

**PENGARUH KONSENTRASI AKTIVATOR $ZnCl_2$ TERHADAP
KUALITAS KARBON AKTIF DARI KULIT UBI KAYU
UNTUK PENYERAPAN LOGAM BERAT**

Ellis Fitriyani¹, Rakhmawati Farma²

Mahasiswa Program Studi S1 Fisika¹

Dosen Bidang Material Jurusan Fisika²

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Riau

Kampus Bina Widya Pekanbaru, 28293, Indonesia

ellisfitriyani@yahoo.com

ABSTRACT

Activated carbon from cassava peel has been produced using chemical activation with Zinc Chloride ($ZnCl_2$) as activator assisted by microwave irradiation with the output power 630 watt for 20 minutes. Concentration of $ZnCl_2$ was varied 1M, 2M and 3M. The aim of this study to is determine the morphological characteristics, microstructure, contents of elements and the adsorption of activated carbon to the metal Fe, Pb and Cu. As whole, the result of calculating and analyzing the activated carbon showed that the activator concentration influenced the quality of activated carbon. aktivated carbon with concentration of $ZnCl_2$ 3M showed the best result with adsorption of activated carbon to Fe, Pb and Cu were 70,70%, 70,90% and 69,61% respectively.

Keywords : activated carbon, cassava leathers, chemical activation, zinc chloride, microwave irradiation.

ABSTRAK

Karbon aktif dari kulit ubi kayu telah dibuat menggunakan aktivasi kimia dengan Seng Klorida ($ZnCl_2$) sebagai aktivator dibantu iradiasi gelombang mikro dengan daya 360 Watt selama 20 menit. Konsentrasi $ZnCl_2$ divariasikan yaitu 1M, 2M, dan 3M. penelitian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik morfologi, struktur mikro, kandungan unsur dan daya serap karbon aktif terhadap logam berat Fe, Pb, dan Cu. Secara keseluruhan hasil perhitungan dan analisis karbon aktif yang diperoleh menunjukkan bahwa konsentrasi aktivator mempengaruhi kualitas dari karbon aktif yang dihasilkan. karbon aktif dengan konsentrasi $ZnCl_2$ 3M menunjukkan hasil terbaik dengan daya serap karbon aktif terhadap Fe, Pb dan Cu masing-masing adalah 70,70%, 70,90% dan 69,61%.

Kata kunci : karbon aktif, kulit ubi kayu, aktivasi kimia, seng klorida, iradiasi gelombang mikro.

PENDAHULUAN

Ubi kayu (*Manihot utilisima Pohl*) merupakan pohon tahunan tropika dan subtropika. Secara umum pemanfaatan ubi kayu lebih dititikberatkan pada umbi, daun, dan batang, sedangkan kulit ubi kayunya hanya menjadi limbah yang terbuang. Kulit ubi kayu dapat dijadikan bahan baku pembuatan karbon aktif. Karbon aktif dapat dibuat dari berbagai bahan yang mempunyai kandungan karbon tinggi seperti batubara, tempurung kelapa, limbah industri, kayu, biji aprikot, kulit ubi kayu, dan kulit kemiri (Suhendra dan Gunawan 2010).

Karbon aktif merupakan senyawa karbon amorf yang dapat dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon atau dari karbon yang diproses aktivasi dengan menghilangkan hidrogen, gas-gas, air, atau senyawa lain dari permukaan karbon sehingga terjadi perubahan fisik untuk mendapatkan permukaan yang lebih luas atau besar. Karbon aktif terdiri atas 85-95% karbon dan sisanya berupa hidrogen, oksigen, sulfur, dan nitrogen serta senyawa-senyawa lain yang terbentuk dari proses pembuatan (Chand dan meenakshi, 2005).

Sifat dari karbon aktif adalah adsorben atau sebagai penyerap, daya serap dari karbon aktif ditentukan oleh luas permukaan karbon aktif. Karbon aktif dapat mengadsorpsi gas dan senyawa-senyawa kimia tertentu atau sifat adsorpsinya selektif, tergantung pada volume pori-pori dan luas permukaan. Daya serap karbon aktif sangat besar, yaitu 25% -1000% terhadap berat karbon aktif (Sembiring dkk, 2003).

Pembuatan karbon aktif ada beberapa proses yaitu pengeringan,

proses pengeringan bertujuan untuk menghilangkan kandungan air yang terkandung pada bahan baku. Kemudian dilanjutkan dengan proses prakarbonisasi, yaitu suatu proses pemanasan pada suhu tertentu dari bahan-bahan organik dengan jumlah oksigen sangat terbatas, biasanya dilakukan di dalam *furnance* atau oven, dan proses aktivasi, aktivasi dilakukan dengan cara memecahkan ikatan hidrokarbon atau mengoksidasi molekul-molekul yang telah dikarbonisasi sehingga permukaan karbon akan mengalami perubahan sifat, baik fisika ataupun kimia, akibatnya luas permukaan karbon akan bertambah besar dan terbentuk pori-pori baru sehingga mempengaruhi terhadap daya adsorpsi (Sembiring dkk, 2003).

METODE PENELITIAN

Proses pembuatan karbon aktif, sampel ubi kayu dikarbonisasi di dalam oven selama 3 jam dengan suhu 200°C. Sampel selanjutnya diaktivasi menggunakan aktivator kimia ZnCl₂ dengan konsentrasi 1M, 2M, 3M, dan diiradiasi menggunakan gelombang mikro dengan daya 630 Watt selama 20 menit. Sampel selanjutnya dicuci dengan menggunakan air suling hingga netral (pH~7) dan terakhir sampel dikeringkan dengan suhu 100°C selama ± 60 jam. *Yield* karbon aktif dihitung dengan persamaan (1)

$$H (\%) = \frac{m_f}{m_o} \times 100\% \quad (1)$$

di mana H adalah hasil karbon aktif, m_f adalah massa karbon aktif setelah diaktivasi dan m_o adalah massa karbon aktif sebelum diaktivasi.

Sampel karbon aktif kemudian dikarakterisasi untuk mengetahui

morfologi permukaan karbon aktif dengan menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM), struktur mikro menggunakan *X-Ray Diffraction* (XRD) dan uji daya serap terhadap logam berat Fe, Pb dan Cu dengan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA).

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Penyusutan Massa

Sampel sebelum dan setelah proses pra-karbonisasi ditimbang untuk mengetahui penyusutan massa setelah proses pra-karbonisasi. Data persentase penyusutan massa setelah proses pra-karbonisasi dapat dilihat pada Tabel 1 di mana terdapat tiga kali pra-karbonisasi yang masing-masing dilabelkan dengan sampel A, B dan C.

Tabel 1. Persentase penyusutan massa karbon setelah proses pra-karbonisasi.

Sampel	Massa Sebelum Pra-karbonisasi (g)	Massa Sesudah Pra-karbonisasi (g)	Penyusutan Massa (%)
A	100	59,02	40,98
B	100	60,82	39,18
C	100	60,21	39,79
Rata-rata		60,02	39,98

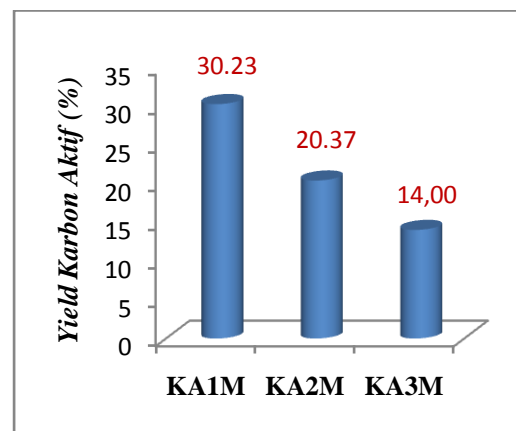
Tabel 1 menunjukkan terjadinya penyusutan massa pada sampel sebelum dan setelah pra-karbonisasi. Nilai rata-rata penyusutan massa pada sampel adalah 39,98%. Menurut Fauziah (2009) zat *volatile* sebagian besar telah dilepaskan saat pra-karbonisasi berlangsung pada suhu 200°C – 500°C.

2. Yield Karbon Aktif

Karbon aktif sebelum dan setelah iradiasi gelombang mikro ditimbang

untuk mendapatkan *yield* karbon aktif. *Yield* karbon aktif untuk semua variasi konsentrasi aktivator ZnCl₂ dihitung dengan menggunakan persamaan (1).

Data hasil perhitungan *yield* karbon aktif dapat dilihat pada Gambar 1. Karbon aktif dengan variasi konsentrasi aktivasi ZnCl₂ 1M, 2M dan 3M dilabelkan dengan KA1M, KA2M dan KA3M.



Gambar 1. Yield karbon aktif

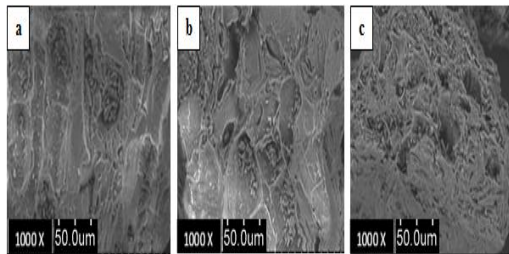
Gambar 1 menunjukkan semakin tinggi konsentrasi yang diberikan maka *yield* karbon aktif yang dihasilkan semakin berkurang. Sampel KA1M menghasilkan *yield* karbon aktif sebesar 30,23%, sampel KA2M menghasilkan *yield* karbon aktif sebesar 20,37%, sampel KA3M menghasilkan *yield* karbon aktif sebesar 14,00%. Proses aktivasi menyebabkan kotoran-kotoran yang menutupi pori-pori karbon ikut terlepas atau teruapkan dan terbentuklah pori baru yang kemudian akan menghasilkan mikropori dan mesopori (Apriani dkk, 2013).

3. Morfologi Permukaan Karbon Aktif

Morfologi permukaan karbon aktif dilakukan dengan menggunakan

uji *Scanning Electron Microscopy* (SEM). SEM digunakan untuk mengetahui struktur mikro suatu material meliputi tekstur, morfologi, komposisi, dan informasi kristalografi permukaan partikel. Morfologi yang diamati berupa bentuk, ukuran, dan susunan partikel permukaan (Schweitzer, 2010).

Gambar 2 menunjukkan mikrograf SEM sampel KA1M, KA2M, dan KA3M dengan perbesaran 1000x.



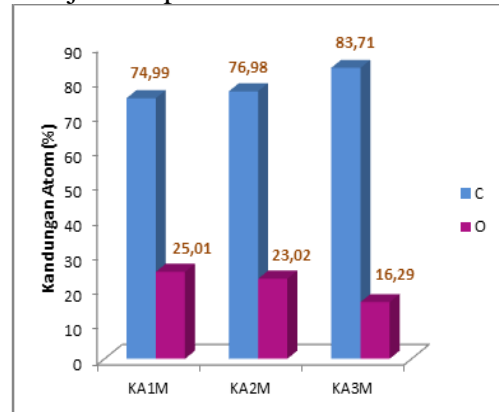
Gambar 2. mikrograf karbon aktif (a) KA1M, (b) KA2M, (c) KA3M.

Sampel KA3M memiliki pori-pori yang lebih teratur dan paling banyak dibandingkan pori-pori yang terbentuk pada sampel KA1M dan sampel KA2M. Hasil SEM pada penelitian ini menunjukkan sampel dengan konsentrasi aktivator tertinggi yang memiliki pori-pori terbanyak.

Morfologi dan pori-pori yang terbentuk pada karbon aktif ini merupakan akibat dari proses karbonisasi yang dapat menghilangkan komponen selain karbon serta proses aktivasi dan iradiasi yang dapat menghilangkan zat-zat yang menutupi pori. Proses aktivasi pada karbon aktif menyebabkan pori-pori karbon aktif semakin lebar dikarenakan hilangnya sebagian rongga yang tertutup didalam partikel karbon (Marsh dan Reinoso, 2006).

4. Analisa Energi Dispersif Sinar-X

Karakterisasi energi dispersif sinar-X (EDX) digunakan untuk menganalisa unsur kimia yang terkandung pada karbon aktif. Hasil dari uji sinar-X ini ditunjukkan pada Gambar 3.

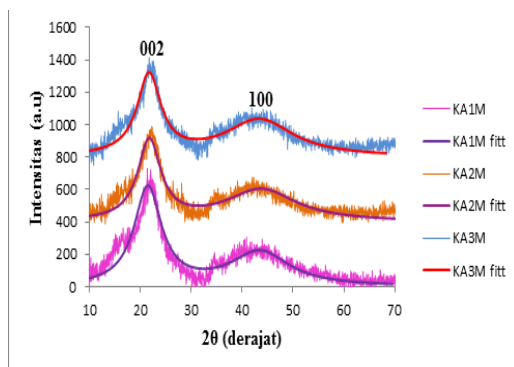


Gambar 3. Kandungan atom karbon aktif

Gambar 3 menunjukkan hasil dari EDX yang terdiri dari karbon dan oksigen. Persentase karbon dan oksigen terendah pada sampel KA1M dengan kandungan karbon sebesar 74,98% dan oksigen 25,01%, sampel KA2M persentase karbonnya sebesar 76,98% dan oksigen sebesar 23,02% sedangkan persentase karbon dan oksigen tertinggi pada sampel KA3M yaitu sebesar 83,71% dan 16,29%. Kandungan unsur dalam karbon aktif pada penelitian ini telah memenuhi standar mutu berdasarkan SNI-06-3730-1995 (BSN 1995) yaitu minimal 65%.

5. Struktur Mikro Karbon Aktif

Karakterisasi difraksi sinar-X digunakan untuk mengetahui jarak antar bidang, dimensi mikrokristalin yaitu tinggi timbunan L_c dan lebar timbunan L_a , dan jumlah lapisan.



Gambar 4. Pola difraksi sinar-X

Gambar 4 merupakan difraktogram XRD karbon aktif untuk sampel KA1M, KA2M dan KA3M. Sampel KA1M memiliki 2 puncak yaitu puncak (002) pada sudut $2\theta=21,466^\circ$ dan puncak (100) pada sudut $2\theta=43,497^\circ$. Sampel KA2M puncak (002) pada sudut $2\theta=21,201^\circ$ dan puncak (100) pada sudut $2\theta=43,396^\circ$, sedangkan untuk sampel KA3M puncak (002) pada sudut $2\theta=21,760^\circ$ dan puncak (100) pada sudut $2\theta=43,733^\circ$. Pergeseran puncak difraksi yang terjadi menunjukkan adanya perubahan jarak antar atom pada sampel yang menyebabkan perubahan pada jarak antar bidang.

Nilai L_c dan L_a diperoleh dengan menggunakan *software microcal origin*. Metode fitting menggunakan *microcal origin* juga berfungsi untuk memperbaiki susunan data sehingga mempermudah proses pengolahan data. Jarak antara bidang (d_{002} dan d_{100}), dimensi mikrokristalin tinggi timbunan (L_c) dan lebar timbunan (L_a) dihitung dari data difraksi sinar-X yang berhubungan dengan intensitas masing-masing puncak difraksi (002) dan (100) dari karbon aktif dengan variasi konsentrasi $ZnCl_2$ yaitu, 1M, 2M, 3M dan diiradiasi menggunakan gelombang

mikro dengan daya 630 Watt dalam waktu 20 menit dengan menggunakan Persamaan (2) dan persamaan (3):

$$n\lambda = 2d \sin \theta \quad (2)$$

$$L_{c,a} = \frac{K \lambda}{\beta_{c,a} \cos \theta} \quad (3)$$

Parameter jarak antara bidang dan dimensi mikro kristalin diperoleh dari hasil *fitting* menggunakan *software Microcal Origin* dapat dilihat pada Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Jarak antar bidang dan bidang dimensi mikrokristalin

Sampel	2θ		Jarak Antar Bidang (nm)		Dimensi Mikrokristalin (nm)		N
	(002)	(100)	d_{002}	d_{100}	L_c	L_a	
1M	21,466	43,497	0,4136	0,2079	1,2713	1,0803	3,0736
2M	21,201	43,396	0,4092	0,2083	1,4796	0,9370	3,6158
3M	21,760	43,733	0,4081	0,2682	1,5307	0,8981	3,7507

6. Daya Serap Karbon Aktif Terhadap Logam Berat

Kandungan logam berat pada air sungai Siak sebelum dicampur dengan karbon aktif adalah, logam Fe sebesar 0,925 ppm, logam Pb 5,259 ppm dan logam Cu 0,260 ppm.

Tabel 3 menunjukkan data penyerapan karbon aktif dari kulit ubi kayu sebagai penyerap logam berat Fe, Pb dan Cu yang dihitung dengan menggunakan persamaan (4).

$$\text{Daya serap} = \frac{S_o - S_f}{S_o} \times 100\% \quad (4)$$

di mana S_o adalah konsentrasi awal dan S_f adalah konsentrasi akhir dari logam berat.

Tabel 3. Daya serap karbon aktif terhadap logam berat

Sampel	Fe	Pb	Cu	Daya serap (%)		
				Fe	Pb	Cu
Pra-arbonisasi	0,663	3,487	0,218	28,32	33,69	16,15
KA1M	0,561	2,531	0,135	39,35	51,87	48,07
KA2M	0,453	2,015	0,113	51,02	61,68	56,53
KA3M	0,271	1,530	0,079	70,70	70,90	69,61

Menurut Marsh dan Reinoso (2006) karbon aktif yang menggunakan aktivator $ZnCl_2$ menghasilkan ukuran karbon mikropori yang lebar dan mesopori yang kecil. Ukuran mikropori karbon aktif yaitu di bawah 2 nm atau sama dengan di bawah 20 Å. Ukuran pori karbon aktif lebih besar dari ion logam berat sehingga karbon aktif mampu menyerap ion logam berat. Persentase daya serap karbon aktif terhadap logam berat Pb lebih besar dibandingkan dengan logam berat Fe dan Cu dikarenakan pada logam berat Pb memiliki diameter ion sebesar 0,76 Å lebih besar dari ukuran ion dari logam Fe sebesar 0,74 Å dan ion logam Cu sebesar 0,73 Å.

Menurut Apriani (2010) bahwa polaritas ion logam yang lebih besar mengakibatkan logam Pb lebih mudah melakukan ikatan dengan molekul pada adsorben yang bersifat polar. Semakin besar ion logam berat semakin mudah berikatan dengan molekul yang adsorbennya bersifat polar.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil penelitian karbon aktif dari kulit ubi kayu yang telah dilakukan antara lain adalah sebagai berikut:

1. Karbon aktif dari kulit ubi kayu telah berhasil dibuat dengan variasi konsentrasi aktivator $ZnCl_2$, berdasarkan *Yield* karbon aktif yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi konsentrasi $ZnCl_2$ yang diberikan maka nilai *yield* karbon aktif yang dihasilkan semakin rendah.
2. Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat dilihat dari data dan hasil perhitungan yang diperoleh bahwa semakin tinggi konsentrasi aktivator yang diberikan, maka daya serap karbon aktif yang diperoleh semakin tinggi.
3. Berdasarkan karakterisasi yang dilakukan terhadap karbon aktif diperoleh:
 - Hasil SEM dan EDX pada karbon aktif dengan sampel KA3M yang memiliki struktur pori yang lebih teratur dan paling banyak serta kandungan atom tertinggi yaitu dengan unsur karbon sebesar 83,71% dan oksigen sebesar 16,29%.
 - Hasil karakterisasi XRD menunjukkan karbon aktif dengan sampel KA3M memiliki L_c yang tinggi yaitu 1,5307, sedangkan nilai L_a yang kecil yaitu 0,8981.
 - Daya serap karbon aktif terhadap logam berat Fe, Pb dan Cu yang terbaik yaitu pada sampel KA3M yaitu mempunyai daya serap terhadap logam Fe sebesar 70,70%, logam Pb sebesar 70,90% dan logam Cu sebesar 69,61%. Daya serap terendah terdapat pada sampel pra-karbonisasi yaitu dengan daya serap terhadap logam Fe

sebesar 28,32%, terhadap logam Pb sebesar 33,69% dan terhadap logam Cu sebesar 16,15%.

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.
- Chand B, Roop, dan Meenakshi Goyal., 2005, *Activated Carbon Adsorption*. Lewis Publisher, United States of America.
- Fauziah, N. 2009. *Pembuatan Arang Aktif Secara Langsung dari Kulit Acacia Mangium Wild dengan Aktivasi Fisika dan Aplikasinya Sebagai Adsorben*. Skripsi. Departemen Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan, IPB.
- Schweitzer, J. 2010. *Scanning Electron Microscope*. Purdue University, West Lafayette.
- Sembiring, Meiliata Tryana dan Tuti Sarma, S, (2003). Arang Aktif (Pengenalan dan Proses Pembuatannya). USU Digital Library, Indonesia, hal 1-9.
- [BSN] Badan Standarisasi Nasional. 1995. Arang aktif teknis. Jakarta: BSN. (SNI 06-3730-95). Jakarta.
- Suhendra, D dan Gunawan, E,R. 2010. *Pembuatan Arang Aktif dari Batang Jagung Menggunakan Aktivator Asam Sulfat dan Penggunaannya pada Penyerapan Ion Tembaga (II)*, Penerbit Universitas Mataram, Mataram.
- Marsh, H., Rodriguez.-Reinoso, F. 2006. *Activated Carbon*. Netherlands: Elsevier Sciences and Technology Books.