

## Pemanfaatan Eceng Gondok sebagai Adsorben dengan Perlakuan Awal untuk Menurunkan Kadar Logam Berat Cu

Era Bacharudin Tri Wibowo, Nurul Fitri Fadhilah\*, Dwi Hery Astuti, Mu'tasim Billah

Program Studi Teknik Kimia, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

Jalan Raya Rungkut Madya, Gunung Anyar, Surabaya 60294, Indonesia

\*corresponding author: fitrinurul1007@gmail.com

Received 16 Maret 2020; Accepted 30 Desember 2020; Available online 16 februari 2021

### Abstrak

Industri kimia yang dalam prosesnya menggunakan katalis tembaga ataupun garam tembaga biasanya dalam limbah yang dibuang ke lingkungan juga akan terikat logam berat tembaga (Cu). Mengingat bahaya yang ditimbulkan oleh logam berat tembaga, maka dilakukan upaya untuk mengurangi kadar limbah tembaga di perairan. Salah satu metode yang dapat mengatasi kelebihan logam Cu adalah dengan proses adsorpsi. Proses adsorpsi memiliki banyak keuntungan, diantaranya dalam pengadaan media lebih ekonomis dan tidak menimbulkan efek samping yang beracun. Tanaman Eceng gondok merupakan tanaman yang memiliki kandungan karbon cukup tinggi, sehingga tanaman eceng gondok berpotensi untuk dijadikan bahan baku pembuatan karbon aktif. Penelitian ini akan mempelejarari pembuatan eceng godondok sebagai karbon aktif. Proses dalam pembuatan karbon aktif diawali dengan memasak eceng gondok dengan larutan NaOH untuk meningkatkan jumlah selulosa sebagai bahan utama pembuatan karbon aktif. Kemudian eceng gondok dikeringkan dan dijadikan serbuk. Selanjutnya serbuk eceng gondok diaktivasi dengan HCl. Proses uji adsorben dilakukan dengan menambahkan karbon aktif pada larutan CuSO<sub>4</sub> dengan variabel konsentrasi 2 M, 2.4M, 2.8 M, 3.2 M, 3.6 M dan waktu pengontakkan 25, 35, 50, 65, 80 menit. Hasil analisa dari metode spektrofotometri serapan atom (AAS) bahwa semakin besar konsentrasi dan waktu pengontakan maka semakin tinggi efisiensi penyerapan karbon konsentrasi aktivator 3,6 M dengan waktu pengontakan 80 menit sehingga efisiensi penyerapan Cu sebesar 42,892 %.

**Kata kunci:** logam berat, adsorpsi, karbon aktif, perlakuan awal, spektrofotometri serapan atom.

### PENDAHULUAN

Pada industri proses adsorpsi lebih sering dipakai karena memiliki banyak keuntungan, diantaranya dalam pengadaan media lebih ekonomis dan tidak menimbulkan efek samping yang beracun. Penelitian mengenai adsorben alternatif sebelumnya sudah banyak dilakukan, seperti penelitian pemanfaatan limbah batang jagung sebagai adsorben untuk menyerap ion tembaga menghasilkan kondisi optimum yang diperoleh pada kondisi aktivasi 300°C dan waktu aktivasi selama 1 jam (Dedi, 2010).

Penelitian pemanfaatan arang sekam padi sebagai adsorben untuk menurunkan ion logam berat dalam air limbah timbal (Pb) di aktivasi dengan larutan asam klorida,

sebagai kontak optimum adsorpsi ion timbal 120 menit dengan kapasitas penyerapan logam timbal sebesar 0,406 mg/gr serta efisiensi penyerapan ion timbal adalah 34,01% (Junaedi,2015). Menurut Wardini (2008), hasil Analisa kimia dari eceng gondok dalam keadaan segar diperoleh carbon organik 21,23%. Sedangkan menurut Rochyati (1988), Tingginya kandungan selulosa dan lignin pada eceng gondok menyebabkan bahan tersebut sulit terdekomposisi secara alami. Nilai fixed carbon pada eceng gondok sebesar 72,02% yang telah di uji oleh Abu dan memiliki nilai fixed carbon lebih besar daripada nilai fixed carbon dari tempurung kelapa yaitu 20,96% pada penelitian yang dilakukan oleh Wei Li (2008)

Kandungan karbon yang dimiliki eceng gondok cukup tinggi maka merupakan bahan yang cocok sebagai karbon aktif. Menurut Astuti (2017), Aktivasi dapat dilakukan secara fisika dan kimia yaitu dengan dilakukan aktivasi pada karbon aktif dapat meningkatkan daya adsorpsi karbon aktif. Tanaman eceng gondok biasanya di temukan di sungai atau rawa-rawa di seluruh pelosok Indonesia. Eceng gondok dapat tumbuh dengan cepat sehingga tidak dibutuhkan waktu lama bagi eceng gondok untuk menutupi seluruh permukaan sungai atau rawa. Eceng gondok dengan nama ilmiah *Eichornia crassipes* termasuk dalam famili Pontederiaceae. Daunnya berbentuk bulat dan berwarna hijau mengkilap, serta memiliki bunga majemuk yang kelopoknya berbentuk tabung dan berwarna ungu muda. Hasil Analisa eceng gondok keadaan segar memiliki kandungan air 92,6%, abu 0,44%, dan serat kasar 2,09%, sedangkan komponen kimia eceng gondok dalam keadaan kering menurut Rochyati (1988) adalah silika 5,56 %, selulosa 64,51 %, Lignin 7,69 %, Pentosan 15,61 %, dan abu 12 %.

Adsorben adalah zat padat yang mampu menyerap komponen tertentu dari suatu fase fluida. Umumnya adsorben banyak di temui berasal dari bahan-bahan yang sangat berpori sehingga dengan pori-pori yang sangat kecil maka luas permukaan dalam menjadi beberapa orde besaran lebih besar daripada permukaan luar. Pemisahan ini terjadi karena adanya perbedaan bobot molekul sehingga menyebabkan sebagai molekul masuk ke permukaan yang lebih berat dari permukaan lainnya.

Proses perlakuan awal merupakan salah satu tahap yang terbilang mahal. Perlakuan awal dapat dibagi menjadi 3 proses yaitu, biologi, kimia dan fisika atau thermal. Larutan NaOH dianggap dapat merusak lignin pada bagian kristalin dan amorf dan memisahkan sebagian hemiselulosa (Safaria,

2013). Ekstraksi hemiselulosa dapat menggunakan pelarut seperti NaOH,  $\text{NH}_4\text{OH}$ , dan KOH. Ketiga pelarut tersebut yang paling baik adalah NaOH karena selain dapat mengekstraksi hemiselulosa sekaligus dapat menghilangkan lignin.

Penelitian Safaria (2013), ion  $\text{OH}^-$  dari NaOH akan memutuskan ikatan-ikatan dari struktur lignin sedangkan ion  $\text{Na}^+$  akan berikatan dengan lignin membentuk natrium fenolat yang mudah larut. Lindi hitam (black liquor) yaitu lignin yang terlarut yang menimbulkan warna hitam pada larutan. Lignin adalah senyawa polimer yang terdapat pada tanaman kayu dan memiliki struktur yang sangat kompleks. Lignin pada umumnya memiliki phenil propane, yang mana dilingkungan asam lignin mempunyai sifat terkondensasi pada suhu tinggi sekitar  $160\text{ }^\circ\text{C}$  (Billah, 2009). Tujuan utama dari perlakuan awal ini ialah untuk meningkatkan jumlah selulosa yang akan menjadi bahan baku utama pembuatan karbon aktif.

Karbon aktif adalah arang yang memiliki struktur amorphous atau mikrokristalin yang sebagian besar mempunyai permukaan dalam yang biasanya didapat melalui proses hingga diperoleh permukaan antara  $300\text{--}2000\text{ m}^2/\text{gr}$ . Secara umum karbon aktif dapat dibagi menjadi dua kelompok yaitu, karbon aktif fase cair dan karbon aktif fase gas. Karbon aktif tersebut harus memenuhi syarat menurut standart industry Indonesia (SII No. 0258-88) syarat karbon aktif.

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi proses adsorpsi adalah

#### 1. Sifat Serapan

Adsorpsi akan bertambah besar sesuai dengan bertambahnya ukuran molekul serapan dari struktur yang sama. Adsorpsi juga dipengaruhi oleh gugus fungsi, posisi gugus fungsi, ikatan rangkap, struktur rantai dari senyawa serapan.

#### 2. Temperatur

Dalam pemakaian arang aktif dianjurkan untuk mengamati temperatur pada saat berlangsungnya proses. Faktor yang mempengaruhi temperatur proses adsorpsi adalah viskositas dan stabilitas thermal senyawa serapan..

### 3.pH (Derajat Keasaman)

Untuk asam-asam organik, adsorpsi akan meningkat bila pH diturunkan, yaitu dengan penambahan asam-asam mineral. Ini disebabkan karena kemampuan asam mineral untuk mengurangi ionisasi asam organik tersebut.

### 4.Waktu Kontak

Bila arang aktif ditambahkan dalam suatu cairan, dibutuhkan waktu untuk mencapai kesetimbangan. Waktu yang dibutuhkan berbanding terbalik dengan jumlah arang yang digunakan. Pengadukan juga mempengaruhi waktu kontak. Untuk larutan yang mempunyai viskositas tinggi, dibutuhkan waktu kontak yang lebih lama.

Aktivasi adalah suatu perlakuan terhadap arang yang bertujuan untuk memperbesar pori yaitu dengan cara memecahkan ikatan hidrokarbon atau mengoksidasi molekul-molekul permukaan sehingga arang mengalami perubahan sifat, baik fisika maupun kimia, yaitu luas permukaannya bertambah besar dan berpengaruh terhadap daya adsorpsi (Sembiring, 2003).

## **METODE PENELITIAN**

### **Bahan**

Bahan dasar penelitian ini menggunakan tanaman eceng gondok yang diambil bagian batangnya yang memiliki kandungan selulosa 64,53%, lignin 7,69%, dan Abu 12%. Tumbuhan eceng gondok ini di peroleh dari sawah di daerah Siwalankerto, Surabaya.

### **Alat**

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah beaker glass, magnetic stirrer dan thermometer

### **Prosedur**

#### **Persiapan Bahan Baku**

Proses pretreatment dilakukan dengan menyiapkan eceng gondok yang sesuai dengan kriteria yang diinginkan. Eceng gondok dibersihkan dengan air untuk menghilangkan kotoran yang masih menempel kemudian dikeringkan. Selanjutnya eceng gondok di potong-potong dengan ukuran 2-5 cm dan di masak dengan NaOH 10% dengan suhu 80 °C untuk menghilangkan lignin. Selanjutnya eceng gondok di cuci dengan air sampai netral dan di keringkan dengan oven dengan suhu 100 °C selama 1 jam.

#### **Proses karbonisasi**

Eceng gondok yang sudah kering, proses ini berlangsung dengan meyangrai eceng gondok hingga berubah warna ± 15 menit.

#### **Proses Aktivasi**

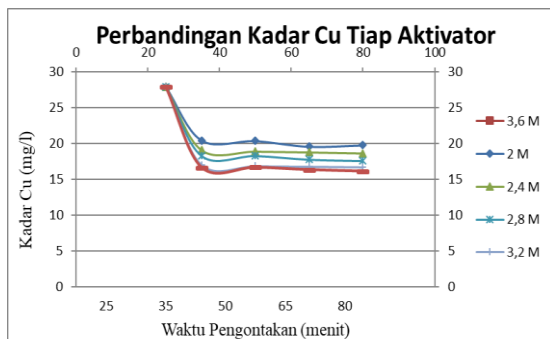
Karbon eceng gondok yang telah dihaluskan ditimbang sebanyak 10 g kemudian direndam ke dalam 100 ml HCl 32 % dengan konsentrasi 2 M, 2.4 M, 2.8 M, 3.2 M, 3.6 M sambil diaduk menggunakan magnetic stirrer, hot plate dengan temperatur 80°C selama 1 jam dan kecepatan 200 rpm. Setelah dilakukan pengadukan campuran didiamkan selama 1 jam hingga terpisah antara endapan dan filtrat kemudian disaring untuk memisahkan antara filtrat dan endapan. Filtrat dibuang sedangkan endapan yang didapat dicuci dengan aquadest secara berulang sampai pH filtrat mendekati netral (4,5-5,5). Endapan kemudian dikeringkan dengan pemanasan dalam oven pada suhu 150 °C selama 1 jam.

### Penentuan Waktu Kontak Optimum

Karbon hasil aktivasi dengan aktivator HCl dimasukkan ke dalam beaker glass dengan massa karbon aktif sebanyak 10 gr kemudian karbon aktif ditambahkan larutan CuSO<sub>4</sub> lalu dilakukan pengadukan dengan kecepatan 200 rpm selama 25, 35, 50, 65, 80 menit. Setelah dilakukan pengadukan larutan yang bercampur dengan karbon aktif didiamkan beberapa menit lalu disaring untuk memisahkan filtrat dan residunya. Filtrat kemudian di uji dengan Spektrofotometri Serapan Atom. Karbon aktif di uji luas porinya dengan SEM, Kadar Abu dan Kadar Air dengan parameter SII No. 0258-88.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian penurunan kadar Cu pada larutan CuSO<sub>4</sub> disajikan dalam gambar berikut ini. Gambar 1 menunjukkan Grafik Hubungan antara Waktu Pengadukan (menit) Terhadap Kadar Cu (mg/L) pada Setiap Konsentrasi Aktivator HCl (M)

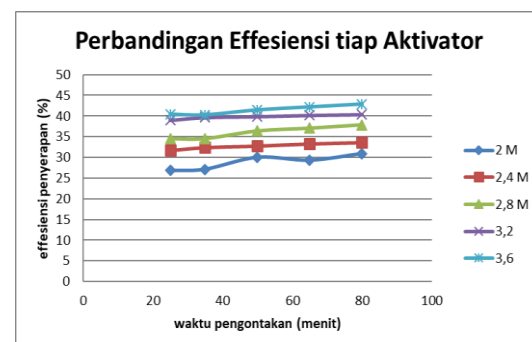


Gambar 1. Grafik Hubungan antara Waktu Pengadukan (menit) Terhadap Kadar Cu (mg/L) pada Setiap Konsentrasi Aktivator HCl (M)

Dari gambar 1 terlihat bahwa semakin lama waktu pengadukan, akan semakin banyak Cu yang terserap. Hal ini terlihat dari gambar yang menurun seiring bertambahnya waktu pengadukan. Tembaga terserap paling banyak pada waktu pengadukan 80 menit. Semakin lama waktu pengadukan, kemampuan karbon aktif untuk mengikat Cu akan semakin besar. Hal ini karena adanya waktu kontak yang lama antara adsorben

dengan adsorbat memungkinkan semakin banyak terbentuk ikatan antara karbon aktif dengan logam Cu. Sejalan dengan penelitian Syauiqiah, dkk (2011) yang menyatakan semakin lama waktu kontak yang digunakan semakin meningkat penurunan kadar Cu karena proses penyerapan adsorbat lebih baik. Pada grafik di atas terlihat pula semakin tinggi konsentrasi aktivator HCl maka kemampuan daya serap karbon aktif terhadap Cu meningkat. Jankowska (1991) menyatakan bahwa semua prosedur tentang pembuatan karbon aktif yang bertujuan untuk membuka pori-pori, akan sangat tergantung pada konsentrasi zat aktivator. Semakin tinggi konsentrasi aktivator akan menyebabkan semakin banyak zat pengotor yang berupa zat organik maupun anorganik melarut dan lepas dari permukaan pori-pori karbon, sehingga akan menyebabkan peningkatan daya serap. Hasil penelitian ini menunjukkan penurunan Cu terbesar terjadi pada waktu 80 menit dengan konsentrasi aktivator 3,6 M, dimana konsentrasi Cu yang masih dikandung sampel hanya sebesar 15,964 mg/L (dari sampel awal 27,954 mg/L).

Hubungan antara waktu Pengadukan terhadap Effisiensi Penyerapan (%) pada Setiap Konsentrasi Aktivator HCl (M)



Gambar 2. Grafik Hubungan waktu pengadukan (menit) terhadap efisiensi penyerapan (%) pada Setiap konsentrasi aktivator HCl (M)

Berdasarkan Gambar 2 terlihat bahwa setelah proses adsorpsi dengan waktu pengadukan 25, 35, 50, 65 dan 80 menit, didapatkan hasil peningkatan efisiensi

penyerapan logam berat Cu yang terus menerus meningkat seiring bertambahnya waktu pengadukan dan konsentrasi aktivator. Lama waktu pengadukan antara adsorben dengan adsorbat akan mempengaruhi efisiensi penyerapan Cu. Semakin lama waktu penyerapan maka logam Cu yang dapat diserap semakin besar sampai mencapai kondisi jenuh atau kesetimbangan. Hal ini dikarenakan adsorben membutuhkan waktu untuk mencapai kesetimbangan. Hasil percobaan diperoleh bahwa efektivitas adsorben yang paling baik yang dimiliki karbon aktif eceng gondok yaitu, pada waktu 80 menit dan konsentrasi activator 3,6 M, efisiensi penyerapan Cu diperoleh sebesar 42,892 %.

#### **Hasil Analisa Kadar Air**

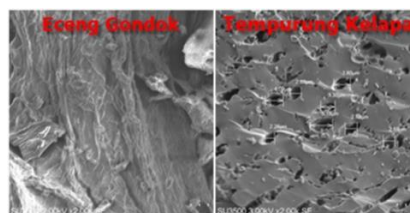
Bahan baku yang digunakan untuk penurunan kadar Cu dalam larutan  $\text{CuSO}_4$  berupa karbon aktif dari eceng gondok yang telah diujikan kadar air. Berdasarkan hasil analisa terhadap kadar air pada karbon aktif eceng gondok sebesar 3,3%. Hasil ini memenuhi standart SNI (06-3730-1995) dimana untuk standart SNI untuk kadar air dalam bentuk serbuk max 4,5%, dari hasil kandungan tersebut dapat diketahui bahwa eceng gondok dapat digunakan sebagai adsorben.

#### **Hasil Analisa Kadar Abu**

Bahan baku yang digunakan untuk penurunan kadar Cu dalam larutan  $\text{CuSO}_4$  berupa karbon aktif dari eceng gondok yang telah diujikan kadar abu. Berdasarkan hasil analisa terhadap kadar abu pada karbon aktif eceng gondok sebesar 0,83%, hasil tersebut memenuhi standart SNI (06-3730-1995) dengan standart SNI untuk kadar abu dalam bentuk serbuk max 2,5%, dari hasil kandungan tersebut dapat diketahui bahwa eceng gondok dapat digunakan sebagai adsorben.

#### **Hasil Analisa SEM**

Perbandingan hasil pengamatan menggunakan SEM dari karbon aktif tempurung kelapa dan karbon aktif eceng gondok sesudah proses karbonasi dan aktivasi menunjukkan pembentukan struktur berpori yang dapat diamati pada gambar. Karbon aktif yang diperoleh memiliki struktur selulosa dengan pembentukan pori dan retakan pada permukaan selulosa. Struktur pori diperoleh dari proses aktivasi dengan menggunakan HCl tidak seragam dengan ukuran pori bervariasi. Hal ini didukung dengan hasil yang didapatkan oleh penelitian terdahulu oleh ( Junaedi,2015; Ramdja dkk 2008) dengan menggunakan bahan baku yang berbeda namun menggunakan activator HCl sehingga ukuran pori jika diklasifikasikan menurut internasional *Union of Pure and Applied Chemistry* (IUPAC) adalah karbon aktif eceng gondok masuk kedalam mikropori dengan diameter 0,4 – 2 nm sedangkan karbon aktif tempurung kelapa memiliki pori yang masuk pada ukuran mesopori dengan diameter 2 – 50 nm. Proses terjadinya adsorpsi pada suatu adsorben terletak di pori-pori adsorben itu sendiri sehingga jumlah molekul adsorbat meningkat dengan bertambahnya volume pori adsorben.



**Gambar 3.** Karbon aktif eceng gondok ialah mikropori diameter < 2 nm dan karbon aktif tempurung kelapa ialah mesopore diameter 2 nm < s/d < 50 nm

#### **SIMPULAN**

Simpulan dari penelitian ini adalah semakin besar konsentrasi aktivator maka semakin rendah kadar Cu yang diperoleh. Semakin lama waktu pengontakan karbon aktif eceng gondok terhadap larutan Cu maka semakin rendah kadar Cu yang diperoleh. Kadar Cu

yang diperoleh relatif tinggi yaitu sebesar 15,964 mg/L saat konsentrasi aktivator 3,6 M dengan waktu pengontakan 80 menit sehingga efisiensi penyerapan Cu sebesar 42,892 %. Hasil Analisa SEM (*Scanning Elektron Microscope*) karbon aktif eceng gondok masuk kedalam klasifikasi IUPAC yaitu mikropori dengan diameter 0,4-2 nm. Berdasarkan hasil Analisa Kadar Air pada karbon aktif eceng gondok sebesar 3,3 % dan hasil Analisa Kadar Abu pada karbon aktif eceng gondok sebesar 0,83 %, hasil ini memenuhi standart SNI (06-3730-1995)

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Astuti,W., Taba, P., Hala, Y.2017. “Pemanfaatan Karbon Aktif dari Eceng gondok(*Pangium Edule Reinw*) sebagai Adsorben Zat Warna Rhodamin B. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam : Universitas Hasanuddin
- [2] Billah, Mutasim. 2009. “Bahan Bakar Alternatif Padat (BBAP) Serbuk Gergaji Kayu”.Surabaya : UPN Press.
- [3] Dedi, S dan Gunawan, E. 2010. Pembuatan Arang Aktif Dari iBatang Jagung Menggunakan Aktivator Asam Sulfat Dan Penggunaannya Pada Penjerapan Ion Tembaga (II). Jakarta: Jurnal Markas Sains.
- [4] Departemen Perindustrian dan Perdagangan. 2003. Syarat Mutu dan Uji Arang Aktif SII No.0258-88”.Palembang: Balai Perindustrian dan Perdagangan.
- [5] Jankwoska, H., Swiatkowski, A., and Choma, J. 1991. Active Carbon. Ellis Hardwood, 1<sup>st</sup> Published
- [6] Junaedi, 2015. “ Proses pengolahan air limbah secara biology Aerobic”. Materi pelatihan operator instalasi pengolahan limbah industry. Teknik lingkungan, Universitas Diponegoro : Semarang.
- [7] Rochyati. 1988. Peranan Bahan Organik Dalam Meningkatkan Efisiensi Penggunaan Pupuk dan Produktifitas Tanah. Hlm.161-180. Dalam Prosiding Lokakarya.
- [8] Safaria, S. 2013 . Efektivitas campuran enzim selulase dari *Aspergillus niger* dan *Trichoderma reesei* dalam menghidrolisis Substrat sabut kelapa. ISSN: 2303-1077,2(1) : 17-24.
- [9] Sembiring,Sinaga.2003.Arang Aktif . Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara : Sumatera Utara.
- [10] Syauqiah, Isna., Amalia, Mayang. Hetty. 2011. Analisa Variasi Waktu Dan Kecepatan Pengadukan Pada Proses Adsorpsi Limbah Logam Berat Dengan Arang Aktif. Jurnal Info Teknik, Volume 12 No. 1
- [11] Wardini,2008. Analisis Kandungan pada Nutrisi Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes* (Mart) Solms) sebagai Bahan Pakan Alternatif bagi Ternak. (<http://digilib.itb.ac.id/gdl.php?mod=browse&op=read&id=jbptitbpp-gblcourse2001-r-631-sme>). Diakses pada tanggal 13 April 2019.
- [12] Wei Li. 2008 & Montic Dyta.H, dkk . 2014. Sintetis Nanopori Karbon Aktif dari Tempurung Kluwak. Surabaya : Prosiding Seminar Nasional Fisika dan Pendidikan Fisika Vol.5 no. 1 Universitas Negeri Surabaya.