

PENGARUH AKTIVATOR KIMIA TERHADAP KUALITAS KARBON AKTIF DARI KULIT SINGKONG SEBAGAI BAHAN PENYERAP LOGAM BERAT

Tiur Malinda Situmorang¹, Rakhmawati Farma²

**Mahasiswa Program Studi S1 Fisika¹
Dosen Bidang Material Jurusan Fisika²
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Riau
*Tiurmalinda16@gmail.com***

ABSTRACT

Activated carbon has successfully been made from cassava peel bunches prepared via pre-carbonisation process and microwave assisted KOH, NaOH and ZnCl₂ activation. Irradiation was varied with the power of 540 Watt for 20 minutes. The physical properties of the activated carbon are characterized by analyzing it's yield, absorption capacity. The yield of activated carbon to heavy metals, microstructure and surface morphology of activated carbon. activated carbon produced was 38%, 48,8% and 31,7% for each sample KAK, KAN and KAZ. Activated carbon absorption test against the best heavy metal showed that KAZ sample was the best with the percentage of heavy metal absorption of 95,46% Pb, 69,83% of Fe and 65,38% of Cu. The results of X-ray diffraction showed carbon active has a semi-crystalline structure with the presence of peaks sloping at an angle 2θ (002) and (100) of 21,501 ° and 44,938 °. Characterization of surface morphology indicates that the sample KAZ generate more pores and regularity with the content of C atoms of 82,2%. The analysis showed that the quality of the samples KAZ activated carbon is better than KAK and KAN.

Keywords : Cassava peel. Potassium hydroxide, zinc chloride, microwave irradiated, activated carbon, heavy metals.

ABSTRAK

Telah berhasil dibuat karbon aktif dari kulit singkong melalui proses karbonisasi dan aktivasi kimia menggunakan aktivator KOH, NaOH dan ZnCl₂ dengan bantuan daya iradiasi gelombang mikro dengan daya 540 watt selama 20 menit. Sifat-sifat karbon aktif dikarakterisasi melalui analisa *yield* karbon aktif, daya serap karbon aktif terhadap logam berat, struktur mikro dan morfologi permukaan karbon aktif. *Yield* karbon aktif yang dihasilkan adalah 38%, 48,8% dan 31,7% untuk masing-masing sampel KAK, KAN dan KAZ. Uji daya serap karbon aktif terhadap logam berat terbaik yaitu pada sampel KAZ dengan persentase daya serap logam berat Pb sebesar 95,46% , Fe sebesar 69,83% dan Cu sebesar 65,38%. Hasil difraksi sinar-X menunjukkan karbon aktif memiliki struktur semikristalin dengan kehadiran puncak landai pada sudut 2θ (002) dan (100) sebesar 21,501° dan 44,938°. Karakterisasi morfologi permukaan menunjukkan bahwa sampel KAZ menghasilkan pori-pori yang lebih banyak dan teratur dengan kandungan atom C sebesar 82,2%. Analisa yang diperoleh menunjukkan bahwa kualitas sampel KAZ memiliki kualitas karbon aktif yang lebih baik dibandingkan KAK dan KAN.

Kata kunci : Kulit singkong, kalium hidroksida, natrium hidroksida, zink klorida, iradiasi gelombang mikro, karbon aktif, logam berat.

PENDAHULUAN

Penduduk Indonesia sebagian besar menggantungkan hidupnya dari penghasilan bercocok tanam. Komoditas pertanian di Indonesia sangatlah beragam, mulai dari komoditas dengan nilai jual yang tinggi seperti durian sampai komoditas dengan nilai jual rendah seperti singkong. Menurut Balitbang Pertanian (2010), singkong menduduki urutan ketiga sebagai sumber karbohidrat di Indonesia setelah padi dan jagung.

Pemanfaatan singkong saat ini hanya terbatas pada dagingnya saja, sedangkan kulit singkong sebagian digunakan untuk pakan ternak dan selebihnya dibuang sebagai sampah. Sedikitnya pemanfaatan limbah kulit singkong ini, mengakibatkan terbuangnya bahan baku yang sebenarnya potensial. Kulit singkong dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku untuk pembuatan karbon aktif karena mengandung cukup banyak unsur karbon.

Daerah industrialisasi yang disertai dengan globalisasi di beberapa negara berkembang termasuk Indonesia, menjadikan kualitas lingkungan menjadi suatu permasalahan nasional yang perlu dicari solusinya (Yoshimi, 1999). Salah satu komponen lingkungan yang sangat penting untuk kehidupan adalah air. Saat ini air sering menjadi masalah karena banyak yang tercemar. Penyebabnya antara lain berasal dari limbah industri yang mengandung bahan pencemar, termasuk bahan kimia yang berbahaya dan beracun seperti logam Hg, Cd, Zn, Pb, Cu dan As.

Secara umum diketahui bahwa logam berat merupakan unsur yang berbahaya dipermukaan bumi, sehingga kontaminasi logam berat di lingkungan merupakan masalah besar dunia saat ini. Unsur logam berat adalah unsur yang mempunyai densitas lebih dari 5 gr/cm^3 (Saleh, 2012). Logam berat yang masuk ke dalam jaringan tubuh akan terakumulasi. Jumlah logam berat yang melebihi batas

maksimum dapat mengganggu kesehatan tubuh, logam berat dapat masuk ke dalam tubuh manusia melalui beberapa cara yaitu melalui pernafasan, pencernaan dan penetrasi kulit (Darmono, 1995).

Pada penelitian ini, kulit singkong akan digunakan sebagai bahan baku pembuatan karbon aktif yang digunakan sebagai bahan penyerap logam berat (Pb, Fe dan Cu) di sungai Siak.

METODE PENELITIAN

Kulit singkong yang digunakan adalah kulit singkong yang sudah kering. Kulit singkong di potong menjadi bagian kecil yang berukuran $\pm 5 \text{ cm}$. Proses pengarangan menggunakan oven selama 3 jam dengan suhu pengarangan 200°C . Setelah proses pengarangan, arang dihaluskan menggunakan mortal dan diayak menggunakan ayakan yang berukuran 100 mesh agar memperoleh partikel yang berukuran $<1 \text{ mm}$. Proses aktivasi kimia dengan menggunakan aktivator kalium hidroksida (KOH), natrium hidroksida (NaOH) dan zink klorida (ZnCl_2) dengan perbandingan massa arang dan aktivator adalah 2 : 1. Pengadukan campuran arang, aktivator dan air suling 150 ml dilakukan menggunakan *Magnetic Stirrer* pada suhu kamar dengan waktu aktivasi 24 jam. Sampel karbon dengan aktivator KOH, NaOH dan ZnCl_2 berturut-turut diberi kode KAK, KAN dan KAZ.

Aktivasi kimia berbantuan iradiasi gelombang mikro menggunakan daya 540 Watt selama 20 menit, kemudian sampel direndam dalam air suling untuk membuang bahan-bahan organik dan alkali sisa sampai diperoleh $\text{pH} \sim 7$ dan dikeringkan menggunakan oven pada temperatur 105°C selama 48 jam.

Yield karbon aktif yang dihasilkan setelah diiradiasi pada sampel dihitung dengan menggunakan Persamaan (1).

$$\% \text{ Yield KA} = \frac{m_a}{m_b} \times 100 \% \quad (1)$$

dengan m_a adalah massa sebelum dan m_b adalah massa setelah.

Karakterisasi karbon aktif untuk menentukan morfologi permukaan menggunakan SEM (Scanning Electron Microscopy), struktur mikro karbon aktif menggunakan XRD (X-Ray Diffraction) SSA (Spektrometri Serapan Atom).

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Yield Karbon Aktif

Yield karbon aktif yang dihasilkan gelombang mikro dengan aktivator kimia yang berbeda ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. *Yield* karbon aktif dari kulit singkong

Sampel	Massa (g)		Yield KA (%)
	Sebelum (m_a)	Setelah (m_b)	
KAK	40	15,23	38
KAN	40	19,52	48,8
KAZ	40	12,71	31,7

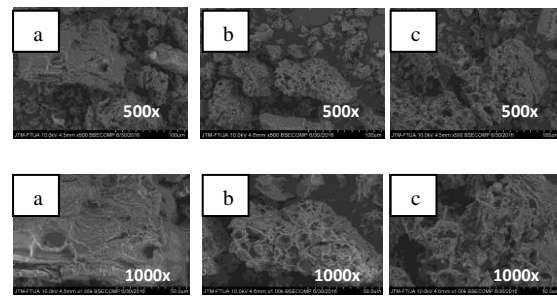
Sampel KAK memiliki *yield* karbon aktif sebesar 38%, sampel KAN sebesar 48,8%, dan sampel KAZ yang terendah yaitu 31,7%.

2. Morfologi Permukaan Karbon Aktif

Morfologi permukaan karbon aktif kulit singkong yang diperoleh dari mikroskop pindaian elektron dengan pembesaran 500x dan 1000x ditunjukkan pada Gambar 1.

Sampel KAK dengan pembesaran 500x dan 1000x makropori terlihat sedikit, pada sampel KAN dengan pembesaran 500x dan 1000x makropori terlihat lebih banyak dari KAK, karena pada sampel KAK karbon aktif belum terdekomposisi sempurna, sehingga bahan dasar karbon aktif terikat satu sama lain yang menyebabkan morfologi permukaan karbon aktif membentuk rongga pori yang sedikit, sedangkan pada sampel KAZ dengan pembesaran 500x dan 1000x makropori terlihat lebih banyak dari KAK dan KAN.

Sampel KAZ memiliki pori-pori yang lebih banyak dan terlihat lebih lebar.



Gambar 1. Morfologi permukaan karbon aktif masing-masing sampel a) KAK, b) KAN dan c) KAZ dengan perbesaran 500x dan 1000x.

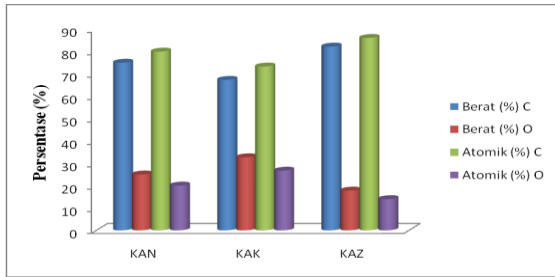
Pori-pori menjadi lebih lebar karena hilangnya sebagian rongga yang tertutup di dalam partikel karbon (Marsh dan Reinoso, 2006).

3. Analisa Energi Dispersif Sinar-X

Karakterisasi energi dispersif sinar-X (EDX) digunakan untuk mengetahui jenis unsur yang terkandung dalam karbon aktif dan juga untuk mengetahui persentase berat dan persentase atom.

Persentase unsur karbon pada karbon aktif kulit singkong paling banyak terdapat pada sampel KAZ sebesar 82,20%. Sampel KAN memiliki unsur karbon sebesar 79,97 % serta sampel KAK memiliki unsur karbon sebesar 73,28 %.

Gambar 2. menunjukkan hasil analisa energi dispersif sinar-X menunjukkan bahwa semakin baik kualitas aktivator yang digunakan pada sampel maka akan meningkatkan persentase unsur karbon yang dihasilkan, sedangkan persentase unsur oksigen akan semakin berkurang karena menguap akibat proses aktivasi dan iradiasi gelombang mikro, setelah dilakukan karbonisasi dalam proses aktivasi kotoran-kotoran yang menutupi pori-pori karbon ikut terlepas atau teruapkan (Apriani dkk, 2013)

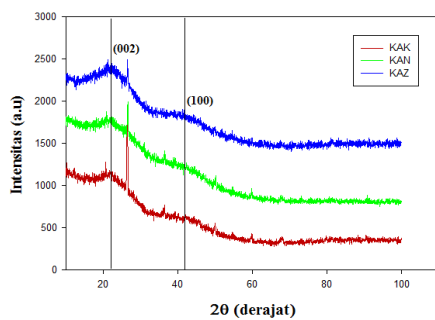


Gambar 2. Persentase unsur karbon aktif menggunakan EDX

4. Struktur Mikro Karbon Aktif

Struktur mikro karbon aktif di karakterisasi dengan menggunakan difraksi sinar-X dengan sudut 2θ dari 10° - 60° . Struktur mikro karbon aktif yang terbentuk adalah struktur semikristalin yang ditandai dengan puncak mayor dan minor masing-masing pada orientasi bidang (002) sebesar 22,661 dan (100) sebesar 45,516 pada sudut 2θ .

Gambar 4.4 menunjukkan pola difraksi sinar-X untuk sampel KAK, KAN dan KAZ. Jarak antar bidang, dimensi mikrokristalin dari pola difraksi sinar-X dapat ditentukan dengan metode *fitting* dengan menggunakan *software microcal origin 3.5*.



Gambar 3. Menunjukkan pola difraksi sinar-X berdasarkan variasi aktivator.

Hasil pengolahan data difraksi sinar-X dengan menggunakan *microcal origin* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. menunjukkan nilai tinggi lapisan (L_c) dan lebar timbunan (L_a). Nilai L_c dan L_a memiliki nilai yang berbeda untuk setiap sampel, hal ini dikarenakan

pada saat aktivasi berlangsung terjadi penataan ulang terhadap atom karbon kearah vertikal dan memperpanjang jarak antar atom karbon sehingga nilai tinggi lapisan (L_c) yang dihasilkan meningkat, sedangkan nilai lebar timbunan (L_a) menurun (Wibowo dkk, 2011).

Tabel 2. Parameter kisi karbon aktif berdasarkan pola XRD

Sampel	2θ ($^\circ$)		Jarak antar Bidang (nm)		Dimensi Mikrokristalin (nm)		NP
	(002)	(100)	$d_{(002)}$	$d_{(100)}$	L_c	L_a	
KAK	22,142	43,068	0,401145	0,028951	1,01314	0,920339	2,52562
KAN	24,341	48,542	0,36538	0,032631	1,037098	0,086637	2,838407
KAZ	21,501	44,938	0,412957	0,030208	1,070741	0,606592	2,59286

Nilai L_c terendah yaitu pada sampel KAK, sedangkan nilai L_c tertinggi dimiliki oleh karbon aktif dengan aktivator KAZ. Peningkatan kristalinitas terjadi karena adanya penyusutan struktur kristalit arang yang semakin teratur, dimana akan menghasilkan celah diantara kristalit semakin lebar dan pori yang terbentuk bertambah besar (Wibowo dkk, 2011).

5. Analisa Spektrofotometer Serapan Atom

Spektrometer serapan atom digunakan untuk menganalisa daya serap karbon aktif terhadap unsur-unsur logam berat yang terdapat pada limbah air sungai siak. Adapun unsure-unsur logam berat yang di analisa yaitu Pb, Cu dan Fe yang akan diuji daya serapnya terhadap sampel KAK, KAN dan KAZ. Hasil persentase penyerapan logam berat terhadap karbon aktif dapat dilihat pada Tabel 3. Tabel 3 menunjukkan bahwa logam berat Pb memiliki daya serap lebih tinggi dibandingkan Fe dan Cu.

Menurut (Wulan, 2013) konsentrasi logam Pb umum lebih tinggi dibandingkan konsentrasi logam berat lainnya, namun secara keseluruhan tidak terjadi perbedaan yang mencolok. Konsentrasi rata-rata logam Pb di Kawasan PT. Indah Kiat *pulp and paper* ini lebih tinggi dibandingkan

standar yang dikeluarkan pemerintah Indonesia yaitu 0,008 mg/L dan menurut (Yuliati, 2010) kandungan logam Pb di perairan sungai sail berkisar antara 0,36 – 0,45 mg/L. Logam Pb yang masuk kedalam perairan dampak dari aktivitas manusia antara lain transportasi, cairan limbah industri dan limbah rumah tangga yang cukup besar mengakibatkan logam Pb cukup tinggi di perairan.

Tabel 3. Persentase daya serap sampel terhadap logam berat

Logam Berat	KAK			KAN			KAZ		
	Konsentrasi (ppm)		Daya Serap (%)	Konsentrasi (ppm)		Daya Serap (%)	Konsentrasi (ppm)		Daya Serap (%)
	Awal	Akhir							
Pb	52,59	2,986	94,32	2,419	95,4	2,388	95,46		
Fe	0,925	0,403	56,43	0,385	58,38	0,279	69,83		
Cu	0,26	0,112	56,92	0,097	62,69	0,090	65,38		

Karbon aktif mempunyai kemampuan penyerapan logam berat dengan persentase yang berbeda pada setiap logamnya. Sampel KAZ mempunyai persentase terbesar yaitu 95,46% pada logam berat Pb, pada logam Fe sebesar 69,83% dan pada logam Cu sebesar 65,38%. Hal ini dikarenakan struktur pori pada sampel KAZ paling efektif sebagai penyerap logam berat. Menurut (Chang, 2005) hal disebabkan karena aktivator yang bersifat asam dapat melarutkan oksida-oksida logam.

KESIMPULAN

Pengaruh variasi aktivator kimia karbon aktif dari kulit singkong dapat dilihat berdasarkan pola XRD, diketahui sampel KAZ memiliki struktur semikristalin yang ditandai dengan terbentuknya dua puncak yang landai pada sudut $2\theta = 21,501^\circ$ dan $44,938^\circ$. Sampel KAZ mempunyai nilai L_c tertinggi yaitu 1,070741.

Hasil SEM dan EDX menunjukkan bahwa pada sampel KAZ struktur pori yang dihasilkan lebih banyak dan besar serta meningkatkan kandungan atom karbon. Uji daya serap karbon aktif terhadap logam berat terbaik yaitu pada sampel KAZ

DAFTAR PUSTAKA.

- Apriani, R., Faryuni, I.D., Wahyuni, D. 2013. Pengaruh konsentrasi aktivator kalium hidroksida (KOH) terhadap kualitas karbon aktif kulit durian sebagai adsorben logam Fe pada air gambut. *Prisma Fisika*, 1 (2) : 82-86.
- Chang, R. 2005. *Kimia Dasar: Konsep-konsep Inti Jilid I*. Jakarta: Erlangga
- Darmono. *Lingkungan Hidup dan Pencemaran*. UI Press. Jakarta, 2001.
- Marsh, H. and Rodriguez-Reionoso, F. 2006. Activated Carbon. Netherlands: Elsevier Sciences and Technology Books.
- Saleh, Chairil. 2012. Studi Perencanaan Instalasi Pengolahan Limbah Lindi Sebagai Kontrol Pemenuhan Baku Mutu Sesuai Kepmen 03/91 (Studi Kasus Pada Tpa Supit Urang Malang). *Media Teknik Sipil*, Volume 10, Nomor 2, Agustus 2012: 87 – 94.
- Wibowo, S., Syafi’I, W., Pari, G. 2011. Karakterisasi permukaan arang aktif tempurung biji nyamplung. *Makara Teknologi*. 15 (1) : 17-24.
- Wulan, S.P. 2013. *Konsentrasi, Distribusi dan Kolerasi Logam Berat Pb, Cr dan Zn pada Air dan Sedimen di Perairan Sungai Siak Sekitar Dermaga PT. Indah Kiat Pulp and Paper Perawang*. Pusat Penelitian Lingkungan Hidup.
- Yoshimi, M, Selamatkan Lingkungan Hidup, JICA, Jakarta, 1999.
- Yuliati. 2010. Akumulasi Logam Berat Pb di Perairan Sungai Sail dengan Menggunakan Bioakumulator Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*). *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. 39-49.