

PEMANFAATAN BATUBARA LIGNIT KALIMANTAN TIMUR MENJADI KARBON AKTIF

Yuli Patmawati ¹⁾, Andri Kurniawan ²⁾

^{1),2)}Teknik Kimia Politeknik Negeri Samarinda
Jln. Ciptomangunkusumo, Kampus Gn.Lipan Samarinda Seberang, Samarinda-KALTIM
Email : yuliemaniez96@gmail.com

Abstrak . Indonesia adalah salah satu negara yang memiliki cadangan batubara cukup besar di dunia, tetapi pemanfaatannya masih terbatas untuk pembuatan briket dan digunakan sebagai bahan bakar untuk pembangkit listrik. Pemilihan batu bara lignit untuk dijadikan karbon aktif dalam penelitian ini mengingat cadangan batubara lignit sangat melimpah di Kalimant Timur, di sisi lain hasil penelitian menunjukkan bahwa karbon aktif dapat dibuat dari bahan organik maupun anorganik yang mengandung kadar karbon tinggi. Dalam hal ini batubara berpotensi sebagai bahan baku pembuatan karbon aktif karena memiliki kandungan karbon yang tinggi. Proses pembuatan karbon aktif meliputi 3 tahapan proses yaitu proses dehidrasi, karbonisasi dan aktivasi. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan waktu aktivasi fisika batubara peringkat rendah (lignit) Kalimantan Timur yang mampu menghasilkan karbon aktif yang persyaratan mutunya sesuai Standar Industri Indonesia SII. 0258-79. Batubara yang digunakan termasuk jenis batubara lignit dari PLTU CFK Embalut Tenggarong KALTIM dengan karakteristik kadar air, kadar abu, bagian yang hilang pada pemanasan 950⁰C, fixed carbon, daya serap terhadap iodine dan nilai kalor sebesar berturut-turut sebesar 19,6%; 26,5%; 41,66%; 31,84%, 16,52% dan 4748 kal/gram. Batubara yang telah dikarbonisasi pada T = 600⁰C, diseragamkan ukurannya -18 +20 mesh kemudian diaktivasi secara fisika pada T = 800⁰C dengan variasi waktu aktivasi 60, 90, 120, 150 dan 180 menit. Selanjutnya dilakukan analisa pengujian karbon aktif sesuai dengan syarat mutu Standar Industri Indonesia SII. 0258-79 yang mencakup : kadar air, kadar abu, bagian yang hilang pada pemanasan 950⁰C dan daya serap terhadap iodine.

Kata Kunci : Batubara lignit, karbon aktif, karbonisasi, aktivasi, Standar Industri Indonesia

1 Pendahuluan

Seiring pertumbuhan industri dalam masyarakat kita, maka permintaan penyediaan karbon aktif meningkat pula. Untuk industri di Indonesia, penggunaan karbon aktif masih relatif tinggi. Sayangnya, pemenuhan akan kebutuhan karbon aktif masih dilakukan dengan cara mengimpor. Pada tahun 2000 saja, tercatat impor karbon aktif sebesar 2.770.573 kg berasal dari negara Jepang, Hongkong Korea, Taiwan, Cina, Singapura, Philipina, Sri Lanka, Malaysia, Australia, Amerika Serikat, Kanada, Inggris, Jerman, Denmark, dan Italia (Rini Pujiarti, J.P Gentur Sutapa, 2007). Padahal, jika meninjau sumber daya alam di Indonesia yang melimpah, maka sangatlah mungkin kebutuhan karbon aktif dapat dipenuhi dengan produksi dari dalam negeri.

Secara komersil karbon aktif banyak dibuat dari arang tempurung kelapa, kayu, kulit kacang, gambut, tempurung kelapa sawit, serbuk gergaji, kulit kemiri dan batubara (Ningrum dkk, 2002). Salah satu bahan baku karbon aktif yang potensial untuk dikembangkan pada saat ini di Indonesia adalah batubara. Hal ini mengingat banyaknya cadangan batubara Indonesia terutama batubara peringkat rendah yang belum banyak dimanfaatkan. Pusat Sumber Daya Geologi pada tahun 2006 menyebutkan bahwa terdapat 305,52 juta ton batubara peringkat rendah (lignit) di Kalimantan Timur yang selama ini belum dimanfaatkan. Kadar *fixed* karbon yang cukup tinggi pada batubara lignit mendorong berkembangnya gagasan untuk memanfaatkan bahan ini menjadi karbon aktif. Melalui pemanfaatan batubara sebagai bahan baku karbon aktif diharapkan dapat meningkatkan pemanfaatan batubara Indonesia yang selama ini hanya digunakan sebagai bahan bakar PLTU, industri semen, dan industri-industri kecil lainnya.

Batubara telah lama digunakan sebagai bahan baku pembuatan karbon aktif (Hasler, 1951). Meskipun demikian, penelitian yang terkait dengan penggunaan batubara Indonesia sebagai bahan baku karbon aktif tetap perlu dilakukan terutama untuk memperoleh kondisi operasi yang memberikan perolehan dan kualitas karbon aktif yang sesuai standar.

Karbon aktif adalah suatu material karbon amorf yang memiliki luas permukaan antara 300-2000 m²/gram. Luas permukaan yang besar ini terdapat dalam struktur pori-pori yang memiliki kemampuan untuk mengadsorpsi gas, uap, ataupun material yang terlarut dan atau terdispersi dalam cairan. Kemampuan karbon aktif mengadsorpsi ditentukan oleh struktur kimia yaitu atau C, H, dan O yang terikat secara kimia membentuk gugus fungsi. Karbon aktif merupakan bahan karbon yang memiliki pori – pori dan daya serap tinggi. Daya serapnya banyak dimanfaatkan dalam industri, misalnya untuk menghilangkan bau dan warna cairan.

Secara umum, ada dua jenis karbon aktif yaitu karbon aktif fasa cair dan karbon aktif fasa gas. Karbon aktif fasa cair dihasilkan dari material dengan berat jenis rendah, seperti arang bambu kuning yang mempunyai bentuk butiran (*powder*), rapuh (mudah hancur), mempunyai kadar abu yang tinggi berupa silika dan biasanya digunakan untuk menghilangkan bau, rasa, warna, kontaminan organik lainnya. sedangkan karbon aktif fasa gas dari material dengan berat jenis tinggi.

Secara garis besar, ada 3 tahap pembuatan karbon aktif, yaitu:

1. Proses Dehidrasi
2. Proses Karbonisasi

Merupakan proses pembakaran bahan baku dengan menggunakan udara terbatas dengan temperatur udara antara 300 C sampai 900 C sesuai dengan kekerasan bahan baku yang digunakan. Proses ini menyebabkan terjadinya penguraian senyawa organik yang menyusun struktur bahan membentuk metanol, uap asam asetat, tar, dan hidrokarbon. Material padat yang tertinggal setelah proses karbonisasi adalah karbon dalam bentuk arang dengan permukaan spesifik yang sempit.

3. Proses Aktivasi

Dasar dari proses aktivasi adalah memperbesar ukuran pori-pori yang telah terbentuk pada tahap karbonisasi, serta pembentukan pori-pori baru. Proses aktivasi dibagi menjadi dua tahapan. Tahap pertama adalah menghilangkan karbon yang tidak terorganisasi, dan sisa tar yang ada dalam pori-pori yang tidak hilang pada tahap karbonisasi karena temperatur yang rendah. Karbon yang tidak terorganisasi dan tar terdevolatilisasi bersama dengan gas pengaktif sehingga permukaan karbon aromatik (permukaan luar dan permukaan pori-pori) bisa kontak langsung dengan gas pengaktif. Pada tahap kedua, permukaan karbon aromatik yang telah terekspos terbakar oleh gas pengaktif sehingga pori-pori membesar, dan disertai dengan pembentukan pori-pori baru. Proses aktivasi dibedakan menjadi 2 macam, yaitu:

- a. Proses Aktivasi Fisika

Pada proses aktivasi fisika, biasanya karbon dipanaskan didalam furnace (Carbonizer) pada temperatur 600-900°C. Beberapa bahan baku lebih mudah untuk diaktifasi jika diklorinasi terlebih dahulu. Selanjutnya dikarbonisasi untuk menghilangkan hidrokarbon yang terklorinasi dan akhirnya diaktifasi dengan uap.

- b. Proses Aktivasi Kimia

Proses aktivasi kimia merujuk pada pelibatan bahan-bahan kimia atau reagen pengaktif. Menurut Kirk and Othmer (1940), bahan kimia yang dapat digunakan sebagai pengaktif diantaranya CaCl₂, Ca(OH)₂, NaCl, MgCl₂, HNO₃, HCl, Ca₃(PO₄)₂, H₃PO₄, ZnCl₂, dan sebagainya. Hessler (1951) dan Smith (1992) menyatakan bahwa unsur-unsur mineral aktivator masuk diantara plat heksagon dari kristalit dan memisahkan permukaan yang mula-mula tertutup. Dengan demikian, saat pemanasan dilakukan, senyawa kontaminan yang berada dalam pori menjadi lebih mudah terlepas. Hal ini menyebabkan luas permukaan yang aktif bertambah besar dan meningkatkan daya serap karbon aktif. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan waktu aktivasi fisika batubara peringkat rendah (lignit) Kalimantan Timur yang mampu menghasilkan karbon aktif yang persyaratan mutunya sesuai Standar Industri Indonesia SII. 0258-79.

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Samarinda, sedangkan sampel batubara lignit yang digunakan sebagai bahan baku pembuatan karbon aktif merupakan batubara yang diambil dari PLTU CFK Embalut Tenggarong. Hasil analisa awal bahan baku terhadap parameter-parameter kadar air, kadar abu, bagian yang hilang pada pemanasan 950oC dan daya serap terhadap iodine berturut-turut adalah 19,6%, 26,5%, 41,66% dan 16,52%. Parameter pendukung yang lain adalah nilai kalor 4748 kal/g dan kadar *fixed* karbon sebesar 31,84%.

Penelitian dilakukan dengan memvariasikan waktu aktivasi fisika (T = 800oC) pada 60, 90, 120, 150 dan 180 menit. Bahan baku setelah dikarbonasi (T=600oC) discreening menjadi -18 +20 mesh dan

dilakukan pengujian hasil karbonisasi. Selanjutnya dilakukan proses aktivasi fisika pada $T = 800^{\circ}\text{C}$ dengan berbagai variasi waktu. Bahan baku yang telah menjadi karbon aktif selanjutnya dianalisa kadar air, kadar abu, bagian yang hilang pada pemanasan 950°C dan daya serap terhadap iodine dengan metode analisa yang digunakan berturut-turut adalah ASTM D 3173, ASTM D 3174, ASTM D, 3175 dan Dahlius A, dkk, 1983.

2 Pembahasan

Dari proses aktivasi fisika yang dilakukan diperoleh hasil sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1
Tabel 1. Karakteristik Karbon Aktif Hasil Karbonisasi dan Aktivasi Fisika $T = 800^{\circ}\text{C}$

| No | Parameter, % | SII 258-79* | Karbon isasi | Waktu Aktivasi Fisika, menit | | | | |
|----|---|-------------|--------------------------|------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | | | | 60 | 90 | 120 | 150 | 180 |
| 1 | Kadar Air | Max. 10% | 1,53 | 1,39 | 1,17 | 1,06 | 0,64 | 0,36 |
| 2 | Kadar Abu | Max.2,5% | 15,52 | 12,62 | 12,78 | 14,19 | 13,74 | 13,67 |
| 3 | Bagian yang hilang pada pemanasan 950°C | Max. 15% | 15,29 | 20,85 | 10,85 | 13,32 | 12,42 | 17,63 |
| 4 | Daya serap terhadap I_2 | Min. 20% | 19,84 | 25,04 | 26,61 | 38,38 | 46,75 | 45,65 |
| 5 | Rendemen | - | - | - | - | - | - | - |
| 6 | Penampakan Fisik | - | arang berbentuk granular | arang bentuk granular | arang bentuk granular | arang bentuk granular | arang bentuk granular | arang bentuk granular |

Dari hasil penelitian yang tersaji pada Tabel 1 terlihat bahwa semakin lama waktu aktivasi fisika maka kadar air semakin rendah. Hal ini disebabkan karena semakin lama waktu aktivasi, maka semakin banyak air pada bahan yang teruapkan, terutama air yang berada pada permukaan arang (*unbounded water*) disamping juga sebagian air terikat (*bounded water*).

Demikian pula dengan kadar abu yang mengalami penurunan dengan semakin lama waktu aktivasi sampai pada waktu 90 menit. Pada waktu aktivasi 120 menit kadar abu kembali mengalami kenaikan, namun meskipun demikian penurunan dan kenaikan kembali kadar abu seiring dengan bertambahnya waktu aktivasi tidak terlalu signifikan sehingga dapat dikatakan bahwa variasi waktu aktivasi fisika pada temperatur 800°C dalam pembuatan karbon aktif tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kadar abu.

Seperti pada kadar abu, variasi waktu aktivasi fisika pada temperatur 800°C dalam pembuatan karbon aktif tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap penurunan kadar bagian yang hilang pada pemanasan 950°C (terjadi fluktuasi). Hal ini disebabkan karena pada temperatur di atas 700°C proses aktivasi fisika telah berlangsung sempurna dan menghasilkan struktur karbon aktif yang lebih stabil berupa struktur C (Karbon) dalam bentuk amorf atau bisa digolongkan sebagai struktur intan (grafit), yaitu susunan atom dua karbon heksagonal dimana lapisan atom karbon tersusun secara teratur satu diatas lainnya. Struktur ini merupakan struktur yang lebih stabil dan lebih keras.

Bagian yang hilang pada pemanasan 950°C yang tinggi akan mengurangi kemampuan karbon aktif dalam menyerap gas/larutan. Begitu juga halnya dengan keberadaan abu yang berlebihan dapat menyebabkan terjadinya penyumbatan pori-pori karbon aktif sehingga luas permukaan karbon aktif menjadi berkurang.

Tujuan aktivasi adalah untuk memperbesar pori yaitu dengan cara memecahkan ikatan hidrokarbon atau mengoksidasi molekul-molekul permukaan sehingga karbon mengalami perubahan sifat, baik fisika maupun kimia, yaitu luas permukaannya bertambah besar dan berpengaruh terhadap daya adsorpsi yang ditunjukkan dengan kemampuan/daya serap terhadap iodine/ I_2 .

Pada Tabel 1 terlihat bahwa semakin lama waktu aktivasi fisika maka daya serap terhadap iodine/ I_2 semakin meningkat. Semakin lama waktu aktivasi fisika menyebabkan pori-pori karbon yang terbentuk semakin banyak karena fungsi aktivasi fisika adalah membentuk pori-pori dengan cara memecahkan rantai hidrokarbon menjadi arang. Konsekuensi dari hal ini tersebut menyebabkan kemampuan penjerapan karbon aktif akan semakin baik.

Dari hasil penelitian diketahui bahwa kadar abu yang diperoleh masih belum memenuhi standar SII 258-79*. Hal ini terjadi mengingat karakteristik bahan baku turut pula mempengaruhi kadar abu (hasil analisa kadar abu pada batubara lignit sebagai bahan baku tergolong tinggi yaitu sebesar 26,5%). Namun demikian, aktivasi fisika dengan waktu aktivasi 150 menit memberikan hasil karbon aktif yang terbaik dengan nilai parameter kadar air, kadar abu, bagian yang hilang pada pemanasan 950°C dan daya serap terhadap iodine berturut turut sebagai berikut : 0,64%; 13,74%; 12,42% dan 46,75%.

3 Simpulan

Pada penelitian Pemanfaatan Batubara Lignit Kalimantan Timur Menjadi Karbon Aktif diperoleh hasil sebagai berikut :

1. Waktu aktivasi fisika terbaik pada furnace $T = 800^{\circ}\text{C}$ selama 150 menit diperoleh karakteristik karbon aktif dengan nilai kadar air, kadar abu, bagian yang hilang pada pemanasan 950°C dan daya serap terhadap iodine berturut-turut sebesar 0,64%; 13,74%; 12,42% dan 46,75%.
2. Nilai kadar abu masih belum memenuhi Standar Industri Indonesia SII No.0258-79 karena masih di atas 2,5 %.

Daftar Pustaka

- [1]. Pujiarti, Rini, J.P. Gentur Sutapa *Mutu Arang Aktif dari Limbah Kayu Mahoni sebagai Bahan Penjernih Air*. Diakses pada tanggal 20 Juli 2007 dari <http://www.google.com>
- [2]. Ningrum, SN., MSC, 2002. Pembuatan karbon aktif dari Batubara Peringkat Rendah, PPPTMB, Departemen Sumberdaya Mineral dan Energi, Bandung.
- [3]. Hassler JW., 1951. Purification With Activated Carbon, Specialist in Activated Carbon, Reseach, Manufacture, Marketing, Chemical Publising Co. Inc, New York,