



## Identifikasi Biochar yang Dibuat dengan Lama Pirolisis yang Berbeda Sebagai Amelioran pada Tanah Gambut

Urai Suci YuliesVitri Indrawati<sup>\*</sup>, Urai Edi Suryadi  
Program Studi Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian Universitas Tanjungpura  
*\*e-mail: uraisuci@gmail.com*

### ABSTRACT

*One of the ameliorants that can be used to increase peat soil fertility is biochar. Biochar is a pyrolysis product, derived from burning biomass under conditions of limited or no oxygen. The aim of this experiment was to determine the characteristics of biochar from wood shavings (tatal) and coconut shells, which were heated at 350oC for 3 hours, 4 hours and 5 hours. From the analysis of lignin content, coconut shells are higher (45.20%) than tatal (25.74%), FITR Spectrophotometer results show that coconut shells pyrolyzed for 4 hours have fewer functional groups (8 types of functional groups with 3 aliphatic groups, 3 types aromatic group and 2 inorganic groups), compared to pyrolyzed tiles for 3 hours (9 groups and dominated by aromatic groups (5 types), then aliphatic groups (3 types) and inorganic groups (1 type)). Appearance of surface pores of 4 hour coconut shell biochar, with 1000x magnification, firm and regular in arrangement, macro and micro pore sizes smaller (3,677  $\mu\text{m}$ ; 3,688  $\mu\text{m}$ ; 5,091  $\mu\text{m}$ ) compared to pyrolyzed talc biochar for 3 hours (7,473  $\mu\text{m}$ ; 8,901  $\mu\text{m}$ ). Coconut shell biochar has sturdy and neatly arranged pores, it is better as an ameliorant in peat soils compared to talc, because it can store carbon for a longer time. Tart has larger pores and collapses easily, so it rots easily.*

*Keywords: coconut shell; peat; lignin; pore; tatal*

### ABSTRAK

Salah satu amelioran yang dapat digunakan untuk meningkatkan kesuburan tanah gambut adalah biochar. Biochar merupakan produk pirolisis, berasal dari pembakaran biomasa pada kondisi oksigen terbatas atau tanpa oksigen. Tujuan percobaan ini adalah mengetahui karakteristik biochar serutan kayu (tatal) dan batok kelapa, yang dipanaskan pada suhu 350°C selama 3 jam, 4 jam dan 5 jam. Dari analisis kandungan lignin, batok kelapa lebih tinggi (45.20%) dibanding tatal (25.74%), dari Hasil FITR Spectrophotometer menunjukkan batok kelapa yang dipirolisis selama 4 jam memiliki gugus fungsional lebih sedikit (gugus fungsional berjumlah 8 jenis dengan 3 gugus alifatik, 3 jenis gugus aromatic dan 2 gugus anorganik), dibanding tatal yang dipirolisis selama 3 jam (9 gugus dan didominasi oleh gugus aromatic (5 jenis), kemudian gugus alifatik (3 jenis) dan gugus anorganik (1 jenis)). Penampakan pori permukaan biochar batok kelapa 4 jam, dengan pembesaran 1000x, kokoh dan teratur susunannya, ukuran pori makro dan mikro lebih kecil (3.677  $\mu\text{m}$ ; 3.688  $\mu\text{m}$ ; 5.091  $\mu\text{m}$ ) dibanding pada biochar tatal yang dipirolisis selama 3 jam (7.473  $\mu\text{m}$ ; 8.901  $\mu\text{m}$ ). Biochar batok kelapa mempunyai pori yang kokoh dan tersusun rapi, lebih baik dijadikan amelioran pada tanah gambut di banding tatal, karena dapat menyimpan karbon yang lebih lama. Tatal memiliki pori yang lebih besar dan mudah runtuh, sehingga mudah melapuk.

**Kata kunci:** batok kelapa; gambut; lignin; pori; tatal

Cara mensitasi: Indrawati, U. S. Y. V., U. E. Suryadi. 2023. Identifikasi Biochar yang Dibuat dengan Lama Pirolisis yang Berbeda Sebagai Amelioran pada Tanah Gambut. Pedontropika: Jurnal Ilmu Tanah dan Sumber Daya Lahan, 9 (2), 63-71. doi: <https://doi.org/10.26418/pedontropika.v9i2.73746>

## PENDAHULUAN

Penyusun utama tanah gambut di daerah tropis adalah robohan pohon ke dalam rawa berair dan kondisi anaerob sehingga proses dekomposisinya terhambat, kejadian ini terjadi berkesinambungan sehingga gambut menjadi semakin tebal dan dapat membentuk kubah. Tanah gambut sebagai ekosistem berperan untuk pemendam karbon, penyimpan dan pelepas air, disamping itu juga dapat dimanfaatkan sebagai lahan pertanian, sumber energi atau dapat diekstraks komponen humatnya. Kesuburan gambut lebih ditentukan oleh keadaan lingkungan, relatif subur pada daerah cekungan (topogen) dan pantai, semakin rendah kesuburan pada gambut yang telah membentuk kubah.

Untuk kegiatan budidaya tanaman, gambut perlu ditingkatkan kesuburannya, sehingga penggunaan amelioran organik biasa digunakan oleh petani di tanah gambut, umumnya berupa kompos dan pupuk kandang, kegiatan tersebut masih belum sepenuhnya memuaskan karena pengaruh positifnya hanya berlangsung dalam rentang waktu singkat (satu sampai dua musim tanam saja) dan penggunaan pembenah organik dengan kandungan karbon yang tinggi yang bersifat stabil dan laju perombakan yang lambat sekarang ini menjadi obsesi ilmuwan lingkungan. (Lehman, 2007). Bahan yang bersifat demikian ialah biochar, suatu bahan pengandung karbon tinggi yang dihasilkan dari proses pemanasan biomassa organik dalam keadaan oksigen terbatas (Lehman, 2007; Steiner *et al.*, 2007). Manfaat biochar di bidang pertanian mulai banyak dilaporkan, akan tetapi informasi yang berkenaan dengan penggunaannya sebagai amelioran dan pengaruhnya terhadap komposisi kimia, stabilisasi bahan organik dan humifikasi dalam proses pengomposan sangat terbatas. Sukartono (2011), menjelaskan bahwa dengan menggunakan Biochar, sebuah bahan arang pembenah tanah, kesuburan tanah pada tanah kering dan berpasir bisa diperbaiki. Biochar lebih

efektif digunakan karena aplikasi biochar mampu meningkatkan kandungan C-organik tanah khususnya pada lapisan 0-10 cm. Disamping itu aplikasi pada biocar lebih efektif digunakan karena pelapukan atau dekomposisinya sangat lambat dan bertahan lama (3 tahun bahkan lebih) dibandingkan dengan bahan organik segar seperti kompos dan pupuk kandang. Untuk mempertahankan ketersediaan unsur hara, pupuk kandang harus diberikan secara berulang setiap musim tanam, sementara aplikasi tunggal biochar dapat mempertahankan ketersediaan unsur hara dalam jangka waktu yang lebih lama. Selain itu ditambahkan juga bahwa semakin tingginya konsentrasi hara (N, P, K, Ca dan Mg) pada biochar, semakin menunjukkan adanya kontribusi positif pembenah organik terhadap perbaikan ketersediaan hara tanah. Biochar juga bisa meningkatkan

Kapasitas Tukar Kation (KPK) tanah, sehingga dapat mengurangi resiko pencucian hara khususnya kalium dan  $N-NH_4$ . Kualitas biochar yang baik ditentukan oleh bahan baku dan cara pembuatannya.

Dalam penelitian ini, akan di dilihat karakteristik dua jenis bahan organik (serutan kayu (tatal) dan batok kelapa) sebagai bahan baku untuk pembuatan Biochar, dan dipanaskan pada suhu  $350^{\circ}C$  dengan lama waktu pemanasan yang berbeda yaitu 3, 4, dan 5 jam.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan dari 1 Oktober sampai 1 November 2015 di Fakultas MIPA UGM dan Fakultas Kehutanan (Laboratorium Energi Biomasa) UGM. Alat dan bahan yang digunakan adalah serutan kayu (tatal), tempurung kelapa, alat pyrolysis, Spektrofotometer, FTIR spectroscopy dan lain lain. Pelaksanaan Penelitian meliputi karakterisasi kimia bahan organik segar, pembuatan pembuatan biochar di laboratorium, Karakterisasi sifat kimia masing masing biochar sebagai amelioran tanah gambut di Laboratorium MIPA UGM. Tatal dan batok kelapa kemudian di

pyrolisis menjadi biochar dengan lama pyrolisis 3 jam, 4 jam dan 5 jam, dan kemudian dikarakterisasi sifat fisiknya.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut karakterisasi sifat kimia bahan organik segar sebelum dijadikan biochar

Tabel 1. Karakterisasi sifat kimia bahan organik segar

Parameter Analisis		Serutan kayu (tatal)	Batok kelapa
pH	-	5.01	5.89
Carbon organic	%	49.30	43.79
Nitrogen total	%	0.73	0.37
C/N Ratio		67.53	118.35
P total	%	0.05	0.02
K total	%	0.20	0.26
Ca total	%	0.55	0.08
Mg total	%	0.06	0.03

Sumber : Hasil Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah, Faperta UNTAN, 2015

Dari Table 1 dapat dilihat N ratio batok kelapa lebih tinggi dibanding serutan kayu, namun kandungan N, P, K, Ca, dan Mg total serutan kayu lebih tinggi dibanding batok kelapa. Mengindikasikan bahwa serutan kayu masih memiliki hara namun mudah hancur bila dijadikan biochar.

Selanjutnya dapat dilihat, komposisi Hemi selulosa, Lignin dan Selulosa (%) tatal dan batok kelapa pada Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi Hemi selulosa, Lignin dan Selulosa (%) Bahan organik

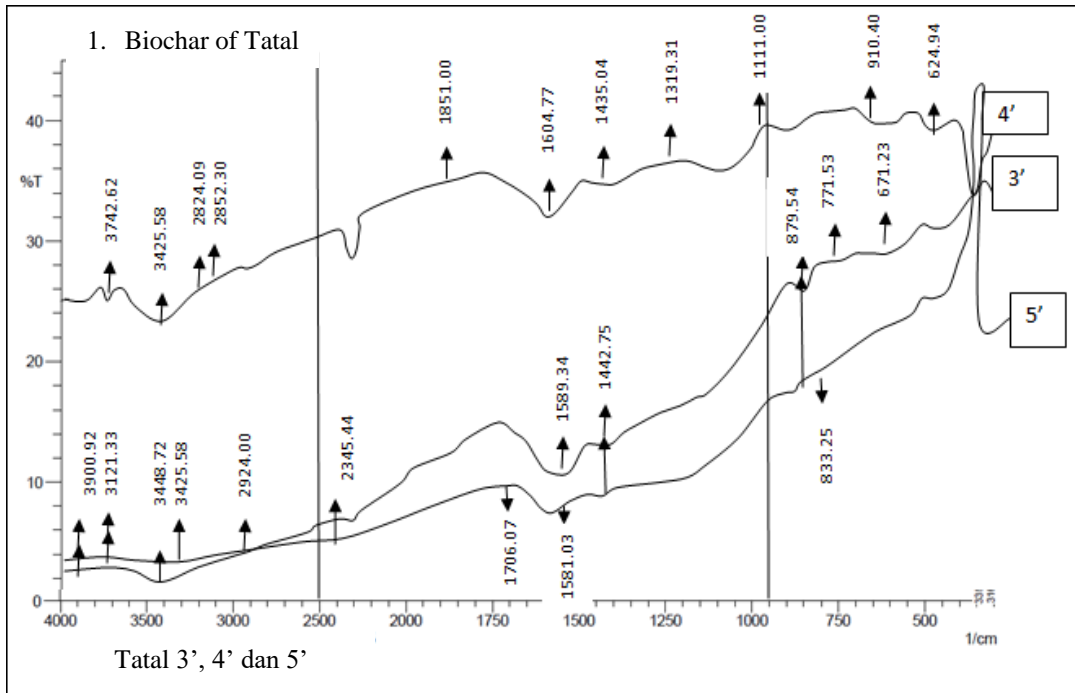
Bahan Organik	Hemi Selulosa	Lignin	Selulosa
Tatal	18.59	25.74	42.80
Batok Kelapa	17.59	45.20	45.30

Sumber: Hasil Analisis Laboratorium Kimia dan Serat Kayu Fahutan UGM (2015)

Biochar dari batok memiliki kandungan selulosa dan lignin yang tinggi

dibanding tatal. Hal ini sangat menguntungkan karena mengandung karbon yang tinggi dan kadar abu yang rendah, tidak mudah hancur (Schmidt & Noack, 2000). Biochar seperti ini dapat diarahkan sebagai amelioran untuk pemulihan dan peningkatan kualitas tanah jangka panjang; sedangkan biochar dari biomasa seperti tatal, jerami, sekam padi, empulur batang sagu, kulit kacang, jagung dan residu peternakan kandungan abu tinggi dengan karbon rendah, secara fisik mudah hancur. Kelompok biomasa non kayu ini komponen sifat kimia biasanya lebih tinggi (Swiatkowski *et al.*, 2004; Lima & Marshall, 2005). Biochar dari kelompok non kayu ini dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan kesuburan tanah (Lehmann & Joseph, 2009) karena efek pemberiannya di dalam tanah lebih cepat berlangsung dalam meningkatkan kesuburan tanah dan pertumbuhan tanaman.

Identifikasi dan interpretasi gugus fungsional (Sastromijojo, 1992; Whittaker 2000; Coates, 2000; Tan 2003) biochar dengan menggunakan spektroskopi infra merah dapat dilihat pada Gambar 1, dan Gambar 2 serta Tabel 3 dan Tabel 4. Gugus-gugus fungsional yang terbaca dari biochar suhu pirolisis 350°C dapat dibedakan menjadi gugus alifatik ( $> 2000 \text{ cm}^{-1}$ ), gugus aromatik (900 - 2000  $\text{cm}^{-1}$ ) dan gugus anorganik ( $< 900 \text{ cm}^{-1}$ ). Identifikasi gugus fungsional biochar dilakukan dengan menggunakan spektroskopis inframerah berdasarkan serapan sinar infra merah akibat getaran masing-masing gugus fungsional pada panjang gelombang tertentu (Tan, 2003) dan interpretasinya berdasarkan Stevenson (1994).



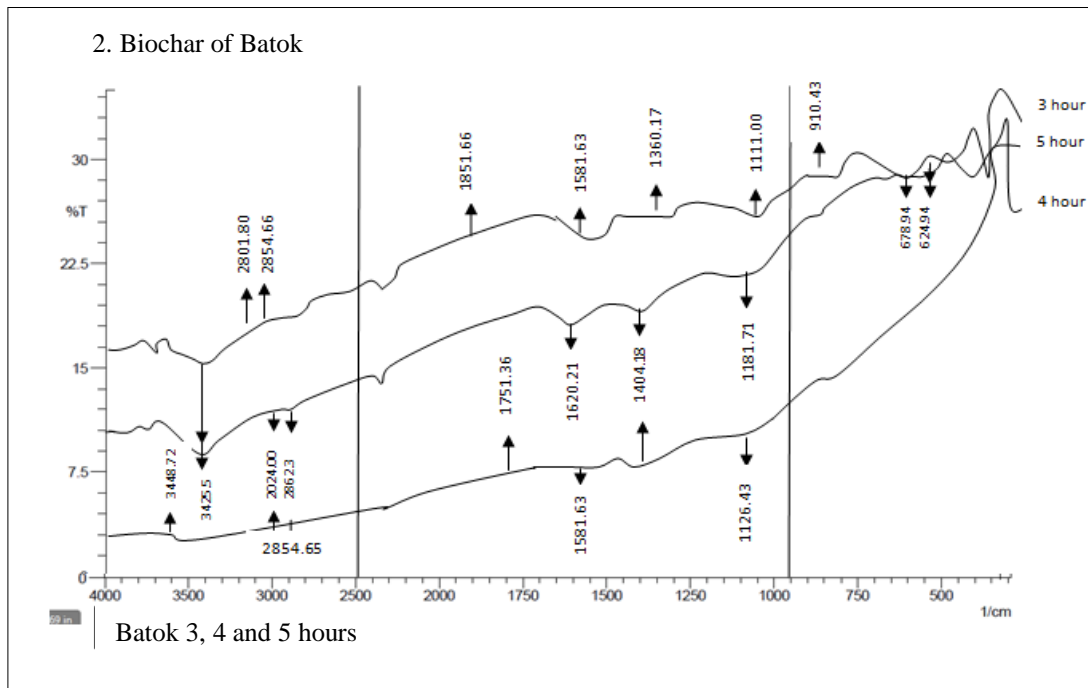
Gambar 1. Gugus Fungsional pada Biochar Tatal 3', 4' dan 5'

Tabel 3. Susunan Gugus Fungsional Biochar Tatal dengan Lama Pirolisis 3, 4 dan 5 jam

No	Tatal 3' (Puncak cm <sup>-1</sup> )	%	Gugus Fungsional	Tatal 4' (Puncak cm <sup>-1</sup> )	%	Gugus Fungsional	Tatal 5' (Puncak cm <sup>-1</sup> )	%	Gugus Fungsional
1	624.94	3.85	Klorida	671.23	5.72	Klorida C-X	833.25	6.82	Alkena bidang
2	910.4	5.61	Aromatic	771.53	6.58	Klorida c-x	879.24	7.20	Alkena bidang
3	1111	6.85	Fluoride C-X	879.54	7.50	aromatik	1442.75	11.81	CH3 bending
5	1435.04	8.85	-CH3	1589.34	13.55	C=C aromatik	1705.07	13.96	C=O Keton
6	1604.77	9.90	C=C alkena	2924.09	24.93	C-H Alkena	2345.44	19.20	C=C Alkuna
7	2862.36	17.65	Asam karboksilat	3448.72	29.41	O-H fenol	3425.58	28.05	O-H Ikatan H
8	2924.09	18.03	Asam karboksilat						
9	3425.58	21.12	OH Alkohol fenol						
	16217.49			11727.2			12212.96		

Pada Biochar tatal dengan semakin lama pirolisis dilakukan, maka gugus fungsional berkurang, dengan lama 3 jam gugus fungsional berjumlah 9 gugus dan didominasi oleh gugus aromatic (5 jenis), kemudian gugus alifatik (3 jenis) dan gugus anorganik (1 jenis). Dengan lama pirolisis 4

jam, gugus fungsional berjumlah 6 jenis dengan 2 gugus alifatik, 2 jenis gugus aromatic dan 2 gugus anorganik. Pada lama pirolisis 5 jam gugus fungsional berjumlah 7 gugus yang terdiri dari 2 gugus alifatik, 3 gugus aromatik dan 1 gugus anorganik.



Gambar 2. Gugus Fungsional pada Biochar Batok Kelapa 3 jam, 4 jam dan 5 jam

Tabel 4. Susunan Gugus Fungsional Biochar Batok dengan Lama Pirolisis 3, 4 dan 5 jam

No	Batok 3 j (Puncak cm <sup>-1</sup> )	%	Gugus Fungsional	Batok 4 j (Puncak cm <sup>-1</sup> )	%	Gugus Fungsional	Batok 5 j (Puncak cm <sup>-1</sup> )	%	Gugus Fungsional
1	624.94	0.68	Alkuna	624.94	4.23	C-X Klorida	1126.43	0.66	alkohol
2	678.94	4.63	Alkuna	910.40	6.16	Alkena- bidang	1404.18	9.30	-CH3 bending
3	1118.71	7.63	CH Amina	1111.00	7.51	C-H Amino	1581.63	10.4 8	N-H amida primer
4	1404.18	9.58	CH3 bending Alkana	1350.17	9.13	C-H Amina	1751.36	11.6 1	C=O ester
5	1620.21	11.05	N-H Bending	1581.63	10.69	C=C Aromatik	2854.65	18.9 2	Asam karboksilat
6	2862.36	19.53	Aldehida	2854.65	19.30	Asam karbositat	2924.09	19.3 8	Asam karboksilat
7	2924.09	19.95	C-H Alkana	2931.8	19.82	Asam karbositat	3448.72	22.8 5	Asam karboksilat
8	3425.58	23.37	OH Alkohol	3425.58	23.16	OH Alkohol			
	14659.01			14790.17			15091.06		

Pada Biochar batok kelapa dengan semakin lama pirolisis dilakukan, maka gugus fungsional semakin berkurang, dengan lama 3 jam gugus fungsional berjumlah 8 gugus yaitu gugus aromatic (3

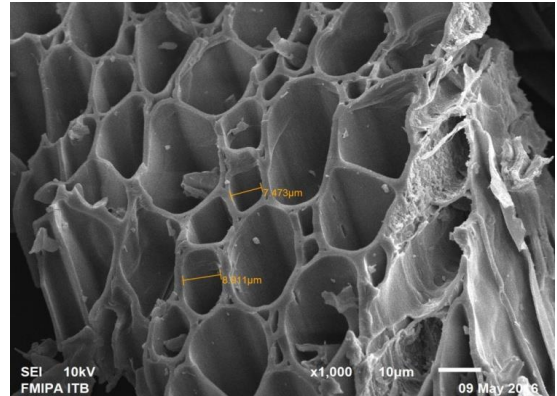
jenis), kemudian gugus alifatik (3 jenis) dan gugus anorganik (2 jenis). Dengan lama pirolisis 4 jam, gugus fungsional berjumlah 8 jenis dengan 3 gugus alifatik, 3 jenis gugus aromatic dan 2 gugus anorganik.

Pada lama pirolisis 5 jam gugus fungsional berjumlah 7 gugus yang terdiri dari 5 gugus aromatic dan 2 gugus alifatik.

Dari 6 biochar yang dihasilkan, berdasarkan sifat kimia dan gugus fungsionalnya, untuk sementara didapatkan hasil bahwa 2 jenis biochar terpilih dengan asumsi dari bahan organik yang kandungan selulosanya tinggi dan mempunyai gugus fungsional yang paling banyak, yaitu tatal 3 jam dan batok kelapa 4 jam, dan dapat digunakan sebagai amelioran di Gambut.

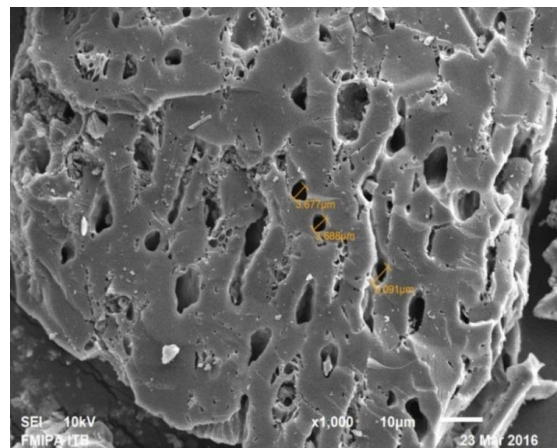
Analisis gugus fungsional dengan FTIR (Gambar 1 dan Gambar 2) dan (Tabel 3 dan Tabel 4) bertujuan untuk mengetahui kandungan gugus fungsional biochar, menunjukkan bahwa biochar sebagian besar tersusun atas gugus aromatik. Suhu pirolisis di atas 350 °C pembentukan pori mikro mengarah ke pembesaran ukuran dan terbentuk sekat yang lebar antara susunan pori. Sekat yang terbentuk ini menyebabkan luas permukaan partikel semakin tinggi. Sekat yang terbentuk diantara susunan pori mikro ini juga menyebabkan pori-pori rentan runtuh akan menurunkan kemampuan adsorb dan mekanisme lainnya di dalam tanah jika biochar diaplikasikan pada tanah (James *et al.*, 2009). Brown (2009), mengilustrasikan hasil percobaan Rutherford *et al.* (2004) bahwa C alifatik dari biochar, terkonversi membentuk cincin penghubung C aromatik. Selulosa disusun oleh C alifatik, transformasi alifatik akan terjadi pada suhu minimal 300°C; semakin tinggi suhu, C aromatik secara bertahap hilang dan porositas mulai terbentuk dengan demikian akan terbentuk struktur campuran cincin C aromatik yang menuju terciptanya sebuah matriks pori mikro.

Penampakan permukaan pori biochar tatal 3 jam dan batok kelapa 4 jam menggunakan analisis SEM yang terbaca pada pembesaran 1000 kali, terhadap bentuk pori dan ukuran pori disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Bentuk pori dan ukuran pori biochar tatal 3 jam dengan pembesaran 1000 x.

Keterangan: SEM permukaan biochar tatal 3 jam, suhu pirolisis 350°C, dengan ukuran pori 10 μm (7.473 μm ; 8.901 μm)



Gambar 4. bentuk pori dan ukuran pori biochar batok kelapa 4 jam dengan pembesaran 1000 x

Keterangan: SEM permukaan biochar batok kelapa 4 jam, suhu pirolisis 350°C, dengan ukuran pori 10 μm (3.677 μm; 3.688 μm ; 5.091 μm)

Penampakan pori permukaan biochar batok kelapa yang dipirolisis pada suhu 350 °C dengan lama waktu 4 jam, kokoh dan teratur susunannya, ukuran pori makro dan mikro lebih kecil (3.677 μm; 3.688 μm ; 5.091 μm) dibanding pada biochar tatal yang dipirolisis selama 3 jam (7.473 μm ; 8.901 μm), ukuran porinya besar dan rapuh, namun kedua biochar pori porinya masih tersusun teratur. Susunan dan bentuk pori yang besar dan tersusun rapi akan meningkatkan peranan biochar sebagai

amelioran di dalam tanah. Menurut Lehmann & Joseph (2009), pembentukan pori permukaan biochar pada suhu pirolisis 250 – 500°C susunan pori belum teratur, pori biochar mulai teratur susunannya pada suhu pirolisis 800 – 2500°C, namun pori yang terbentuk ini mudah runtuh (Brown, 2009) sehingga rentan hancur akibatnya susunan pori berantakan. Hal ini akan menurunkan peranan biochar sebagai amelioran tanah.

Biochar batok kelapa dengan lama pirolisis 4 jam masih berpotensi untuk dijadikan amelioran pada tanah gambut karena selain pori porinya yang masih utuh dan susunannya masih rapi dan teratur. Peranan biochar dipertimbangkan sebagai amelioran tanah salah satunya adalah kemampuannya didalam memperbaiki pori makro dan mikro tanah. Kesimbangan udara dan air dibutuhkan untuk memperbaiki kesuburan tanah dan untuk menopang kehidupan dan viabilitas mikroba dalam tanah dalam waktu lama. Hal ini dipertegas dengan hasil analisis SEM (Gambar 3 dan Gambar 4) struktur pori mikro biochar dengan pembesaran 1000 kali menunjukkan keporian yang relatif teratur, pada beberapa pori terlihat tunggal utuh dan beberapa bagian pori yang letaknya berdampingan. Pembentukan pori yang utuh ini menjadikan biochar lebih baik dalam hal kerapatan lindak, kerapatan partikel, dan aerasi. Kemampuan retensi air oleh biochar dipengaruhi oleh luas permukaan, volume dan ukuran pori biochar yang tinggi.

## KESIMPULAN

Beberapa kesimpulan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Serutan kayu (tatal) dan batok kelapa dapat dijadikan amelioran pada tanah gambut dalam bentuk biochar sebagai sumber karbon, yang dapat mengikat unsur hara.
2. Biochar batok kelapa mempunyai karakteristik fisika yang lebih baik dari tatal dalam hal ukuran pori yang lebih

kokoh dan teratur bentuknya, sehingga dapat sebagai sumber karbon yang lama di tanah gambut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Brown, R. 2009. Biochar Production Technology. In: Biochar for Environmental Management: Science and Technology (Eds). J. Lehmann & S. Joseph. 2009. Biochar for Environmental Management. First published by Earthscan in the UK and USA in 2009. 416 p.
- Coates, J. 2000. Interpretation of Infrared Spectra, A Practical Approach. Encyclopedia of Analytical Chemistry. R. A. Meyers (Ed). Pp. 10815-10837. John Wiley & Sons Ltd, Chchester
- Lehmann, J. 2007. Bio-energy in the Black. Department of Crop and Soil Sciences, College of Agriculture and Life Sciences, Cornell University, Ithaca, NY 14853 (CL273@cornell.edu). © The Ecological Society of America. Front Ecol Environ 2007; 5(7): 381–387.
- Lehmann, J & Joseph, 2009. Biochar for Environmental Management. First Published by Earthscan in the UK and USA in 2009. P416.
- Sastromidjojo, H. 1992. Spektroskopi inframerah. Linerty Yogyakarta. ix + 146 h.
- Schmidt, M.W.I., and A.G. Noack. 2000. Black Carbon in Soils and Sediment: Analysis, Distribution, Implications, and Current Challenges. Global Biogeochem. Cycles 14:777–793.
- Steiner, C., B. Glaser, W.G., Teixeira, J. Lehmann, W.E.H Blum and W. Zech. 2008. Nitrogen Retention and Plant Uptake on A Highly Weathered Central Amosonian Ferralsol Amended With Compost and Choarcoal. Journal of Plant Nutrition and Soil Science 171(6):893-899.

- Stevenson, F.J. 1994. Humus Chemistry, Genesis, Composition, Reaction. 2nd ed, Wiley, New York. P<sub>xiii</sub>+496.
- Sukartono, 2011. Pemanfaatan Biochar Sebagai Bahan Amendemen Tanah untuk Meningkatkan Efisiensi Penggunaan Air dan Nitrogen Tanaman Jagung (*Zea mays*) di Lahan Kering Lombok Utara. Laporan Hasil Penelitian Disertasi Doktor. Universitas Brawijaya : Malang.
- Swiatkowski, A, M. Pakula, S. Biniak, M. Walczyk. 2004. Influence of TheSurface Chemistry of Modified Activated Carbon on its Electrochemical Behavior in The Presence of Lead (II) Ions. Carbon 2004; 42: 3057-3069.
- Tan, K. H. 2003. Humic Matter in Soil Environment, Principles and Controversies. Marcel Dekker, inc, Madison, New York. p xii + 386.
- Whittaker D. 2000. Interpreting Organic Spectra. Departemen Of chemistry, University of liverpool UK. Royal Society of Chemistry RSC.