

## PEMBUATAN KARBON AKTIF DARI PELEPAH KELAPA SAWIT YANG DIAKTIVASI SECARA FISIKA

Reffi Juliardi<sup>1</sup>, Intan Zahar<sup>2</sup> dan Zufri Hasrudy Siregar<sup>3</sup>

<sup>2,3</sup>, Departemen Teknik Mesin Universitas Asahan

<sup>1</sup> Mahasiswa Teknik Mesin Universitas Asahan

<sup>1,2,3</sup> Universitas Asahan, Jln. Jend. Ahmad Yani, Telp/Fax (0623)

347222 Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik UNA, Kisaran

Sumatera Utara

Email\* : intanzahar29@gmail.com

### ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang pengaruh perubahan suhu pemanasan terhadap karakteristik dan mikrostruktur karbon aktif pelepah kelapa sawit. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui suhu pemanasan optimum dari karakteristik karbon aktif pelepah kelapa sawit dan melihat morfologi mikrostruktur dari karbon aktif pelepah kelapa sawit. Proses pemanasan dilakukan pada suhu 300 °C, 400 °C, 500 °C, 600 °C dan 700 °C dengan waktu penahanan selama 1 jam. Hasil pengujian karbon aktif pelepah kelapa sawit optimum untuk pengujian kadar air 4,1%, kadar zat mudah menguap 14,6%, kadar abu 2,4%, kadar karbon 83% dan daya serap air optimum 87,7% berdasarkan SNI No. 06-3730-1995 adalah pada suhu 500°C. Hasil uji morfologi mikrostruktur karbon aktif pelepah kelapa sawit menunjukkan pembentukan rongga-rongga pada karbon aktif suhu pemanasan 500°C.

Kata Kunci : Pelepah sawit, karbon aktif, suhu pemanasan, mikrostruktur

### ABSTRACT

The study on effect of heating temperature (physic active) changes has been done to the characteristics and microstructural of palm stem activated carbon. This study aims to determine the optimum heating temperature of activated palm stem activated carbon, to observe the morphology of the microstructure of palm stem activated carbon. The heating process of palm stem charcoal carried out at a temperature of 300 °C, 400 °C, 500 °C, 600 °C dan 700 °C for 1 hour. The testing results of optimum palm stem activated carbon showed water content of 4,1%, ZMM content of 14,6%, ash content of 2,4 % and carbon content of 83 % and absorbtion characteristic is 87,7 % based SNI No.06-3730-1995 is at a temperature of 500°C. Results of microstructural morphology of palm stem activated carbon showing porouss formation of cacao skin activated carbon at a temperature of 500°C.

### 1. PENDAHULUAN

Indonesia termasuk produsen sawit terbesar di dunia. Luas lahan tanaman kelapa sawit akan menghasilkan limbah pelepah sawit. (Pratiwi, 2010).

Komponen limbah buah kakao yang terbesar berasal dari kelapa sawit, yaitu batang pelepah sawit. Pemanfaatan limbah pelepah sawit sendiri masih sangat terbatas, dimana masyarakat hanya membiarkan pelepah sawit dan dibiarkan membusuk begitu saja di sekitar area perkebunan.

Sehingga nilai ekonomi yang diperoleh dari pemanfaatan tersebut masih cukup rendah.

Pelepah sawit mempunyai kandungan senyawa organik seperti protein kasar 5,69-9,69 % , lemak 0,02-0,15 % , glukosa 1,16 - 3,92 % , sukrosa 0,02-0,18 % , pektin 5,30-7,08 % , serat kasar 33,19-39,45 % . Senyawa-senyawa tersebut merupakan polimer dari unsur-unsur karbon sehingga pelepah sawit dapat dibuat arang aktif yang mempunyai porous dan permukaan dalam

yang luas sehingga mempunyai daya serap yang tinggi (Ginting dan Elizabeth, 2013).

Karbon aktif adalah senyawa karbon yang telah dikarbonasi dan ditingkatkan daya adsorpsinya dengan proses aktivasi. Pada proses aktivasi ini terjadi penghilangan hidrogen, gas-gas dan air dari permukaan karbon sehingga terjadi perubahan fisik pada permukaannya. Aktivasi ini terjadi karena terbentuknya gugus aktif akibat adanya interaksi radikal bebas pada permukaan karbon dengan atom-atom seperti oksigen dan nitrogen. Pada proses aktivasi juga terbentuk pori-pori baru karena adanya pengikisan atom karbon melalui oksidasi ataupun pemanasan (Budi, G dan Citra, 2007).

Dalam penelitian ini dilakukan pembuatan karbon aktif berbahan pelepah sawit. Penelitian ini dilakukan dengan memvariasikan suhu pada proses aktivasi untuk melihat suhu optimum dan menguji karbon aktif berdasarkan arang aktif teknis sesuai dengan SNI No. 06-3730-1995. Parameter yang diuji antara lain kadar air, kadar zat mudah menguap, kadar abu, kadar karbon, daya serap air, mikrostruktur karbon aktif dan pemanfaatannya pada penjernihan air sumur (Noer A.A, Awitdrus dan Malik, U 2014).

Variasi suhu pemanasan dilakukan pada suhu 300°C sampai dengan 700°C. Hasil penelitian ini diharapkan dapat mengurangi dan memanfaatkan pelepah sawit yang berlebihan di masyarakat serta memanfaatkan karbon aktif pelepah sawit.

## 2. METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pelepah sawit. Peralatan yang digunakan furnace, neraca digital, oven, cawan porselen ayakan 100 mesh dan SEM EVO MA 10.

Pelepah sawit dibersihkan dari dari kulit pelepah. Setelah itu dihancurkan dan dikeringkan di dalam oven pada suhu 105°C selama 3 jam. Kemudian dilakukan pengarang (tahap karbonisasi) kulit kakao dengan furnace pada suhu 250°C selama ± 5 jam. Arang hasil karbonisasi di haluskan dan kemudian diayak dengan ayakan 100 mesh. Arang yang tertahan di ayakan 100 mesh selanjutnya di panaskan dengan

variasi suhu 300°C, 400°C, 500°C, 600°C dan 700°C dengan waktu penahanan 60 menit. Selanjutnya karbon aktif pelepah sawit dibersihkan dari abu dengan dicuci menggunakan air aquadest dan dikeringkan. Proses selesai, kemudian dilakukan pengujian karbon aktif antara lain : kadar air, kadar abu, kadar zat mudah menguap, kadar karbon dan daya serap air.

### 2.1 Analisis Pengujian Karbon Aktif

#### a. Kadar air

Kadar air kulit kakao sangat menentukan kualitas karbon yang dihasilkan. Karbon aktif dengan nilai kadar air rendah akan memiliki pori - pori yang kecil, sehingga karbon yang dihasilkan dari kelapa memiliki kadar air rendah. Penetapan kadar air karbon aktif bertujuan untuk mengetahui jumlah kadar air yang teruapkan pada karbon aktif yang dihasilkan setelah melalui proses aktivasi. Prosedur perhitungan kadar air karbon aktif pelepah sawit menggunakan standar SNI No. 06-3730-1995 dengan rumus:

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{a-b}{a} \times 100\% \quad (1)$$

di mana:

a = Sampel awal (gram)

b = Sampel hasil penyusutan (gram)

#### b. Kadar zat mudah menguap

Besarnya suhu yang digunakan dalam proses pembuatan karbon aktif akan mempengaruhi kadar zat mudah menguap. Semakin tinggi suhu yang digunakan mengakibatkan semakin rendahnya kadar zat mudah menguap pada karbon yang dihasilkan. Penetapan kadar zat mudah menguap bertujuan mengetahui jumlah zat atau senyawa yang belum menguap pada proses karbonisasi dan aktivasi. Perhitungan kadar zat mudah menguap menggunakan standar SNI No. 06-3730-1995 dengan rumus :

$$\text{Kadar zat yang mudah menguap (\%)} = \left[ \frac{a-b}{a} \times 100\% \right] \quad (2)$$

di mana:

a = Massa sampel sebelum pemanasan (gram)

b = Massa sampel setelah pemanasan (gram)

c. Kadar abu

Abu adalah bahan yang tersisa apabila karbon dipanaskan hingga massa konstan. Kadar abu ini sebanding dengan kandungan bahan anorganik di dalam karbon aktif. Penetapan kadar abu bertujuan untuk mengetahui kandungan oksida logam dalam karbon aktif. Kadar abu merupakan sisa dari pembakaran yang sudah tidak memiliki unsur karbon lagi. Nilai kadar abu menunjukkan jumlah sisa dari akhir proses pembakaran berupa zat - zat mineral yang tidak hilang selama proses pembakaran (Ginting dan Elizabeth, 2013). Perhitungan kadar abu karbon aktif menggunakan standar SNI No. 06-3730-1995 dengan rumus:

$$\text{Kadar abu (\%)} = \left[ \frac{a}{b} \times 100\% \right] \quad (3)$$

di mana:

a = Massa sampel awal (gram)

b = Massa abu total (gram)

d. Kadar karbon

Fraksi karbon dalam arang aktif adalah hasil dari proses pengurangan selain abu, air dan zat - zat yang mudah menguap. Pelepah sawit sangat berpengaruh pada besarnya nilai karbon dalam arang aktif, karena perbedaan kandungan kimia dalam jenis pelepah sawit. Penentuan kadar karbon terikat bertujuan untuk mengetahui kandungan karbon setelah proses karbonisasi dan aktivasi. Perhitungan kadar karbon menggunakan standar SNI No. 06-3730-1995 dengan rumus :

$$\text{Kadar karbon (\%)} = 100\% - (\% \text{ H}_2\text{O} + \% \text{ CO}_2 + \% \text{ abu}) \quad (4)$$

e. Daya serap

Persentase berat air yang mampu diserap karbon aktif di dalam air disebut daya serapan air. Pengujian daya serap ini telah dilakukan terhadap semua jenis variasi sampel yang ada. Pengujian daya serap ini mengacu pada ASTM C-20-00-2005. Pengujian daya serap air (*Water absorption*) dilakukan pada masing-masing sampel pengeringan. Lama perendaman dalam air adalah selama 24 jam dalam suhu kamar. Massa awal sebelum dan sesudah direndam diukur. Untuk mendapatkan nilai

penyerapan air dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Daya serap air} = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \times 100\% \quad (5)$$

di mana

$m_1$  = Massa sampel dalam keadaan basah (gr)

$m_2$  = Massa sampel dalam keadaan kering (gr)

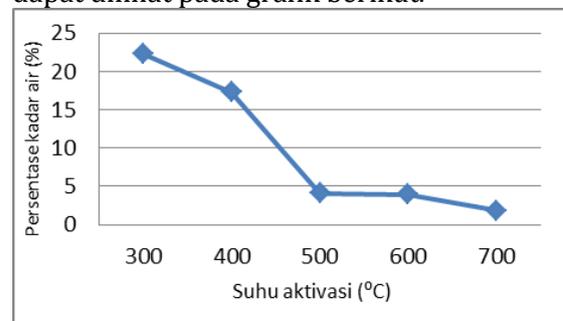
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Karakteristik Karbon Aktif

Karakteristik karbon aktif pada penelitian ini dilakukan untuk mengetahui dan menganalisis karbon aktif dengan pemanasan dengan memvariasikan suhu pemanasan. Suhu pemanasan memberikan karakteristik yang berbeda pada karbon aktif. Pengujian untuk mengetahui karakteristik karbon aktif dilakukan berdasarkan pada standar SNI No. 06-3730-1995 yang meliputi sifat fisik dan sifat kimia seperti kadar air, kadar zat mudah menguap, kadar abu, kadar karbon dan daya serap air.

a. Kadar air

Salah satu sifat dari karbon aktif yang mempengaruhi kualitas karbon aktif yaitu kadar air. Tujuan penetapan kadar air untuk mengetahui seberapa banyak air yang dapat teruapkan agar air yang terikat pada karbon aktif pelepah sawit tidak menutupi pori dari karbon aktif tersebut. Kadar air karbon aktif pelepah sawit yang dihasilkan dapat dilihat pada grafik berikut.



Gambar 3.1 Grafik kadar air karbon aktif Pelepah sawit.

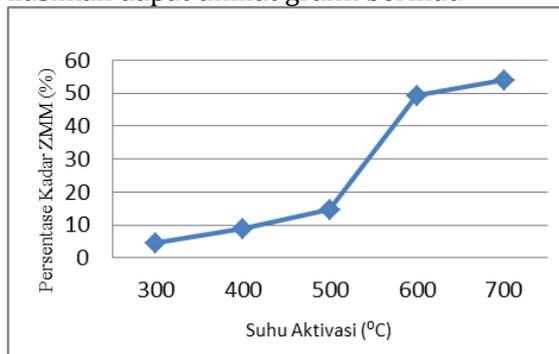
Gambar 3.1 menunjukkan bahwa kadar air semakin meningkat seiring dengan suhu yang semakin tinggi pula, hal tersebut

karena semakin tinggi suhu jumlah air yang menguap juga semakin besar yang terlihat pada suhu 700°C dengan persentase kadar air 1,85%. Penurunan persentase kadar air yang tidak konstan disebabkan masih adanya pengaruh udara diluar lingkungan pada proses pendinginan yang dilakukan secara manual (di ruangan terbuka) sehingga karbon aktif banyak menyerap uap air.

Syarat mutu karbon aktif menurut SNI No. 06-3730-1995 untuk kadar air adalah 4,5%, sedangkan hasil analisa kadar air untuk karbon aktif tempurung kelapa yang paling mendekati dengan SNI No. 06-3730-1995 yaitu sebesar 4,1% pada suhu 500°C.

b. Kadar zat mudah menguap

Penetapan kadar zat mudah menguap bertujuan mengetahui jumlah zat atau senyawa yang belum menguap pada proses karbonisasi dan aktivasi. Kadar zat mudah menguap karbon aktif pelepah sawit yang dihasilkan dapat dilihat grafik berikut.



Gambar 3.2 Grafik kadar ZMM karbon aktif Pelepah sawit.

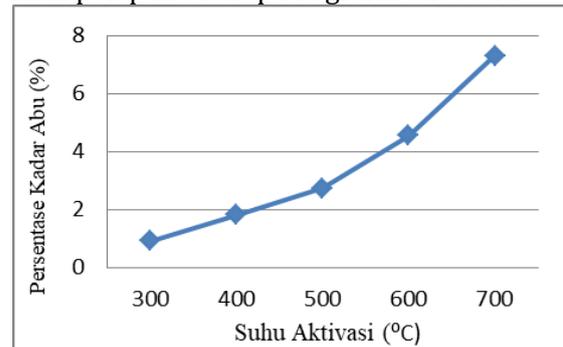
Grafik 3.2 menunjukkan memperlihatkan bahwa semakin tinggi suhu aktivasi maka kadar zat mudah menguapnya semakin besar. Besarnya kadar zat mudah menguap disebabkan terdapatnya senyawa non karbon yang menempel pada permukaan karbon aktif pelepah sawit. Senyawa non karbon tersebut merupakan suatu pengotor yang menutupi pori-pori dari karbon aktif, sehingga mengurangi efektifitasnya dalam menyerap kontaminan-kontaminan di dalam air.

Syarat mutu arang aktif menurut SNI No. 06-3730-1995 untuk kadar air adalah 15%. Hasil analisa kadar ZMM untuk karbon

aktif pelepah sawit yang paling mendekati dengan SNI No.06-3730-1995 terdapat pada suhu 500°C dengan persentase 14,6% .

c. Kadar abu

Penetapan kadar abu bertujuan untuk mengetahui kandungan oksida logam dalam karbon aktif. Kadar abu merupakan sisa dari pembakaran yang sudah tidak memiliki unsur karbon dan nilai.Kadar abu karbon aktif pelepah sawit pada grafik tersebut.



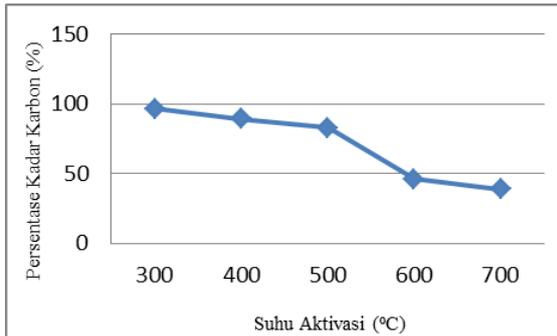
Gambar 3.3 Grafik kadar abu karbon aktif Pelepah sawit.

Grafik 3.3 memperlihatkan bahwa semakin tinggi suhu pemanasan maka kadar abu semakin besar. Besarnya kadar abu disebabkan pada waktu pendinginan karbon aktif terjadi kontak dengan udara sehingga terjadi proses pembakaran lebih lanjut dimana karbon aktif yang terbentuk berubah menjadi abu.

Syarat mutu arang aktif menurut SNI No. 06-3730-1995 untuk kadar abu adalah maksimum 2,5%, sehingga kadar abu untuk karbon aktif pelepah sawit yang paling mendekati dengan SNI No. 06-3730-1995 yaitu 2,4% pada suhu 500°C.

d. Kadar karbon

Karbon terikat dalam suatu arang mempunyai peranan yang cukup penting untuk menentukan kualitas karbon. Penentuan kadar karbon terikat bertujuan untuk mengetahui kandungan karbon setelah proses karbonisasi dan aktivasi. Kadar karbon karbon aktif pelepah sawit yang dihasilkan dapat dilihat pada grafik berikut.



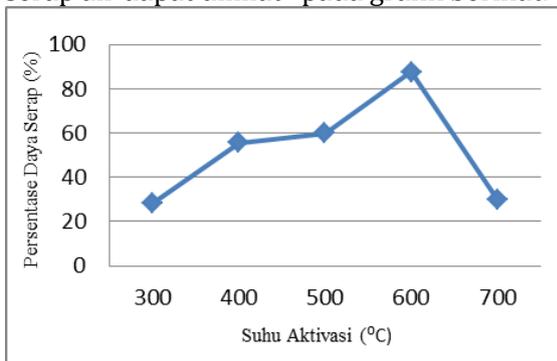
Gambar 3.4 Grafik kadar karbon karbon aktif Pelepah sawit.

Tabel 3.4 menunjukkan menunjukkan penurunan kadar karbon seiring tingginya suhu pemanasan. Penurunan kadar karbon dipengaruhi oleh kadar zat mudah menguap dan kadar abu, dimana semakin tinggi kadar zat mudah menguap dan kadar abu pada karbon aktif pelepah sawit maka kadar karbon terikatnya semakin menurun (Ashari, Y dan Siti T, 2013).

Syarat mutu arang aktif menurut SNI No. 06-3730-1995 untuk kadar karbon adalah 80%, hasil analisa kadar karbon pelepah sawit yang paling mendekati dengan SNI No.06-3730-1995 yaitu pada suhu 500°C hasilnya 83%.

e. Daya serap

Daya serap air merupakan persentase massa air yang mampu diserap karbon aktif di dalam air. Pengujian daya serap ini telah dilakukan terhadap semua jenis variasi sampel yang ada. Pengujian daya serap ini mengacu pada ASTM C-20-00-2005. Daya serap air dapat dilihat pada grafik berikut.



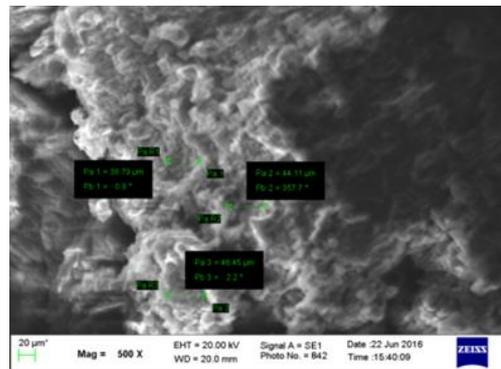
Gambar 3.5 Grafik daya serap karbon aktif Pelepah sawit.

Tabel 3.5 menunjukkan Semakin besar luas permukaan karbon aktif pelepah sawit maka semakin besar kemampuan daya serap karbon aktif pelepah sawit. Dari hasil analisa

kadar karbon pelepah sawit untuk daya serap air yang terbaik pada suhu 600°C sebesar 87,7%.

3.2 Mikrostruktur Karbon Aktif

Karakterisasi mikrostruktur karbon aktif dilakukan untuk melihat morfologi permukaan karbon aktif pada aktivasi fisika. Dari hasil pengujian karakterisasi karbon aktif pelepah sawit pada aktivasi fisika untuk parameter kadar air, kadar zat mudah menguap, kadar abu dan kadar karbon yang mendekati dengan syarat mutu arang aktif menurut SNI No. 06-3730-1995 adalah pada suhu 500°C. Morfologi permukaan karbon aktif pelepah sawit aktivasi fisika pada suhu pemanasan 500°C diidentifikasi menggunakan SEM EVO MA10 yang hasilnya dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 3.6 Mikrograf SEM Permukaan Karbon Aktif Pelepah Sawit

Berdasarkan Gambar 3.6 terlihat morfologi permukaan dari karbon aktif yang telah diaktivasi fisika pada suhu pemanasan 500°C terlihat adanya rongga-rongga kecil yang banyak. Banyaknya rongga-rongga ini dikarenakan adanya pengaruh panas saat proses aktivasi yang menyebabkan terjadinya proses penguraian senyawa organik pada pelepah sawit.

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan bahwa suhu pemanasan optimum karbon aktif pelepah sawit didapat pada suhu 500°C dilihat dari hasil analisa parameter yaitu kadar air, kadar zat mudah menguap, kadar abu dan kadar karbon berdasarkan

pada standar SNI No. 06-3730-1995 (Anonim, 1995).

#### DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1995. *Arang Aktif Teknis SNI 06 - 3730 - 1995*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Ashari, Y dan Siti T. 2013. Adsorpsi Ion Cr(VI) Oleh Arang Aktif Sekam Padi. *UNESA Journal of Chemistry* Vol. 2, No.1.
- Budi,G dan Citra. 2007. *Karakterisasi Spektrofotometri IR Dan Scanning Electron Microscopy (SEM) Sensor Gas Dari Bahan Polimer Poly Ethelyn Glycol (P E G)*, Teknik Universitas Muria Kudus, Jurusan Kimia FMIPA ITS Surabaya, ISSN : 1979-6870.
- Ginting dan Elizabeth. 2013. *Kandungan senyawa kimia penyusunan serat pada pelepah sawit*. Universitas Sumatera Utara.
- Noer A.A, Awitdrus dan Malik,U 2014, *Pembuatan karbon aktif dari pelepah kelapa sawit menggunakan aktivator H<sub>2</sub>O sebagai adsorben*. Jurusan fisika Universitas Riau Kampus Bina Widya Pekanbaru.