

PENGARUH APLIKASI BAHAN ORGANIK SEGAR DAN BIOCHAR TERHADAP KETERSEDIAAN P DALAM TANAH DI LAHAN KERING MALANG SELATAN

Sonia Tambunan, Bambang Siswanto, Eko Handayanto*

Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya

*penulis korespondensi: handayanto@ub.ac.id

Abstract

Some alternatives that can be employed to improve the soil fertility levels in South Malang are the use of fresh organic matter and biochar. The purpose of this study was to determine the effect of fresh organic matter and biochar application on availability of P and maize growth on a calcareous soil of South Malang. The experiment was conducted in a greenhouse and Soil Chemistry Laboratory, Faculty of Agriculture, University of Brawijaya, from March to May 2013. Materials used in this field study were a composite sample of upland calcareous soil at a depth of 0-20 cm, sugarcane litter biochar, maize litter biochar, fresh sugarcane litter, fresh maize litter, and maize seeds. Nine treatments (combinations of two types of biochars each at rates of 0 and 20 t/ha, and two types of fresh litter each at rates of 0 and 40 t/ha) biochar) were arranged in a completely randomized design with three replicates. Maize seeds were grown on each treatment for 49 days. Results of this study showed that: (1) application of 20 t maize litter biochar / ha and 40 t maize litter/ha considerably increased soil available P by increase the 243%; (2) application of 20 maize litter biochar/ha with no application of maize litter reduced pH and exchangeable Ca by 14.47% and 27.19%, respectively; and (3) application of 20 t maize litter biochar /ha and 40 t maize litter / ha increased CEC by 10.40%.

Key words: biochar, calcareous, available of P

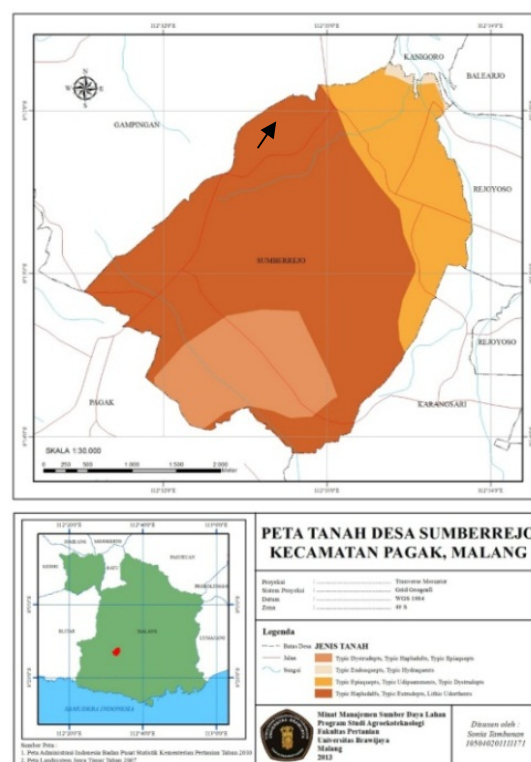
Pendahuluan

Sebagai bagian dari rangkaian perbukitan kapur di pulau Jawa, wilayah Malang Selatan, Kabupaten Malang merupakan wilayah yang didominasi lahan perbukitan kapur. Penggunaan lahan di perbukitan kapur Malang Selatan untuk lahan pertanian yang setiap tahun digunakan dalam budidaya tanaman perkebunan seperti tanaman tebu dan palawija tanaman,. Wilayah lahan kering berkapur Malang Selatan berada di beberapa wilayah administrasi meliputi wilayah Kecamatan Donomulyo, Pagak, Bantur, Dampit, Gedangan, Sumbermanjing Wetan, Tirtoyudo dan Ampelgading. Sebagian besar daerah Malang Selatan didominasi oleh lahan kritis dengan tingkat kesuburan tanah yang rendah.

Kandungan bahan organik tanah rendah sehingga kapasitas penyangga tanah juga rendah, serta terjadi defisiensi unsur hara makro. Berbagai upaya telah dilakukan pemerintah dan masyarakat untuk meningkatkan produktivitas lahan di daerah tersebut. Kekurangan bahan organik juga berpengaruh terhadap ketersediaan P dalam tanah. Kedua hal tersebut akan mempengaruhi proses fisik, kimia dan aktivitas biologi dalam tanah, selain faktor iklim dan topografi. Menurut Vaccari (2011), bahan organik dapat memperbaiki sifat fisik tanah seperti perubahan warna yang menjadi lebih gelap dan struktur yang lebih gembur. Menurut Lehman (2011), bahan organik juga dapat meningkatkan aktivitas organisme mikro di dalam tanah.

Tujuan penelitian adalah untuk mempelajari pengaruh aplikasi biochar dan seresah tanaman terhadap ketersediaan P, dan pertumbuhan tanaman jagung pada tanah berkapur.

Bahan yang digunakan dalam penelitian lapangan ini adalah sampel tanah komposit lahan kering dengan ordo tanah alfisol seperti yang tampak pada lampiran 41 pada kedalaman 0 – 20 cm, biochar daduk (serasah tebu) untuk biochar, biochar tebon (serasah jagung) untuk biochar, daduk (serasah tebu) untuk bahan organik segar, tebon (serasah jagung) untuk bahan organik segar, aquades untuk pelarut, benih jagung hibrida Bisi 2 dengan daya kecambah 95% sebagai bahan pengamatan. Perlakuan yang diuji dalam penelitian ini adalah kombinasi jenis biochar (biochar jerami tebu dan biochar serasah jagung), dan jenis serasah segar (tebu dan jagung).



Gambar 1. Lokasi Pengambilan Sampel

Dosis biochar yang diaplikasikan adalah 0 dan 20 t biochar/ha, sedangkan dosis bahan organik (serasah) segar yang diaplikasikan adalah 0 dan 40 t serasah/ha. Penetapan dosis 20 t biochar/ha mengacu pada hasil penelitian dosis biochar Zhang *et al.*, (2011) sedangkan penetapan dosis 40 t serasah/ha mengacu pada hasil penelitian dosis serasah Rachman *et al.*, (2008).

Perlakuan kombinasi biochar dan serasah tersebut disajikan pada Tabel 1. Kombinasi dosis biochar dan dosis serasah pada setiap perlakuan di aplikasikan ke dalam polibag yang berisi 5 kg tanah. Setelah inkubasi selama 7 hari, 3 biji jagung varietas hibrida bisi 2 dengan daya kecambah 95% ditanam pada masing-masing polibag (perlakuan) dan ditambahkan 500 mL air/polibag. Sembilan perlakuan) disusun dalam Rancangan Acak Lengkap

dengan 3 ulangan. Penyulaman dilakukan 3 hst dengan jagung yang sudah dikecambahkan sebelumnya dengan umur yang sama di media steril.

Tinggi tanaman jagung dan jumlah daun jagung diamati pada umur 7, 14, 21, 28, 35, 42 dan 49 hari setelah tanam (HST). Tinggi tanaman diukur dengan meletakkan meteran pada angka 0 di permukaan tanah. Daun yang dihitung adalah daun yang sudah terbuka sempurna. pH tanah, kandungan P tersedia, dan kandungan Ca tanah pada masing-masing perlakuan diukur pada saat tanaman berumur 7, 14, 21, 28, 35, 42 dan 49 hari setelah tanam (HST).

Data yang diperoleh di analisis dengan menggunakan ANOVA, dan uji F ($P < 5\%$) apabila terdapat perbedaan antar perlakuan maka dilanjutkan dengan uji BNJ.

Tabel 1. Kombinasi Perlakuan Seri

No	Kode Perlakuan	Deskripsi
1	A0B0	0 t biochar/ha dan 0 t serasah/ha
2	A0B1	0 t biochar/ha dan 40 t jerami tebu/ha
3	A0B2	0 t biochar/ha dan 40 t serasah jagung/ha
4	A1B0	20 t biochar jerami tebu/ha dan 0 t serasah/ha
5	A1B1	20 t biochar jerami tebu/ha dan 40 t jerami tebu/ha
6	A1B2	20 t biochar jerami tebu/ha dan 40 t serasah jagung/ha
7	A2B0	20 t biochar serasah jagung/ha dan 0 t serasah /ha
8	A2B1	20 t biochar serasah jagung/ha dan 40 t jerami tebu /ha
9	A2B2	20 t biochar serasah jagung/ha dan 40 t serasah jagung /ha

Hasil dan Pembahasan

Untuk parameter P tersedia terdapat perbedaan nyata pada saat tanaman jagung berumur 35, 42 dan 49 HST. Pada saat tanaman jagung berumur 35 HST perlakuan yang baik dalam menambah P tersedia adalah perlakuan pemberian kombinasi 20 t/ha biochar serasah jagung dan 0 t/ha serasah walaupun hanya bertambah 36.61% dibandingkan dengan perlakuan tanpa pemberian biochar dan serasah (Tabel 2). Namun perlakuan pemberian kombinasi 20 t/ha biochar serasah tebu dan 40 t /ha serasah jagung dapat menambah P tersedia sebesar 105,30% akan tetapi dua perlakuan tersebut tidak berbeda nyata. Sehingga perlakuan pemberian kombinasi 20 t/ha biochar serasah jagung dan 0 t /ha serasah lebih baik karena

bahan yang digunakan lebih sederhana. Pada saat tanaman jagung berumur 42 dan 49 HST perlakuan yang paling baik dalam menambah P tersedia adalah perlakuan pemberian kombinasi 20 t /ha biochar serasah jagung dan 40 t /ha serasah jagung yaitu sebesar 180.33% dan 242.95%. Menurut Poerwanto (2003), P berperan untuk pembentukan sel, sehingga apabila P yang diserap oleh tanaman kurang maka pertumbuhan tanaman akan terhambat. Untuk parameter pH tanah terdapat perbedaan nyata pada saat tanaman jagung berumur 7, 14, 35, 42 dan 49 HST (Tabel 3). Pada saat tanaman jagung berumur 7 HST perlakuan yang baik dalam menurunkan pH tanah adalah perlakuan tanpa pemberian biochar dan serasah. Namun perlakuan pemberian kombinasi 20 t/ha

biochar serasah jagung dan 40 t/haserasah tebu yang paling baik dalam menurunkan pH tanah hingga 2.52% akan tetapi dua perlakuan tersebut tidak berbeda nyata. Pada saat tanaman jagung berumur 35 HST perlakuan

yang baik dalam menurunkan pH tanah adalah perlakuan pemberian kombinasi 0 t /ha biochar dan 40 t /ha serasah jagung yaitu sebesar 3.75% jika dibandingkan dengan perlakuan tanpa pemberian biochar dan serasah.

Tabel 1. Pengaruh biochar dan bahan organik segar terhadap P tersedia

Perlakuan)	P tersedia (hari setelah tanam)									
	7	14	21	28	35	42		49		
	(mg/kg)									
A0B0	4.97	7.8	11.94	10.9	16.03	abcd	12.2	ab	10.22	a
A0B1	3.73	9.2	17.04	10.2	15.65	abc	13.1	abcd	11.02	ab
A0B2	5.04	9.3	13.08	9.86	14.18	a	10.4	a	11.71	abc
A1B0	4.48	8.5	12.29	10.6	15.29	ab	12.6	abc	12.10	abcd
A1B1	3.85	9.7	15.80	13.4	31.64	e	20.9	bcdef	12.93	abcde
A1B2	3.23	9.5	14.37	10	32.91	e	16.4	abcde	13.11	abcdef
A2B0	4.36	8.6	14.75	11.8	21.90	abcde	23.2	fgh	18.00	abcdefh
A2B1	3.69	10	19.60	12.9	24.51	abcde	23	defg	24.03	gh
A2B2	4.12	12	20.44	9.22	28.98	bcde	34.2	i	35.05	i
BNJ 5%	-	-	-	-	13.89		10.07		9.18	

Keterangan: Bilangan yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNJ 5%. *) Lihat Tabel 1.

Namun perlakuan pemberian kombinasi 20 t/ha biochar serasah jagung dan 0 t/haserasah dapat menurunkan pH tanah sebesar 10.86% akan tetapi dua perlakuan tersebut tidak berbeda nyata. Pada saat tanaman jagung berumur 49 HST perlakuan yang baik dalam menurunkan pH tanah adalah perlakuan pemberian kombinasi 20 t /ha biochar serasah jagung dan 0 t/haserasah yaitu sebesar 7.02%. Namun perlakuan pemberian kombinasi 20 t/ha biochar serasah jagung dan 40 t /haserasah jagung dapat menurunkan pH tanah sebesar 14.47% akan tetapi dua perlakuan tersebut tidak berbeda nyata.

Menurut Nurida (2009) biochar menaikkan pH tanah yang rendah. Ini artinya biochar berfungsi menetralkan pH tanah. Namun menurut Siringoringo dan Siregar (2011), 5% biochar dapat menetralkan pH tanah. Nilai pH pada bahan arang sangat tergantung pada temperature *pyrolysis* dan umur bahan arang yang digunakan. Nilai pH arang ada pada kisaran pH 11 apabila arang masih segar (belum terlapuk) dan suhu *pyrolysis* lebih

dari 450-500°C. Apabila arang sudah mengalami pelapukan dan terpapar selama dan sesudah proses pirolisis maka nilai pH arang akan ada di kisaran pH 5-8 (Ammonette, 2010). Ketersediaan P maksimum ada pada kisaran pH 6 – 7 (ICM, 2000). Biochar dapat meningkatkan P tersedia pada tanah alkalin karena reaktivitas P dengan tanah meningkat serta membentuk senyawa tidak terlarut dengan Ca (DeLuca *et al.*, 2009). Berbeda dengan bahan organik lainnya di dalam tanah biochar menjebak unsur hara P lebih kuat (Cheng *et al.*, 2006). Untuk parameter Ca-dd tanah terdapat perbedaan nyata pada saat tanaman jagung berumur 7, 14 dan 49 HST (Tabel 4). Pada saat tanaman jagung berumur 7 HST perlakuan yang baik dalam menurunkan Ca-dd tanah adalah perlakuan tan[ra pemberian biochar dan serasah. Namun perlakuan pemberian kombinasi 0 t /ha biochar dan 40 t/haserasah jagung yang paling baik dalam menurunkan Ca-dd tanah yaitu sebesar 3.47% akan tetapi dua perlakuan tersebut tidak berbeda nyata.

Tabel 3. Pengaruh biochar dan bahan organik segar terhadap pH tanah

Perlakuan *)	pH tanah (hari setelah tanam)											
	7		14		21		28		35		42	
A0B0	7.13	ab	7.04	b	6.93	6.88	6.94	b	6.93	h	6.98	c
A0B1	6.99	ab	6.86	ab	6.58	6.79	6.33	ab	6.13	a	6.89	bc
A0B2	7.65	b	6.23	a	6.73	6.46	6.68	ab	6.19	ab	6.85	bc
A1B0	7.01	ab	6.82	ab	6.25	6.07	6.51	ab	6.72	defgh	6.78	bc
A1B1	7.23	ab	6.57	ab	6.88	6.60	6.48	ab	6.70	defg	6.65	bc
A1B2	7.32	ab	6.66	ab	6.75	6.25	6.50	ab	6.48	abcdef	6.46	abc
A2B0	7.35	ab	6.91	ab	6.83	6.18	6.24	a	6.23	abc	6.49	abc
A2B1	6.95	a	6.89	ab	6.90	6.34	6.48	ab	6.37	abcde	6.35	ab
A2B2	7.08	ab	6.84	ab	6.75	6.48	6.32	ab	6.35	abcd	5.97	a
BNJ 5%	0.45		0.79		-	-	0.57		0.37		0.62	

Keterangan: Bilangan yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNJ 5%. *) Lihat Tabel 1.

Tabel 2. Pengaruh biochar dan bahan organik segar terhadap Ca-dd

Perlakuan *)	Kadar Ca-dd tanah (hari setelah tanam)											
	7		14		21		28		35		42	
A0B0	16.42	ab	16	ab	15.61	15.8	16.17	16.936	16.00	f		
A0B1	16.75	ab	15	ab	14.58	14.08	15.59	17.125	14.83	cdef		
A0B2	15.85	a	16	ab	16.13	14.96	16.52	16.631	14.62	bcdef		
A1B0	18.48	ab	18	b	16.21	15.94	16.61	16.921	13.99	abcdef		
A1B1	16.54	ab	15	ab	14.67	14.94	15.21	15.545	11.89	ab		
A1B2	20.04	b	16	ab	15.16	15.33	12.65	15.036	12.59	abc		
A2B0	17.85	ab	16	ab	15.90	14.52	15.79	14.813	11.65	a		
A2B1	16.88	ab	13	a	15.74	13	15.62	14.77	12.89	abcde		
A2B2	18.84	ab	17	ab	16.56	16.12	16.96	16.009	12.70	abcd		
BNJ 5%	3.81		3.826		-	-	-	-	2.80			

Keterangan: Bilangan yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNJ 5%. *) Lihat Tabel 1.

Pada saat tanaman jagung berumur 14 HST perlakuan yang baik dalam menurunkan Ca-dd adalah perlakuan tanpa pemberian biochar dan serasah. Namun perlakuan pemberian kombinasi 20 t /ha biochar serasah jagung dan 40 t/haserasah tebu yang paling baik dalam menurunkan Ca-dd tanah yaitu sebesar 18.75% akan tetapi dua perlakuan tersebut tidak berbeda nyata. Pada saat tanaman jagung berumur 49 HST perlakuan yang paling baik dalam menurunkan Ca-dd tanah adalah perlakuan pemberian kombinasi 20 t /ha biochar serasah jagung dan 0 t/haserasah yaitu

sebesar 27.19%. Ca adalah kation, sehingga apabila kadar Ca terlalu banyak maka pH tanah akan semakin basa. Penurunan pH ada kaitannya dengan penambahan biochar pada tanah basa disebabkan oleh penurunan konsentrasi oksida-oksida logam alkali (misalnya Ca^{2+} , Mg^{2+} dan K^{+}) karena yang bersifat basa dalam biochar adalah abu sedangkan biochar dalam penelitian ini tidak menggunakan abu nya (Steiner *et al.*, 2007). Sebagian besar kation-kation Ca^{2+} , Mg^{2+} dan K^{+} yang ada dalam tanah ber biochar tidak terikat oleh gaya elektrostatis, tetapi hadir sebagai

garam terlarut oleh karena itu mudah tersedia dan diserap oleh tanaman (Glaser *et al.*, 2002). Percobaan Kpombrekou dan Tabataba (1994) menunjukkan bahwa besarnya P yang terlarut memiliki korelasi dengan Ca dan Mg yang dilepaskan, hal ini membuktikan bahwa P tersebut semula diikat oleh Ca dan Mg.

Walaupun aplikasi biochar dan bahan organik segar tidak mempengaruhi penambahan KTK secara nyata namun perlakuan pemberian kombinasi 20 t/ha biochar serasah jagung dan 40 t/ha serasah jagung dapat meningkatkan KTK sebesar 10.40% dari KTK awal. (Tabel 5). Pada fase awal keberadaan biochar dalam tanah, oksidasi abiotik juga dijumpai lebih penting dari pada oksidasi biotik dalam pembentukan muatan permukaan negatif dan KTK (Cheng *et al.*, 2006). Meningkatnya KTK tanah setelah aplikasi biochar disebabkan oleh adanya pembentukan gugus karboksilat hasil oksidasi abiotik yang terjadi pada permukaan luar partikel biochar (Cheng *et al.*, 2006). Hal inilah yang selalu dijadikan alasan penguat meningkatnya KTK setelah aplikasi biochar dalam tanah. Menurut Sohi *et al.* (2009), KTK tanah merupakan suatu ukuran seberapa baik hara diikat oleh tanah sehingga dapat menahan hara akibat proses *leaching* ke bagian bawah tanah maupun kehilangan permukaan tanah. Jika sifat tanah yang berkaitan dengan retensi

hara dapat diperbaiki berarti ada jaminan bahwa hara yang diberikan akan dapat tersedia baik bagi tanaman.

Tabel 3. Pengaruh biochar dan bahan organik segar terhadap KTK tanah

Perlakuan *)	KTK (hari setelah tanam) (me/100 kg)	
	7	49
A0B0	10.87	11.27
A0B1	10.67	11.60
A0B2	10.67	11.53
A1B0	10.87	11.63
A1B1	10.70	11.63
A1B2	10.83	12.17
A2B0	10.93	12.07
A2B1	10.60	12.20
A2B2	10.77	12.00

Keterangan: *) Lihat Tabel 1.

Untuk parameter jumlah daun terdapat perbedaan nyata pada saat tanaman jagung berumur 35 dan 49 HST. Pada saat tanaman berumur 35 HST perlakuan yang baik dalam memberikan jumlah daun adalah perlakuan pemberian kombinasi 20 t/ha biochar serasah jagung dan 0 t/ha serasah walaupun hanya bertambah 16.67% jika dibandingkan dengan perlakuan tanpa pemberian biochar dan serasah.

Tabel 4. Pengaruh biochar dan bahan organik segar terhadap tinggi tanaman

Perlakuan *)	Tinggi tanaman Jagung (hari setelah tanam)									
	7	14	21	28	35		42		49	
	(cm)									
A0B0	4.33	16.97	31.20	35.23	40.20	abc	50.77	abc	71.67	ab
A0B1	10.60	26.90	38.23	55.60	63.40	c	72.13	d	89.00	ab
A0B2	10.90	28.07	37.40	47.73	58.77	abc	65.30	bcd	82.43	ab
A1B0	6.03	12.57	23.17	36.70	39.63	ab	46.43	ab	72.67	ab
A1B1	9.17	28.33	39.13	48.30	62.83	bc	72.10	d	92.90	b
A1B2	11.50	29.83	38.20	51.20	62.57	bc	71.97	d	90.50	ab
A2B0	6.67	12.20	22.83	30.30	36.73	a	43.83	a	71.13	a
A2B1	10.83	26.83	42.40	55.57	61.50	bc	71.80	d	91.13	ab
A2B2	10.73	23.17	38.17	48.63	58.03	abc	64.43	bcd	84.53	ab
BNJ 5%	-	-	-	-	23.59		20.40		21.44	

Keterangan: Bilangan yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNJ 5%.*) Lihat Tabel 1.

Namun perlakuan pemberian kombinasi 20 t /ha biochar serasah jagung dan 40 t /ha serasah tebu memberikan jumlah daun yang paling banyak yaitu 50% akan tetapi dua perlakuan tersebut tidak berbeda nyata. Untuk parameter tinggi tanaman terdapat perbedaan nyata pada saat tanaman jagung berumur 35, 42 dan 49 HST.

Pada saat tanaman berumur 35 HST perlakuan yang baik dalam memberikan tinggi adalah perlakuan tanpa pemberian biochar dan serasah. Namun perlakuan pemberian kombinasi 0 t /ha biochar dan 40 t /ha serasah tebu memberikan tinggi tanaman yang paling banyak yaitu 57.71% akan tetapi dua perlakuan tersebut tidak berbeda nyata. Pada saat tanaman jagung berumur 42 HST perlakuan yang baik dalam memberikan tinggi adalah perlakuan 0 t /ha biochar dan 40 t /ha serasah jagung yaitu 28.62%. Namun perlakuan pemberian kombinasi 0 t /ha biochar dan 40 t /ha serasah tebu memberikan tinggi tanaman yang paling banyak yaitu 42.07% akan tetapi dua perlakuan tersebut tidak berbeda nyata. Pada saat tanaman jagung berumur 49 HST perlakuan yang paling baik dalam memberikan tinggi adalah perlakuan tanpa pemberian biochar dan serasah. Namun perlakuan pemberian kombinasi 20 t /ha biochar serasah tebu dan 40 t /ha serasah tebu memberikan tinggi tanaman yang paling banyak yaitu 29.62% akan tetapi dua perlakuan tersebut tidak berbeda nyata.

Kesimpulan

Aplikasi 20 t/ha biochar serasah jagung dan 40 t/ha serasah jagung meningkatkan P tersedia 242.95% P tersedia, 10,40% KTK. Aplikasi 20 t/ha biochar serasah jagung tanpa aplikasi serasah jagung menurunkan pH dan Ca sebesar 14.47%, 27.19%.

Daftar Pustaka

- Ammonette, J.E. 2010. Biochar Introduction. <http://www.slideshare.net/NSCSS/ammonette-biocharintroduction>. Diakses 6 November 2013.
- Cheng, C.H., Lehmann, J., Thies, J.E., Burton, S.D., and Engelhard, M.H. 2006. Oxidation of black carbon through biotic and abiotic processes. *Organic Geochemistry* 37 : 1477 – 1488.
- DeLuca, T. H., Derek, M., MacKenzie, J. and Gundale, M.J. 2009. Biochar effects on soil nutrient transformation. Earthscan Publisher. P 251 – 270.
- Glaser, B. 2001. The terra preta phenomenon: A model for sustainable agriculture in the humid tropic. *Die Naturwissenschaften* 88: 37-41.
- Glaser, B., Lehmann, J. and Zech, W. 2002. Ameliorating physical and chemical properties of highly weather soils in the tropics charcoal. *A review. Biology and Fertility of Soils* 35 : 219 – 230.
- Harahap, E. M. 2000. Pembuatan Asam Organik untuk Pupuk. Lokakarya Pengembangan Budidaya Kewirausahaan Melalui Bahan Ajar. Jurusan Ilmu Tanah FP-USU. Medan.
- ICM. 2000. Soil testing and available phosphorus. Integrated Crop Management. *IC-484* (22). <http://www.ipm.iastate.edu/ipm/icm/200/9-19-2000/available.html>. Diakses 7 November 2007.
- Kpomblekou, A. K., Tabatabai, M. A. 1994. Effect of organic acids on release of phosphorus from phosphate rocks. *Soil Science* 158:442-453
- Lehman, J. 2011. Biochar Effects on Soil Biota - A review. *Soil Biology and Biochemistry* 43: 1812-1836.
- Nurida, N. L. 2009. Efikasi formula pembenah tanah biochar dalam berbagai bentuk (serbuk, granular dan pelet) dalam meningkatkan kualitas lahan kering masam terdegradasi. Bogor: Balai Penelitian Tanah.
- Poerwanto, R. 2003. Budidaya buah-buahan: Proses Pembungaan dan Pembuahan. IPB. 44 hal
- Rachman, Idris Abd., Djuniwati, Sri., Idris, Komarudin., 2008. Pengaruh Bahan Organik dan Pupuk NPK terhadap Serapan Hara dan Produksi Jagung di Inceptisol Ternate. *Jurnal Tanah dan Lingkungan* 10(1): 7-13
- Siringoringo, H.H. dan Siregar, C.A. 2011. Pengaruh Aplikasi Arang Terhadap Pertumbuhan Awal *Michelia Montana* Blume Dan Perubahan Sifat Kesuburan Tanah Pada Tipe Tanah Latosol. Pusat Litbang Konservasi dan Rehabilitasi. Bogor.
- Sohi, S., 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.
- Steiner, C., Teixeira, W.G., Lehmann, J., Nehls, T., de Macedo, J.L.V., Blum, W.E.H. and Zech, W. 2007. Long term effects of manure, charcoal and mineral fertilization on crop product and fertility on a highly weathered central Amazonian upland soil. *Plant and Soil* 291 : 275 – 290

- Vaccari, F. 2011. Biochar as a strategy to sequester carbon and increase yield in durum wheat .European Journal of Agronomy 34(4): 231-238
- Zhang, A., Liu, Y., Genxing, P., Hussain, Q., Li, L., Wei, J. and Zhang, X. 2011. Effect of Biochar Amandment on Maize Yield and Greenhouse Gas Emissions From A Soil Organic Carbon Poor Calcareous Loamy Soil From Central China Plain. Plant Soil. Springer Science Business Media B.V. DOI. 10.1007/s11104-011-0957-x. <http://www.academia.edu/>