ISBN: 978-979-792-691-5

ANALISIS SIFAT FISIS KARBON AKTIF DARI BIOMASSA DAUN KELAPA SAWIT DENGAN VARIASI KONSENTRASI AKTIVATOR KOH BERBANTUAN IRADIASI GELOMBANG MIKRO

Rakhmawati Farma*, Ona Lestary Tondang

Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Riau

*E-mail korespondensi: rakhmawati.farma@lecturer.unri.ac.id

ABSTRACT

Activator is very influential on the physical properties of activated carbon, in this study activated carbon comes from palm leaf biomass through the pre-carbonization process, chemical activation using potassium hydroxide activators with variations in concentrations of 1M, 2M, and 3M, and continued with a microwave irradiation process by flowing with Nitrogen gas (N_2) with irradiation power of 720 watt for 10 minutes. The results of the carbon yield indicate that the KA20 sample resulted in a decrease in yield of 47.00%. Surface morphological characterization showed that KA20 samples produced more pores than KA10 and KA15 samples. Analysis of activated carbon functional groups shows that the functional groups formed are OH, CH, C = N, and C = C. Microstructure analysis shows that the carbon formed is semicrystalline characterized by the presence of sloping peaks in the fields (002) and (100) at an angle of 2θ around 21o and 44o. The higher the concentration of activator used, the higher the value of L_c, the high value of L_c is directly proportional to the high surface area, where the largest L_c value is in the KA15 sample that is 17,227 nm.

Keywords: Activated carbon, Oil palm leave, Potassium hydroxide, Microwaves

ABSTRAK

Aktivator sangat berpengaruh terhadap sifat fisis karbon aktif, pada penelitian ini karbon aktif berasal dari biomassa daun kelapa sawit melalui proses pra-karbonisasi, aktivasi kimia dengan menggunakan aktivator kalium hidroksida dengan variasi konsentrasi 1M, 2M, dan 3M, dan dilanjutkan dengan proses iradiasi gelombang mikro dengan dialiri gas Nitrogen (N_2) dengan daya iradiasi sebesar 720 watt selama 10 menit. Hasil yield karbon menunjukkan bahwa sampel KA20 menghasilkan penurunan yield yaitu sebesar 47,00%. Karakterisasi morfologi permukaan menunjukkan bahwa sampel KA20 menghasilkan pori yang lebih banyak dibandingkan sampel KA10 dan KA15. Analisis gugus fungsi karbon aktif menunjukkan bahwa gugus fungsi yang terbentuk adalah OH, CH, C=N, dan C=C. Analisa struktur mikro menunjukkan bahwa karbon yang terbentuk bersifat semikristalin ditandai dengan kehadiran puncak landai pada bidang (002) dan (100) pada sudut 2θ sekitar 21° dan 44°. Semakin tinggi konsentrasi aktivator yang digunakan, maka semakin tinggi pula nilai L_c,nilai L_c yang tinggi berbanding lurus dengan luas permukaan yang tinggi, dimana nilai L_c terbesar berada pada sampel KA15 yaitu sebesar 17,227 nm.

Kata kunci: Karbon aktif, Daun kelapa sawit, Kalium hidroksida, Gelombang mikro

PENDAHULUAN

Tanaman kelapa sawit merupakan salah satu tanaman palma yang bernilai ekonomis yang tinggi. Bagian-bagian dari tanaman kelapa sawit tersebut diantaranya adalah pohon, tandan kosong, cangkang, pelepah, akar dan daun. Limbah dari sawit tersebut biasanya diolah menjadi papan fiber, briket karbon atau kompos. Tanaman ini merupakan tanaman monokotil yang berakar serabut yang terdiri atas akar primer, sekunder, tersier dan

kuartier[1]. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS), luas perkebunan kelapa di Indonesia pada tahun 2013 mencapai 3,787 juta hektar, dan salah satu daerah yang banyak terdapat lahan perkebunan kelapa sawit adalah Provinsi Riau, dimana luas lahan mencapai 2.424.545 hektar. Peningkatan jumlah perkebunan kelapa sawit juga akan mengakibatkan limbah perkebunan sawit juga meningkat. Salah satu bagian yang sangat jarang dimanfaatkan adalah daun kelapa sawit, dapat dilihat pada saat proses panen kelapa sawit, pelepah yang masih terdapat daun sawit terbuang begitu saja di lahan perkebunan. Pemanfaatan daun kelapa sawit biasanya hanya digunakan sebagai bahan pakan ternak dan menjadi pupuk alami.

Salah satu pemanfaatan daun kelapa sawit adalahsebagai bahan dasar pembuatan karbon aktif.Penelitian yang pernah dilakukan untuk pembuatan karbon aktif dari bahan tanaman berjenis *palmae*diantaranya memanfaatkan pelepah kelapa sawit dengan menggunakan aktivator NaOH, NaCl, dan HCl [2], serabut tandan kelapa sawit dengan menggunakan aktivator KOH, [3]. Karbon aktif merupakan material berpori yang dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon. Proses pembuatannya melalui tahap aktivasi dengan tujuan untuk menghilangkan hidrogen, gas-gas, air atau senyawa lain dari permukaan karbon agar karbon aktif yang dihasilkan memiliki luas permukaan yang tinggi [4]. Pengaplikasian karbon aktif biasanya digunakan sebagai bahan penyerap dan penjernih, namun dalam jumlah kecil, karbon aktif juga sering digunakan sebagai katalisator. Daya serap karbon aktif sangat tinggi yaitu mencapai 25% - 100% terhadap massa karbon aktif dan sifat adsorpsinya bergantung pada banyaknya pori yang terbentuk dan luas permukaan karbon aktif tersebut [5]. Pembuatan karbon aktif dapat dilakukan dengan bantuan irradiasi gelombang mikro.Gelombang mikro memiliki frekuensi berkisar 300 MHz sampai 300 GHz.

METODE PENELITIAN

Bahan dasar pembuatan karbon aktif adalah daun kelapa sawit. Proses pembuatan karbon aktif diawali dengan proses pra-karbonisasi pada temperatur 200 ^{o}C selama ± 1 jam. Proses selanjutnya dilakukan penggerusan dan pengayakan dengan ukuran 100 mesh untuk mendapatkan serbuk karbon swa-merekat (SKSM). SKSM yang dihasilkan selanjutnya dilakukan proses aktivasi kimia menggunakan aktivator kalium hidrokasida (KOH) dengan vasiasi konsentrasi aktivator 1M, 1,5M, dan 2M yang masing-masing sampel berturut-turut diberi kode KA10, KA15 dan KA20. Setelah aktivasi kimia dilanjutkan dengan proses iradiasi gelombang mikro dengan menggunakan daya 720 Watt selama 10 menit. Sampel yang telah diiradiasidilakukan pencucian sehingga sampel mendekati pH netral (pH~7), selanjutnya sampel dikeringkan dalam oven selama ± 24 jam.Sampel siap dikarakterisasi untuk menentukan sifat fisis dari karbon aktif yang dihasilkan.Karakterisasi karbon aktif meliputi struktur mikro, menggunakan XRD, morfologi permukaan menggunakan SEM, Penentuan gugus fungsi menggunakan FTIR.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 1 memperlihatkan bahwa terdapat perbedaan biomassa daun kelapa sawit sebelum dan sesudah dilakukan proses pra-karbonisasi. Sebelum dilakukan pra-karbonisasi, daun kelapa sawit berwarna coklat tua, setelah dilakukan proses pra-karbonisasi, daun kelapa sawit berubah warna menjadi coklat kehitaman.

Proses pra-karbonisasi menyebabkan terjadinya penyusutan massa sampel akibat hilangnya senyawa hidrokarbon dan berkurangnya kadar air. Sebelum proses pra karbonisasi setiap sampel yang akan di pra-karbonisasi mempunyai massa 40 gr, setelah dilakukan proses pra-karbonisasi terjadi penyusutan massa rata-rata sebanyak 35,58 %. Persentase penyusutan massa daun kelapa sawit dapat dilihat pada Tabel 1.

Gambar 1. Daun kelapa sawit (a) sebelum proses pra-karbonisasi dan (b) setelah pra-karbonisasi.

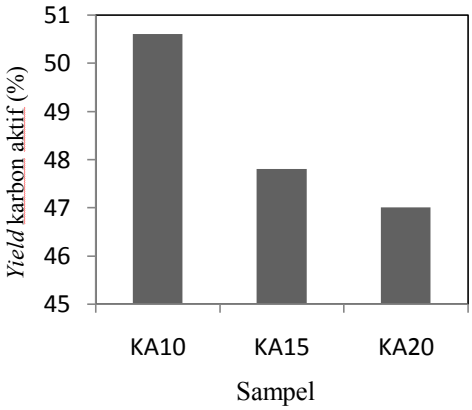
Tabel 1. Persentase penyusutan massa daun kelapa sawit

Pra-Karbonisasi	Setelah Pra-karbonisasi (gr)	Penyusutan massa (%)
1	25,67	35,82
2	25,80	35,50
3	26,07	34,82
4	25,52	36,20
5	25,76	35,60
6	25,66	35,85
7	25,84	35,40
8	25,65	35,87
	Rata-rata	35,83

***Yield* Karbon Aktif**

Sebelum dan sesudah proses iradiasi gelombang mikro serbuk karbon swa-merekat (SKSM) ditimbang untuk mendapatkan nilai *yield*karbon aktif. Hasil *yield* karbon aktifdapat dilihat pada Gambar 2.Gambar 2 menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi aktivator KOH maka persentase*yield* karbon aktif yang dihasilkan semakin rendah. Hal ini disebabkan karena KOH adalah aktivator yang baik untuk pembentukan pori-pori pada karbon aktif sehingga banyak zat-zat pengotor yang terangkat dan menyebabkan nilai *yield* karbon aktif berkurang. Sampel KA10 mengalami penurunan nilai massa karbon aktif sebesar 15,21 gram atau sebesar 50,6 %, sedangkan sampel KA15 mengalami penurunan massa karbon aktif sebesar 14,35 gram atau sebesar 47,8 % dan massa karbon aktif terus menurun pada sampel KA20 sebesar 14.10 gram atau 47,0%. Rata-rata penurunan *yield* karbon aktif sebesar 48,4 %.

Hasil penelitian yang dilakukan sebelumya juga menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi aktivator KOH yang digunakan akan menyebabkan penuruan persentase*yield* karbon aktif [6], hal ini disebabkan karena KOH adalah aktivator yang baik untuk pembentukan pori-pori pada karbon aktif. Pada saat proses aktivasi kimia KOH bertindak sebagai basa kuat yang dapat menghilangkan zat-zat pengotor yang terdapat dalam karbon hasil proses pra-karbonisasi seperti volatil dan tar [7].

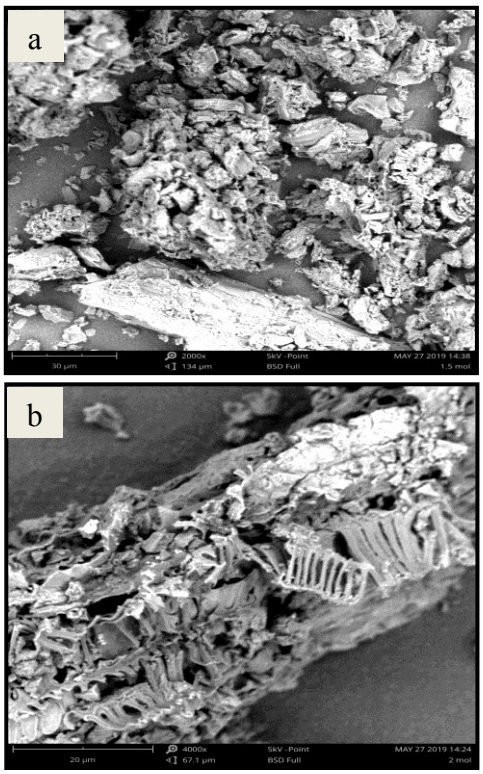


Gambar 2. Persentase *Yield* karbon aktif daun kelapa sawit.

Analisis Morfologi Permukaan Karbon Aktif Daun Kelapa Sawit

Gambar 3(a) dan (b) menunjukkan morfologi permukaan karbon aktif untuk sampel KA15 dan KA20 dengan perbesaran 2000 kali. Gambar 3 (a) menunjukkan bahwa pori-pori yang terbentuk belum maksimal, hal ini disebabkan karena masih banyak zat-zat pengotor yang menutup pori-pori karbonaktif sehingga pori yang terbentuk masih sedikit. Pori-pori yang terlihat pada Gambar 3 adalah

pori makro sedangkan pori pori meso dan mikro tidak terlihat. Gambar 3(b) menunjukkan morfologi permukaan karbon aktif sampel KA20, pada gambar terlihat bahwa pori-pori yang dihasilkan lebih banyak dibandingkan sampel KA15.Penambahan konsentrasi aktivator menyebabkan pembentukan pori-pori karbon. Hal ini disebabkan karena bertambahnya konsentrasi aktivator semakin banyak zat-zat pengotor yang menutupi pori terangkat sehingga membentuk pori-pori yang baru.

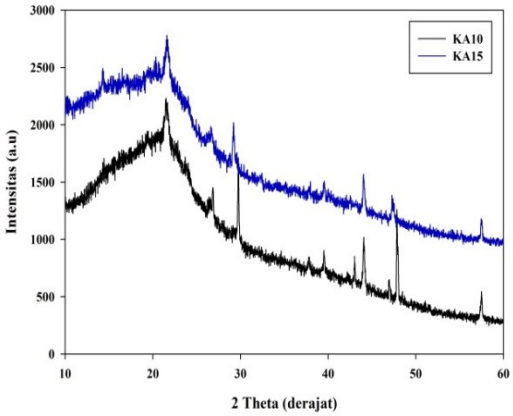


Gambar 3. Morfologi permukaan karbon aktif Daun kelapa Sawit a) sampel KA15 (b) sampelKA20

Analisis Struktur Mikro Karbon Aktif

Karakterisasi struktur mikro karbon aktif dilakukan dengan menggunakan Difraksi Sinar-X (XRD). Karakterisasi ini dilakukan untuk mengetahui jarak antar bidang (d_{002} dan d_{001}) dan dimensi mikro kristalin yang meliputi nilai tinggi lapisan L_c lebar lapisan L_a dan jumlah lapisan N_p.

Pola difraksi sinar-X yang dihasilkan untuk sampel KA10 dan KA15 dapat dilihat pada Gambar 4.Pola XRD yang dihasilkan pada penelitian ini berada pada interval sudut 2θ sebesar 10° - 60°, dimana karbon aktif daun kelapa sawit memiliki struktur semikristalin yang ditandai dengan kehadiran puncak (002) dan (100) pada sudut 2θ disekitar 22° dan 45°.



Gambar 4. Pola difraksi sinar-X karbon aktif daun kelapa sawit

Tabel 2. Data parameter kisi dan dimensi mikrokristalin karbon aktif

Sampel	2θ		
	(002)	(100)	
KA15	22,01	42,92	
KA20	21,86	44,01	
Jarak antar bidang (nm)		Dimensi mikro kristalin (nm)	
d(002)	d(100)	L_c	L_a
4,034	2,105	15,19	6,362
4,061	2,055	17,22	6,423

Tabel 2 menunjukkan parameter kisi dan dimensi mikrokristalin karbon aktif daun kelapa sawit.Nilai L_c tertinggi berada pada sampel KA15 yaitu sebesar 17,22nm, sedangkan nilai L_c terendah berada sampel KA10 yaitu sebesar 15.197 nm, hal ini mengindikasikan bahwa perbedaan konsentrasi aktivator KOH dapat mempengaruhi struktur mikro yang dihasilkan. Peningkatan kristalinitas terjadi disebabkan terjadinya penyusutan struktur kristalit karbon aktif yang semakin teratur, dimana akan menghasilkan celah diantara kristalit yang semakin lebar dan pori yang terbentuk akan bertambah banyak sehingga akan meningkatkan luas permukaan

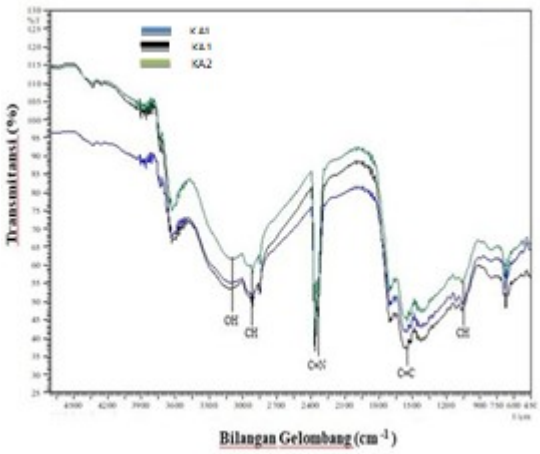
karbon [8].Adanya puncak tajam yang terbentuk pada sudut 2θ adalah senyawa-senyawa pengotor dalam karbon aktif yang dihasilkan.

Analisis Fourier Transform Infra-Red

Analisis gugus fungsi karbon aktif dapat dilakukan dengan melakukan uji Fourier Transform Infra-Red (FTIR).Gugus fungsi yang terdapat dalam karbon aktif dapat dianalisis melalui puncak serapan yang dihasilkan. Struktur rantai karbon yang dihasilkan oleh karbon aktif dengan bahan dasar daun kelapa sawit pada rentang bilangan gelombang 450-4500 cm^{-1} ditunjukkan pada Gambar 5.Gugus fungsi yang dihasilkan oleh sampel KA10 KA15 dan KA20 tidak terlalu signifikan.Bilangan gelombang yang terdapat pada rentang 2900-3600 cm^{-1} merupakan getaran peregangan (*stretching*) pada gugus fungsi O-H [9], yang ditemukan pada seluruh sampel KA10, KA15. Pita pada bilangan gelombang 2800-3000 cm^{-1} merupakan getaran peregangan gugus fungsi C-H alifatik, dan gugus fungsi yang dihasilkan setiap karbon pada kisaran bilangan celombang 2916 cm^{-1} dan 2848 cm^{-1} dengan intensitas yang kuat.

Gugus fungsi pada getaran ulur C=N juga terdeteksi pada sampel KA10, pada bilangan gelombang 2360,61 cm^{-1} dan 2342,65 cm^{-1} sedangkan pada sampel KA15 terdapat pada bilangan gelombang 2360,01 cm^{-1} dan 2333,00 cm^{-1} dan pada sampel KA20 terdapat pada bilangan gelombang 2360,01 cm^{-1} dan 2331,07 cm^{-1} dengan intensitas yang lemah. Proses aktivasi juga membentuk sebuah gugus fungsi pada bilangan gelombang 1507,43 cm^{-1} dan hanya terdapat pada sampel KA15 yang disebabkan oleh getaran peregangan C=C pada cincin aromatik.

Adanya gugus fungsi aromatik membuktikan bahwa proses aktivasi menghasilkan peningkatan senyawa aromatik. Senyawa tersebut merupakan penyusun struktur heksagonal karbon aktif [10], namun pita C=C tersebut hilang pada konsentrasi aktivator yang lebih tinggi yang diakibatkan oleh terjadinya peguraian ikatan cincin aromatik.



Gambar 5. Gugus fungsi karbon aktif daun kelapa sawit.

Gugus fungsi C-H kembali terdeteksi pada bilangan gelombang yang lebih rendah pada ketiga jenis sampel yaitu pada bilangan gelombang 1064,75 cm^{-1} pada KA10, 1058,97 cm^{-1} pada sampel KA20 dan 1061,86 cm^{-1} pada KA20. Puncak-puncak yang terdapat pada daerah serapan ini memiliki posisi yang tumpang yaitu pada bilangan gelombang 700-1300 cm^{-1}dan daerah ini sering disebut sebagai daerah sidik jari (*fingerprint region*).Keadaan ini menjadikan puncak puncak di daerah tersebut hanya memiliki sedikit perbedaan dalam susunan molekul yang menyebabkan distribusi puncak absorbansi berubah [11].

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa konsentrasi aktivator mempengaruhi persentase *yield* karbon aktif , dimana semakin tinggi konsentrasi aktivator, maka semakin rendah persentase *yield* karbon aktif.Semakin besar konsentrasi aktivator maka pembentukan pori pada karbon aktif semakin banyak. Berdasarkan hasil uji Difraksi Sinar-X karbon aktif memiliki struktur semikristalin ditandai dengan adanya puncak (002) dan (100) dengan nilai L_c tertinggi pada sampel KA15 sebesar 17,22nm dan nilai L_a6,423nm serta banyaknya lapisan N_p sebesar 6.6947. Gugus fungsi yang terbentuk pada karbon aktif daun kelapa sawit adalah OH, CH, C=N, dan C=C.

REFERENSI

1. Setyamidjaja, D., (2006). Kelapa Sawit. Kanisius, Yogyakarta.
2. Resya, M. A., Daulay, S. B., dan Rohanah, A. (2017). Pembuatan Arang Aktif Menggunakan Pelepah Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis Jacq*). *Keteknikan Pertanian*. 5(4).
3. Farma, R., Deraman., Awitdrus, Talib, I. A., Taer, E., Basri,N.H., Manjunatha, J.G., Ishak,M.M.,Dollah,B.N.M., dan Hashmi, S.A. (2013). Preparation of Highly Porous Binderless Astivated Carbon Electrodes from Fibers of Oil Palm Emty Fruit Bunches for Application in Supercapacitor. *Bioresource technology*. 132: 254-261.
4. Chand B, Roop, dan Meenakshi Goyal., (2005). Activated Carbon Adsorption. Lewis Publisher, United States of America.
5. Suhartana. (2006). Pemanfaatan tempurung kelapa sebagai bahan baku arang aktif dan aplikasinya untuk penjernihan air sumur di desa belor kecamatan ngaringan .laboratorium Kimia organic FMIPA UNDIP 9:1410-9662.
6. Raffandi, Y. (2011). *Kelapa Sawit Edisi Revisi*. Jakarta: Penebar Swadaya.
7. Nurdiansah, H dan Susanti, D. (2013). Pengaruh Variasi Temperatur Karbonisasi dan Temperatur Aktivasi Fisika dari Elektroda Karbon Aktif Tempurung Kelapa dan Tempurung Kliwak Terhadap Nilai Kapasitansi Electric Double Layer Capacitor (EDLC).*Jurnal Teknik pomits* :2337-3539.
8. Qu, D. (2002). Studies of the Activated Carbons Used in Double-layer Supercapacitor.Journal of Power Source.109 : 403-411.
9. [9] Allwar, A. (2012). Characteristics of Pore Structure and Surface Chemistry of Activated Carbons by Physisorption, Ftir and Boehm Methods.*IOSR Journal of Applied Chemistry* 2 (I):9-15.
10. Pari, G. (2004). Disertasi, Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Indonesia.
11. Flanigen, E.M., H. Khatami and Szymanski. (1971). Infrared Structural Studies of Zeolite Framework Molecular Sieve Zeolite. *Advanced in Chemistry* 101 (16): 201-229.

Artikel ini menggunakan lisensi Creative Commons Attribution 4.0 International License