

Pengaruh Suhu Reaksi Reduksi Terhadap Pemurnian Karbon Berbahan Dasar Tempurung Kelapa

Marsi Bani ^{1)*}, Djoko H Santjojo ²⁾, Masruroh ²⁾

¹⁾ Program Studi Magister Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya, Malang

²⁾ Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Brawijaya, Malang

Diterima 12 September 2013, direvisi 07 Oktober 2013

ABSTRAK

Telah dilakukan pemurnian karbon berbahan dasar tempurung kelapa dari proses karbonisasi dengan metode pirolisis pada temperatur 600 °C selama 1 jam. Pemurnian karbon dilakukan dengan variasi suhu 150 °C, 200 °C, 250 °C, 300 °C dan 350 °C dengan laju rata-rata aliran 200 mL/menit selama 1 jam dengan menggunakan metode reaksi reduksi dengan gas hidrogen sebagai pereduksi untuk mengurangi kadar oksigen dalam karbon. Hasil penelitian menunjukkan kandungan karbon maksimum pada suhu 350 °C sebesar 96,53 % kenaikan kadar karbon pada proses reduksi terjadi karena gas hidrogen mengikat oksigen membentuk ikatan H₂O dari hasil uji FTIR.

Kata kunci : pemurnian, karbon, tempurung kelapa, reaksi reduksi.

ABSTRACT

The purification carbon from coconut shell through carbonization with pyrolysis method at temperature 600 °C for 1 hour has been done. Carbon is refined in various temperature such as 150 °C, 200 °C, 250 °C, 300 °C, and 350 °C. The flow rate of carbon refining is 200 mL/minute for 1 hour using a reduction reaction method with hydrogen as the reducer to reduce oxygen content in the carbon. The result show indicates that the maximum carbon content 96,53 % at 350 °C. The increasing carbon content during the reduction process because hydrogen attaches oxygen to establish H₂O bond and it is proved by the result of FTIR test.

Keywords : purification, carbon, coconut-shell, reduction reaction.

PENDAHULUAN

Pembuatan lapisan tipis *amorphous carbon* (a-C) dengan teknik *Sputtering* memerlukan bahan karbon target dengan tingkat kemurnian tinggi. Beberapa material organik yang mengandung karbon seperti pada bambu mengandung 20 % karbon [1], tempurung kelapa mengandung 85 % karbon [2] dan kayu mengandung karbon 53,6 % [3].

Tempurung kelapa merupakan bahan organik yang mengandung komponen-komponen kimia yang tersusun dari unsur

karbon seperti selulosa, lignin, dan *pentose* (Tibsyaroh, 2005). Tempurung kelapa layak dijadikan bahan baku karbon karena mempunyai kandungan lignin [(C₉H₁₀O₃)(CH₃O)]_n lebih tinggi dari pada jenis kayu lainnya, sedangkan kandungan *methoxil* sama dengan kayu [2].

Secara umum karbon didapatkan dengan pembakaran atau karbonisasi pada material-material tersebut. Pada penelitian ini metode karbonisasi yang digunakan adalah metode *pirolisis* karena pada proses *pirolisis* oksigen dijaga agar tidak tercampur dalam proses dekomposisi molekul kompleks dari material, sehingga biasanya dibutuhkan reaktor khusus untuk proses *pirolisis* [3]. Pada proses pirolisis unsur-unsur bukan karbon seperti hidrogen (H) dan oksigen (O) akan hilang hingga

*Corresponding author :

E-mail: marsibanispd07@yahoo.co.id

menyisakan sebanyak mungkin karbon (C) dalam bahan jika dibandingkan dengan metode karbonisasi secara *simple heating* [4] dimana pada proses *simple heating* proses dekomposisi material yang mengandung senyawa karbon dengan menggunakan panas tanpa isolasi terhadap udara sehingga memungkinkan udara tercampur ke dalam proses [4]. Hasil pirolisis tempurung kelapa pada suhu 600 °C didapatkan kandungan karbon sebesar 93,51 %, oksigen 5,51 %, sedangkan untuk kebutuhan bahan target *sputtering* kadar kandungan karbon harus diatas 95 %, sehingga masih diperlukan metode reaksi reduksi untuk mengurangi kadar oksigen pada karbon.

METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini digunakan tempurung kelapa sebagai sumber karbon, Karbonisasi dilakukan dengan menggunakan metode pirolisis pada suhu 600 °C selama 1 jam. Kemudian arang hasil karbonisasi dihaluskan dan disaring sehingga mendapatkan ukuran butir serbuk 149 µm, selanjutnya dilakukan SEM/EDX untuk melihat morfologi dan komposisi kimia pada arang hasil karbonisasi.

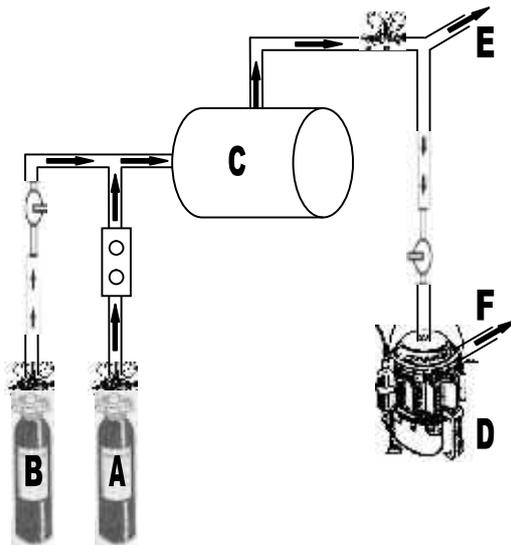
Tahapan selajutnya dilakukan pencucian dengan menggunakan larutan HCl 1M selama 24 jam dengan tujuan untuk menghilangkan abu dan pengotor lainnya. Setelah perendaman maka arang karbon dibilas dengan aquades lalu dikeringkan pada suhu 120 °C selama 3 jam dan dilakukan SEM/EDX untuk melihat pengaruh hasil pencucian dengan terhadap morfologi dan komposisi karbon, kemudian dilakukan uji *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR) dengan tujuan untuk melihat gugus fungsi karbon hasil pencucian dengan larutan HCl 1M.

Untuk mengurangi kadar oksigen dilakukan proses reaksi reduksi, pada tahapan ini digunakan reaktor khusus yang dialiri gas hydrogen sebagai zat reduktor dengan suhu yang bervariasi mulai dari 150 °C, 200 °C, 250 °C, 300 °C dan 350 °C, dengan laju aliran gas hydrogen 200 mL/menit selama 1 jam.

Prosedur kerja. Sistem dipanaskan sesuai dengan variasi suhu. Setelah mencapai temperatur target sistem di *flush* dengan gas Nitrogen (N₂) dengan tujuan untuk membuang

kadar air yang masih terdapat dalam tabung reaktor.

Refrigator pada gas Nitrogen (N₂) diatur pada tekanan 0,05 MPa. *Flushing* dilakukan selama 15 menit. Tekanan pada refrigator 0,2 MPa. Kecepatan laju aliran gas pada flow meter divariasasi sesuai dengan kebutuhan. Begitu gas hydrogen dialirkan, pompa vakum dimatikan.



Keterangan Gambar

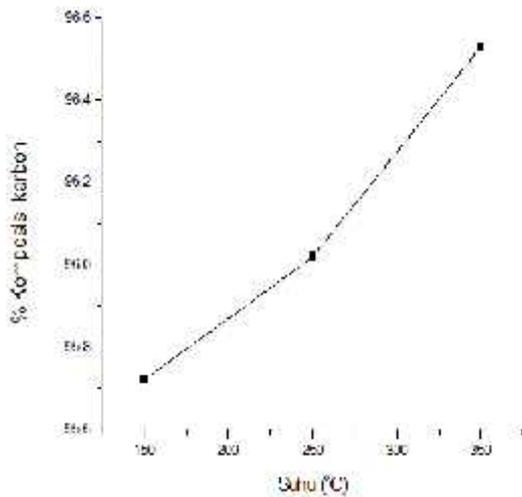
- A Tabung Gas Hidrogen (H₂).
- B Tabung Gas Nitrogen (N₂).
- C Reaktor.
- D Pompa.
- E Pembuangan gas Nitrogen
- F Pembuangan gas Hidrogen

Gambar 1. Skema pemurnian dengan prinsip redoks.

HASIL DAN PEMBAHASAN

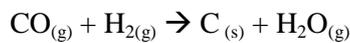
Analisis hasil reduksi. Reaksi reduksi ini merupakan proses pengambilan atau pengeluaran oksigen dari karbon oleh pereduksi gas hydrogen (H₂). Pada proses reduksi selain gas hydrogen (H₂) sebagai reduksi, juga diperlukan temperatur agar energi yang dibutuhkan untuk memutuskan atau menggabungkan ikatan tercapai. Seperti yang diketahui bahwa molekul-molekul harus bertumbukan dengan energi yang cukup agar bereaksi. Semakin tinggi temperatur maka akan lebih banyak tumbukan yang terjadi per satuan waktu.

Pada proses reaksi reduksi dilakukan variasi suhu mulai 150 °C, 200 °C, 250 °C, 300 °C dan 350 °C, dengan laju aliran gas hidrogen 200 mL/menit dengan waktu 1 jam. Dari hasil uji komposisi (EDX) menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu maka akan berpengaruh terhadap kandungan karbon pada serbuk arang.



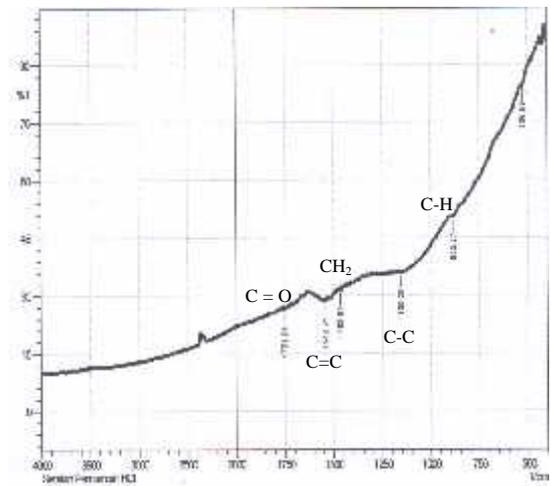
Gambar 2. Grafik hubungan antara suhu dan komposisi kadar karbon

Dari Gambar 2 menunjukkan bahwa suhu sangat berpengaruh terhadap proses reduksi ketika dilewati gas hidrogen, dimana semakin besar suhu maka akan berpengaruh pada ikatan oksigen dan karbon yang terkandung pada serbuk arang sehingga dengan mudah gas hidrogen mereduksi oksigen untuk terlepas dari serbuk arang sehingga terjadi kenaikan kadar karbon pada serbuk arang, hal ini ditunjukkan oleh reaksi yang terjadi dalam tabung reaktor dapat diuraikan sebagai berikut

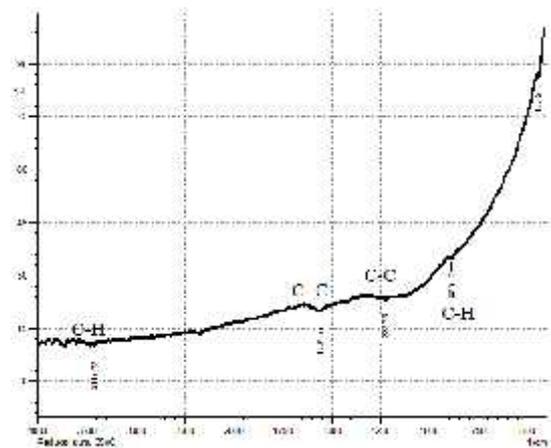


Pada keadaan ini gas hidrogen mereduksi oksigen dan membentuk ikatan sehingga menghasilkan uap air (H₂O). Ikatan ini terjadi akibat terjadinya pengurangan bilangan oksidasi dari atom karbon (C) dan kenaikan bilang oksidasi pada atom hidrogen (H), pada rekasi diatas menunjukkan bahwa dengan adanya variasi kenaikan suhu mulai dari 150 °C, 200 °C, 250 °C, 300 °C dan 350 °C menyebabkan entropi meningkat hal ini bila dihubungkan dengan penelitian ini maka saat

entropi meningkat, oksigen yang terdapat dalam serbuk arang akan mempunyai kecenderungan untuk terputus dari serbuk arang dan saat dialiri gas hidrogen maka hidrogen akan berikatan dengan oksigen membentuk uap air (H₂O). Kenaikan temperatur dari suhu ruang sampai 350 °C akan menghasilkan kecepatan distribusi molekul yang lebih besar di dalam ruang vakum. Peningkatan temperatur juga menghasilkan tingkat energi atom-atom di dalam molekul oksigen (O₂) dan hidrogen (H₂) menjadi bertambah yang menyebabkan partikel-partikel oksigen (O₂) dan hidrogen (H₂) akan bergerak lebih cepat sehingga terjadi tumbukan antara partikel sehingga terjadi ikatan antara oksigen dan hidrogen.



Gambar 3. Grafik Hasil Uji FTIR sebelum proses reduksi



Gambar 4. Grafik Hasil Uji FTIR sesudah proses reduksi

Untuk mengetahui proses disosiasi oksigen (O) dari molekul karbon (CO) sebelum dan sesudah proses reduksi dilakukan analisis dengan menggunakan uji FTIR seperti ditunjukkan pada Gambar 3 dan Gambar 4.

Dari hasil uji FTIR sebelum dilakukan proses reduksi (Gambar 3) adanya ikatan C=O pada puncak bilangan gelombang $1751,24\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan bahwa pada karbon masih terikat dengan oksigen sehingga diperlukan zat pereduksi hidrogen untuk mereduksi oksigen dari karbon.

Tabel 1. Hasil FTIR sebelum reaksi redoks

No	Bilangan gelombang (1/cm)	Gugus	Energi ikatan rata-rata (kJ/Mol)
1	1751.24	C=O	724
2	1542.95	C=C	607
3	1463.67	CH ₂	412
4	1155.28	C-C	348
5	885.27	C-H	415

Sumber: General chemistry, principle and structure, James E Brady, 1990

Hasil dari proses reduksi menunjukkan bahwa kandungan oksigen dalam karbon sudah berkurang. Hal ini dibuktikan dengan tidak terbentuk gugus fungsi antara (C) dan (O) (Gambar 4), yang terbentuk adalah gugus fungsi antara (O) dan (H) yang terbentuk pada bilangan gelombang $4314,73\text{ cm}^{-1}$.

Tabel 2. Hasil FTIR sesudah reaksi reduksi.

No	Bilangan gelombang (1/cm)	Gugus	Energi ikatan rata-rata (kJ/Mol)
1	3414.73	O-H	468
2	1561.27	C=C	607
3	1223.75	C-C	348
4	889.12	C-H	415

Sumber : General chemistry, principle and structure, James E Brady, 1990

Tabel 1 dan Tabel 2 menunjukkan adanya perubahan gugus sebelum dan sesudah reaksi reduksi, hal ini disebabkan pada proses disosiasi terjadi perubahan gugus fungsi dari C-O menjadi O-H, hal ini disebabkan pada suhu $350\text{ }^{\circ}\text{C}$ terjadi pemutusan ikatan oksigen dari karbon yang berlangsung dalam ruang vakum dengan besarnya energi yang terjadi adalah 724 kJ/mol , kemudian terjadi ikatan

antara oksigen dan hidrogen dengan energi yang dipengaruhi oleh sifat keelektronegatifan antara kedua unsur. Selain sifat tersebut pembentukan ikatan antara oksigen dan hidrogen yang ditandai oleh gugus terbentuknya gugus fungsi O-H juga dipengaruhi oleh energi pembentukan yang ditunjukkan pada Tabel 2 dengan nilai energi pembentukan 468 kJ/mol yang menyebabkan oksigen dan hidrogen cepat beraksi.

KESIMPULAN

Suhu sangat berpengaruh terhadap proses reduksi ketika dilewati gas hidrogen, dimana semakin besar suhu maka akan berpengaruh pada ikatan oksigen dan karbon sehingga dengan mudah gas hidrogen mereduksi oksigen untuk terlepas dari serbuk arang. Hasil uji komposisi kimia (EDX) menunjukkan pada suhu $350\text{ }^{\circ}\text{C}$ kandungan karbon pada serbuk arang sebesar $96,53\%$.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Direktorat Pendidikan Tinggi (DIKTI) melalui DIPA Universitas Brawijaya No. 0636/023-04.2-16/15/2012 tanggal 9 Desember 2011 berdasarkan SK Rektor Universitas Brawijaya 058/SK/2012 tanggal 8 Februari 2012.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Austin (1985), *Chemical Process Industri*, Mc Graw-Hill Book Company, New York.
- [2] Azhar (2009), Bahan Bakar Padat dari Biomassa Bambu dengan Proses Torefaksi dan Densifikasi, *Jurnal Rekayasa Proses*, Vol. 3, No. 2, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
- [3] Basu (2006), *Combustion and Gasification In Fluidized Beds*, Taylor & Francis, CRC Press Book, Boca Raton.
- [4] Dogra (1990), *Kimia Fisik dan Soal-Soal*, UI – Press, Jakarta.

- [5] Budi, Esmar (2011), Tinjauan Proses Pembentukan dan Penggunaan Arang Tempurung Kelapa Sebagai Bahan Bakar. Jurusan Fisika, FMIPA, *Jurnal Penelitian Sains*, Universitas Negeri Jakarta, Indonesia.
- [6] Robiandi, Fadli. (2011), *Sintesis dan Karakterisasi Karbon dari Tempurung Kelapa Sebagai bahan baku target karbon untuk pembuatan DLC film dengan proses simple heating*, Universitas Brawijaya, Malang.
- [7] Riswiyanto, S. (2009), *Kimia Organik*. Penerbit Erlangga, Jakarta.