

## **Pengaruh Massa dan Ukuran Partikel Adsorben Sabut Kelapa Terhadap Efisiensi Penyisihan Fe Pada Air Gambut**

**Sri Ayu Emy Istighfarini<sup>(1)</sup> Syarfi Daud<sup>(2)</sup> Edward Hs<sup>(2)</sup>**

<sup>1</sup>Mahasiswa Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Riau

<sup>2</sup>Dosen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Riau

Program Studi Teknik Lingkungan S1

Fakultas Teknik, Universitas Riau

emyistighfarini@gmail.com

### ***ABSTRACT***

*Peat water is surface water are blackish brown and metals Fe which requires effective and efficient processing to be worthy for use by the public. Various types of adsorbents continue to be developed, one of which is the coconut fiber adsorbent. The purpose of this study was to determine metal removal efficiency of Fe in the peat water, calculating the adsorption capacity and determine the appropriate type of isotherm. Fixed variables used in this study is the stirring speed of 150 rpm and a contact time of 60 minutes. For independent variables used consisted of adsorbent mass variation of 0.5, 1, 1.5, 2 g and a particle size variation 100, 140 and 200 mesh. Removal efficiency of Fe metal concentrations higher 84.67% by mass of adsorbent 2 g with a particle size of 200 mesh. Metal adsorption capacity of Fe achieved the highest on the mass of 0.5 grams with a particle size of 200 mesh amounted to 0.09596 mg Fe / g. Types of adsorption isotherms corresponding to Fe by coconut fiber adsorbents is Freundlich isotherm with  $R^2$  values of 0.9783 for Fe.*

**Keywords :** Adsorption, Adsorbent, Peat Water, Coconut Fiber.

### **PENDAHULUAN**

Air gambut mengandung kadar pH rendah (3-4) sehingga bersifat sangat asam, zat organik tinggi, berwarna kuning hingga coklat tua (pekat) dan kandungan Fe dan Mn yang tinggi. Kandungan Fe dalam air gambut bila melewati baku mutu air bersih akan membahayakan kesehatan antara lain : iritasi kulit, gangguan pencernaan,

dan gangguan pernapasan (Azamia, 2012).

Penyisihan kandungan Fe dan Mn pada air gambut dapat menggunakan metode koagulasi, membran, pertukaran ion, dan adsorpsi. Metode adsorpsi merupakan metode yang paling banyak digunakan dalam menyerap ion logam dari larutan

(Buhani *et al.*, 2010). Metode adsorpsi memiliki kelebihan dari metode yang lain karena prosesnya lebih sederhana, biayanya relatif murah, ramah lingkungan (Gupta and Bhattacharyya, 2006) dan tidak adanya efek samping zat beracun (Blais *et al.*, 2000). Proses adsorpsi diharapkan dapat menyisahkan ion-ion logam berat dari larutan.

Salah satu bahan yang dapat digunakan sebagai adsorben adalah sabut kelapa. Sabut kelapa dari buah kelapa biasanya dimanfaatkan sebagai kerajinan tangan seperti sapu, bahan bakar tungku rumah tangga, matras sabut kelapa (pengganti rumput sintesis lapangan futsal dari sabut kelapa) dan bioetanol. Sabut kelapa juga dapat dimanfaatkan sebagai adsorben karena mengandung lignin, selulosa, dan hemiselulosa yang dapat menyerap ion logam (Mandasari dan Purnomo, 2016). Kriteria pemilihan adsorben antara lain : kemampuan ketersediaan bahan dasar, harganya tidak mahal, memiliki kandungan karbon yang tinggi serta memiliki unsur inorganik (seperti abu) yang rendah (Manocha Satish, 2003). Adsorben sabut kelapa telah berhasil menurunkan kadar Fenol sebesar 98,49% pada limbah arifisial (Pertiwi dan Herumurti, 2009) dan menurunkan kadar logam Fe pada limbah cair industri galvanis sebesar 61,4% (Ariyanto dkk, 2014).

## **METODOLOGI**

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah : Air gambut yang berasal dari Desa Air Terbit, Kecamatan Tapung,

Kabupaten Kampar, Limbah sabut kelapa, aktivator H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1 M, aquades

### **A. Variabel Penelitian**

#### **Variabel Tetap**

Variabel tetap yang digunakan dalam penelitian ini adalah kecepatan pengadukan 150 rpm dan waktu kontak 60 menit.

#### **Variabel Berubah**

Variabel berubah yang digunakan dalam penelitian ini yaitu :

- a. Massa adsorben 0,5, 1, 1,5 dan 2 gr.
- b. Ukuran partikel adsorben 100, 140 dan 200 mesh.

### **B. Prosedur Penelitian**

#### **Preparasi Sabut Kelapa**

Sabut kelapa dijemur dibawah sinar matahari. Setelah kering, sabut kelapa di potong kecil kecil (1-2 cm)

#### **Proses Karbonisasi**

Proses Karbonisasi dilakukan menggunakan furnace yang dipanaskan dengan suhu 400 °C selama 2 jam (Ariyanto dkk, 2014). Kemudian arang didinginkan, setelah dingin arang digerus halus dan diayak dengan ukuran 100, 140 dan 200 mesh.

#### **Proses Aktivasi**

Arang yang telah diayak kemudian diaktivasi dengan cara direndam dengan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dengan konsentrasi 1 M selama 24 jam (Ariyanto dkk, 2014). Setelah aktivatornya dipisahkan, arang dicuci dengan aquades agar pH menjadi netral lalu dipanaskan dengan oven bersuhu 105 °C selama 4 jam kemudian didinginkan didalam desikator .

## Pengujian karakterisasi Adsorben sabut kelapa (SII No. 0258-88)

### 1. Kadar Air

Sebanyak 1 gram arang aktif dimasukkan ke dalam cawan yang telah diketahui beratnya, kemudian dimasukkan ke dalam oven pada suhu 105°C selama 1 jam. Selanjutnya didinginkan dalam desikator dan ditimbang.

### 2. Kadar Abu (*Ash Content*)

Sebanyak 1 gram arang aktif dimasukkan ke dalam cawan yang telah diketahui beratnya. Kemudian dimasukkan ke dalam furnace dan dibakar pada suhu 800°C selama 2 jam. Setelah itu dinginkan di dalam desikator dan ditimbang.

### 3. Kadar Zat Terbang (*Volatile Matter*)

Sebanyak 1 gram arang aktif dimasukkan ke dalam cawan yang telah di ketahui beratnya. Kemudian dimasukkan ke dalam furnace dan dipanaskan pada suhu 950°C, setelah suhu tercapai selanjutnya didinginkan dalam desikator kemudian ditimbang.

### 3. Kadar Karbon (*Fixed Carbon*)

Penetapan kadar karbon pada arang aktif tidak dilaksanakan secara langsung tetapi didapat dari hasil perhitungan secara tidak langsung.

## Proses Adsorpsi

Adsorben sabut kelapa yang telah digerus dengan ukuran 100, 140 dan 200 mesh ditimbang masing masing 0,5;1;1,5 dan 2 gr. Dimasukkan kedalam 200 ml, di aduk menggunakan *jar test* dengan kecepatan 150 rpm selama 1 jam. kemudian diendapkan 1 hari dan disaring dilakukan analisa Fe

menggunakan AAS (*atomic absorpsion spectroscopy*).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Uji Awal Air Gambut

Uji kualitas awal air gambut dari Desa Air Terbit, Kecamatan Tapung, Kabupaten Kampar ini meliputi analisa kandungan Fe. Adapun hasil uji awal kandungan logam Fe pada air gambut ini dapat dilihat pada Tabel 1:

Tabel 1 Hasil Uji Fe Air gambut

No	Parameter	Satuan	Hasil Analisa	Baku Mutu Air Bersih <sup>*)</sup>
1	Fe	mg/L	0,3672	1

<sup>\*)</sup>Berdasarkan Permenkes RI No. 416/MENKES/PER/1990

Dari Tabel 1 menunjukkan bahwa kandungan Fe pada air gambut sudah memenuhi baku mutu air bersih yang ditetapkan oleh Permenkes RI No. 416/MENKES/PER/1990. Rendahnya kandungan Logam Fe pada air gambut kemungkinan terpengaruhi oleh kondisi musim hujan sehingga terjadi pengenceran yang menyebabkan kandungan Fe pada air gambut Desa air Terbit rendah. Menurut Darmono (1995) pada musim hujan kandungan logam akan lebih kecil karena proses pelarutan, sedangkan pada musim kemarau kandungan logam akan lebih tinggi karena logam menjadi terkonsentrasi.

### Karakterisasi Arang Aktif

Karakterisasi arang aktif sabut kelapa dilakukan meliputi kadar air, kadar abu, kadar *volatile* dan *fixed* karbon menurut SII No. 0258-88 yang disajikan pada Tabel 2 :

Tabel 2 Hasil Uji Karakterisasi Arang Aktif Sabut Kelapa

Ukuran Partikel (Mesh)	Kadar Air (%)	Kadar Abu (%)	Kadar <i>Volatile</i> (%)	<i>Fixed Carbon</i> (%)
100	1,4	4,78	6	89,22
140	1,27	2,35	1,92	95,73
200	1,1	2,25	1,29	96,46
SII No. 0258-88	Max 15%	Max 10%	Max 25%	Min 65%

### Kadar Air

Kadar air arang aktif yang dihasilkan berkisar 1,10% sampai 1,40% dan telah memenuhi persyaratan SII No. 0258-88, yaitu kurang dari 15%. Rendahnya kadar air pada arang aktif sabut kelapa antara lain karena proses karbonisasi dan faktor aktivasi dengan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Menurut Falahiyah (2015) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> memiliki sifat higroskopis yang dapat menyerap kandungan air.

### Kadar Abu

Kadar abu yang diperoleh berturut turut berdasarkan variasi ukuran partikel 4,38 %, 2,35 % dan 2,25 %. Kadar abu terbaik diperoleh pada ukuran 200 mesh sebesar 2,25 %. Kadar abu sudah memenuhi syarat karbon aktif menurut SII No. 0258-88 bahwa kandungan abu yang di izinkan untuk arang aktif adalah max 10 %. Kadar abu yang rendah mengindikasikan bahwa oksida mineral seperti Na, K, Mg dan Ca yang tersisa pada arang aktif jumlahnya sangat sedikit.

### Kadar *Volatile*

Nilai kadar zat menguap yang diperoleh telah sesuai dengan SII No. 0258-88 yaitu kurang dari 25%. Nilai terendah diperoleh pada ukuran 200 mesh sebesar 1,29%. Hal ini menunjukkan senyawa non karbon

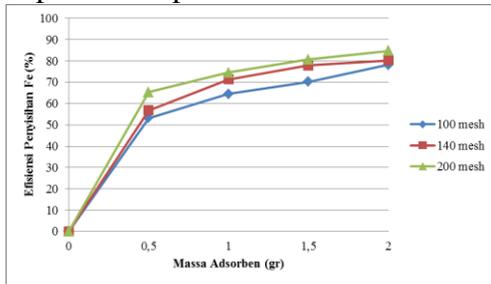
seperti sulfur, nitrogen, CO<sub>2</sub>, CO, CH<sub>4</sub> dan H<sub>2</sub> yang terikat kuat pada atom C sudah menguap pada suhu 950°C.

### *Fixed Carbon*

Kadar abu dan kadar zat yang menguap pada arang aktif sabut kelapa telah memenuhi persyaratan SII No. 0258-88 dengan nilai yang rendah sehingga kadar karbon terikat (*fixed karbon*) yang diperoleh cukup tinggi yaitu sebesar 96,46 % pada ukuran partikel 200 mesh. Kadar karbon terikat (*fixed karbon*) dipengaruhi oleh kadar abu dan kadar zat menguap setiap sampel. Semakin tinggi kadar abu dan kadar zat menguap maka kadar karbon terikat akan semakin rendah. Apabila proses karbonisasi berjalan sempurna maka bahan baku arang akan menguapkan zat ekstraktif sebanyak-banyaknya sehingga kadar zat mudah menguap yang tertinggal sedikit dan akibatnya kadar karbon yang terikat akan meningkat (Amin, 2016).

### Pengaruh Massa Adsorben Terhadap Penyisihan Fe

Hasil analisa pengaruh massa adsorben sabut kelapa terhadap penyisihan logam Fe pada air gambut dapat dilihat pada Gambar 1.

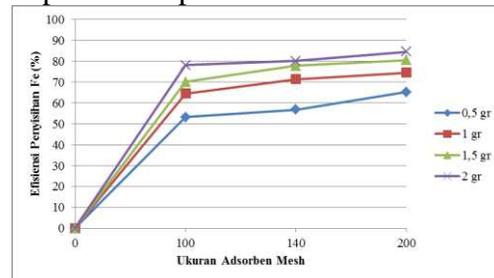


Gambar 1 Pengaruh Massa Adsorben terhadap Penyisihan Fe

Berdasarkan Gambar 1, dapat dilihat bahwa massa adsorben yang digunakan berpengaruh terhadap efisiensi penyisihan Fe pada air gambut. Hasil analisa pada penelitian ini berdasarkan variasi massa adsorben sabut kelapa menunjukkan bahwa efisiensi penyisihan logam Fe meningkat dengan bertambahnya massa adsorben sabut kelapa yang digunakan. Efisiensi tertinggi dicapai pada massa 2 gr dengan efisiensi penyisihan logam Fe sebesar 84,67%. Bertambahnya jumlah adsorben sabut kelapa sebanding dengan bertambahnya jumlah partikel dan luas permukaan adsorben sabut kelapa sehingga menyebabkan jumlah tempat mengikat ion logam juga bertambah dan efisiensi penyisihan pun meningkat. Hal ini diperkuat oleh Barros *et al.*, (2003) yang menyatakan bahwa pada saat ada peningkatan massa adsorben, maka ada peningkatan presentase efisiensi penyisihan.

### Pengaruh Ukuran Partikel Adsorben Terhadap Penyisihan Fe

Pengaruh ukuran partikel terhadap penyisihan logam Fe pada air gambut dapat dilihat pada Gambar 2.

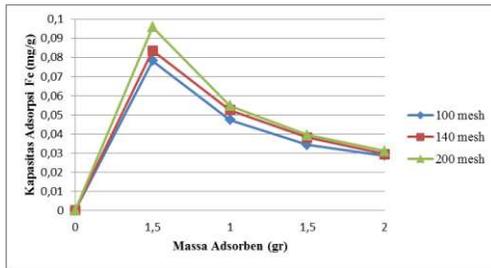


Gambar 2 Pengaruh Ukuran Partikel Adsorben terhadap Penyisihan Fe

Dilihat pada gambar 2 bahwa efisiensi penyisihan kandungan Fe terendah adalah pada ukuran 100 mesh dan efisiensi penyisihan kandungan Fe tertinggi adalah pada ukuran 200 mesh. Hal ini disebabkan karena semakin kecil ukuran diameter adsorben, berarti luas permukaan kontak adsorben sabut kelapa dengan logam Fe akan semakin besar, selain itu luas permukaan juga berbanding lurus dengan banyak pori yang dimiliki per satuan partikel adsorben. Menurut Handiyatmo (1999), semakin kecil ukuran partikel adsorben maka semakin banyak adsorbat yang terserap. Hal ini disebabkan karena ukuran partikel yang kecil mempunyai tenaga inter molekuler yang lebih besar sehingga penyerapannya menjadi lebih baik.

### Kapasitas Adsorpsi (KA)

Hasil penentuan kapasitas adsorpsi variasi massa dan ukuran partikel adsorben dapat dilihat pada Gambar 3 sebagai berikut :



Gambar 3 Perbandingan kapasitas adsorpsi variasi massa dan ukuran partikel untuk logam Fe

Berdasarkan Gambar 3, kapasitas adsorpsi Fe tertinggi dicapai pada massa adsorben 0,5 gr dengan ukuran partikel 200 mesh sebesar 0,09596 mg Fe/gr adsorben dan kapasitas adsorpsi Fe terendah dicapai massa adsorben sabut kelapa 2 gr dengan ukuran partikel 100 mesh sebesar 0,0287 mg Fe/gr.

sehingga proses penyerapan tidak efektif yang mengakibatkan berkurangnya kapasitas penyerapan. Kapasitas adsorpsi juga dipengaruhi oleh ukuran partikel adsorben. Berdasarkan hasil pengukuran diatas, dapat diketahui bahwa ukuran partikel paling halus yaitu 200 mesh memiliki kapasitas adsorpsi yang paling baik dibandingkan dengan ukuran partikel yang kasar yaitu 100 mesh. Hal ini menyangkut luas permukaan adsorben yang tersedia untuk dapat menyerap adsorbat pada sampel air gambut.

#### Penentuan Jenis Isoterm Adsorpsi yang Sesuai

Penentuan jenis isoterm adsorpsi oleh adsorben sabut kelapa tipe langmuir dan freundlich dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Perbandingan Persamaan Garis pada Variasi Massa untuk logam Fe

Persamaan Garis	Isoterm Langmuir			Isoterm Freundlich			
	a	b	R <sup>2</sup>	Persamaan Garis	k	n	R <sup>2</sup>
$y = -1,4016 + 0,454x$	2,8445	-0,7135	0,8777	$y = 1,3751 + 0,8857x^n$	7,6860	0,7272	0,9783

Dilihat dari hasil analisa ini, penggunaan massa adsorben berpengaruh terhadap besarnya kapasitas adsorpsi. Semakin tinggi massa adsorben kapasitas adsorpsinya akan semakin rendah. Hal ini terjadi karena adanya penggumpalan adsorben sehingga permukaan adsorben tidak seluruhnya terbuka dan menyebabkan berkurangnya luas permukaan aktif dari adsorben

Berdasarkan Tabel 3 dapat dilihat bahwa pengujian data-data menggunakan isoterm Langmuir dan Freundlich menunjukkan nilai R<sup>2</sup> yang baik. Jenis isoterm adsorpsi oleh adsorben sabut kelapa pada logam Fe cenderung mengikuti jenis isoterm Freundlich daripada langmuir, hal ini dapat dilihat dari nilai R<sup>2</sup> untuk logam Fe yaitu 0,9823 yang paling mendekati angka 1. Pada isoterm

Freundlich diasumsikan adsorpsi yang terjadi secara fisik dan membentuk lebih dari satu lapisan (*multilayer*). Pada adsorpsi fisik adsorbat tidak terikat kuat pada permukaan adsorben sehingga adsorbat dapat bergerak dari suatu bagian permukaan ke permukaan yang lain, dan pada permukaan yang ditinggalkan dapat digantikan oleh adsorbat yang lainnya.

### Kesimpulan

1. Efisiensi penyisihan logam Fe mencapai 84,67 % pada massa adsorben 2 gr dan ukuran partikel 200 mesh.
2. Kapasitas adsorpsi mencapai 0,09596 mg Fe/gr pada massa adsorben 0,5 gr dan ukuran partikel 200 mesh.
3. Adsorpsi logam Fe mengikuti isoterm Freundlich dengan nilai  $R^2$  yaitu 0,9783. Jenis isoterm Freundlich merupakan adsorpsi yang terjadi secara fisik dan membentuk lebih dari satu lapisan (*multilayer*).

### Saran

Pada penelitian lanjutan diperlukan variasi waktu kontak untuk mengetahui waktu kesetimbangan serta dilakukan adsorpsi menggunakan adsorben sabut kelapa terhadap adsorbat lainnya.

### Daftar Pustaka

Amin, Azwar., Sitorus, Saibun., dan Yusuf, Bohari. 2016. Pemanfaatan Limbah Tongkol Jagung (*Zea Mays L*) Sebagai Arang Aktif Dalam Menurunkan

Kadar Amonia, Nitrit Dan Nitrat Pada Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Teknik Celup. *Jurnal Kimia Mulawarman* Volume 13 Nomor 2 Mei 2016

Ariyanto, R., Hadiwidodo, M. Dan Sudarno. 2014. Pengaruh Ukuran Media Adsorben Dan Konsentrasi Aktivator  $H_2SO_4$  Terhadap Efektifitas Penurunan Logam Berat Besi (Fe), Seng (Zn), Dan Warna Limbah Cair Industri galvanis Menggunakan Arang Sabut Kelapa : Studi Kasus PT. Cerah Sempurna-Semarang. Universitas Diponegoro, Semarang

Azamia, Mia. 2012. Pengolahan Limbah Cair Laboratorium Kimia Dalam Penurunan Kadar Organik Serta Logam Berat Fe, Mn, Cr Dengan Metode Koagulasi Dan Adsorpsi. Universitas Indonesia. Skripsi

Barros, L.M., Maedo, G.R., Duarte, M.M.L., Silva, E.P., and Lobato. 2003. Biosorption Cadmium Using the Fungus *Aspergillus niger* Braz J. Chem. (20): 1-17

Buhani, Suharso, and Sumadi. 2010. Adsorption Kinetics and Isotherm of Cd (II) Ion on *Nannochloropsis* sp Biomass Imprinted Ionic Polymer. *Desalination*. 259: 140-146.

Blais, J.F., B. Dufresne., and G. Mercier. 2000. State of The Art of Technologies for Metal Removal From Industrial Effluents. *Rev. Sci. Eau*. 12(4): 687- 711.

Darmono, 1995. Logam Dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup.

- Penerbit Universitas Indonesia.  
Jakarta.
- Falahiyah. 2015. Adsorpsi *Methylene Blue* Menggunakan Abu Dari Sabut Dan Tempurung Kelapa Teraktivasi Asam Sulfat. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Skripsi
- Gupta, S.S., and K.G. Bhattacharyya. 2006. Adsorption of Ni(II) on Clay. *Journal Chemist Science*. 295: 21-32.
- Handiyatmo.E.T., 1999, “Adsorpsi Polutan Komponen Ganda Senyawa Fenol (2,4 DCP dan Fenol) Dengan Zeolit”, Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Jasmal., Sulfikar. dan Ramlawati. 2015. Kapasitas Adsorpsi Arang Aktif Ijuk Pohon Aren (*Arenga pinnata*) terhadap  $Pb^{2+}$ , Vol.IV No 1. Maret 2015, Hal. 57-66
- Kurniawan, S. 2008. Fakta Hutan dan Kebakaran 2002-2007. Pekanbaru
- Mandasari, I., Purnomo, A. 2016. Penurunan Ion Besi (Fe) dan Mangan (Mn) dalam Air dengan Serbuk Gergaji Kayu Amper. *Jurnal Teknik ITS* vol. 5, no. 1, ISSN: 2337-3539
- Pertiwi, Dini., dan Welly, Herumurti. 2009. Studi Pemanfaatan Sabut Kelapa Sebagai Karbon Katif untuk Menurunkan Konsentrasi Fenol. Tugas Akhir. Institut Teknologi Sepuluh November (ITS). Surabaya
- Yusnimar, Yelmida, A., Yenie, E., Edward, H.S., Drastinawati. 2010. Pengolahan Air Gambut dengan Bentonit. *Jurnal Sains dan Teknologi* 9 : 77-81.