

Pengaruh Temperatur terhadap Adsorpsi Karbon Aktif Berbentuk Pelet Untuk Aplikasi Filter Air

Erlinda Sulistyani, Esmar Budi, Fauzi Bakri

Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Jakarta
Jalan Pemuda 10 Rawamangun, Jakarta
email : erlinda.sulistyani@yahoo.com; esmarbudi@unj.ac.id, fauzi_bakri@yahoo.co.id

Abstrak

Tempurung kelapa merupakan limbah yang dihasilkan dari pengolahan industri minyak kelapa yang pemanfaatannya belum maksimal. Pengolahan tempurung kelapa sebagai karbon aktif adalah salah satu cara mudah untuk menambah nilai guna dan nilai ekonomis. Proses pembuatan karbon aktif berbentuk pelet berbahan dasar serbuk arang tempurung kelapa ditambah tepung kanji dan air yang berfungsi sebagai perekat dicetak menggunakan kompaktor bertekanan 2 ton dan dikarbonisasi menggunakan furnace selama 30 menit dengan variasi temperatur sebagai berikut 200⁰C, 300⁰C, 400⁰C, 500⁰C. Untuk menghindari kontak dengan udara, karbon aktif berbentuk pelet dilapisi dengan aluminium voil yang mempunyai titik leleh 550⁰C. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh temperatur terhadap adsorpsi karbon aktif. Dari hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa karbon aktif berbentuk pelet bertemperatur 500⁰C dapat menjernihkan air paling jernih dibandingkan dengan karbon aktif bertemperatur lainnya. Semakin tinggi temperatur, karbon aktif berbentuk pelet mengadsorpsi gas dan unsur-unsur kimia yang mencemari air semakin banyak sehingga air dapat menjadi jernih.

Kata kunci: *tempurung kelapa, karbon aktif berbentuk pelet, temperatur, adsorpsi*

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara yang kaya akan sumber daya alam, salah satunya buah kelapa (*cocos nucifera*). Buah kelapa selain untuk dimakan juga sebagai bahan baku pembuatan minyak kelapa, namun limbah tempurung kelapa yang dihasilkan semakin bertambah mengurangi nilai estetika pada lingkungan. Tempurung kelapa dapat diolah menjadi karbon aktif yang memiliki nilai guna dan nilai ekonomis yang tinggi. Proses pembuatan karbon aktif dari tempurung kelapa juga relatif lebih mudah. Dari segi kualitas, tempurung kelapa termasuk salah satu bahan karbon aktif yang memberikan kualitas karbon aktif cukup baik. Tempurung kelapa yang dijadikan bahan karbon aktif adalah kelapa yang benar-benar tua, memiliki warna hitam mengkilap, dan keras. Kandungan kimia utama dari tempurung kelapa adalah selulosa (34%), hemiselulosa (21%), lignin (27%), sedangkan unsurnya terdiri dari 74.3 % C, 21.9 %

O, 0.2 % Si, 1.4 % K, 0.5 % S, 1.7 % P (Esmar,2012). Kualitas tempurung kelapa dan proses pirolisis akan sangat mempengaruhi hasil rendemen karbon aktif yang dihasilkan.

Karbon aktif adalah senyawa karbon amorf berikatan kovalen yang mengandung 85-95% karbon, diolah melalui proses karbonisasi dan aktivasi untuk menghasilkan pori dan luas permukaan berkisar antara 300-3500 m²/gr yang bersifat non polar. Karbon aktif dapat mengadsorpsi gas dan unsur-unsur kimia secara selektif, tergantung pada besar atau volume pori-pori dan luas permukaan. Daya serap karbon aktif sangat besar yaitu 25-100% terhadap berat karbon aktif. (Meilita Tryana Sembiring,2003). Karbon aktif bersifat sangat aktif, tetapi dalam waktu 60 jam biasanya karbon aktif menjadi jenuh dan sampai tahap tertentu karbon aktif dapat direaktivasi kembali. Oleh karena itu, karbon aktif di kemas dalam kemasan yang kedap udara. Menurut SII No.0258 -79, persyaratan karbon aktif yang baik tercantum pada tabel berikut ini:

Tabel. 1 Spesifikasi karbon aktif

Jenis	Persyaratan
Bagian yang hilang pada pemanasan 950 °C.	Maksimum 15%
Air	Maksimum 10%
Abu	Maksimum 2,5%
Bagian yang tidak diperarang	Tidak nyata
Daya serap terhadap larutan I	Minimum 20%

Karbon aktif terbagi atas dua tipe yaitu:

1. Karbon aktif sebagai pemucat

Berbentuk serbuk yang sangat halus, berdiameter pori mencapai 1000 Å, digunakan dalam fase cair, berbahan baku yang mempunyai densitas kecil dan struktur yang lemah seperti serbuk-serbuk gergaji dan ampas pembuatan kertas, berfungsi untuk memindahkan zat-zat pengganggu yang menyebabkan warna dan bau serta membebaskan pelarut dari zat-zat pengganggu.

2. Arang aktif sebagai penyerap uap

Berbentuk granula atau pelet yang sangat keras, berdiameter pori berkisar antara 10-200 Å, digunakan dalam fase gas, berbahan baku yang mempunyai struktur keras seperti tempurung kelapa, tulang, dan batu bata, berfungsi untuk memperoleh kembali pelarut atau katalis pada pemisahan dan pemurnian gas. Dengan proses oksidasi, karbon aktif yang dihasilkan terdiri dari dua jenis yaitu:

1. L-karbon (L-AC)

Karbon aktif yang dibuat dengan oksidasi pada suhu 300°C – 400°C (570°-750°F) dengan menggunakan udara atau oksidasi kimia. L-AC mengadsorbsi ion terlarut dari logam berat basa seperti Pb²⁺, Cu²⁺, Cd²⁺, Hg²⁺. Karakter permukaan bersifat asam akan berinteraksi dengan logam basa.

2. H-karbon (H-AC)

Karbon aktif yang dihasilkan dari proses pemanasan pada suhu 800°-1000°C (1470°-1830°F) kemudian didinginkan pada atmosfer inertial. Karakter permukaan bersifat basa sehingga tidak efektif dalam mengadsorbsi logam berat alkali pada suatu larutan air tetapi sangat lebih efisien dalam mengadsorbsi kimia organik, partikulat hidrofobik, dan senyawa kimia yang mempunyai kelarutan yang rendah dalam air.

Berdasarkan ukuran pori-pori, menurut Elly Kurniati, 2008, karbon aktif dikelompokkan menjadi dua jenis yaitu:

1. Mikropori, dengan ukuran pori-pori 10- 1000 Å.
2. Makropori, dengan ukuran pori-pori lebih besar

dari 1000 Å.

Ukuran partikel pori berdasarkan rujukan IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry) dikelompokkan kedalam tiga kelompok yaitu :

1. Pori mikro (< 2nm)
2. Pori meso (2 – 50 nm)
3. Pori makro (> 50 nm)

Pori mikro memiliki kemampuan adsorbsi partikel paling tinggi dibandingkan dengan pori meso dan pori makro. Kemampuan penyerapan akan berkurang seiring dengan pengurangan ukuran partikel dari 0.3 – 0.04 mm.

Menurut Fithrianita Juliandini, 2008, proses pembuatan karbon aktif berpori dapat dilakukan dengan cara dekomposisi termal material organik yang melalui tiga tahapan yaitu:

1. Dehidrasi: Proses penghilangan air. Bahan baku dipanaskan sampai temperatur 170°C.
2. Karbonisasi: Proses pemecahan bahan-bahan organik menjadi karbon. Temperatur diatas 170°C menghasilkan CO, CO₂, dan asam asetat. Pada temperatur 275°C menghasilkan tar dan metanol, sedangkan pada temperatur 400-600°C terjadi pembentukan karbon.
3. Aktivasi: Proses perluasan pori-pori dan dekomposisi tar yang dilakukan dengan uap atau CO₂ sebagai aktivator. Proses karbonisasi bertujuan untuk menghilangkan unsur-unsur bukan karbon seperti hidrogen (H) dan oksigen (O), sedangkan proses aktivasi bertujuan untuk membentuk pori-pori melalui perpindahan unsur-unsur karbon (C) di dalam bahan tersebut (Esmar,2012).

Struktur pori berhubungan dengan luas permukaan, semakin banyak pori-pori karbon aktif mengakibatkan luas permukaan semakin besar sehingga kecepatan adsorbsi semakin bertambah. Untuk meningkatkan kecepatan adsorbsi, karbon aktif yang digunakan harus memiliki ukuran bentuk yang halus. Beberapa faktor yang mempengaruhi daya serap adsorbsi karbon aktif yaitu :

1. Sifat Serapan

Banyak senyawa yang dapat diadsorbsi oleh karbon aktif, tetapi kemampuan untuk mengadsorbsi berbeda untuk masing-masing

senyawa. Adsorpsi akan bertambah besar sesuai dengan bertambahnya ukuran molekul serapan dari struktur yang sama.

2. Temperatur

Faktor yang mempengaruhi temperatur proses adsorpsi adalah viskositas dan stabilitas termal senyawa serapan. Jika pemanasan tidak mempengaruhi sifat-sifat senyawa serapan, seperti terjadi perubahan warna maupun dekomposisi, maka perlakuan dilakukan pada titik didihnya. Untuk senyawa volatil, adsorpsi dilakukan pada temperatur kamar atau temperatur yang lebih rendah.

3. pH (Derajat Keasaman).

Untuk asam-asam organik, adsorpsi akan meningkat bila pH diturunkan yaitu dengan penambahan asam-asam mineral. Sebaliknya bila pH asam organik dinaikkan yaitu dengan menambahkan alkali, adsorpsi akan berkurang sebagai akibat terbentuknya garam.

4. Waktu Singgung

Bila karbon aktif ditambahkan dalam suatu cairan, dibutuhkan waktu untuk mencapai kesetimbangan. Pengadukan juga mempengaruhi waktu singgung. Pengadukan dimaksudkan untuk memberi kesempatan pada partikel karbon aktif untuk bersinggungan dengan senyawa serapan. Untuk larutan yang mempunyai viskositas tinggi, dibutuhkan waktu singgung yang lebih lama.

Kapasitas serap karbon aktif merupakan kemampuan karbon aktif dalam menyerap substansi yang ada dalam lapisan kapasitas karbon aktif. Semakin besar kapasitas serap karbon aktif berarti karbon aktif tersebut semakin baik digunakan sebagai adsorben (Siti, 2008).

2. Metode Penelitian

2.1 Proses Preparasi Bahan

Dalam pembuatan karbon aktif memerlukan bahan baku berupa serbuk arang tempurung kelapa, tepung kanji, dan air. Perbandingan komposisi dari serbuk arang tempurung kelapa:tepung kanji adalah 10:2, sedangkan komposisi air diatur sesuai kebutuhan. Untuk dapat membuat sampel karbon aktif berbentuk pelet sebanyak 36 buah diperlukan serbuk arang tempurung kelapa sebanyak 120 gram dan tepung kanji sebanyak 24 gram.

2.2 Proses Pencetakan Sampel

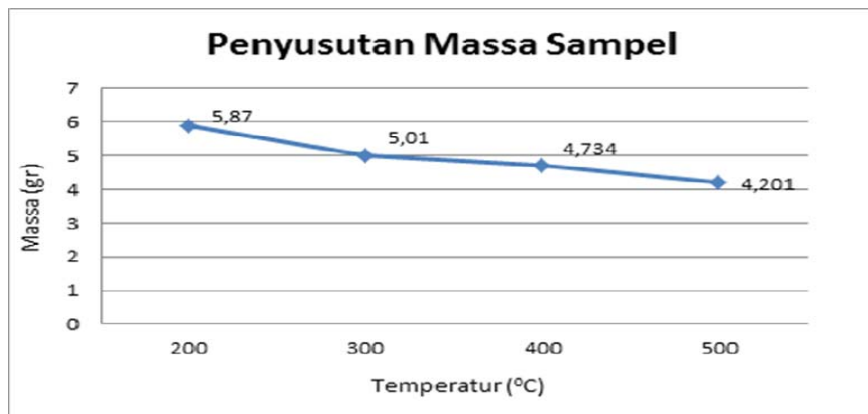
Pencetakan bahan menggunakan kompaktor dengan tekanan 2 ton dan cetakan (die) berdiameter 3 cm. Sampel hasil cetakan didiamkan di dalam ruangan selama satu malam.

2.3 Proses Karbonisasi

Sampel dikarbonisasi menggunakan furnace selama 30 menit dengan variasi temperatur sebagai berikut 200^oC, 300^oC, 400^oC, dan 500^oC. Untuk menghindari kontak dengan udara, sampel dilapisi dengan aluminium foil yang mempunyai titik leleh 550^oC sehingga sampel yang mengandung karbon hanya dapat terkarbonisasi dan tidak teroksidasi.

3. Hasil dan Pembahasan

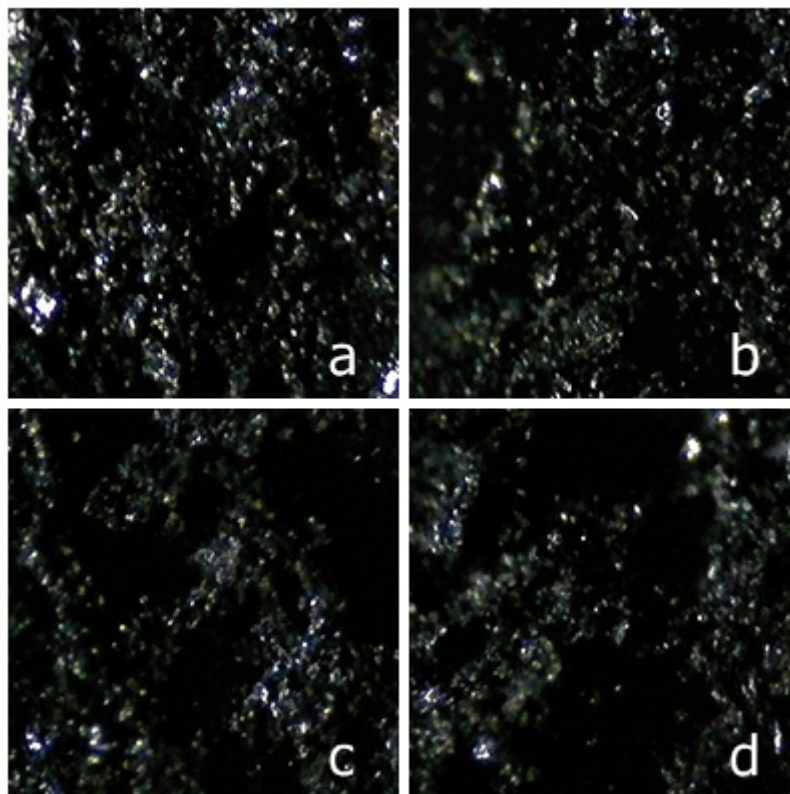
Karbon aktif tempurung kelapa berbentuk pelet mengalami penyusutan massa ketika proses karbonisasi berlangsung. Massa mula-mula karbon aktif sebesar 6,753 gram mengalami penurunan seperti yang tertera pada gambar 1.



Gambar. 1 Grafik penyusutan massa karbon aktif tempurung kelapa berbentuk pelet

Penyusutan massa mengakibatkan senyawa mudah menguap (volatile matter) terlepas seperti metan, senyawa hidrokarbon, hidrogen, nitrogen, sedangkan jumlah karbon yang terkandung tetap (M.Tirono,2011).

Struktur pori karbon aktif tempurung kelapa berbentuk pelet dari masing-masing temperatur dapat dilihat menggunakan mikroskop optik dengan perbesaran lensa 4X dan resolusi 640X480 yang ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar. 2 Struktur pori karbon aktif berbentuk pelet dengan temperatur a) 200°C, b) 300°C, c) 400°C, d) 500°C

Dari gambar 2 terlihat adanya pembentukan pori-pori yang semakin jelas pada setiap kenaikan temperatur. Berdasarkan hasil foto dari mikroskop optik tersebut terlihat bahwa karbon aktif bertemperatur 500°C menghasilkan jumlah pori yang jauh lebih banyak dan luas permukaan pori yang lebih besar dibandingkan dengan karbon aktif bertemperatur lainnya.

Pengujian tingkat adsorpsi karbon aktif tempurung kelapa berbentuk pelet dalam

penjernihan air yang ditunjukkan pada gambar 3 diperoleh hasil bahwa setiap kenaikan temperatur, kualitas air semakin jernih. Oleh karena itu, karbon aktif bertemperatur 500°C menghasilkan air paling jernih dibandingkan dengan karbon aktif bertemperatur lainnya. Besarnya tingkat adsorpsi karbon aktif dipengaruhi oleh banyaknya pori yang terbentuk, besarnya luas permukaan pori, dan tingginya temperatur yang dipakai ketika proses karbonisasi berlangsung.



Gambar. 3 Uji penjernihan air menggunakan karbon aktif berbentuk pelet a) tanpa saringan b) dengan saringan

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Semakin tinggi temperatur karbonisasi maka penyusutan massa semakin besar.
2. Semakin tinggi temperatur karbonisasi maka pori-pori yang terbentuk semakin banyak dan luas permukaan pori tersebut semakin besar.
3. Semakin tinggi temperatur karbonisasi maka tingkat adsorpsi karbon aktif tempurung kelapa berbentuk pelet terhadap gas dan unsur-unsur kimia yang mencemari air semakin besar sehingga air dapat menjadi jernih.

5. Saran

Bila fakta menunjukkan pembuatan karbon aktif melalui proses karbonisasi dan aktivasi, maka saran untuk penelitian lebih lanjut adalah perlu dilakukan proses aktivasi agar mendapatkan hasil penelitian yang sempurna dalam meningkatkan kemampuan adsorpsi karbon aktif.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih banyak kepada Laboratorium Fisika Material Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Jakarta.

Daftar Pustaka

- Meilita Tryana Sembiring, Tuti Sarma Sinaga. 2003. Arang Aktif. Sumatera Utara: USU
- 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
- Frilla R.T.S, Erfan Handoko, Bambang Soegijono, dkk. 2008. Pengaruh Temperatur terhadap Pembentukan Pori pada Arang Bambu. Lampung: Seminar Nasional dan Teknologi II. ISBN: 978-979-1165-74-7
- Siti Salamah. 2008. Pembuatan Karbon Aktif dari Kulit Buah Mahoni dengan Perlakuan Perendaman dalam Larutan KOH. ISBN: 978-979-3980-15-7
- Elly Kurniati. 2008. Pemanfaatan Cangkang Kelapa Sawit sebagai Arang Aktif. Jawa Timur: Jurnal Penelitian Ilmu Teknik, Vol.8, No.2, 96-10
- Esmar Budi, Hadi Nasbey, Setia Budi, dkk. 2012. Kajian Pembentukan Karbon Aktif Berbahan Arang Tempurung Kelapa. Jakarta: Seminar Nasional Fisika. ISBN: 2302-1829.