

PENGARUH KONSENTRASI LARUTAN KOH PADA KARBON AKTIF TEMPURUNG KELAPA UNTUK ADSORPSI LOGAM Cu

Erlina^{1*}, Umiatin², Esmar Budi³

^{1,2&3}Jurusan Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Jakarta
Jl. Pemuda No.10 Jakarta 13220
*) Email: r.erlina@gmail.com

Abstrak

Telah dilakukan penelitian mengenai pembuatan karbon aktif berbahan dasar arang tempurung kelapa dengan menggunakan aktivasi secara kimia dan fisika. Aktivasi kimia dilakukan dengan merendam arang berbentuk granul ke dalam larutan aktivator Kalium Hidroksida (KOH). Dan aktivasi fisika dilakukan dengan mengalirkan gas Argon ke dalam tungku pemanas. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi konsentrasi larutan aktivator terhadap daya adsorpsi karbon aktif untuk menyerap logam berat Cu. Aktivasi kimia dilakukan dengan merendam sampel selama 24 jam pada larutan KOH 30%, 40%, 50% dan 60%. Sedangkan aktivasi fisika dilakukan dengan menggunakan tungku horisontal pada suhu 400°C selama 1 jam dengan laju alir gas Argon 200 kg/m³. Sampel yang telah diaktivasi diuji kemampuannya untuk menyerap logam Cu dalam larutan Tembaga Sulfat. Proses filterisasi yang digunakan adalah metode *batch*, dimana sampel direndam pada limbah dan diaduk menggunakan *magnetic stirrer*. Hasil analisis dengan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) menunjukkan efisiensi adsorpsi tertinggi oleh aktivasi KOH 50% yaitu sebesar 83,57%. Dan dari hasil uji yang telah dilakukan, semakin besar konsentrasi KOH yang diberikan maka semakin tinggi efisiensi penyerapannya terhadap logam Cu. Namun untuk konsentrasi KOH 60% efisiensi penyerapannya menurun dikarenakan pori-pori karbon aktif mengalami kejenuhan sehingga daya adsorpsinya menurun.

Kata Kunci : Karbon Aktif, Kalium Hidroksida, Adsorpsi, Logam berat

Abstract

The research on the manufacture of activated carbon made from coconut shell charcoal by using chemical and physical activation has been done. Chemical activation was done by soaking the granulated charcoal into the activator solution of Potassium Hydroxide (KOH). And physical activation was done by passing argon gas into the furnace. The purpose of this research was to determine the effect of variations concentration of the activator solution to the adsorption power of activated carbon for removed heavy metal Cu. Chemical activation was done by soaking the samples for 24 hours in a solution of KOH 30%, 40%, 50% and 60%. While the physical activation was done by using a horizontal furnace at a temperature of 400°C for 1 hour with argon gas flow rate of 200 kg/m³. Samples that have been activated were tested for their ability to adsorb Cu in solution Copper Sulfate. Filtration process used is a batch method, in which the samples were stored in waste and stirred using a magnetic stirrer. The results of analysis by Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) showed the highest adsorption efficiency by 50% KOH activation of 83.57%. And the results of tests that have been performed, the greater the concentration of KOH were given the higher efficiency of adsorption of the Cu metal. But for 60% KOH concentration adsorption efficiency decreases due to pore activated carbon saturated so that the adsorption power decreases.

Key words: activated carbon, Potassium Hydroxide, Adsorption, heavy metal

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan salah satu Negara beriklim tropis. Oleh karena itu Indonesia merupakan salah satu negara penghasil kelapa terbesar di dunia. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS, 2014), luas perkebunan kelapa di Indonesia pada tahun 2013 mencapai 3,787 juta hektar. Dimana produksi buah kelapa Indonesia rata-rata 15,5 milyar butir/tahun atau setara dengan 3,02 juta ton kopra, 3,75 juta ton air, 0,75 juta ton tempurung kelapa, 1,8 juta ton serat

sabut dan 3,3 juta ton debu sabut.^[1] Selama ini tanaman kelapa banyak dimanfaatkan baik dari daunnya, buahnya, batang pohonnya hingga tempurung kelapanya.

Salah satu pemanfaatan tempurung kelapa adalah sebagai bahan baku dari karbon aktif. Dari hasil EDS (*Energy Dispersive Spectroscopy*) menunjukkan bahwa unsur utama arang tempurung kelapa adalah karbon dengan persentase kandungan sebesar 82,92%. Dibandingkan dengan arang bahan alami lain seperti arang batang jagung, sekam padi dan tempurung buah

cokelat hanya mengandung karbon sekitar 12-20%. Arang tempurung kelapa memiliki kandungan yang lebih tinggi sehingga berpotensi sebagai sumber karbon aktif.^[2]

Karbon aktif adalah senyawa karbon yang telah diproses dengan cara aktivasi sehingga senyawa tersebut memiliki pori dan luas permukaan yang sangat besar dengan tujuan untuk meningkatkan daya adsorpsinya. Pori tersebut memiliki gaya *Van der Waals* yang kuat.^[5]

Umumnya karbon aktif dapat dibuat melalui proses aktivasi fisika maupun kimia. Aktivasi fisika dilakukan dengan mengalirkan gas CO₂, N₂, uap air atau Argon ke dalam tungku. Sedangkan, aktivasi kimia dilakukan dengan merendam arang berbentuk granul kedalam larutan aktivator. Penggunaan jenis larutan aktivator pada proses aktivasi kimia dapat memberikan pengaruh yang berbeda-beda terhadap luas permukaan maupun volume pori-pori karbon aktif yang dihasilkan. Proses aktivasi menggunakan larutan aktivasi Kalium Hidroksida (KOH) menghasilkan karbon aktif dengan luas permukaan 3000 m²/g.^[4] Dari hasil penelitian tersebut maka KOH merupakan salah satu larutan aktivator yang baik untuk digunakan pada pembuatan karbon aktif. Penggunaan bahan aktivasi yang baik diharapkan dapat menghasilkan daya adsorpsi besar pada pemanfaatan karbon aktif sebagai adsorben limbah logam berat.

Teknologi adsorpsi oleh karbon aktif dianggap sebagai yang paling menjanjikan untuk menghilangkan ion logam berat dari limbah. Karena biaya yang rendah, efisiensi yang tinggi, dan mudah dioperasikan. Logam-logam berat diketahui dapat berkumpul didalam tubuh suatu organisme dan tetap tinggal dalam tubuh untuk jangka waktu lama sebagai racun yang terakumulasi.^[3] Berdasarkan sudut pandang toksikologi, logam berat ini dapat dibagi dalam dua jenis. Jenis pertama adalah logam berat esensial, dimana keberadaannya dalam jumlah tertentu sangat dibutuhkan oleh organisme hidup, namun dalam jumlah yang berlebihan dapat menimbulkan efek racun. Contoh logam berat ini adalah Zn, Cu, Fe, Co, Mn dan lain sebagainya. Sedangkan jenis kedua adalah logam berat tidak esensial atau beracun, dimana keberadaannya dalam tubuh masih belum diketahui manfaatnya dan dapat bersifat racun, seperti Hg, Cd, Pb, Cr dan lain-lain.^[6]

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi konsentrasi larutan aktivator Kalium Hidroksida (KOH) terhadap daya adsorpsi karbon aktif untuk menyerap logam berat Cu.

2. Metode Penelitian

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini berlangsung selama 9 bulan yaitu dari Bulan Oktober 2014 - Juni 2015. Proses aktivasi dilaksanakan di Laboratorium Fisika Material UNJ. Proses pengujian daya adsorpsi menggunakan *Atomic*

Absorption Spectrophotometer (AAS) di Laboratorium Kimia UNJ dan pengujian karakteristik pori menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) di Laboratorium Fakultas Teknik UNJ.

Alat dan Bahan

Pada penelitian ini alat yang digunakan adalah cawan porselin, timbangan digital, gelas ukur, gelas kimia, botol kaca, corong kaca, kertas saring /*vercamen*, *furnace*, *oven*, *ultrasonix mixing*, desikator, *hot plate*, dan *magnetic stirrer*.

Bahan-bahan yang dibutuhkan adalah arang tempurung kelapa, larutan KOH 30%, 40%, 50% dan 60%, gas Argon, aquades dan alkohol 96%, dan limbah buatan Cu 5 mg/L dari padatan CuSO₄.5H₂O.

Prosedur Penelitian

Arang tempurung kelapa dibuat bentuk granul hingga ukuran yang 2-4 mm. Arang selanjutnya dibersihkan dengan *ultrasonix mixing cleaner* menggunakan larutan alkohol 96% selama 30 menit. Kemudian sampel dikeringkan di *hot plate*.

Larutan aktivator dibuat dari padatan KOH yang dilarutkan menggunakan aquades. Konsentrasi larutan KOH yang digunakan adalah konsentrasi berdasarkan persentase berat. Konsentrasi KOH yang digunakan pada penelitian ini adalah 30%, 40%, 50% dan 60%. Pembuatan larutan tersebut menggunakan rumusan berikut :

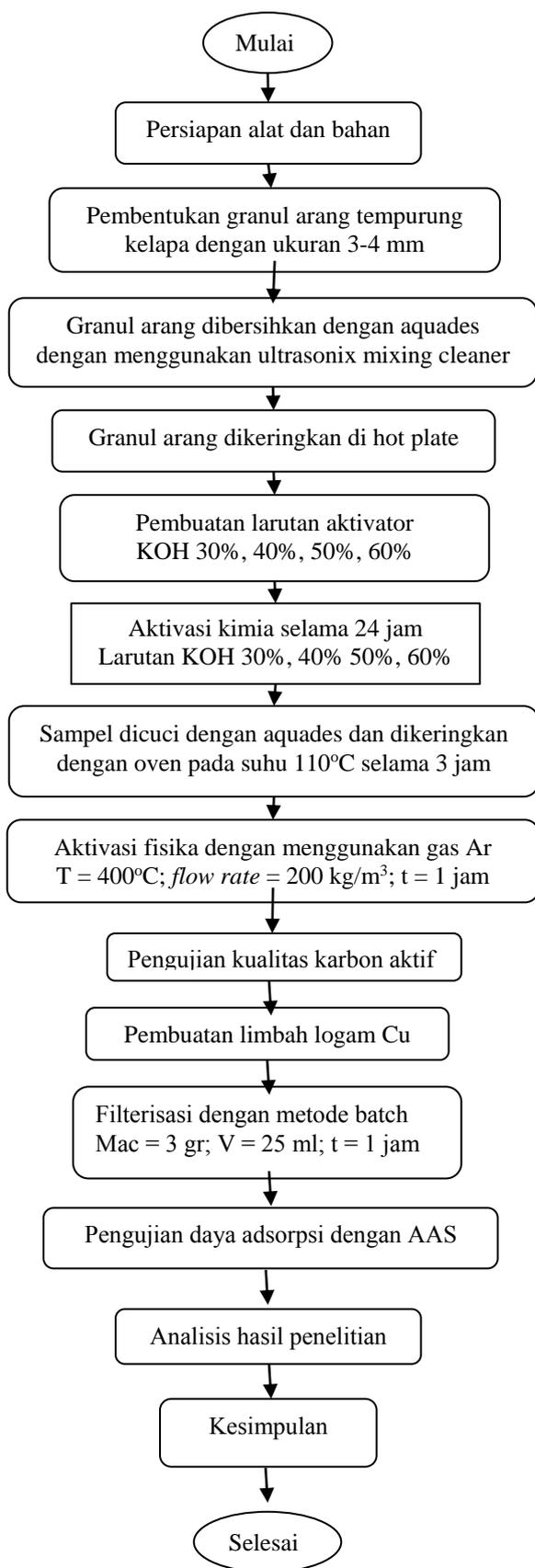
$$\% \text{ KOH} = \frac{\text{gram zat terlarut}}{\text{gram larutan}} \times 100\% \quad (1)$$

Proses aktivasi kimia dilakukan dengan merendam 10 gram sampel kedalam larutan KOH selama 24 jam. Kemudian sampel dicuci dengan aquades dan dikeringkan menggunakan oven pada suhu 110°C selama 3 jam. Dilanjutkan dengan aktivasi fisika, dengan menggunakan tungku horizontal pada suhu 400°C dengan laju aliran gas Argon 200 kg/m³ selama 1 jam. Sampel yang telah diaktivasi kemudian didinginkan dan disimpan didalam desikator.

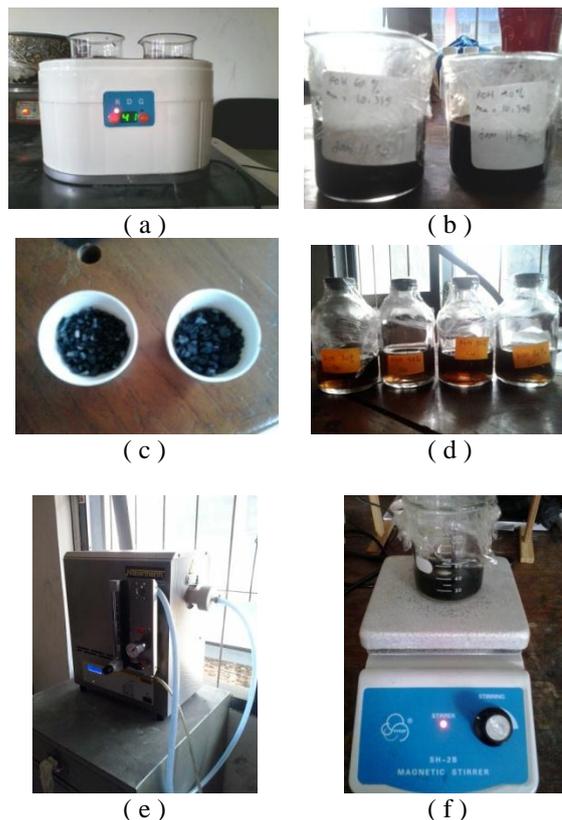
Karbon aktif yang telah diaktivasi kemudian dilakukan pengujian kualitas agar diperoleh arang aktif yang memenuhi persyaratan menurut Standar Nasional Indonesia (SNI 06-3730-1995). Pengujian rendemen dengan cara menimbang massa awal arang dan massa akhir karbon aktif setelah aktivasi.^[7]

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{massa karbon aktif}}{\text{massa bahan}} \times 100\% \quad (2)$$

Selanjutnya dilakukan uji adsorpsi dengan menggunakan metode batch dengan cara merendam karbon aktif sebanyak 3 gr pada larutan limbah 25 mL kemudian diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 1 jam. Air limbah hasil filter inilah yang akan diuji kandungan logam Cu nya menggunakan AAS.



Gambar 1. Diagram alir penelitian



Gambar 2. (a). Proses pembersihan arang dengan menggunakan ultrasonix mixing cleaner; (b). Proses aktivasi kimia; (c). Hasil aktivasi fisika; (d). Limbah Cu hasil adsorpsi oleh karbon aktif; (e). Furnace horizontal yang digunakan untuk aktivasi fisika; (f). Proses adsorpsi logam Cu dengan metode batch.

3. Hasil dan Pembahasan Pembuatan Karbon Aktif

Aktivasi kimia dilakukan dengan merendam arang pada larutan KOH selama 24 jam. Dari Gambar 2.(b) Terlihat bahwa larutan KOH hasil rendaman berwarna coklat kehitaman. Hal ini dikarenakan larutan KOH bersifat basa kuat yang korosif sehingga menghasilkan banyak abu yang terlepas dari arang.

Pada produk karbon aktif hasil aktivasi kimia, terdapat sedikit serbuk putih seperti abu. Ini menunjukkan bahwa reaksi karbon dengan KOH menghasilkan senyawa karbonat/kapur (K₂CO₃).

Aktivasi kimia dengan KOH melibatkan reaksi kimia sebagai berikut:

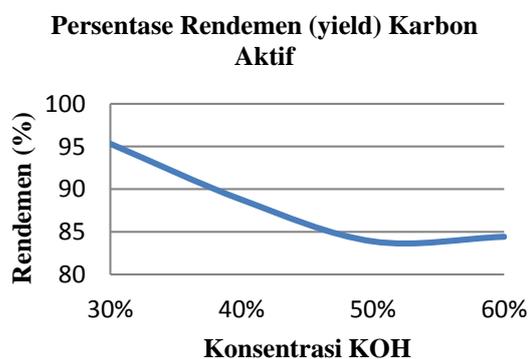


Reaksi di atas juga mengeluarkan air karena KOH merupakan dehydrating agent/ bersifat mendehidrasi. Pada proses aktivasi ini karbon akan bereaksi dengan KOH sehingga karbon akan terkikis (membentuk lubang) menghasilkan pembentukan pori-pori. Pembentukan pori-pori ini akan memperbesar luas permukaan karbon aktif yang diperoleh sehingga efisiensi adsorpsinya pun akan meningkat.

Aktivasi fisika dilakukan dengan mengalirkan gas Argon pada tungku. Perlakuan panas pada karbon dalam suasana *inert* atau vakum dapat menghilangkan kelompok oksida permukaan tersebut sehingga pori yang terbentuk akan semakin banyak. Pada karbon aktif hasil aktivasi fisika terlihat lebih berwarna hitam dan beberapa granul berwarna kebiruan dari pada karbon aktif yang hanya di aktivasi kimia saja. Serta serbuk karbon aktif yang didapat semakin halus. Hal ini menunjukkan bahwa pada aktivasi fisika terdapat pemecahan kembali rantai karbon yang masih tersisa.

Hasil Pengujian Kualitas Karbon Aktif

Gambar 3. Memperlihatkan persentase hasil rendemen karbon aktif dengan variasi konsentrasi larutan aktivator.



Gambar 3. Hasil pengujian rendemen (yield) karbon aktif

Kalium Hidroksida sebagai larutan aktivator memainkan peran penting dalam hasil nilai rendemen. Kehadiran KOH selama aktivasi menghasilkan degradasi material yang akan membentuk pori. Semakin besar konsentrasi KOH maka semakin besar degradasi material yang terjadi sehingga nilai rendemen akan semakin menurun. Pada KOH 60% terlihat bahwa nilai rendemen meningkat. Hal ini dikarenakan larutan KOH 60% telah mencapai titik jenuh atau massa jenis larutan terlalu besar dibandingkan dengan massa arang yang direndam sehingga arang akan mengapung di permukaan yang akhirnya menyebabkan proses aktivasi yang tidak maksimal.

Hasil Pengujian Daya Adsorpsi

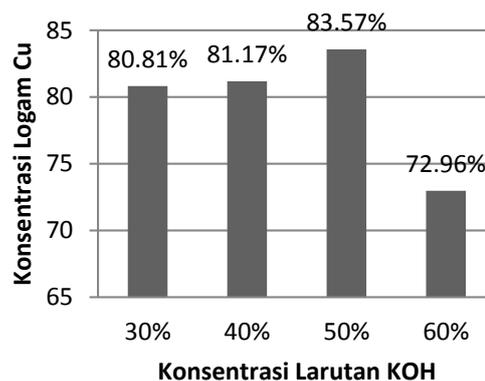
Dari tabel 2. Memperlihatkan bahwa karbon aktif yang diaktivasi menggunakan KOH efektif untuk mengadsorpsi logam Cu.

Semakin bertambah konsentrasi KOH yang digunakan, maka nilai efisiensi adsorpsinya terhadap logam Cu semakin tinggi. Bertambahnya konsentrasi KOH sebanding peningkatan distribusi pori dan luas permukaan karbon aktif sehingga menyebabkan jumlah tempat mengikat ion logam Cu bertambah dan efisiensi adsorpsinya pun meningkat.

Tabel 2. Hasil adsorpsi logam Cu oleh karbon aktif

KOH	Konsentrasi Awal Cu (ppm)	Konsentrasi Cu (ppm)
30%	2.4512	0.4703
40%		0.4615
50%		0.4027
60%		0.6626

Grafik Daya Adsorpsi Karbon Aktif Terhadap Logam Cu



Gambar 4. Grafik daya adsorpsi karbon aktif

Namun pada konsentrasi KOH 60% efisiensi adsorpsi menurun. Hal ini dikarenakan larutan aktivator telah mencapai titik jenuh sehingga tidak maksimal dalam mengaktivasi karbon aktif yang akhirnya nilai efisiensi adsorpsi pun akan menurun.

Karbon aktif hasil penelitian ini telah mampu menurunkan kadar logam Cu hingga di bawah nilai baku mutu. Menurut Kep 51/MenLH/10/1995, baku mutu limbah cair industri golongan 1 kandungan logam Cu kurang dari 2mg/L dan untuk industri plating kandungan logam di bawah 0,6 mg/L. Dari Tabel 2. Rata-rata sampel karbon aktif telah mampu menurunkan kadar logam Cu sampai di bawah 0,6 ppm (mg/L).

4. Kesimpulan

Penambahan konsentrasi KOH yang semakin meningkat menghasilkan nilai efisiensi adsorpsi terhadap logam Cu yang semakin tinggi.

Hasil terbaik karbon aktif arang tempurung kelapa dalam penelitian ini didapatkan pada perlakuan konsentrasi KOH sebesar 50% dengan hasil nilai rendemen 83,87%, dengan efisiensi adsorpsi logam Cu 83,57%.

Karbon aktif hasil penelitian ini telah mampu menurunkan kadar logam Cu hingga di bawah nilai baku mutu. Menurut Kep 51/MenLH/10/1995, Rata-rata sampel karbon aktif telah mampu menurunkan kadar logam Cu sampai di bawah 0,6 ppm (mg/L).

Ucapan Terimakasih

Disampaikan pada Laboratorium Fisika Material, Laboratorium Jurusan Kimia dan Laboratorium Fakultas Teknik, Jurusan Fisika dan Universitas Negeri Jakarta atas fasilitas penelitian yang diberikan.

Daftar Acuan

Prosiding

- [1] Agustian, A, S. Friyatno, Supadi dan A. Askin. Analisis pengembangan agro industry komoditas perkebunan rakyat (kopi dan kelapa) dalam mendukung peningkatan daya saing sektor pertanian. Makalah Seminar Hasil Penelitian Pusat Penelitian dan Pengembangan Sosial Ekonomi Pertanian Bogor (2003), hal 38.
- [2] Esmar Budi, Hadi Nasbey, Erfan Handoko, dkk. Kajian Pembentukan Karbon Aktif Berbahan Arang Tempurung Kelapa. Seminar Nasional Fisika(2012), hal 62-66.
- [3] Saeni, M.S. *Penentuan Tingkat Pencemaran Logam Berat dengan Analisis Rambut*. Orasi Ilmiah (1997). Guru Besar Tetap Ilmu Kimia

Lingkungan. Fakultas Matematika dan IPA Institut Pertanian Bogor: Bogor

Jurnal

- [4] Teng Hsisheng, Hsu Li-Yeh. *High- Porosity Carbons Prepared from Bituminous Coal with Potassium Hydroxide Activation*. *Ind.Eng. Chem. Res* 38 (1999), 2947-2953.

Buku

- [5] Arfan Y. Pembuatan Karbon Aktif Berbahan Dasar Batubara Dengan Perlakuan Aktivasi Terkontrol Serta Uji Kinerjanya. Depok : Departemen Teknik Kimia FT-UI (2006).
- [6] Vouk V. *General Chemistry of Metals*. In: Freiberg L. Nordberg G.F. and Vouk V.B (Eds). *Handbook on the Toxicology of Metals* (1986). Elsevier: New York.
- [7] Sudrajat, dkk. *Arang Aktif : Teknologi Pengolahan dan Masa Depan*. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutan RI (2011).
- [8] Messayu, Paramitha. *Limbah Arang Sekam Padi Sebagai Adsorben Ion Cr (III) dan Cr (IV)*. Skripsi (2009). Bogor : Institut Pertanian Bogor.

