PENGARUH TEMPERATUR TERHADAP PEMBENTUKAN PORI ARANG CANGKANG SAWIT SEBAGAI ADSORBANSI

EFFECT OF TEMPERATURE FOR PALM SHELL PORE FORMING AS ADSORBANCE

Zainal Abidin Nasution[(1)] dan **Siti Masriani Rambe**[(2)]
Balai Riset dan Standardisasi Industri Medan[(1,2)]
Jl. Sisingamangaraja No.24 Medan Sumatera utara
e-mail: zainal_an@kemenperin.go.id [(1)] ; siti_masriani@yahoo.com[(2)]
Diajukan: 2 Februari 2011; Dinilai: 14 April 2011 ; Disetujui: 18 Mei 2011

Abstrak

Telah dilakukan penelitian untuk mengetahui sejauh mana pengaruh temperatur dalam proses pembakaran dalam proses pembentukan unsur karbon (C) dan jari – jari pori arang cangkang sawit, sebagai salah satu hal penting untuk mengetahui arang cangkang sawit dapat digunakan sebagai penyerap. Proses karbonisasi dilakukan pada cangkang sawit menjadi arang dengan variasi temperatur guna mengetahui perbedaannya. Proses karbonisasi dilakukan dengan menggunakan tungku vacuum furnace dengan variasi 500 ^{o}C dan 1000 ^{o}C selama 40 menit. Selama proses karbonisasi, cangkang sawit banyak mengeluarkan asap pada temperatur mencapai 500 ^{o}C dan pada pembakaran 1000 ^{o}C. Setelah diperoleh temperatur yang ditentukan, arang cangkang sawit akan terbentuk lalu dilakukan uji XRF untuk mengetahui komposisi unsurnya dan SEM guna mengetahui besarnya jari – jari pori arang tersebut. Hasil XRF menunjukkan data pembentukan fase grafit di semua karbon yang dihasilkan dan diperoleh jumlah unsur karbon cukup tinggi yaitu sekitar 48 % untuk temperatur 500 ^{o}C dan 50% pada 1000 ^{o}C. Hasil uji laboratorium dengan menggunakan alat SEM menunjukkan bahwa pembentukan ukuran pori-pori diperoleh 10 µm (macropori) untuk temperatur 500 ^{o}C dan untuk temperatur 1000 ^{o}C diperoleh hasil ukuran pori sebesar 5 µm. Semakin tinggi temperatur pemanasan, jumlah yang lebih besar terbentuk pori pori dan karbon yang dihasilkan semakin tinggi. Dengan banyaknya jumlah pori yang dihasilkan maka akan semakin baik digunakan sebagai penyerap.

Keywords: Karbonisasi, cangkang sawit, arang aktif, temperatur, pori-pori

Abstract

Had been conducted to influence temperature in burning process for getting carbon (C) and palm shell pore, that's important to explore activated carbon otherwise useful for absorption. Carbonization process had been done for palm shell became activated carbon product varied with temperature to know the difference. Carbonization process had done with vacuum furnace with temperature 500 ^{o}C and 1000 ^{o}C, each as 40 minutes . During carbonization process, many smoke out at temperature 500 ^{o}C and after temperature 1000 ^{o}C no anymore smoke out. After that condition, it will getting activated carbon and thus it will done testing laboratory XRF to determine the composition. Testing result shows that forming the graphite phase to all carbon obtained result content of carbon to high enough as 48 % for 500 ^{o}C and 50 % for 1000 ^{o}C. Testing Laboratory for SEM shows that for forming porous size was obtained 10 µm for 500 ^{o}C and 5 µm for 1000 ^{o}C. Temperature higher will getting large amount porous palm shell. Large amount active palm shell will good for using as absorber.

Keywords: Carbonization, palm shell , activated carbon, temperature, porous

PENDAHULUAN

Cangkang kelapa sawit merupakan salah satu limbah pengolahan minyak kelapa sawit yang cukup besar yaitu mencapai 30% dari produk minyak. Cangkang merupakan bagian paling keras pada komponen yang terdapat pada kelapa sawit. Saat ini pemanfaatan cangkang sawit di berbagai industri pengolahan minyak CPO belum begitu maksimal. Ditinjau dari karakteristik bahan baku, jika dibandingkan dengan tempurung kelapa, tempurung kelapa sawit memiliki banyak kemiripan. Perbedaan yang mencolok yaitu pada kadar abu (*ash content*) yang biasanya mempengaruhi kualitas produk yang dihasilkan oleh tempurung kelapa dan tempurung kelapa sawit.

Dimana tebal dan tipisnya cangkang kelapa sawit ini tergantung pada varietas-varietas tanaman kelapa sawit. Cangkang kelapa sawit ini dapat dimanfaatkan sebagai arang aktif. Arang aktif ini dapat dimanfaatkan oleh berbagai industri, antara lain industri minyak, karet, gula dan farmasi (Hadi, 2004). Perolehan arang cangkang Kelapa sawit dapat dilakukan dengan proses pirolisis.

Gambar 1. Cangkang sawit dan Arang Cangkang Sawit

Pirolisis adalah proses pemanasan suatu zat tanpa adanya oksigen sehingga terjadi penguraian komponen-komponen penyusun kayu keras. Istilah lain dari pirolisis adalah penguraian yang tidak teratur dari bahan-bahan organik yang disebabkan oleh adanya pemanasan tanpa berhubungan dengan udara luar. Hal tersebut mengandung pengertian bahwa apabila tempurung dan cangkang dipanaskan tanpa berhubungan dengan udara dan diberi suhu yang cukup tinggi, maka akan terjadi reaksi penguraian dari senyawa-senyawa kompleks yang menyusun kayu keras dan menghasilkan zat dalam tiga bentuk yaitu padatan, cairan dan gas (Widjaya., 1982).

Proses pirolisis terhadap cangkang sawit tersebut akan diperoleh rendemen berupa asap cair, arang maupun kerak arang. Proses pirolisa melibatkan berbagai proses reaksi yaitu dekomposisi, oksidasi, polimerisasi, dan kondensasi. Proses pirolisa ini bertujuan untuk menguraikan senyawa kimia yang ada dalam cangkang sawit seperti kadar lignin, kadar holoselulosa, kadar air dan senyawa lainnya. Pembakaran tidak sempurna pada tempurung kelapa, sabut, serta cangkang sawit menyebabkan senyawa karbon kompleks tidak teroksidasi menjadi karbon dioksida dan peristiwa tersebut disebut sebagai pirolisis. Pada saat pirolisis, energi panas mendorong terjadinya oksidasi sehingga molekul karbon yang kompleks terurai, sebagian besar menjadi karbon atau arang (Sani., 2008). Istilah lain dari pirolisis adalah “destructive distillation” atau destilasi kering, dimana merupakan proses penguraian yang tidak teratur dari bahan-bahan organik yang disebabkan oleh adanya pemanasan tanpa berhubungan dengan udara luar.

Proses aktivasi ini bertujuan untuk meningkatkan volume dan memperbesar diameter pori-pori karbon. Dengan demikian, daya absorpsi (serap) karbon aktif menjadi tinggi terhadap zat warna dan bau pada air (Huda., 2009). Pada umumnya karbon aktif dapat diaktivasi dengan dua cara, yaitu dengan cara aktivasi kimia dan aktivasi fisika. Dalam proses aktivasi kimia, arang hasil karbonisasi direndam dalam larutan kimia selama 24 jam lalu ditiriskan dan dipanaskan pada temperatur 600 hingga 9.000 derajat celcius selama 1- 2 jam. Bahan-bahan kimia yang digunakan sebagai aktivator biasanya hidroksida logam alkali garam-garam karbonat, klorida, sulfat, dan fosfat dari logam alkali tanah. Pada proses kimia, kualitas karbon aktif yang dihasilkan tergantung dari bahan kimia yang digunakan. Sedangkan aktivasi fisika, yaitu proses aktivasi karbon dengan uap air dialirkan

pada arang hasil karbonisasi. Proses ini biasanya menggunakan temperatur 800 ribu – 11 ribu derajat celcius (Frilla., 2008). Bahan baku utama yang digunakan sebagai karbon aktif adalah bahan organik dengan kandungan karbon yang tinggi, termasuk kayu, batu bara, cangkang sawit , tempurung kelapa, atau serbuk gergaji. Ada banyak cara yang dapat dilakukan untuk menghasilkan karbon berpori, yaitu dengan dekomposisi termal bahan organik melalui melalui tiga tahap yaitu: dehidrasi, karbonisasi, dan aktivasi.

Sifat karbon aktif

Sifat adsorpsi karbon aktif sangat tergantung pada porositas permukaannya, namun dibidang industri, karakterisasi karbon aktif lebih difokuskan pada sifat adsorsi dari struktur porinya. Bentuk pori bervariasi yaitu berupa : silinder, persegi panjang, dan bentuk lain yang teratur. Berdasarkan ukurannya, pori – pori dibedakan atas 3 jenis yaitu (Haris, 2010) :

1. Makropori
   - Jari – jari > 25 nm
   - Volume pori : 0,2 – 0,5 cm ^{3}/g
   - Luas permukaan : 0,5 – 2 m^3/g
   - Fungsi : sebagai pintu masuk ke karbon aktif
2. Mesopori
   - Jari – jari : 1 - 25 nm
   - Volume pori : 0,02 – 0,05 cm ^{3}/g
   - Luas permukaan : 1 – 100 m^3/g
   - Fungsi : sebagai pintu masuk ke karbon aktif
3. Mikropori
   - Jari – jari < 1 nm
   - Volume pori : 0,15 – 0,5 cm ^{3}/g
   - Luas permukaan : 100 – 1000 m^3/g
   - Fungsi : sebagai pintu masuk ke karbon aktif

Gugus fungsi dapat terbentuk pada karbon aktif ketika dilakukan aktivasi, yang disebabkan terjadinya interaksi radikal bebas pada permukaan karbon dengan atom – atom seperti oksigen dan nitrogen, yang berasal dari proses pengolahan ataupun atmosfer (Khairati., 2008). Gugus fungsi ini menyebabkan permukaan karbon aktif menjadi reaktif secara kimiawi dan mempengaruhi sifat adsorpsinya. Oksidasi permukaan dalam produksi karbon aktif, akan menghasilkan gugus hidroksil, karbonil, dan karboksilat yang memberikan sifat amfoter pada karbon, sehingga karbon aktif dapat bersifat sebagai asam maupun basa.

Dalam pengolahan air, karbon aktif digunakan sebagai adsorben untuk menyisihkan rasa, bau, dan warna yang disebabkan oleh isi materi organik dalam air. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh temperatur pembakaran cangkang sawit terhadap pembentukan jumlah pori pada arang cangkang sawit, dimana arang tersebut digunakan sebagai penyerap atau filter.

BAHAN DAN METODE

A. Bahan

Bahan yang digunakan adalah Cangkang Sawit, yang diambil dari Limbah pabrik kelapa sawit

B. Peralatan

Peralatan yang digunakan adalah Furnace, alat uji SEM untuk mengetahui perbesaran pori – pori dan XRF untuk mengetahui kandungan dan jumlah unsur yang ada dalam arang tersebut.

C. Metode Penelitian

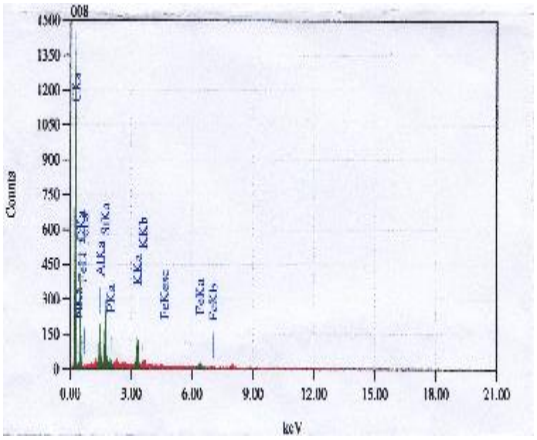
Perlakuan awal dilakukan proses karbonisasi terhadap cangkang sawit kering kemudian dimasukkan dalam furnace dan kemudian dibakar dengan tungku dalam suasana vakum (inert) pada temperatur 500 ^{o}C, 1000 ^{o}C selama 40 menit. Kemudian dilakukan karakterisasi arang cangkang sawit

dilakukan dengan menggunakan XRF (X-Ray Fluoresense) untuk menentukan senyawa-senyawa yang terkandung dalam arang cangkang sawit, Morfologi arang cangkang sawit dipelajari dengan menggunakan SEM (Scanning mikrograf elektron) dengan perbesaran 5000x dan 10.000x tercapai.

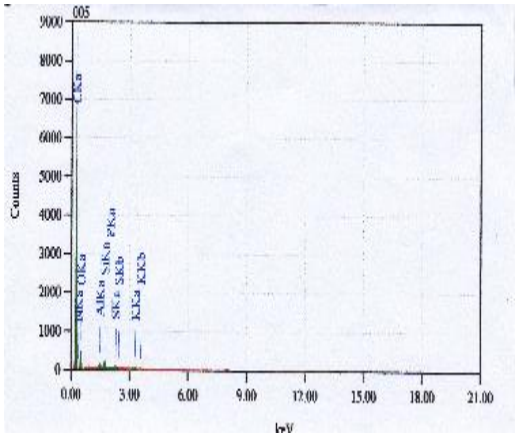
HASIL DAN PEMBAHASAN

Ketika dibakar dalam furnace, potongan cangkang sawit berubah warna menjadi hitam. Selama proses pemanasan pada temperatur 500 ^{o}C, cangkang sawit keluar kotoran dalam bentuk asap cair berwarna hitam pekat. Komposisi cangkang sawit seperti dapat dilihat pada Tabel 1 diatas mempunyai berbagai macam unsur/senyawa. Pada saat terjadinya proses pemanasan dengan temperatur diatas 500 ^{o}C unsur/ senyawa tersebut sebagian menguap, berdasarkan kevolatilan dari pada unsur/senyawa tersebut (Meilita T.S., 2003). Seperti senyawa Ethanol Benzen dan Kadar air yang ada pada cangkang sawit, akan mulai menguap pada temperatur 100 ^{o}C. sedangkan senyawa Holoselulosa atau selulosa akan berubah menjadi Carbon berwarna hitam.

Hasil analisis kualitatif dengan menggunakan data XRF (X-Ray Fluoresense) dapat dilihat bahwa beberapa senyawa yang terkandung dalam arang cangkang sawit yang dominan seperti Gambar 1 dibawah ini. Pada Gambar 1 dibawah ini menunjukkan perbandingan berat persen (%) yang terdeteksi untuk karbon cangkang sawit yang dibakar dengan furnace pada temperatur dari 500 ^{o}C dan 1000 ^{o}C sangat jauh berbeda. Dimana jumlah karbon yang diperoleh pada temperatur tinggi diperoleh karbon yang cukup tinggi.
Pemanasan pada temperatur 500 ^{o}C beberapa senyawa masih terkandung dalam cangkang sawit seperti unsur Al, Si, K dan Fe masih relatif ada. Sedangkan pada temperatur 1000 ^{o}C kandungan unsur tersebut hanya sedikit.



Gambar 1. XRF data untuk arang cangkang sawit dengan temperatur 500^{o}C (Anonymous.,2010)

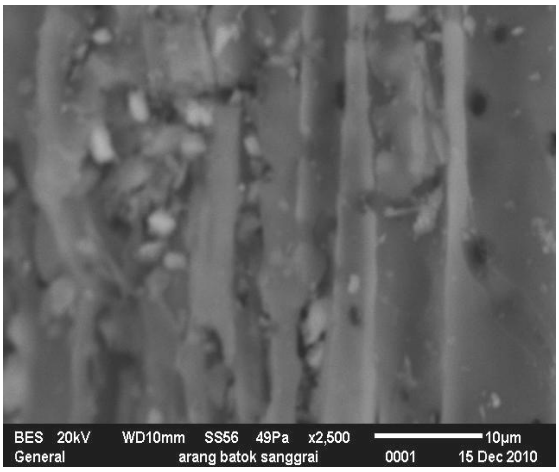


Gambar 2. XRF data untuk arang cangkang sawit dengan temperatur 1000 ^{o}C (Anonymous.,2010)

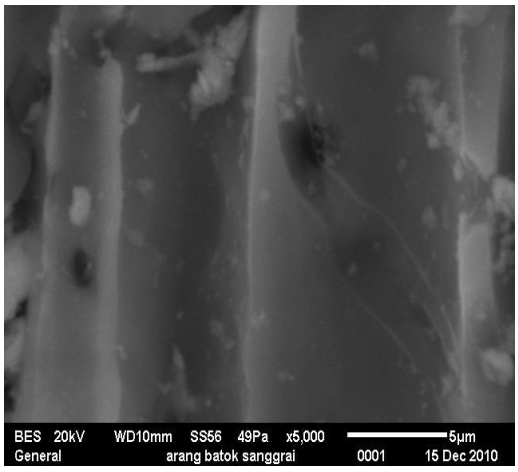
Berdasarkan hasil analisis kualitatif dengan menggunakan data Gambar 1 diatas dapat dilihat bahwa puncak (peak) yang paling tinggi dari cangkang sawit sesuai dengan data untuk cangkang sawit. Ada beberapa unsur lain tetapi cukup relatif kecil, puncak (peak) yang paling tinggi adalah unsur karbon nya (unsur C). Data XRF juga menunjukkan bahwa karbon yang dihasilkan pada temperatur 1000 ^{o}C cukup baik dengan sejumlah kecil ketidakmurnian, ini ditandai dengan adanya puncak dari fase-fase lain relatif kecil.

Pada Gambar 2 di bawah ini adalah hasil foto SEM (Scanning Electron

Microscopy) dengan Counting Rate 1479 cps dan Energi Range 0-20 KeV. Arang aktif mengandung unsur karbon (C) dimana unsur C dapat berikatan dengan Gugus fungsi yang teridentifikasi pada hasil karbonisasi suhu diatas 500 °C antara lain: OH, C-H, C=C, C-H alifatis dan C-0 eter. Sehingga arang aktif yang mengandung unsur C yang banyak akan lebih kuat menyerap fluida, atom C dari arang tersebut mampu mengikat zat-zat yang kontak terhadap atom C tersebut.



Gambar 2. Hasil Foto SEM dengan pemanasan pada temperatur 500 ^{o}C (Anonymous.,2010)



Gambar 2. Hasil Foto SEM dengan pemanasan pada temperatur 1000 ^{o}C (Anonymous.,2010)

Hasil foto SEM menunjukkan adanya perbedaan jumlah pori-pori yang dihasilkan dari kedua variasi dengan perbedaan temperatur pemanasan yaitu pada temperatur 500 ^{o}C dan 1000 ^{o}C. Gambar 2 menunujukkan ukuran pori – pori terlihat pada pemanasan 500 ^{o}C sebesar 10 µm sedangkan pada 1000 ^{o}C diperoleh 5 µm. Proses pembakaran yang terjadi pada cangkang sawit sangat berpengaruh terhadap suhu yang dilakukan. Dari gambar diatas jelas terlihat perbedaan jari – jari dari pada kedua variasi tersebut.

Pola struktur topografi permukaan arang memperlihatkan pembentukan pori yang berbeda sesuai sesuai dengan kenaikan suhu karbonisasinya. Dari penelitian yang telah dilakukan proses karbonisasi pada sampel arang cangkang sawit pada temperatur 500 ^{o}C dan 1000 ^{o}C. Proses karbonisasi menggunakan alat SEM dengan perbesaran 10.000 x atas pembentukan mencapai ukuran pori-pori kecil 10 µm dan 5 µm termasuk dalam kategori makropori, dimana jari – jari pori yang terlihat adalah merupakan permukaan karbon aktif yang berfungsi untuk pintu masuk untuk menyerap fluida. Karbonisasi berpengaruh terhadap pembentukan ukuran pori dimana semakin kecil pori – pori yang dihasilkan maka akan semakin banyak jumlah pori – pori yang terbentuk dalam arang cangkang sawit. Dalam satu bidang yang sama jika pori yang diperoleh kecil maka secara otomatis jumlah pori juga akan semakin banyak. Kebutuhan untuk industri yang menggunakan arang aktif untuk sebagai adsorben akan jauh lebih baik digunakan cangkang yang dipanaskan pada temperatur 1000 ^{o}C jika dibandingkan dengan temperatur pemanasan 500 ^{o}C.

Pada umumnya karbonisasi yang dilakukan pada suhu dibawah 500 °C masih dijumpai banyaknya residu yang belum terbakar seperti pada gambar 2 diatas. Residu tersebut dapat dikategorikan sebagai pengotor/impuritis pada permukaan arang dan sangat berpengaruh pada proses penyerapan. Hal ini dikarenakan impuritis masih

menempel pada jari – jari pori yang mengakibatkan sulitnya fluida untuk masuk pada arang cangkang sawit.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa proses karbonisasi yang dilakukan pada temperatur 500 ^{o}C dan 1000 ^{o}C diperoleh hasil jumlah atom C (karbon) semakin meningkat seiring dengan peningkatan temperatur karbonisasi. Jari jari pori yang diperoleh juga akan semakin kecil dimana pada temperatur 500 ^{o}C dan 1000 ^{o}C diperolah jari – jari sebesar 10 µm dan 5 µm. Semakin tinggi temperatur karbonisasi pori-pori yang lebih terbentuk dan jumlah karbon yang dihasilkan semakin baik. Sehingga dapat digunakan untuk berbagai industri yang menggunakan proses adsorbansi dengan arang cangkang sawit.

DAFTAR PUSTAKA

Anonymous, (2010). Hasil Foto dan Analisa Arang Cangkang Sawit, Laboratorium Furnace dan Struktur Mikro, Badan Tenaga Atom, Serpong LIPI.

Bambang S, (2007). Komponen Kimia cangkang Sawit dan pengaruhnya terhadap serat beton**,** Science and Technology, Diakses 28 Desember 2010.

Frilla, (2008). Pembentukan Arang aktif dari Bambu, Universitas Lampung. Diakses 19 November 2010.

Haris, (2010). Efektifitas Pembuatan Arang Aktif dari Ampas kopi, Politeknik Negeri Jakarta. diakses 30 Desember 2010

Huda T, (2009). Asap Cair dari Cangkang Sawit, www.iptek.net diakses 12 November 2010

Khairati, (2008). Transformasi Mikropori ke Mesopori Cangkang Kelapa Sawit tehadap Nilai Kalor Bakar Briket Arang Cangkang Kelapa Sawit, Perpustakaan USU

Meilita,T.S., (2003). Pengenalan dan pembuatan arang aktif , Jurusan Teknik Industri, Perpustakaan USU.

Sani. Y, (2008). Arang tempurung kelapa untuk bahan baku karbon aktif dan untuk pembuatan breqquete, Jurusan Teknik Industri, Perpustakaan USU.Medan.