

OPTIMASI KONDISI PROSES (KECEPATAN PENGADUKAN DAN TEMPERATUR) ADSORPSI LOGAM Fe DENGAN ZEOLIT 4A

Maya Sari, Ida Zahrina, Zultiniar
Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Riau
Email : mixingche_07@yahoo.com
085365087320

ABSTRACT

Iron is one of the heavy metals that are harmful if the measure exceeds the threshold. Degradation of water quality caused by the existence of which the iron content that already exists on the ground because of the layers of soil through which the water contains certain chemical elements, one of them is iron. The methods to reduce the concentration of dissolved metals, particularly heavy metals are growing rapidly at the moment is adsorption, because not only easy to do but also quite high effectiveness and cost required is quite low. The adsorbent used is zeolite 4A synthesized from a mixture of silica and alumina with a volume ratio of 60/40, stirring the reactants need 3 hours and heating the gel need 8 hours. This research aims to study the effect of stirring speed and temperature the adsorption of metal Fe with zeolite 4A using Response Surface Method approach-Central Composite Design and obtain optimum conditions for the absorption of Fe metal with zeolite 4A. stirring Rapid is done by variation of 300 to 600 rpm and the temperature variation of 30 to 60 c. Ion concentration of Fe (II) sulfate was analyzed using AAS. The results obtained showed that zeolite 4A able to adsorb up to 97.439% Fe and obtained optimum conditions for stirring Rapid 1230 rpm and a temperature of 87 c.

Keywords : *Atomic Absorption Spectrophotometry , Adsorpsi, Response Surface Methode-Central Composite Design, Zeolit 4A*

Pendahuluan

Besi merupakan salah satu jenis logam berat yang berbahaya apabila kadarnya melebihi ambang batas. Logam Fe dapat merusak dinding usus yang akhirnya menyebabkan kematian. Debu Fe juga dapat diakumulasi di dalam alveoli dan menyebabkan berkurangnya fungsi paru-paru (Anonim, 2006).

Menurut Kepmenkes RI No. 907/MENKES/SK/VII/2002 tanggal 29 Juli 2002 tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas air minum, kadar Fe dalam air konsumsi yang baik yaitu sebesar 0,3 mg/l. Penurunan kualitas air diantaranya diakibatkan oleh adanya kandungan besi yang sudah ada pada tanah karena lapisan- lapisan tanah yang dilewati air mengandung unsur-unsur

kimia tertentu, salah satunya adalah besi (Andreas dan Ali, 2004).

Metode sederhana yang efektif untuk menyisihkan logam berat terlarut (Hg, Ag, Fe dan Cr) dari limbah cair laboratorium yaitu dengan metode kombinasi presipitasi dan adsorpsi dengan karbon aktif mencakup kondisi proses, tingkat penyisihan dan kualitas hasil olahan yang dapat dicapai. Meskipun teknik penyisihan logam berat dengan metode presipitasi dan adsorpsi telah banyak dikenal, tetapi informasi dari penelitian ini dapat bermanfaat dalam pengelolaan limbah cair laboratorium. Limbah cair laboratorium mengandung berbagai jenis logam berat terlarut dan masing-masing logam tersebut saling berkompetisi untuk meraih tempat pada adsorben. Masing-masing

logam memiliki perilaku adsorpsi berbeda pada suatu jenis adsorben (Suprihatin dan Indrasti 2010).

Adsorpsi didefinisikan sebagai pengambilan molekul - molekul oleh permukaan luar atau permukaan dalam suatu padatan adsorbent atau oleh permukaan larutan. Beberapa faktor penting yang dapat mempengaruhi tingkatan terjadinya adsorpsi tersebut adalah pengadukan, karakteristik adsorben, daya larut, ukuran molekul zat terlarut, pH larutan dan temperatur larutan (Andreas dan Ali, 2004).

Proses penghilangan logam berat dari limbah cair sudah dilakukan dengan beberapa cara seperti, pengendapan (*precipitation*) menggunakan bahan kimia, ekstraksi menggunakan pelarut tertentu, pertukaran ion, osmosa balik (*reverse osmosis*) dan adsorpsi. Proses adsorpsi dengan pilihan jenis adsorben yang tepat jika dibandingkan dengan proses lainnya merupakan proses yang sederhana tapi cukup efektif dalam penghilangan logam berat dari limbah cair. Suci dan Nurul (2010) mensintesis zeolit A untuk diuji kemampuan adsorpsinya terhadap ion logam Zn(II) dan digunakan pula abu dasar untuk adsorben langsung Zn(II) sebagai pembanding. Dalam pengujian ini dilakukan variasi beberapa parameter yang mempengaruhi, yaitu waktu, pH dan konsentrasi. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa zeolit A mampu mengadsorpsi Zn(II) hingga 99,74% dengan konsentrasi Zn(II) 500 mg/l pada pH 6 selama 240 menit, sedangkan abu dasar mampu

mengadsorpsi Zn(II) hingga 99,3675% dengan konsentrasi Zn(II) 500 mg/L pada pH 8 selama 480 menit.

Pada penelitian ini digunakan zeolit 4A yang disintesis dari *fly ash* sawit. *Fly ash* sawit yang digunakan berasal dari PT.Serikat Putra, Pelalawan, Riau. Hasil analisis, diperoleh kadar silika sebesar 50,62%. Adanya kadar silika ini memperlihatkan potensi *fly ash* untuk dijadikan sebagai sumber silika pada pembuatan reaktan untuk sintesis zeolit 4A. Kondisi optimum zeolit 4A diperoleh pada perbandingan volum reaktan (natrium silikat dan natrium aluminat) 60:40, waktu pengadukan reaktan 3 jam dan waktu pemanasan gel 8 jam (Suchi, 2011).

Pada penelitian ini, juga dilakukan optimasi kondisi proses (kecepatan pengadukan dan temperatur) adsorpsi logam Fe dengan zeolit 4A untuk mendapatkan kemampuan penjerapan terbaik dari suatu adsorben. Salah satu pendekatan untuk mengoptimasi secara simultan pada beberapa variabel adalah pendekatan secara statistik menggunakan *Response Surface Methode-Central Composite Design*.

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh kecepatan pengadukan dan temperatur terhadap adsorpsi logam Fe dengan zeolit 4A menggunakan pendekatan *Response Surface Methode-Central Composite Design*. mendapatkan kondisi optimum untuk penyerapan logam Fe dengan zeolit 4A.

Metodologi Penelitian

Secara garis besar metodologi penelitian ini meliputi pembuatan reaktan (Natrium Aluminat dan Natrium Silikat), Proses Sintesis Zeolit 4A, dan Proses Adsorpsi Logam Fe.

- Pembuatan Reaktan

Bahan reaktan yang digunakan dalam sintesis zeolit 4A adalah natrium silikat dan natrium aluminat.

Pembuatan Larutan Natrium Silikat

Larutan natrium silikat dibuat dengan melebur 25 gram *fly ash* sawit dan 62,5 gr NaOH kering pada temperatur 500° C selama 5 jam. Setelah dingin, leburan tersebut diberi aquades 100 ml dan dibiarkan selama 24 jam agar larut sempurna. Larutan kemudian disaring dan diencerkan sampai 250 ml (Suchi, 2011).

Pembuatan Larutan Natrium Aluminat

Larutan natrium aluminat dibuat dengan melarutkan 30,50 gram NaOH dalam 100 ml aquades. Ke dalam larutan itu dimasukkan sebanyak 21,65 gr Al(OH)₃ sambil diaduk. Setelah semua Al(OH)₃ larut kemudian diencerkan sampai 250 ml (Suchi, 2011).

- Proses Sintesis Zeolit 4A

Sintesis zeolit 4A mengikuti penelitian yang telah dilakukan Suchi, 2011 dengan mencampurkan natrium aluminat dan natrium silikat dengan perbandingan volume 60/40 dengan

memasukkan natrium aluminat perlahan-lahan sambil diaduk selama 3 jam hingga campuran homogen dan terbentuk *gel* berwarna putih. *Gel* dipanaskan di oven pada suhu 80°C selama 8 jam. Selanjutnya gel disaring dan dicuci. Endapan yang terbentuk dicuci dengan aquades hingga pH netral. Endapan dikeringkan menggunakan oven pada suhu 120°C selama 3 jam.

- Adsorpsi Logam Fe

Proses adsorpsi dilakukan secara batch. Rangkaian penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Membuat larutan induk FeSO₄ 1000 ppm
2. Membuat larutan FeSO₄ 100 ppm dengan mengambil larutan FeSO₄ sebanyak 10 ml kemudian diencerkan pada labu ukur 100 ml dengan konsentrasi 100 ppm, kemudian ukur konsentrasinya.
3. Atur kecepatan pengadukan dan temperatur nya, lalu diukur konsentrasi awal pemanasan (C₀).
4. Kemudian dimasukkan zeolit 4A, dan diukur konsentrasi akhir (C_e) sambil dicari waktu kesetimbangannya.
5. Setelah didapat waktu kesetimbangan, kemudian dilanjutkan proses adsorpsi untuk kecepatan pengadukan dan temperatur lainnya seperti pada langkah nomor 3 dan 4.
6. Hitung % Daya Jerap

$$\% \text{ Daya Jerap} = \frac{C_o - C_e}{C_o} \times 100$$

Keterangan :

C_e = Konsentrasi Fe setelah penjerapan

C_o = Konsentrasi Fe sebelum penjerapan

HASIL DAN PEMBAHASAN

• Hasil Penyerapan Fe dengan Zeolit 4A

Penyerapan Fe terhadap zeolit 4A menggunakan larutan induk dengan konsentrasi 97,74 ppm dan hasil penyerapan logam Fe ini ditampilkan pada Tabel 1. Kemudian akan dihitung persen daya jerap logam Fe yang ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 1. Hasil Penyerapan Logam Fe

No	Kecepatan Pengadukan (rpm)	Temperatur (°C)	Konsentrasi Awal Pemanasan (ppm)	Konsentrasi Akhir (ppm)
1	300	30	67,28	3,39
2		60	78,06	3,80
3	450	45	72,571	5,793
4		45	72,97	3,362
5		45	72,238	3,700
6		45	72,493	2,470
7		66	79,027	19,7233
8		25	62,593	7,846
9	600	30	81,727	12,177
10		60	84,427	8,546
11	662	45	83,260	11,531
12	238	45	70,404	2,238

Pada tabel diatas terlihat bahwa terjadinya penurunan konsentrasi Fe(II) awal pemanasan dari konsentrasi awal larutan induk. Misalnya penurunan dari konsentrasi 97,74 ppm larutan induk menjadi 67,28 ppm larutan awal pemanasan, perubahan konsentrasi ini diakibatkan pada saat pemanasan Fe (II) sulfat kehilangan air

kristalisasi, dan kristal hijau asli diubah menjadi padatan kotor kuning anhidrat. Bahan anhidrat akan melepaskan sulfur dioksida dan uap putih belerang trioksida, yang akan meninggalkan warna coklat kemerahan berupa besi (III) oksida, sehingga konsentrasi dari Fe(II) akan berkurang (Anonim, 2007).

Tabel 2. Persen Daya Jerap Logam Fe

No	Nilai Sebenarnya		Variabel Alias		% Daya Jerap (ppm)
	Kec. Pengadukan (rpm)	Temperatur (°C)	Kec. Pengadukan X ₁	Temperatur X ₂	
1	300	30	-1	-1	94,96
2	300	60	-1	1	95,13
3	600	30	1	-1	85,10
4	600	60	1	1	89,87
5	450	45	0	0	92,02
6	450	45	0	0	95,39
7	450	45	0	0	94,87
8	450	45	0	0	96,59
9	662	45	1,414	0	86,15
10	238	45	-1,414	0	96,82
11	450	25	0	-1,414	87,46
12	450	66	0	1,414	75,04

• **Pengujian Asumsi**

Sebelum melakukan analisa dan interpretasi lebih lanjut terhadap model regresi yang dihasilkan, maka dilakukan beberapa uji asumsi berikut :

1. Pengujian Asumsi Residual

Untuk memeriksa kecukupan model regresi untuk melihat pengaruh variabel terikat (respon) perlu dilakukan analisa residual. Ada tiga hal yang dilakukan dalam analisa residual, yaitu memeriksa kenormalan residual model, memeriksa plot antara residual dengan taksiran model dan memeriksa plot antara residual dengan order model.

2. Pengujian Model Regresi

Karena pengujian asumsi residual telah terpenuhi, maka pengujian model regresi layak untuk dilakukan dengan tujuan untuk menghasilkan persamaan pengaruh variabel terikat terhadap variabel independent. Pengujian model dilakukan dengan 3 cara yaitu :

a. Uji Simultan Model Regresi (Uji F)

Hasil pengujian model regresi secara simultan dengan hipotesa sebagai berikut :

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k = 0$$

$H_1 : \beta_j \neq 0$ untuk paling sedikit satu j
Statistik uji F dengan $\alpha = 5\%$ adalah :

Karena $F_{hitung} > F_{0,05;5,6} = 4,39$ jadi dapat disimpulkan bahwa koefisien

regresi (β) yaitu kecepatan pengadukan dan temperatur memiliki pengaruh terhadap daya jerap.

b. Uji Parsial

Karena pada uji simultan (uji F) didapat bahwa koefisien regresi (β) tidak memiliki pengaruh terhadap daya jerap, maka selanjutnya akan diselidiki koefisien mana yang signifikan pada model dan mana yang tidak dengan statistik uji t pada $\alpha = 5\%$ melalui hipotesa :

$$H_0 : \beta_i = 0$$

$$H_1 : \beta_i \neq 0$$

Koefisien (β) pada model yang memiliki pengaruh terhadap daya jerap adalah temperatur (X_2), temperatur kuadrat (X_2^2), interaksi kecepatan pengadukan dengan temperatur (X_1X_2).

c. Pengambilan Keputusan dengan *p-value*

Keputusan yang diambil dari *p-value* hampir sama dengan keputusan uji simultan dan uji parsial diatas. Pada keputusan ini H_0 ditolak jika *p-value* yang diperoleh < dari taraf nyata (level signifikansi) α pada 0,05. Koefisien (β) pada model yang memiliki pengaruh terhadap penyerapan adalah temperatur (X_2), temperatur kuadrat (X_2^2) dan interaksi kecepatan pengadukan dengan temperatur (X_1X_2).

• Persamaan RSM dan Optimasi

Berdasarkan hasil pengolahan data melalui Minitab 16 dan beberapa ulasan diatas dapat di prediksi persamaan yang menggambarkan hubungan antara daya jerap dengan variabel bebas kecepatan pengadukan dan temperatur adalah :

$$\% \text{ jerap} = 94,718 - 2,930 X_2 - 6,736 X_2^2 + 4,900 X_1X_2$$

Dari persamaan diatas terlihat bahwa nilai variabel kecepatan pengadukan (X_1) dan kecepatan pengadukan kuadrat (X_1^2) tidak dimasukkan pada model diatas. Hal ini disebabkan karena variabel tersebut baik *p-value* dan uji t-nya pada uji

regresi menerima H_0 artinya variabel tersebut tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap model.

Berdasarkan hasil pengolahan data pada tabel 4.2 maka bisa di prediksi titik optimal optimasinya. Diperoleh nilai variabel optimum untuk kecepatan pengadukan (X_1) 1230 rpm dan temperatur (X_2) 87 °C dengan kemampuan daya jerap adsorben sebesar 97,439 %.

KESIMPULAN dan SARAN

• Kesimpulan

Dari hasil penelitian adsorpsi logam Fe dengan zeolit 4A memberikan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada pengujian model regresi diperoleh kecepatan pengadukan dan temperatur memiliki pengaruh terhadap daya jerap adsorben.
2. Zeolit 4 A dapat digunakan sebagai adsorben dengan kemampuan daya jerap sebesar 97,439 %.
3. Diperoleh nilai variabel optimum untuk kecepatan pengadukan (X_1) 1230 rpm dan temperatur (X_2) 87 °C.

• Saran

Faktor penting yang mempengaruhi adsorpsi selain kecepatan pengadukan dan temperatur ada beberapa faktor diantaranya jenis adsorben, pH, ukuran adsorbat, jenis kepolaran adsorbat, jenis ikatan, waktu kontak, disarankan untuk penelitian selanjutnya menggunakan variabel-variabel tersebut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis peruntukkan kepada :

- Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah NYA
- Kedua Orang Tua yang telah memberikan semangat dan motivasi.

- Dosen pembimbing yang telah memberikan arahan dan waktunya dalam penyusunan laporan penelitian ini.
- Teman-teman seperjuangan dan sahabat-sahabat tercinta atas bantuan, semangat dan kerjasamanya.

DAFTAR PUSTAKA

- Andreas,D.P dan Ali, M. 2004, “Penurunan Kadar Besi Oleh Media Zeolit Alam Ponorogo Secara Kontinyu”, Jurusan Teknik Lingkungan FTSP-ITS.
- Anonim., 2007, “Iron (II) Sulfate”, http://www.rtbot.net/green_vitriol, 13 Juni 2012.
- Anonimous, 2006, Zeolit. <http://id.wikipedia.org/wiki/zeolit>.
- Suchi, A, 2011, “Sintesis Zeolit 4A dari *Fly Ash* sawit dengan Variasi Lama Pengadukan dan Temperatur Pemanasan Gel”, Laporan Penelitian , Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Riau, Pekanbaru.
- Suci, W dan Nurul, W, 2010, “Adsorpsi Ion Logam Zn(II) pada Zeolit A yang Disintesis dari Abu Dasar Batubara PT Ipmomi Paiton dengan Metode *Batch*”, Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Suprihatin dan Indrasti, N.S. 2010. “Penyisihan Logam Berat Dari Limbah Cair Laboratorium Dengan Metode Presipitasi Dan Adsorpsi”, Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.