

PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI KARBON AKTIF DARI BAMBU BETUNG (*DENDROCALAMUS ASPER*) DENGAN AKTIVASI KOH BERBANTUAN GELOMBANG MIKRO

Erin Mazelly Hutapea, Iwantono, Rakhmawati Farma, Saktioto, Awitdrus*

Program Studi S1 Fisika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,

Universitas Riau Kampus Bina Widya

Jl. Prof. Muchtar Luthfi Pekanbaru, 28293, Indonesia

e-mail: awitdrus@lecturer.unri.ac.id

ABSTRAK

Telah berhasil dibuat karbon aktif dari bahan bambu betung (*Dendrocalamus Asper*) melalui proses pra-karbonisasi selama 1 jam dengan aktivasi kimia menggunakan KOH dengan perbandingan variasi massa karbon aktif dengan massa aktivator 1:0, 1:1, 1:2 dan 2:1. Pengaktifan dibantu iradiasi gelombang dengan daya mikro (μ) 630 Watt selama 20 menit. Penelitian bertujuan untuk mengkarakterisasi karbon aktif menggunakan difraksi sinar-X, spektroskopi inframerah transformasi fourier (FTIR) dan dayaserapmetilenbiru. Karakterisasi difraksi sinar-X menunjukkan karbon aktif memiliki pola difraksi semikristalin dengan kehadiran puncak pada sudut 2θ sebesar $21,268^\circ$ dan $41,014^\circ$ masing-masing bersesuaian dengan orientasi (002) dan (100). Tinggilapisan (L_c) tertinggi dihasilkan pada rasio 1:1 sebesar 21,495 nm dan data ini didukung oleh daya serap karbon aktif terbaik terhadap metilen biru yaitu pada rasio 1:1 sebesar 99,327 mg/g. Hasil karakterisasi FTIR menunjukkan karbon aktif memiliki serapan gugus -OH, C-H dan C=C. Secara keseluruhan hasil perhitungan dan analisis yang diperoleh menunjukkan bahwa banyaknya KOH mempengaruhi kualitas dari karbonaktif yang dihasilkan.

Kata kunci : Bambu betung, iradiasigelombangmikro, karbonaktif,KOH

ABSTRACT

Activated carbon had successfully been made from betung bamboo (*Dendrocalamus Asper*) by carbonization process for 1 hour with chemical activation using potassium hydroxide (KOH) with the mass ratio of the carbon powder with KOH i.e. 1:0, 1:1, 1:2 and 2:1. In order to activate the carbon, the activation was help by microwave irradiation with the power of 630 Watt for 20 minutes. The purpose of this research is to characterize activated carbon using X-ray diffraction (XRD), Fourirer Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) and absorption of methylene blue. The data of X-ray diffraction pattern indicated that all of the activated carbon were in a semi-crystalline form, with the XRD peaks observed at angel of diffraction (2θ) of 21.268° and 41.014° with oriented of (002) and (100) respectively. The highest value of layer (L_c) is resulted from the ratio 1:1 as high as 21.495 nm and this data supported by the highestabsorption of methylene blue at ratio 1:1 as high as 99.327 mg/g. Characterization of FTIR showed that the activated carbon had the function of cluster -OH, C-H and C=C. Overall the calculated and analyzed results showed that the variation of KOH concentration influences the qualities of the activated carbon.

Keywords: Betung bamboo, microwave irradiation, activated carbon, KOH

PENDAHULUAN

Air merupakan sumber kehidupan bagi makhluk hidup. Pada zaman ini, sumber daya air bersih semakin minim dikarenakan pencemaran limbah zat kimia, limbah padat, limbah bahan makanan, limbah organik dan limbah anorganik yang dapat menyebabkan iritasi pada mata, penyakit *methemoglobinemia* dan kanker (Soeparman, 2001).

Salah satu upaya mengatasi pencemaran air adalah dengan menggunakan metode adsorpsi yaitu metode prinsip penyerapan bahan tertentu oleh suatu bahan yang bersifat sebagai penyerap. Metode adsorpsi banyak diaplikasikan pada penjernihan air serta penghilangan zat pencemar mengandung logam berat (Rahmawati & Yuanita, 2013). Metode adsorpsi banyak menggunakan karbon aktif karena memiliki daya serap yang baik.

Karbon aktif adalah bahan yang terdiri dari sebagian besar karbon. Karbon aktif terdiri dari 87%-97% karbon dan sisanya berupa hidrogen, oksigen, sulfur dan nitrogen serta senyawa-senyawa lain yang terbentuk dari proses pembuatan (Sudibandriyo, 2003). Karbon aktif berguna dalam pemurnian gas, katalisator, sebagai penyaring dan penghilang bau pada industri obat dan makanan, penyaringan air, penghilang bau dalam

industri pengolahan air, sebagai pelarut yang bisa digunakan kembali, dan penyimpan energi (Liou, 2010).

Bambu merupakan jenis tanaman yang tergolong keluarga *Gramineae* (rumput-rumputan). Di Asia Tenggara terdapat sekitar 200 spesies bambu dari 1000 spesies bambu yang ada (Dransfield & Widjaja, 1995). Di Indonesia terdapat 60 jenis spesies bambu. Bambu mengandung kadar selulosa berkisar 42,4%-53,6%, kadar lignin berkisar 19,8% sampai 26,6%, kadar pentosan berkisar 1,24% sampai 3,77%, kadar abu berkisar 1,24% sampai 3,77% dan kadar silika berkisar 0,10% sampai 1,78% (Krisdianto dkk., 2003).

Sumber bahan mentah yang telah digunakan untuk penelitian sebagai bahan karbon aktif diantaranya biji *apricot*, biji *chery*, biji anggur, kulit kacang, kulit almond, tongkol jagung, kulit jagung dan ban bekas (Rao et al., 2008). Bambu merupakan tanaman golongan rumput-rumputan. Batang bambu dapat dijadikan peralatan rumah tangga (Berlian & Rahayu, 1995), barang kerajinan (Krisdianto dkk., 2003), serta dalam industri bambu diolah menjadi *pulp* dan kertas.

METODOLOGI PENELITIAN

Bahan dasar pembuatan karbon aktif yang digunakan adalah bambu betung (*Dendrocalamus Asper*). Bambu betung dengan ukuran 1cm x 1cm dipra-karbonisasi selama 1 jam menggunakan

oven listrik dengan suhu 200°C. Bambu dihaluskan dan diayak sehingga diperoleh butiran dengan ukuran ≤ 100 mesh. Pengaktifan KOH bahan pra-karbonisasi didalam air suling 150 ml dengan perbandingan massa bahan pra-karbonisasi dan KOH masing-masing adalah 1:0 (S1), 1:1 (S2), 1:2 (S3) dan 2:1 (S4) dan diiradiasi dengan gelombang mikro. Iradiasi gelombang mikro dilakukan pada daya 630 Watt selama 20 menit dalam lingkungan nitrogen. Karbon aktif dinetralkan dengan menggunakan air suling dan dikeringkan selama 24 jam pada suhu 105 °C. Karakterisasi karbon aktif meliputi struktur mikro menggunakan difraksi sinar-X, gugus fungsi karbon aktif menggunakan *Fourier Transform Infrared* (FTIR) dan uji daya serap terhadap metilen biru. Analisa struktur mikro terdiri dari jarak antar bidang d_{hkl} dan dimensi mikrokristalit (tinggi timbunan L_c dan lebar timbunan L_a) masing-masing dihitung dengan persamaan Bragg dan Scherrer. Daya serap metilen biru dihitung dengan menggunakan persamaan

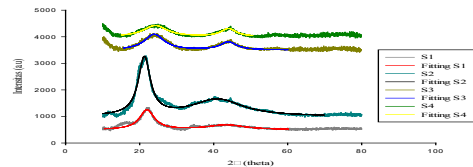
$$q(t) = \frac{(C_0 - C_t)V}{W} fp$$

dimana c_0 adalah konsentrasi awal (ppm), c_t adalah konsentrasi akhir (ppm), W adalah massa sampel (g) dan fp adalah faktor pengenceran.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Karakterisasi XRD

Uji XRD berguna untuk mengetahui struktur mikro karbon aktif yang ditandai dengan puncak-puncak pada sudut 2θ seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Difraktogram XRD karbon aktif bambu betung setelah diiradiasi menggunakan gelombang mikro

Struktur mikro karbon aktif yang terbentuk adalah struktur *turbostratic* yang ditandai dengan puncak mayor dan minor masing-masing pada orientasi bidang (002) dan (100) pada sudut 2θ sekitar 22° sampai 25° dan 43° sampai 45°. Tinggi rendahnya puncak yang dihasilkan dari karakterisasi XRD dipengaruhi oleh proses aktivasi yang menyebabkan terjadinya pergeseran pelat heksagonal yang semula tingkat keteraturannya tinggi (kristalin) menjadi tidak beraturan (amorf) sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Tanaka et al (1997) dan Lu & Chung (2001).

Tabel 1. Jarak antar bidang dan dimensi mikro kristalin

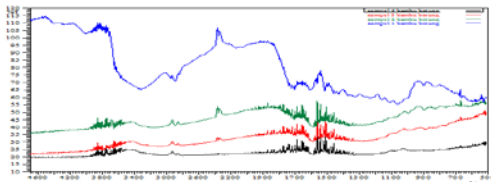
Sampel	Jarak Antar Bidang (nm)		Dimensi Mikrokristalin (nm)	
	d_{002}	d_{100}	L_c	L_a
S1	4,042	2,083	17,482	16,107
S2	4,205	2,172	21,496	11,296
S3	3,715	2,058	12,890	48,590
S4	3,672	2,056	10,626	54,556

Sifat karbon aktif yang diharapkan adalah karbon aktif dengan kandungan karbon yang tinggi, lebar lapisan (L_a) yang dekat dan tinggi lapisan (L_c) yang tinggi (Darmawan dkk., 2015). Semakin besar nilai tinggi lapisan (L_c) maka luas permukaan karbon aktifnya semakin tinggi (Diniati, 2012). Semakin kecil lebar lapisan (L_a) kristalit memiliki luas permukaan karbon aktif yang semakin besar (Manivannan et al., 1999). Tabel 1

menunjukkan rasio 1:1 (S₂) memiliki tinggi lapisan (L_c) 21,496 nm yang lebih tinggi dari sampel lainnya dan lebar lapisan (L_a) 11,296 yang lebih kecil dari sampel yang lain.

2. Karakterisasi FTIR

Karakterisasi FTIR berfungsi untuk melihat serapan gugus fungsi yang terdapat pada sampel. Spektra S₁ (biru), S₂ (hijau), S₃ (merah) dan S₄ (hitam) dapat dilihat pada Gambar 2.

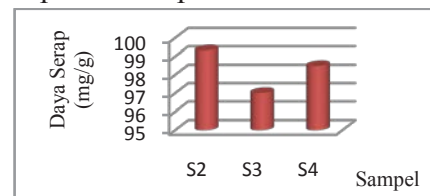


Gambar 2 Spektra FTIR karbon aktif bambu betung

Serapan gugus -OH, C=C dan C-H mendominasi keempat sampel. Serapan gugus -OH dengan intensitas sedang pada rentang bilangan gelombang (3200 sampai 3550) cm⁻¹ (Hartomo dan Purba, 1986) terdapat pada bilangan gelombang 3588,72 cm⁻¹ (S₁), 3620,54 cm⁻¹ (S₂), 3621,51 cm⁻¹ (S₃) dan 3361,11 cm⁻¹ (S₄). Serapan gugus C-H dengan intensitas kuat berada pada rentang (2850 sampai 2970) cm⁻¹ (Pavia et al., 2009) terdapat pada bilangan gelombang 2886,60 cm⁻¹ (S₁), 2881,77 cm⁻¹ (S₂), 2864,41 cm⁻¹ (S₃) dan 2871,17 cm⁻¹ (S₄). Serapan gugus C=C dengan intensitas rendah pada rentang (1500-1680) cm⁻¹ (Yusraini dkk., 2015) terdapat pada bilangan gelombang 1635,71 cm⁻¹ (S₁), 1638,60 cm⁻¹ (S₂), 1584,59 cm⁻¹ (S₃) dan 1639,56 cm⁻¹ (S₄).

3. Karakterisasi Daya Serap Karbon Aktif terhadap Metilen Biru

Besar daya serap karbon aktif terhadap metilen biru menunjukkan kualitas karbon aktif. Karbon aktif yang bagus adalah karbon aktif yang memiliki daya serap yang tinggi agar fungsi karbon aktif sebagai adsorben dapat berjalan dengan baik. Nilai daya serap karbon aktif dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Daya serap karbon aktif terhadap metilen biru

KOH sebagai aktivator kimia mampu menekan pengotor hidrokarbon dan pengotor dalam pori karbon aktif sehingga menyebabkan semakin besarnya daya serap karbon aktif. Kemampuan optimum karbon aktif dari bambu betung dalam menyerap metilen biru adalah dengan perbandingan massa arang dengan KOH sebesar 1:1 dengan nilai daya adsorpsi sebesar 99,327 mg/g. Daya serap ini sudah memenuhi syarat mutu karbon aktif menurut Standar Industri Indonesia (SII No.0258-89) di mana daya serap karbon aktif terhadap metilen biru minimal sebesar 60 mg/g untuk karbon berbentuk granular (Saragih, 2008). Pada massa aktivator tertentu, KOH akan bereaksi jenuh mengakibatkan penurunan daya serap yang disebabkan akibat penghancuran pori pada karbon aktif sehingga merusak mikropori dan mesopori yang terbentuk (Yongbin et al., 2007). Penurunan daya serap terlihat seperti pada S₃ dengan daya serap 97,009 mg/g sementara sampel dengan variasi 2:1 memiliki daya serap yang kurang optimum sebesar 98,495 mg/g

dikarenakan KOH masih dapat bekerja lebih reaktif pada variasi 1:1.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan analisa yang telah dilakukan maka diperoleh kesimpulan bahwa variasi massa KOH mempengaruhi kualitas karbon aktif. Variasi massa aktivator dan massa karbon 1:1 (S2) menghasilkan karbon aktif terbaik karena memiliki nilai tinggi lapisan (L_c) yang paling besar 21,496 nm, nilai lebar lapisan (L_a) yang paling kecil 11,296 nm dan daya serap karbon aktif terhadap metilen biru terbaik sebesar 99,327 mg/gserta adanya serapan gugus-gugus fungsi O-H, C-H dan C=C.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Berlian, N. dan Rahayu, E. 1995. *Bambu, Budidaya dan Prospek Bisnis*. Penebar Swadaya: Jakarta.
- [2]. Darmawan, S. Wasrin S., Nyoman J. W., Akhirudin M., dan Gustan P. 2015. Kajian Struktur Arang-Pirolisis, Arang-Hidro Dan Karbon Aktif Dari Kayu *Acacia Mangium* Willd. Menggunakan Difraksi Sinar-X. *Penelitian Hasil Hutan* 33 (2) : 81 - 92
- [3]. Diniati, M. 2012. *Perlakuan Mekanokimia Basah pada Karbon Aktif Batu Bara untuk Media Penyimpanan Hidrogen*. Skripsi Program Studi Teknik Metalurgi dan Material, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Depok.
- [4]. Dransfield, S. And Widjaja E.A. 1995. *Plant Resources of South east Asia No.7: Bamboos*. PROSEA, Bogor.
- [5]. Hartomo A. J dan Purba, A.V. 1986. *Penyidikan Spektrometrik Senyawa Organik*. Edisi Ke-4, Erlangga, Jakarta, Terjemahan: *Spectrometric Identification of Organic Compound*. Silverstein, Bassler, and Morrill, 1981, John Wiley and Sons, Inc. pp. 95-180.
- [6]. Krisdianto, Ginuk, S dan Agus, I. 2003. *Sari Hasil Penelelitian Rotan dan Bambu*. Pusat Hasil Hutan, Badan dan Pengembangan Kehutanan dan Perkebunan, Bogor-Indonesia.
- [7]. Liou, Tzong-Horng. 2010. Development of Mesoporous Structure and High Adsorption Capacity of Biomass-based Activated Carbon by Phosporic Acid and Zinc Chloride Activation. *Chemical Engineering Journal* 158, 129-142
- [8]. Lu, W. and Chung, D.D.L. 2001. Preparation of conductive carbons with high surface area. *Carbon* 39: 39-44
- [9]. Manivannan, A., Chirila, M., Giles, N.C and M.S. Seehra. 1999. Microstructure, dangling bonds and impurities in activated carbons. *Carbon* 37: 1115-1121
- [10]. Pavia, D.L., Lampman, G.M., Kriz, G.S., and Vyvyan, J.R. 2009. *Introduction to Spectroscopy*. Sunders College: Philadelphia.
- [11]. Rahmawati, E dan Yuanita, L. 2013. Adsorpsi Pb^{2+} Oleh Arang Aktif Sabut Siwalan (*Borassus flabelifer*). *UNESA Journal of Chemistry* 2:1-7.
- [12]. Rao M. Madhava, Rao Chandra G.P, Seshaiyah K, Choudary N.V, and Wang M.C., 2008. Activated carbon from Ceiba pentandra hulls, an agricultural waste, as an adsorbent in the removal of lead and zinc from aqueous solution. *Wastemanagement* 28:849-88
- [13]. Saragih, S.A. 2008. *Pembuatan dan Karakterisasi Karbon Aktif*

- dari Batubara Riau Sebagai Adsorben.* Universitas Indonesia : Jakarta.
- [14]. Soeparman D., 2001. *Ilmu Penyakit Dalam, Jilid 2.* Balai Penerbit FKUI, Jakarta.
- [15]. Sudibandriyo, M. 2003. *A Generalized Ono-Kondo Lattice Model For High Pressure on Carbon Adsorben,* Ph.D Dissertation, Oklahoma State University.
- [16]. Tanaka, K. Aoki, H. Ago, H. Yamake, T. and Okahara, K. 1997. Interlayer Interaction Of Two Graphene Sheets As A Model Of Double Layer Carbon Nanotubes
- [17]. Yong bin Ji, Tiehu Li, Li Xiaoxian Wang, and Qilang Lin. 2007. *Applied Surface Science.* (254) : 506
- [18]. Yusraini, D. Heryanto, R. Riyadhi, A. Heny, T. dan Nurlela. 2015.
- [19]. Karakteris asi Karbon Aktif Asal Tumbuhan dan Tulang Hewan menggunakan FTIR dan Analisis Kemometrika. *Jurnal Kimia VALENSI: Jurnal Penelitian dan Pengembangan Ilmu Kimia,* 1(2), November 2015, 103-116