



UNIVERSITAS INDONESIA

**”PEMBUATAN KARBON AKTIF SUPER DARI BATUBARA
DAN TEMPURUNG KELAPA”**

TESIS

**PUJIYANTO
0806423204**

**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA
DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK KIMIA
DEPOK, JULI 2010**



UNIVERSITAS INDONESIA

**”PEMBUATAN KARBON AKTIF SUPER DARI BATUBARA
DAN TEMPURUNG KELAPA”**

TESIS

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Teknik

**PUJIYANTO
0806423204**

**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA
DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK KIMIA
DEPOK, JULI 2010**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tesis ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar

Nama : Pujiyanto

NPM : 0806423204

Tanda Tangan : 

Tanggal : 22 Juni 2010

HALAMAN PENGESAHAN

Thesis ini diajukan oleh :
Nama : Pujiyanto
NPM : 0806423204
Program Studi : Teknik Kimia
Judul Tesis : Pembuatan Karbon Aktif Super dari Batu Bara dan Tempurung Kelapa

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian prasyarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Teknik pada program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Ir. Mahmud Sudibandriyo, MSc, PhD

(.....)

Penguji I : Prof. Dr. Ir. Widodo Wahyu Purwanto, DEA

(.....)

Penguji II : Ir. Dijan Supramono, MSc

(.....)

Ditetapkan di : Depok, Jawa Barat, Indonesia

Tanggal : 06 Juli 2010

KATA PENGANTAR

Pertama-tama, puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang selalu mendampingi penulis dalam setiap langkah pembuatan makalah seminar ini. Berkat rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tesis dengan judul **”PEMBUATAN KARBON AKTIF SUPER DARI BATU BARA DAN TEMPURUNG KELAPA”** ini disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan akademis dalam meraih gelar Magister Teknik di Program Studi Magister Teknik Kimia Departemen Teknik Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Dalam penyusunan ini, penulis banyak mendapatkan bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Widodo W. Purwanto, DEA selaku Ketua Departemen Teknik Kimia FTUI.
2. Bapak Ir. Mahmud Sudibandriyo, MSc, PhD selaku pembimbing seminar dan akademis yang senantiasa sabar dalam membimbing penulis.
3. Kedua Orang Tua dan Keluarga yang senantiasa memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis dalam penyelesaian makalah seminar ini.
4. Bapak Drs.Sunardi, Msi dan rekan-rekan laboratorium Afiliasi Departemen Kimia FMIPA UI yang senantiasa mendukung dan memotivasi penulis menyelesaikan makalah seminar ini.
5. Rekan-rekan mahasiswa Program Studi Magister Teknik Kimia angkatan 2008 yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Terima kasih atas dukungan dan bantuan yang telah diberikan. Semoga tulisan ini bermanfaat bagi pembaca dan memberikan manfaat bagi dunia pendidikan dan ilmu pengetahuan. Amin.

Depok, 22 Juni 2010

Penulis

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Pujiyanto
NPM : 0806423204
Program Studi : Magister Teknik Kimia
Departemen : Teknik Kimia
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Tesis

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

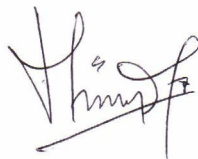
Pembuatan Karbon Aktif Super dari Batu Bara dan Tempurung Kelapa

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok, Jawa Barat, Indonesia
Pada tanggal : 22 Juni 2010

Yang menyatakan



(Pujiyanto)

ABSTRAK

Saat ini Indonesia mengalami masalah pasokan energi yang sangat serius. Disamping cadangan minyak yang semakin menurun, juga harga minyak mentah dunia yang cenderung terus menerus meroket dan menguras keuangan negara untuk keperluan subsidi. Hal ini mengakibatkan kebijakan pemerintah yang berubah dalam arah komposisi pemakaian energi nasional didalam perencanaannya yang akan menurunkan pemakaian bahan bakar minyak dan akan semakin dominan ke arah jenis energi yang lebih ramah lingkungan serta jenis sumber energi baru dan terbarukan. Sumber energi hidrogen dan metana dari *Coalbed Methane* (CBM) termasuk dalam kategori ini. Meskipun hidrogen adalah sumber energi yang dapat diregenerasi dan methana dari CBM cukup banyak persediaannya di Indonesia, namun transportasi dan *storage* masih menjadi kendala dalam pemanfaatan sumber energi ini, oleh karena itu, pengembangan teknologi di bidang transportasi dan *storage* sumber energi hidrogen dan methana merupakan tugas yang sangat penting untuk masa depan kehidupan manusia.

Salah satu cara yang sangat menjanjikan dalam teknologi *storage* gas adalah dengan methoda "*adsorptive storage*", dimana gas-gas tersebut disimpan dalam keadaan teradsorpsi pada suatu "*adsorbent*" tertentu. Molekul "gas" yang dalam keadaan teradsorpsi mempunyai densitas yang mendekati dengan densitas cairnya. Dengan demikian, secara teoritis dapat diperkirakan bahwa cara penyimpanan gas dengan methoda ini dapat meningkatkan kapasitas penyimpanannya bahkan sampai dua kali lipat dengan tekanan yang hanya 1/10 nya Kemampuan ini bisa lebih meningkat lagi, tergantung jenis *adsorbent* dan luas permukaannya.

Karbon aktif adalah merupakan kandidat *adsorbent* yang sangat baik untuk keperluan penyimpanan gas ini. Dalam penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan karbon aktif super dengan luas permukaan lebih besar dari 3000 m²/gram dengan bahan baku batubara bitumenous Ombilin dan tempurung kelapa. Batubara Ombilin dipilih sebagai bahan baku pembuatan karbon aktif karena ketersediaannya yang cukup banyak di Indonesia, sedangkan tempurung kelapa dipilih sebagai representatif dari sumber daya alam yang dapat terbarukan. Perlakuan dengan larutan KOH pada suasana gas nitrogen diharapkan dapat mengontrol terjadinya oksidasi karbon pada tahap aktivasi sehingga jumlah pori yang terbentuk di dalam karbon aktif cukup banyak sehingga menambah luas permukaannya.

Hasil karbon aktif yang terbaik pada penelitian ini adalah hasil karbon aktif pada KOH/batu bara (4/1) 1882 m²/gram dengan Temperatur aktivasi 900 °C sedangkan untuk karbon aktif KOH/arang tempurung kelapa (4/1) didapatkan hasil 684 m²/gram dengan Temperatur aktivasi 700 °C. Dari hasil tersebut maka dapat disimpulkan bahwa karbon aktif yang dihasilkan belum mencapai karbon aktif super.

Kata kunci : *storage* gas, *adsorbent*, batu bara, tempurung kelapa, karbon aktif, luas permukaan

ABSTRACT

Currently Indonesia has experienced problems of energy supply is very serious. In addition to diminishing oil reserves, as well as world crude oil prices are likely to continue to skyrocket, and financial drain for the purposes of state subsidies. This resulted in a change in government policy toward the composition of national energy use in its planning that will reduce fuel consumption and will be increasingly dominant in the direction of more environmentally friendly energy and other types of new and renewable energy sources. Energy source of hydrogen and methane from the Coalbed Methane (CBM) falls into this category. Although hydrogen is an energy source that can be regenerated and methane from CBM quite a lot of stock in Indonesia, but the transportation and storage is still a constraint in exploiting this energy source, therefore, technological development in transportation and storage of hydrogen and methane energy sources is a task very important for the future of human life.

One way that is very promising in the gas storage technology is a method of "*adsorptive storage*", where the gases are stored in the adsorbed condition on an "adsorbent" certain. Molecule "gas" which in the adsorbed state has a density which approximates the density of the liquid. Thus, theoretically can be expected that with the method of gas storage method can increase storage capacity even up to twice the pressure that only a tenth of his ability can be improved again, depending on the type of adsorbent and the surface area.

Activated carbon adsorbent is an excellent candidate for gas storage purposes. In this research aims to produce a super activated carbon with surface area greater than 3000 m²/gram with raw coal bitumenous Ombilin and coconut shell. Ombilin selected coal as raw material for manufacture of activated carbon enough availability in Indonesia, while the coconut shell was chosen as a representative of the natural resources which can be renewable. Treatment with aqueous KOH in an atmosphere of nitrogen gas is expected to control the oxidation of carbon on the activation phase, so as the number of pores formed in the activated carbon enough, so that adds quite a lot of surface area.

The best results of activated carbon in this study is the result of active carbon on the KOH / coal (4 / 1) 1882 m²/gram with activation temperature to 900 °C, while the KOH activated carbon/charcoal (4/1) found that the result 684 m²/gram with the activation temperature 700 °C. From these results we can conclude that the activated carbon produced was not achieved super activated carbon.

Keywords: storage of gas, adsorbent, coal, coconut shell, activated carbon, surface area

DAFTAR ISI

| | |
|---|------|
| HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS | ii |
| HALAMAN PENGESAHAN..... | iii |
| KATA PENGANTAR..... | iv |
| HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI..... | v |
| TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS..... | v |
| ABSTRAK..... | vi |
| ABSTRACT..... | vii |
| DAFTAR ISI | viii |
| DAFTAR GAMBAR..... | x |
| DAFTAR TABEL..... | xi |
| DAFTAR LAMPIRAN..... | xii |
| BAB I. PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1. Latar Belakang Masalah..... | 1 |
| 1.2. Rumusan Masalah..... | 4 |
| 1.3. Tujuan Penelitian..... | 4 |
| 1.4. Batasan Masalah..... | 5 |
| 1.5. Sistematika Penulisan..... | 5 |
| BAB II. TINJAUAN PUSTAKA..... | 6 |
| 2.1. Adsorptive Storage..... | 6 |
| 2.2. Karbon Aktif..... | 7 |
| 2.2.1. Proses Produksi Karbon Aktif..... | 8 |
| 2.2.2. Sifat Fisis dan Struktur Kimia Karbon Aktif..... | 13 |
| 2.3. Karakterisasi Karbon Aktif Super..... | 13 |
| 2.3.1. Karakterisasi BET..... | 14 |
| 2.3.2. Karakterisasi SEM..... | 15 |
| BAB III METODE PENELITIAN..... | 17 |
| 3.1. Alur Penelitian..... | 16 |
| 3.2. Prosedur Penelitian..... | 17 |
| 3.2.1. Persiapan Alat dan Bahan Dasar..... | 17 |
| 3.2.2. Karbonisasi dan Aktivasi..... | 20 |

| | |
|---|-----------|
| 3.2.3. Pendinginan | 21 |
| 3.2.4. Pencucian..... | 21 |
| 3.2.5. Pengeringan Sampel | 21 |
| 3.2.6. Analisis | 21 |
| 3.2.6.1 Analisis Luas Area Permukaan Karbon Aktif | 21 |
| 3.2.6.2 Analisis Struktur Pori-Pori Karbon Aktif | 22 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | 17 |
| 4.1 Preparasi | 23 |
| 4.1.1 Hasil Preparasi Awal Bahan Dasar Karbon Aktif dari Tempurung Kelapa dan Batu Bara..... | 23 |
| 4.1.2 Hasil Preparasi Pencampuran <i>Activating agent</i> dengan Bahan Baku Pembuatan Karbon Aktif..... | 25 |
| 4.1.3 Aktivasi..... | 27 |
| 4.1.4 Proses Pencucian dan Hasil Karbon Aktif..... | 31 |
| 4.1.5 Hasil Karbon Aktif..... | 33 |
| 4.2 Karakterisasi | 33 |
| 4.2.1 Pengujian Gambar struktur Permukaan..... | 33 |
| 4.2.2 Pengujian Luas Permukaan..... | 34 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN..... | 38 |
| DAFTAR PUSTAKA | 39 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 2.1 Adsorptive Storage | 6 |
| Gambar 2.2 Struktur Karbon Aktif Sebelum dan Sesudah Aktivasi | 11 |
| Gambar 2.3 Struktur Fisik Karbon Aktif | 13 |
| Gambar 2.4 Struktur Kimia Karbon Aktif | 14 |
| Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian | 18 |
| Gambar 4.1 Hasil Karbonisasi dari Tempurung Kelapa | 24 |
| Gambar 4.2 Arang Tempurung Kelapa dan Batu Bara sebelum Aktivasi | 25 |
| Gambar 4.3 Arang Tempurung Kelapa dan Batu Bara sesudah Proses Impregnasi dengan KOH..... | 26 |
| Gambar 4.4 Alat Proses Aktivasi pada Pembuatan Karbon Aktif..... | 27 |
| Gambar 4.5 Hasil Karbon Aktif dari Hasil Aktivasi..... | 31 |
| Gambar 4.6 Hasil Karbon Aktif dari Hasil Aktivasi KOH/Arang Tempurung Kelapa (4/1) pada Temperatur 700 °C..... | 33 |
| Gambar 4.7 Hasil Karbon Aktif dari Hasil Aktivasi KOH/Batu Bara (4/1) pada Temperatur 900 °C..... | 33 |
| Gambar 4.8 Hasil Pengujian SEM pada Permukaan Struktur dengan Perbesaran 5000x pada Sampel Bahan Dasar Tempurung Kelapa dan Arang Tempurung Kelapa setelah Aktivasi..... | 34 |
| Gambar 4.9 Hasil Pengujian SEM pada Permukaan Struktur dengan Perbesaran 5000x pada Sampel Bahan Dasar Batu Bara dan Batu Bara setelah Aktivasi..... | 34 |
| Gambar 4.10 Hubungan Luas Permukaan dengan Temperatur Pada Hasil Karbon Aktif KOH/Batu Bara (4/1)..... | 36 |
| Gambar 4.11 Hubungan Luas Permukaan dengan Temperatur Pada Hasil Karbon Aktif KOH/Batu Bara (3/1)..... | 36 |
| Gambar 4.12 Hubungan Luas Permukaan dengan Temperatur Pada Hasil KOH/Arang Tempurung Kelapa (4/1)..... | 37 |
| Gambar 4.13 Hubungan Luas Permukaan dengan Temperatur Pada Hasil KOH/Arang Tempurung Kelapa (3/1)..... | 37 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 1.1 Perbandingan Teknologi Penyimpanan Gas Hidrogen..... | 2 |
| Tabel 2.1 Perkembangan Penelitian Pembuatan Karbon Aktif..... | 10 |
| Tabel 2.3 Komposisi Batu Bara <i>bituminous</i> di Indonesia..... | 12 |
| Tabel 2.4 Komposisi Batu Bara <i>bituminous</i> Australia | 13 |
| Tabel 4.1 <i>Yield</i> Proses Karbonisasi Tempurung Kelapa..... | 24 |
| Tabel 4.2 Karakteristik Tempurung Kelapa..... | 24 |
| Tabel 4.3 Persentase Air Menguap pada Hasil Pencampuran Larutan Activating agent dengan Arang Tempurung Kelapa dan Batu Bara | 26 |
| Tabel 4.4 Kondisi dan Hasil Pengamatan Proses Aktivasi Sampel..... | 28 |
| Tabel 4.5 Persentase Kehilangan <i>Activating agent</i> /Bahan Baku pada Pemanasan atau Aktivasi | 29 |
| Tabel 4.6 Proses Pencucian Karbon Aktif dari Hasil Aktivasi | 32 |
| Tabel 4.7 Hasil Pengujian Luas Permukaan Pada Karbon Aktif..... | 35 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|---|----|
| Lampiran 1 Hasil Pengujian Luas Permukaan Karbon Aktif dari Variasi KOH/Arang Tempurung kelapa (3/1) pada Temperatur 700 °C | 42 |
| Lampiran 2 Hasil Pengujian Luas Permukaan Karbon Aktif dari Variasi KOH/Arang Tempurung kelapa (3/1) pada Temperatur 800 °C | 43 |
| Lampiran 3 Hasil Pengujian Luas Permukaan Karbon Aktif dari Variasi KOH/Arang Tempurung kelapa (3/1) pada Temperatur 900 °C | 44 |
| Lampiran 4 Hasil Pengujian Luas Permukaan Karbon Aktif dari Variasi KOH/Arang Tempurung kelapa (4/1) pada Temperatur 700 °C | 45 |
| Lampiran 5 Hasil Pengujian Luas Permukaan Karbon Aktif dari Variasi KOH/Arang Tempurung kelapa (4/1) pada Temperatur 800 °C | 46 |
| Lampiran 6 Hasil Pengujian Luas Permukaan K4arbon Aktif dari Variasi KOH/Arang Tempurung kelapa (4/1) pada Temperatur 900 °C | 47 |
| Lampiran 7 Hasil Pengujian Luas Permukaan Karbon Aktif dari Variasi KOH/Batu Bara (3/1) pada Temperatur 700 °C | 48 |
| Lampiran 8 Hasil Pengujian Luas Permukaan Karbon Aktif dari Variasi KOH/Batu Bara (3/1) pada Temperatur 800 °C | 49 |
| Lampiran 9 Hasil Pengujian Luas Permukaan Karbon Aktif dari Variasi KOH/Batu Bara (3/1) pada Temperatur 900 °C | 50 |
| Lampiran 10 Hasil Pengujian Luas Permukaan Karbon Aktif dari Variasi KOH/Batu Bara (4/1) pada Temperatur 700 °C | 51 |
| Lampiran 11 Hasil Pengujian Luas Permukaan Karbon Aktif dari Variasi KOH/Batu Bara (4/1) pada Temperatur 800 °C | 52 |
| Lampiran 12 Hasil Pengujian Luas Permukaan Karbon Aktif dari Variasi KOH/Batu Bara (4/1) pada Temperatur 900 °C | 53 |
| Lampiran 13 Hasil Pengujian Diameter Pori-Pori Karbon Aktif | 54 |