

STUDI AWAL PENGARUH KOMBINASI WAKTU PERENDAMAN ZnCl₂ DAN KOH DALAM PROSES AKTIVASI KARBON DARI KAYU HALABAN

R. R. Adinda Putri Permatasari, Amanah Nur Permata, Anang Takwanto
Jurusan Teknik Kimia
rradindap@gmail.com, a.takwanto@gmail.com

ABSTRAK

Arang kayu halaban dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan karbon aktif alternatif dikarenakan arang kayu mengandung 85-90% karbon. Pembuatan karbon aktif dari arang kayu menggunakan metode aktivasi fisik dengan pemanasan pada suhu tinggi dan secara kimia dengan perendaman pada larutan kimia. Penelitian ini bertujuan mempelajari dan menganalisis pengaruh penambahan ZnCl₂ dan KOH, suhu pemanasan, waktu perendaman aktivasi terhadap karakteristik karbon aktif, serta mempelajari kemampuan adsorpsi karbon aktif teraktivasi terhadap metilen biru. Variabel terikat adalah suhu aktivasi (500, 550, dan 600 °C) dan jenis aktivator ZnCl₂ dan KOH. Variabel bebas pada penelitian ini adalah waktu perendaman kombinasi ZnCl₂ (12 jam) dan KOH (12 jam) serta perendaman aktivator (kombinasi antara ZnCl₂ dan KOH) dengan konsentrasi ZnCl₂ 0,09% dan KOH 0,05% (b/v). Hasil penelitian ini menunjukkan dengan adanya kombinasi aktivator akan menghasilkan luas permukaan karbon aktif yang tinggi. Serta semakin tinggi suhu pemanasan dan semakin lama waktu perendaman arang kayu dengan aktivator, maka akan semakin baik efisiensi penyerapannya. Kondisi terbaik yang diperoleh pada pembuatan karbon aktif yaitu, pada suhu pemanasan 600°C, kombinasi aktivator ZnCl₂-KOH dengan waktu perendaman 12 jam ZnCl₂, dilanjutkan dengan 12 jam KOH. Luas permukaan karbon aktif sebesar 358,67 m²/g dengan kadar air sebesar 13%, dan kadar abu sebesar 12,7%.

Kata kunci: aktivator, arang kayu, karbon aktif.

ABSTRACT

Halaban wood charcoal can be used as raw materials for making alternative carbon active because wood charcoal contained 85-90% of carbon. Activated carbon made from wood charcoal using the physically methods of activation by heating at high temperature and chemically methods by soaking in a chemical solution. The purpose of this research to learn and analyze the influence in addition of ZnCl₂ and KOH, heating temperature, immersion time activation against the characteristics of activated carbon, as well as learning the adsorption ability of activated carbon for methylene blue. The variables are the immersion time of ZnCl₂ (12 hours) and KOH (12 hours). The results of this research indicate that the activator combination will produce high surface area of activated carbon. And also, the higher heating temperature and the longer of the immersion time of wood charcoal, then the adsorption more efficient. The best condition to make an activated carbon which the heating temperature in 600°C, the activator combination with the immersion time of ZnCl₂ 12 hours, followed by 12 hours of KOH with ZnCl₂ 0,09% dan KOH 0,05% (w/v). The surface area of activated carbon are 358,67 m²/g with the moisture content of 13%, and ash content of 12,7%.

Keywords: activator, wood charcoal, activated carbon.

1. PENDAHULUAN

Di berbagai industri kimia, proses yang paling sering digunakan adalah proses adsorpsi. Proses adsorpsi digunakan untuk menghilangkan polutan organik dalam air,

memurnikan pelarut, memisahkan gas, sebagai katalis, dan lain-lain. Besarnya ukuran pori-pori adsorben berpengaruh terhadap proses pemurnian, pemisahan, dan menghilangkan polutan. Sedangkan luas permukaan adsorben diperhitungkan untuk pengaplikasiannya dalam menyimpan gas. Faktor utama dalam proses adsorpsi ini adalah pemilihan jenis adsorben yang digunakan. Adsorben alternatif yang dapat digunakan adalah karbon aktif.

Karbon aktif atau yang dikenal dengan arang aktif merupakan karbon yang diproses sehingga mempunyai daya adsorpsi yang tinggi terhadap larutan atau uap. Karbon aktif memiliki luas permukaan yang lebih tinggi dari adsorben-adsorben yang lain sehingga kemampuan adsorpsinya besar. Karbon aktif dapat dibuat dari bahan yang mengandung karbon, diantaranya residu pabrik kertas, residu pengolahan minyak, kokas dari batubara, dan petroleum *coke* pada suhu sekitar 400°C [1].

Pada penelitian yang sudah ada sebelumnya dapat diketahui bahwa pengaktifan karbon aktif yang optimum dengan menggunakan aktivator $ZnCl_2$ akan menghasilkan bilangan iodin sebesar 710,48 mg/g dan daya serap sebesar 41,96%. Hasil uji SEM EDXA yang menunjukkan banyaknya pori yang dihasilkan tersebut membuktikan karbon aktif pada konsentrasi 7% memiliki kandungan Cl terbesar yaitu 4,58% jika dibandingkan dengan konsentrasi 3% dan 5% [2].

Luas permukaan yang besar ini disebabkan karena mempunyai struktur pori-pori. Pori-pori inilah yang menyebabkan karbon aktif mempunyai kemampuan untuk menyerap [3]. Sehingga, dari penelitian tersebut dapat dijadikan acuan untuk penelitian selanjutnya. Pada penelitian yang akan dilakukan ini diharapkan dengan mengkombinasikan larutan $ZnCl_2$ dan KOH sebagai aktivator dapat menghasilkan karbon aktif dengan daya serap yang lebih besar.

Tujuan penelitian ini yaitu mempelajari dan menganalisis pengaruh suhu dan waktu perendaman aktivasi terhadap karakteristik karbon aktif, mempelajari dan menganalisis pengaruh penambahan $ZnCl_2$ dan KOH terhadap karakteristik karbon aktif, serta mempelajari dan menganalisis kemampuan adsorpsi karbon aktif teraktivasi terhadap metilen biru.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu oven, *furnace*, cawan porselen, desikator, neraca analitik, pH meter, ayakan, kaca arloji, Erlenmeyer, pipet ukur 10 mL, 25 mL, dan 50 mL, kertas saring, SEM JEOL JSM-6390 LA, *hot plate*, *magnetic stirrer*, *centrifuge*, *vacuum pump*, *corong Buchner*, UV Vis Spektrofotometer, dan kuvet. Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu arang kayu, larutan $ZnCl_2$, KOH, metilen biru, dan akuades.

2.2. Prosedur Penelitian

Arang kayu dihaluskan dan diayak dengan ayakan ukuran 133 mesh. Serbuk karbon ditimbang sebanyak 1 g, kemudian dikeringkan dalam oven dengan suhu 110 °C selama ± 1 jam. Sampel dipanaskan dengan *furnace* hingga mencapai suhu 500, 550, dan 600 °C dengan dilapisi *aluminium foil*. Pencucian dengan akuades dilanjutkan sampai air pembilas netral. Aktivasi secara kimia dengan merendam serbuk karbon dalam kombinasi aktivator antara $ZnCl_2$ dan KOH. Pengeringan dilakukan menggunakan wadah didalam oven selama ± 7 jam pada suhu 110 °C. Kemudian uji absorbansinya dengan alat UV Vis Spektrofotometer.

2.3. Analisis Data

a. Analisis Kadar Air

$$Kadar\ air = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100\% \quad (1)$$

b. Analisis Kadar Abu

$$Kadar\ abu = \frac{\text{berat abu}}{\text{berat sample}} \times 100\% \quad (2)$$

c. Analisis Daya Serap

$$W_{ads} = \frac{(C_1 - C_2)V}{B} \quad (3)$$

Keterangan:

Wads = berat *methylene blue* yang terjerap oleh 0,1 gram sampel (g/g)

B = berat sampel yang digunakan (gram)

C₁ = konsentrasi larutan *methylene blue* awal (ppm atau g/L)

C₂ = konsentrasi larutan *methylene blue* akhir (ppm atau g/L)

V = volume larutan *methylene blue* yang digunakan (L)

d. Menghitung Luas Permukaan

$$S = \frac{W_{ads} \cdot N \cdot a}{Mr} \quad (4)$$

Keterangan:

S = luas permukaan karbon aktif (m²/g)

Wads = berat adsorbat yang teradsorpsi (g/g)

N = bilangan Avogadro (6,002 x 10²³ mol⁻¹)

a = luas penutupan oleh 1 molekul *methylene blue* (197 x 10⁻²⁰ m²)

Mr = massa molekul relative *methylene blue* (320,5 g/mol)

e. Menghitung Efisiensi Penyerapan

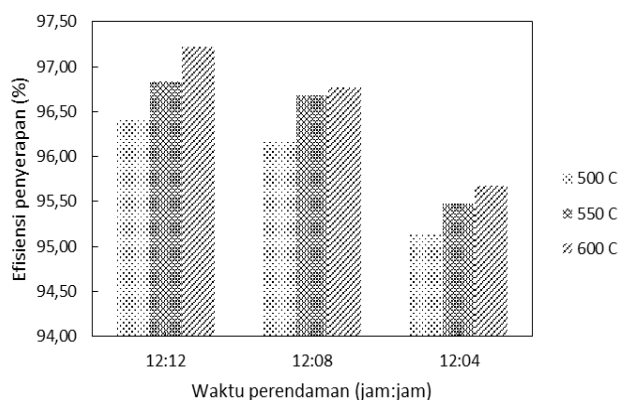
$$Efisiensi\ penyerapan = \frac{C_o - C_t}{C_o} \times 100\% \quad (5)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

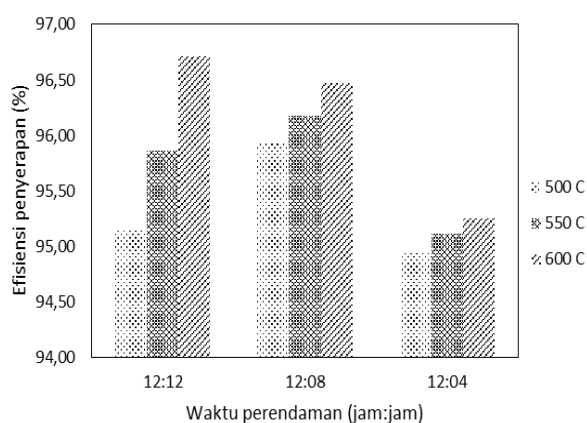
3.1 Pengaruh Suhu dan Waktu Perendaman terhadap Efisiensi Penyerapan Karbon Aktif

Adanya hubungan efisiensi penyerapan karbon aktif dari arang kayu yang diaktivasi dengan waktu perendaman larutan ZnCl₂ ± 12 jam, dilanjutkan dengan larutan KOH selama 12 jam, 8 jam, dan 4 jam dan sebaliknya dapat diketahui dari gambar 1 dan gambar 2, dimana semakin tinggi suhu pemanasan arang kayu dan semakin lama waktu perendamannya, maka akan semakin baik efisiensi penyerapannya. Pada suhu pemanasan yang terlalu tinggi, dapat meningkatkan kadar abu, sehingga dapat menyumbat pori-pori pada struktur karbon aktif dan mengurangi luas permukaannya. Pemanasan suhu yang tinggi lebih dari suhu 700°C akan merusak beberapa dinding pori-pori pada karbon serta dapat menimbulkan oksida logam yang akan menutupi dinding pori-pori pada permukaan karbon

[4]. Pada literatur, kemampuan adsorpsi karbon aktif cenderung meningkat, dikarenakan semakin lama waktu aktivasi, maka semakin kuat pengaruh larutan aktivator tersebut untuk mengikat senyawa-senyawa tar sisa karbonisasi sehingga dapat keluar melewati mikro pori-pori [5].



Gambar 1. Hubungan antara waktu perendaman dan suhu terhadap efisiensi penyerapan aktivator ZnCl₂-KOH



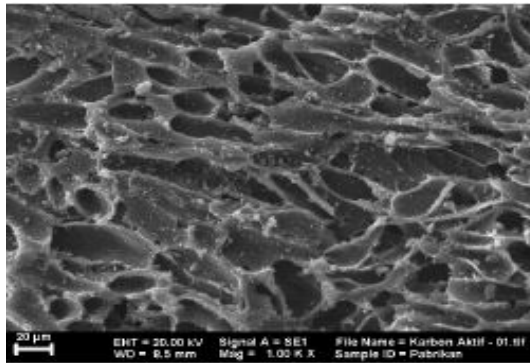
Gambar 2. Hubungan antara waktu perendaman dan suhu terhadap efisiensi penyerapan aktivator KOH-ZnCl₂

Jika dibandingkan antara perendaman aktivator ZnCl₂ - KOH selama 24 jam dengan perendaman KOH - ZnCl₂ selama 24 jam pada suhu 600 °C, efisiensi penyerapan karbon aktif terhadap *methylene blue* sedikit lebih baik ZnCl₂ – KOH. Dari hasil pengaktifasian arang kayu tersebut menunjukkan bahwa nilai efisiensi arang kayu yang teraktivasi hampir mendekati satu sama lain, dimana efisiensi penyerapannya sebesar ZnCl₂ - KOH sebesar 97,22%, sedangkan efisiensi penyerapan KOH - ZnCl₂ sebesar 96,71%. Menurut literatur, ZnCl₂ berfungsi sebagai asam Lewis yang meningkatkan terjadinya reaksi kondensasi aromatik (polimerisasi) dan menghambat pembentukan senyawa volatil, sehingga meningkatkan perolehan karbon aktif [1].

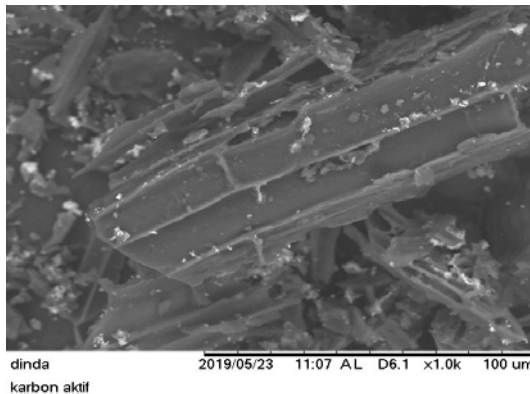
3.2 Karakteristik Karbon Aktif dari Uji SEM-EDXA

Pada gambar 3 menunjukkan hasil uji SEM arang kayu setelah diaktivasi. Perbesaran yang digunakan pada uji SEM karbon aktif dari arang kayu adalah 1000 kali. Ukuran pori dari

karbon aktif sebesar 93 μm . Sedangkan pada hasil uji SEM karbon aktif pasaran dengan perbesaran 1000 kali, ukuran pori sebesar 40 μm [6].

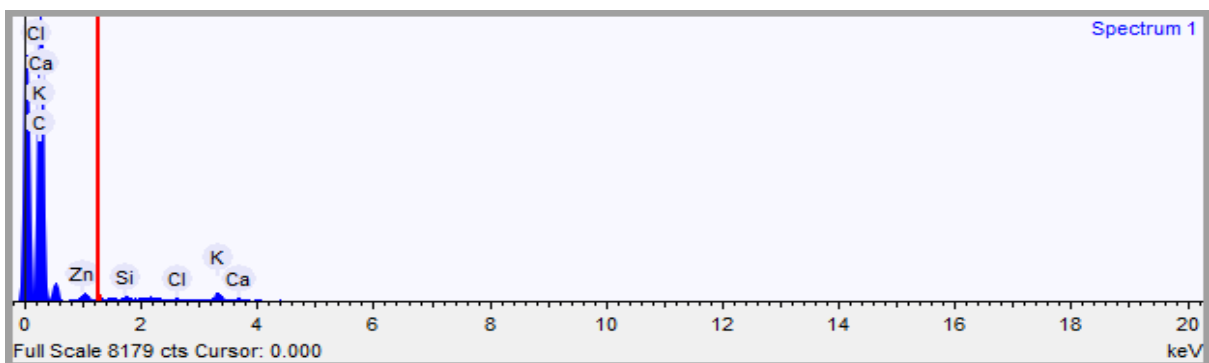


Gambar 3. Hasil uji SEM karbon aktif pasaran



Gambar 4. Hasil uji SEM karbon aktif dari arang kayu yang diaktivasi

Jika dibandingkan antara ukuran pori dari sampel karbon aktif dari arang kayu terhadap kategori distribusi ukuran pori menurut IUPAC, maka sampel karbon aktif dapat digolongkan kedalam kelompok makroporos. Dari Gambar 3 dan 4 tersebut dapat dilihat bahwa pori-pori yang ada pada karbon aktif dari arang kayu yang diaktivasi dengan kombinasi aktivator ZnCl_2 dan KOH terlihat lebih terbuka dan memiliki ukuran yang lebih besar daripada karbon aktif dari pasaran. Pada literatur, semakin luas permukaan arang aktif, maka akan semakin tinggi daya adsorpsinya [5].



Gambar 5. Pola difraksi sinar-X karbon aktif dengan kombinasi aktivator ZnCl_2 – KOH pada 600 $^\circ\text{C}$

Tabel 3. Data EDXA %massa karbon aktif dengan kombinasi aktivator $ZnCl_2 - KOH$ pada $600\text{ }^\circ\text{C}$

Element	Weight %
Carbon	94.148
Chlorine	0.201
Potassium	2.060
Calcium	0.472
Zinc	2.628

Pada kedua data di atas menunjukkan banyaknya kandungan unsur pada karbon aktif dalam % massa dengan aktivator $ZnCl_2 - KOH$ pada suhu $600\text{ }^\circ\text{C}$. Dapat diketahui bahwa kandungan Zn sedikit lebih banyak jika dibandingkan dengan K, dimana % massa Zn sebesar 2,628 sedangkan K sebesar 2,060. Namun, kandungan % massa Cl lebih sedikit jika dibandingkan dengan Zn, hal tersebut dapat dikarenakan Zn juga diindikasikan berasal dari ZnO hasil pembakaran pada karbon yang tidak sempurna [2].

3.3 Pengaruh Kemampuan Adsorpsi Karbon Aktif terhadap *Methylene Blue*

Adanya hubungan antara daya serap terhadap besarnya luas permukaan pada karbon aktif dari arang kayu dengan aktivator $ZnCl_2 - KOH$ dapat diketahui dari semakin tinggi suhu pemanasan arang kayu, maka semakin baik daya serapnya. Selain itu, semakin tinggi daya serapnya, maka akan semakin luas permukaan karbon aktif yang dihasilkan. Hal tersebut sesuai dengan literatur, dimana pada literatur, daya serap yang semakin besar menunjukkan bahwa luas permukaan karbon aktif juga semakin besar. Daya serap terhadap metilen biru sebanding dengan luas permukaan adsorben [7].

Arang kayu dapat dikatakan teraktivasi jika sudah memenuhi standar karbon aktif menurut SII (Standar Industri Indonesia) No. 0258-88. Dari hasil analisis uji kadar air pada karbon aktif dengan aktivator $ZnCl_2 - KOH$ pada suhu $600\text{ }^\circ\text{C}$, didapatkan kadar air sebesar 13% dan kadar abu sebesar 12,7%. Kadar air dan kadar abu tersebut sudah sesuai dengan SII No. 0258-88, dimana besar kadar air dan kadar abu dalam karbon aktif maksimum sebesar 15%. Pada literatur, kadar air dalam suatu karbon aktif cenderung semakin tinggi, hal tersebut dapat disebabkan karena terjadinya peningkatan sifat higroskopis arang aktif terhadap uap air serta, tingginya kadar abu yang dihasilkan, dapat mengurangi daya adsorpsi arang aktif, karena pori arang aktif terisi oleh mineral-mineral logam [5].

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

- 1) Pengaruh suhu dan waktu perendaman aktivasi terhadap karakteristik karbon aktif terletak pada tingginya suhu dan lamanya waktu perendaman untuk pengaktifasian arang kayu. Efisiensi penyerapan terbaik sebesar 97,22% pada suhu $600\text{ }^\circ\text{C}$ $ZnCl_2 - KOH$.
- 2) Pengaruh penambahan $ZnCl_2$ dan KOH terhadap karakteristik karbon aktif dapat membuka pori-pori yang ada pada karbon aktif, sehingga dari uji SEM pori-porinya terlihat lebih terbuka dan memiliki ukuran yang lebih besar daripada karbon aktif dari pasaran. Ukuran pori dari karbon aktif dari kayu halaban sebesar $93\text{ }\mu\text{m}$.
- 3) Daya serap terhadap metilen biru sebanding dengan luas permukaan adsorben. Luas permukaan terbaik sebesar $358,67\text{ m}^2/\text{g}$.

4.2 Saran

Dapat dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan bahan baku lain dan variabel-variabel yang berbeda.

REFERENSI

- [1] Alothman, Z. A., Habila M. A. dan Ali R., 2011, *Preparation of Activated Carbon Using the Copyrolysis of Agricultural and Municipal Solid Wastes at a Low Carbonization Temperature*, International Conference on Biology, Environment and Chemistry, 67-72, Singapore.
- [2] Pitaloka, A., 2011, *Optimalisasi Aktivasi Karbon Aktif Tempurung Kelapa Dengan Ragam Suhu Dan Konsentrasi Aktivator ZnCl₂*, Departemen Kimia Institut Pertanian Bogor.
- [3] Mahmud, S., 2003, *A Generalized Ono-Kondo Lattice Model for High Pressure Adsorption on Carbon Adsorbents*, Oklahoma State University.
- [4] Allwar, Noor M, Asri M., 2008. *Textural Characteristics of Activated Carbons Prepared from Oil Palm Shells Activated with ZnCl₂ and Pyrolysis under Nitrogen and Carbon Dioxide*, Journal of Physical Science, Vol. 19, 93-104.
- [5] Adinata, Mirsa Restu., 2013, *Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang sebagai Karbon Aktif*, Jurusan Teknik Kimia Universitas Pembangunan Nasional Veteran, Surabaya.
- [6] Oktafiharto, dkk., 2018, *Komparasi Efektivitas Karbon Aktif Pabrikasi, Karbon Aktif Tempurung Kelapa dan Karbon Aktif Kayu Mahoni terhadap Penurunan Nilai BOD, TSS, dan Turbidity*, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
- [7] Widihati, Ida Ayu Gede Ni G. A. M., Dwi Adhi Suastuti, dan M. A. Yohanita Nirmalasari., 2012, *Studi Kinetika Adsorpsi Larutan Ion Logam Kromium (Cr) Menggunakan Arang Batang Pisang (Musa paradisiaca)*. Jurusan Kimia FMIPA Universitas Udayana.