

## **PENGARUH KONSENTRASI KALIUM HIDROKSIDA DAN IRADIASI GELOMBANG MIKRO TERHADAP KUALITAS KARBON AKTIF DARI SERABUT TANDAN KELAPA SAWIT**

**Rakhmawati Farma, Nurul Tania\***,  
*Prodi S1 Fisika*  
*Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*  
*Universitas Riau Kampus Bina Widya*  
*Jl. Prof. Muchtar Luthfi Pekanbaru, 28293, Indonesia*  
*\*Nurultania1094@yahoo.com*

### **ABSTRACT**

Activated carbon as research creating absorbent material through process pre-carbonization and chemical activation used potassium hydroxide with help of microwave irradiation. The activation process using KOH concentration variation of 1 M, 2 M, and 3 M. The objective of this research was to investigate effect of KOH activator concentration on the characteristic of the activated carbon through the analysis of *yield* activated carbon, activated carbon adsorption of the methylene blue, cristalinity properties and surface morphology activated carbon. The best results were obtained in KOH concentration 2 M on methylene blue 90,60 mg/g, SEM analysis showed that increasing the power of KOH concentration will produce more quantity of pore and more regular pore structure which content of carbon is 68,47%.

**Key words:** KOH activator, Activation, Activated Carbon, Pre-Carbonization, Bunches of oil palm fibers.

### **ABSTRAK**

Telah dilakukan penelitian pembuatan karbon aktif sebagai bahan penyerap melalui proses pra-karbonisasi dan aktivasi kimia menggunakan kalium hidroksida dengan bantuan daya iradiasi gelombang mikro. Proses pengaktifan menggunakan variasi konsentrasi KOH, yaitu 1 M, 2M, dan 3 M. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik karbon aktif melalui analisa daya serap karbon aktif terhadap metilen biru, morfologi karbon aktif. Hasil terbaik diperoleh pada konsentrasi KOH 2 M pada daya serap terhadap karbon aktif sebesar 90,60 mg/g, morfologi permukaan menunjukkan bahwa meningkatnya konsentrasi KOH yang digunakan akan menghasilkan pori-pori yang lebih banyak dan teratur dengan kandungan atom karbon sebesar 68,47%.

Kata Kunci : Aktivator KOH, Aktivasi, Karbon aktif, Pra-karbonisasi, Serabut Tandan Kelapa Sawit

## PENDAHULUAN

Zat warna adalah suatu zat yang berasal dari senyawa organik maupun anorganik berwarna yang digunakan untuk memberi warna pada tekstil ataupun makanan, minuman, obat-obatan, kosmetik dan lainnya (**Lestari, 2012**). Secara umum, zat warna dibagi dalam dua jenis yaitu zat warna alami dan zat warna sintetis atau buatan. Zat warna alami merupakan zat warna yang berasal dari ekstrak tumbuhan (seperti bagian daun, bunga, biji), hewan dan mineral. Zat warna alami memiliki beberapa kekurangan dari segi warnanya, beberapa produsen memilih untuk menggunakan pewarna sintesis.

Salah satu zat warna yang digunakan dalam industri ini adalah metilen biru. Senyawa metilen biru mempunyai struktur benzena yang sulit untuk diuraikan, bersifat toksik, karsinogenik dan mutagenik dan banyaknya molekul zat warna dalam air akan mengganggu proses fotosintesis (**Andari dan Wardhani, 2014**).

Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mengurai limbah cair zat warna adalah dengan metode adsorpsi. Adsorpsi merupakan suatu teknik yang efisien untuk menghadapi masalah kontaminasi limbah cair domestik dan industri, karena dapat menghilangkan bau serta menurunkan kadar zat warna dari larutan dengan sempurna tanpa

mengubahnya menjadi senyawa yang lebih berbahaya.

Karbon aktif terbuat dari bahan-bahan yang mengandung selulosa, hemiselulosa, dan lignin yang tinggi seperti tempurung kelapa, ketapang, biji kopi, dan serabut tandan kelapa sawit. Serabut tandan kosong kelapa sawit (STKS) merupakan limbah utama yang mengandung lignoselulosa yang belum dimanfaatkan secara optimal dari industri pengolahan kelapa sawit. (**Darnoko dan Samun, 2008**). Oleh karena itu serabut kelapa sawit dapat diolah menjadi bahan karbon yang digunakan sebagai filter (penyaring) dan sebagai absorben (penyerap). Daya serap ditentukan oleh luas permukaan dan kemampuan daya serap menjadi lebih tinggi jika karbon di aktivasi secara fisika, aktivasi secara kimia dan gabungan aktivasi kimia dan fisika.

## METODE PENELITIAN

### 1. Pembuatan Karbon Aktif

Bahan yang digunakan dalam pembuatan karbon aktif adalah serabut tandan kelapa sawit (STKS) yang dikeringkan dan dilakukan pemisahan serabut dari tandan kelapa sawit. Kemudian STKS dipra-karbonisasi didalam furnace selama 4 jam dengan suhu 280 °C. STKS yang dihasilkan dari proses pra-karbonisasi kemudian dilakukan

penghalusan menggunakan *grinder* dan *ball milling* selama 36 jam dan dilanjutkan pengayakan sehingga dihasilkan produk serbuk karbon swa-merekat (SKSM) yang ukuran butirannya sebesar  $\leq 106$ . Pengaktifan karbon dengan melakukan aktivasi kimia menggunakan agen pengaktif KOH yang divariasikan dengan konsentrasi 1 M, 2 M, dan 3 M selama 25 jam menggunakan *hot plate* dan *magnetic stirrer* dengan kecepatan putar 400 rpm pada suhu ruang (30°C). Karbon aktif hasil dari proses aktivasi kemudian diiradiasi menggunakan gelombang mikro dengan daya iradiasi sebesar 630 Watt selama 20 menit pada masing-masing perlakuan. Karbon aktif kemudian dilakukan pencucian dengan menggunakan air suling hingga pH mendekati netral (pH~7) dan dilanjutkan pengeringan dalam oven dengan suhu 100 °C selama  $\pm 30$  jam.

## 2. Sifat Fisis

Morfologi permukaan karbon aktif dapat diamati menggunakan mikroskop pindaian elektron dengan memanfaatkan elektron sebagai pengganti cahaya untuk menghasilkan bayangan. Mikroskop pindaian elektron yang digunakan pada penelitian ini adalah Hitachi S-3400N yang hanya mampu mengamati pori-pori yang berukuran makro, sedangkan pori-pori yang berukuran meso dan mikro tidak dapat diamati.

Mikroskop pindaian elektron menggunakan hamburan balik elektron-elektron sekunder yang dipantulkan disampel. Elektron-elektron sekunder mempunyai energi yang rendah maka elektron-elektron tersebut dapat dibelokkan membentuk sudut dan menimbulkan bayangan topografi. Elektron-elektron yang dihamburkan balik sangat peka terhadap jumlah atom, sehingga itu penting untuk menunjukkan perbedaan pada perubahan komposisi kimia dalam sampel. Intensitas elektron yang dihamburkan balik juga peka terhadap orientasi berkas sinar datang relatif terhadap kristal.

Pori-pori karbon aktif menentukan kemampuan penyerapan karbon aktif terhadap larutan metilen biru. Kurva standar dibuat dengan cara mengukur adsorpsi larutan metilen biru standar dengan konsentrasi 10, 20, 30, 40, dan 50 ppm dengan menggunakan spektrofotometer UV-VIS pada panjang gelombang maksimum metilen biru. Data yang didapatkan dibuat kurva standar larutan metilen biru antara konsentrasi larutan metilen biru (ppm) terhadap adsorbansi. Penentuan daya serap karbon aktif terhadap larutan metilen biru dari STKS sebanyak 0,5 g dicampur dengan 50 ml larutan metilen biru 100 ppm dalam Erlenmeyer dan ditutup aluminium foil,

kemudian dilakukan pengadukan dengan menggunakan *hot plate* dan *magnetic stirrer* dengan kecepatan 800 rpm selama 15 menit. Campuran tersebut disaring dengan kertas saring sehingga didapatkan filtratnya yang merupakan larutan metilen biru sisa. Filtrat diukur adsorbansinya dengan menggunakan spektrofotometer UV-VIS pada panjang gelombang maksimum metilen biru. Data yang diperoleh adalah data adsorbansi metilen biru sisa. Konsentrasi metilen biru sisa dapat diketahui dengan memasukkan data tersebut ke persamaan kurva standar, sehingga konsentrasi metilen biru yang teradsorpsi oleh karbon aktif dari STKS dapat diketahui.

Hasil adsorpsi karbon aktif terhadap larutan metilen biru dianalisis dengan menggunakan Persamaan (\*).

$$q(t) = \frac{C_0 - C_t}{w} V f_p \quad (*)$$

Hasil adsorpsi karbon aktif dapat digunakan untuk menghitung luas permukaan dari karbon dengan menggunakan persamaan (\*\*).

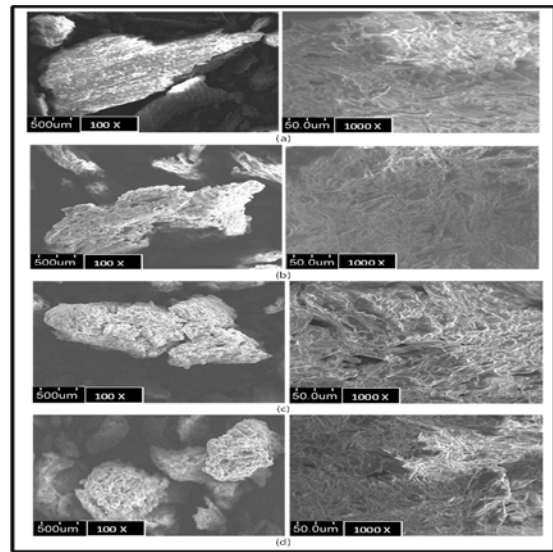
$$A = \frac{NA_{mb} q(t)}{M_r} \quad (**)$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Morfologi Permukaan

Karakterisasi morfologi permukaan karbon aktif pada serabut tandan kelapa sawit dilakukan dengan menggunakan

mikroskop pindaian elektron (SEM) dengan perbesaran 100x dan 1000x terlihat pada Gambar 1.



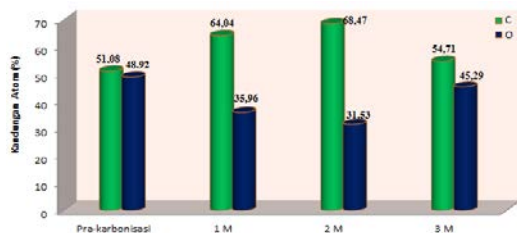
**Gambar 1.** Morfologi permukaan karbon aktif

Struktur pori pada karbon sebelum diaktivasi belum terlihat dikarenakan zat pengotor masih menutupi pori-pori karbon. Struktur pori karbon aktif yang terbentuk dengan melakukan proses aktivasi dengan konsentrasi KOH 1 M memiliki pori-pori yang sedikit, sedangkan pada konsentrasi 2 M dan 3 M memiliki pori-pori makro yang teratur dan struktur pori semakin terlihat. Karbon aktif yang dihasilkan dengan menggunakan konsentrasi KOH 2M memiliki pori-pori yang lebih teratur dan paling banyak seperti yang terlihat pada Gambar 1. Menurut **Marsh dan Reinoso (2006)** proses aktivasi pada karbon aktif menyebabkan hilangnya sebagian rongga yang tertutup didalam partikel karbon, sehingga pori-pori semakin lebar. Secara

umum, hasil karakterisasi mikroskop pindaian elektron akan menampilkan pori mikro dan meso yang terdapat disekeliling makro. Morfologi permukaan yang diamati menunjukkan bahwa konsentrasi KOH dapat mempengaruhi pori-pori yang terbentuk

## 2. Analisa Energi Dispersif Sinar-X

Karakterisasi energi dispersif sinar-X (EDX) merupakan teknik analisa yang digunakan untuk menganalisa unsur kimia yang terkandung pada karbon aktif. Seperti terlihat pada Gambar 2.



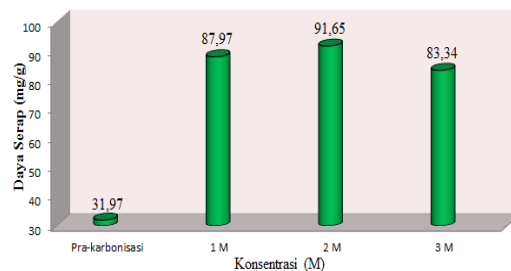
**Gambar 2.** Persentase kandungan karbon

Persentase karbon pada karbon aktif dengan konsentrasi 2 M memiliki kandungan karbon dan oksigen tersebar yaitu sebesar 68,47% dan 32,53%, sedangkan persentase karbon pada karbon aktif dengan konsentrasi 1 M memiliki kandungan karbon dan oksigen terendah yaitu sebesar 54,71% dan 45,29%. Kandungan atom karbon pada penelitian yang dihasilkan oleh **Danish et al (2011)** dalam penelitian karbon aktif dari kayu akasia menunjukkan bahwa proses aktivasi dan iradiasi gelombang mikro memiliki

peranan penting dalam meningkatkan jumlah kandungan atom karbon di dalam sampel. Penurunan persentase oksigen akan menyebabkan meningkatnya persentase atom karbon setelah melalui proses aktivasi dan iradiasi gelombang mikro.

## 3. Analisa Daya Serap Karbon Aktif Terhadap Metilen Biru

Standar kualitas dari karbon aktif yang dihasilkan dapat dilihat dari kemampuan karbon aktif dalam menyerap zat warna metilen biru. Hasil Daya serap karbon aktif terhadap metilen biru dapat dilihat pada Gambar 3 memperlihatkan bahwa nilai penyerapan karbon aktif terhadap metilen biru karbon menunjukkan nilai yang berbeda-beda pada masing-masing konsentrasi yang diberikan.



**Gambar 3.** Daya serap karbon aktif terhadap metilen biru

Gambar 3 menunjukkan bahwa karbon sebelum di aktivasi memiliki nilai daya serap yang lebih rendah yaitu sebesar 31,97 mg/g jika dibandingkan dengan karbon aktif yang telah di aktivasi dengan variasi konsentrasi yaitu sebesar 87,97 mg/g untuk karbon aktif dengan

konsentrasi 1 M dan meningkat dengan pertambahan nilai konsentrasi 2 M dengan nilai daya serap karbon aktif terhadap metilen biru sebesar 91,65 mg/g. Konsentrasi yang meningkat menyebabkan daya serap karbon aktif menurun secara signifikan, hal ini terlihat dari karbon aktif yang nilai konsentrasi 3 M dengan kemampuan daya serap sebesar 83,34 mg/g.

Daya serap karbon aktif terhadap metilen biru dapat menentukan luas permukaan dari karbon aktif yang dihasilkan. Data luas permukaan karbon aktif dapat dilihat pada Tabel 1. Tabel 1 memperlihatkan bahwa luas permukaan karbon sebelum di aktivasi memiliki nilai terendah yaitu sebesar 188 m<sup>2</sup>/gr dan pada karbon aktif yang di aktivasi dengan konsentrasi 2 M memiliki nilai terbesar yaitu sebesar 340,005 m<sup>2</sup>/gr. Pada penelitian ini luas permukaan karbon aktif terjadi perubahan seiring meningkatnya konsentrasi KOH yang digunakan seperti ditunjukkan pada Tabel 1 sehingga dapat disimpulkan bahwa konsentrasi KOH mempengaruhi luas permukaan karbon aktif dari serabut tandan kelapa sawit.

Secara umum, luas permukaan karbon aktif memiliki nilai standar minimum yang di tetapkan SNI yaitu sebesar 300m<sup>2</sup>/gr -3500 m<sup>2</sup>/gr (Idrus et al, 2013).

**Tabel 1** Luas permukaan karbon aktif serabut tandan kelapa sawit

Sampel	Luas Permukaan ( m <sup>2</sup> /gr)
Pra-karbonisasi	118,533
1 M	325,916
2 M	340,005
3 M	308,86

Luas permukaan pada penelitian ini memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan standar minimum yang telah ditetapkan.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa konsentrasi KOH mempengaruhi kualitas karbon aktif yang dihasilkan. Karakterisasi yang dilakukan menunjukkan bahwa karbon aktif terbaik dalam penelitian ini memiliki pori-pori yang banyak pada konsentrasi 2 M dengan kandungan karbon sebesar 68,47 % dan 31,53 % untuk kandungan oksigen. Daya serap karbon aktif terhadap metilen biru sebesar 91,65 mg/g dengan luas permukaan karbon aktif sebesar 340,005 m<sup>2</sup>/g.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andari, N.D. dan Wardhani S. 2014. *Fotokatalis TiO<sub>2</sub>-Zeolit Untuk Degradasi Metilen Biru*: Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.Universitas Brawijaya.
- Danish. M., Hashim. R., Ibrahim. M. N. M., Rafatullah. M., Ahmad. T and

- Sulaiman, O. 2011. Characterizations of Acacia mangium Wood Based Activated Carbon Prepared in the Presence of Basic Activating Agent. *Bioresources*. 6(3) 3019-3033.
- Danarto Y.C. Dan T. Samun. 1992. Pengaruh Aktivasi Karbon Dari Sekam Padi Pada Proses Adsorpsi Logam Cr(vi). *Ekulibrium* 7(1): 13-16
- Idrus, R., Lapanoro, B.P., Putra, S. 2013. Pengaruh Suhu Aktivasi Terhadap Kualitas Karbon Aktif Berbahan Dasar Tempurung Kelapa. *Jurnal Prisma Fisika* 1:50-55.
- Marsh, H., Rodriguez-Reinoso, F. 2006. *Activated Carbon*. Netherlands: Elsevier Sciences and Technology Books.