

## PENGARUH SUHU PEMANASAN TERHADAP KARAKTERISTIK DAN MIKROSTRUKTUR KARBON AKTIF KULIT KAKAO

Moraida Hasanah

Universitas Asahan, Jln. Jend. Ahmad Yani, Telp/Fax (0623) 347222

Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik UNA, Kisaran Sumatera Utara

E-mail : [hasanahmoraida@gmail.com](mailto:hasanahmoraida@gmail.com)

### ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang pengaruh perubahan suhu pemanasan terhadap karakteristik dan mikrostruktur karbon aktif kulit kakao. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui suhu pemanasan optimum dari karakteristik karbon aktif kulit kakao dan melihat morfologi mikrostruktur dari karbon aktif kulit kakao. Proses pemanasan arang kulit kakao dilakukan pada suhu 300 °C, 400 °C, 500 °C, 600 °C dan 700°C dengan waktu penahanan selama 1 jam. Hasil pengujian karbon aktif kulit kakao optimum untuk pengujian kadar air 5,4 %, kadar zat yang mudah menguap 16,2%, kadar abu 4,8%, kadar karbon 79% dan kemampuan menyerap air optimum sebesar 57%) berdasarkan SNI No. 06-3730-1995 adalah pada suhu 300°C. Hasil uji morfologi mikrostruktur karbon aktif kulit kakao menunjukkan pembentukan rongga-rongga pada karbon aktif suhu pemanasan 300°C.

**Kata Kunci :** kulit kakao, karbon aktif, suhu pemanasan, mikrostruktur

### ABSTRACT

The study on effect of heating temperature changes has been done to the characteristics and microstructural of cacao skin activated carbon. This research aims to find out the optimum heating temperature of activated cacao skin activated carbon, to observe the morphology of the microstructure of cacao skin activated carbon. The heating process of cacao skin 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 cacaoskin activated carbon showed water content of 5.4%, ZMM content of 16.2%, ash content of 48% and carbon content of 79 % based SNI No.06-3730-1995 is at a temperature of 300°C. Results of microstructural morphology of cacao skin activated carbon showing pores formation of cacao skin activated carbon at a temperature of 300°C.

**Keywords :** Cacao skin, activated carbon, heating temperature, microstructure

### 1. Latar Belakang

Indonesia merupakan produsen kakao terbesar ketiga di dunia setelah negara Pantai Gading dan Ghana. Luas lahan tanaman kakao Indonesia lebih kurang 1.732.641 hektare (Ha) dengan produksi biji kakao sekitar 712.231 ton per tahun dan produktivitas rata-rata 900 Kg per ha [3].

. Dalam cairan terdapat beberapa fase yang sulit dipisahkan dengan satu cara, maka dilakukan pemisahan fase minyak, fase NOS dan fase air dengan beberapa tahapan. Pemisahan minyak dari fraksi cairan lainnya dilakukan berdasarkan prinsip filtrasi, pengendapan, penguapan, sentrifugasi, dan sebagainya.

Buah kakao memiliki limbah yang berasal dari kulit buahnya yang cukup besar yaitu selitar 75% dari total buahnya. Pemanfaatan limbah kulit kakao sendiri masih sangat terbatas, dimana masyarakat memanfaatkan limbah kulit kakao hanya sebagai pakan ternak dan pupuk kompos saja. Hingga kini limbah kulit buah kakao yang ada kurang dimanfaatkan dan dibiarkan membusuk begitu saja di sekitar lahan perkebunan. Sehingga pemanfaatan limbah tersebut menghasilkan nilai ekonomi yang masih rendah [1].

Kulit buah kakao adalah kulit bagian terluar yang menutupi dan melindungi biji-biji kakao dengan tekstur yang keras, tebal serta kasar. Kulit buah kakao memiliki kandungan selulosa sebesar 23-54%. Kulit

buah kakao memiliki kandungan zat berupa senyawa organik yang berupa 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 adalah senyawa polimer dari unsur-unsur karbon oleh karena itu kulit buah kakao dapat dimanfaatkan sebagai arang aktif yang memiliki pori dan permukaan dalam yang luas sehingga memiliki daya serap yang cukup tinggi. [1].

Karbon aktif adalah senyawa karbon yang telah dikarbonasi dan ditingkatkan daya adsorpsinya dengan proses aktivasi. Dalam proses aktivasi tersebut akan mengalami hilangnya hidrogen serta air dari permukaan karbon sehingga akan mengalami perubahan fisik pada permukaannya. Proses aktivasi yang terjadi ini dikarenakan adanya pembentukan gugus aktif karena adanya interaksi radikal bebas pada permukaan karbon tersebut dengan atom- atom gas seperti oksigen dan nitrogen. Pada aktivasi ini juga akan terbentuk pori-pori yang baru akibat adanya pengikisan atom karbon melalui proses pemanasan atau oksidasi [3].

Karbon aktif adalah suatu material yang memiliki 87%-97% kadar karbon dan selebihnya merupakan hidrogen, oksigen, sulfur dan juga nitrogen serta senyawa-senyawa lain yang terbentuk dari proses pembuatan. Karbon aktif biasanya memiliki pori- pori yang volumenya lebih besar dari  $0.2\text{cm}^3/\text{gram}$  bahkan dapat mencapai  $1\text{cm}^3/\text{gram}$ . Karbon aktif juga memiliki luas permukaan internal yang pada umumnya lebih besar dari  $500\text{m}^2/\text{gram}$  dapat juga mencapai hingga  $1908\text{m}^2/\text{gram}$  [3].

Dalam penelitian ini akan dilakukan pembuatan karbon aktif dengan memanfaatkan limbah kulit buah kakao. Pada 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 pada penelitian ini yaitu kadar air, kadar zat mudah menguap, kadar abu, daya serap air, kadar karbon, mikrostruktur karbon aktif dan

pemanfaatannya pada penjernihan air sumur.

Variasi suhu pemanasan dilakukan pada suhu  $300^\circ\text{C}$  sampai dengan  $700^\circ\text{C}$ . Hasil penelitian ini diharapkan dapat mengurangi dan memanfaatkan kulit kakao yang berlebihan di masyarakat serta memanfaatkan karbon aktif kulit kakao.

## 2. Metodologi Penelitian

Dalam penelitian ini bahan yang digunakan adalah limbah kulit buah kakao. Peralatan yang digunakan furnace, neraca digital, oven, cawan porselen ayakan 100 mesh dan SEM EVO MA 10.

Kulit kakao dibersihkan dari daging buah. Setelah itu dihancurkan dan dimasukkan ke dalam oven agar mengering. Suhu yang digunakan adalah  $105^\circ\text{C}$  selama 3 jam. Kemudian dilakukan tahap karbonisasi (pengarangan) kulit buah kakao dengan menggunakan furnace dengan temperatur  $250^\circ\text{C}$  selama 5 jam. Karbon yang dihasilkan dari proses karbonasi kemudian dihaluskan dan diayak dengan ayakan ukuran 100 mesh. Karbon yang tertahan pada ayakan 100 mesh Arang yang tertahan di ayakan 100 mesh selanjutnya dipanaskan dengan variasi temperatur yaitu  $300^\circ\text{C}$ ,  $400^\circ\text{C}$ ,  $500^\circ\text{C}$ ,  $600^\circ\text{C}$  dan  $700^\circ\text{C}$  dengan waktu tahan selama 1 (satu) jam.

Selanjutnya karbon aktif kulit buah kakao dicuci serta dibersihkan dari abu dengan menggunakan aquadest yang kemudian dikeringkan. Setelah itu dilakukan pengujian karbon aktif melalui parameter kadar air, kadar abu, kadar zat mudah menguap.

### a. Kadar air

Kadar air kulit buah kakao sangat menentukan kualitas karbon yang dihasilkan. Karbon aktif. Karbon aktif dengan nilai kadar air rendah akan memiliki pori- pori yang lebih kecil oleh karena itu kadar karbon yang dihasilkan kulit buah kakao akan memiliki kadar air yang rendah. Penentuan kadar air karbon aktif memiliki tujuan agar mengetahui jumlah kadar air yang teruapkan pada karbon aktif yang dihasilkan dari proses aktivasi. Perhitungan kadar air karbon aktif kulit kakao air karbon aktif kulit kakao

menggunakan standar SNI No. 06-3730-1995 dengan rumus:

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

dimana :

a = massa sampel awal

b = massa sampel ppenyusutan (gram)

### b. Kadar Zat Mudah Menguap

Nilai tempratur yang digunakan dalam proses pembuatan karbon aktif akan mempengaruhi besarnya nilai kadar zat mudah menguap. Semakin besar nilai tempratur yang digunakan maka akan mengakibatkan semakin rendah kadar zat mudah menguap pada karbon yang dihasilkan. Penentuan kadar zat mudah menguap memiliki tujuan agar mengetahui jumlah zat ataupun senyawa yang belum menguap pada proses karbonasi dan aktivasi. Penentuan kadar za mudah menguap mengacu kepada standar SNI No. 06-3730-1995 yaitu dengan menggunakan persamaan sebagai berikut.

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

Dimana :

a = Massa sampel sebelum dipanaskan (gram)

b = Massa sampel setelah dipanaskan (gram)

### c. Kadar Abu

Abu merupakan material yang tersisa dari hasil karbon yang dipanaskan dengan massa yang konstan. Kadar abu ini sebanding dengan kandungan bahan organik di dalam karbon aktif. Penetapan kadar abu bertujuan untuk mengetahui kandungan zat oksida logam dalam karbon aktif. Abu adalah sisa pembakaran yang tidak memiliki unsur karbon lagi. Nilai kadar abu menunjukkan jumlah sisa dari akhir proses pembakaran berupa zat-zat mineral yang tidak hilang pada saat pembakaran.[4]

Perhitungan untuk memperoleh kadar abu mengacu kepada SNI No. 06-3730-1995 dengan menggunakan persamaan:

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

dimana :

a = Massa awal (gram)

b = Massa abu total (gram)

### d. Kadar karbon

Kadar karbon dalam karbon aktif merupakan hasil dari proses pengarangn selain abu, kadar air dan zat -zat yang mudah menguap. Kulit buah kakao sangat berpengaruh pada besarnya nilai karbon dala karbon aktif karena perbedaan kandungan kimia dalam jenis kulit kakao. 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 persamaan:

$$\text{Kadar karbon (\%)} 100\% = (\% \text{Zat menguap} + \% \text{abu}) \quad (4)$$

### e. Daya serap

Persentase berat air yang mampu diserap karbonaktif 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 absorbtion*) dilakukan pada masing-masing sampel pengeringan. Proses perendaman dalam air dilakukan selama 24 jam pada suhu kamar Massa awal sebelum dan sesudah direndam diukur untuk memperoleh nilai daya serap air yang mana dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan berikut.

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

dimana :

$M_b$  = Massa sampel basah (gr)

$M_k$  = Massa sampel kering (gr)

## 3. Hasil dan Diskusi

### 3.1. Karakterisasi Karbon Aktif

Karakteristik karbon aktif pada penelitian ini dilakukan untuk mengetahui dan menganalisis karbon aktif dengan memvariasikan suhu pemanasan. Suhu

pemanasan memberikan karakteristik karbon aktif yang bereda pada karbon aktif. Pengujian dilakukan berdasarkan pada standar SNI No. 06-3730-1995 yang meliputi sifat fisik dan kimia seperti kadar abu, daya serap air, kadar air dan kadar zat mudah menguap.

**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 tempurung kelapa tidak menutupi pori dari karbon aktif tersebut. Kadar air karbon aktif tempurung kelapa yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 1.** Data Hasil Pengujian Kadar Air

No	Suhu (°C)	Kadar Air (%)	SNI No. 06-3730-1995 (%)
1	300	4,78	4,5
2	400	4,80	
3	500	4,86	
4	600	9,69	
5	700	12,15	

Tabel 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 12,15%. Kenaikan persentase kadar air yang tidak tetap disebabkan masih adanya pengaruh udara diluar lingkungan pada proses pendinginan yang dilakukan secara manual (di ruangan terbuka) sehingga uap air banyak diserap oleh karbon aktif.

Adapaun syarat mutu arang aktif tentang kadar air menurut SNI No. 06-3730-1995 yaitu 4,5%, sedangkan dari data penelitian nilai yang paling mendekati syarat mutu arang aktif yaitu pada suhu pemanasan yaitu sebesar 4,78% pada suhu 300°C.

**b. Kadar Zat Mudah Menguap**

Penentuan kadar zat mudah mnguap memiliki tujuan agar diketahuinya jumlah zat atau senyawa yang belum menguap pada proses karbonisasi dan aktivasi. Kadar zat mudah menguap karbon aktif kulit kakao yang dihasilkan dapat dilihat Tabel 2.

**Tabel 2.** Data Hasil Pengujian Kadar Zat Mudah Menguap

Tabel 2 menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu aktivasi maka kadar zat mudah menguapnya semakin besar. Besarnya kadar zat mdah menguap disebabkan adanya senyawa non karbon yang melekat pada permukaan karbon aktif yaitu atom O yang berikatan kuat dengan atom C pada permukaan karbon aktif dalam membentuk CO dan CO<sub>2</sub>. Senyawa non karbon tersebut merupakan suatu pengotor yang menutupi pori - pori dari karbon aktif, sehingga mengurangi efektifitasnya dalam menyerap kontaminan - kontaminan di dalam air atau udara. Syarat mutu arang aktif sesuai standar SNI No. 06-3730-1995 untuk kadar air adalah 15%. Hasil analisa data untuk kadar zat mudah menguap untuk karbon aktif kulit buah kakao yang paling mndekati standar SNI No.06-3730-1995 yaitu pada suhu pemanasan 700°C dengan memiliki

No	Suhu (°C)	Kadar ZMM(%)	SNI No. 06-3730-1995 (%)
1	300	16,2	15
2	400	18,12	
3	500	20,84	
4	600	32,80	
5	700	38,32	

persentase sebesar 16,2 %.

**c. Kadar Abu**

Penentuan kadar abu memiliki tujuan agar diketahui kandungan oksida logam dalam karbon aktif abu menunjukkan jumlah sisa dari akhir proses pembakaran berupa zat-zat mineral yang tidak hilang pada saat pembakaran. Kadar abu karbon aktif kulit kakao dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Data Hasil Pengujian Kadar Abu

No	Suhu (°C)	Kadar Abu (%)	SNI No. 06-3730-1995 (%)
1	300	4,8	2,5
2	400	6,03	
3	500	9,29	
4	600	12,48	
5	700	17,24	

Tabel 3 memperlihatkan bahwa semakin tinggi suhu pemanasan maka kadar abu semakin besar. Besarnya nilai

kadar abu disebabkan pada waktu pendinginan karbon aktif terjadi kontak dengan udara sehingga terjadinya proses pembakaran lebih lanjut dimana karbon aktif yang terbentuk berubah menjadi abu. Syarat mutu arang aktif sesuai standar SNI No. 06-3730-1995 untuk kadar abu adalah maksimum 2,5 %. Hasil analisa data untuk kadar abu untuk karbon aktif kulit buah kakao yang paling mendekati standar SNI No.06-3730-1995 yaitu pada suhu pemanasan 300°C dengan memiliki persentase sebesar 4,8% %.

**d. Kadar Karbon**

Karbon terikat dalam suatu arang mempunyai peranan yang cukup penting untuk menentukan kualitas karbon. Penentuan nilai kadar karbon terikat bertujuan untuk mengetahui kandungan karbon setelah terjadinya proses karbonisasi dan aktivasi. Kadar karbon dari karbon aktif kulit buah kakao diperoleh pada tabel 4

**Tabel 4.** Data Hasil Pengujian Kadar Karbon

No	Suhu (°C)	Kadar Karbon (%)	SNI No. 06-3730-1995 (%)
1	300	79	80
2	400	65,3	
3	500	87,12	
4	600	63,66	
5	700	54,44	

Tabel 4 menunjukkan penurunan kadar karbon seiring tingginya suhu pemanasan. Penurunan nilai kadar karbon sangat dipengaruhi oleh kadar zat mudah menguap dan kadar abu. Apabila semakin tinggi zat kadar abu dan zat mudah menguap pada karbon aktif maka kadar karbonnya semakin menurun. Syarat mutu arang aktif sesuai standar SNI No. 06-3730-1995 untuk kadar karbon adalah adalah 80 %. Hasil analisa data untuk kadar karbon untuk karbon aktif kulit buah kakao yang paling mendekati standar SNI No.06-3730-1995 yaitu pada suhu pemanasan 300°C

dengan memiliki persentase sebesar 79% %.

**e. Daya Serap**

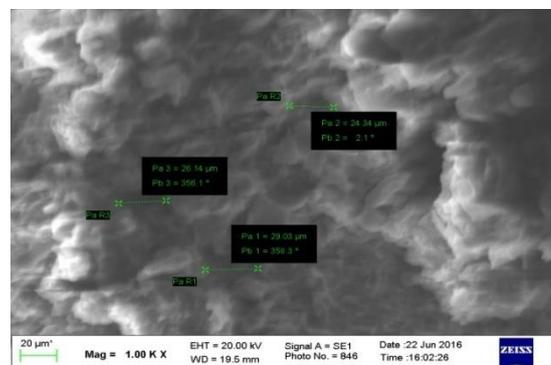
Daya serap air merupakan persentase massa air yang mampu diserap karbonaktif di dalam air. Pengujian daya serap ini telah dilakukan terhadap semua jenis variasi sampel yang ada. Pengujian daya serap ini mengacu pada ASTM C-20-00-2005. Daya serap air disajikan pada pada Tabel .5

**Tabel 5.** Data Hasil Pengujian Daya Serap

No	Suhu (°C)	Daya Serap (%)
1	300	57
2	400	51
3	500	44
4	600	37
5	700	45

Tabel 5 menunjukkan bahwa kemampuan daya serap karbon aktif dari hasil pemanasan (pemanasan) cenderung meningkat seiring dengan peningkatan suhu pemanasan. Hal ini dikarenakan teruapnya kotoran - kotoran dari permukaan karbon aktif kulit kakao pada pemanasan sehingga memperluas permukaan karbon aktif. Semakin besar luas permukaan karbon aktif kulit kakao maka semakin besar kemampuan daya serap karbon aktif kulit kakao. Dari hasil analisa kadar karbon kulit buah kakao untuk daya serap air yang tertinggi pada suhu 300°sebesar 57%.

**3.2. Mikrostruktur Karbon Aktif**



**Gambar 1.** Mikrograf SEM Permukaan Karbon Aktif Kulit Kakao

Berdasarkan gambar di atas Morfologi Karbon Aktif dengan SEM Morfologi karbon aktif yang meliputi bentuk permukaan, ukuran dan distribusi poritersebut dapat diketahui melalui SEM. Hasil karakterisasi karbon aktif menggunakan SEM dengan suhu aktivasi 300°C untuk 10.000 x perbesaran (dalam gambar 1) memiliki jumlah dan ukuran pori-pori pada permukaan karbon aktif. Struktur ini sangat penting untuk diperhatikan Karena struktur pori ini berhubungan dengan luas permukaan. Apabila semakin besar pori-pori karbon aktif maka luas permukaan yang tidak berpori semakin besar. Dengan demikian maka akan menambah kecepatan absorsi [2].

#### 4. Kesimpulan

Dari data karakteristik karbon aktif yang diperoleh maka dapat diambil kesimpulan bahwa suhu pemanasan optimum karbon aktif kulit kakao didapat pada suhu 300°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.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Masitoh, Y. F dan Sianita B, M.M., 2013, *Pemanfaatan arang aktif kulit buah kakao sebagai adsorben logam berat cd (II) dalam pelarut air*, UNESA Journal of Chemistry Vol. 2 No. 2 May 2013
- [2]. Noer, A. A., Awitdrus dan Malik, U, 2014, *Pembuatan karbon aktif dari pelepah kelapa sawit menggunakan aktivator H<sub>2</sub>O sebagai adsorben*, JOM FMIPA VOLUME 1 NO. 2 OKTOBER 2014.
- [3]. Pratiwi, Eka P., Yatim, M dan Edahwati, L, 2010. *Pemanfaatan limbah kulit buah cokelat sebagai bioethanol*, Makalah seminar nasional teknik kimia soebardjo brotohardjono.
- [4]. Pujiyanto, 2010, *Pembuatan karbon aktif sebagai adsorben media penyimpanan gas yang terkondensasi membentuk fasa teradsorpsi dan gas bebas*. Fakultas Teknik, UI
- [5]. Saputro, G. A., 2012, *Pemanfaatan arang aktif kulit kakao (theobroma cacao l) sebagai adsorben ion pb (II) dan cu (II)*, Universita Negeri Papua