



PENGARUH TEMPERATUR TERHADAP PEMBENTUKAN PORI PADA ARANG BAMBU

Frilla R.T.S*, Erfan Handoko*, Bambang Soegijono**, Umiyatin*, Linah*, dan Rizky
Agustriany*

* Jurusan Fisika, FMIPA Universitas Negeri Jakarta
Jl. Pemuda No.10 Jakarta 13220

** Departemen Fisika, FMIPA Universitas Indonesia, Depok
Email:frilla_renty@yahoo.com

ABSTRAK

Material zat padat yang berpori merupakan salah satu teknologi yang penting karena kemampuan mereka untuk bereaksi dengan gas dan cairan tidak hanya pada bagian permukaan tapi diseluruh bagian, namun hanya zeolit dan karbon yang dapat memiliki ukuran pori-pori hingga mencapai $\geq 2\text{nm}$ (micropores). Terdapat beberapa aplikasi karbon yang penting diantaranya sebagai filter, superkapasitor, katalis, adsorber, elektroda baterai, dll. Dalam penelitian ini telah berhasil dilakukan pembuatan karbon dengan bahan dasar bambu melalui proses pembakaran dalam suasana vakum (inert). Proses pembakaran dilakukan dengan menggunakan furnace dengan variasi temperatur 400°C - 800°C selama 45 menit. Selama proses pembakaran, bambu mengeluarkan pengotor berupa cairan yang berwarna kuning pekat, kerak berwarna hitam yang menempel pada dinding tabung vakum, serta bau nikotin (*tar*). Data hasil XRD memperlihatkan adanya pembentukan fasa grafit pada semua karbon yang dihasilkan. Karakterisasi dengan menggunakan foto SEM menunjukkan adanya pembentukan pori yang berukuran $1\ \mu\text{m}$ (*macropores*) dalam jumlah yang cukup banyak. Banyaknya jumlah pori yang terbentuk bergantung terhadap temperatur pemanasan. Semakin tinggi temperatur pemanasan, semakin banyak jumlah pori yang terbentuk sehingga karbon yang dihasilkan semakin baik.

Kata kunci : variasi temperatur, inert, arang bambu, pori

1. PENDAHULUAN

Zat padat yang memiliki pori merupakan teknologi yang sangat penting karena kemampuan mereka untuk bereaksi dengan gas dan zat cair tidak hanya di bagian permukaan, tetapi diseluruh bagian. Meskipun pori-pori yang besar dapat dihasilkan dan dikontrol dengan baik di beberapa jenis material, pori-pori yang berukuran nano hanya dapat dihasilkan oleh material grafit dan zeolit. Penelitian utama yang banyak dilakukan saat ini bertujuan untuk mengontrol ukuran, bentuk, dan keseragaman dari pori-pori tersebut (Yuri Gogotsi *et al.*,2006).



Bahan dasar utama yang dipergunakan sebagai karbon aktif adalah material organik dengan kandungan karbon yang tinggi. antara lain kayu, batubara, bambu, tempurung kelapa, atau serbuk gergaji. Ada banyak cara yang dapat dilakukan untuk menghasilkan karbon yang berpori, yaitu dengan cara dekomposisi termal material organik melalui yang melalui tiga tahapan yaitu; Dehidrasi, Karbonisasi, dan Aktifasi (Fithrianita Juliandini *et al.*,2008) .Selain itu, karbon juga dapat dihasilkan dengan menyaring logam tertentu dari logam carbide dengan halogen pada temperatur yang sesuai, karbon yang dihasilkan disebut dengan *carbide derive carbon* (CDCs) (J. Chmiola *et al.*,2006).

Jika karbon diperiksa dibawah SEM maka akan terlihat pori-pori dalam jumlah yang sangat besar dengan ukuran yang bermacam-macam. Pori-pori yang berukuran lebih dari 50 nm disebut *macropores*, 2 nm – 50 nm *mesopores*, dan dibawah 2 nm *micropores*(Da-Wei Wang *et al.*, 2008). Adanya pori-pori dalam suatu material dapat mempengaruhi sifat-sifat mekanik diantaranya; 1) Munculya pori-pori mengurangi daya tahan bahan, karena meningkatnya *true stress*, 2) Pori-pori tersebut dapat menyebabkan terpusatnya tekanan, dimana derajatnya berkaitan dengan ukuran dan bentuk pori-pori, 3) Pori-pori dapat memberikan beberapa tempat untuk terjadinya deformasi plastis (J.L. Gu *et al.*,2006)

Dalam pengolahan air, karbon aktif digunakan sebagai adsorben untuk menyisihkan rasa, bau, dan warna yang disebabkan oleh kandungan bahan organik dalam air. Sifat-sifat graphite seperti kekakuan, murah, konduktivitas termal dan listrik yang baik, memungkinkan grafit menjadi substrate dan lempengan dasar untuk pabrikasi dari HARMS menggunakan DXRL dan electroforming (Olga V. Makarova *et al.*,2002), selain itu material karbon yang berpori merupakan kandidat utama dalam pembuatan *Electrochemical capacitors* (ECs) sebagai rangkaian utama *supercapacitor* (Soo-Gil Park *et al.*) selain contoh diatas, karbon dapat diaplikasikan sebagai penyimpan gas, katalis, elektroda baterai, penyaring air atau udara, pemisah campuran antara zat cair dan gas dan perangkat medis (D.K. Efremov *et al.*,2006). Dalam penelitian ini karbon yang dihasilkan akan digunakan sebagai salah satu bahan dasar dalam pembuatan material keramik boron carbida yang diaplikasikan untuik pembuatan *body armor* (baju anti peluru)

2. METODE PENELITIAN

2.1 Proses Dehidrasi

Proses ini dilakukan dengan memanaskan bahan baku (bambu) yang sudah dibuat menjadi potongan-potongan kecil dengan menggunakan oven pada suhu 150°C selama 90 menit. Proses ini dilakukan untuk menguapkan kandungan air pada bahan baku.

2.2 Proses Karbonisasi

Bambu yang sudah dikeringkan kemudian dimasukkan kedalam tabung vakum yang terbuat dari gelas quartz tahan panas, kemudian dibakar dengan *furnace* dalam suasana vakum (*inert*) pada temperatur 400°C, 600 °C, 800 °C. selama 45 menit.

2.3 Karakterisasi

Karakterisasi arang bambu dilakukan dengan menggunakan XRD (*X-Ray Diffraction*) Phillips PW-3710, dengan sumber radiasi $\text{CuK}\alpha$ ($\lambda = 1.78896 \text{ \AA}$). Selain itu digunakan XRF (*X-Ray Fluoresense*) untuk mengetahui senyawa-senyawa yang terkandung dalam arang bambu, Sedangkan morfologi dari arang bambu dipelajari dengan menggunakan SEM (*Scanning Electron Micrograph*) dengan pembesaran mencapai 5000x .

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dibakar dalam suasana *inert*, potongan bambu berubah warna menjadi hitam dengan lapisan bagian luar sedikit bewarna kuning keemasan. Selama proses pemanasan, bambu mengeluarkan pengotor berupa cairan seperti minyak yang berwarna kuning pekat dan kerak berwarna hitam yang menempel pada bagian dinding tabung quartz, serta mengeluarkan bau seperti nikotin (*tar*). Dari hasil analisis kualitatif dengan menggunakan data XRF terlihat adanya beberapa senyawa dominan yang terkandung dalam arang bambu seperti K_2O , SiO_2 dan S. Tabel berikut ini menunjukkan perbandingan jumlah persen berat (Wt%) yang terdeteksi untuk karbon bamboo yang dibakar pada suhu 600°C, 800°C dalam suasana *inert*, dengan karbon bambu yang dibakar dalam suasana non-*inert* (udara bebas).

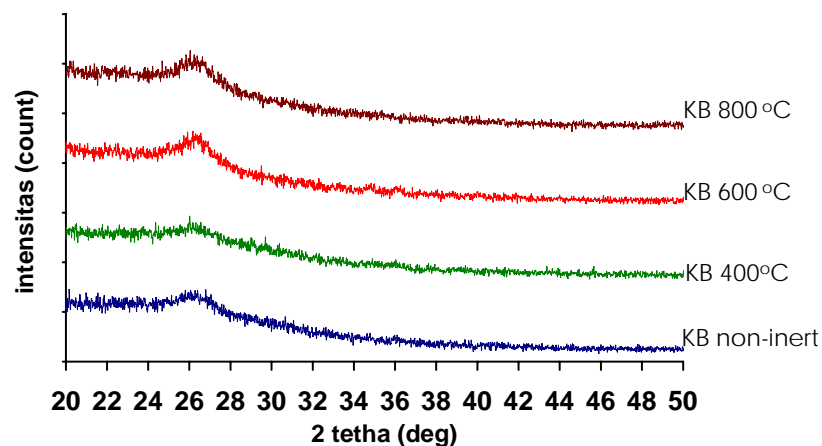
Tabel 1. Perbandingan data XRF

Senyawa	KB biasa(Wt%)	600°C (Wt%)	800°C (Wt%)
Fe_2O_3	2.7533	0.9917	1.5930
K_2O	36.4024	52.2350	42.3030
Mn_2O_3	0.4234	0.5629	0.3153

S	5.2083	11.5046	5.7193
SiO ₂	53.3018	31.7006	39.2027

Senyawa-senyawa tersebut merupakan senyawa yang secara alami terdapat di dalam bambu sehingga sulit untuk dihilangkan walaupun dibakar dalam suasana vakum (*inert*). Pada saat proses pemanasan berlangsung, bambu yang dibakar pada suhu 800°C mengeluarkan lebih banyak cairan seperti minyak dan kerak hitam dibandingkan dengan bambu yang dibakar pada suhu 400°C dan 600°C. Pada lapisan luar dari arang bambu yang dibakar dalam suasana inert terlihat lapisan tipis berwarna kuning keemasan yang diperkirakan sebagai pengotor yang tertarik keluar selama proses pemanasan berlangsung.

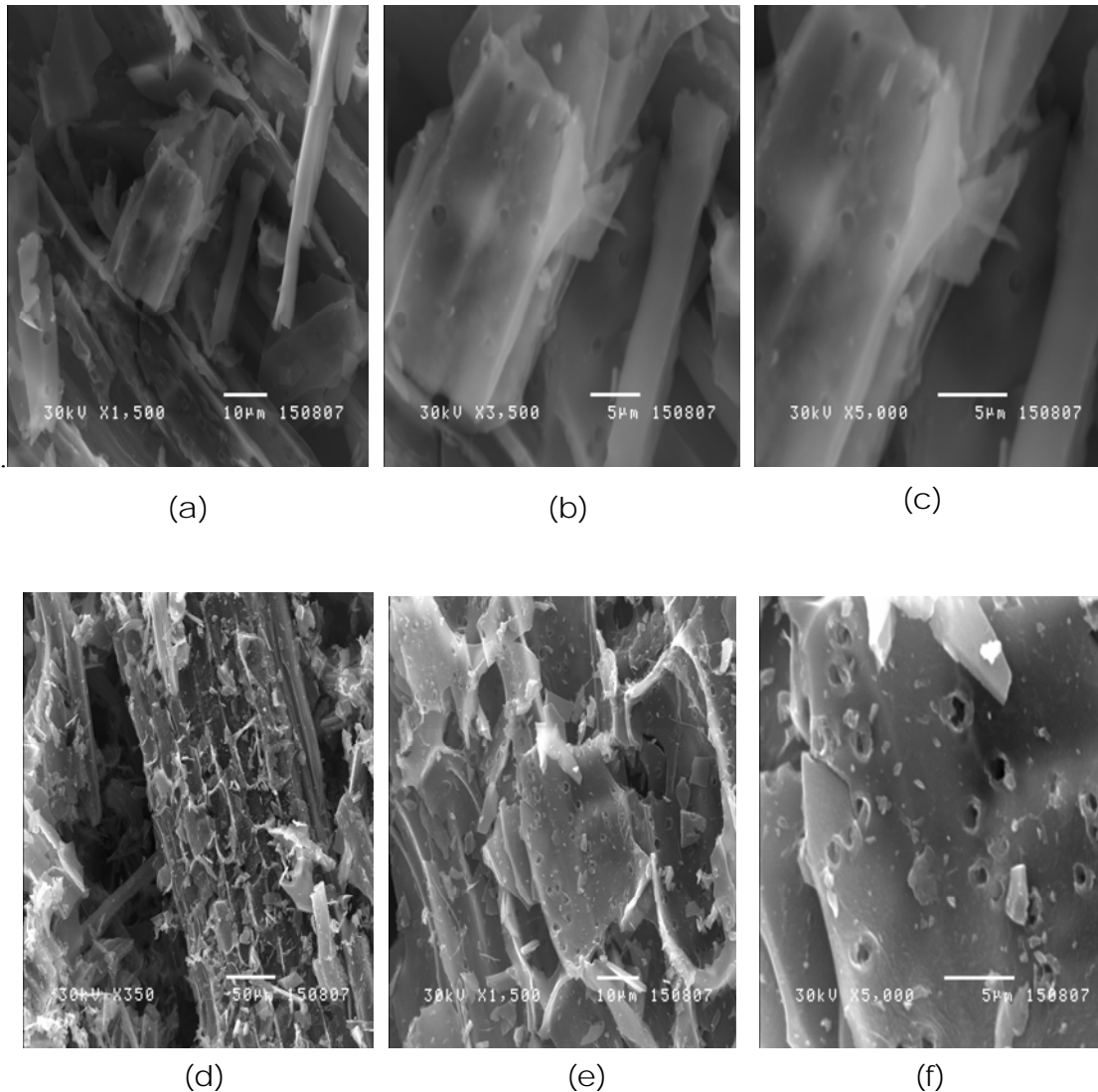
Data XRD memperlihatkan bahwa untuk bambu yang dibakar pada suhu 400°C, 600°C, dan 800°C dalam suasana vakum menunjukkan puncak (*peak*) yang hampir sama, namun sedikit bergeser jika dibandingkan dengan data XRD untuk karbon yang dibakar dalam suasana non-*inert* (udara bebas) dengan puncak tertinggi berada pada 2 θ yang bernilai 26.045 (Gambar 1).



Gambar 1. Data XRD untuk arang bambu

Berdasarkan hasil analisis kualitatif dengan menggunakan data *crystallography* yang terdapat dalam *Institute of Experimental Mineralogy Russian Academy of Sciences* dengan nomor kartu 1800, diketahui bahwa puncak dari ketiga karbon dari arang bambu ini sesuai dengan data kristal untuk grafit. Data XRD ini juga mengindikasikan bahwa karbon yang dihasilkan cukup baik dengan jumlah pengotor yang sedikit yaitu kurang dari 4 wt%, hal ini ditandai dengan tidak adanya puncak (*peak*) dari fasa lain yang muncul kecuali fasa karbon.

Gambar dibawah ini merupakan hasil foto SEM (*Scanning Electron Microscopy*) untuk bambu yang dibakar pada suhu 400°C dan suhu 800°C.



Gambar 2. Hasil foto SEM yang memperlihatkan perbedaan jumlah pori yang dihasilkan dari kedua sampel. (a), (b), (c) arang bambu yang dibakar pada suhu 400°C dan (e), (f), (g) arang bambu yang dibakar pada suhu 800°C

Dari foto SEM diatas dengan pembesaran mencapai 5000x terlihat adanya pembentukan pori-pori yang berukuran $\pm 1 \mu\text{m}$ (*macropores*) pada arang bambu yang dibakar pada suhu 400°C dan 800°C. Berdasarkan foto SEM tersebut terlihat bahwa untuk suhu pembakaran 800°C dihasilkan jumlah pori yang jauh lebih banyak dibandingkan dengan suhu pembakaran 400°C.



4. KESIMPULAN

Proses pembentukan karbon dari bambu yang dibakar dengan menggunakan furnace dalam suasana vakum memperlihatkan adanya keterkaitan antara temperatur dengan jumlah pori yang dihasilkan. Semakin tinggi temperatur pembakaran maka semakin banyak pori-pori yang terbentuk pada karbon tersebut dengan ukuran sekitar $\pm 1\mu\text{m}$ sehingga karbon yang dihasilkan semakin baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih banyak kepada laboratorium fisika material Universitas Negeri Jakarta dan laboratorium karakterisasi material Science Universitas Indonesia yang telah mendukung penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Yuri Gogotsi, Alexei Nikitin, Haihui Ye, Wei Zhou, John E. Fischer, Bo Yi, Henry C. Foley, and Michele W. Barsoum..2006. Nanoporous Carbide Derive Carbon (CDC's) with tunable pore size. *Natur.Material*, **vol 2**, 591-594
- Fithrianita Juliandini, Yulinah Trihadiningrum.2008.Uji kemampuan karbon aktif dari limbah kayu dalam sampah kota untuk penyisihan fenol. Surabaya: Seminar Nasional Manajemen Teknologi VII. ISBN: 9798-979-99735-4-2
- J. Chmiola, G. Yushin, R.Dash, Y.Gogotsi.2006. Effect of pore size and surface area of carbide derived carbons on specific capacitance. *J.Power Source*,**158**, 765-772
- Da-Wei Wang, Feng Li, Min Liu, Gao Qing Lu, Hui Ming Cheng.2008. 3D Aperiodic Hierarchical Porous Graphitic Carbon Material for High-rate Electrochemical Capacitive Energy Storage. *Angew.Chem.Int*,**47**, 373-376
- J.L. Gu, Y.Leng, Y.Gao, F.Y. Kang, W.C Shen.2006. Microstructure effect on mechanical properties of flexible Graphite Sheet. 658-659
- Olga V. Makarova, Cha-Mei Tang, Derrick C. Mancini, Nicolaile Moldovan, Ralu Divan, David G. Ryding, Richard H. Lee.2002. Microfabrication of freestanding metal structures released from graphite substrates.*IEEE (MEMS)*, pp.400-402.
- D.K. Efremov, V.A. Drozdov.2006. On The Pore Size Distributions of Carbonaceous Catalysts and Adsorbents. *Chemistry for Sustainable Development*,**14**, 565-569
- Soo-Gil Park, Hong-Il Kim, Jeong-Jin Yang, Han-Joo Kim. Performance & application based on Graphitic/Activated Carbon with TiO₂ electrode for Electrochemical Capacitor.

<http://www.mincryst.com> , Institute of Experimental Mineralogy Russian Academy of Sciences