

SYNTHESIS OF ACTIVATED CARBON (AC) FROM BAMBOO WASTE AS A SUPPORT OF ZINC OXIDE (ZnO) CATALYST

Nurull Fanani*, Ika Fitri Ulfindrayani

Fakultas Sains dan Teknologi/Teknik Elektro, Universitas Teknologi Surabaya
Jalan Balongsari Praja V No.1 Surabaya, 60186, Indonesia

* E-mail corresponding author: nf.fanni@gmail.com

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Article history:</i> Received: 16-06-2019 Received in revised form: 23-06-2019 Accepted: 04-08-2019 Published: 23-10-2019</p> <hr/> <p><i>Keywords:</i> Activated carbon Bamboo waste Carbonization Activation Phosphoric acid</p>	<p><i>This research was conducted to determine the characteristics of activated carbon made from bamboo waste to be used as a support for Zinc Oxide (ZnO) catalyst. The bamboo waste obtained from the bamboo handicraft industry and the former installation of the billboard is cut into pieces first so that it can be put into a carbonization reactor (calciner), then the carbonization process is carried out at 400°C for 2 hours. The carbon produced from the carbonization process is activated using H₃PO₄ and then impregnated with a zinc oxide catalyst (ZnO). Impregnation was carried out with a catalyst loading ratio of 2.5%, 5% and 10%. The catalyst produced in this study was then characterized using BET to determine surface area and XRD to show its crystallinity. As for the identification of carbon groups used FTIR spectrophotometer. The results of BET characterization showed a surface area of 292,219 m²/g at 10% loading, XRD results showed that the catalyst that had been impregnated was amorphous or showed no change and the FTIR results showed that the activated carbon obtained had OH, CO, CH, C functional groups -OH, and CH₂.</i></p>

SINTESIS ACTIVATED CARBON (AC) DARI LIMBAH BAMBU SEBAGAI PENDUKUNG KATALIS SENG OKSIDA (ZnO)

Abstrak- Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik karbon aktif yang terbuat dari limbah bambu untuk digunakan sebagai pendukung katalis Seng Oksida (ZnO). Limbah bambu yang diperoleh dari industri kerajinan bambu dan bekas pemasangan baliho ini dipotong-potong terlebih dahulu agar dapat dimasukkan ke dalam reaktor karbonisasi (kalsiner), kemudian dilakukan proses karbonisasi pada suhu 400 °C selama 2 jam. Karbon yang dihasilkan dari proses karbonisasi diaktivasi dengan menggunakan H₃PO₄ kemudian diimpregnasi dengan katalis Seng oksida (ZnO). Impregnasi dilakukan dengan perbandingan loading katalis yaitu 2,5%, 5% dan 10%. Katalis yang dihasilkan dalam penelitian ini kemudian dikarakterisasi dengan menggunakan BET untuk mengetahui luas permukaan dan XRD untuk menunjukkan kristalinitasnya. Sedangkan untuk identifikasi gugus karbon digunakan spektrofotometer FTIR. Hasil dari karakterisasi BET menunjukkan luas permukaan sebesar 292,219 m²/g pada loading 10%, hasil XRD menunjukkan bahwa katalis yang telah diimpregnasi bersifat amorf atau tidak menunjukkan perubahan dan hasil FTIR menunjukkan bahwa karbon aktif yang diperoleh memiliki gugus fungsi OH, C-O, CH, C-OH, dan CH₂.

Kata kunci : Karbon aktif, limbah bambu, karbonisasi, aktivasi, asam fosfat

PENDAHULUAN

Perkembangan industri dengan bahan baku bambu saat ini cukup tinggi, seperti industri kerajinan bambu, industri tusuk gigi dan juga konstruksi bangunan. Semakin meningkatnya kebutuhan akan bahan baku bambu maka akan

semakin melimpah limbah bambu yang dihasilkan dari industri tersebut. Limbah bambu ini tidak hanya dihasilkan dari limbah industri namun limbah bambu akan banyak kita jumpai pada masa kampanye menjelang pemilu di Indonesia. Dimana semua baliho-baliho para calon terpampang di

sepanjang jalan dengan menggunakan bambu sebagai penyangganya. Bambu tersebut kemudian dibuang begitu saja setelah masa kampanye selesai. Limbah bambu dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan karbon aktif. Menurut Boneli (2001), Daud dan Ali (2004) komponen utama arang aktif adalah kandunga selulosa yang terdapat pada bambu. Kandungan selulosa tersebut berkisar antara 42,40-53,60%. Selain itu bambu juga memiliki daya serap arang aktif terhadap metilen blue. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Erin (2017) daya serap karbon aktif dari bambu betung terhadap metilen blue terbaik sebesar 99,327 mg/g dan memiliki serapan gugus-gugus fungsi O-H, C-H dan C=C. Hal ini menunjukkan bahwa limbah bambu juga cukup berpotensi untuk diolah menjadi karbon aktif.

Karbon aktif merupakan sebuah bahan yang mengandung karbon bebas cukup besar, dimana karbon bebas tersebut memiliki daya serap yang tinggi dan memiliki pori yang meningkatkan daya serapnya karena mengalami reaksi dengan bahan kimia sebelum atau sesudah karbonisasi (Zhou dkk, 2012). Karbon aktif sangat bermanfaat dalam kehidupan sehari-hari diantaranya dapat digunakan sebagai agen penyerap (Gislon dkk, 2013), pemurnian gas, katalisator, sebagai penghilang bau pada beberapa industri seperti industri pengolahan air, industri obat dan makanan, serta dapat digunakan sebagai pelarut yang dapat digunakan kembali dan penyimpanan energi (Liou, 2010). Salah satu kemampuan yang paling penting pada karbon aktif adalah kemampuan daya serap (adsorpsi). Adsorpsi merupakan suatu proses penyerapan partikel suatu fluida (cairan atau gas) oleh suatu padatan hingga terbentuk suatu lapisan tipis (*film*) pada permukaan adsorben. Adsorpsi dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain: karakteristik adsorben, tekanan, temperatur dan jenis adsorbat (Atmayuda, 2007). Karbon aktif yang memiliki struktur mikro dan mesopori yang besar serta luas permukaan yang tinggi merupakan karbon aktif yang memiliki daya serap yang tinggi pada larutan iodin.

Untuk memperoleh karbon aktif yang memiliki daya serap yang tinggi maka diberikan aktivator pada proses pembuatannya. Pembuatan karbon aktif melalui tiga tahap yaitu dehidrasi, karbonisasi dan aktivasi. Tahap pertama yaitu dehidrasi, bertujuan untuk menghilangkan kadar air pada bahan baku. Pada tahap dua, dilakukan karbonisasi dengan temperatur 400-600 °C, dimana hasil dari karbonisasi ini memiliki daya serap yang masih rendah sehingga pada tahap tiga ditambahkan aktivator untuk menaikkan daya serapnya.

Aktivator adalah zat atau senyawa kimia yang berfungsi sebagai reagen pengaktif. Zat aktivator memiliki sifat yang dapat mengikat air

(Dabrowskiet al., 2005; Li et al.,2008) sehingga air yang masih tertinggal pada pori-pori karbon saat proses karbonisasi akan terlepas dan membuka permukaan karbon yang tertutup oleh air. Pori-pori ini akan semakin besar jika dilakukan pemanasan setelah penambahan aktivator. Hal ini terjadi karena senyawa pengotor yang berada di dalam pori menjadi lebih mudah terserap. Semakin besar luas permukaan maka semakin besar pula daya serapnya. Bahan kimia yang dapat digunakan sebagai zat aktivator diantaranya adalah NaCl, CaCl₂, Ca(OH)₂, MgCl₂, HNO₃, HCl, Ca₃(PO₄)₂, KOH, ZnCl₂, H₃PO₄, dan sbgainya.

Activated Carbon yang diperoleh dapat dimanfaatkan sebagai pendukung katalis Seng Oksida (ZnO) pada pembuatan biodiesel. Katalis ini mampu membantu mempercepat reaksi pada proses transesterifikasi. Menurut penelitian yang telah dilakukan oleh Klingshirm, C. F. pada tahun 2007, konversi pembuatan biodiesel dengan katalis heterogen ZnO dapat mencapai 96%. ZnO banyak digunakan sebagai katalis heterogen asam karena memiliki sifat keasaman dan ekonomis tinggi. Oleh karena itu, pada penelitian ini perlu dilakukan peningkatan keasaman katalis untuk reaksi transesterifikasi. Peningkatan keasaman katalis dapat dilakukan dengan memberikan pendukung karena penambahan pendukung pada suatu katalis dapat mempengaruhi sisi aktif katalis selama proses katalisis (Wojciechowska,dkk 2007). *Activated Carbon* (AC) banyak digunakan untuk pendukung katalis karena mempunyai luas permukaan yang besar. Pada penelitian ini, pemberian pendukung AC pada katalis ZnO (ZnO/AC) diharapkan dapat menghasilkan katalis yang memiliki keasaman tinggi dan luas permukaan yang besar sehingga dihasilkan katalis yang aktif dan efisien untuk pembuatan biodiesel.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah limbah bambu, Asam pospat (H₃PO₄), Aquadest, larutan iodin, pH indikator, kertas saring dan larutan kanji. Alat yang digunakan yaitu kalsiner, gas N₂, *hotplate magnetic stirrer*, oven, furnace, desikator, *beaker glass*, erlemeyer, corong dan neraca analitik.

Prosedur

1. Proses Karbonisasi

Limbah bambu dipotong kecil-kecil ±1cm dan tidak perlu dipanaskan terlebih dahulu karena limbah bambu sudah dalam keadaan kering. Potongan bambu dimasukkan ke dalam alat kalsinasi (kalsiner) selama 2 jam dengan suhu 400 °C. Pemilihan suhu disesuaikan dengan kandungan

pada bambu, dimana kandungan utamanya adalah selulosa hemiselulosa dan lignin. Menurut Girrad (1992), karbonisasi hemiselulosa terjadi pada suhu 200–250 °C, karbonisasi selulosa terjadi pada suhu 280–320 °C dan karbonisasi lignin terjadi pada suhu 400°C. Berdasarkan hal tersebut dapat disimpulkan bahwa kandungan bambu yang mudah menguap (*volatile matter*) pada proses karbonisasi telah hilang sehingga diperoleh karbon yang cukup tinggi. Kemudian karbon digerus dan diayak hingga ± 200 mesh.

2. Proses Aktivasi

Proses aktivasi yang dilakukan pada penelitian ini adalah aktivasi kimia. Zat aktivator yang digunakan yaitu asam pospat (H_3PO_4). Karbon ditimbang kemudian campurkan dengan asam pospat (H_3PO_4). Selanjutnya campuran tersebut ditambahkan aquadest, diaduk dan dipanaskan pada suhu 200°C selama 2 jam dengan menggunakan *hotplate magnetic stirrer* sampai campuran tersebut menjadi *slurry*. *Slurry* yang telah didapat kemudian dimasukkan kedalam reaktor yang sudah dipastikan bebas dari oksigen (kalsiner). Panaskan *slurry* tersebut selama 1 jam pada suhu 800°C dengan dialiri gas N_2 dengan laju alir 200 mL/menit. *Activated Carbon* (AC) yang telah diperoleh pada proses kalsinasi kemudian dicuci dengan menggunakan aquadest secara berulang hingga pHnya netral. Selanjutnya, sampel dikeringkan pada suhu 110°C selama 24 jam.

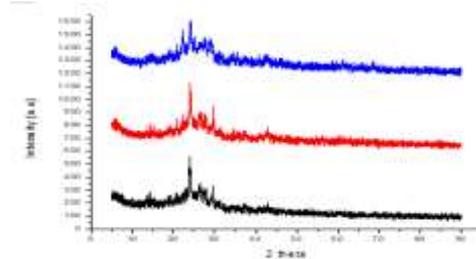
3. Proses Impregnasi

Katalis ZnO/AC dibuat dengan metode impregnasi *incipient wetness*. Larutan $Zn(CH_3COO)_2$ dicampur dengan serbuk *Activated Carbon* (AC) yang telah diaktivasi. Pada campuran tersebut ditambahkan aquadest dan diaduk hingga terbentuk bubur. Bubur yang dihasilkan dikeringkan dalam oven pada suhu 100 °C hingga diperoleh padatan kering. Padatan kering yang terbentuk dikalsinasi pada suhu 400 °C.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakterisasi XRD

Padatan hasil kalsinasi dikarakterisasi dengan teknik difraksi sinar-X (XRD) untuk mengetahui struktur kristal dari padatan tersebut, analisa XRD diolah dalam bentuk grafik dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 1. Grafik XRD Katalis ZnO/AC

Pada Gambar 1. grafik XRD menunjukkan struktur mikro karbon aktif yang terbentuk merupakan struktur turbotatic yang ditandai dengan puncak mayor dan minor masing-masing pada orientasi bidang 22° sampai 25° dan 43° sampai 45° . Menurut Tanaka et al (1997) dan Lu & Chung (2001), faktor yang mempengaruhi tinggi rendahnya puncak pada karakterisasi XRD adalah proses aktivasi dimana pada proses tersebut terjadi pergeseran pelat heksagonal yang semula tingkat keteraturannya tinggi (kristalin) menjadi tidak beraturan (amorf).

Karakterisasi BET

Untuk mengetahui karakter fisik dari katalis salah satunya adalah dengan mengetahui luas permukaan katalis yaitu dengan uji menggunakan *Brunauer Emmet Teller* (BET). Hasil analisa BET ditunjukkan pada tabel 1.

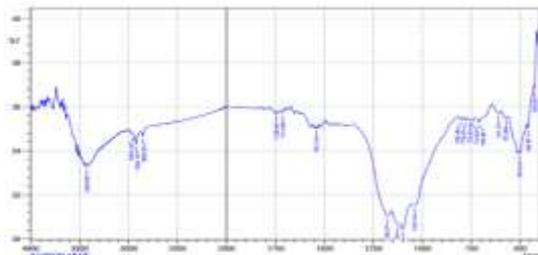
Tabel 1. Luas Permukaan dari hasil Analisa BET

Loading	Massa AC	Massa ZnO	Luas Permukaan(m ² /g)
2,5 %	1.95	0.14	269.317
5%	1.90	0.27	272.512
10%	1.80	0.54	292.219

Pada tabel 1, hasil luas area yang diperoleh dari analisa BET untuk AC yang telah diimpregnasi dengan ZnO yaitu sebesar 292,219 m²/g pada loading 10%. Hal ini menunjukkan bahwa ZnO/AC memiliki luas permukaan yang cukup besar sehingga memenuhi kualifikasi sebagai katalis.

Karakteristik Gugus Fungsi AC

Karakterisasi gugus fungsi AC dilakukan dengan metode Fourier Transform Infrared (FTIR). Metode ini menggunakan spektroskopi inframerah yang dilengkapi dengan transformasi Fourier untuk analisa hasil spektrumnya. Hasil dari analisa FTIR ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Hasil dari analisa FTIR

Puncak serapan pada bilangan 3500-3200 cm^{-1} (merujuk pada O-H stretching) mengindikasikan adanya gugus fungsi O-H (hidroksil). Pada rentang 900-1200 bilangan gelombang mulai terbentuk, hal ini disebabkan adanya penyerapan oleh OH, CH, C-OH dan CH_2 pada unit glikosil dalam karbon (Mohideen, 2011). AC yang teraktivasi H_3PO_4 ini cenderung bersifat polar karena adanya ikatan OH dan C-O. AC yang dihasilkan dapat digunakan sebagai penjernih air, gula, alkohol atau sebagai penyerap emisi formaldehid.

KESIMPULAN

Hasil karakterisasi *Activated Carbon* (AC) dari limbah bambu pada karakterisasi BET menunjukkan luas permukaan terbesar yaitu 292,219 m^2/g pada loading 10%, hasil XRD menunjukkan katalis yang telah diimpregnasi bersifat amorf atau tidak menunjukkan perubahan dan hasil FTIR menunjukkan bahwa karbon aktif yang diperoleh memiliki gugus fungsi OH, C-O, CH, C-OH, dan CH_2 .

UCAPAN TERIMAKASIH

Melalui kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada Kemenristekdikti atas dana hibah DRPM tahun 2019 dan semua pihak yang telah membantu pelaksanaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- A. FUADI RAMDJA, MIRAH HALIM, DAN JO HANDI, "Pembuatan Karbon Aktif dari Pelepah Kelapa (*Cocus nucifera*)," Jurnal Teknik Kimia, Vol. 15, No. 2, April 2008.
- ANONIM. (2012). *Global Demand for Activted Carbon Will Increase More Than 10 Percent*. Available from URL: <http://www.worldnewstomorrow.com>
- ATHMAYUDHA, A. (2007). Pembuatan Karbon Aktif berbahan dasar tempurung kelapa dengan perlakuan aktivasi terkontrol serta uji kinerjanya, Skripsi, Departemen Teknik Kimia, Fakulta Teknik Universitas Riau.
- AZHARY H. SUREST, J. A. FITRI KASIH, DAN ARFENNY WISANTI, 2008 "Pengaruh Suhu, Konsentrasi Zat Aktivator, dan Waktu Aktivasi Terhadap Daya Serap Karbon Aktif dari Tempurung Kemiri," Jurnal Teknik Kimia, Vol. 15, No. 2.
- BONELLI, P.R., P.A.D. ROCCA, E.G. CERRELLA, A.L. CUKIERMAN. 2001. Effect of pyrolysis temperatur on composition, surface properties and thermal degradation rates of Brazil Nut shells. *Bioresource Tech* 76: 15-22.
- DABROWSKI, A., PODKOSCIEŃLY, P., HUBICK, Z., BARCZAK, M. (2005). Adsorption of Phenolic Compound by Activated Carbon-a Critical Review. *Chemosphere* 58, 1049-1070.
- Diakses pada 10 Maret 2012
- ERIN MAZELLY HUTAPEA, IWANTONO, RAKHMAWATI FARMA, SAKTIOTO, AWITDRUS. 2017. Pembuatan dan Karakterisasi Karbon Aktif dari Bambu Betung (*Dendrocalamus asper*) dengan Aktivasi KOH Berbantuan Gelombang Mikro. *Jurnal komunitas Fisika Indonesia*, Vol.14, No.02, oktober 2017.
- FAUZIAH, N. 2009. Pembuatan Arang Aktif Secara Langsung dari Kulit Acasia mangium Wild dengan Aktivasi Fisika dan Aplikasinya sebagai Adsorben. Skripsi tidak diterbitkan. Bogor: IPB
- GISLON, P., S. GALLI, G. MONTELEONE. 2013. Siloxanes Removal from Biogas by High Surface Area Adsorbents. *Water Management*, 33: 2687-2693.
- LAOS, L.E., MASTURI, DAN YULIANTI, I. 2016. Pengaruh Suhu Aktivasi Terhadap Daya Serap Karbon Aktif Kulit Kemiri, Volume V. *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal) SNF 2016*: Semarang.
- LI, W., ZHANG, L.B., PENG, J.H., LI, N., ZHU, X.Y. (2008). Preparation of High Surface Area Activated carbons from Tobacco Stems with K_2CO_3 Actvation using Microwave Radiation. *Ind. Crops Prod.* 27, 341-347.
- LIU, Q. M. 2010. Optimization of Ultrasonic-assisted extraction of chlorogenic acid from *Folium eucommiae* and evaluation of its antioxidant activity. *Journal of Medicinal Plants Research* Vol. 4(23), pp. 2503-2511.
- MARSH, H., & REINOSO, F.R. (2006). *Activated Carbon*. New York: Elsevier Science & Technology Books.
- RIO FERRYUNOV ANDIE, MAHMUD SUDIBANDRIYO. 2013. Pemanfaatan Bambu Betung (*Dendrocalamus Asper*) sebagai Bahan Baku Untuk Pembuatan

- Karbon Aktif Dengan Aktivasi Menggunakan CO₂, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.
- RUMIDATUL, ALFI. 2006. Efektivitas Arang Aktif Sebagai Adsorber Pada Pengolahan Air Limbah. Bogor: Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Standar Nasional Indonesia. 1995. Arang Aktif Teknis (SNI 06-370-1995). Jakarta: Badan Standardisasi Nasional Indonesia.
- SUDIBANDRIYO, M. (2003). A Generalized Ono-Kondo Lattice Model For High Pressure on Carbon Adsorben, Ph.D Dissertation, Oklahoma State University.
- WAN DAUD W.M.A, WAN ALI W.S.2004. Comparison On Pore Development Of Activated Carbon Produced From Palm Shell and Coconut Shell. *Journal Bioresource Technology* 93: 63-69.
- ZHOU, X., LI, L., DONG, S., CHEN, X., HAN, P., XU, H., YAO, J., SHANG, C., LIU, Z., CUI, G. 2012. A Renewable Bamboo Carbon/Polyaniline Composite for a High-Performance Supercapacitors Elektrode Material. *J Solid State Electrochem*, 16: 877-88.