

# ADSORPSI ION LOGAM Fe DALAM LARUTAN MENGGUNAKAN ZEOLIT ALAM TERAKTIVASI KOH

## ADSORPTION OF Fe METAL ION IN SOLUTION USING NATURAL ZEOLITE ACTIVATED BY KOH

Ersa Rizkita Palentin\*, Noor Hindryawati, Rahmat Gunawan

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mulawarman

Jalan Barong Tongkok No. 4 Kampus Gunung Kelua, Samarinda, 75123

\*E-mail: echa.rizkita.palentin@google.com

*Received: 09 April 2019, Accepted: 01 August 2019*

### ABSTRACT

Adsorption of Fe metal ion in solution using natural zeolite activated by KOH has been conducted. Natural zeolite was characterized using X-Ray Fluorescence (XRF), X-Ray Diffraction (XRD) and surface area test. The XRF analysis results showed a decreasing SiO<sub>2</sub> composition in natural zeolite activated by KOH 1.5 M. XRD analysis results showed the type of natural zeolite activated by KOH was mordenite with the chemical compound Ca<sub>2</sub>.5Na<sub>2</sub>Al<sub>7</sub>Si<sub>41</sub>O<sub>96</sub>.24H<sub>2</sub>O. The surface area of natural zeolite was 75.041 m<sup>2</sup>/g and after activation with KOH 1.5 M was 126.908 m<sup>2</sup>/g. The optimum conditions for the adsorption of Fe ions was at pH 4 with a percentage of adsorption was 96.24% and at 90 minutes the percentage of adsorption was 98.3%.

**Keywords:** *Natural Zeolite, KOH, Fe Metal Ion in Solution*

### PENDAHULUAN

Logam yang umum ditemui di alam adalah besi (Fe). Fe masuk dalam golongan logam esensial karena dapat membantu proses pembentukan sel darah dalam tubuh, tetapi bisa masuk dalam golongan non esensial bila konsentrasinya sangat besar [1].

Adsorpsi merupakan peristiwa penjerapan suatu zat pada zat lain secara kimia atau fisika. Adsorpsi dapat terjadi di permukaan suatu padatan atau cairan. Zeolit merupakan salah satu zat penjerap yang paling umum digunakan dalam adsorpsi. Zeolit tersimpan secara alami diberbagai wilayah bumi sebagai mineral faujasit, offretit, analcim, erionit, modernit, cabasit, elinoptilolit, philipsit dan campuran dari berbagai mineral tersebut [2].

Beberapa faktor yang menentukan kesanggupan suatu zeolit dalam menjerap dan menukar ion adalah perbandingan Si/Al dalam zeolit, volume dan ukuran pori-pori. Sehingga zeolit alam perlu diaktivasi atau dimodifikasi untuk meningkatkan kemampuannya sebagai adsorben [3].

Proses aktivasi zeolit dapat dilakukan dengan metode fisika dan kimia. Aktivasi dengan metode fisika dilakukan dengan pemanasan [4]. Aktivasi dengan metode kimia dilakukan dengan penambahan basa yang akan menurunkan senyawa silikat sehingga

permukaan zeolit berubah menjadi negatif. Permukaan luas bidang kontak yang semakin besar dan pembentukan muatan pembukaan zeolit yang lebih negatif akan memaksimalkan cara kerja zeolit sebagai adsorben [5].

Dengan demikian dilakukan penelitian ini menggunakan zeolit alam yang diaktivasi menggunakan larutan basa KOH, kemudian adsorben digunakan untuk mengadsorpsi larutan yang mengandung ion logam besi (Fe).

### METODOLOGI PENELITIAN

#### Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah instrument AAS, instrument UV-Vis, instrument XRF, instrumen XRD, Erlenmeyer, gelas beaker, corong kaca, gelas ukur, magnetik stirer, spatula, labu ukur, oven, hot plate, lumpang dan alu, saringan 60 mesh, neraca analitik, pH meter dan botol reagen.

#### Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah zeolit alam Tasikmalaya, padatan KOH, Larutan Induk Fe 1000 ppm, HCL, kertas saring, aquades dan kertas label.

**Prosedur Penelitian**

**Preparasi awal**

Zeolit alam dihancurkan dan diayak dengan ayakan ukuran 60 mesh. Kemudian zeolit dicuci dengan aquades hingga air tapisnya jernih dan disaring. Setelah itu, zeolit di oven selama 3 jam pada suhu 100°C [6].

**Proses aktivasi zeolit**

Zeolit alam yang berukuran 60 mesh dicampurkan sebanyak 20 gram kedalam 100 mL larutan KOH dengan variasi konsentrasi (0,5; 1,5 dan 3) M selama 6 jam. Kemudian zeolit disaring dan dibilas menggunakan aquades sampai pH netral dan dikalsinasi pada suhu 500°C selama 2 jam [5].

**Karakterisasi adsorben zeolit alam**

Komposisi kimia beserta konsentrasi unsur-unsur yang terkandung dalam zeolit sebelum dan sesudah aktivasi dengan KOH dianalisis menggunakan *X-Ray Fluorescence* (XRF). Jenis mineral dan struktur kristalinitas dianalisis menggunakan *X-Ray Diffraction* (XRD).

**Penentuan luas permukaan zeolit dengan methylene blue**

Penentuan luas permukaan dengan *methylene blue* dilakukan berdasarkan kemampuan zeolit alam dalam menyerap *methylene blue*. Adsorpsi *methylene blue* dilakukan menggunakan sampel adsorben zeolite sebanyak 0,3 gram dan larutan *methylene blue* 300 ppm sebanyak 50 ml. Adsorpsi dilakukan selama 1 jam menggunakan *shaker*. Data absorbansi yang diperoleh digunakan untuk menghitung konsentrasi setelah adsorpsi dari kurva kalibrasi.

**Penentuan pH optimum**

Sebanyak 20 mL larutan Fe (50 ppm) dimasukan ke gelas kimia 100 mL, kemudian dikondisikan pH lautan menjadi 2. Ditambah adsorben zeolit alam teraktivasi sebanyak 0,2 gram. Kemudian distirer selama 1 jam. Setelah itu dipisahkan. Kemudian filtrat tersebut diukur konsentrasinya dengan menggunakan instrumen AAS [7]. Prosedur yang sama dilakukan untuk variasi pH 4 dan 6.

**Penentuan pengaruh waktu kontak**

Sebanyak 20 mL larutan Fe (50 ppm) yang sudah diatur pada pH optimum dimasukan ke gelas kimia 100 mL. Kemudian distirer selama (30, 45, 60, 90 dan 120) menit, kemudian dipisahkan. Kemudian filtrat tersebut diukur konsentrasinya menggunakan instrumen AAS [7].

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Proses aktivasi dengan KOH akan menurunkan rasio Si/Al dari sampel, penurunan Si/Al akan menyebabkan permukaan sisi aktif dari zeolit semakin terbuka [3]. Penambahan basa (KOH) menyebabkan nilai kapasitas adsorpsi lebih besar dimana ion K<sup>+</sup> berperan dalam melarutkan Si untuk membentuk natrium silikat sehingga struktur zeolit menjadi lebih negatif. Sifat zeolit yang demikian akan bersinergi dalam menghilangkan ion logam Fe melalui proses adsorpsi.

**Karakterisasi Menggunakan Analisis Fluoresensi Sinar-X (XRF)**

Analisis menggunakan XRF ini bertujuan untuk mengetahui komposisi kimia penyusun zeolit alam teraktivasi NaOH dapat dilihat pada tabel 1.

**Tabel 1.** Analisis komposisi kimia zeolit alam menggunakan XRF

Nama sampel	Parameter Analisa (%)									Jumlah
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	K <sub>2</sub> O	SiO <sub>2</sub>	MnO	ZnO	SrO	ZrO <sub>2</sub>	Rb <sub>2</sub> O	
Zeolit alam sebelum diaktivasi	6,571	6,631	8,158	78,345	0,26	0,04	-	-	-	100
Zeolit alamteraktivasi KOH 0,5 M	4,050	6,353	16,611	72,550	0,207	0,047	-	-	-	100
Zeolit alamteraktivasi KOH 1,5 M	10,364	11,537	23,456	54,197	0,397	0,048	-	-	-	100
Zeolit alamteraktivasi KOH 3 M	5,409	6,976	17,406	69,955	0,228	0,026	-	-	-	100

Pada tabel 1 menunjukkan kadar SiO<sub>2</sub> mengalami penurunan yang signifikan seiring bertambahnya konsentrasi KOH yaitu dari

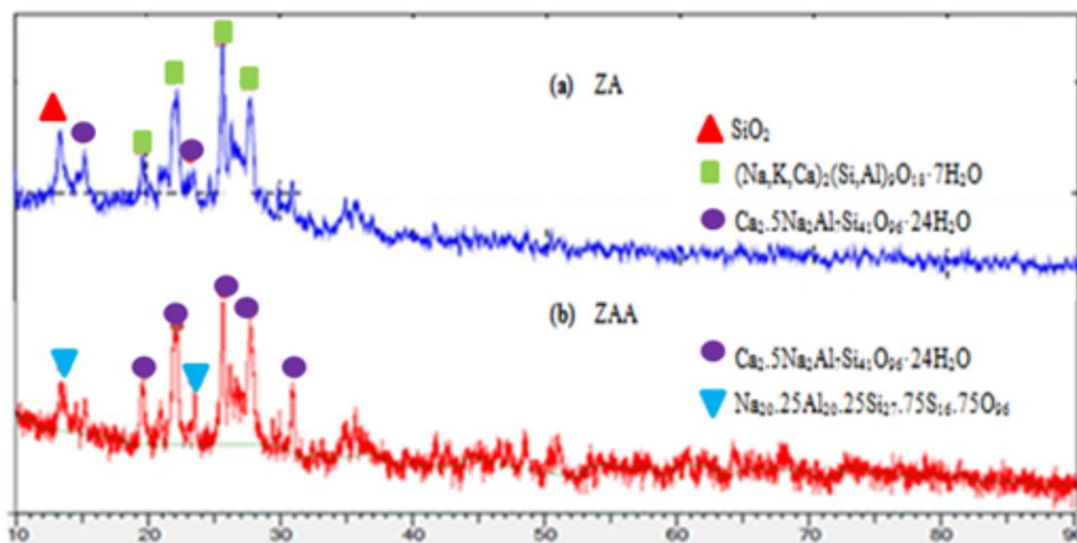
78,345% menjadi 54,197% dikonsentrasi KOH 1,5 M.

Umumnya, proses aktivasi zeolit dengan basa akan melarutkan beberapa logam alkali yang menutupi sebagian pori zeolit. Pelarutan beberapa logam alkali tersebut akan meningkatkan terbentuknya rongga kosong yang tersebar secara merata di permukaan zeolit [8].

### Karakterisasi Menggunakan XRD (X-Ray Diffraction)

Analisa menggunakan XRD bertujuan untuk melihat perbandingan kristalinitas dan komposisi

dari zeolit alam sebelum di aktivasi dengan zeolit alam teraktivasi KOH. Komposisi atau jenis mineral penyusun zeolit alam ditunjukkan oleh daerah munculnya puncak (2θ). Sedangkan tingkat kristalinitas struktur komponen ditunjukkan oleh tinggi rendahnya intensitas puncak. Hasil XRD yang diperoleh, ditampilkan pada gambar 1 berikut.



**Gambar 1.** Hasil analisa XRD pada (a) ZA (Zeolit alam tanpa diaktivasi) dan (b) ZAA (Zeolit alam teraktivasi NaOH)

Dari data difraktogram dapat dikatakan zeolit alam setelah diaktivasi menunjukkan senyawa yang didapatkan lebih murni dengan puncak-puncak refleksi yang tajam.

### Penentuan Luas Permukaan Zeolit dengan Methylene Blue

Banyaknya molekul *methylene blue* yang dapat teradsorpsi sebanding dengan luas permukaan biosorben [9]. Berikut data hasil aktivasi luas permukaan zeolit alam dengan metilen biru ditampilkan pada tabel 2.

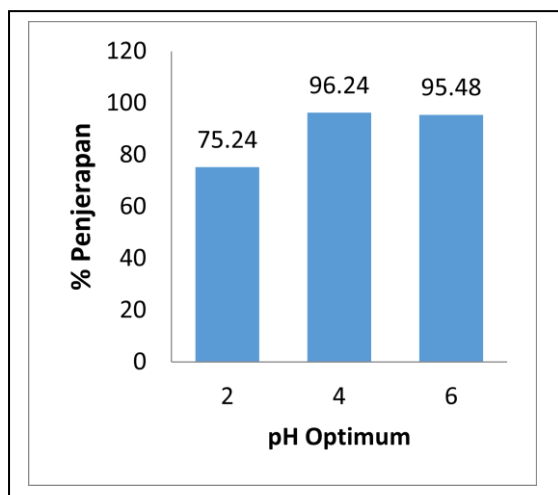
Dari hasil uji adsorpsi dengan *methylen blue*, luas permukaan Zeolit alam teraktivasi KOH mengalami peningkatan. Hal ini terjadi karena aktivasi dengan KOH berkonsentrasi tinggi akan menurunkan kadar Si pada permukaan zeolit untuk meningkatkan sisi aktifnya sehingga dapat meningkatkan terbentuknya rongga kosong [5].

**Tabel 2.** Data hasil permukaan zeolit alam menggunakan *methylene blue*

Sampel	Luas Permukaan (m <sup>2</sup> /g)
Zeolit alam sebelum aktivasi	75.041
Zeolit alam teraktivasi KOH 0,5 M	116.988
Zeolit alam teraktivasi KOH 1,5 M	126.908
Zeolit alam teraktivasi KOH 3 M	106.312

### Uji Optimasi pH Ion Logam

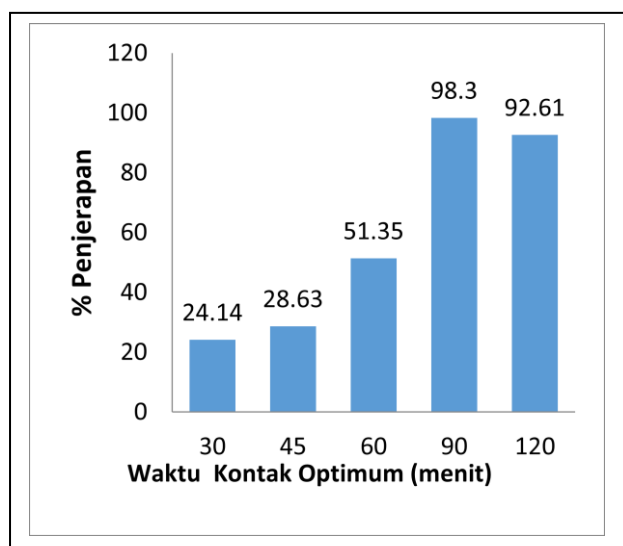
Hasil uji optimasi pH ion logam disajikan pada gambar 2. Adsorpsi ion logam Fe optimum terjadi pada pH 4 karena pada kondisi tersebut ion H<sup>+</sup> semakin berkurang dan kesetimbangan bergeser ke arah kanan sesuai dengan azas Le Chatelier. Dengan adanya pergeseran kesetimbangan tersebut, maka ion Fe akan bertambah yang menyebabkan daya jerap zeolit terhadap logam Fe semakin besar [10].



**Gambar 2.** Hasil % degradasi penjerapan dari ion logam Fe berdasarkan variasi pH

### Uji Optimasi Waktu Kontak

Hasil uji optimasi waktu kontak disajikan pada gambar 3.



**Gambar 3.** Hasil % degradasi penjerapan dari ion logam Fe berdasarkan variasi waktu kontak optimum (menit)

Peningkatan adsorpsi terjadi pada waktu 90 menit dikarenakan keaktifan penjerapan zeolit alam pada larutan logam. Proses adsorpsi juga dipengaruhi oleh besar kecilnya ukuran adsorben yang digunakan, dimana luas permukaan yang relatif besar memungkinkan terjadinya interaksi antara sisi aktif zeolit dan ion logam [11].

### KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan. Hasil analisa XRF menunjukkan

komposisi  $\text{SiO}_2$  mengalami penurunan yang signifikan seiring bertambahnya konsentrasi KOH. Hasil analisa XRD menunjukkan zeolit alam teraktivasi KOH didapatkan komponen utama/kerangka dasarnya berupa jenis mineral Mordeni.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Eaton, A., D., Lenore, S., C., Eugene, W., R., Arnold, E., G., dan Mary, H., F. 2005. *Standard methods for examination of water and wastewater 21<sup>st</sup> Edition*. Maryland: American Public Health Association.
- [2] Castellan, G., W., 1982. *Kimia Fisika*. New York: General Graphics Servis.
- [3] Sahirul, R. H. A. 2001. Bahan-bahan berpori, sintesis, struktur dan beberapa aplikasinya, *Jurnal Kimia*,3 (5) : 1-8.
- [4] Marsidi, R., 2001. *Zeolit Untuk Mengurangi Kesadahan Air*. Bandung: Pusat Pengkajian dan Pererapan Teknologi Lingkungan, BPPT.
- [5] Ngapa, D., Y. 2017. *Kajian Pengaruh Asam-Basa pada Aktivasi Zeolit dan Karakterisasinya sebagai Adsorben Pewarna Biru Metilena*. NTT: Universitas Flores.
- [6] Saryati, dkk. 2010. *Penghilangan Logam Berat Dalam Larutan Dengan Zeolit Alam*. *Jurnal Zeolit Indonesia* Vol. 9 No. 1: Bidang Bahan IndustriNuklir-PTBIN-BATAN.
- [7] Abdilah, I., A., Darjito, dan Khunur, M., M. 2015. *Pengaruh pH dan Waktu Kontak pada Adsorpsi Ion Logam  $\text{Cd}^{2+}$  menggunakan Adsorben Kitin Terikat Silang Glutaraldehyd*. Malang: Universitas Brawijaya.
- [8] Hilyati, H., dan Widiastono, B., 1991. *Adsorpsi Zat Warna Tekstil Pada Zeolit Alam Dari Bayah*. Jakarta: LIPI.
- [9] Widdihati, I., A., G., O., Ratnayani, dan Angelina, Y., 2010. *Karakterisasi Keasaman dan Luas Permukaan Tempurung Kelapa Hijau (Cocos nucifera) dan Manfaatnya sebagai Biosorben Ion  $\text{Cd}^{2+}$* . Denpasar: Universitas Udayana.
- [10] Aima, S., Zahrina, I., dan Zultiniar. 2003. *Adsorpsi logam Fe dengan zeolit 4A yang disintesis dari fly ash sawit*. Pekanbaru: Universitas Riau.
- [11] Khopkar, S., M. 1990. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Jakarta: UI-Press.