

KAJIAN DAYA SANGGA BIOCHAR LIMBAH SAGU PADA PELINDIAN TERHADAP KETERSEDIAAN NPK DI TANAH ULTISOL

Latuponu H¹⁾, Dj. Shiddieq²⁾, Abd. Syukur²⁾ dan E. Hanudin²⁾

¹⁾Fakultas Pertanian Universitas Darussalam Ambon (Mahasiswa S3 UGM)

²⁾Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada

Abstract

This study was conducted in the greenhouse of Chemical and Soil Fertilty Lab. UGM, with the aims to find good combination of kind of biochar and NPK fertilizer and time of incubation on availability NPK in Ultisol. Randomized Complete Design was used with two factors. First factors consists of combination of biochar and NPK (control, biochar 200, 400, 600) and biochar 200+NPK, biochar 400+NPK , biochar 600+NPK.). Second factors: incubation 2 week, 4 week and 6 week. Replication was three times. The results showed that treatment of biochar 400 increased holding capacity of NPK , pH, Al-dd, CEC, Carbon, N, P and K. The best length of incubation is 4 week.

Key words: holding capacity, biochar, , nutrient availability, Ultisol

Pendahuluan

Masalah utama perluasan areal dan pengembangan pertanian adalah semakin menyempitnya lahan produktif. Penyempitan tersebut antara lain disebabkan oleh penggunaan lahan pertanian yang dialih fungsikan ke non pertanian. Penggunaan lahan untuk kepentingan sektor industri, pemukiman, dan transportasi menyebabkan tergesurnya tanah-tanah pertanian terutama di Pulau Jawa yang mempunyai kepadatan penduduk paling tinggi. Pengurangan luas lahan di pulau Jawa dari waktu ke waktu mencapai 50.000 ha setiap tahunnya (Utari, 2003).

Peningkatan produksi pertanian terus diupayakan untuk mengimbangi laju pertumbuhan penduduk yang makin tinggi. Dalam rangka peningkatan kesejahteraan petani dan untuk memenuhi kebutuhan pangan nasional, maka peningkatan hasil tanaman pangan harus mendapat prioritas utama (Utari, 2003). Untuk memenuhi

kebutuhan pangan maka lahan marginal menjadi pilihan salah satunya adalah tanah Ultisol dengan sebaran luas lahan mencapai 45,9 juta ha atau 24,3% dari daratan Indonesia (Subagyo *et al*, 2000) yang sampai saat ini belum termanfaatkan secara maksimal. Tanah ini bermasalah ganda tetapi mudah direkayasa untuk dapat dijadikan lahan pertanian dibandingkan dengan lahan marginal lainnya. Ultisol menempati permukaan lahan dengan relief berombak (undulating) sampai berbukit (hilly) di daerah tropika dan subtropika yang beriklim basah (Van, 1991). Tanah tersebut bereaksi masam pada sebagian besar kedalaman, bahan induk berasal dari batuan kristalin bersilika atau bahan sedimen yang relatif miskin kandungan basanya. Ultisol berkembang dari bahan induk yang kaya akan Al dan Fe yang mudah mengalami pelapukan. Pelapukan akan membentuk oksida dan hidroksida Al dan Fe yang bertekstur halus dalam bentuk

senyawa non-kristalin (amorf), serta bertekstur kasar dalam bentuk kristalin.

Kandungan mineral kaolinit pada Ultisol, berakibat tanah mempunyai muatan terubahkan, yaitu pada ujung patahan kristal. Kandungan mineral gipsit (Al) dan gutit (Fe) yang mempunyai permukaan amfoterik juga mengakibatkan tanah bermuatan terubahkan. Pada pH rendah permukaan koloid tanah bermuatan positif, sedang pada pH tinggi tanah bermuatan negatif. Disosiasi ion H^+ paling kuat pada saat konsentrasi OH^- dalam larutan tanah tinggi, sehingga dapat dikatakan KPK tanah tergantung pH. Protonisasi gugus hidroksilat (OH^-) pada pH rendah kemungkinan akan mengakibatkan kapasitas pertukaran anion (KPA) mempunyai nilai sama atau lebih tinggi dibandingkan dengan KPK. Hal ini dapat diketahui dengan membandingkan nilai pH (KCl) dan pH (H_2O). Bila pH (KCl) < pH (H_2O) maka permukaan koloid tanah bermuatan negatif; sebaliknya bila pH (KCl) > pH (H_2O), permukaan koloid tanah bermuatan positif (Van, 1991).

Sumber utama muatan bergantung pH adalah masuk atau keluarnya H^+ dari gugus fungsional ke permukaan kompleks pertukaran. Gugus fungsional tersebut termasuk hidroksil ($-OH$), karboksil ($-COOH$), fenolik ($-C_6H_4OH$), dan amin (NH_2). Perubahan muatan dipengaruhi oleh gugus fungsional dan pH larutan, yang mengendalikan tingkat protonasi dan deprotonasi gugus fungsional. Kompleks jerapan tanah yang mengandung gugus fungsional dan mempunyai potensi muatan tergantung pH adalah lempung silikat, oksida dan hidroksida, alofan dan bahan organik. Adanya oksida dan hidroksida Al dan Fe serta mineral kaolinit pada Ultisol akan membentuk ikatan Fe-O-Si atau Al-O-

Tanah ini secara keseluruhan mempunyai kesuburan rendah. Sifat fisika

yang didominasi oleh terstruktur clay, struktur gumpal sehingga kemampuan menahan air yang tinggi saat basah sebaliknya gumpalan tanah pecah-pecah saat kekurangan air. Sifat ini sangat merugikan bagi petani karena akar tanaman putus akibatnya serapan hara terhambat yang pada gilirannya produksi tanaman rendah. Sifat kimia tanah Ultisol ini juga kurang baik karena pH masam, KPK rendah dan kandungan hara yang rendah terutama P yang terikat kuat oleh permukaan mineral atau Al-P dan Fe-P.

Salah satu cara mengatasi masalah tersebut adalah dengan memberikan bahan amelioran tanah yang tepat seperti pemberian bahan alami diantaranya adalah biochar. Biochar adalah arang aktif hasil pembakaran pada suhu $<700^\circ C$ tanpa oksigen atau dengan oksigen rendah (pembakaran tidak sempurna). Biochar berasal dari residu pertanian, perkebunan, peternakan dan kehutanan (Lehmann dan Joseph, 2009). Penggunaan istilah biochar ini untuk menghindari pemahaman arang yang berasal dari batubara, fungsi arang sebagai bahan bakar, penggunaan arang untuk industri makanan dan farmasi, penggunaan arang untuk mengatasi limbah pada larutan atau air yang tercemar, dan lainnya. Kualitas biochar sangat dipengaruhi oleh bahan baku dan cara pembakaran.

Limbah sagu merupakan bahan organik yang mudah diperoleh aman digunakan sebagai amelioran tanah karena kandungan fenolatnya rendah. Bahan ini tahan terhadap perobakan karena kandungan hemiselulosa yang tinggi dan kandungan lignin sedang. Biochar limbah sagu diproduksi dengan cara pirolisis sehingga mengurangi kehilangan kandungan unsur hara melalui penguapan. Suhu pirolisis mempengaruhi kualitas biochar. Pada kondisi suhu rendah biochar yang dihasilkan mempunyai pori sempit dan jumlah rendah. Sebaliknya biochar yang

dihasilkan pada suhu tinggi mengalami pengabuan yang menyebabkan bahan arangnya rendah, kandungan unsur hara rendah, ringkih karena pori makro yang dominan serta higroskopis.

Tiga keutamaan dari biochar menurut Lehmann (2007) adalah (1) kestabilannya dalam tanah (tahan terhadap perombakan), (2) kemampuannya mempertahankan nutrisi dalam tanah, dan (3) mengurangi pencemaran lingkungan. Hal penting lainnya mengurangi pemanasan global karena kandungan karbonnya yang tinggi. Biochar ini berasal dari bahan yang tersedia secara organik dalam lingkungan setempat, murah, ramah lingkungan, dan berkelanjutan. Pada peruraian biochar selain dihasilkan humus, juga karbondioksida, daya tahan air yang tinggi, dan unsur hara. Proses mineralisasi biochar menjadi senyawa-senyawa organik juga dihasilkan unsur hara yang dapat diserap oleh tanaman (Novak *et al*, 2010).

Biochar meningkatkan agregat tanah dan granulasi tanah karena bahan ini mengandung serat yang tinggi. Perbaikan agregasi tanah Ultisol akan memperbaiki permeabilitas dan peredaran udara tanah lempungan. Granulasi butir-butir tanah akan memperbaiki daya pegang air dan hara tanah. Salah satu faktor penting tanah adalah lengas tanah yang mengisi bagian pori-pori mikro diantara partikel padat. Air mempengaruhi banyak reaksi fisika dan kimia tanah (Konkhe, 1968) dapat bertambah karena adanya pengairan, hujan, pengmbunan, dan lain-lain dan berkurang karena pelindian, penguapan, dan evapotranspirasi.

Kehilangan hara tersedia paling tinggi di tanah adalah terlindi bersama air keluar lingkungan perakaran tanaman. Kandungan hara tersedia akan dibatasi oleh jumlah air sangat rendah atau sangat tinggi. Banyak cara tanah dapat diatur untuk mengurangi jumlah hara yang ikut hilang saat terlindi air. Cara jitu untuk mengatasi hal tersebut

dengan penggunaan bahan amelioran biochar dari limbah sagu karena bahan ini tahan terhadap perombakan, mengandung gugus fungsional kompleks, permukaan ampoter, luas permukaan yang tinggi, serta pourus (Lehmann dan Joseph, 2009).

Permasalahannya amelioran biochar limbah sagu produk pirolisis dengan suhu berapakah dan waktu inkubasi manakah yang paling baik meningkatkan jumlah hara tersedia dan mengurangi persentasi hara yang hilang pada saat pelindian. Untuk itu perlu diteliti pada suhu pembakaran berapakah dan waktu inkubasi manakah yang tepat untuk diaplikasikan di tanah Ultisol.

Bahan dan Metode

Bahan

Penelitian dilaksanakan dengan percobaan kolom paralon (tabung) pelindian di rumah kaca Jurusan Tanah Faperta UGM. Ultisol tanah lahan kering diambil dari Karang Salam Banyumas, Purwokerto sedalam 0-20 cm, di dua tempat kemudian dicampur (contoh tanah komposit), Biochar yang digunakan dari limbah sagu diambil dari kelompok tani sagu tuni Tulehu Kabupaten Maluku Tengah. Proses pembuatan biochar dilaksanakan di Lab. Energi biomassa Fakultas Kehutanan UGM. Biochar terdiri atas tiga macam yaitu biochar produk pirolisis pada suhu 200°C, 400°C, 600°C selanjunya diberi kode (B200, B400, B600). Pupuk NPK yang digunakan dengan takaran anjuran masing-masing 300 kg urea/ha, 200 kg SP36/ha, dan 75 kg KCl/ha. Kolom lindian ukuran 30 cm diameter 7,2 cm. Air untuk pelindian aquades.

Metode

Contoh tanah kering angin ukuran 2 mm sebanyak 75 g dicampur merata dengan biochar sebanyak 6,38 g, dimasukkan

dalam kolom paralon setinggi 22 cm. Pupuk NPK dosis anjuran dicampur dengan tanah komposit (tanah+biochar) dimasukkan dalam kolom yang sebelumnya telah diisi tanah komposit kemudian diketok-ketok sampai kerapian lindak sekitar $1,1 \text{ g/cm}^3$. Tanah dalam kolom ditutup kapas saring tebal 3 cm. Kolom paralon ini dirancang pada satu ujungnya ditutup kain kasa dan kapas saring. Sehingga air lindi bersih. Kemudian diinkubasi selama dua, empat, enam minggu pada kapasitas lapang. Waktu inkubasi diberi kode (II, IV, dan VI). Selanjutnya tanah dalam kolom paralon pelindi dilindi dengan aquades dengan persamaan:

$$JA = \frac{(A + B) - C}{2} \times \frac{100P}{100 + C}$$

Keterangan:

JA= jumlah aquades yang ditambahkan

A= kadar lengas pada kondisi jenuh (pF 0)%

B= kadar lengas pada kapasitas lapangan (pF 2,54)%

P= berat contoh tanah yang digunakan (g)

C= berat kadar lengas tanah pada saat itu.

Percobaan menggunakan Rancangan Acak Lengkap Faktorial dengan 3 ulangan. Faktor pertama adalah 8 aras perlakuan yaitu K0 (tanpa perlakuan), B200, B400, B600, NPK, B200+NPK, B400+NPK, B600+NPK. Faktor kedua adalah 3 aras waktu inkubasi dua minggu (II), empat minggu (IV), dan enam minggu (VI). Data hasil analisis dan pengamatan parameter dianalisis dengan anova dan DMRT 5%.

Hasil dan Pembahasan

Karakteristik tanah dan biochar

Tanah yang digunakan untuk penelitian ini didominasi oleh fraksi lempung sehingga bertekstur halus, pori halus yang mengandung air tidak berguna tinggi (Tabel 2). Tanah ini mengandung air yang tinggi tetapi tidak dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Akibatnya hara yang terkandung dalam air yang tertahan di pori tidak berguna ini tidak dapat digunakan oleh tanaman.

Dilihat dari nilai bahan organik, KPK, P tersedia, N total, dan K dapat dipertukarkan rendah maka tanah ini mempunyai kesuburan aktual yang rendah. Nilai pH H_2O yang masam sangat mempengaruhi ketersediaan hara P yang merupakan masalah utama tanah ini. Salah satu cara untuk mengatasi rendahnya hara NK dan terutama P adalah dengan menambahkan bahan amelioran tanah yang tepat. Berdasarkan hasil analisis X-ray tanah pada kedalaman 20 cm menunjukkan adanya mineral penyusun tanah kaolinit, diduga bahwa tanah di daerah lereng utara pegunungan serayu Banyumas, Purwokerto ini berasal dari bahan induk vulkanik yakni berasal dari bahan mineral aluminosilikat (Ismangil, 2008).

Data Tabel 1 menunjukkan bahwa biochar potensial untuk meningkatkan kualitas tanah karena pHnya tinggi, kandungan C dan KPK tinggi. Luas permukaan yang tinggi dan bahan tingkat perombakan yang lanjut dapat meningkatkan unsur hara dan humus yang bermanfaat untuk meningkatkan kualitas tanah.

Tabel 1. Beberapa sifat kimia biochar

Komponen analisis	Satuan	Nilai	Pengharkatan
pH		8.4-9,7	Tinggi
KPK	Cmol(+)kg ⁻¹	27.04-28-03	Tinggi
Karbon	%	38.54-48.5	Sangat tinggi
Luas permukaan	Cm ² g ⁻¹	1547.00 - 2144.00	Luas

Tabel 2. Beberapa sifat kimia tanah Ultisol

Komponen analisis	Satuan	Nilai	Pengharkatan*
Tekstur:	%	24.25	
Pasir	%	6.67	
Debu	%	68.99	
Lempung			
pH (H ₂ O)	-	4.73	Masam
(KCl)	-	3.22	
Bahan organik	%	2.43	Sedang
C-organik	%	1.21	Sedang
DHL	ms/cm	1.5	Rendah
KPK	Cmol(+)kg ⁻¹	9.63	Sedang
Al-dd	Cmol(+)kg ⁻¹	1.08	Rendah
Kejenuhan Al	%	20.46	Tinggi
P-total	ppm	193.54	Sangat rendah
N-total	%	0.14	Sedang
K-total	Cmol(+)kg	0.36	Sedang
P-tersedia (Bray I)	ppm	1.23	Sangat rendah
Ca- ttk	cmol(+)kg	0.53	Rendah
Mg- ttk	cmol(+)kg	0.45	Sangat rendah
K-ttk	cmol(+)kg	0.39	Sedang

*Pengharkatan menurut Pusat Penelitian Tanah (PPT) 2005

Pengaruh perlakuan kombinasi biochar dengan pemupukan NPK

Tabel 3 menunjukkan bahwa pemberian macam biochar pirolisis 200°C dan kombinasi Biochar pirolisis 400°C dengan pemupukan NPK dosis anjuran nyata meningkatkan kualitas tanah (kandungan C organik dan KPK) serta menurunkan kemasaman tanah (pH H₂O dan Al-dd). Peningkatan suhu pembakaran menjadi 600°C macam biochar ini tidak meningkatkan parameter tersebut bahkan cenderung menurun. Hal ini kemungkinan biochar yang di produk pada suhu tinggi selama 3 jam menyebabkan terjadi pengabuan dan bahan menjadi higrokopis mudah berasosiasi dengan senyawa lain sehingga menurunkan kinerja bahan sebagai amelioran di tanah.

Pengaruh lama waktu inkubasi

Data pada Tabel 3 menunjukkan bahwa sebagian besar parameter pH H₂O Al-dd, KPK, dan C nilainya yang paling tinggi pada inkubasi enam minggu, kemudian empat minggu dan yang paling kecil dua minggu. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi yang paling cocok untuk meningkatkan kinerja biochar sebagai amelioran tanah adalah enam minggu di lahan kering. Kemungkinan situasi tersebut imbalanced jumlah air dan jumlah udara paling imbang sehingga ketersediaan hara bagi tanaman terpenuhi. Makin cepat waktu inkubasi makin rendah nilai parameter tersebut. Hal ini kemungkinan bahwa biochar yang dihasilkan pada suhu 200°C, pembentukan pori belum sempurna sehingga luas permukaan bahan rendah

gilirannya muatan ampoter bochar kecil. Selanjutnya macam biochar ini dengan waktu inkubasi dua minggu perombakan berlangsung lambat sehingga pembentukan humus juga rendah.

Tabel 3. Data rata-rata beberapa sifat kimia pada perlakuan kombinasi biochar dan NPK

Kode	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	Al-dd (%)	KPK	Karbon (%)
K0	4.77 d	3.71 d	1.11 a	8.96 e	1.16 d
B200	5.69 b	4.63 c	0.23 b	13.93 d	2.99 bc
B400	5.89 a	4.74 bc	0.16 c	16.69 c	4.52 a
B600	5.73 ab	4.59 c	0.17 bc	15.41 c	3.40 bc
NPK	5.09 c	4.62 b	0.19 b	13.07 d	2.38 c
B200+NPK	5.63 bc	4.77 bc	0.20 b	16.71 c	3.80 ab
B400+NPK	5.88 a	4.78 b	0.16 c	18.79 a	4.29 a
B600+NPK	5.68 bc	4.92 a	0.19 b	17.03 b	3.82 ab

Keterangan: angka yang diikuti huruf sama dalam kolom yang sama berbeda tidak nyata pada murad 5% Uji DMRT

Pengaruh perlakuan kombinasi biochar dengan NPK pada pelindian

Data pada Tabel 4 perlakuan kombinasi biochar dengan NPK nyata mempengaruhi jumlah hara nitrogen, fosfor, dan kalium

pada air lindian maupun tanah. Nilai paling tinggi pada perlakuan macam biochar pirolisis 400°C (B400) dikombinasikan dengan NPK terhadap parameter tersebut.

Tabel 4. Beberapa sifat kimia pada perlakuan waktu inkubasi

Variabel	Inkubasi (Minggu)	Kode							
		K0	B200	B400	B600	NPK	B200+NPK	B400+NPK	B600+NPK
pH (H ₂ O)	II	4.72 a	5.51 b	5.83 a	5.67 b	5.05 b	5.60 a	5.87 b	5.66 a
	IV	4.78 a	5.74 a	5.9 a	5.76 a	5.08 b	5.63 a	5.85 b	5.68 a
	VI	4.8 a	5.81 a	5.95 a	5.77 a	5.15 a	5.65 a	5.91 a	5.69 a
pH (KCl)	II	3.59 b	4.49 b	4.54 b	4.57 a	4.18 b	4.75 a	4.55 b	4.89 a
	IV	3.89 a	4.69 a	4.82 a	4.59 a	4.8 a	4.76 a	4.89 a	4.93 a
	VI	3.66 b	4.7 a	4.86 a	4.61 a	4.89 a	4.79 a	4.91 a	4.94 a
Al-dd	II	1.117 a	0.257 a	0.169 b	0.175 a	0.211 a	0.218 a	0.173 b	0.193 b
	IV	1.114 a	0.216 b	0.108 c	0.173 a	0.147 b	0.198 b	0.163 a	0.186 a
	VI	1.116 a	0.20 c	0.190 a	0.171 a	0.109 b	0.191 b	0.153 c	0.185 a
KPK	II	8.64 b	12.6 b	14.51 b	13.86 c	11.44 c	14.33 b	16.83 b	15.52 b
	IV	9.08 a	14.85 a	17.88 a	15.66 b	12.04 b	18.42 a	19.74 a	17.53 b
	VI	9.16 a	14.33 a	17.77 a	16.71 a	15.74 a	17.38 a	19.79 a	18.03 a
Karbon	II	1.08 b	2.34 b	3.59 c	2.56 c	1.47 c	2.9 c	3.32 c	2.79 c
	IV	1.18 a	2.86 b	4.35 b	3.07 b	2.69 b	3.95 a	4.57 b	3.8 b
	VI	1.211 a	3.77 a	5.62 a	4.58 a	2.98 a	4.56 b	4.97 a	4.88 a

Keterangan: angka yang diikuti huruf sama dalam kolom yang sama berbeda tidak nyata pada murad 5% Uji DMRT

Pola yang sama juga terjadi nilai tertinggi dari ketiga parameter diperoleh pada perlakuan macam biochar B400 tanpa pemupukan NPK. adanya pasokan hara dari pemupukan meningkatkan jumlah hara yang terlindi. Dilain sisi jumlah hara yang tertahan pada tanah juga meningkat. Artinya ada daya sangga dari amelioran biochar sehingga jumlah hara tanah yang terlindi menurun. Hal ini terlihat persentasi hara terlindi pada perlakuan biochar sekitar 30,39-46%, sedangkan tanah ultisol tanpa perlakuan (kontrol) dan pemupukan NPK tanpa dibarengi amelioran biochar persentasi hara terlindi mencapai 62-82%. Pelindian ini sangat besar artinya hara yang mengalir keluar area jangkauan akar tanaman tinggi. Kondisi ini diduga menyebabkan tanah ultisol menjadi kurang subur sehingga kurang diminati petani untuk dijadikan lahan budidaya pertanian.

Pengaruh waktu inkubasi pada pelindian

Waktu inkubasi mempengaruhi jumlah hara air lindian dan hara tersedia tanah.

Data Tabel 6 menunjukkan bahwa nilai tertinggi jumlah hara pada parameter nitrogen, fosfor, dan kalium fluktuatif antara empat dan enam minggu waktu inkubasi. Hal ini kemungkinan perombakan biochar belum lanjut dan kinerja gugus fungsional permukaan biochar mencapai maksimal pada empat minggu masa inkubasi dan selanjutnya berlangsung secara perlahan sehingga nilai total hara ketiga parameter menjadi tidak saling beda. Dugaan lainnya tanah ultisol yang diberi amelioran biochar akan menahan air dalam jumlah besar menyebabkan kelembaban tinggi dan limbah sugu sebagai bahan aktif biochar mengandung senyawa kimia seperti selulosa dan lignin yang tinggi sehingga memperlambat proses perombakan. Secara keseluruhan amelioran biochar berbahan baku limbah sugu hasil produk pirolisis 400°C selama tiga jam, mampu meningkatkan ketersediaan hara nitrogen, fosfor, dan kalium serta mengurangi pelindian hara dari tanah Ultisol

Tabel 5. Kadar hara Nitrogen, Fosfor dan Kalium

Kode	Variabel					
	Total (mg)			Persentasi terlindi (%)		
	Nitrogen	Fosfor	Kalium	Nitrogen	Fosfor	Kalium
K0	1.86 f	1.40 f	0.62 d	82.81 a	67.00 a	71.03 a
B200	12.85 e	5.53 e	0.55 c	46.19 c	38.33 b	34.92 b
B400	20.30 d	8.80 d	0.62 c	33.95 d	28.72 c	32.33 b
B600	13.45 e	8.97 d	0.64 c	41.47 c	28.23 c	34.80 b
NPK	76.30 c	12.68 c	1.14 a	71.61 b	62.05 a	72.45 a
B200+NPK	123.71 b	15.61 b	0.98 b	39.72 d	27.90 cd	33.89 b
B400+NPK	135.28 a	21.93 a	1.01 a	33.65 e	25.75 d	30.39 b
B600+NPK	122.65 b	22.09 a	0.97 b	40.07 cd	29.13 c	36.36 b

Keterangan: angka yang diikuti huruf sama dalam kolom yang sama berbeda tidak nyata pada murad 5% Uji DMRT. Data pada Tabel 5 dan 6 ini atas dasar perhitungan: Kadar Hara(x) x Volume air lindian= a/mg dimana Bj air = 1 g/cm³; Total hara (x) = kandungan hara air lindian + yang di tanah; persentasi hara (x) = kandungan hara pada air lindian/kandungan hara pada tanah x 100.

Tabel 6. Variabel hara Nitrogen, Fosfor dan Kalium pada perlakuan waktu inkubasi

Variabel	Inkubasi (Minggu)	Kode							
		K0	B200	B400	B600	NPK	B200+ NPK	B400+ NPK	B600+ NPK
Nitrogen									
	Jumlah N (mg)								
	II	1.15 c	9.71 c	14.59 c	11.38	64.11 b	112.16 c	115.69 c	107.16 c
	IV	1.67 bc	12.72 b	15.31 bc	12.19	100.31 a	121.60 b	132.91 b	115.91 b
	VI	2.74 a	16.12 a	31.00 a	16.79	64.47 b	137.38 a	157.24 a	144.89 a
	Rataan	1.86	12.85	20.30	13.45	76.30	123.71	135.28	122.65
	Persentasi N Terlindi (%)								
	II	86.44 a	48.46 a	37.08 a	43.53 a	65.32 b	41.58 a	35.03 a	41.23 a
	IV	81.61 bc	45.43 bc	34.52 bc	43.61 a	76.54 a	39.18 a	33.06 bc	40.72 a
	VI	80.39 c	44.68 c	30.25 bc	37.27 b	72.97 a	38.40 a	32.86 b	38.25 a
	Rataan	82.81	46.19	33.95	41.47	71.61	39.72	33.65	40.07
Fosfor									
	Jumlah P (ppm)								
	II	1.68 a	3.95 c	4.34 b	4.41 b	12.28 a	12.44 c	15.19 b	13.91 b
	IV	1.51 a	5.68 b	10.38 ab	10.77 a	12.76 a	16.49 b	25.05 a	24.53 a
	VI	1.00 a	6.96 a	11.67 a	11.72 a	13.00 a	17.92 a	25.96 a	24.82 a
	Rataan	1.40	5.53	8.80	8.97	12.68	17.20	22.07	21.09
	Persentasi P Terlindi (%)								
	II	68.74 a	33.15 b	22.35 b	24.48 b	68.07 a	28.76 a	26.29 a	27.63 b
	IV	68.00 a	41.94 a	29.72 ab	25.99 b	61.79 a	26.84 a	25.25 a	29.12 ab
	VI	64.25 a	39.91 a	34.08 a	34.21 a	56.29 b	28.10 a	25.72 a	30.63 a
	Rataan	67.00	38.33	28.72	28.23	62.05	27.90	25.75	29.13
Kalium									
	Jumlah K (mg)								
	II	0.46 a	0.50 a	0.58 b	0.56 b	1.13	0.96 a	0.91 a	0.90 a
	IV	0.48 a	0.56 a	0.66 a	0.69 a	1.18	1.03 a	1.04 a	0.97 a
	VI	0.43 a	0.59 a	0.63 ab	0.66 a	1.12	0.95 a	1.09 a	1.04 a
	Rataan	0.45	0.55	0.62	0.64	1.14	0.98	1.01	0.97 a
	Persentasi K Terlindi (%)								
	II	72.25 a	30.95 b	31.83 a	31.83 b	68.08 b	32.95 a	23.25 b	37.91 a
	IV	74.39 a	38.45 a	33.79 a	40.44 a	70.80 ab	32.20 a	31.45 ab	33.93 a
	VI	66.44 b	35.35 ab	31.37 a	32.12 b	78.46 a	36.53 a	36.47 a	37.26 a
	Rataan	71.03	34.92	32.33	34.80	72.45	33.89	30.39	36.36

Keterangan: angka yang diikuti huruf sama dalam kolom yang sama berbeda tidak nyata pada murad 5% Uji DMRT

Kesimpulan

1. Pemberian amelioran biochar limbah sagu produk pirolisis 400°C tanpa atau dengan pupuk NPK memberikan pengaruh terbaik terhadap beberapa sifat kimia (pH H₂O, Al-dd, KPK dan C-organik)
2. Waktu inkubasi empat minggu = enam minggu memberikan pengaruh

terbaik terhadap parameter yang diamati (pH H₂O, Al-dd, KPK dan C-organik)

3. Perlakuan biochar + NPK dan waktu inkubasi, memberikan pengaruh terbaik terhadap jumlah hara dan persentasi hara terlindi pada parameter nitrogen, fosfor, kalium. Jumlah hara tertinggi dan persentasi hara terlindi terkecil pada ketiga

parameter tersebut dicapai pada biochar pirolisis 400°C dan waktu inkubasi empat sampai enam minggu.

Daftar Pustaka

- Ismangil. 2008. Potensi batu beku, kalsit, dan campurannya sebagai amelioran pada tanah lempung aktivitas rendah. Tesis. Ilmu Tanah. Fakultas Pertanian, UGM. 307 h.
- Konkhe, H. 1968. Soil physics. Tata McGraw Hill. Bombay. 224 p.
- Lehmann, J. 2007. Bio-energy in the black. © The Ecological Society of America. Department of Crop and Soil Sciences, College of Agriculture. 67-73 h.
- Lehmann, J. and Joseph, S. 2009. Biochar for Environmental Management. First published by Earthscan in the UK and USA in 2009. P 416.
- Novak J.M., W.J. Busscher, D.W. Watts, D.A. Laird, M.A. Ahmedna and M.A.S. Niandou. 2010. Short-term CO₂ mineralization after additions of biochar and switchgrass to a Typic Kandiodult Geoderma 154 (2010) 281–288. ELSEVIER.
- Sastromijojo, H. 1992. Spektroskopi inframerah. Fakultas MIPA, UGM. Penerbit Liberty Yogyakarta. 146 h.
- Subagyo, A., N. Suharta dan A. B. Siswanto. 2000. Tanah-tanah Pertanian Di Indonesia. Dalam Sumberdaya Lahan Indonesia dan Pengelolaannya. Pusat Penelitian Tanah dan Sumberdaya Alam.
- Utari, L. 2003. Keragaan beberapa varietas kedelai di lahan pasis pantai. Agr UMY. 17-23 h.
- Van, R. 1991. Regional Pedology. Soil of the Tropics and the Subtropics. State University Gent. Belgium.
- Whittaker, D. 2000. Interpreting Organic Spectra. Departemen Of chemistry, University of liverpool UK. Royal Society of Chemistry RSC.263 h.