

## **PENYISIHAN ION LOGAM Fe PADA AIR GAMBUT MENGGUNAKAN ADSORBEN ARANG AKTIF KULIT SINGKONG**

**Elia Rosita<sup>1\*</sup>, Halim Zaini<sup>1</sup>, Reza Fauzan<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Teknik Kimia, Politeknik Negeri Lhokseumawe  
Jl. Banda Aceh-Medan Km. 280,3, Buketrata, Aceh 24301  
Email : [eliarosita.lsm1997@gmail.com](mailto:eliarosita.lsm1997@gmail.com)

### **ABSTRAK**

Arang aktif dapat dibuat dari berbagai macam bahan baku salah satunya adalah kulit singkong karena kulit singkong memiliki kandungan karbon sebesar 59,31%. Salah satu pemanfaatan arang aktif adalah sebagai adsorben arang aktif pada pemurnian air gambut. Pada rancangan percobaan, sebagai variabel tetap digunakan berat adsorben arang, yaitu sebesar 50 g, ukuran partikel 10 mesh dan volume adsorbat digunakan 10 liter, laju alir 4 liter/menit. Variabel bebas waktu adsorpsi 0; 30; 60; 90; 120; 180; 240 menit dan jenis adsorben: aktivasi fisik dan aktivasi kimia (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 5N dan NaOH 5N). Hasil penelitian menunjukkan bahwa adsorpsi logam Fe dipengaruhi oleh waktu dan aktivator. Model kinetika adsorpsi memenuhi kinetika pseudo orde dua terjadi pada waktu 180 menit untuk aktivasi fisika sebesar 0,05228 mg/g, aktivasi kimia H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,5 N 0,09199 mg/g dan aktivasi kimia NaOH 0,5 N 0,11298 mg/g. Persen masa penyisihan Fe tertinggi untuk aktivasi fisika 33,25%, aktivasi kimia dengan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 5N 80,20% dan aktivasi kimia dengan NaOH 5N 52,55%.

**Kata Kunci :** *Arang Aktif, Kulit Singkong, Fe, Model Kinetika, Persen Penyisihan*

### **ABSTRACT**

Activated charcoal can be made from various kinds of raw materials, one of which is cassava skin because cassava peel has a carbon content of 59.31%. One of the uses of activated charcoal is as an adsorbent in peat water purification. In the experimental design, as the fixed variable used the weight of the charcoal adsorbent, which is equal to 50 g, the particle size is 10 mesh and the volume of the adsorbate is used 10 liters, the flow rate is 4 liters / minute. Free variable adsorption time 0; 30; 60; 90; 120; 180; 240 minutes and the type of adsorbent: physical activation and chemical activation (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 5N and NaOH 5N). The results showed that the adsorption of Fe was influenced by time and activator. Adsorption kinetics model fulfills second-order pseudo kinetics occurred at 180 minutes for physical activation of 0.00607 mg / g, chemical activation H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0.5 N 0.00455 mg / g and chemical activation of NaOH 0.5 N 0.13567 mg / g. The highest percentage of Fe removal time for physical activation is 45.29%, chemical activation with H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> is 18.49% and chemical activation with NaOH 5N is 90.25%.

**Keywords:** *Activated charcoal, Cassava skin, Fe, Kinetics, Percent Allowance*

## **PENDAHULUAN**

Air berawa memberikan kondisi untuk terjadinya penimbunan sisa-sisa bahan organik. Air rawa gambut merupakan air yang telah terkontaminasi oleh bahan-bahan organik yang ada di dalam tanah. Adapun ciri-ciri air rawa gambut yaitu berwarna merah kecoklatan, berasa asam, mempunyai derajat keasaman yang rendah (pH 3-5) dan bau nya kurang sedap dan kandungan organik nya tinggi.

Kualitas air rawa gambut sangat bervariasi dan dipengaruhi oleh karakteristik daerahnya seperti tekstur, tumbuhan yang hidup di atasnya, kelembaban humus dan lain sebagainya (Sanjaya dkk, 2013).

Pengambilan air gambut itu sendiri Jln. Len Desa Jungka Gajah.

Air gambut secara umum tidak memenuhi persyaratan kualitas air bersih yang distandarkan oleh Departemen Kesehatan RI melalui PERMENKES No.416/ MENKES /PER/IX/1990. Salah satu teknologi alternatif yang dapat diaplikasikan adalah metoda adsorpsi. Adsorpsi diketahui merupakan teknologi yang paling efisien untuk menghilangkan zat organik, warna, bau, dan minyak. Salah satu tantangan dari teknologi adsorpsi adalah pemilihan alternatif adsorben yang ekonomis dan efisien untuk meminimalisir biaya operasi di negara berkembang (Elystia dkk, 2016).

Salah satu adsorben yang memiliki kemampuan adsorpsi yang besar adalah arang aktif. Kemampuan adsorpsi arang akan meningkat apabila arang terlebih

dahulu daktifkan. Aktivasi adalah perlakuan terhadap arang yang bertujuan untuk memperbesar pori yaitu dengan cara memecahkan ikatan hidrokarbon atau mengoksidasi molekul permukaan sehingga arang mengalami perubahan sifat, baik sifat fisika atau kimia, yaitu luas permukaannya bertambah besar dan berpengaruh terhadap daya adsorpsi (Jatu Taufiq Swastha, 2010).

Keaktifan daya menyerap dari karbon aktif tergantung dari jumlah senyawa karbonnya. Daya serap karbon aktif ditentukan oleh luas permukaan partikel. Dan kemampuan ini dapat menjadi lebih tinggi, jika karbon aktif tersebut telah dilakukan aktivasi dengan faktor bahan-bahan kimia ataupun dengan pemanasan pada temperatur tinggi. Dengan demikian, karbon akan mengalami perubahan sifat-sifat fisika dan kimia. Karbon aktif yang berwarna hitam, tidak berbau, tidak berasa dan mempunyai daya serap yang jauh lebih besar dibandingkan dengan karbon aktif yang belum menjalani proses aktivasi (Ariyani dkk, 2017)

Penelitian ini difokuskan pada pembuatan adsorben arang aktif dari kulit singkong dengan aktivasi fisik (dikukus) serta pengaktifan dengan NaOH dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Hasilnya dibandingkan dengan adsorben arang aktif tanpa aktivasi. Dengan penelitian ini diharapkan dapat memanfaatkan arang kulit singkong menjadi kombinasi, sehingga dapat mengurangi dampak pencemaran lingkungan akibat pembakaran kulit singkong yang sembarangan.

## **METODE PENELITIAN**

### **Alat dan Bahan**

Bahan yang digunakan Kulit singkong, Air Gambut, *Aquadest*, NaOH 0,5 N, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,5 N, Iodin 0,1 N, Kalium iodida, Amilum 1%, Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,1 N.

Alat yang digunakan Seperangkat Alat Adsorpsi Kolom, *Atomic Absorption Spectrofotometer (AAS) AA-7000*, Oven, Kertas saring, Beaker Glass 100 dan 1000 ml, Erlenmeyer 100 ml, pH, TDS meter, Turbidity meter, Timbangan Analitik, *Stopwatch*, Panci.

### **Pembuatan Adsorben dari Kulit Singkong**

Dikupas terlebih dahulu kulit singkong dari kulit luarnya, kemudian dicuci kulit singkong tersebut dengan menggunakan air bersih dan dipotong Dengan cara yang sama dilakukan juga untuk 50 gr adsorban aktifasi dengan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dan 50 gr adsorban aktifasi dengan NaOH 5 N.

Penelitian dilaksanakan di laboratorium Operasi Teknik Kimia Politeknik Negeri Lhokseumawe dengan variabel tetap ukuran partikel (10 mesh), laju alir 4 liter/menit, volume adsorbat 10

### **Analisa Logam Fe**

Analisis sampel hasil pengumpulan data dianalisa menggunakan metode instrumentasi dengan alat Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) berdasarkan lampu katoda Fe dengan panjang tertentu dan data hasil analisa dilakukan pengolahan data dan pembahasan.

### **Kinetika Adsorpsi**

Kinetika adalah studi tentang laju dan mekanisme dimana satu jenis (keadaan) dikonversikan ke keadaan lain.

kecil-kecil menyerupai batang korek api. Lalu kulit singkong yang telah dipotong akan dikeringkan dibawah sinar matahari selama 2 hari. Kulit singkong yang telah kering dibakar menggunakan tungku dengan suhu yaitu 300°C selama 5 jam. Arang kulit singkong ditumbuk kemudian diayak untuk mendapatkan ukuran 10 mesh. Hasil ayakan ditimbang dan dipisahkan sebanyak 100 gr untuk dijadikan adsorben tanpa aktivasi.

### **Proses Adsorpsi**

Proses adsorpsi dalam kolom tunggal dengan diameter kolom 6,35 cm dan tinggi kolom kondisi kosong 38 cm. Masing-masing adsorben dimasukkan ke dalam kolom adsorpsi sebanyak 50 gr adsorban aktifasi fisik (AF), dimasukkan ke dalam kolom selanjutnya dilakukan pengambilan dan pengumpulan data. liter, suhu operasi suhu kamar 30 °C. Variabel bebas waktu kontak (adsorpsi) 0; 30; 60; 90; 120; 180 dan 240 menit. Variabel terikat konsentrasi adsorbat yang tersisa dalam larutan (ppm), konsentrasi adsorbat yang terserap (ppm), kapasitas adsorpsi (mg/g), persen (%) atau efisiensi penyisihan.

Untuk mengetahui laju dan mekanisme dari adsorpsi ion logam terhadap adsorben, Perilaku adsorpsi dapat dipelajari dengan berbagai pendekatan teori diantaranya:

### **Model kinetika pseudo orde 1**

Menurut Lagergren (1898) persamaan kinetika orde-pertama dinyatakan seperti pada persamaan

$$\frac{dq_t}{dt} = k_1 (q_e - q_t)$$

.....  
(1)

Dengan :

$k$  : konstanta kinetika adsorpsi (L/menit)

$qt$  : jumlah adsorbat terserap per unit massa adsorben pada waktu  $t$  (mg/g)

Integrasi pada kondisi  $qt = 0$  s/d  $qt = qt$  dan  $t = 0$  s/d  $t = t$  dari persamaan diatas diperoleh bentuk persamaan linier orde satu berikut:

**Model kinetika pseudo orde 2**

Menurut Ho dan McKay (1999), persamaan orde satu Lagergren dapat dimodifikasi menjadi persamaan:

$$\frac{dq_t}{dt} = k_2 (q_e - q_t)^2$$

..... (3)

Integrasi pada kondisi  $qt = 0$  s/d  $qt = qt$  dan  $t = 0$  s/d  $t = t$  dari persamaan diatas

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Salah satu metode penyisihan logam berat yang terlarut dalam air ,yang efektif dan efisien adalah metode adsorpsi. Metode ini dapat menggunakan bejana atau tanki dengan sistem pengadukan atau tanpa pengadukan dan menggunakan sistem kolom baik beroperasi secara kontinu maupun diskontinu kolom tunggal, dua kolom, multi kolom. Jika dibandingkan sistem bejana dengan sistem kolom, maka sistem kolom jauh lebih baik dibandingkan dengan sistem bejana atau tanki. Perbedaannya antara lain terletak pada ukuran partikel adsorben yang digunakan. Sistem pengadukan ukuran partikelnya dapat lebih kecil sedangkan sistem kolom terutama bergantung pada ukuran partikel lebih besar tergantung pada ukuran filter dan laju alir.

$q_e$  : Jumlah adsorbat terserap per unit massa adsorben pada kesetimbangan (mg/g)

$$\ln (q_e - qt) = \ln q_e - k_1 t$$

..... (2)

Parameter  $q_e$  (mg/g) dan  $k_1$  (.min<sup>-1</sup>) dapat dihitung dari plot  $\ln (q_e - qt)$  versus  $t$ .

diperoleh bentuk persamaan linier orde dua berikut:

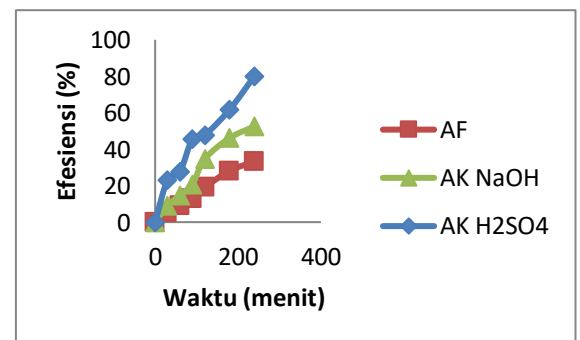
$$\frac{t}{qt} = \frac{1}{k_2 q_e^2} + \frac{t}{q_e}$$

..... (4)

Parameter  $q_e$  (mg/g) dan  $k_2$  (g/mg.min) dapat dihitung dari plot  $t/qt$  versus  $t$ .

Karakteristik adsorben yang digunakan kadar air 10,31% (Fisik); 10,21% (NaOH); 19,22% (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) ; kadar abu 6,30% (Fisik); 6,57% (NaOH); 11,34% (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) ukuran partikel 10 mesh dan daya serap terhadap iod 723,33 (Fisik); 774,09 (NaOH); 761,4 mg/g (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>).

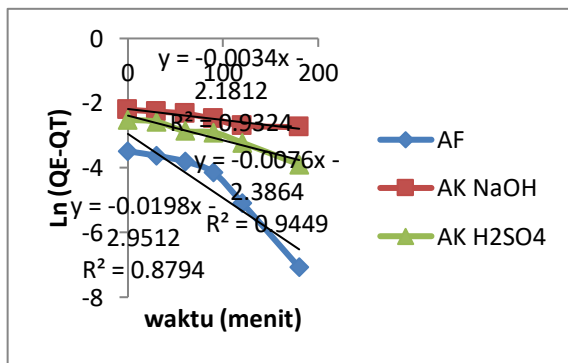
**Pengaruh Aktivasi terhadap Efisiensi Penyisihan Ion Logam Fe**



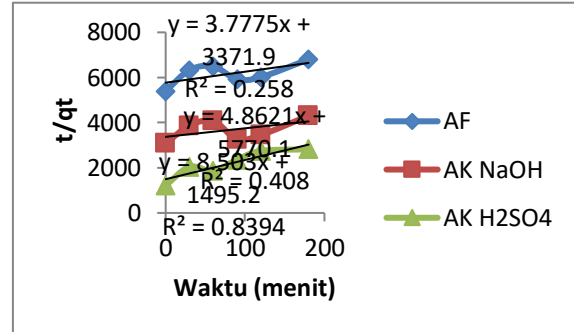
Gambar 1. Grafik Efisiensi Penyisihan Ion Logam Fe

Gambar 1. menunjukkan bahwa persentase Fe yang tersisihkan semakin lama waktu semakin meningkat. Persentase penyisihan logam besi juga berbeda dengan tiap jenis aktivasinya karena berdasarkan dari konsentrasi awal yang berbeda. Tujuan dari aktivasi untuk membuka permukaan pori-pori yang masih tertutup oleh bahan-bahan organik yang terkandung dalam kulit singkong, sehingga Fe yang terdapat dalam adsorbat mudah masuk ke dalam pori-pori adsorben, maka kemampuan menyerap menjadi tinggi. Penyerapan tertinggi untuk adsorben kulit singkong dengan aktivasi fisik 33,25 % untuk adsorben yang diaktivasi kimia (NaOH) 52,55 % dan untuk aktivasi kimia (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) 80,20 %.

**Persamaan Kinetika Adsorpsi Pada Proses Penyerapan Ion Logam Fe**

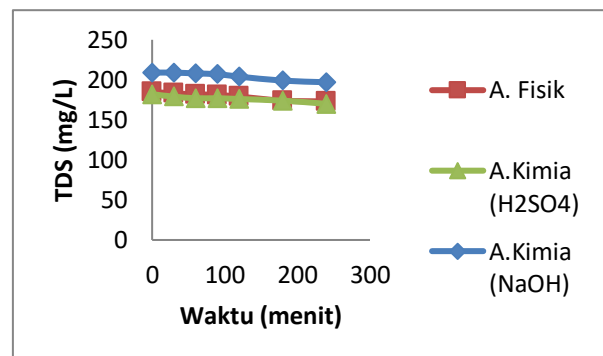


Gambar 2. Kinetika Orde 1 Ion Logam Fe

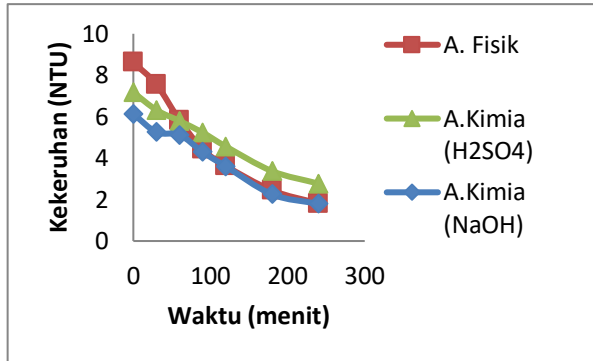


Gambar 3. Kinetika Orde 2 Ion Logam Fe

Dari Gambar 2 dan 3 dapat dilihat bahwa model kinetika yang sesuai untuk adsorpsi ion logam Fe menggunakan adsorben arang aktif kulit singkong yaitu persamaan kinetika adsorpsi Lagergren orde 1 dengan nilai R<sup>2</sup> terbaik 0,944 pada adsorben yang aktivasi kimia H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Sedangkan nilai R<sup>2</sup> terbaik pada model kinetika orde 2 yaitu 0,839 pada adsorben yang diaktivasi kimia H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Oleh karena dari kedua model kinetika adsorpsi tersebut, persamaan model kinetika orde 2 yang lebih sesuai karena nilai R<sup>2</sup> nya lebih mendekati 1.



Gambar 4. Hubungan Waktu terhadap TDS (mg/L)



Gambar 5. Hubungan Waktu terhadap Kekeruhan (NTU)

Yang dimana gambar 4. menunjukkan bahwa semakin lama waktu yang berjalan dalam proses adsorpsi maka jumlah total zat pada yang terkandung dalam air menurun, meskipun tidak mengalami penurunan yang signifikan. Penurunan TDS tertinggi yaitu pada proses adsorpsi dengan adsorben yang aktivasi kimia H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, hal ini terjadi karena adsorben yang telah mampu mengikat lebih banyak padatan yang terkandung dalam air gambut.

Dan pada gambar 5. menunjukkan bahwa semakin lama waktu adsorpsi yang berjalan maka kekeruhan pun semakin menurun. Hal ini karena semakin lama waktu maka semakin banyak pula jumlah koloid yang bersinggungan dengan adsorben arang aktif. Sehingga adsorben arang aktif semakin banyak menahan koloid tersebut.

## KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapatkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Waktu operasi berpengaruh terhadap penurunan ion Fe, efisiensi penyisihan logam Fe

aktivasi fisik pada kondisi optimum terjadi pada waktu operasi 240 menit, aktivasi kimia NaOH pada waktu operasi 240 menit dan aktivasi kimia H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pada waktu 180 menit.

2. Perbedaan jenis perlakuan aktivasi berpengaruh terhadap kadar abu, kadar air dan daya serap iod, karbon aktif yang dihasilkan kadar abu antara 6,30% - 6,57% dimana standar SNI maksimum 10% dan kadar air antara 10,31% - 10,21% dimana standar SNI maksimum 15% dan daya serap iod pada aktivasi fisik sebesar 723,33 mg/gr, aktivasi kimia NaOH sebesar 774,09 mg/gr dan aktivasi kimia H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> sebesar 761,4 mg/gr dimana standar SNI maksimum 750 mg/g.
3. Kinetika adsorpsi air gambut yang mengandung logam berat Fe berlangsung sesuai dengan permodelan Lagergren Ho dan Mckey kinetika pseudo orde dua secara berurut adsorben karbon aktif yang diaktivasi secara aktivasi fisika dan aktivasi kimia dengan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,5N dan NaOH 0,5N.

## DAFTAR PUSTAKA

Akhadiarto, S. (2010). Pengaruh pemanfaatan limbah kulit singkong dalam pembuatan pelet ransum unggas. *J. Tek. Ling*, Vol.11, Hal. 127-138.

Anggriawan Ade, S. E. (2015). Penyisihan kadar logam Fe dan Mn pada air gambut dengan pemanfaatan Geopolimer dari Kaolin sebagai adsorben. *Jom FTEKNIK*, Vol. 2 No. 1.

- Aris, H. M. (2015). *The use of continuous system processor for reducing color and turbidity content in the peat water*. Riau: *Jurnal Online Mahasiswa*.
- Ariyani, R. A. (2017). Pemanfaatan kulit singkong sebagai bahan baku arang aktif dengan variasi konsentrasi NaOH dan suhu. Samarinda: *Konversi*, Volume 6 No. 1, 7-10.
- Jasmal, S. a. (2015). Kapasitas adsorpsi arang aktif ijuk pohon aren (*Arenga pinnata*) terhadap  $Pb^{2+}$ . Makassar: *Jurnal Sainsmat*, Vol. IV, No. 1, halaman 57-66.
- Laos Etni Landiana, S. A. (2016). Pemanfaatan kulit singkong sebagai bahan baku karbon aktif. *Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika*, Vol. 1 No. 1, 32-36.
- Maulinda Leni, Z. N. (2015). Pemanfaatan kulit singkong sebagai bahan baku karbon aktif. Batam: *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 4:2, 11-19.
- Permatasari Rizqi Anugrah, K. U. (2014). Karakterisasi karbon aktif kulit singkong (*Manihot utilissima*) dengan variasi jenis aktivator. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, Vol. VII No. 2, 70-75.
- Pratiwi Indah, D. S. (2017). Pemanfaatan limbah kulit singkong (*Manihot utilissima*) dalam mempengaruhi kadar Fe dalam air. Jakarta: *Jurnal Universitas Satya Negara Indonesia*, Vol. 10 No. 1, 52-58.
- Purnawan Candra, M. T. (2014). Penurunan kadar protein limbah cair tahu dengan pemanfaatan karbon Bagasse teraktivasi. *J. Manusia dan lingkungan*, Vol. 21 NO. 2, 143-148.
- Rahmawati, W. A. (2018). Adsorpsi air gambut menggunakan karbon aktif dari buah bintaro. *Chempublish Journal*, Volume 2 No. 2.
- Setiyoningsih Aprilliya Luki, I. D. (2018). Pembuatan dan karakterisasi arang aktif kulit singkong menggunakan aktivator  $ZnCl_2$ . *Jurnal Kimia Riset*, Vo. 3 No. 1, 13-19.
- Sutrisno, H. M. (2014). Pengolahan air gambut dengan koagulan cair hasil ekstraksi lempung alam desa cengar menggunakan larutan  $H_2SO_4$ . *JOM FMIPA*, Volume 1 No. 2.
- Widayatno Tri, Y. T. (2017). Adsorpsi logam berat (Pb) dari limbah cair dengan adsorben arang bambu aktif. *Jurnal teknologi bahan alam*, Vol. 1 No. 1.
- Zaini Halim, S. M. (2016). Kinetika adsorpsi  $Pb(II)$  dalam air limbah laboratorium kimia menggunakan sistem kolom dengan bioadsorben kulit kacang tanah. *jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek*.