

# Pengaruh suhu karbonisasi terhadap kualitas karbon aktif dari limbah ampas tebu

Rizka Wulandari Putri\*, Sri Haryati, Rahmatullah

\*Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya  
Jl. Raya Inderalaya–Prabumulih KM. 32 Inderalaya 30662  
Email : rizka.wulandari07024@gmail.com

## Abstrak

Produksi karbon aktif dari limbah ampas tebu dilakukan dengan metode fisika (karbonisasi) pada temperatur 300°C, 350°C dan 400°C dengan waktu pemanasan selama 2 jam, kemudian dilanjutkan dengan metode kimia pada aktivasi arang dengan menggunakan larutan pengaktif KOH. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan karakteristik karbon aktif yang dihasilkan pada parameter kadar air, kadar abu, volatile matter dan daya serap terhadap iodine. Hasil penelitian menunjukkan bahwa karbon aktif dari limbah ampas tebu memiliki kualitas terbaik pada temperatur karbonisasi 300°C, dengan kadar air 8,40%, kadar abu 8,88% dan daya serap iodine sebesar 142,9. Karakteristik yang dihasilkan telah memenuhi Standar Nasional Indonesia untuk kriteria arang aktif serbuk.

**Kata Kunci :** *Karbon aktif, limbah ampas tebu, karbonisasi, larutan pengaktif KOH*

## Abstract

*The production of activated carbon from bagasse waste was carried out by physical methods (carbonization) at temperatures of 300°C, 350°C and 400°C with a heating time of 2 hours, then continued with a chemical method on charcoal activation using KOH activating solution. This study aims to determine the characteristics of activated carbon in the parameters of water content, ash content, volatile matter and absorption of iodine. The results showed that the activated carbon from bagasse waste had the best quality at a carbonization temperature of 300°C, with a moisture content of 8.40%, 8.88% ash content and iodine absorption capacity of 142.9. The characteristics produced have complied with the Indonesian National Standard for powder activated charcoal criteria.*

*Keywords: Activated carbon, bagasse, carbonization, KOH*

## 1. PENDAHULUAN

Pada umumnya karbon aktif dapat dibuat dengan menggunakan batubara dan material yang mengandung lignoselulosa sebagai bahan baku (Garcia-Garcia et al. 2002). Salah satu material yang mengandung banyak lignoselulosa adalah ampas tebu. Tebu-tebu dari perkebunan diolah menjadi gula di pabrik-pabrik gula. Pemanfaatan limbah pabrik gula selama ini bernilai ekonomi yang cukup rendah. Maka dari itu perlu pengembangan teknologi untuk pemanfaatan limbah ini. Kandungan karbon yang tinggi dalam ampas tebu menjadi dasar untuk memanfaatkannya sebagai karbon aktif (Wijayanti, 2009).

Karbon aktif adalah material berpori dengan kandungan karbon 87%-97% dan sisanya berupa hidrogen, oksigen, sulfur, dan material lain. Karbon

aktif merupakan karbon yang telah diaktivasi sehingga terjadi pengembangan struktur pori yang bergantung pada metode aktivasi yang digunakan. Struktur pori menyebabkan ukuran molekul teradsorpsi terbatas, sedangkan bila ukuran partikel tidak masalah, kuantitas bahan yang diserap dibatasi oleh luas permukaan karbon aktif (Austin, 1996).

Penelitian ini melakukan pembuatan karbon aktif dari limbah ampas tebu dengan proses pirolisis. Pengaruh temperatur pengarang dilihat dengan memvariasikan temperatur pada 300°C, 350°C, dan 400°C untuk mendapat suhu optimum yang menghasilkan karbon aktif dengan kualitas paling baik sesuai dengan Standar Nasional Indonesia tahun 1995 pada kriteria arang aktif serbuk. Analisa yang dilakukan pada sampel

produk yaitu analisa proksimat meliputi kadar air, kadar abu, material yang mudah menguap (volatil matter) dan daya serap karbon aktif terhadap larutan iodine. Hasil penelitian ini diharapkan menjadi alternatif dalam pemanfaatan limbah ampas tebu industri gula menjadi karbon aktif yang dapat diaplikasikan pada penyerapan pengotor air, limbah fenol dan aplikasi lainnya.

Ampas Tebu dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan karbon aktif. Hal ini disebabkan pada ampas tebu mengandung material yang mengandung sebagian besar lignoselulosa. Komponen yang terkandung dalam ampas tebu yang jumlahnya besar yaitu selulosa sekitar 37%, lignin 21%, dan hemiselulosa 28% (Bon, 2009). Menurut Husin (2007) kadar kandungan ampas sebagai berikut:

**Tabel 1.** Hasil analisis serat ampas tebu

Kandungan	Kadar (%)
Abu	3,82
Lignin	22,09
Selulosa	37,65
Sari	1,81
Pentosan	27,97
SiO <sub>2</sub>	3,01

Karbon aktif merupakan adsorben terbaik dalam sistem adsorpsi. Ini karena karbon aktif memiliki luas permukaan yang besar dan daya adsorpsi yang tinggi setelah diaktivasi dengan larutan pengaktif (*activator agent*). Karbon aktif yang baik harus memiliki luas permukaan yang besar sehingga daya adsorpsinya juga besar. Luas permukaan karbon aktif umumnya berkisar antara 300-3000 m<sup>2</sup>/g dan ini terkait dengan struktur pori pada karbon aktif tersebut (Prabowo, 2009). Secara umum, proses pembuatan karbon aktif terdiri dari 3 tahap yaitu dehidrasi, karbonisasi, dan aktivasi.

a. Dehidrasi

Dehidrasi adalah proses penghilangan kandungan air yang terdapat dalam bahan baku karbon aktif dengan tujuan untuk menyempurnakan proses karbonisasi dan dilakukan dengan cara menjemur bahan baku di bawah sinar matahari atau memanaskannya dalam oven.

b. Karbonisasi

Karbonisasi adalah proses pembakaran material organik pada bahan baku. Karbonisasi akan menyebabkan terjadinya dekomposisi material organik bahan baku dan pengeluaran pengotor. Sebagian besar unsur non-karbon akan hilang pada tahap ini. Pelepasan unsur-unsur yang volatil ini akan membuat struktur pori-pori mulai terbentuk/pori-pori mulai terbuka. Seiring karbonisasi, struktur pori awal akan berubah.

Karbonisasi dihentikan bila tidak mengeluarkan asap lagi. Penambahan suhu memang diperlukan untuk mempercepat reaksi pembentukan pori. Namun, pembatasan suhu pun harus dilakukan. Suhu yang terlalu tinggi, seperti di atas 1000°C akan mengakibatkan banyaknya abu yang terbentuk sehingga dapat menutupi pori-pori dan membuat luas permukaan berkurang serta daya adsorpsinya menurun.

c. Aktivasi

Pada proses karbonisasi, daya adsorpsi karbon tergolong masih rendah karena masih terdapat residu yang menutupi permukaan pori dan pembentukan pori-pori belum sempurna. Maka dari itu, perlu dilakukan proses aktivasi untuk meningkatkan luas permukaan dan daya adsorpsi karbon aktif. Pada proses ini terjadi pelepasan hidrokarbon, tar, dan senyawa organik yang melekat pada karbon tersebut. Proses aktivasi terdapat 2 jenis yaitu aktivasi fisika dan aktivasi kimiawi.

- Aktivasi Fisika

Pada aktivasi secara fisika, karbon dipanaskan pada suhu sekitar 800 –1000°C dan dialirkan gas pengoksidasi seperti uap air, oksigen, atau CO. Pada aktivasi fisika, terjadi pengurangan massa karbon dalam jumlah yang besar karena adanya pembentukan struktur karbon. Namun, pada aktivasi fisika seringkali terjadi kelebihan oksidasi eksternal sewaktu gas pengoksidasi berdifusi pada karbon sehingga terjadi pengurangan ukuran adsorben. Selain itu, reaksi sulit untuk dikontrol.

- Aktivasi Kimiawi

Aktivasi kimiawi biasanya digunakan untuk bahan baku mengandung lignoselulosa. Pada aktivasi ini, karbon dicampur dengan larutan kimia yang berperan sebagai *activating agent*. Salah satu jenis larutan kimia yang banyak dipakai sebagai *activating agent* dari logam alkali adalah KOH (kalium hidroksida). KOH akan bereaksi dengan karbon sehingga akan membentuk pori-pori baru serta menghasilkan karbon dioksida yang berdifusi ke permukaan karbon (Pujiyanto, 2010). Pori-pori yang terbentuk akan menghasilkan karbon aktif. KOH juga mencegah pembentukan tar, asam asetat, metanol, dan lain lain (Atmayudha, 2006). Berdasarkan Standar Nasional Indonesia, kadar air pada karbon aktif maksimal 15%, kadar abu maksimal 10% dan daya serap Iodine minimal 750 mg/g (Hendra, 2006).

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### Bahan dan Alat

Alat yang digunakan adalah Peralatan penggiling atau penumbuk, *mixer*, reaktor pirolisis, *furnace*, *oven*, penyaring 100 *Mesh*, timbangan analitik,

spatula atau sendok, wadah plastik, *magnetic stirrer*, gelas porselin, gelas ukur dan pH meter. Bahan yang digunakan adalah limbah ampas tebu dari industri gula PT. PSMI (Lampung), larutan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  0,1 N, larutan Iodin 0,1N.

#### Tahap Persiapan Bahan Baku

Ampas Tebu yang berasal dari industri gula (PT.PSMI) ditimbang beratnya, dikeringkan dibawah sinar matahari selama  $\pm$  2 minggu, lalu dioven dengan suhu  $100^\circ\text{C}$  selama 6 jam (selama proses pengeringan ditimbang sampai beratnya konstan).

#### Tahap Pembuatan Karbon Aktif

Bahan baku dalam keadaan kering ditimbang kemudian dikarbonasi di dalam furnace selama 30 menit dengan variasi suhu pembakaran 300, 350, dan  $400^\circ\text{C}$ . Setelah dingin arang dihaluskan menggunakan mortar lalu diayak menggunakan saringan berukuran 60-80 mesh. Kemudian sebanyak 30gr arang berukuran 60-80 mesh tersebut diaktivasi menggunakan larutan KOH 0,1 N. Aktivasi dilakukan pada temperatur  $300^\circ\text{C}$  selama 1 jam menggunakan furnace. Setelah proses aktivasi kemudian karbon aktif didinginkan, dicuci dengan akuadest dan dikeringkan.

#### Analisis Kadar Air

Kadar air merupakan salah satu parameter kualitas karbon aktif. Pengujiannya dilakukan dengan memanaskan sebanyak 1 gram sampel karbon aktif (untuk tiap variasi temperatur 300, 350 dan  $400^\circ\text{C}$ ) dalam oven pada suhu  $110^\circ\text{C}$  selama 2jam.

#### Analisis Kadar Abu

Pengujian kadar abu dilakukan dengan memanaskan karbon aktif dalam furnace pada suhu  $600^\circ\text{C}$  selama 4 jam. Hasil yang diperoleh adalah abu berupa oksida-oksida logam yang terdiri dari mineral yang tidak dapat menguap pada proses pengabuan.

#### Analisis Kadar Iodin

Pengujian kada iodine ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan karbon aktif dalam menyerap molekul-molekul berdiameter kecil. Semakin besar angka Iodine maka makin besar kemampuannya dalam mengadsopsi adsorbat atau zat pelarut. Pengujian ini dilakukan dengan mengambil 0,5 gram sampel ke dalam erlenmeyer, kemudian dicampurkan 50 ml larutan iodine 0,1 N dan diaduk dengan *magnetic stirrer* selama 15 menit pada suhu kamar. Setelah itu larutan sampel dipindahkan ke tabung sentrifugal, lalu ambil 10 ml untuk di titrasi dengan larutan tiosulfat 0,1 N.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

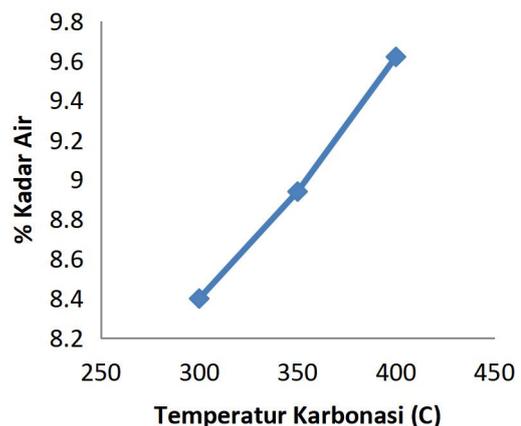
Pada penelitian ini karbon aktif yang dihasilkan dianalisis kualitasnya pada karakteristik kadar air, kadar abu, daya serap karbon aktif terhadap larutan iodin.

#### Proses Pengarangan secara Pirolisis

Ampas tebu diarangkan secara pirolisis pada suhu 300, 350 dan  $400^\circ\text{C}$  selama 30 menit. Pada proses ini sebanyak 90 gram ampas tebu diarangkan sehingga menghasilkan karbon atau arang dengan spesifikasi fixed carbon terbesar diperoleh pada suhu  $300^\circ\text{C}$  yaitu sebesar 54,61% dan semakin menurun pada suhu yang lebih tinggi. Hal ini disebabkan pada suhu yang lebih tinggi dari  $300^\circ\text{C}$ , mineral-mineral didalam ampas tebu ikut terarangkan sehingga membentuk abu dan mengurangi jumlah karbon yang dihasilkan. Pengarangan secara pirolisis ini dinilai lebih efektif dibandingkan dengan karbonisasi yang bertemperatur tinggi, karena proses karbonisasi cenderung menghasilkan kadar abu lebih dari 11%.

#### Pengaruh Temperatur Pengarangan Terhadap Kadar Air Karbon Aktif Ampas Tebu

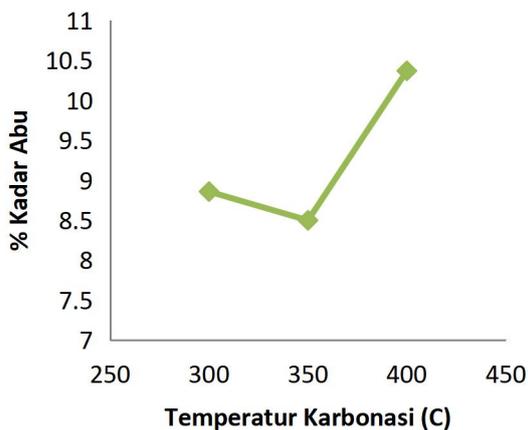
Dari hasil analisa, secara teori hasil karbon aktif dengan temperatur karbonisasi  $400^\circ\text{C}$  memiliki daya serap yang paling besar. Dengan didiamkannya sampel selama 2-3 hari didalam desikator, menyebabkan sampel karbon aktif kontak dengan udara bebas dan menyerap air dari lingkungan yang lebih besar. Dari gambar 1 ditunjukkan bahwa kadar air terbesar pada temperatur  $400^\circ\text{C}$  yaitu 9,62%. Sedangkan pada temperatur 300 C sebesar 8,40% dan pada temperatur 350 C sebesar 8,94%.



Gambar 1. Pengaruh Temperatur terhadap Kadar Air Karbon Aktif

### Pengaruh Temperatur Pengarangan Terhadap Kadar Abu Karbon Aktif Ampas Tebu

Uji kadar abu karbon aktif dengan beberapa variasi suhu aktivasi adalah untuk mengetahui seberapa banyak kandungan mineral yang terdapat dalam karbon aktif. Dari gambar 2 terlihat semakin tinggi temperatur karbonisasi semakin tinggi kadar abu. Pada temperatur 400oC kadar abu pada karbon aktif sebesar 10,37%. Hal ini disebabkan senyawa karbon pada ampas tebu terbakar lebih banyak pada temperatur yang tinggi.



**Gambar 2.** Pengaruh Temperatur terhadap Kadar Abu Karbon Aktif

### Pengaruh Temperatur Pengarangan Terhadap Daya Serap Iodine

Daya adsorpsi karbon aktif terhadap iod memiliki korelasi dengan luas permukaan dari karbon aktif. Semakin besar angka iod maka semakin besar kemampuannya dalam mengadsorpsi adsorbat atau zat terlarut. Salah satu metode yang digunakan dalam analisis daya adsorpsi karbon aktif terhadap larutan iod adalah dengan metode titrasi iodometri. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan karbon aktif dalam menyerap molekul-molekul berdiameter kecil. Semakin besar angka Iodine maka makin besar kemampuannya dalam mengadsorpsi adsorbat atau zat pelarut. Pengujian ini dilakukan dengan mengambil 0,5 gram sampel ke dalam erlenmeyer, kemudian dicampurkan 50 ml larutan iodine 0,1 N dan diaduk dengan magnetic stirrer selama 15 menit pada suhu kamar. Setelah itu larutan sampel dipindahkan ke tabung sentrifugal, lalu ambil 10 ml untuk di titrasi dengan larutan tiosulfat 0,1 N.

Perhitungan Daya Serap Iodine  
 $= (V \times N \times Fp \times 126,93) / W$

Keterangan :

V : Volume Tiosulfat (ml)

Fp : Faktor Pengenceran

W : Berat Karbon aktif (gr)

N : Iodine : Konsentrasi Iodine (N)

126,93 ; jumlah iodine sesuai 1 ml larutan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

**Tabel 2.** Daya Serap Karbon Aktif Terhadap Larutan Iod.

Temperatur (°C)	Bilangan Iodin (mg/g)
300	108,4
350	120,9
400	142,9

Dari Tabel 2 terlihat nilai bilangan iod. Peningkatan ini terjadi sebagai akibat semakin banyaknya pengotor yang terlepas dari permukaan karbon aktif. Seiring dengan peningkatan suhu, pengotor-pengotor yang mulanya terdapat pada bagian pori dan menutupi pori, ikut terlepas atau teruapkan sehingga memperluas permukaan karbon aktif. Semakin besar luas permukaan karbon aktif maka semakin besar kemampuan adsorpsi karbon aktif.

### 4. KESIMPULAN

Proses pembuatan karbon aktif dari limbah ampas tebu berhasil dilakukan dengan variasi temperatur pengarangan pada 300, 350 dan 400°C dan semua sampel telah memenuhi Standar Nasional Indonesia untuk kadar air, kadar abu, dan daya serap iodine.

### DAFTAR PUSTAKA

- Austin, G.T. 1996. Industri Proses Kimia. Jakarta : Erlangga.
- Bon, E. P. S. 2009. Ethanol Production via Enzymatic Hydrolysis of Sugarcane Bagasse and Straw. Science and Technology. Brazil.
- Husin, A., A., 2007, *Pemanfaatan Limbah Untuk Bahan Bangunan*. [http://www.kimpraswil.go.id/balitbang/pus\\_kim/Homepage%20Modul%202003/modu1c1/MAKALAH%20C1\\_3.pdf](http://www.kimpraswil.go.id/balitbang/pus_kim/Homepage%20Modul%202003/modu1c1/MAKALAH%20C1_3.pdf).
- Prabowo, A. L. 2009. Skripsi : Pembuatan Karbon Aktif dari Tongkol Jagungs serta Aplikasinya untuk Adsorpsi Cu, Pb, dan Amonia. Depok : Universitas Indonesia.
- Pujiyanto. 2010. *Tesis : Pembuatan Karbon Aktif Super dari Batubara dan Tempurung Kelapa*. Depok : Universitas Indonesia.
- Sudibandriyo, M. 2003. *Ph. Dissertation : A Generalized Ono-Kondo Lattice Model for High Pressure on Carbon Adsorben*. Oklahoma : Oklahoma State University.