dengan menanam ketela pohon dengan pengolahan tanah yang sangat sederhana tanpa pemberian pupuk maupun pembenah tanah dengan produktivitas yang sangat rendah.

Pengambilan contoh tanah diawali dengan menentukan titik pengambilan secara diagonal random sampling. Dari luas lahan $\pm 500 \text{ m}^2$ di pilih lima titik pengambilan dan masing-masing titik dibersihkan dari rumput, tanaman lain dan batuan. Pada setiap titik tanah diambil contoh tanah pada kedalaman 0-20cm alu dimasukkan ke dalam karung.

Contoh tanah selanjutnya dianginkan dan dicampur merata, lalu kemudian diayak dengan ayakan 5 mm untuk memisahkan dari sisa tanaman dan batu kerikil. Jumlah tanah bersih yang digunakan totalnya seberat 210 kg.

Persiapan bahan pembenah tanah

Bahan pembenah yang digunakan adalah kompos dan biochar. Kompos yang digunakan merupakan kompos siap pakai produksi lokal yang dibuat di Desa Sengkol, Kecamatan Pujut, Kabupaten

Lombok Tengah. Kompos yang digunakan berasal dari campuran kotoran sapi, daun gamal, daun lamtoro, jerami dan sekam padi yang diberi EM4. Sedangkan biochar yang digunakan adalah biochar dari campuran sabut dan tempurung kelapa yang diproduksi di Desa Sandik, Kecamatan Gunung Sari, Kabupaten Lombok Barat. Biocar dihancurkan dan diayak dengan ayakan bermata saring 0.5 mm.

Persiapan campuran kompos dan biochar

Pembenah campuran kompos dan biochar (poschar) dibuat sebagai perlakuan P3 yaitu dengan mencampurkan kedua bahan tersebut secara merata dengan rasio perbandingan 1:1.

Aplikasi kompos dan biochar

Bahan pembenah berupa kompos (P1), biochar (P2), dan poschar (P3) yang diberikan dengan takaran masing-masing pembenah berdasarkan kandungan bahan organik (BO) 2% (B1) dan 6% (B2) pada 10 kg tanah. Untuk memperoleh konsentrasi bahan pembenah mencapai 2% dan 6% maka masing-masing pembenah yang diberikan adalah 200 gr (B1) dan 600 gr (B2) per pot. Selanjutnya perlakuan ini dicampurkan dengan tanah yang kemudian dimasukkan ke dalam pot.

Inkubasi

Inkubasi pembenah tanah dilakukan selama 30 hari. Selama proses inkubasi kelembaban tanah dipertahankan sekitar kapasitas lapang (21.90 % w/w). Koreksi terhadap kadar lengas tersebut dilakukan dengan cara gravimetri yaitu menimbang tanah pot

setiap hari dan menambahkan sejumlah air untuk memenuhi status lengas kapasitas lapang. Proses ini dilakukan berulang selama 30 hari.

Penanaman selada

Penanaman selada dilakukan setelah berakhirnya 30 hari proses inkubasi. Bibit selada (*Lactuca sativa*) yang digunakan adalah bibit selada varietas lokal yang didapatkan dari petani setempat. Persemaian dilakukan dengan menyebar biji secara merata pada bak persemaian dengan media berupa campuran tanah + kompos (1:1), kemudian ditutup dengan daun pisang selama 3 hari. Bedengan persemaian diberi naungan plastik transparan. Setelah berumur 7-8 hari bibit dipindahkan ke dalam pot/polibag kecil dengan media yang sama agar memudahkan penanaman. Penyiraman dilakukan secara rutin setiap sore hari sampai menjelang panen.

Penanaman dilakukan menggunakan bibit selada yang berumur 3-4 minggu (berdaun 4-5 helai) pada media percobaan yang telah disiapkan. Penanaman sayuran selada dilakukan dengan menanam satu bibit selada ke dalam masing-masing pot dengan kedalaman 10 cm.

Penyiraman tanaman

Pemberian air pada tanaman dilakukan untuk menjaga kelembaban tanah mencapai tingkat kandungan lengas kapasitas lapang dengan cara penyiraman. Pada penyiraman pertama maka masing-masing pot ditimbang beratnya dan dicatat sebagai koreksi penambahan air pada hari berikutnya.

Proses ini dilakukan setiap hari selama fase pertumbuhan tanaman selada.

Panen

Tanaman selada dipanen pada saat tanaman telah berumur tua yaitu 60 hari setelah tanam yang dihitung dari waktu penyemaian hingga panen.

Variabel Percobaan

Parameter yang diamati mencakup beberapa sifat fisik dan kimia yang terkait dengan kesuburan tanah. Parameter tanah yang diamati dalam analisis pendahuluan ini disajikan pada Table 2, sedangkan analisis akhir terhadap parameter yang diamati pada penelitian ini dicantumkan pada Table 3.

Tabel 2. Analisis awal bahan pembenah (biochar dan kompos) dan tanah

Bahan	Jenis Analisis	Metode
Biochar	pH	pH meter
	C-organik	Walkey and Black
	KTK	Pengekstrak NH ₄ OAc
	N-total	Pengabuan basah dengan H ₂ SO ₄ dan H ₂ O ₂
Kompos	pH	pH meter
	C-organik	Walkey and Black
	KTK	Pengekstrak NH ₄ OAc
	N-total	Pengabuan basah dengan H ₂ SO ₄ dan H ₂ O ₂
Tanah	pH	pH meter
	C-organik	Walkey and Black
	KTK	Pengekstrak NH ₄ OAc
	N-total	Kjeldahl
	Kadar Lengas	Gravimetri
	Kapasitas Lapang	Gravimetri
	BV	Gravimetri
Tekstur	Pipet	

Tabel 3. Analisis akhir tanah, tanaman dan metode pengukurannya

Analisis	Parameter	Metode
Tanah	pH	pH meter
	C-organik	Walkey and Black
	KTK	Pengekstrak NH ₄ OAc
	N-total	Kjeldahl
	Kadar Lengas	Gravimetri
	Evapotranspirasi	Gravimetri
Tanaman	Barat Berangkasan Basah	-
	Barat Berangkasan Kering	-

Analisis Data

Analisis data hasil pengamatan menggunakan analisis varians pada taraf nyata 5%. Beda nyata antar perlakuan diuji lanjut dengan menggunakan beda nyata jujur (BNJ) pada taraf nyata 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Tanah

Analisis kesuburan tanah diperlukan untuk mengetahui kualitas tanah yang digunakan dalam penelitian. Karakteristik tanah yang digunakan tersebut, disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Sifat Fisik dan Kimia Tanah Sebelum Percobaan

Parameter	Metode	Satuan	Nilai
pH	pH meter	-	6.5
C-organik	Walkey and Black	%	0.18
N total	Kjeldahl	%	0.09
KTK	Pengekstrak NH ₄ OAc	me/100g	8.10
Kadar Lengas	Gravimetri	%	1.23
Kapasitas Lapang	Gravimetri	%	21.90
BV	Gravimetri	g cm ⁻³	1,16
Tekstur	Pipet		
-Pasir		%	68
-Debu		%	25
-Liat		%	7

Tabel 4. di atas menunjukkan bahwa tanah yang digunakan memiliki tingkat kesuburan yang rendah. Hal tersebut ditunjukkan oleh kandungan C organik sebesar 0,18% dan N total sebesar 0.09% yang sangat rendah disebabkan oleh rendahnya bahan organik tanah. Seperti kita ketahui bahwa kadar bahan organik merupakan sumber utama unsur C dan N di dalam tanah. Ma'shum (2005) mengemukakan bahwa 99% nitrogen di dalam tanah terkandung dalam bahan organik tanah. Hal ini menunjukkan bahwa banyak sedikitnya kandungan C dan N tanah dipengaruhi oleh jumlah bahan organik yang terdapat di dalam tanah.

Rusaknya struktur tanah oleh aktifitas penambangan batu apung juga mempengaruhi ketersediaan hara pada tanah. Kelas tekstur tanah menurut klasifikasi sistem USDA adalah lempung berpasir (*Sandy Loam*) yang menunjukkan dominasi kandungan pasir yang tinggi atau klei yang sedikit. Nilai KTK tanah awal 8,1 me/100g tergolong rendah sehingga kemampuan tanah dalam menyimpan hara juga rendah. Kapasitas tukar kation (KTK) berpengaruh terhadap ketersediaan hara bagi tanaman. Rendahnya kesuburan tanah dapat diketahui juga melalui pH tanah. pH tanah yang

digunakan memiliki nilai 6,5 tergolong bereaksi agak masam.

Karakteristik Bahan Pembenh Tanah

Karakteristik bahan pembenh yang digunakan disajikan pada Tabel 5 sebagai berikut.

Tabel 5. Beberapa sifat kimia dan kadar air bahan pembenh

Parameter	Satuan	Biochar	Kompos
pH	-	7.83	7.79
C-organik	%	11.63	10.60
N total	%	0.83	1.01
Kadar Air	%	5.43	8.51

Tabel 5 menunjukkan bahwa kandungan C-organik pada biochar lebih tinggi (11,63%) dibandingkan dengan kompos (10,60%). Namun pada kandungan N total menunjukkan sebaliknya, nilai N total pada kompos lebih tinggi yaitu 1,01 % dibandingkan biochar yang senilai 0,83 %. Perbedaan bahan dasar untuk pembuatan bahan pembenh sangat mempengaruhi kandungan hara dan ketersediaannya.

Dilihat dari nilai kemasaman kedua bahan pembenah berada pada pH agak alkalis yaitu pH biochar 7,83 dan kompos 7,79. Untuk kadar lengas menunjukkan biochar 5,43 % dan kompos 8,51 %.

Pengaruh Kompos dan Biochar terhadap Sifat Kimia Tanah

Data pengaruh jenis dan takaran bahan pembenah terhadap beberapa sifat kimia tanah disajikan dalam Tabel 6.

Tabel 6. Data Hasil Analisis ANOVA Sifat Kimia Tanah

Faktor/Perlakuan	pH		C-Organik		N Total (%)		KTK		KL (%)	
Bahan Pembenah										
P1	7.24	A	0.73	B	0.32	A	8.83	a	1.37	a
P2	7.37	A	1.49	A	0.33	A	8.73	a	1.39	a
P3	7.28	A	0.78	B	0.37	A	8.66	a	1.31	a
BNJ 5%	-		0.45	**	-		-		-	
Konsentrasi Bahan Pembenah										
B1	7.22	B	0.79	B	0.32	A	8.48	b	1.32	b
B2	7.38	A	1.20	A	0.37	A	9.00	a	1.39	a
BNJ 5%	0.14	*	0.36	*	-		0.40	*	0.06	*
P X B	Ns		ns		Ns		ns		ns	

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata; ns = *Non Significant*/tidak berbeda nyata; * = berbeda nyata; ** = sangat berbeda nyata.

Dalam penelitian ini tidak ditemukan adanya interaksi jenis bahan pembenah dengan konsentrasi bahan pembenah. Faktor tersebut masing-masing memberikan pengaruh (*simple effect*) terhadap beberapa sifat kimia tanah.

Reaksi tanah masih berada kisaran nilai netral (6,6 – 7,5). Meskipun demikian, secara keseluruhan nilai pH tanah di setiap perlakuan mengalami peningkatan setelah akhir percobaan. Perlakuan P1 menunjukkan pH tanah paling rendah (7,24) kemudian secara berurutan meningkat pada perlakuan P3 (7,28) dan nilai tertinggi ditunjukkan oleh perlakuan P2 (7,37). Hal ini membuktikan bahwa dengan menambahkan masing-masing bahan pembenah dapat memperbaiki pH tanah dari agak masam menjadi netral, meskipun nilai peningkatan tersebut tidak berbeda nyata. Sedangkan untuk data perlakuan konsentrasi bahan pembenah tersebut memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap pH tanah. Dari pH perlakuan B1 (7,22) meningkat pada perlakuan B2 (7,38). Hal ini menunjukkan bahwa meningkatnya konsentrasi bahan pembenah dalam tanah cenderung diikuti oleh meningkatnya nilai pH tanah.

Data hasil analisis keragaman (Tabel 6), menunjukkan adanya peningkatan kandungan C-organik (tanah awal 0,18%). Faktor perlakuan jenis bahan pembenah memberikan pengaruh yang sangat berbeda nyata terhadap kandungan C-organik dalam tanah. Hal ini dapat dilihat pada P1 (0,73) kemudian P3 (0,78) dan meningkat drastis pada P2 (1,49). Peningkatan kandungan C-organik pada faktor perlakuan konsentrasi bahan pembenah menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata, dilihat dari nilai tertinggi pada perlakuan B2 (1,20). Sukartono, et.al.

(2011) melaporkan adanya peningkatan kandungan C-organik tanah dan KTK setelah aplikasi biochar di tanah berpasir yang ditanami jagung di lahan kering Kabupaten Lombok Utara.

Kadar N total (Tabel 6) menunjukkan tidak ada beda nyata antara perlakuan P1 (0,32), P2 (0,33) dan P3 (0,37). Begitupun pada dosis pembenah B1 (0,32) tidak berbeda nyata dengan B2 (0,37) namun tetap terjadi peningkatan. Peningkatan kadar N dalam tanah disebabkan oleh peningkatan kandungan bahan organik dalam tanah, karena salah satu sumber N dalam tanah yaitu berasal dari bahan organik (Harjowigeno, 2007).

Berdasarkan hasil analisis keragaman (Tabel 6), pemberian kompos (P1), biochar (P2) dan campuran keduanya (poschar) (P3) memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata terhadap KTK tanah. Namun perlakuan takaran pembenah memberikan pengaruh yang berbeda nyata. Hal ini dapat dilihat dari perubahan B1 (8,48 me/100g) meningkat pada B2 (9,00 me/100g). Faktor yang mempengaruhi KTK adalah kandungan bahan organik dan kadar liat. Tanah dengan kandungan bahan organik dan kadar liat tinggi memiliki KTK lebih tinggi dibandingkan dengan tanah yang mempunyai kadar bahan organik rendah dan berpasir.

Secara keseluruhan jenis bahan pembenah (kompos, biochar dan poschar) hanya berpengaruh nyata terhadap kandungan C-organik tanah. Sedangkan konsentrasi bahan pembenah berpengaruh tidak hanya terhadap kandungan C-organik tanah tetapi juga terhadap peningkatan pH, KTK dan kadar lengas.

Stabilitas Bahan Pembenh dan Dinamika C-organik Tanah

Kualitas kesuburan tanah sangat dipengaruhi oleh stabilitas bahan organik dalam tanah. Terkait hal tersebut maka stabilitas dari bahan pembenh yang diberikan dalam tanah menjadi penting karena menentukan seberapa lama karbon yang diberikan ke dalam tanah dari pembenh dapat bertahan dan bermanfaat terhadap perbaikan sifat tanah.

Tanah yang digunakan sebagai percobaan ini merupakan tanah bekas penambangan batu apung di daerah Lombok Utara. Dilihat dari hasil analisis awal tanah tersebut memiliki kualitas kesuburan yang rendah (Tabel 4). Kandungan C-organik awal yang sangat rendah (0,18) menggambarkan miskinnya kandungan bahan organik tanah. Berdasarkan analisis keragaman (Tabel 6) diketahui bahwa faktor perlakuan jenis bahan pembenh tanah memberikan pengaruh sangat berbeda nyata terhadap C-organik tanah. Dari data tersebut diketahui bahwa perlakuan P2 (biochar) memberikan peningkatan C-organik yang signifikan yaitu 1.49 %. Sedangkan pada perlakuan P1 (Kompos) dan P3 (Poschar) berturut-turut yaitu 0.73% dan 0.78%. Hal ini menunjukkan bahwa pembenh biochar lebih baik dalam meningkatkan dan mempertahankan C-organik tanah bekas penambangan batu apung.

Sukartono, et al. (2011) mengatakan bahwa penambahan pupuk organik seperti kompos, pupuk kandang dan residu tanaman pada sistem pertanian di daerah tropis di satu sisi mampu dengan segera

menyediakan hara, akan tetapi stabilitas C-tanah bertahan relatif singkat hanya beberapa musim saja. Berbeda dengan kompos, biochar relatif stabil di alam sehingga dapat digunakan sebagai penyimpan karbon. Hal ini sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan dimana perlakuan biochar menunjukkan stabilitas C-organik yang lebih baik dibandingkan kompos dan poschar (kompos+biochar). Secara kimia dan biologis, biochar di dalam tanah bersifat rekalsitran sehingga relatif tahan terhadap perombakan mikroorganisme dibandingkan kompos dan poschar.

Berangkas Basah dan Berangkas Kering

Hasil analisis keragaman (*Anova*) menunjukkan interaksi antara faktor perlakuan jenis bahan pembenh dan konsentrasi bahan pembenh tidak berbeda nyata pada berangkas basah dan berangkas kering. Hubungan masing-masing perlakuan terhadap berangkas tanaman disajikan dalam Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Analisis Keragaman Berangkas Tanaman.

Faktor/Perlakuan	Berangkas Basah (g)	Berangkas Kering (g)
Bahan Pembenh		
P1	117.47 A	76.19 a
P2	135.88 A	99.79 a
P3	120.45 A	86.25 a
BNJ 5%	-	-
Konsentrasi Bahan Pembenh		
B1	131.25 a	88.39 a
B2	117.95 a	86.44 a
BNJ 5%	-	-
B X N	ns	Ns

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

Pertumbuhan tanaman dapat diukur melalui berat kering dan laju pertumbuhan relatifnya. Berat kering tumbuhan yang berupa biomassa total, dipandang sebagai manifestasi proses-proses metabolisme yang terjadi di dalam tubuh tumbuhan.

Dari Tabel 7, diketahui bahwa perlakuan jenis bahan pembenh tanah menunjukkan hasil tidak berbeda nyata terhadap berangkas kering. Secara matematis, nilai tertinggi ditunjukkan pada P2 (135,88 g). Demikian juga bahwa perlakuan konsentrasi bahan pembenh juga memberikan hasil

yang tidak berbeda nyata meskipun hasil cenderung tinggi pada perlakuan B1 (131,25 g).

Hasil uji lanjut BNJ (5%) menunjukkan bahwa pada tiap perlakuan tidak berbeda nyata baik pada berat berangkas basah maupun berangkas kering. Hal ini merupakan proyeksi dari keragaan pertumbuhan tanaman setelah menerima pasokan pembenh tanah. Selain itu dapat juga disebabkan oleh tidak tercukupinya hara yang dibutuhkan oleh tanaman untuk proses pertumbuhannya. Biomassa tanaman meliputi hasil fotosintesis, serapan unsur

hara dan air. Berat berangkas kering dapat menunjukkan produktivitas tanaman karena 90% hasil fotosintesis terdapat dalam bentuk berat kering (Gardner *et al.*, 1991).

Pemberian Air, Evaporasi dan Evapotranspirasi

Kebutuhan air suatu tanaman merupakan jumlah air yang digunakan tanaman untuk memenuhi kehilangan air melalui proses evapotranspirasi (ET) tanaman yang sehat, tumbuh pada sebidang lahan yang luas dengan kondisi tanah yang tidak mempunyai kendala lengas tanah dan kesuburan tanah sehingga mencapai potensi produksi pada kondisi lingkungan tumbuh yang normal.

Ketersediaan air akan mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan suatu tanaman. Percobaan ini melalui proses inkubasi selama 30 hari. Selama proses inkubasi kelembaban tanah dipertahankan sekitar kapasitas lapang dengan cara menyiram pot percobaan sesuai kadar lengas tanah. Untuk hari berikutnya pot ditimbang, selanjutnya ditambahkan air penyiraman sebanyak berkurangnya berat pot pada penyiraman pertama. Hal tersebut juga dilakukan pada saat penanaman selada (*Lactuca sativa*). Dari proses tersebut didapatkan data pemberian air selama 30 hari saat inkubasi dan saat proses pertumbuhan tanaman.

Tabel 8. Rata-rata jumlah pemberian air pada selama fase inkubasi dan selama periode pertumbuhan tanaman.

No.	Perlakuan	Rata-rata Jumlah Pemberian Air (mm)		
		Inkubasi (30 hari)	Pertumbuhan Tanaman (30 hari)	Total (60 hari)
1.	P1B1	105.61	186.78	292.39
2.	P1B2	110.33	166.19	276.51
3.	P2B1	96.65	184.18	280.84
4.	P2B2	101.37	180.70	282.07
5.	P3B1	105.61	212.45	318.06
6.	P3B2	99.01	170.59	269.60

Dari Tabel 8 diketahui bahwa pemberian air pada saat inkubasi dan penanaman sangat jauh berbeda. Pemberian air terendah saat inkubasi terjadi pada perlakuan P2B1 (96.65 mm) dan tertinggi pada perlakuan P1B2 (110.33). Sedangkan pemberian air saat proses pertumbuhan tanaman nilai terendah pada perlakuan P1B2 (166.19).

Air yang berada di permukaan tanah dapat hilang melalui beberapa cara yakni ia dapat meresap

ke dalam tanah, ada yang mengalami limpasan, dan ada yang hilang ke udara. Kehilangan tersebut dapat disebabkan karena penguapan langsung dari tanah (evaporasi), dan apabila terdapat tanaman, kehilangan lain karena penguapan melalui daun tanaman (transpirasi).

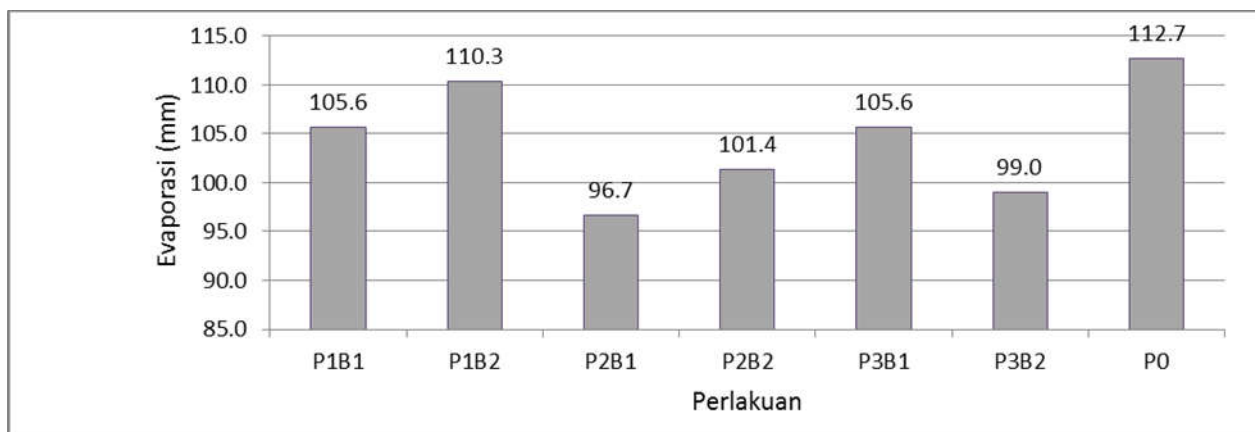
Tabel 9. Data Hasil Analisis ANOVA Pemberian air (mm)

Faktor/Perlakuan	Pemberian air periode inkubasi (30hari)	Pemberian Air Periode pertumbuhan tanaman (30 hari)	Total pemberian Air
Bahan Pemanah			
P1	107.97 a	176.48 A	284.45 a
P2	102.31 a	182.44 A	281.45 a
P3	99.01 a	191.52 A	293.83 a
BNJ 5%	-	-	-
Takaran			
B1	102.62 a	194.47 A	297.09 a
B2	103.57 a	172.49 A	276.06 a
BNJ 5%	-	-	-
B X N	ns	ns	Ns

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata; ns = *Non Significant*/Tidak Berbeda Nyata.

Data hasil analisis keragaman (Table 9) menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata pada berbagai perlakuan. Total pemberian air paling sedikit (281.45 mm) ditunjukkan pada perlakuan P2,

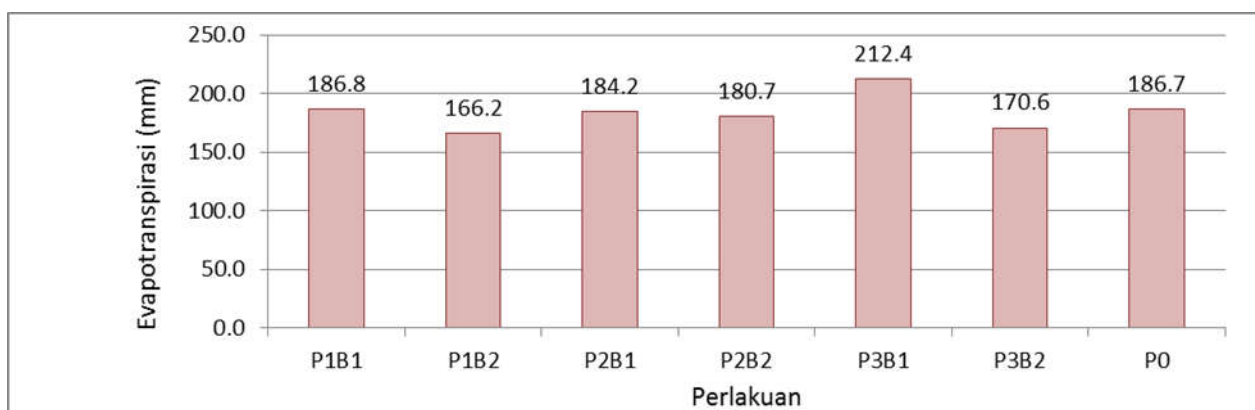
kemudian meningkat pada perlakuan P1 dan P3 masing-masing 284.45 mm dan 293.83 mm. Konsentrasi bahan pembenah B2 (276.06 mm) lebih rendah dari B1 (297.09 mm).



Gambar 1. Evaporasi (mm) selama 30 hari inkubasi.

Data pada Gambar 1 memberikan petunjuk bahwa tingkat evaporasi terendah selama 30 hari terjadi pada perlakuan P2B1 (96,7 mm/bulan), lalu meningkat berturut-turut P3B2 (99,0 mm/bulan), P2B2 (101,4 mm/bulan), P1B1(105,6 mm/bulan) setara dengan P3B1, dan tertinggi P1B2 (110,3 mm/bulan). Hal tersebut menunjukkan bahwa tanah yang diberi bahan pembenah biochar (P2B1 dan P2B2) lebih baik dalam meningkatkan kemampuan tanah menahan air dibandingkan bahan pembenah kompos (P1B1 dan P1B2). Pengaruh pemberian biochar terhadap retensi air tanah berkaitan erat

dengan adanya pengaruh perbaikan proses agregasi atau struktur tanah. Karakteristik muatan permukaan dan perkembangannya seiring waktu (*aging process*), menentukan proses jangka panjang terhadap agregasi. Dengan demikian maka biochar yang berada dalam tanah dalam rentang waktu yang lama dapat mengambil peran sebagai agen pengikat dalam mikroagregat sebagaimana bahan organik segar lainnya. Dari grafik tersebut juga dapat dilihat jika takaran campuran kompos dan biochar yang sesuai akan dapat mengurangi tingkat evaporasi yang lebih baik.



Gambar 2. Evapotranspirasi (mm) tanaman selama 30 hari

Keberadaan air dalam tanah merupakan salah satu komponen dalam siklus hidrologi, sehingga evapotranspirasi sangat dipengaruhi langsung oleh iklim dan jenis tanaman.

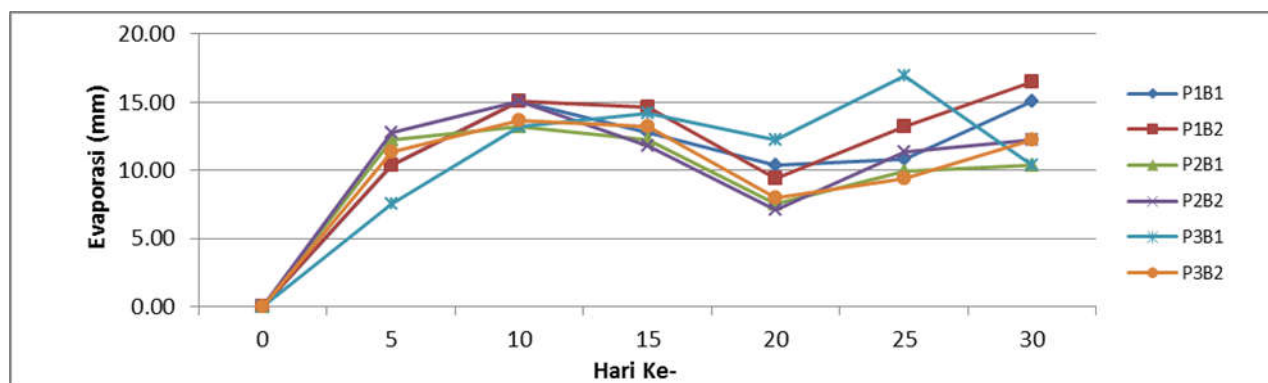
Pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa laju evapotranspirasi terendah ditunjukkan pada perlakuan P1B2 (166,2 mm/bulan), meningkat pada P3B2 (170,6 mm/bulan), P2B2 (180,7 mm/bulan), P2B1 (184,2 mm/bulan), P1B1 (186,8 mm/bulan), dan tertinggi pada P3B1 (212,4 mm/bulan).

Kombinasi bahan pembenah kompos (P1) dengan takaran bahan pembenah 600g/10 kg tanah (B2) menunjukkan laju kehilangan air pada tanah melalui evapotranspirasi lebih kecil dibandingkan perlakuan yang lain. Seperti diketahui bahwa selain sebagai sumber unsur hara bagi tanaman kompos juga dapat meningkatkan kemampuan tanah menahan air (*soil water holding capacity*).

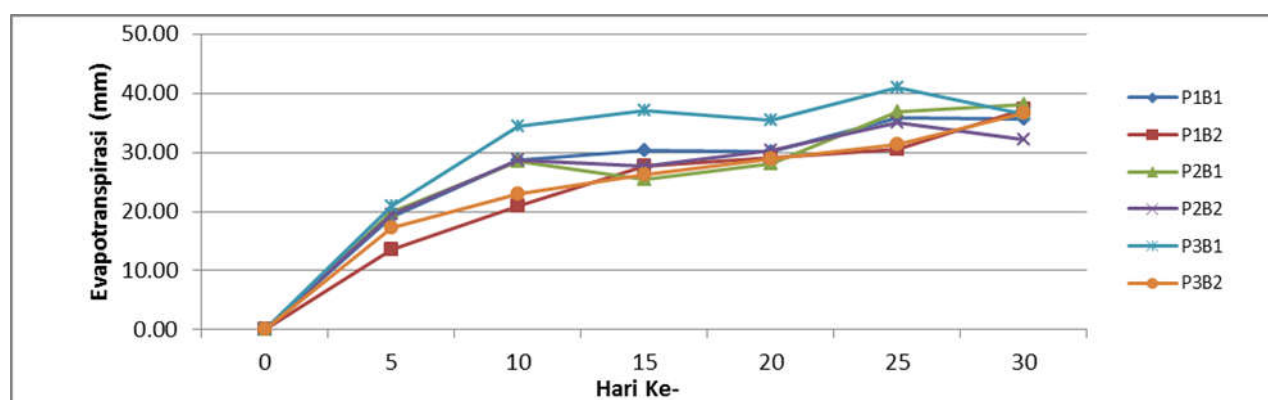
Kehilangan air tanah pada ketika pot berisi tanaman selada mendekati dua kali lipat dari

kehilangan air ketika tanah belum ditanaman (saat inkubasi). Pola laju evaporasi dan evapotranspirasi

yang terjadi dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4.



Gambar 3. Evaporasi selama 30 hari inkubasi (sebelum tanam)



Gambar 4. Evapotranspirasi selama 30 Hari Pertumbuhan Tanaman

Efisiensi Penggunaan Air

Efisiensi penggunaan air adalah banyaknya hasil tanaman yang didapat per satuan air yang digunakan. Dengan menggunakan berat berangkasan kering tanaman (BKT) selada dan total evapotranspirasi (ET) maka besarnya efisiensi penggunaan air (EPA) dihitung dengan pendekatan :

$EPA = \frac{BKT}{ET}$ (Kurnia, 2004). Meskipun demikian karena selada merupakan sayuran, maka perhitungan EPA yang dilakukan disini adalah berbasis berat biomassa tanaman segar/biomassa basah tanaman.

Tabel 10. Data Hasil Analisis ANOVA Efisiensi Penggunaan Air (EPA).

Faktor/Perlakuan	BKT (g)	ET (mm)	WUE (g/mm)
Bahan Pembenaah			
P1	76.19 a	176.48 A	0.43 a
P2	99.79 a	182.44 A	0.51 a
P3	86.25 a	191.52 A	0.44 a
BNJ 5%	-	-	-
Konsentrasi Bahan Pembenaah			
B1	88.39 a	194.47 A	0.45 a
B2	86.44 a	172.49 A	0.46 a
BNJ 5%	-	-	-
B X N	ns	ns	ns

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata; ns = *Non Significant*/Tidak Berbeda Nyata

Hasil uji lanjut BNJ (5%) menunjukkan bahwa pada tiap perlakuan tidak berbeda nyata. Perlakuan

bahan pembenaah P2 menunjukkan efisiensi penggunaan air yang terbaik (0.51 g/mm) diikuti P3

(0.44 g/mm) dan P1 (0.43 g/mm). Konsentrasi bahan pembenah menunjukkan penggunaan air yang lebih efisien pada B2 (0.46%) dibandingkan B1 (0.45 %). Jadi, penggunaan air yang paling efisien pada penanaman selada di tanah bekas tambang batu apung yaitu pada perlakuan P2 dan B2 (biochar 200 g/pot).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini maka dapat disimpulkan :

1. Pemberian pembenah biochar memberikan pengaruh yang nyata terhadap C-organik tanah lahan bekas penambangan batu apung.
2. Kandungan C-organik tanah yang diberi biochar lebih tinggi dari pada tanah yang diberi kompos.
3. Takarn pembenah memberikan pengaruh nyata terhadap peningkatan pH, C-organik, KTK.
4. Tidak ada interaksi antara bahan pembenah dan konsentrasi pembenah terhadap semua variable tanah dan tanaman yang diamati.
5. Pemberian biochar lebih efektif dapat mengurangi laju kehilangan air dalam tanah dibandingkan kompos dan poschar.

Saran

Untuk menyempurnakan hasil penelitian ini maka diperlukan uji lapangan dengan memperlebar kisaran takaran bahan pembenah organik disertai modifikasi rotasi tanaman berakar dalam.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2014. *Batu Apung*. Diunduh dari: http://id.wikipedia.org/wiki/Batu_apung. Diakses 12 April 2014
- Balai Penelitian Teknologi Pertanian. 2011. *Arang Hayati (BIOCHAR) sebagai Bahan Pembenah Tanah*. Edisi Khusus Penas XIII-Juni 2011. Aceh
- Cheng, C.H., Lehmann, J., Thies, J.E., and Sarah D. Burton, 2008. Stability of black carbon in soils across a climatic gradient. *Journal of Geophysical Research*, vol. 113, G02027, doi:10.1029/2007JG000642, 2008
- Gani, Anischan. 2009. Arang Hayati "Biochar" sebagai Komponen Perbaikan Produktivitas Lahan. *Iptek Tanaman Pangan* Vol. 4 No. 1
- Hardjowigeno, S.2007. *Ilmu Tanah*. Akademika Presindo. Jakarta.
- Isroi. 2008. *Kompos*. Balai Penelitian Bioteknologi Perkebunan Indonesia. Diunduh dari: [Www.Isroi.Org](http://www.isroi.org). Akses 13 April 2014
- Kurnia, Undang, A. Rachman, dan Ai Dariah. 2004. *Teknologi Konservasi Tanah Pada Lahan Kering Berlereng*. Puslitbangtanak. Bogor
- Lehmann, J., 2007. "A Handful of Carbon," *Nature*, vol. 447 (May 10, 2007), pp. 143-144.
- Lehmann, J., Gaunt, J and Rondon, M., 2006. Biochar sequestration in terrestrial ecosystems. A review, mitigation and adaptation strategies for global change. 11:403-427.
- Puslisda. 2007. *Inventarisasi dan Identifikasi Tingkat Kerusakan Lahan Akibat Penambangan Batu Apung pada Lahan Perkebunan Di Pulau Lombok*. Dinas Perkebunan Propinsi Nusa Tenggara Barat Kerjasama dengan Pusat Penelitian Sumberdaya Air Dan Agroklimat (PUSLISDA) Universitas Mataram
- Sohi, S., Elisa Lopez-Capel, E., Krull, E. and Bol, R., 2009. Biochar, climate change and soil: A review to guide future research. *CSIRO Land and Water Science Report 05/09*, 64 pp.
- Sukartono, Utomo, W.H., Kusuma, Z. dan Nugroho, W.H. 2011. Soil fertility status, nutrient uptake, and maize (*Zea mays L.*) yield following biochar application on sandy soils of Lombok, Indonesia. *Journal of Tropical Agriculture* 49: 47-52
- Verheijen F.G.A., Jeffery, S., Bastos A.C., Van der Velde M and Diafas I., 2009. Biochar application to soils - A Critical scientific review of effects on soil properties, processes and functions. EUR 24099 EN, Office for the Official Publications of the European Communities, Luxembourg, 166pp.