

Pengaruh Jenis dan Konsentrasi Aktivator Pada Pembuatan Karbon Aktif Berbahan Dasar Tempurung Kelapa

Effect of Activator Type and Concentration on Making Activated Carbon from Coconut Shell

Wibiana Wulan Nandari¹, Naelya Zabrina^{2*}, Michael Putra Sitta^{3*}

^{1,2,3} Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik Industri, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta

Jl. SWK Jl. Ring Road Utara No.104, Ngropoh, Condongcatur, Kec. Depok, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55283

*Corresponding Author: naelyazabrina@gmail.com msitta8@gmail.com

ABSTRAK : Manusia yang tinggal di Indonesia, yang dikenal dengan kelimpahan tumbuhan kelapa, belum sepenuhnya memanfaatkan potensi yang dimilikinya. Tempurung kelapa, khususnya, memiliki sejumlah manfaat yang belum optimal dalam pemanfaatannya. Perhatian khusus diberikan pada kandungan karbon dalam tempurung kelapa, yang mendorong dilakukannya penelitian tentang pembuatan karbon aktif menggunakan bahan dasar ini. Proses pembuatan karbon aktif melibatkan aktivasi baik secara fisika maupun kimia. Aktivasi fisika terjadi melalui proses karbonisasi pada tempurung kelapa, sementara aktivasi kimia dilakukan dengan merendam arang tempurung kelapa menggunakan zat aktivator. Pemilihan jenis aktivator memiliki peran krusial dalam proses pembuatan karbon aktif, sehingga fokus karya tulis ilmiah ini adalah untuk mengevaluasi pengaruh jenis aktivator kimia terhadap pembuatan karbon aktif secara optimal. Hasil perbandingan menunjukkan bahwa jenis aktivator dengan sifat higroskopis dapat mengurangi kadar air dan meningkatkan daya serap karbon aktif. Sementara itu, konsentrasi zat aktivator berhubungan sejalan dengan kadar abu yang dihasilkan, namun berbanding terbalik dengan kadar air.

Kata kunci : aktivasi; aktivator; karbon aktif; konsentrasi; tempurung kelapa;

ABSTRACT: As inhabitants of Indonesia, where abundant coconut plants thrive, our utilization of these plants, particularly the coconut itself, has not reached its full potential. Coconuts, especially their shells, possess numerous advantages, particularly in terms of their carbon content. This circumstance has prompted research into the production of activated carbon utilizing coconut shells as the primary material. The creation of activated carbon involves both physical and chemical activation processes. The physical activation entails carbonizing the coconut shell, while the chemical activation involves immersing the coconut shell charcoal in an activator solution. The selection of the activator substance holds significant importance in the activated carbon production. Hence, this academic paper aims to assess the impact of various chemical activators on achieving more efficient activated carbon. Following the comparison, it was observed that activators with hygroscopic properties could diminish water content and enhance absorption capacity. Simultaneously, the concentration of the activator substance exhibited a direct correlation with the produced ash content but an inverse relationship with the water content.

Keywords : Activation; activator; activated carbon; concentration; coconut shell

1. PENDAHULUAN

Indonesia, sebagai negara yang beriklim tropis, memperlihatkan pertumbuhan tumbuhan kelapa yang

sangat signifikan, menjadikannya salah satu yang terkemuka di dunia dalam hal ini. Ditinjau melalui data Badan Pusat Statistik (BPS, 2014), luas perkebunan kelapa di Indonesia pada tahun 2013 mencapai

3,787 juta hektar. Produksi buah kelapa Indonesia juga mencapai rata-rata 15,5 miliar butir per tahun. Tanaman kelapa memiliki manfaat yang sangat luas, baik dari segi daun, buah, batang pohon, hingga tempurungnya. Salah satu kegunaan yang signifikan pada tempurung kelapa meliputi bahan utama untuk pembuatan karbon aktif (Budi, 2015).

Hoque menyatakan bahwa karbon aktif yang berasal dari tempurung kelapa memiliki sejumlah keunggulan dibandingkan dengan bahan lainnya. Tingkat kekerasan tempurung kelapa memberikan kemudahan dalam proses penanganan untuk pengolahan selanjutnya. Selain itu, dengan luas permukaan di atas $1500\text{m}^2/\text{g}$, karbon aktif ini memiliki daya serap yang tinggi, abunya sedikit, dan tingkat kemurniannya yang tinggi menjadi bukti bahwa hasil olahan dari tempurung kelapa dapat diolah lebih lanjut (Hoque and Bhattacharya, 2002).

Pada tempurung kelapa kandungan secara kimia juga jadi faktor yang menjadi alasan kuat untuk mengolahnya lebih lanjut. Kandungan kimia dalam tempurung kelapa mencakup selulosa (34%), hemiselulosa (21%), dan lignin (27%). Komposisi unsurnya melibatkan karbon (74.3%), oksigen (21.9%), silikon (0.2%), kalium (1.4%), sulfur (0.5%), dan fosfor (1.7%). Komponen yang berubah dan transformasi kandungan pada tempurung kelapa menjadi arang juga menunjukkan

peningkatan kandungan karbon yang tinggi (Tamado et al., 2013).

Tabel 1.1 kandungan komponen dalam tempurung kelapa

No	Komponen	Kandungan (%)
1	Volatile	10.60
2	Karbon	76.32
3	Abu	13.08

Karbon aktif dapat dijelaskan sebagai bentuk karbon amorf yang terdiri dari plat datar yang tersusun oleh atom C. Atom ini terikat dengan ikatan kovalen pada suatu kisi berbentuk heksagon yang bersifat datar dengan atom C di setiap sudut heksagon tersebut. Luas permukaan karbon aktif bervariasi dari $300\text{m}^2/\text{g}$ hingga $3500\text{m}^2/\text{g}$, bergantung pada struktur pori internalnya. Struktur ini memberikan karbon aktif kemampuan sebagai adsorben (Hartanto and Ratnawati, 2010).

Pembuatan karbon aktif di Indonesia sendiri berkembang sangat pesat. Dalam pembuatannya, karbon aktif sendiri sudah ada spesifikasi yang menilai kualitas dari karbon aktif itu sendiri yaitu (SNI) 06–3730-1995

TABEL 1
STANDAR KUALITAS KARBON AKTIF

Uraian	Prasyarat kualitas	
	Butiran	Serbuk
Kadar air %	Maks. 4,5	Maks. 15
Kadar abu %	Maks. 2,5	Maks. 10
Daya serap terhadap yodium mg/g	Min. 750	Min. 750

Karbonisasi adalah pemecahan bahan-bahan organik menjadi karbon. Arang yang dihasilkan melalui proses karbonisasi bahan baku, sebahagian besar pori-porinya masih tertutup. Untuk meningkatkan daya serap arang, maka bahan tersebut dapat diubah menjadi arang aktif melalui proses aktivasi (Lempang, 2014).

Proses aktivasi merupakan suatu perlakuan terhadap arang yang bertujuan untuk memperbesar pori yaitu dengan cara memecahkan ikatan hidrokarbon atau mengoksidasi molekul-molekul permukaan. Sehingga arang mengalami perubahan sifat, baik fisika maupun kimia, yaitu luas permukaannya bertambah besar dan berpengaruh terhadap daya adsorpsi (Yuliani et al., 2018). Faktor-faktor yang mempengaruhi proses aktivasi melibatkan waktu aktivasi, suhu aktivasi, ukuran partikel, rasio aktivator, dan jenis aktivator, semuanya berkontribusi pada kapasitas penyerapan arang aktif (Polii, 2017).

Bahan kimia yang dapat digunakan sebagai pengaktif diantaranya CaCl_2 , Ca(OH)_2 , NaCl , MgCl_2 , HNO_3 , HCl , $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, H_3PO_4 , ZnCl_2 , KOH , KCl , dan sebagainya. Dengan demikian, 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 (Lestari et al., 2016).

KOH memiliki kemampuan untuk memperluas permukaan karbon aktif. Maka dari itu, sebagai pengaktif suatu karbon, KOH banyak digunakan (Taer et al., 2015). Manfaat dari senyawa KOH sebagai aktivator antara lain sebagai aktivator, sebagai basa kuat dapat menghilangkan pengotor pada karbon seperti volatil dan tar karena karbon yang dihasilkan lebih berpori dan akan menghasilkan karbon aktif dengan pori-pori yang didominasi ukuran pori microporous, dimana diketahui bahwa adsorben dengan ukuran pori mesopori dan mikropori akan lebih efektif untuk proses adsorpsi ekstra. Selain itu, aktivasi dengan KOH menghasilkan lebih sedikit produk samping berupa tar (Liem et al., 2015).

HCl dapat melarutkan zat pengotor lebih besar, hal ini menyebabkan pori-pori yang terbentuk lebih banyak sehingga proses penyerapan menjadi lebih maksimal (Huda et al., 2020). KCl merupakan senyawa garam alkali yang terbentuk dari unsur kalium (K^+) dan klorida (Cl^-). Kalium klorida biasanya ditemukan dalam keadaan murni dan tidak berbau (Fajarika, 2013).

2. METODE PENELITIAN

Proses pembuatan karbon aktif melibatkan serangkaian langkah yang menggabungkan aktivasi kimia dan fisika. Aktivasi kimia terjadi melalui perendaman dengan zat aktivator, sementara aktivasi fisika terwujud melalui pemanasan dengan injeksi nitrogen pada suhu tinggi. Tujuan

dari kedua proses ini adalah untuk menciptakan sejumlah besar pori baru dan meningkatkan porositas karbon aktif. Langkah-langkah ini diambil dengan maksud agar karbon aktif dapat memiliki kemampuan daya serap yang tinggi (Pambayun et al., 2013).

2.1 Alat dan Bahan

Dalam pelaksanaan percobaan pembuatan karbon aktif ada beberapa alat dan bahan yang dipakai. Beberapa bahan yang digunakan, yaitu limbah tempurung kelapa, KCl, KOH, dan HCl. Alat yang digunakan neraca analitik, oven, furnace, magnetic stirrer, desikator, gelas beaker, gelas ukur, Erlenmeyer, pipet volume, cawan petri, ayakan 100 mesh, buret.

2.2 Prosedur

Proses pembuatan diawali dengan membersihkan tempurung kelapa kemudian memotong menjadi bagian yang lebih kecil. Menimbang berat awal tempurung kelapa sebelum di furnace. Kemudian tempurung kelapa dikeringkan dibawah sinar matahari lalu ditimbang hingga berat konstan.

Selanjutnya tempurung kelapa dilakukan proses karbonisasi pada suhu dan waktu tertentu menggunakan furnace lalu dihaluskan dan diayak menggunakan ayakan 100 mesh. Pada umumnya Karbonasi dilakukan pada suhu 400-900°C. Hal ini dilakukan karena menurut (Nurdiansah and Susanti, 2013)

pembentukan karbon terjadi pada suhu tersebut.

Setelah selesai proses karbonisasi, proses pembuatan karbon aktif dilanjutkan dengan proses aktivasi kimia. Dalam proses aktivasi kimia 1 gram sampel direndam dengan larutan zat aktivator selama waktu tertentu. Sampel yang telah mengalami proses aktivasi kemudian ditempatkan dalam desikator untuk menjalani pendinginan (Budi, 2015).

Karbon aktif yang telah mengalami aktivasi baik melalui proses kimia maupun fisika kemudian menjalani serangkaian uji. Pengujian ini dilakukan agar karbon aktif yang telah dibuat sesuai dengan persyaratan yang mana tertulis pada Standar Nasional Indonesia (SNI06-3730-1995).

2.3 Analisis Hasil

- a. Pembuatan larutan aktivator KCl, KOH, dan HCl dengan berbagai konsentrasi Melakukan pengenceran KCl, KOH, dan HCl.

$$N_1 \times V_1 = N_2 \times V_2$$

N_1 = normalitas awal (N)

V_1 = Volume awal (ml)

N_2 = Normalitas akhir (N)

V_2 = Volume akhir (ml)

- b. Menghitung kadar air yang terdapat di karbon aktif

$$\text{Kadar air} = \frac{b - c}{b - a} \times 100\%$$

a = massa cawan (g)

b = massa cawan + karbon aktif
sebelum pemanasan (g)

c = massa cawan + karbon aktif setelah
pemanasan (g)

c. Menghitung kadar abu yang terdapat di
karbon aktif

$$\text{Kadar abu} = \frac{c - a}{b - a} \times 100\%$$

a = massa cawan (g)

b = massa cawan + karbon aktif
sebelum pemanasan (g)

c = massa cawan + karbon aktif setelah
pemanasan (g)

d. Menghitung daya serap iodine

$$\text{Daya serap iod} \left(\frac{\text{mg}}{\text{g}} \right) = \frac{\left(10 - \frac{V \times N}{0,1} \right) \times 12,69 \times 5}{m} \times 100\%$$

V = volume titrasi

N = konsentrasi

m = massa karbon aktif

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Ditinjau dari hasil penelitian terdahulu mengenai proses pembuatan karbon aktif, dapat diketahui bahwa karbon aktif dapat diaktivasi secara kimia menggunakan berbagai larutan asam, basa, dan garam. Penelitian ini bertujuan mencari hasil teroptimal dari pembuatan karbon aktif menggunakan berbagai aktivator dengan konsentrasi yang berbeda.

Jenis aktivator dalam proses aktivasi kimia, memberikan pengaruh

terhadap hasil karbon aktif. Setiawati and Suroto, 2010 melakukan penelitian menggunakan aktivator asam kuat yaitu NaCl, NaOH dan H₂SO₄. Penggunaan aktivator NaCl dalam pembuatan karbon aktif menghasilkan produk dengan kualitas terbaik. Kadar air dalam karbon aktif yang dihasilkan dengan NaCl memiliki nilai yang rendah. Sifat higroskopis NaCl menyebabkan reaksi dengan air dalam bahan, membentuk NaOH dan HCl. Di samping itu, NaCl berperan sebagai aktivator di mana ion natrium meresap ke dalam pori arang, membuka struktur pori pada karbon aktif ketika dipanaskan. Proses ini lebih cepat dengan memanfaatkan gas Cl₂ yang dihasilkan dari NaCl, untuk menghilangkan zat hidrokarbon. Dimana zat ini melekat di permukaan arang. Hal ini berakibat pada luas permukaan dan kemampuan absorpsi karbon aktif mengalami peningkatan.

Berdasarkan penelitian dari Yuliani et al., 2018 yang membandingkan karbon aktif dengan aktivator NaCl dan Asam sitrat pada konsentrasi 1%, 5%, dan 10% diperoleh hasil bahwa NaCl 1% memberikan hasil paling optimum. Hal ini ditunjukkan dengan hasil kadar abu dan kadar air yang memenuhi syarat SNI yaitu Asam Sitrat 10%, NaCl 5%, dan NaCl 1%. Maka yang dipilih adalah NaCl 1% karena pada konsentrasi rendah sudah mendapatkan hasil yang memenuhi syarat SNI. Penelitian ini menjelaskan bahwa kadar abu mengalami kenaikan dari

konsentrasi rendah ke tinggi. Kenaikan kadar abu disebabkan oleh pengotor bahan dasar ditambah lagi dengan mineral aktivator yang tertinggal setelah pencucian pada saat aktivasi. Kadar air akan mengalami penurunan dari konsentrasi rendah ke tinggi. Penurunan kadar air disebabkan oleh kemampuan NaCl sebagai zat penarik air atau dehidrat.

Hal yang berbeda disampaikan dalam penelitian yang berjudul Karakteristik Karbon Aktif dari Cangkang Buah Karet Menggunakan Aktivator H_3PO_4 . Penelitian ini mengatakan bahwa semakin besar konsentrasi dari activator, kadar air dalam karbon aktif semakin berkurang. Hal ini menyebabkan meluasnya luas permukaan pori-pori dan meningkatnya kemampuan adsorpsi karbon aktif (Meilianti, 2018).

Pada penelitian berjudul Pengaruh Konsentrasi Larutan KOH pada Karbon Aktif Tempurung Kelapa untuk Adsorpsi Logam Cu, didapatkan hasil bahwa karbon aktif yang diaktivasi kimia menggunakan KOH dengan konsentrasi 50% memiliki hasil terbaik. Konsentrasi yang diuji pada penelitian ini adalah 30%, 40%, 50%, dan 60%. KOH akan membentuk pori yang dihasilkan dari degradasi material. Konsentrasi KOH akan menurunkan nilai rendemen karena besarnya degradasi (Wulandari and Budi, 2015).

KESIMPULAN

Proses pembuatan karbon aktif melibatkan tahap dehidrasi, karbonisasi, dan aktivasi, yang dapat dilakukan baik secara kimia maupun fisika. Aktivasi kimia dilakukan dengan menambahkan larutan asam, basa, atau garam untuk memperbesar pori, sehingga daya adsorpsi karbon aktif meningkat.

Jenis aktivator yang digunakan memiliki dampak signifikan pada karakteristik dan hasil karbon aktif. Sifat higroskopis dari aktivator terbukti dapat meningkatkan kualitas karbon aktif, dan peningkatan konsentrasi juga berpengaruh positif terhadap hasil akhir. Semakin tinggi konsentrasi, semakin optimal kualitas karbon aktif yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Budi, E., 2015. PENGARUH KONSENTRASI LARUTAN KOH PADA KARBON AKTIF TEMPURUNG KELAPA UNTUK ADSORPSI LOGAM Cu.
- Fajarika, R.B., 2013. Penambahan Garam Kalium Klorida (KCl) dan Lama Waktu Pemeraman Dalam Pembuatan Telur Asin Bebek terhadap Kadar Air, pH, dan Total Mikroba. Univ. Brawijaya.
- Hartanto, S., Ratnawati, 2010. PEMBUATAN KARBON AKTIF DARI TEMPURUNG KELAPA SAWIT DENGAN METODE AKTIVASI KIMIA. J. Sains Materi Indones.
- Hoque, M.M., M.M., Ota, M., Bhattacharya, S.C., 2002. EFFECT OF ACTIVATOR IN THE MAKING OF ACTIVATED CARBON FROM COCONUT SHELL.
- Huda, S., Ratnani, R.D., Kurniasari, L., 2020. KARAKTERISASI KARBON AKTIF DARI BAMBU ORI

- (BAMBUSA ARUNDINACEA)
YANG DI AKTIVASI
MENGUNAKAN ASAM
KLORIDA (HCl). J. Inov. Tek. Kim.
5.
<https://doi.org/10.31942/inteka.v5i1.3397>
- Lempang, M., 2014. PEMBUATAN DAN KEGUNAAN ARANG AKTIF 11.
- Lestari, R.S.D., Sari, D.K., Rosmadiana, A., Dwiperмата, B., 2016. PEMBUATAN DAN KARAKTERSASI KARBON AKTIF TEMPURUNG KELAPA DENGAN AKTIVATOR ASAM FOSFAT SERTA APLIKASINYA PADA PEMURNIAN MINYAK GORENG BEKAS. Tek. J. Sains Dan Teknol. 12, 419.
<https://doi.org/10.36055/tjst.v12i2.6607>
- Liem, V., Putranto, A., Andreas, A., 2015. Sintesis Karbon Aktif dari Kulit Salak Aktivasi Kimia-Senyawa KOH sebagai Adsorben Proses Adosprsi Zat Warna Metilen Biru.
- Meilianti, M., 2018. KARAKTERISTIK KARBON AKTIF DARI CANGKANG BUAH KARET MENGGUNAKAN AKTIVATOR H₃PO₄. J. Distilasi 2, 1.
<https://doi.org/10.32502/jd.v2i2.1146>
- Nurdiansah, H., Susanti, D., 2013. Pengaruh Variasi Temperatur Karbonisasi dan Temperatur Aktivasi Fisika dari Elektroda Karbon Aktif Tempurung Kelapa dan Tempurung Kluwak Terhadap Nilai Kapasitansi Electric Double Layer Capacitor (EDLC). J. Tek. POMITS 2.
- Pambayun, G.S., Yulianto, R.Y.E., Rachimoallah, M., Putri, E.M.M., Hakim, J.A.R., 2013. PEMBUATAN KARBON AKTIF DARI ARANG TEMPURUNG KELAPA DENGAN AKTIVATOR ZnCl₂ DAN Na₂CO₃ SEBAGAI ADSORBEN UNTUK MENGURANGI KADAR FENOL DALAM AIR LIMBAH 2.
- Polii, F.F., 2017. PENGARUH SUHU DAN LAMA AKTIFASI TERHADAP MUTU ARANG AKTIF DARI KAYU KELAPA. (Effects of Activation Temperature and Duration Time on the Quality of the Active Charcoal of Coconut Wood). J. Ind. Has. Perkeb. 12, 21.
<https://doi.org/10.33104/jihp.v12i2.1672>
- Setiawati, E., Suroto, S., 2010. PENGARUH BAHAN AKTIVATOR PADA PEMBUATAN KARBON AKTIF TEMPURUNG KELAPA. J. Ris. Ind. Has. Hutan 2, 21.
<https://doi.org/10.24111/jrihh.v2i1.911>
- Taer, E., Oktaviani, T., Taslim, R., Farma, R., 2015. KARAKTERISASI SIFAT FISIKA KARBON AKTIF TEMPURUNG KELAPA DENGAN VARIASI KONSENTRASI AKTIVATOR SEBAGAI KONTROL KELEMBABAN.
- Tamado, D., Budi, E., Wirawan, R., Dwi, H., Tyaswuri, A., Sulistiani, E., Asma, E., 2013. Sifat Termal Karbon Aktif Berbahan Arang Tempurung Kelapa.
- Wulandari, F., Budi, E., 2015. PENGARUH KONSENTRASI LARUTAN NaOH PADA KARBON AKTIF TEMPURUNG KELAPA UNTUK ADSORPSI LOGAM Cu²⁺. J. Fis. Dan Apl. 16.
- Yuliani, E., Nurrochmah, S., Rustiana, T., 2018. Optimasi Aktivator Karbon Aktif dari Sabut Kelapa Sebagai Adsorben Peroksida dalam Minyak Jelantah.
-