

# **PEMBUATAN KARBON AKTIF DARI PELEPAH KELAPA SAWIT MENGGUNAKAN AKTIVATOR H<sub>2</sub>O SEBAGAI ADSORBEN**

**Amalia Aisha Noer, Awitdrus , Usman Malik**

**Jurusan Fisika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau  
Kampus Bina Widya Pekanbaru, 28293, Indonesia**

*Amaliaaishanoer@gmail.com*

## **ABSTRACT**

Activated carbon has successfully been made from a raw material of oil palm midrib at carbonization temperature of 500°C for 20, 40 and 60 minutes. Physical activation was conducted using steam as activator agent at temperature of 900°C for 20, 40 and 60 minutes. The objective of this research was to study the characteristics of oil palm midrib as an activated carbon. The characteristics of activated carbon were characterized by loss weight analysis, proximate and ultimate test, iodine number and yield. The results showed that the best activated carbon were the samples that were carbonized and activated in 60 minutes with loss weight of 67,8%, water content of 5,5%, ash content of 8%, carbon content of 50,23%, hydrogen of 3,38%, and oxygen of 43,18%. The iodine number analysis confirmed the iodine number of 200% which was higher than the Indonesian Industrial Standard values and yield of 42,3%.

Keywords: Oil Palm Midrib, Activated Carbon, Proximate Test, Ultimate Test, Iodine Number.

## **ABSTRAK**

Telah berhasil dibuat karbon aktif dari bahan dasar pelepah kelapa sawit dengan suhu karbonisasi 500°C ditahan selama 20, 40 dan 60 menit. Pengaktifan secara fisika dilakukan pada suhu 900°C selama 20, 40, dan 60 menit dengan mengalirkan uap air sebagai agen pengaktif. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik pelepah kelapa sawit sebagai karbon aktif melalui analisa kadar penyusutan massa, uji proksimat dan ultimat, daya serap karbon aktif terhadap bilangan iodin dan rendemen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa karbon aktif yang mempunyai karakteristik terbaik adalah karbon pelepah kelapa sawit yang dikarbonisasi dan diaktivasi selama 60 menit dengan kadar penyusutan massa yang dihasilkan sebesar 67,8%, kadar air 5,5%, dan kadar abu 8%, kadar karbon 50,23%, hidrogen 3,38% dan oksigen 43,18%. Hasil analisa bilangan iodin 373 mg/gr lebih tinggi hampir mendekati 200% dari yang diterapkan oleh Standar Industri Indonesia, dan rendemen sebesar 37%.

Kata kunci: Pelepah Kelapa Sawit, Karbon Aktif, Uji Proksimat, Uji Ultimat, Bilangan Iodin.

## PENDAHULUAN

Karbon aktif adalah bahan karbon berpori yang telah mengalami reaksi dengan gas atau dengan penambahan bahan kimia (KOH, NaOH,  $ZnCl_2$ ) sebelum, selama atau setelah karbonisasi untuk meningkatkan sifat serapnya. Karbon aktif tersebut dapat dihasilkan dari biomassa seperti bambu (Zhou dkk, 2012), tembakau (Xiu dkk, 2012), sagu (Aripin dkk, 2010), biji buah ceri (Dilek, 2014) dan kacang almond (Omri dkk, 2013).

Karbon aktif dapat dimanfaatkan sebagai agen penyerap (Gislon dkk, 2013), elektroda (Taer dkk, 2011), katalis (Dilek, 2014), pengolahan limbah cair atau gas / *waste treatment* (Smisek dan Cerny, 1970) dan sebagai penyimpan gas / *gas adsorptive storage* (Liou, 2010). Selain itu juga karbon aktif banyak digunakan dalam proses pemurnian air baik dalam proses produksi air minum maupun dalam penanganan limbah (Wu, 2004).

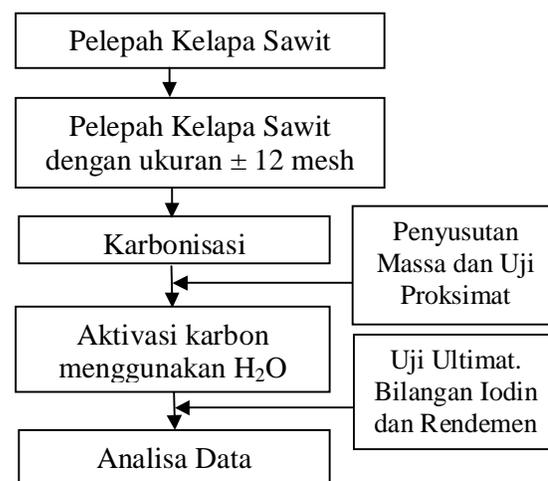
Karbon aktif memiliki sifat penting yaitu daya serap / adsorpsi. Adsorpsi adalah suatu peristiwa fisika atau kimia pada permukaan yang dipengaruhi oleh suatu reaksi kimia antara zat penyerap / adsorben dan zat terserap / adsorbat. Faktor-faktor yang mempengaruhi daya serap adalah sifat adsorben, jumlah serapan, temperatur, pH / derajat keasaman, dan waktu (Sembiring dan Sinaga, 2003). Secara umum untuk mengetahui daya serap karbon aktif terhadap larutan dinilai berdasarkan daya serap terhadap larutan iodine / bilangan iodine dan daya serap terhadap larutan metilen biru. Karbon aktif yang memiliki daya serap iodine dan metilen biru yang tinggi berarti mempunyai luas permukaan yang lebih tinggi dan juga mempunyai struktur mikro dan mesopori yang lebih besar (Lestari, 2012).

Dalam penelitian ini bahan dasar yang digunakan sebagai sumber karbon aktif adalah pelepah kelapa sawit melalui proses aktivasi fisika dengan uap air dengan memvariasikan waktu tahan pada proses karbonisasi untuk melihat suhu optimum dari pembuatan karbon aktif.

## METODE PENELITIAN

Pelepah kelapa sawit dengan ukuran - 6, +12 mesh dikarbonisasi pada suhu  $500^\circ C$  selama 20, 40 dan 60 menit. Karbon diaktivasi secara fisika (uap air) pada suhu  $900^\circ C$  selama 20, 40 dan 60 menit. Karakterisasi karbon meliputi kadar penyusutan massa dan uji proksimat yang meliputi kadar air dan kadar abu, sedangkan karbon aktif meliputi uji ultimat (kandungan karbon (C), hidrogen (H), oksigen (O) dan sulfur (S)), bilangan Iodin dan rendemen.

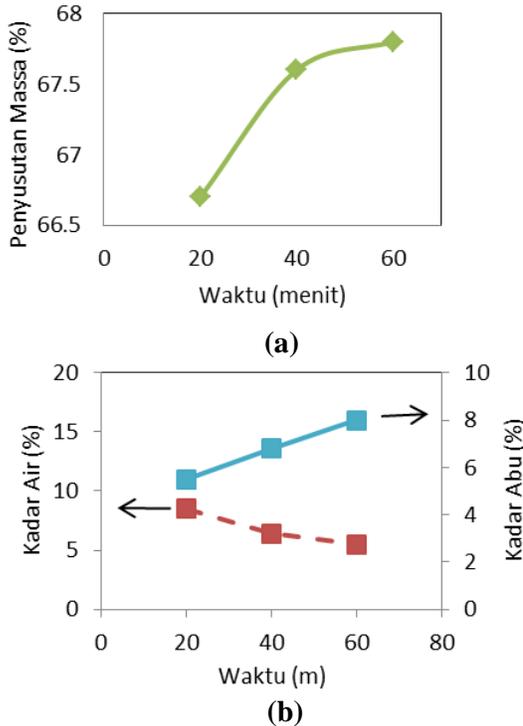
Secara rinci diagram alir pembuatan karbon dari pelepah kelapa sawit ditunjukkan pada Gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian  
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

### Tahap Karbonisasi

Pengaruh waktu karbonisasi terhadap penyusutan massa, dan kadar air dan kadar abu ditunjukkan pada Gambar 2. Penyusutan massa terjadi dalam interval 66,7-67,8% seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2(a).



Gambar 2. Pengaruh waktu karbonisasi terhadap: (a) kadar penyusutan massa dan (b) kadar air dan kadar abu

Nilai persentase penyusutan massa terbesar diperoleh dengan waktu karbonisasi selama 60 menit yaitu 67,8% dan yang terkecil selama 20 menit yaitu 66,7%. Hal ini terjadi karena semakin tinggi waktu yang digunakan maka ikatan oksigen dan karbon menjadi lemah, sehingga gas hidrogen dapat mereduksi oksigen lepas dari karbon dengan mudah (Latifan dan Susanti, 2012). Jadi pada proses karbonisasi semakin lama waktu yang digunakan maka penyusutan massa akan semakin besar atau massa karbon yang dihasilkan semakin kecil.

Sementara itu, analisis proksimat dapat dilihat pada Gambar 2(b). Dari gambar tersebut ditunjukkan bahwa kadar air mengalami penurunan dengan kadar air terbesar terdapat selama 20 menit yaitu 8,5% dan yang terkecil pada waktu 60 menit yaitu 5,5%. Artinya, kadar air yang terdapat pada karbon dari pelepah kelapa sawit memenuhi standar yang ditetapkan yaitu Standar Industri Indonesia (SII) dengan kandungan kadar air sebesar maksimum 10%. Hal ini menyatakan bahwa semakin lama waktu karbonisasi maka kadar air semakin kecil karena jumlah air yang menguap juga semakin besar. Sebaliknya, kadar abu mengalami peningkatan di mana nilai terbesar terdapat pada waktu karbonisasi selama 60 menit yaitu 8% dan yang terendah selama 20 menit yaitu 5,5%. Jika mengacu pada syarat mutu karbon aktif menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) dan SII yang mempunyai kadar abu masing-masing maksimal 4,4% dan 2,5% maka kadar abu hasil karbonisasi pelepah kelapa sawit tidak memenuhi standar tersebut karena perbedaan sifat atau jenis bahan baku.

### Tahap Aktivasi

Analisis ultimat adalah analisis yang digunakan untuk mengetahui kandungan unsur kimia yang terkandung di dalam karbon aktif dari pelepah kelapa sawit seperti karbon (C), hidrogen (H), oksigen (O), dan sulfur (S).

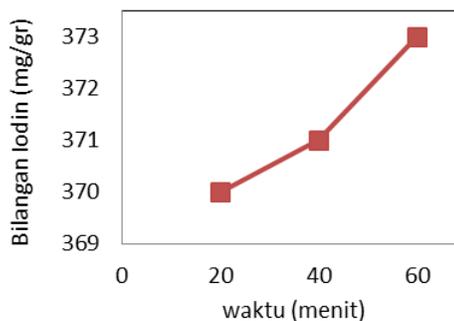
Tabel 1: Karakterisasi karbon aktif dari pelepah kelapa sawit dengan metode analisis ultimat

Waktu Aktivasi (menit)	Kandungan (%)			
	C	H	O	S

20	48,15	3,81	44,13	-
40	48,87	3,67	42,89	-
60	50,23	3,38	43,18	-

Tabel 1 menunjukkan data kandungan unsur dalam karbon aktif pelepah sawit. Data tersebut menyatakan bahwa karbon aktif dari pelepah kelapa sawit tidak memiliki atau tidak terdeteksi adanya sulfur karena telah hilang dan menguap pada pemanasan suhu tinggi dengan waktu aktivasi yang meningkat (Iskandar, 2012). Kandungan karbon (C) dalam karbon aktif dari pelepah kelapa sawit meningkat seiring dengan bertambahnya waktu aktivasi. Kadar unsur karbon tertinggi diperoleh pada waktu aktivasi 60 menit yaitu 50,23% dan yang terendah pada selama 20 menit yaitu 48,15%. Sebaliknya, kandungan oksigen dan hidrogen dalam karbon aktif dari pelepah kelapa sawit mengalami penurunan di mana nilai kandungan oksigen terbesar diperoleh selama waktu aktivasi 20 menit yaitu 44,13% dan terendah selama waktu aktivasi 60 menit yaitu sebesar 43,18%. Begitu juga dengan kandungan unsur hidrogen tertinggi diperoleh 3,81% dan terendah 3,38%.

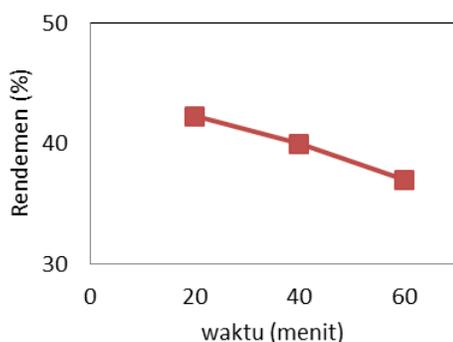
Hal ini menyatakan bahwa semakin meningkat suhu karbonisasi dan semakin lama waktu aktivasi maka kandungan oksigen dan hidrogen semakin menurun karena memiliki sifat yang mudah menguap pada pemanasan tinggi (Iskandar, 2012).



Gambar 3. Pengaruh waktu aktivasi terhadap bilangan Iodin pada suhu aktivasi 900°C

Pengujian bilangan iodin dilakukan sebagai salah satu uji kualitas dari produk karbon aktif. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan karbon aktif dalam menyerap larutan berwarna. Gambar 3 menunjukkan nilai bilangan iodin yang diperoleh berkisar antara 370-373 mg/gr. Artinya, bilangan iodin karbon aktif yang diaktivasi pada suhu 900°C berada hampir dua kali dari nilai standar SII yaitu sebesar 200 mg/gr. Bilangan iodin terkecil terdapat pada sampel karbon aktif yang diaktivasi selama 20 menit sebesar 370 mg/gr. Sedangkan bilangan iodin terbesar terdapat pada sampel karbon aktif yang diaktivasi selama 60 menit yaitu 373 mg/gr dan merupakan bilangan iodin yang terbaik.

Analisis rendemen dilakukan untuk mengetahui perbandingan jumlah persentase massa awal sebelum karbonisasi dan massa akhir proses aktivasi. Dengan mengetahui rendemen, maka akan diketahui massa yang hilang pada saat proses karbonisasi dan aktivasi berlangsung seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Rendemen karbon aktif dari pelepah kelapa sawit

Nilai rendemen yang dihasilkan berkisar antara 37-42,3 %. Nilai rendemen tertinggi diperoleh pada suhu aktivasi 900°C selama 20 menit yaitu 42,3%. Artinya, semakin tinggi suhu dan waktu yang digunakan, maka semakin rendah rendemen yang diperoleh. Hal ini dikarenakan terjadinya percepatan laju reaksi seiring bertambahnya waktu aktivasi antara karbon dengan uap air sesuai dengan teori kinetika dimana semakin tinggi suhu reaksi yang digunakan maka laju reaksi akan bertambah cepat (Padil dkk, 2010)

## KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa waktu karbonisasi dan aktivasi mempengaruhi kualitas karbon aktif yang terbentuk. Dari karakterisasi karbon aktif yang dilakukan, kualitas karbon aktif yang terbaik diperoleh pada waktu karbonisasi dan aktivasi selama 60 menit dengan penyusutan massa 67,8%, kadar air 5,5%, kadar abu 8%, kadar karbon 50,23%, hidrogen 3,38%, oksigen 43,18%, bilangan iodin 373 mg/gr dan rendemen 37%.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aripin, H., Lestari, L., Ismail, D., Sabchevski, S. 2010. *Sago Waste Based Activated Carbon Film as an Electrode Material for Electric Double Layer Capacitor*. The Open Materials Science Journal, 4: 117-124.
- Dilek, A. 2014. *Production and Characterization of Activated Carbon from Sour Cherry Stones by Zinc Chloride*. Fuel, 115: 804-811.
- Gislon, P., S. Galli., G. Monteleone. 2013. *Siloxanes Removal from Biogas by High Surface Area Adsorbents*. Water Management, 33: 2687-2693.
- Iskandar. 2012. Analisis Unsur Karbon Aktif Tempurung Kelapa Sawit dengan Metode Analisis Ultimat. Program Magister Fisika ITB. Bandung.
- Latifan, R., Susanti, D. 2012. Aplikasi Karbon Aktif dari Tempurung Kluwak (*Pangium Edule*) dengan Variasi Temperatur Karbonisasi dan Aktivasi Fisika sebagai EDLC. Teknik Material dan Metalurgi, 1(1): 1 – 6.
- Lestari, D. 2012. Skripsi: Pembuatan dan Karakterisasi Karbon Aktif Dari Ban Bekas Dengan Bahan Pengaktif NaCl Pada Temperatur Pengaktifan 700°C dan 750°C. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Malang.
- Liou, Tzong-Horng. 2010. *Development of Mesoporous Structure and High Adsorption Capacity of Biomass-based Activated Carbon by*

- Phosphoric Acid and Zinc Chloride Activation*. Chemical Engineering Journal, 158: 129-144.
- Omri, A., Benzina, M., Ammar, N. 2013. *Preparation, Modification and Industrial Application of Activated Carbon from Almond Shell*. Journal of Industrial and Engineering Chemistry, 19: 2092-2099.
- Padil, Sunarno, Khairat. 2010. Pembuatan Arang Aktif dari Arang sisa Pembuatan Asap Cair. Sains dan Teknologi, 9(1): 14 - 18.
- Sembiring, M.T., Sinaga, T.S. 2003. Arang Aktif (Pengenalan dan Proses Pembuatannya). Medan : Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Sumatera Utara.
- Smisek, M., Cerny, S., 1970. *Activated Carbon Manu-facture, Properties and Application*. Institute of Physical Chemistry. Czechoslovak Academy of Sciennce, Prague, Elsevier Publishing Company, Amsterdam, 479h.
- Taer, E., M. Deraman., I. A. Talib., A. Awitdrus., S.A. Hashmi., A. A. Umar. 2011. *Preparation of a Highly Porous Binderless Activated Carbon Monolith from Rubber Wood Sawdust by a Multi-Step Activation Process for Application in Supercapacitors*. International Journal of Electrochemical Science, 6: 3301-3315.
- Wu, J., 2004, *Modeling Adsorption of Organic Compounds on Activated Carbon, Multivariate Approach*. Unema University, Sweden.
- Xiu, X., Liu, H., Shi, L., He, Y. 2012. *Tobacco Stem-Based Activated Carbons for High Performance Supercapacitors*. JMEPEG, 21: 1956-1961.
- Zhou, X., Li, L., Dong, S., Chen, X., Han, P., Xu, H., Yao, J., Shang, C., Liu, Z., Cui, G. 2012. *A Renewable Bamboo Carbon/Polyaniline Composite for a High-Performance Supercapacitor Electrode Material*. J Solid State Electrochem, 16: 877-882.