

## PEMANFAATAAN LIMBAH KAKAO (*Theobroma cacao L*) SEBAGAI KARBON AKTIF DENGAN AKTIFATOR TERMAL DAN KIMIA

Agus Budianto, Romiarto, Fitrianingtyas  
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya-ITATS  
email: [budichemical@itats.ac.id](mailto:budichemical@itats.ac.id)

### ABSTRACT

*Carbon active is one of important product for industry. The functions of activated carbon are as adsorben, catalis, odor absorber and colour. In 2015, Indonesia still imports of active carbon about US\$ 17,900,000. This import increases about 10.70% in every year. In another side, active carbon materials are available in Indonesia. One of the materials is cocoa shell. This research was learning about the process of making active carbon from cacao shell. The aim of this research was to get appropriate process of making active carbon from cacao shell with certain specification especially agree with SNI No. 06-3730-1995. This research was conducted with few steps. First is carbonation process with few temperatures, such as 55°C; 600°C; 650°C and 700°C. Second is chemical activation process is done by acid phosphate 0.4 m; 0.6M ; 0.8 m and 1.0M . The last step is the thermal activation of 600 ° C. The result showed that activated carbon which using cacao shell waste with concentration  $H_3PO_4$  0.8 in the carbonization temperature of 700°C was getting the maximum iodine number is 1194.38 , the water content of 0.730 % and specific surface area about 210.919 m<sup>2</sup>/ g*

**Keywords:** Numbers iodine, surface area, Activated Carbon, Cocoa Leather

### ABSTRAK

Karbon aktif merupakan salah satu produk yang penting bagi Industri. Karbon aktif berfungsi sebagai adsorben, katalis, penyerap bau dan warna. Tahun 2015 Indonesia masih melakukan impor karbon aktif senilai hampir US\$ 17.900.000. Impor ini mengalami kenaikan 10,70% tiap tahun. Pada sisi lain bahan baku karbon aktif tersedia melimpah di Indonesia salah satunya adalah kulit kakao. Penelitian ini mempelajari proses pembuatan karbon aktif dari kulit Kakao. Tujuan penelitian adalah untuk mendapatkan proses pembuatan karbon aktif yang tepat dengan spesifikasi tertentu terutama sesuai SNI No. 06-3730-1995. Penelitian ini dilakukan dengan langkah: proses karbonisasi pada temperatur 550°C; 600°C; 650°C dan 700°C. Proses aktivasi kimia dilakukan dengan Asam fosfat 0,4M; 0,6M; 0,8M dan 1,0M. Langkah akhir adalah aktivasi thermal 600°C. Hasil penelitian menunjukkan bahwa karbon aktif pemanfaatan limbah kulit Kakao dengan konsentrasi  $H_3PO_4$  0,8M pada suhu karbonisasi 700 °C mendapatkan hasil bilangan iod maksimal yaitu 1.194,38, kadar air 0,730 % dan luas permukaan spesifik 210,919 m<sup>2</sup>/g.

**Kata Kunci:** Bilangan iod, Luas permukaan, Karbon aktif, Kulit Kakao

### PENDAHULUAN

Tanaman kakao merupakan salah satu tumbuhan produktif yang penting di Indonesia. Tanaman ini menghasilkan buah kakao. Buah kakao merupakan bahan baku industri coklat. Kulit buah kakao merupakan limbah sekitar 75% dari total buah kakao [1]. Industri coklat dapat menghasilkan limbah kulit yang banyak sehingga memerlukan pemanfaatan limbah yang tepat. Limbah kulit kakao dapat dimanfaatkan menjadi produk yang berkualitas. Selama ini sebenarnya telah ada pemanfaatan kulit kakao. Kulit kakao telah digunakan sebagai pakan ternak, bahan pupuk dan bahan bakar, namun demikian pemanfaatannya masih sedikit. Cara lain pemanfaatan kulit kakao adalah dengan membuat karbon aktif. Hal ini didukung dengan data bahwa kandungan selulosa kulit kakao 23-54%. Kulit buah kakao mempunyai kandungan senyawa organik seperti protein kasar 5,69-9,69 %; dan serat kasar 33,19-39,45 % [2].

Pemanfaatan kulit kakao telah dilakukan beberapa peneliti untuk membuat karbon aktif. Yana dan Masitoh, meneliti pembuatan karbon aktif dari kulit kakao. Penelitian dilakukan dengan proses karbonisasi pada suhu 500°C, aktivasi dengan larutan  $ZnCl_2$  dan suhu pemanasan 600°C. Karbon aktif yang dihasilkan memiliki bilangan iodin maksimal 816,583% [3]. Beberapa peneliti menunjukkan bahwa penggunaan aktifator asam fosfat memberikan hasil yang baik. Penelitian ini mencoba memperbaiki kualitas bilangan iodin karbon aktif dari kulit kakao dengan modifikasi

proses penelitian. Perbaikan proses menggunakan aktifator asam fosfat dengan berbagai konsentrasi dan berbagai temperature proses.

## TINJAUAN PUSTAKA

Karbon aktif merupakan bahan yang mengandung karbon dan merupakan padatan berpori. Bahan ini merupakan hasil pemanasan bahan mengandung karbon pada suhu tinggi tetapi tidak teroksidasi [4]. Karbon aktif memiliki kemampuan sebagai zat penyerap atau adsorben dengan adanya pori dan luas permukaan sebagai tempat menangkap partikel. Karbon aktif dibuat dari berbagai bahan mengandung karbon dengan proses pirolisis. Cangkang kelapa sawit dapat diolah menjadi karbon aktif. Proses pirolisa dilakukan pada temperature 400 °C dengan activator asam sulfat [5]. Tempurung kelapa telah dibuat menjadi karbon aktif oleh Pambayun dkk. Aktifasi kimia dilakukan menggunakan  $ZnCl_2$  dan  $Na_2CO_3$  serta aktifasi fisika pada 700 °C.

Suhendra dkk melakukan penelitian pembuatan karbon aktif. Aktifasi arang aktif menggunakan asam sulfat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rasio *activator* : prekursor 1,25; suhu optimum aktivasi adalah 300°C; dan waktu aktivasi 1 jam. Aplikasi arang aktif menghasilkan kondisi optimum sebagai berikut : PH optimum penyerapan 5; waktu kontak optimum 3 jam; dan kapasitas serapan maksimum 25,1 mg/g [6]. Ramdja dkk juga meneliti pembuatan karbon aktif dari Pelapah Kelapa. Kondisi operasi terbaik dan efektif pembuatan karbon aktif dari pelapah kelapabadalah pada temperatur karbonisasi 500°C, dengan menggunakan aktifator HCl 0,3M dan lama aktivasi 24 jam. Karbon aktif memiliki Rendemen arang 9,7%; Zat volatil pada 950°C sebesar 18,89%; kadar air 5,31%; kadar abu 7,78%; kadar fixed karbon 73,33%; daya serap terhadap iodium 832,5296 mg/g; daya serap terhadap metilen blue 464,1949 mg/g; dan luas permukaan 199,2601 m<sup>2</sup>/gr [7].

Sani dkk meneliti pembuatan karbon aktif dari gambut. Waktu aktivasi pembuatan karbon aktif dari tanah gambut mempengaruhi nilai kadar air maupun kadar abu pada hasil karbon aktif, semakin lama waktu aktivasi semakin kecil nilai kadar air maupun kadar abunya. Konsentrasi larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> yang ditambahkan mempengaruhi hasil penyerapan karbon aktif terhadap iodin. Daya serap karbon aktif terhadap iodin (I<sub>2</sub>) yaitu diperoleh nilai 21,88% pada konsentrasi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 20% dan waktu aktivasi 2,5 jam. Untuk proses pembuatan karbon aktif dengan metode aktivasi secara fisika didapatkan nilai daya serap terhadap iodin (I<sub>2</sub>) sebesar 21,88%, sedangkan pada proses aktivasi secara kimia sebesar 23,86%. Kualitas karbon aktif sebagai produk industri harus sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI). Persyaratan sesuai SNI No. 06-3730-1995 tercantum pada Table 1.

Tabel 1. Persyaratan Arang Aktif Standar Nasional Indonesia No.06-3730-1995

Jenis Persyaratan		Parameter
Kadar Air		Maksimum 15%
Kadar Abu		Maksimum 10%
Kadar Zat Menguap		Maksimum 25%
Kadar Karbon Terikat		Minimum 65%
Daya Serap Terhadap	Yodium	Minimum 750 mg/g
Daya Serap Terhadap	Benzena	Minimum 25%

*Sumber : BSN*

## METODE

Kulit buah kakao (*Theobroma cacao L*), dikumpulkan dan dicuci dengan air, lalu dikeringkan dibawah sinar matahari selama satu minggu. Kulit buah kakao yang telah dikeringkan diambil secara acak dan dimasukkan kedalam wadah besar dan dipotong hingga ukurannya

menjadi lebih kecil. Selanjutnya Sampel dikarbonisasi menggunakan *furnace*, proses karbonisasi dengan variabel suhu 550°C; 600°C; 650°C; 700°C selama 2 jam. Arang yang terbentuk digiling sampai halus kemudian diayak menggunakan ayakan 40 mesh, setelah itu diambil 10 gram untuk masing-masing perlakuan. Selanjutnya 10 gram arang direndam dalam larutan dengan variasi konsentrasi bahan pengaktif asam fosfat yang digunakan 0,4 M; 0,6 M; 0,8 M; 1,0 M selama 8 jam pada suhu kamar. Setelah sampel selesai direndam kemudian disaring menggunakan kertas whatman. Sampel yang telah dihasilkan dicuci menggunakan natrium hidroksida dan aquades sampai netral. Selanjutnya Karbon diaktivasi thermal pada suhu 600°C selama 2 jam. Hasil berupa karbon aktif di uji kadar air, bilangan iodin dan pengujian.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Perubahan kadar air kakao dan diambil kulitnya serta pengeringan dapat dilihat pada table 2. Kadar air kulit Kakao segar adalah 70,063 persen, sedangkan kadar air pada kulit kakao kering adalah 12,684%. Seperti terlihat pada Table 2.

Tabel 2. Data kadar air kulit buah kakao sebelum proses karbonisasi

No	Sampel	Kadar Air (%)
1	Kulit kakao segar basah	70,063
2	Kulit kakao kering setelah di keringkan	12,684

Proses karbonisasi menyebabkan terjadinya dekomposisi material organik kulit Kakao dan melepaskan zat yang mudah menguap. Sebagian besar unsur non karbon akan terlepas ke udara. Ruang yang ditinggalkan oleh unsur-unsur non karbon ini membentuk pori, hanya saja volume pori dan luas permukaan yang terbentuk biasanya masih kecil dibawah standard karbon aktif. Akibat terlepasnya unsur yang volatile, maka karbon yang dihasilkan mengalami penyusutan. Besarnya persentase penyusutan proses karbonisasi dapat dilihat pada Table 3. Prosentasi penyusutan massa kulit Kakao menjadi karbon berkisar antara 61,78 – 67, 24 %.

Tabel 3. Data massa awal, massa akhir dan % penyusutan dalam proses karbonisasi kulit Kakao

Temperatur Karbonisasi (°C)	Massa Awal (gram)	Massa Akhir (gram)	Massa yang Hilang (gram)	Penyusutan (%)
550	155,30	51,77	103,53	66,66
600	158,93	52,07	106,86	67,24
650	159,21	53,35	105,86	66,49
700	168,25	64,30	103,95	61,78

Hasil pengamatan fisik karbon dari kulit kakao pada berbagai temperature dapat dilihat pada Gambar 1.

Berikut ini merupakan data hasil kadar air kulit kakao setelah melalui proses karbonisasi dan aktivasi. Pada aktifasi karbon menjadi katbon aktif dengan aktifasi fisika pada temperature 550 °C dan berbagai konsentrasi akifator diperoleh kadar air berkisar 2,121% -3,148%. Sedangkan penggunaan temperature 600,650 dan 700 menunjukkan hasil karbon aktif dengan kadar air 0,730% - 2,643%. Hal ini menunjukkan bahwa kadar air karbon aktif telah sesuai dengan Nasional Indonesia (SNI) 06-3730-1995 dengan nilai maksimal 15%. Hasil pengukuran kadar air yang diperoleh berkisar antara 0,73%-3,15% untuk standar SNI – 06-3730-1995 yaitu kurang dari 15%, Maka hasil kadar air dari penelitian kami sesuai standart SNI. Kadar air terendah terdapat pada karbon aktif yang diaktivasi dengan H3PO4 0,8 M dengan suhu 700 °C yaitu sebesar 0,730%. Rendahnya

kadar air karena permukaan arang aktif lebih sedikit mengandung gugus fungsi yang bersifat polar sehingga interaksi antara uap air yang bersifat polar juga sedikit (Pari et al. 2008 dalam Fauziah 2009). Rendahnya kadar air juga menunjukkan bahwa zat menguap dan senyawa lainnya di dalam arang aktif kulit kakao lebih mudah lepas, sehingga luas permukaan karbon aktif semakin besar dan pori-pori arang semakin banyak. Untuk itu karbon aktif dari kulit buah kakao yang diaktivasi dengan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 0,8 M dengan suhu karbonisasi 700 °C lebih baik digunakan sebagai adsorben dibanding karbon lainnya.



Gambar 1. Bentuk fisik hasil proses karbonisasi kulit Kakao (a) Suhu 550°C (b) Suhu 600°C (c) Suhu 650°C (d) Suhu 700°C

Tabel 3. Data kadar air karbon aktif yang diaktivasi pada berbagai temperatur dan konsentrasi activator

Temperatur (°C)	Konsentrasi Asam Fosfat (M)	Kadar Air %	Temperatur (°C)	Konsentrasi Asam Fosfat (M)	Kadar Air %
550	0,4	2,753	650	0,4	2,643
	0,6	3,148		0,6	1,060
	0,8	2,121		0,8	1,992
	1	2,811		1	1,257
600	0,4	2,125	700	0,4	2,386
	0,6	1,953		0,6	1,195
	0,8	1,430		0,8	0,730
	1	1,262		1	1,637

Analisa bilangan iodin merupakan salah satu syarat untuk mengetahui daya serap iodin oleh karbon aktif. Sesuai persyaratan arang aktif Standar Nasional Indonesia (SNI) 06-3730-1995 bahwa nilai minimal bilangan iodin adalah 750 mg/g. Daya serapan iodin ini dipengaruhi oleh proses analisa yang dilakukan dari awal, terutama saat proses titrasi yang menggunakan larutan iodin. Larutan iodin sangat sensitif terhadap cahaya, sehingga harus diletakkan di wadah gelap ataupun digunakan dalam ruangan yang gelap pula.

Berikut ini merupakan data hasil pengujian bilangan iodin dapat dilihat pada Tabel 5. sebagai berikut :

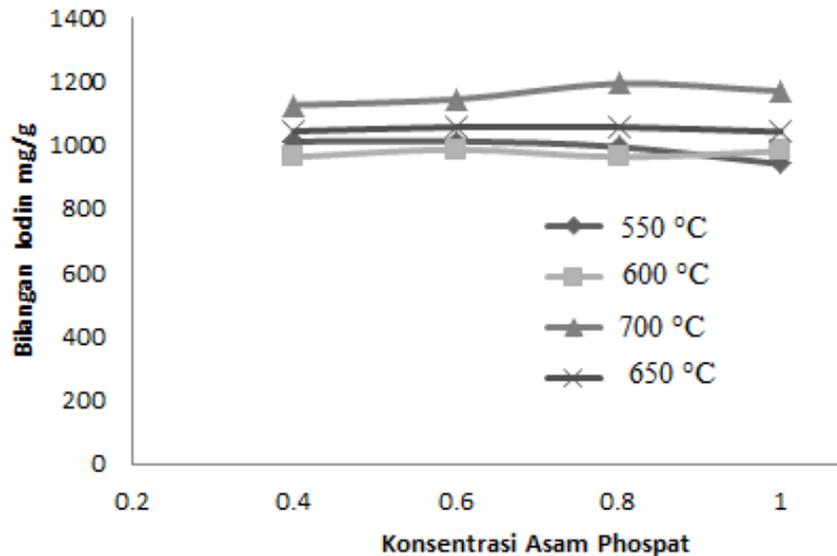
Tabel 5 Data hasil pengujian bilangan iodin karbon aktif dari kulit kakao

Temperatur (°C)	Konsentrasi Aktivasi Asam Fosfat (M)	Daya Serap Iodin (mg/g)	Temperatur (°C)	Konsentrasi Aktivasi Asam Fosfat (M)	Daya Serap Iodin (mg/g)
550	0,4	1.013,17	650	0,4	1.045,15

	0,6	1.014,69		0,6	1.058,85
	0,8	996,42		0,8	1.058,85
	1	942,12		1	1.043,63
600	0,4	964,44	700	0,4	1.127,38
	0,6	987,28		0,6	1.145,65
	0,8	964,44		0,8	1.194,38
	1	982,71		1	1.171,54

Berdasarkan Gambar 2. nilai bilangan iodin untuk semua sampel berkisar antara 942,12-1.194,38 mg/g. Nilai bilangan iodin merupakan parameter penting dalam kemampuan karbon aktif dalam menyerap Iodium. Semakin tinggi temperature aktivasi meningkatkan nilai bilangan iodinnya karbon aktif. dan semakin tinggi konsentrasi aktivasi semakin tinggi pula nilai bilangan iodinnya. Nilai yang paling tinggi adalah sampel karbonisasi suhu 700°C dan konsentrasi aktivasi H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 0,8 M sebesar 1.194,38 mg/g.

Sehingga dapat disajikan grafik hubungan antara suhu dan kadar aktivasi dengan bilangan iodin dapat di lihat pada gambar 2. sebagai berikut :



Gambar 2. Hubungan antara konsentrasi asam fosfat terhadap bilangan iodin pada berbagai temperatur aktivasi

Gambar 2. menunjukkan bahwa arang hasil karbonisasi mengalami kenaikan nilai daya serap iodin seiring dengan naiknya konsentrasi asam fosfat, dimana nilai bilangan iodin yang dihasilkan berada pada nilai 942,12 hingga 1.194,38 mg/g. Nilai daya serap iodin tertinggi terlihat pada aktivasi 0,8 M suhu karbonisasi 700°C. Sehingga dari keseluruhan data dapat disimpulkan bahwa karbon aktif dari kulit buah kakao dengan aktivasi asam fosfat memiliki daya serap yang cukup baik. Maka hasil ini telah memenuhi standar SNI dimana minimal bilangan iodin yang dihasilkan sebesar 750 mg/g.

#### Pengujian BET (*Brenauer-Emmet-Teller*)

Salah satu karakteristik karbon aktif berkualitas adalah memiliki luas permukaan yang tinggi. Semakin besar luas permukaan karbon aktif, semakin besar pula daya adsorpsinya. Luas permukaan suatu adsorben dapat diketahui dengan alat pengukur luas permukaan yang menggunakan prinsip metode BET.

Sampel terbaik yang diujikan BET adalah *sample* yang memiliki nilai bilangan iodin tertinggi, yaitu sample karbonisasi suhu 700°C dengan konsentrasi aktivasi 0,8 M. Berdasarkan

pengujian, nilai BET yang dihasilkan dari karbon aktif kulit kakao sebesar 210,919 m<sup>2</sup>/g. Nilai ini termasuk cukup untuk jenis karbon aktif, dimana menurut Rouquerrol (1998) dalam Anugerah dan Iriany (2015), untuk menjadi adsorben yang efektif, karbon aktif harus memiliki luas permukaan minimal 5 m<sup>2</sup>/g. Namun menurut (Yang, 2003) dalam Anugerah dan Iriany (2015), untuk menjadi karbon aktif komersial, luas permukaannya adalah 300 - 4000 m<sup>2</sup>/g.

## KESIMPULAN

Proses karbonisasi kulit kakao menghasilkan karbon dengan penyusutan 61,78 – 67, 24 %. Kadar air karbon aktif hasil aktivasi karbon dari kulit kakao berkisar 0,730% - 3,148%. Nilai bilangan iodin karbon aktif dari kulit Kakao berkisar antara 942,12 -1.194,38 mg/g. Kondisi operasi untuk hasil terbaik dengan bilangan iodin 1.194,38 mg/g adalah pada temperatur karbonisasi 700°C selama 2 jam dan aktivasi kimia pada konsentrasi H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 0,8 M. Luas permukaan spesifik karbon aktif menggunakan metode BET adalah 210,919 m<sup>2</sup>/g. Karbon aktif yang terbuat dari kulit buah kakao dapat sudah memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) No.06-3730-1995.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih disampaikan kepada Bapak Abas Sato sebagai Ketua Jurusan Teknik Kimia ITATS, Ibu Erlinda, Ibu Dian, Ibu Sofi, Ibu Yustia Wulandari dan semua pihak yang membantu hingga selesainya penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Darwis AA, Sukara E, Tun tedja, Purnawati R. 1998. Biokonservasi limbah Lignoselulosa oleh *trichoderma viride* dan *aspergillus niger*. Bogor: Laboratorium Bio-Industri.,PAU Bioteknologi IPB
- [2]. Misran, Erni. 2009. Pemanfaatan Kulit Coklat dan Kulit Kopi Sebagai Adsorben Ion Pb Dalam Larutan. *Jurnal SIGMA* Vol. 12 No 1 : 1-7
- [3]. Masitoh, Yana Fuad dan Maria Monica Sianata B. 2013. Pemanfaatan Arang Aktif Kulit Buah Coklat (*Theobroma Cocoa L*) Sebagai Adsorben Logam Berat Cd(II) dalam Pelarut Air. Surabaya, Department Of Chemistry, UNESA
- [4]. Kundari, N A; Slamet Wiyuniati, 2008, Tinjauan Kesetimbangan Adsorpsi Tembaga dalam Limbah Pencuci PCB dengan Zeolit, Seminar Nasional IV SDM Teknologi Nuklir, hal 320-327.
- [5]. Erika Mulyana Gultom, M. Turmuzi Lubis, 2014, Aplikasi Karbon Aktif Dari Cangkang Kelapa Sawit Dengan Aktivator H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> Untuk Penyerapan Logam Berat Cd DAN Pb, *Jurnal Teknik Kimia USU*, Vol. 3, No. 1.
- [6]. Suhendra, Dedy dan Erin Ryantin Gunawan. 2010. Pembuatan Arang Aktif dari Batang Jagung Menggunakan Aktivator Asam Sulfat dan Penggunaannya pada Penjerapan Ion Tembaga Cd(II). Mataram : Program Studi Kimia, FMIPA, Universitas Mataram
- [7]. Ramdja, A.Fuadi, 2008, Pembuatan Karbon Aktif dari Pelapah Kelapa. Sumatera Selatan: Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
- [8]. Sani, 2011. Pembuatan Karbon Aktif dari Tanah Gambut. Surabaya : Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri UPN "Veteran"