

**ZEOLIT ALAM SEBAGAI ADSORBEN ION LOGAM
ALUMINIUM DALAM AIR KOLAM RENANG
UNY DENGAN METODE
ADSORPSI KOLOM**

**NATURAL ZEOLITES AS ALUMINIUM ADSORBENTS
IN UNY'S SWIMMING POOL WATER WITH
ADSORPTION COLUMN METHOD**

Siti Kholifah dan Suyanta

Jurusan Pendidikan Kimia, FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta

e-mail: suyanta@uny.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas zeolit alam sebagai media penyerap ion logam aluminium dalam air kolam renang yaitu dengan mengetahui pengaruh ukuran partikel zeolit dan waktu kontak terhadap efektivitas zeolit mengadsorpsi ion logam aluminium. Efektivitas zeolit dilihat dari nilai efisiensi penyerapan yaitu perbandingan antara konsentrasi ion logam aluminium yang teradsorpsi dengan konsentrasi ion logam aluminium sebelum adsorpsi. Konsentrasi adsorbat (ion logam aluminium) ditentukan menggunakan *Inductively Coupled Plasma* (ICP). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemampuan adsorpsi zeolit terhadap ion logam aluminium sangat rendah (tidak efektif). Zeolit A (10 mesh) mampu menurunkan konsentrasialuminium hingga -0,558% sedangkan zeolit B (5 mesh) hingga 6,84%. Ukuran zeolit cenderung tidak memperlihatkan pengaruh yang signifikan. Waktu paling efektif zeolit dapat menyerap ion logam aluminium adalah menit pertama. Air yang dihasilkan belum memenuhi baku mutu air kolam renang sesuai Peraturan Menteri Kesehatan Nomor : 416/MEN.KES/PER/IX/1990 yaitu konsentrasialuminium kurang dari 0-0,2 mg/L.

Kata kunci : zeolit alam, efektivitas, ion logam aluminium

Abstract

This research is aims for determining the effectiveness of zeolite as aluminium ions adsorbents media in swimming pool water and determining the effect of particle size and a certain usage period on the effectiveness of the zeolite to removal aluminium ions. The effectiveness of zeolite based on the adsorption efficiency value which is counted as the ratio of adsorbed aluminium ions concentration and initial aluminium ions concentration. Concentration of adsorbate (aluminium ions) is determining using *Inductively Coupled Plasma* (ICP). The result showed that the ability to adsorption zeolite metal ions aluminium very low (ineffective). Zeolites A (10 mesh) to reduce concentration aluminium to -0.558 % while zeolites B (5 mesh) to 6.84 % .The size of the zeolite tend to show no significant influence. The most effective time of the zeolite can adsorb aluminum metal ion is first minute. Water produced have not fulfilled of quality standard a pool water based on health minister number: 416 / men.kes / per / ix / 1990 namely concentration aluminium less than 0-0.2 mg / l .

Key word : natural zeolit, effectiveness, aluminium ions

PENDAHULUAN

Air bersih merupakan syarat dari keberadaan kolam renang, oleh karena itu air kolam renang tersebut harus memenuhi unsur-unsur yang disyaratkan berdasarkan kesehatan[1]. Salah satu aspek yang harus diawasi dari sanitasi kolam renang adalah kualitas air yang harus memenuhi syarat, baik secara fisik, kimia, maupun mikrobiologi [2].

Air yang digunakan untuk kolam renang tersebut adalah air hasil

olahan yang ditambahkan dengan tawas yang berfungsi untuk menjernihkan dan kaporit yang berfungsi untuk menghilangkan bakteri yang ada dalam air.

Penggunaan bahan tambahan seringkali tidak menggunakan aturan pakai, sehingga akan menimbulkan masalah. Salah satunya adalah penggunaan tawas yang berlebihan akan menyebabkan terdapat kandungan ion aluminium tinggi dalam air kolam renang tersebut.

Tawas adalah bahan kimia yang digunakan untuk proses penjernihan air. Fungsi tawas sebagai bahan penggumpal padatan-padatan yang terlarut dalam air. Tawas mempunyai rumus kimia $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 14 \text{H}_2\text{O}$. Alumunium dalam tawas adalah ion logam berat yang bersifat toksik apabila masuk kedalam tubuh manusia. Ion logam alumunium dalam tubuh akan diserap di dalam darah dan akan terikat sekitar 90% padaeritrosit dan sisanya berada dalam plasma. Ion logam alumunium terdistribusi ke seluruh jaringan dan berikatan dengan pengikat logam (metalotionein) karena logam tersebut mempunyai kecenderungan untuk berikatan dengan gugus sulfidrilnya [3].

Keberadaan ion alumunium dalam air kolam renang dapat menyebabkan iritasi pada mata dan kulit. Selain itu apabila tertelan akan bersifat toksik sehingga dibatasi keberadaannya. Menurut Peraturan Menteri Kesehatan R.I No:416/MENKES/PER/IX/1990, kadar Alumunium dalam air kolam renang yang diperbolehkan adalah 0,2mg/L[4].

Beberapa metode yang dapat digunakan untuk menghilangkan ion logam berat antara lain netralisasi, presipitasi, pertukaran ion, biosorpsi dan adsorpsi. Adsorpsi dapat dilakukan untuk menghilangkan ion logam berat dengan menggunakan berbagai macam adsorben, diantaranya adalah zeolit, alofan, kitin-khitosan, biosorben dari spesies alga, fly ash, karbon aktif dan selulosa[5].

Untuk konsentrasi ion logam yang rendah, proses adsorpsi merupakan metode yang direkomendasikan untuk *removal* ion logam tersebut [6].

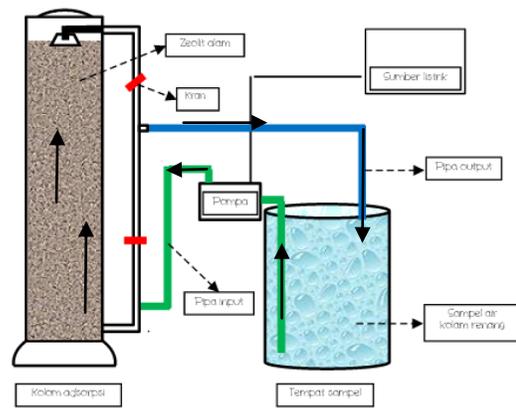
Metode yang dapat digunakan untuk pemisahan ion logam untuk jumlah sampel yang banyak adalah teknik kolom adsorpsi sistem tabung. Dalam metode kolom adsorpsi dengan sistem flow dimana sampel dialirkan ke dalam tabung filtrasi yang berisi zeolit dan karbon aktif. Metode ini mampu menurunkan konsentrasi ion logam Fe sebesar 98,8% dan Ca sebesar 50% (Suyanta, dkk, 2015)[7].

Proses adsorpsi dapat menggunakan berbagai macam

adsorben salah satunya adalah zeolit. Zeolit merupakan padatan aluminosilikat terhidrat yang mengandung Al dan Si dengan perbandingan yang bervariasi. Hal ini menyebabkan banyaknya jenis zeolit yang terdapat di alam yang kemampuannya dalam berbagai fungsi berbeda-beda. Senyawa aluminosilikat yang terdiri dari ikatan SiO_4 dan AlO_4 tetrahedral yang dihubungkan oleh atom oksigen untuk membentuk kerangka. Pada kerangka zeolit, tiap Al bersifat negatif dan akan dinetralkan oleh ikatan dengan kation yang mudah dipertukarkan. Kation yang mudah dipertukarkan yang ada pada kerangka zeolit ini berpengaruh dalam proses adsorpsi dan sifat-sifat termal zeolit [8].

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang dilakukan adalah metode eksperimen laboratoris. Rangkaian alat yang digunakan ditunjukkan oleh gambar di bawah.



Gambar 1. Skema Rangkaian Alat

Zeolit yang digunakan dalam penelitian ini adalah zeolit alam dari Gunung Kidul dengan ukuran 10 mesh (zeolit A) dan 5 mesh (zeolit B) masing-masing sebanyak 75 kg. Zeolit dicuci dengan air mengalir yang bertujuan untuk memisahkan kotoran. Zeolit direndam dalam aquades selama 18 jam. Zeolit di keringkan di bawah sinar matahari bertujuan mengurangi kadar air dalam zeolit.

Zeolit yang telah kering dimasukkan ke dalam kolom adsorpsi. Sampel air kolam renang dialirkan melalui kolom dengan menggunakan pompa air. Sampel kemudian akan berinteraksi dengan zeolit yang berada di dalam kolom. Air yang keluar tersebut ditampung dalam ember tempat sampel untuk selanjutnya

dilakukan sirkulasi selama 120 menit dengan pengambilan contoh uji pada menit ke 1 , menit ke 30, menit ke 60, menit ke 90 dan menit ke 120.

Sampel hasil sirkulasi dianalisis kandungan ion Alumunium dengan menggunakan *Inductively Coupled Plasma (ICP)*.

HASIL DAN DISKUSI

Uji Parameter Air Kolam Renang

Selain pengujian terhadap parameter alumunium juga dilakukan uji terhadap beberapa parameter umum air kolam renang sesuai dengan

Peraturan Menteri Kesehatan Nomor: 416/MEN.KES/PER/IX/1990.

Pengujian dilakukan terhadap air sebelum maupun setelah diadsorpsi. Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Hasil Uji Parameter Sampel Air Kolam Renang

No	Parameter Uji	Ambang batas yang Diperbolehkan	Hasil Uji	
			Sebelum Adsorpsi	Setelah Adsorpsi
FISIKA				
1	Bau	-	Bau menyengat	Tidak berbau
2	Benda terapung	-	-	-
3	Kejernihan	-	-	-
KIMIA				
1	Alumunium	0 – 0,2 mg/L	3,583mg/L	3,574 mg/L
2	Kesadahan (CaCo3)	50 – 500 mg/L	125,25 mg/L	241,41 mg/L
3	Oksigen terabsorpsi	0 – 1,0 mg/L	0,3 mg/L	0,3 mg/L
4	pH	6,5 – 8,5	2,4	5,3
5	Sisa chlor	0,2 – 0,5 mg/L	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi
6	Tembaga sebagai Cu	0 – 1,5 mg/L	0,4379 mg/L	0,2816 mg/L
MIKROBIOLOGI				
1	Koliform total	-	26 / 100 mL	< 1,8 / 100 mL
2	Jumlah kuman	0 – 200 CFU	2.700 CFU	5 CFU

Analisis dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kemampuan zeolit dapat meningkatkan kualitas air. Berdasarkan Tabel 1 dapat diketahui bahwa secara keseluruhan setelah diberi perlakuan adsorpsi, kualitas air kolam renang baik dari parameter fisika,

Uji Parameter Aluminium

Pada penelitian ini digunakan zeolit alam yang telah dicuci dengan air mengalir dan direndam dengan akuades. Aktivasi secara kimia maupun fisika tidak dilakukan karena jumlah zeolit yang digunakan cukup banyak sehingga akan tidak praktis dan efektif jika dilakukan aktivasi.

Besarnya penurunan konsentrasi ion aluminium dapat diketahui dengan cara menentukan selisih antara konsentrasi ion aluminium sebelum dan setelah melalui kolom adsorpsi. Kemudian dapat ditentukan efisiensi dengan menggunakan persamaan berikut .

kimia, maupun biologi hampir seluruhnya memenuhi ambang batas yang diijinkan sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor : 416/MEN.KES/PER/IX/1990 tentang Syarat- syarat dan Pengawasan Kualitas Air.

$$\text{Efisiensi adsorpsi} = \frac{C_1 - C_2}{C_1} \times 100\%$$

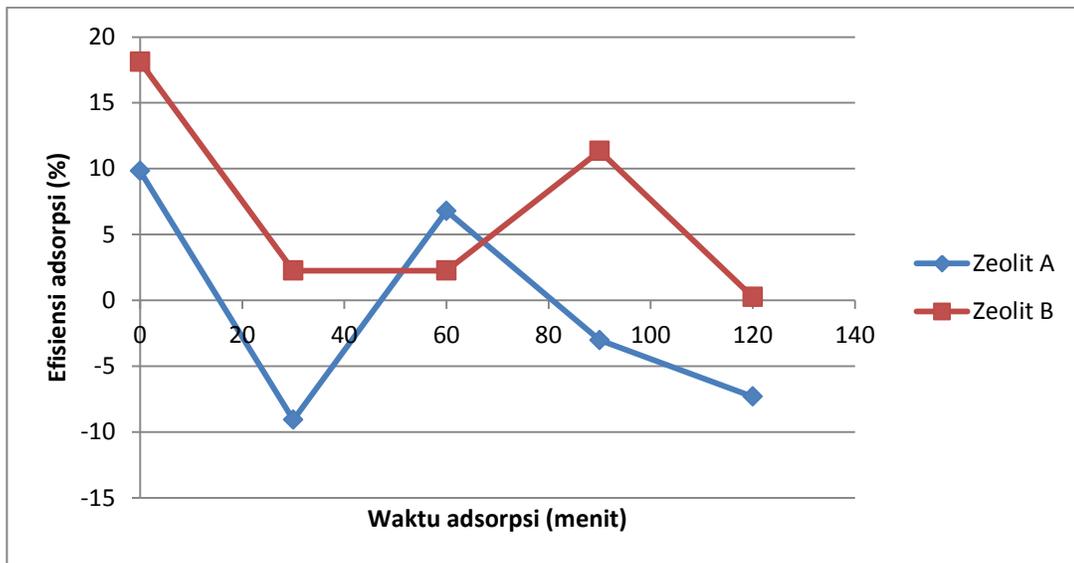
Keterangan :

C_1 = konsentrasi ion logam aluminium sebelum diadsorpsi (mg/L)

C_2 = konsentrasi ion logam aluminium setelah diadsorpsi (mg/L)

Pada penelitian ini digunakan dua ukuran zeolit yaitu 10 mesh (zeolit A) dan ukuran 5 mesh (zeolit B). Kedua zeolit tersebut digunakan untuk adsorpsi sampel air kolam renang selama 120 menit dan pengambilan sampel uji di lakukan setiap 30 menit sekali.

Hasil pengujian ditunjukkan oleh grafik efisiensi yang menunjukkan efisiensi zeolit dalam menyerap aluminium.



Gambar 2. Grafik Efisiensi Adsorpsi Aluminium oleh Zeolit A dan Zeolit B pada Variasi Waktu Kontak

Untuk zeolit A rata-rata efisiensi adsorpsi adalah -0,558% sedangkan untuk zeolit B adalah 6,84%. Rata-rata efisiensi adsorpsi oleh zeolit B lebih tinggi dibanding dengan zeolit A. Pada zeolit A menunjukkan hasil efisiensi

Pengaruh Ukuran Zeolit terhadap Efektivitas Adsorpsi

Semakin luas permukaan suatu adsorben semakin banyak zat yang teradsorpsi. Luas permukaan adsorben ditentukan oleh ukuran partikel dan jumlah dari adsorben. Semakin kecil ukuran partikel, permukaan aktif

adsorpsi yang negatif, hal ini berarti dalam sampel air kolam renang tersebut dimungkinkan terdapat ion logam aluminium dari zeolit yang larut dalam sampel.

adsorben semakin luas sehingga kapasitas adsorpsinya semakin meningkat.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pada zeolit A rata-rata efisiensi adsorpsinya -0,558% sedangkan untuk zeolit B adalah 6,84%. Sehingga dapat diketahui bahwa zeolit B memiliki

efisiensi adsorpsi yang lebih tinggi dibandingkan dengan zeolit A.

Anomali ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor antara lain tidak dilakukan aktivasi ataupun kalsinasi terhadap zeolit yang digunakan untuk proses adsorpsi sehingga senyawa pengotor yang terdapat pada zeolit

tidak terlarutkan dan menutupi pori-pori zeolit. Zeolit A rata-rata efisiensi menunjukkan hasil yang negatif yang berarti dalam sampel tersebut terjadi penambahan ion logam aluminium yang dimungkinkan berasal dari aluminium zeolit yang ikut larut dalam sampel.

Menentukan Efektivitas Zeolit pada Variasi Waktu Kontak

Waktu kontak zeolit dengan sampel berpengaruh terhadap proses difusi dan proses penempelan molekul adsorbat. Waktu kontak optimum digunakan untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan dalam proses adsorpsi ion logam aluminium oleh adsorben hingga titik maksimum.

Pada penelitian variasi waktu kontak yang digunakan adalah 1 menit, 30 menit, 60 menit, 90 menit dan 120 menit dengan konsentrasi awal ion logam aluminium 3,583 mg/L, volume adsorbat 80 L, dan massa adsorban 75 kg. Waktu kontak optimum yang diperoleh dari penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.

Berdasarkan hasil diperoleh, penurunan konsentrasi ion pada logam aluminium pada zeolit A (10 mesh) pada pada menit pertama adalah 9,82%, menit ke-30 adalah -9,07%; menit ke-60 adalah 6,79%; menit ke-90 adalah -3,02% dan menit ke-120 adalah -7,31%. Efisiensi penurunan konsentrasi ion logam aluminium paling efektif adalah pada menit pertama yaitu sebesar 0,352 ppm atau 9,82%. Sedangkan untuk zeolit B terlihat bahwa data penurunan konsentrasi ion pada logam aluminium pada pada menit pertama adalah 18,11%; menit ke-30 adalah 2,26%; menit ke-60 adalah 2,26%, menit ke-90 adalah 11,34% dan menit ke-120 adalah

0,009%. Efisiensi penurunan konsentrasi ion logam aluminium paling efektif adalah pada menit

pertama yaitu sebesar 0,649 ppm atau 18,11%.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Efektivitas zeolit menurunkan konsentrasi ion logam aluminium rendah yaitu zeolit A menunjukkan rata-rata efisiensi sebesar -0,558% sedangkan untuk zeolit B mampu menurunkan konsentrasi ion logam tembaga hingga 6,84%.

2. Zeolit B (5 mesh) memiliki efisiensi adsorpsi yang lebih tinggi yaitu 6,84% dibandingkan dengan zeolit A (10 mesh) yang memiliki rata-rata efisiensi adsorpsi - 0,558%.

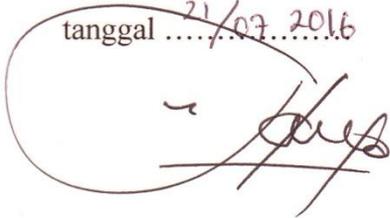
3. Efektivitas adsorpsi zeolit A maupun zeolit B paling efektif adalah pada menit pertama.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Departemen Kesehatan RI. (1999). *Profil Kesehatan Indonesia*. Jakarta: Ditjen PPM dan PLP.
- [2] Dian Wahyu Cita dan Retno Ariyani. (2013). Kualitas Air dan Keluhan Kesehatan Pengguna Kolam Renang di Sidoarjo. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*. Vol.7 No. 1. Hlm. 26-31
- [3] Cheung, R. C. K.; Chan, M. H. M.; Ho, C. S.; Lam, C. W. K. and Lau, E. L. K. (2001). *Heavy Metal Poisoning Clinical Significance and Laboratory Investigation*. Asia Pasific Analyte Notes. B. D Indispensable to Human Health. Vol 7. No. 1. Hong Kong.
- [4] Departemen Kesehatan RI. (1990). *Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 416/MENKES/PER/IX/1990, Tentang persyaratan kolam renang dan pemandian umum*. Jakarta: Ditjen PPM dan PLP.
- [5] Paduraru, Carmen. dan Tofan, Lavinia. (2008). Investigations on the Possibility of Natural Hemp Fibres Use for Zn(II) Ions Removal from Wastewaters. *Environment Engineering and Management Journal*. Vol.7 No. 6. Hlm.687-693

- [6] Noor Anis Kundari dan Slamet Wiyuniati. (2008). Tinjauan Kesetimbangan Adsorpsi Tembaga dalam Limbah Pencuci PCB dengan Zeolit. *Seminar Nasional IV SDM Teknologi Nuklir*. Yogyakarta: BATAN.
- [7] Suyanta, Hanafi Idham Kholid dan Bambang S. (2015). Pemisahan Ion Logam Ca dan Fe dalam Air Sumur Secara Kolom Adsorpsi dengan Zeolit dan Karbon Aktif. *Jurnal Sains Dasar*. Vol. 4 No.1. Hlm 87-91
- [8] F. C. Ozkan dan S. Ulku. (2005). The Effect of HCl Treatment on Water Vapor Adsorption characteristic of Clinoptilolite Rich Natural zeolit. *Journal Microporous and Mesoporous Materials*. 77. Hlm. 43-53.

Artikel ini telah disetujui untuk diterbitkan oleh Pembimbing 1 pada tanggal ~~...../07.....~~ ^{21/07} 2016



Dr. Suyanta
NIP. 19660508 199203 1 002

Artikel ini telah direview oleh Penguji Utama pada tanggal ~~...../07.....~~ ^{21/07} 2016



Dr. Siti Sulastri, MS
NIP. 19511219 1978032 001