

Pengujian Aproksimat Karbon Pelepah Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis Jacq*) Kabupaten Padang Pariaman

M.Sadiq Farras¹, Ananda Putra²

Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang

Jln Prof. Dr. Hamka Air Tawar, Padang, Indonesia

anandap@fmipa.unp.ac.id

Abstract — Oil palm fronds are waste from oil palm plants that have no economic value and are even left as waste after being cut down. The main components of the palm fronds themselves are lignin, cellulose and hemicellulose. This makes palm fronds can be used as a carbon source. This time the carbon approximation test was carried out based on the SNI No. 06-3720-1995 in order to determine the quality of carbon. With a carbonization temperature of 370 and a variation of carbonization time for 45, 60, 75 and 90 minutes, the optimum time of carbonization was obtained for 75 minutes due to the high bound carbon content compared to other time variations.

Keywords — palm fronds, carbon, approximate test

I. PENDAHULUAN

Karbon dapat dihasilkan dari beragam sumber. Seperti dari limbah pertanian berupa sekam padi, kemiri, almond serta tempurung kelapa [1]. Penggunaan hasil samping atau limbah pertanian juga sudah terbukti dapat menjadi alternatif yang berkelanjutan, ekonomis serta ramah lingkungan [2]. Keuntungan lainnya menggunakan sumber karbon dari limbah pertanian yaitu ketersediaan bahan dalam begitu melimpah, biaya yang minim serta terbarukan [3]

Pelepah kelapa sawit merupakan limbah dari tanaman kelapa sawit yang tidak mempunyai nilai ekonomis bahkan dibiarkan menjadi sampah setelah ditebang. Oleh karena itu, diperlukan penanganan yang tepat untuk mengelola pelepah kelapa sawit agar lebih berguna dilingkungan dan dapat memiliki nilai ekonomis nantinya. Pengolahan pelepah kelapa sawit menjadi karbon aktif merupakan salah satu bentuk penanganan limbah tersebut [4].

Pada pelepah sawit terdapat tiga bagian antara lain daun (*leaflets*), pangkal batang (*petiole*) dan bagian tempat muncul daun (*rachis*). Pada satu batang kelapa sawit menghasilkan sekitar 18-24 pelepah dari umur 4 tahun disetiap tahunnya. Pelepah tersebut tumbuh selama 30 bulan. Dan memiliki panjang batang 7m - 8m, dengan pangkal pelepah 1.5 m dan daunnya sekitar 5.5m - 6.5 m [1]. Komposisi utama dari pelepah sawit berupa selulosa (33,7%), hemiselulosa (35,9%) dan lignin (17,4%) [4] Kandungan tersebut dikelompokkan dan disebut dengan lignoselulosa. Dengan adanya kandungan tersebut dapat menjadikan pelepah kelapa sawit sebagai karbon melalui proses pembakaran dikarenakan 60 % dari lignin memiliki kandungan karbon[5].

Karbonisasi merupakan tahapan perubahan pelepah kelapa sawit menjadi karbon. Menurut Lubis karbonisasi adalah tidak

sempurnanya pembakaran dari bahan organik dengan jumlah keterlibatan oksigen yang minim sehingga menghasilkan karbon. Proses ini menyebabkan senyawa organik seperti selulosa, hemiselulosa dan lignin terurai [6].

Karbonisasi bertujuan agar kandungan karbon lebih banyak dengan menghilangkan unsur non-karbon lainnya. Suhu karbonisasi juga dapat mempengaruhi kualitas karbon. Suhu karbonisasi tinggi dapat mengakibatkan peningkatan laju pelepasan cairan dan gas serta penurunan hasil karbon. Suhu tinggi akan meningkatkan kandungan karbon dan kadar abu dan mengurangi bahan yang mudah menguap [7]. Temperature tinggi sangat penting dalam karbonisasi, namun temperature yang terlalu tinggi juga akan mengakibatkan adanya kandungan abu pada karbon, sehingga dalam hal ini perlu dilakukannya pembatasan temperature. Terdapatnya abu pada saat karbonisasi akan mengakibatkan tersumbatnya pori – pori karbon sehingga luas permukaan menurun.

Proses uji dan hasil yang didapat pada penelitian kali ini akan dibandingkan dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) dalam tabel berikut [8]:

TABEL 1.
PERSYARATAN MUTU ARANG AKTIF MENURUT SNI NO. 063720-1995 (LIPI, 2000)

	Jenis Uji Kadar				Daya Serap Iod
	Air	Abu	Uap	Terikat	
Butiran	<4,5%	<2,5%	<15%	>80%	>750 mg/g
Serbuk	<15%	<10%	<25%	>65%	>750 mg/g

Terdapat beberapa hal yang mempengaruhi kadar air dari karbon seperti jumlah air di udara, lama proses pendinginan, penggilingan dan pengayakan [9]. Berdasarkan teori jika waktu aktivasi semakin lama maka kadar air yang dihasilkan semakin sedikit [10].

Kadar zat mudah merupakan terdekomposisinya zat - zat penyusun arang akibat proses pemanasan selama pengarangan. Hal ini bertujuan guna mengukur seberapa banyak senyawa yang belum menguap saat karbonisasi. Lama waktu karbonisasi dengan kadar menguap pada umumnya berbanding terbalik dimana semakin lama waktu karbonisasi maka semakin banyak zat mudah menguap yang terbuang, sehingga akan dihasilkan kadar zat mudah menguap yang semakin rendah [11].

Karbon terikat merupakan jumlah karbon murni yang terikat dalam arang. Analisis karbon terikat murni bertujuan untuk mengetahui jumlah karbon yang tersisa setelah proses karbonisasi dan saat aktivasi berlangsung. Kadar karbon terikat dipengaruhi oleh kadar zat mudah menguap dan kadar abu. Selain itu kadar karbon terikat juga dipengaruhi oleh kandungan dari bahan baku seperti selulosa dan lignin [11].

Penyerapan karbon aktif ke yodium terkait dengan luas permukaan. Semakin besar bilangan iod, semakin besar kemampuan karbon aktif untuk mengadsorpsi adsorbat. Daya adsorpsi dapat ditunjukkan dengan banyaknya bilangan iod, yaitu suatu bilangan yang menunjukkan seberapa besar adsorben dapat mengadsorpsi iodium [12].

Pada penelitian ini limbah pelepah kelapa sawit akan dimanfaatkan sebagai sumber karbon yang akan di uji kualitasnya

II. METODE PENELITIAN

A. Alat

Dalam melakukan percobaan ini dibutuhkan alat berupa spatula, botol semprot, cawan porselen, pipet tetes, batang pengaduk, lumpang dan alu, gelas beaker, gelas ukur, furnace, neraca analitik, instrmen XRD dan XRF.

B. Bahan

Pelepah kelapa sawit (*Elaeis guineensis Jacq*) kabupaten Padang Pariaman dan aluminium foil

C. Karbonisasi dan Aktivasi Pelepah Kelapa Sawit

Karbonisasi atau pembakaran pada pelepah kelapa sawit dilakukan pada suhu 370 °C dengan variasi waktu 45, 60, 75 dan 90 menit. Sampel dimasukkan ke dalam cawan penguap yang dibungkus dengan *aluminium foil* setelah karbonisasi dinginkan di desikator [13].

Setelah itu pengujian untuk karakterisasi karbon dilakukan sesuai dengan SNI No. 06-3720-1995. Berikut merupakan metode pengujian karbon:

1. Kadar Air

Karbon aktif ditimbang seberat 1 gram dan dimasukkan ke dalam cawan penguap kering dan berat diketahui, kemudian dipanaskan dalam oven selama 1 jam disuhu 105 °C, lalu dikeluarkan dan dimasukkan kedalam desikator

supaya dingin setelah itu ditimbang. Untuk menentukan kadar air digunakan persamaan berikut:

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

Keterangan:

a = massa awal karbon aktif (gram)

b = massa karbon aktif setelah oven (gram)

2. Kadar Abu

Masukkan karbon aktif seberat 1 gram kedalam kurs porselen yang kering dan beratnya diketahui, lalu bakar di dalam *furnace* hingga menjadi abu secara bertahap. Perbesar suhu sampai 900 °C (2 jam). Apabila keseluruhan karbon telah menjadi abu, kemudian masukkan ke desikator supaya dingin lalu ditimbang. Berikut persamaan mencari kadar abu:

$$\text{Kadar abu} = \frac{\text{berat abu}}{\text{berat sampel}} \times 100\%$$

3. Kadar Uap

Karbon aktif dipanaskan dalam *furnace* dari suhu ruang sampai suhu 380°C. Setelah mencapai suhu yang ditentukan tunggu hingga dingin tanpa terkontaminasi udara luar. Kemudian dinginkan didalam desikator lalu ditimbang beratnya. Persamaan dalam mencari kadar uap:

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

Keterangan:

a = massa awal karbon aktif (gram)

b = massa karbon aktif setelah *furnace* (gram)

4. Kadar Karbon Terikat

Untuk mendapatkan kadar karbon terikat diperoleh dari hasil pengurangan dengan bagian karbon yang hilang pada pemanasan kadar abu dan kadar uap. Berikut persamaannya:

$$\text{Karbon terikat} = 100\% - (A + B)$$

Keterangan:

A = kadar abu (%)

B = kadar uap (%)

5. Daya Serap Iod

Sampel dimasukkan ke dalam erlenmeyer sebanyak 0,25 gram dan di tutup, lalu tambahkan larutan iod 0,1 N sebanyak 25 ml, kemudian di kocok pada keadaan temperature ruang selama 15 menit. Setelah itu larutan disaring, kemudian filtrat hasil saring dipipet 10 ml dan titrasi dengan natrium tiosulfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) 0,1 N. Apabila larutan menjadi berwarna kuning lalu tambahkan larutan kanji 1% yang berfungsi sebagai indikator. Kemudian titrasi lagi larutan sampai warna biru pada larutan hilang.

$$\text{Daya serap iod mg/g} = \frac{(10 - \frac{V \times N}{0.1}) \times 12,69 \times \text{FP}}{w}$$

Keterangan:

V = volume $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ yang digunakan (ml)

N = normalitas $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (ml)
 W = massa karbon (gram)
 FP = faktor pengenceran
 12.69 = jumlah iod sesuai dengan 1 ml larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 N

D. Karakterisasi

Karbon dikarakterisasi dengan XRD guna untuk mengidentifikasi hasil yang didapat dalam bentuk amorf dan XRF untuk menganalisis kandungan kimia pada sampel.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karbonisasi, Aktivasi dan Uji Aproksimat



Gambar 1. Grafik karakterisasi karbon variasi waktu pembakaran

Pada grafik diatas dapat dilihat bahwa pada semua variasi waktu memenuhi SNI, tetapi nilai kadar karbon terikat tertinggi pada waktu pembakaran 75 menit dan suhu 370 °C.

Kadar air yang didapatkan pada penelitian kali ini berkisar antara 0,25 – 1,24% yang mana data tersebut tidak melebihi batas karbon yang ditetapkan yaitu 15%. Hal yang mempengaruhi kadar air pada karbon antara lain lama proses pendinginan setelah karbonisasi, jumlah air yang ada di udara, penggilingan dan pengayakan karbon [9]

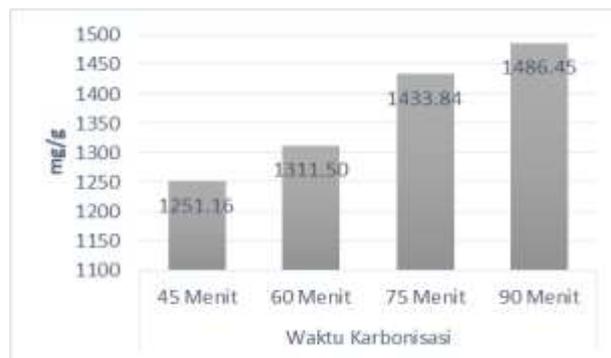
Kemudian nilai kadar abu yang didapatkan pada rentang 3,83 – 6,02% yang mana batas maksimal 10%. Kadar abu juga dapat mempengaruhi karbon yang mana apabila kadar abu tinggi dapat menyumbat pori-pori karbon.

Nilai kadar uap di rentang 11,35 – 16,96% sesuai dengan batas yang ditetapkan yaitu maksimal 25%. Uji uap bertujuan untuk mengetahui banyaknya zat belum terdekomposisi pada saat pembakaran [11].

Kadar karbon terikat di rentang 79,21 - 83,29% dengan batas minimalnya 65%. Uji ini bertujuan untuk menentukan berapa besar karbon murni yang terkandung pada saat pembakaran. Yang mempengaruhi nilai kadar karbon terikat adalah nilai dari kadar uap dan kadar abu. Selain itu kandungan seperti lignin dan selulosa juga mempengaruhi kadar karbon terikat [11]

Data diatas membuktikan bahwa karbonisasi pada waktu 75 menit dan suhu 370 °C memenuhi SNI, hal tersebut dikarenakan pada waktu 75 menit memiliki kadar karbon terikat yang tinggi dibandingkan waktu yang lainnya.

Nilai iodin yang terserap oleh karbon berhubungan dengan luas permukaan. Kemampuan mengadsorpsi dapat diketahui dengan banyaknya bilangan iod yang terserap oleh adsorben. Berikut adalah hasil dari daya serap iod:



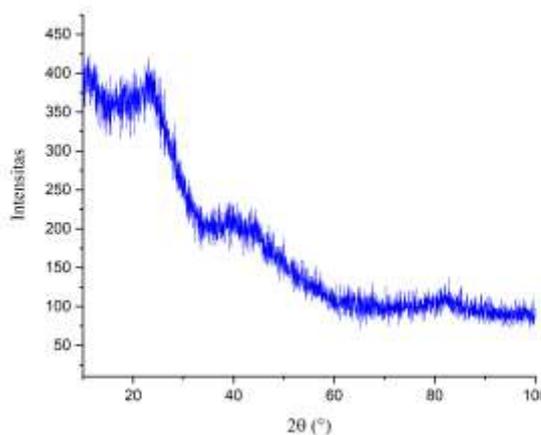
Gambar 2. Data daya serap iod karbon

Pada grafik diatas dapat diketahui bahwa diwaktu 90 menit menghasilkan daya serap iod tertinggi yaitu 1486,45 mg/g. Daya serap iod berbanding lurus dengan lama waktu karbonisasi. Hal tersebut dikarenakan semakin lama waktu karbonisasi zat pengotor pada sampel menguap [14].

Hasil uji kualitas dan karakterisasi karbon menunjukkan bahwa pada waktu pengarangan 75 menit adalah hasil optimum. Hal ini didasarkan pada kadar karbon terikat yang tinggi.

B. Karakterisasi XRD

Karakterisasi menggunakan instrumen XRD bertujuan untuk menentukan struktur karbon. Dari gambar 3 terlihat bahwa pola difraksi karbon yang terbentuk menunjukkan struktur karbon yang mengindikasikan amorf cenderung dengan puncak difraksi melemah dan lebar pada $2\theta=20-40$, tumpul dan tidak luas seperti pola difraksi kristalin serta puncak sedikit mengecil pada $2\theta=80$ yang menunjukkan karbon grafit. Semakin teratur suatu bahan, maka semakin meningkat kristalinitasnya. Karbon tanpa aktivasi hanya memiliki kristalinitas 2,47% [15]



Gambar 3. XRD Karbon Optimum

C. Karakterisasi XRF

Analisa menggunakan XRF bertujuan untuk mengidentifikasi senyawa-senyawa kimia yang terdapat pada karbon. Tabel berikut merupakan hasil dari analisa XRF:

TABEL 2.
KOMPOSISI KIMIA KARBON

Komposisi	Konsentrasi (%)
SiO ₂	10.591
P ₂ O ₅	9.189
K ₂ O	25.744
CaO	51.455
TiO ₂	0.066
V ₂ O ₅	0.011
MnO	0.665
Fe ₂ O ₃	0.326
CuO	0.106
ZnO	0.09
Rb ₂ O	0.284
SrO	0.046
Y ₂ O ₃	0.001
Ag ₂ O	1.345
Eu ₂ O ₃	0
Cl	0.07
Re	0.011

Terdapat beberapa senyawa dominan seperti CaO dan K₂O, hal tersebut terjadi dikarenakan bahan dasar pembuatan karbon berupa bahan organik yaitu pelepah kelapa sawit [16]. Hal tersebut menunjukkan bahwa karbon yang dihasilkan dengan suhu 370 °C dengan lama karbonisasi 75 menit cukup baik karena tidak terdapat banyak senyawa yang dominan [17].

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian dapat disimpulkan bahwa karbonisasi pelepah kelapa sawit pada suhu 370 °C waktu 75 menit merupakan temperatur dan waktu yang tepat dalam pembuatan karbon pelepah kelapa sawit. Dikarenakan kadar air yang didapatkan 0,41%, kadar abu 4,98%, kadar uap 11,73% dan kadar karbon terikat 83,29% serta nilai daya serap iod 1433,84 mg/g.

UCAPAN TERIMA KASIH

Atas kelancaran riset ini, penulis sampaikan terimakasih kepada bapak Ananda Putra S.Si, M.Si, Ph.D selaku dosen pembimbing yang telah memberi kesempatan kepada penulis dalam melakukan riset ini. Dan penulis juga menyampaikan terimakasih kepada Bapak/Ibu tenaga akademik maupun non akademik Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang kemudian kepada kemudian kepada semua pihak yang telah berpartisipasi dalam menyelesaikan riset kali ini.

REFERENSI

[1] R. Bulan, T. Mandang, W. Hermawan, and Desrial, "Perancangan mesin pencacah dan pengempa pelepah kelapa sawit," *J. Ilm.*

Rekayasa Pertan. dan Biosist., vol. 5, no. 2, pp. 422–428, 2017.

[2] A. R. Tobi and J. O. Dennis, "Activated carbon from composite of palm bio-waste as electrode material for solid-state electric double layer capacitor," *J. Energy Storage*, vol. 42, no. 2001, p. 103087, 2021, doi: 10.1016/j.est.2021.103087.

[3] N. O. Ogbodo *et al.*, "Preparation and Characterization of activated carbon from agricultural waste (Musa-paradisiaca peels) for the remediation of crude oil contaminated water," *J. Hazard. Mater. Adv.*, p. 100010, 2021, doi: 10.1016/j.hazadv.2021.100010.

[4] S. Kumneadklang, S. O-Thong, and S. Larpiattaworn, "Characterization of cellulose fiber isolated from oil palm frond biomass," *Mater. Today Proc.*, vol. 17, pp. 1995–2001, 2019, doi: 10.1016/j.matpr.2019.06.247.

[5] B. C. Saha, "Lignocellulose Biodegradation and Applications in Biotechnology," pp. 2–34, 2004, doi: 10.1021/bk-2004-0889.ch001.

[6] H. A. Lubis, "Uji Variasi Komposisi Bahan Pembuat Briket Kotoran Sapi Dan Limbah Pertanian," 2011.

[7] N. M. Nor, L. L. Chung, L. Keat Teong, and A. R. Mohamed, "Synthesis of activated carbon from lignocellulosic biomass and its applications in air pollution control - A review," *J. Environ. Chem. Eng.*, vol. 1, no. 4, pp. 658–666, 2013, doi: 10.1016/j.jece.2013.09.017.

[8] LIPI, "SNI No. 06-3720-1995," vol. 2000, no. 1645, pp. 1–76, 2000.

[9] K. D. L. F. Lestari, R. D. Ratnani, Suwardiyono, and N. Kholis, "Pengaruh waktu dan suhu pembuatan karbon aktif dari tempurung kelapa sebagai upaya pemanfaatan limbah dengan suhu tinggi secara pirolisis," *J. Inov. Tek. Kim.*, vol. 2, no. 1, pp. 32–38, 2017.

[10] L. Maulinda, Z. Nasrul, and D. N. Sari, "Jurnal Teknologi Kimia Unimal Pemanfaatan Kulit Singkong sebagai Bahan Baku Karbon Aktif," *J. Teknol. Kim. Unimal*, vol. 4, no. 2, pp. 11–19, 2015.

[11] E. Kusdarini, A. Budianto, and D. Ghafarunnisa, "Produksi Karbon Aktif Dari Batubara Bituminus Dengan Aktivasi Tunggal H₃PO₄, Kombinasi H₃PO₄-Nh₄Hco₃, Dan Termal," *Reaktor*, vol. 17, no. 2, pp. 74–80, 2017, doi: 10.14710/reaktor.17.2.74-80.

[12] R. Idrus, B. P. Lapanporo, and Y. S. Putra, "Pengaruh Suhu Aktivasi Terhadap Kualitas Karbon Aktif Berbahan Dasar Tempurung Kelapa," *Prism. Fis.*, vol. 1, no. 1, pp. 50–55, 2013.

[13] Maulidiyah, D. Wibowo, Hikmawati, R. Salamba, and M. Nurdin, "Preparation and characterization of activated carbon from coconut shell-doped TiO₂ in water medium," *Orient. J. Chem.*, vol. 31, no. 4, pp. 2337–2342, 2015, doi: 10.13005/ojc/310462.

[14] K. Udyani, D. Y. Purwaningsih, R. Setiawan, and K. Yahya, "Pembuatan Karbon Aktif Dari Arang Bakau Menggunakan Gabungan Aktivasi Kimia dan Fisika Dengan Microwave," *J. IPTEK MEDIA Komun. Teknol.*, vol. 23, pp. 39–46, 2019, doi: 10.31284/j.iptek.2019.v23i1.

[15] L. Efiyanti, S. A. Wati, and M. Maslahat, "Pembuatan dan Analisis Karbon Aktif dari Cangkang Buah Karet dengan Proses Kimia dan Fisika," *J. Ilmu Kehutan.*, vol. 14, no. 1, p. 94, 2020, doi: 10.22146/jik.57479.

[16] A. P. Permana, "Potential of Gorontalo Reef Limestone as Industrial Material Based on XRF Geochemistry Analysis Potential of Gorontalo Reef Limestone as Industrial Material Based on XRF Geochemistry Analysis," *EnviroScientiae*, vol. 14, no. 3, 2018.

[17] Z. A. Nasution and S. M. Rambe, "Pengaruh temperatur terhadap pembentukan pori arang cangkang sawit sebagai adsorbansi effect of temperature for palm shell pore forming as adsorbance," *Din. Penelit. Ind.*, vol. 22, no. 1, pp. 48–53, 2011.