

**PENGARUH DAYA IRADIASI GELOMBANG MIKRO TERHADAP  
KUALITAS KARBON AKTIF CANGKANG BUAH KETAPANG  
SEBAGAI ADSORBEN ZAT WARNA**

**Awitdrus, Rakhmawati Farma, Karina Silviani\***

*Prodi Fisika*

*Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau*

*Kampus Bina Widya, Jl. Prof. Dr. Muchtar Luthfi*

*Pekanbaru 28293*

*\*karinasilviani@outlook.com*

**ABSTRACT**

Activated carbon had successfully been made from shell of *Terminalia Catappa L* prepared by carbonization and KOH activation with microwave assisted process. The activation process was carried out at irradiations times of 20 minutes with various power irradiation of 540 Watt, 630 Watt and 720 Watt. The physical properties of activated carbon were characterized by scanning electron microscopy, X-ray diffraction and methylene blue adsorption. The power of microwave irradiation of 630 Watt resulted the highest methylene blue absorption as high as 79,2688 mg/g. Microstructure analysis of the sample showed that the height of layers ( $L_c$ ) was inverse proportional to its stack diameter ( $L_a$ ) and interlayer distance was slightly affected  $d_{002}$  and  $d_{100}$  the power of microwave irradiation.

Keywords : Activated carbon, chemical activation, microwave irradiation, methylene blue absorption

**ABSTRAK**

Telah berhasil dibuat karbon aktif dari cangkang *Terminalia Catappa L* melalui proses karbonisasi dan aktivasi kimia menggunakan KOH dengan bantuan daya iradiasi gelombang mikro. Proses pengaktifan menggunakan berbagai daya iradiasi, yaitu 540 watt, 630 watt dan 720 Watt selama 20 menit. Sifat-sifat fisika karbon aktif dikarakterisasi dengan menggunakan mikroskop pindaian elektron, difraksi sinar-X dan daya serap metilen biru. Daya iradiasi gelombang mikro 630 Watt menghasilkan daya serap metilen biru tertinggi yaitu 79,2688 mg/g. Analisis struktur mikro karbon aktif menunjukkan bahwa tinggi lapisan ( $L_c$ ) berbanding terbalik dengan lebar lapisan ( $L_a$ ) dan jarak antara lapisan  $d_{002}$  dan  $d_{100}$  tidak bergantung secara signifikan terhadap daya iradiasi gelombang mikro.

Kata Kunci : Karbon aktif, aktivasi kimia, iradiasi gelombang mikro, daya serap metilen biru

## PENDAHULUAN

Limbah cair sebagai hasil samping aktivitas industri sering menimbulkan permasalahan bagi lingkungan. Salah satu bahan berbahaya yang biasanya terdapat dalam limbah cair adalah zat warna (Krim *et al*, 2006). Berbagai metode telah banyak dilakukan untuk menangani permasalahan limbah zat warna. Metode adsorpsi merupakan salah satu metode yang efisien yang saat ini telah banyak dikembangkan.

Metode adsorpsi merupakan peristiwa penyerapan suatu adsorbat pada permukaan adsorben. Karbon aktif merupakan jenis adsorben yang paling banyak digunakan baik dari segi aplikasi maupun volume penggunaannya. Penggunaan karbon aktif yang berasal dari biomassa sebagai adsorben zat warna merupakan alternatif yang memberikan harapan terhadap pengolahan limbah industri. Penelusuran terhadap material baru yang lebih murah, mudah didapat serta mempunyai daya adsorpsi yang besar terus diupayakan.

Salah satu jenis tanaman potensial untuk dikembangkan pemanfaatannya dalam pembuatan karbon aktif adalah tanaman ketapang (*Terminalia catappa L*). Pembuatan karbon aktif berbahan dasar cangkang buah ketapang menggunakan pemanasan gelombang mikro telah menarik minat peneliti dalam

pengaktifan karbon, karena pemanasan gelombang mikro memiliki beberapa keunggulan, seperti efisiensi energi yang tinggi, laju pemanasan yang tinggi, pemanasan yang bervariasi (Chen & Hashisho, 2012) dan waktu pemanasan yang relatif singkat (Ahmed & Theydan, 2014), sehingga konsumsi energi menjadi lebih rendah.

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan maka pada penelitian ini dilakukan pembuatan karbon aktif dari cangkang buah ketapang, dengan daya gelombang mikro yang berbeda sebagai bahan penyerap metilen biru.

## METODE PENELITIAN

Cangkang buah ketapang yang digunakan adalah cangkang buah ketapang yang sudah kering. Cangkang buah ketapang terlebih dahulu dibersihkan dan dihaluskan menggunakan mortar menjadi bagian kecil yang berukuran  $\pm 0,5$  cm dan dipanaskan pada suhu  $100^{\circ}\text{C}$  selama 1 jam agar kandungan air yang ada pada bahan baku hilang. Proses pengarangan menggunakan oven selama 3 jam dengan suhu pengarangan  $200^{\circ}\text{C}$ . Setelah proses pengarangan, arang dihaluskan dan disaring agar memperoleh partikel yang berukuran  $<1$  mm. Aktivasi kimia dengan KOH dengan perbandingan massa arang dan KOH adalah 2 : 1. Pengadukan

campuran arang, KOH dan air suling dilakukan menggunakan *Hot Plate* dan *Magnetic Stirrer* pada suhu kamar selama 24 jam.

Iradiasi gelombang mikro menggunakan oven gelombang mikro (SHARP r-728 (s)-IN) dengan variasi daya 540 Watt, 630 Watt dan 720 Watt masing-masing selama 20 menit. Sampel kemudian direndam dalam air suling secara berulang-ulang untuk membuang bahan-bahan organik dan alkali sisa sehingga diperoleh pH~7 dan dikeringkan menggunakan oven pada temperatur 105°C selama 48 jam.

*Yield* karbon aktif yang dihasilkan setelah diiradiasi dengan gelombang mikro dengan daya 540 Watt, 630 Watt dan 720 Watt dihitung dengan menggunakan Persamaan (1).

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

dimana  $m_a$  adalah massa sebelum iradiasi dan  $m_b$  adalah massa setelah iradiasi.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. *Yield* Karbon Aktif

*Yield* karbon aktif yang diiradiasi gelombang mikro dengan daya yang berbeda ditunjukkan pada Tabel 1. *Yield* karbon aktif sangat bergantung pada daya iradiasi gelombang mikro. Kenaikan daya gelombang mikro dari 540 Watt hingga 720 Watt menyebabkan *yield* karbon

aktif menurun dari 47,33 % menjadi 31,03 %.

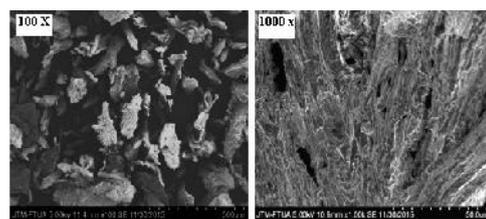
Tabel 1. *Yield* karbon aktif dari cangkang buah ketapang

Daya Iradiasi (Watt)	Massa (g)		<i>Yield</i> KA (%)
	Sebelum	Setelah	
540	30	14,20	47,33
630	30	11,09	36,96
720	30	9,31	31,03

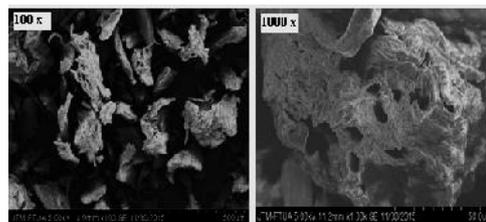
Penurunan *yield* ini kemungkinan disebabkan oleh bahan volatil yang menguap karena pemanasan gelombang mikro. Pola penurunan *yield* karbon aktif karena kenaikan daya iradiasi juga dilaporkan oleh (Ahmed & Theydan, 2014).

### 2. Morfologi Permukaan Karbon Aktif

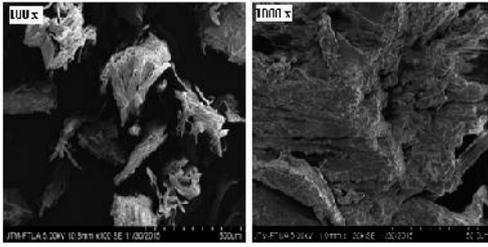
Gambar mikro permukaan karbon aktif cangkang buah ketapang yang diperoleh dari Mikroskop Pindaian Elektron dengan pembesaran 100x dan 1000x ditunjukkan pada Gambar 1.



(a)



(b)



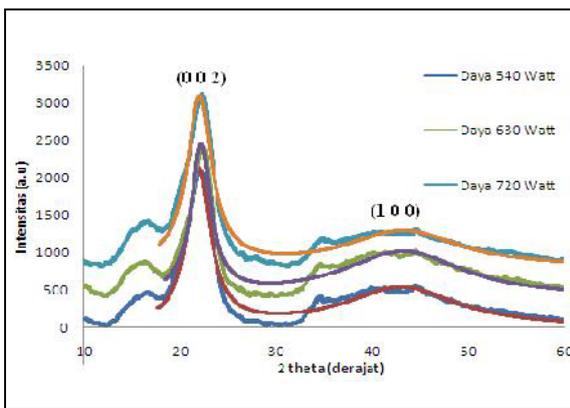
(c)

Gambar 1. Morfologi permukaan karbon aktif dengan daya iradiasi (a) 540 Watt, (b) 630 Watt dan (c) 720 Watt

Karbon aktif yang diiradiasi dengan daya gelombang mikro yang berbeda menunjukkan semua karbon aktif bersifat porous, walaupun pori mikro dan pori meso tidak dapat dideteksi karena terbatasnya pembesaran.

### 3. Struktur Mikro Karbon Aktif

Pola difraksi sinar-X karbon aktif yang telah disesuaikan dengan perangkat lunak Microcal Origin 3.54 ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Difraktogram XRD karbon aktif cangkang buah ketapang

Difraksi sinar-X dilakukan pada sudut  $2\theta$  sekitar  $10^\circ - 60^\circ$ , di mana

terdapat dua puncak pada sudut di sekitar  $22^\circ$  dan  $43^\circ$  yang masing-masing bersesuaian dengan bidang (002) dan (100). Kedua puncak ini mengindikasikan bahwa karbon aktif yang terbentuk memiliki struktur turbostratik. Struktur turbostratic diasumsikan sebagai kristal mikro yang tersusun menyerupai grafit dengan arah orientasi yang acak yang dibatasi oleh jaringan taut silang yang terdiri dari beberapa lapisan yang menyerupai lapisan grafit (Awitdrus *et al*, 2010).

Jarak antar bidang ( $d_{hkl}$ ) dan dimensi mikrokristalit (tinggi timbunan  $L_c$  dan lebar timbunan  $L_a$ ) masing-masing dihitung dengan menggunakan persamaan Bragg.

$$n\lambda = 2d \sin \theta$$

dan persamaan Deybe-Scherrer dari data difraksi sinar-X.

$$L_{c,a} = \frac{K\lambda}{\beta_{c,a} \cos \theta}$$

Parameter  $L_c$  dan  $L_a$  masing-masing bersesuaian dan masing-masing dengan puncak (002) dan (100), konstanta  $K = 0,84$  dan  $1,84$ . Nilai jarak antara bidang dan dimensi mikrokristalit ditunjukkan pada Tabel 2. Berdasarkan Tabel 2 daya iradiasi 630 Watt memiliki nilai  $L_c$  paling tinggi yaitu  $3,6194 \text{ nm}$  dan memiliki nilai  $L_a$  rendah yaitu  $1,0143 \text{ nm}$ . Hal ini menunjukkan bahwa selama proses iradiasi terjadi proses penataan ulang

atom karbon dengan arah horizontal bertambah kecil dan ke arah vertikal bertambah tinggi, sehingga kristalit yang terbentuk makin kecil, akibatnya jarak antar kristalit bertambah besar.

Tabel 2. Data nilai parameter kisi

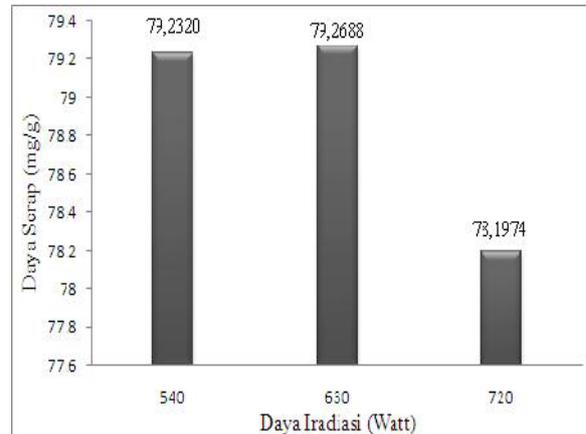
Daya Iradiasi (Watt)	Puncak	Jarak antar bidang (nm)		Dimensi Mikrokrystalin (nm)	
		$d_{(002)}$	$d_{(100)}$	$L_c$	$L_a$
540	(002)	0,4050	0,2100	2,9865	1,0792
	(100)				
630	(002)	0,4005	0,2091	3,6194	1,0143
	(100)				
720	(002)	0,4035	0,2095	2,7765	1,0935
	(100)				

Tinggi timbunan  $L_c$  berhubungan dengan luas permukaan, menurut Boyea *et al* (2007) dan Qu (2002) semakin tinggi nilai  $L_c$  maka semakin tinggi luas permukaan karbon aktif. Jadi, untuk mendapatkan karbon aktif dengan luas permukaan tinggi harus meningkatkan nilai  $L_c$  tetapi dalam waktu yang bersamaan menurunkan nilai  $L_a$ .

#### 4. Daya Serap Karbon Aktif Terhadap Metilen Biru

Kemampuan karbon aktif dalam menyerap metilen biru merupakan salah satu standar kualitas karbon aktif dalam penyerapan zat warna. Hasil uji daya serap karbon aktif terhadap metilen biru dapat dilihat pada Gambar 3. Daya serap karbon aktif terhadap metilen biru untuk

semua sampel sudah memenuhi syarat mutu karbon aktif menurut Standar Industri Indonesia (SII No.0258-89) di mana daya serap karbon aktif terhadap metilen biru minimal sebesar 60 mg/g untuk karbon berbentuk granular.



Gambar 3. Daya serap karbon aktif terhadap metilen biru

Kemampuan optimum karbon aktif dari cangkang buah ketapang dalam menyerap metilen biru adalah menggunakan daya iradiasi 630 Watt yaitu sebesar 79,2688 mg/g.

#### KESIMPULAN

Pengaruh daya iradiasi terhadap kualitas karbon aktif dari cangkang buah ketapang dapat dilihat dari daya serap metilen biru optimum yaitu sebesar 79,2688 mg/g untuk daya iradiasi 630 Watt, yang sudah memenuhi SII No. 0258-89 yaitu minimal 60 mg/g. Nilai ini didukung oleh nilai  $L_c$  yang tinggi yaitu 3,6194 nm

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, M.J., and Theydan, S.K. 2014. Optimization of microwave preparation conditions for activated carbon from Albizia Lebbeck seed pods for methylene blue dye adsorption. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis* 105: 199-208.
- Awitdrus, Deraman, M., Talib, I.A., Omar, R., Jumaili, M.H., Taer, E., and Saman, M.M. 2010. Microcrystallite dimension and total active surface area of carbon electrode from mixtures of pre-carbonized Oil Palm empty fruit bunches and green petroleum cokes. *Sains Malaysiana* 39: 83-86.
- Boyea, J.M., Camocho, S.P and Ready, W.J. 2007. Carbon nanotubes-based super capacitor. *Technologies and markets*. 4(1): 585-593.
- Chen, H and Hashisho, Z. 2012. Fast preparation of activated carbon from oil sands coke using microwave-assisted activation. *Fuel* 95: 178-182.
- Krim, L., Sahmoune, N., and Goma B. 2006. Kinetics of chromium sorption on biomass fungi from aqueous solution. *American Journal of Environmental Sciences* 1: 31-36.
- Qu, D. 2002. Studies of the Activated Carbon Used in Double Layer Supercapacitor. *Journal of Power Source*. 109(3): 403-411.