

KINETIKA ADSORPSI ARANG AKTIF KULIT SINGKONG TERHADAP ION LOGAM BESI (Fe³⁺)

Tri Hartono^{1,*}, Hastami Murdiningsih², Yuliani HR³, Yuliani HR³, Marni⁴, Arschil MAA⁵
^{1,2,3} Dosen Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang
^{4,5} Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang

ABSTRACT

Many adsorbent sold in the market, such as active carbon, silica, zeolite, etc. Active carbon can be produced from many materials. A large amount of cassava is widely produced in Indonesia and the cassava skin is mostly thrown away as garbage. This cassava skin can be converted into active carbon thus has more added values. The heavy metal such as Fe in liquid waste can be decreased by implementing adsorption method using active carbon. The aim of this research is 1) to determine how effective is active carbon from cassava skin to absorb Fe ion in solution with variations of concentration of KOH (as an activator) and reaction times, 2) to study the capacity of active carbon from cassava skins adsorbing ion Fe in terms of the suitability between Freundlich and Langmuir equations. The procedure began with producing carbon from cassava skin, then it was activated with several concentration of KOH solution as an activator agent and finally implementing this active carbon to absorb Fe ion for several reaction times. The result shows that carbon from cassava skin activated by KOH 2N is able to absorb 6.133 ppm of Fe ion in 15 minutes. The kinetic reaction follows model isotherm Langmuir equation with adsorption capacity of 8.0 mg/g.

Keywords: *Cassava Skin Wastes, Active Carbon, Adsorption, Kinetic Study.*

ABSTRAK

Banyak jenis adsorben dijual di pasaran seperti karbon aktif, silica, zeolite, dan lain-lain. Karbon aktif dapat diproduksi dari berbagai macam bahan. Produksi ubi kayu sangat melimpah di Indonesia dan umumnya kulit ubi kayunya hanya dibuang sebagai limbah padat padahal dapat dimanfaatkan sebagai arang aktif sehingga memiliki nilai jual. Kandungan logam berat seperti besi (Fe) dalam limbah cair dapat dikurangi dengan mengimplementasikan metode adsorpsi menggunakan arang aktif. Tujuan penelitian ini adalah 1) untuk menentukan seberapa efektif karbon dari kulit ubi kayu yang diaktifasi oleh larutan KOH untuk menyerap ion Fe pada berbagai variasi waktu reaksi, 2) untuk mempelajari kinetika model reaksi (isotherm Langmuir atau isotherm freundlich) yang terjadi serta menentukan kapasitas adsorpsi maksimumnya. Tahapan penelitian dimulai dengan membuat arang berasal dari kulit singkong kemudian dihancurkan dan diayak untuk mendapatkan ukuran partikel 0,3375 mm. Selanjutnya diaktifasi menggunakan larutan KOH dengan konsentrasi 0,2, 0,4 dan 0,5N dan diuji daya jerapnya di dalam larutan yang mengandung ion Fe terhadap variasi waktu kontak dan konsentrasi larutan ion Fe. Hasil penelitian menunjukkan bahwa karbon dari kulit ubi kayu yang diaktifasi oleh larutan KOH 2N mampu menyerap 6,133 ppm ion Fe dalam waktu 15 menit. Kinetika reaksi yang terjadi mengikuti model persamaan isotherm Langmuir dengan kapasitas adsorpsi maksimumnya sebesar 8,0 mg/g.

Kata kunci: *Limbah Ubi Kayu, Karbon Aktif, Adsorpsi, Kinetika Reaksi.*

1. PENDAHULUAN

Banyak jenis adsorben dijual di pasaran seperti karbon aktif, silica, zeolite, dan lain-lain. Karbon aktif dapat diproduksi dari berbagai macam bahan. Produksi ubi kayu atau singkong sangat melimpah di Indonesia dan umumnya kulit ubi kayunya hanya dibuang sebagai limbah padat. Kulit singkong tersedia melimpah di Indonesia [1] yang hampir seluruhnya dibuang begitu saja dapat dimanfaatkan sebagai arang aktif karena kulit singkong mengandung 59,31% karbon [2]. Limbah kulit singkong ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan adsorben yang mampu mengurangi kadar logam berat berbahaya [3]. Berdasarkan beberapa hasil penelitian menyatakan bahwa kulit singkong memiliki kandungan protein, selulosa non reduksi, serat kasar yang tinggi HCN (asam sianida). Komponen-komponen tersebut mengandung gugus -OH, -NH₂, -SH, dan -CN yang dapat mengikat logam.

Salah satu masalah yang timbul akibat meningkatnya kegiatan manusia adalah tercemarnya air pada sumber-sumber air karena menerima beban pencemaran yang melampaui daya dukungnya. Pencemaran yang mengakibatkan turunnya kualitas air dapat berasal dari limbah seperti limbah industri, limbah peternakan, limbah rumah sakit, limbah domestik, dan lain sebagainya. Air buangan atau limbah cair yang berasal dari

¹ * Email: trihartono@poliupg.ac.id

** Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia

kegiatan industri merupakan penyebab utama pencemaran. Berbagai polutan telah dilaporkan sebagai bahan berbahaya, salah satu diantaranya adalah kandungan logam Fe [4]. Kandungan logam berat seperti besi (Fe) dalam limbah cair dapat dikurangi dengan mengimplementasikan metode adsorpsi [3]. Bahkan beberapa peneliti telah melakukan penelitian dengan menggunakan arang dari kulit ubi kayu yang diaktif untuk menyerap ion Fe dalam larutan. terkait adsorpsi ini, salah satunya adalah menggunakan karbon aktif berasal dari ubi kayu yang diaktifasi oleh larutan NaOH sebagai aktifator untuk menyerap ion Pb [5].

Penelitian telah dilakukan menggunakan arang aktif dari kulit singkong yang dijadikan sebagai adsorben dalam mengadsorpsi logam berat Pb dalam limbah cair [6]-[8]. Demikian pula, larutan yang mengandung logam Fe ini dapat diturunkan kandungannya melalui proses adsorpsi menggunakan arang aktif. Adsorpsi adalah proses fisik atau kimia dimana senyawa berakumulasi di permukaan (*Interface*) antar dua fase. Interface merupakan suatu lapisan yang homogen antara dua permukaan yang saling berkontak. Substansi yang diserap disebut adsorbat, sedangkan material yang berfungsi sebagai penyerap disebut adsorben [9].

Penjerapan limbah cair mengandung ion Fe oleh adsorben arang aktif kulit singkong dilakukan dengan variasi konsentrasi KOH sebagai aktifator dan variasi waktu kontak adsorpsi. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar efektivitas karbon aktif dari kulit singkong ini dalam mengadsorpsi ion Fe yang terkandung dalam limbah cair dengan harapan penelitian ini akan menemukan hasil dan solusi model kinetika adsorpsi yang tepat terhadap kasus-kasus pencemaran limbah yang mengandung ion Fe dan juga menemukan manfaat yang lebih efisien dari limbah kulit singkong.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di laboratorium jurusan Teknik Kimia dengan menggunakan bahan dasar kulit singkong, beberapa bahan kimia dan peralatan uji seperti UV-Vis Spectrophotometer. Metode penelitian ini terdiri dari 4 tahap, yaitu a) Pembuatan arang dari kulit singkong dan pengaktifan arang menggunakan larutan KOH (0,4, 0,5 dan 2N), b) Proses preparasi simulasi limbah cair mengandung ion Fe, c) Proses adsorpsi dengan ukuran partikel tetap 0,3375 mm dan dengan variasi waktu kontak (15, 30, 45, 60, 90, 105 dan 120 menit) dan d) Analisis kinetika reaksi yakni kapasitas adsorpsi karbon aktif ini diuji menggunakan persamaan model Freundlich dan Langmuir untuk menentukan kapasitas adsorpsi dan konstanta persamaan reaksinya. Persamaan yang terkait efektifitas arang aktif dalam proses adsorpsi yaitu $Q = (C_0 - C_e) V/m$ (mg/g).

Sedangkan analisis kinetika reaksi melalui model persamaan isotherm sebagai berikut:

a) Persamaan Freunlich

$$Q = K.C_e^{1/n} \dots\dots\dots(1)$$

$$\text{Log } Q = \text{Log } K + \frac{1}{n} \text{Log } C_e \dots\dots\dots(2)$$

b) Persamaan Langmuir

$$Q = \frac{K b \cdot C_e}{1 + b \cdot C_e} \dots\dots\dots(3)$$

$$\frac{C_e}{Q} = \frac{1}{Kb} + \frac{C_e}{K} \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan :

- Q = efektifitas adsorpsi (mg/g)
- b = konstanta langmuir
- Ce = konsentrasi kesetimbangan atau konsentrasi sisa (mg/L atau ppm)
- Co = konsnetrasi awal (mg/L atau ppm)
- K = kapasitas atau daya adsorpsi (mg/g)
- n = konstanta adsorpsi freundlich

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

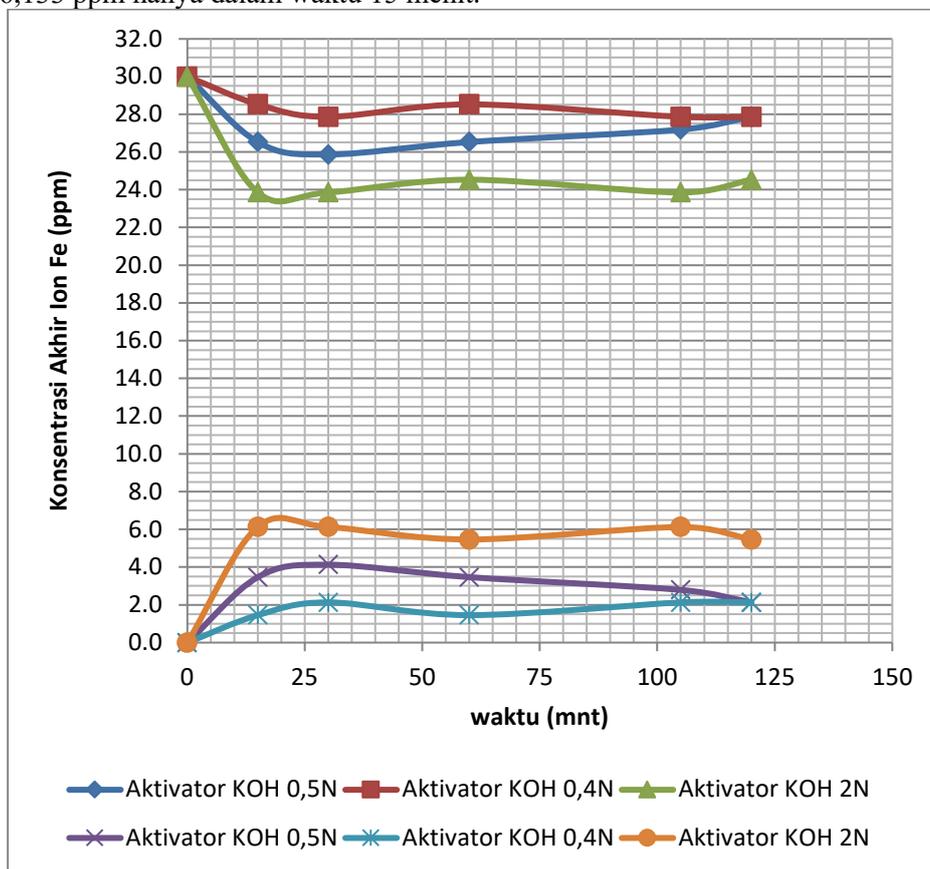
A. Penentuan Efektifitas (Daya Jerap) Arang Aktif dengan Konsentrasi Aktifator KOH Berbeda:

Diameter adsorbent = 0,3375 mm Konsentrasi awal FeCl₃ = 30 ppm
 Masa adsorbent = 2 g Volume larutan FeCl₃ = 50 ml

Tabel 1. Efektifitas arang dengan berbagai konsentrasi aktifator KOH dalam menjerap larutan mengandung ion Fe.

t (mnt)	Aktivator KOH 0,5N			Aktivator KOH 0,4N			Aktivator KOH 2N		
	Ads (A)	Kons FeCl ₃ (ppm)		Ads (A)	Kons FeCl ₃ (ppm)		Ads (A)	Kons FeCl ₃ (ppm)	
		Akhir	Terserap		Akhir	Terserap		Akhir	Terserap
0	0.046	30.0	0.0	0.046	30.0	0.0	0.046	30.0	0.0
15	0.041	26.533	3.467	0.044	28.533	1.467	0.037	23.867	6.133
30	0.04	25.867	4.133	0.043	27.867	2.133	0.037	23.867	6.133
60	0.041	26.533	3.467	0.044	28.533	1.467	0.038	24.533	5.467
105	0.042	27.200	2.800	0.043	27.867	2.133	0.037	23.867	6.133
120	0.043	27.867	2.133	0.043	27.867	2.133	0.038	24.533	5.467

Terlihat dari Tabel 1 dan Gambar 1, bahwa semakin besar konsentrasi aktifator semakin besar efektifitas (daya jerap) arang aktif terhadap larutan mengandung ion Fe, hal ini memperlihatkan bahwa pori-pori arang semakin besar dengan besarnya konsentrasi aktifator sehingga mampu menjerap lebih banyak adsorbat (ion Fe). Arang aktif dengan konsentrasi aktifator 2N adalah merupakan arang aktif terbaik yang mampu menjerap ion Fe sebesar 6,133 ppm hanya dalam waktu 15 menit.



Gambar 1. Hubungan efektifitas arang dengan berbagai konsentrasi aktifator KO terhadap konsentrasi akhir ion Fe dan ion Fe terserap

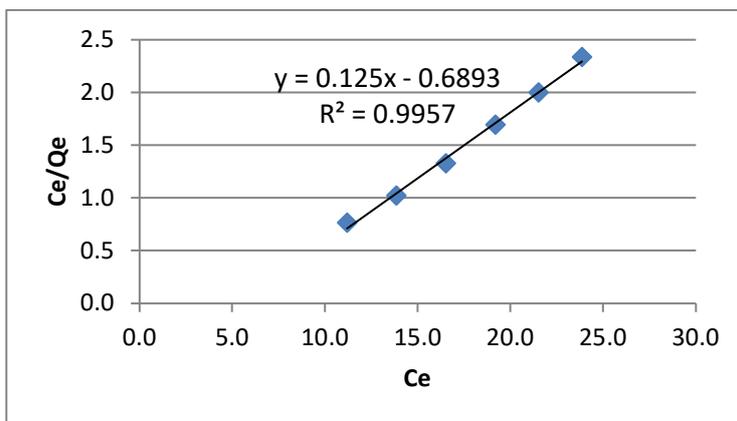
B. Analisis Kesesuaian Model Isoterm Langmuir dan Freundlich Arang Aktif Terhadap Variasi Konsentrasi Larutan FeCl₃ :

Seperti telah dijelaskan pada Gambar 1, arang aktif dengan konsentrasi aktifator KOH 2N mampu menjerap ion Fe terbesar yaitu sebesar 6,133 mg/g hanya dalam waktu 15 menit sehingga atas dasar ini selanjutnya

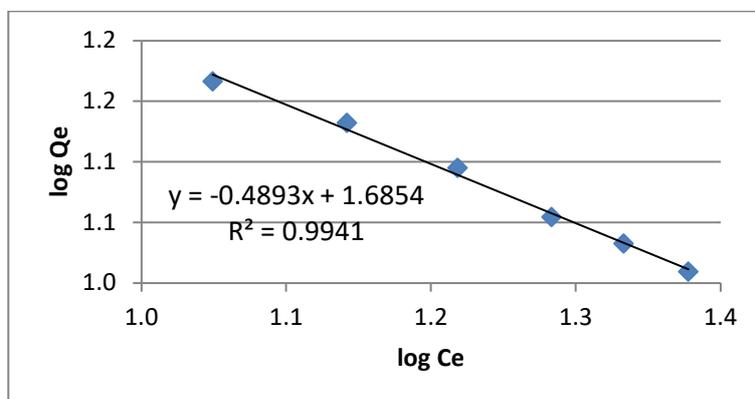
diuji-cobakan untuk proses adsorpsi terhadap variasi konsentrasi larutan simulasi FeCl₃. Hasil dan perhitungannya dapat dilihat dalam Tabel 3.2 berikut.

Tabel 2. Data uji model persamaan isotherm (variasi konsentrasi larutan ion Fe)

Co (ppm)	Ads (A)	Ce (ppm)	Qe (mg/g)	Ce/Qe	log Ce	log Qe
30	0.037	23.867	10.222	2.335	1.378	1.010
28	0.034	21.533	10.778	1.998	1.333	1.033
26	0.03	19.200	11.333	1.694	1.283	1.054
24	0.026	16.533	12.444	1.329	1.218	1.095
22	0.022	13.867	13.556	1.023	1.142	1.132
20	0.018	11.200	14.667	0.764	1.049	1.166



Gambar 2. Uji model adsorpsi isotherm Langmuir arang aktif terhadap konsentrasi larutan FeCl₃



Gambar 3. Uji model adsorpsi isotherm Freundlich arang aktif terhadap konsentrasi larutan FeCl₃

Gambar 2 dan Gambar 3 menjelaskan hubungan arang (yang diaktifasi dengan konsentrasi aktifator KOH 2N) dalam menyerap larutan mengandung ion Fe dengan menggunakan model persamaan isotherm Langmuir dan Freundlich. Gambar 2 menghasilkan persamaan linear yang identik dengan persamaan Langmuir yaitu

$$y = 0,125 x - 0,6893 \quad \frac{Ce}{Q} = \frac{Ce}{K} + \frac{1}{Kb}$$

Oleh karena itu arang yang diaktifasi menggunakan konsentrasi aktifator KOH 2N memenuhi persamaan isotherm Langmuir.

Sungguhpun Gambar 3 juga menghasilkan persamaan linear tetapi nilai gradient persamaan tersebut negatif sehingga tidak memenuhi model persamaan isotherm Freundlich..

C. Penentuan Kapasitas adsorpsi maksimum antara arang aktif kulit singkong dalam larutan simulasi mengandung ion Fe:

Hasil analisis kinetika model reaksi yang diperoleh, yaitu sesuai isotherm Langmuir, maka kapasitas adsorpsinya dapat dihitung berdasarkan persamaan (4). Hasil perhitungan arang aktif yang diaktifasi dengan konsentrasi aktifator KOH 2N, diperoleh kapasitas adsorpsinya (K) sebesar 8,0 mg/g.

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa arang yang diaktifasi dengan konsentrasi aktifator KOH 2N mampu menjerap ion Fe sebanyak 6,133 ppm dan dalam waktu kontak 15 menit. Uji kinetika persamaan adsorpsi untuk ion Fe memenuhi model persamaan reaksi isotherm Langmuir dengan kapasitas adsorpsi maksimumnya sebesar 8,0 mg/g.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Negeri Ujung Pandang yang telah menyediakan anggaran dan fasilitas laboratorium sehingga terselesaikannya penelitian ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pusat Statistik. Data Jumlah Produksi Hasil Pertanian Sekunder di Indonesia. 2008
- [2] Hutapea, Kartini Efridawati, Penyisihan Kadar Logam Fe dan Mn dari Air Sumur dengan Menggunakan Kulit Singkong Sebagai Adsorben, 2018. <http://repositori.usu.ac.id/handle/123456789/11642>.
- [3] Suherman, Ikawati dan Melati. "Pembuatan Karbon Aktif Dari Limbah Kulit Singkong UKM Tapioka Kabupaten Pati". Semarang: Jurusan Teknik Kimia UNDIP. 2019
- [4] Nurdalia, I. "Kajian & Analisis Peluang Penerapan Produksi Bersih Pada Usaha Kecil Batik Cap". Tesis. Semarang: Universitas Diponegoro. 2006..
- [5] Hartono Tri, HR Yuliani, Murdiningsih Hastami, "Kinetic Study of Adsorption Active Carbon Cassava Skin for Removal of Acetic Acid from Aqueous Solution" 2021. INTEK Jurnal Penelitian Vol.8, No.2, pp. 132-135.
- [6] Hartono Tri, Murdiningsih Hastami, HR Yuliani, "Uji Persamaan Langmuir Dan Freundlich Pada Penjerapan Logam Berat (Ion Pb) Dalam Limbah Cair Oleh Arang Aktif Kulit Singkong". Prosiding Seminar Hasil Penelitian (SNP2M). Makassar: Politeknik Negeri Ujung Pandang. 2020.
- [7] Atkins PW. "Kimia Fisika", .ed ke-2 Kartahadiprojo Irma I, penerjemah Indarto Purnomo Wahyu, editor. Jakarta, Erlangga. Terjemahan dari: Physical Chemistry. 1999.
- [8] Hessler, J.W., "Active Carbon", Chemical Publishing Co Inc. 1951.
- [9] Manes, M., "Activated carbon adsorption fundamental", Di dalam: Meyers RA, editor, Encyclopedia of Environmental Analysis and Remediation, Volume 1, J Wiley, New York. 1998.