

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

**NATURAL ZEOLITES AS COPPER IONS ADSORBENTS
IN SWIMMING POOL WATER WITH COLOUM
ADSORPTION METHOD**

Cerry Reggiani Catri dan Suyanta

Jurusan Pendidikan Kimia, FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta

e-mail: suyanta@uny.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektifitas zeolit alam sebagai media penyerap ion logam tembaga dalam air kolam renang. Pengaruh ukuran partikel zeolit dan waktu kontak tertentu terhadap efektifitas zeolit mengadsorpsi ion logam tembaga juga dipelajari dalam penelitian ini. Efektivitas zeolit dilihat dari nilai efisiensi penjerapan yaitu perbandingan antara konsentrasi ion logam tembaga yang teradsorpsi dengan konsentrasi ion logam tembaga sebelum adsorpsi. Konsentrasi adsorbat (ion logam tembaga) ditentukan menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (SSA). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemampuan adsorpsi zeolit terhadap ion logam tembaga cukup tinggi. Zeolit A (10 mesh) mampu menurunkan konsentrsi tembaga hingga 37,1698% sedangkan zeolit B (5 mesh) hingga 35,9976%. Ukuran zeolit cenderung tidak memperlihatkan pengaruh yang signifikan. Air yang dihasilkan telah memenuhi baku mutu air kolam renang sesuai Peraturan Menteri Kesehatan Nomor: 416/MEN.KES/PER/IX/1990 yaitu konsentrsi tembaga sebagai Cu kurang dari 1,5 mg/L.

Kata kunci : adsorpsi, efektifitas zeolit, baku mutu air kolam renang

Abstract

This research is aimed for determining the effectiveness of zeolite as copper ions adsorbents media in swimming pool water. The influence of particle size and a certain usage period on the effectiveness of the zeolite to removal copper ions was also studied in this research. The effectiveness of zeolite based on the adsorption efficiency value which is counted as the ratio of adsorbed copper ions concentration and initial copper ions concentration. Concentration of adsorbate (copper ions) is determining using Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS). The result showed that the adsorption capacity of zeolite on removal copper ions are high. Zeolite A (10 mesh) able to reduce copper ions up to 37.1698%, while zeolite B (5 mesh) up to 35.9976%. The zeolite particle size trend didn't influence the adsorption capacity. The result of water treatment process has to meet the swimming pool water quality standards set by the Minister of Health No.416/MEN.KES/PER/IX/1990 that copper as Cu less than 1.5 mg/L.

Key word : adsorption, zeolite effectiveness, swimming pool water quality standart

PENDAHULUAN

Air bersih merupakan syarat dari keberadaan kolam renang, oleh karenanya 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 airnya yang harus memenuhi syarat, baik secara fisik, kimia, maupun mikrobiologi [2].

Keberadaan unsur logam berat seperti Cu dalam air kolam renang perlu mendapat perhatian mengingat

kecilnya batas konsentrasi yang diijinkan. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor : 416/MEN.KES/PER/IX/1990 tentang Syarat-Syarat dan Pengawasan Kualitas Air Menteri Kesehatan Republik Indonesia, keberadaan Cu dalam air kolam renang diharapkan nihil, sedangkan batas maksimal yang diperbolehkan adalah 1,5 mg/L[3].

Secara alamiah, Cu dapat masuk ke dalam suatu tatanan lingkungan sebagai akibat dari berbagai peristiwa alam. Unsur ini dapat masuk ke dalam

perairan dari debu-debu dan atau partikulat-partikulat Cu yang ada dalam lapisan udara yang dibawa turun oleh air hujan [4]. Selain itu, garam Cu (terusi) digunakan dalam air kolam renang sebagai bahan tambahan untuk mengontrol pertumbuhan mikrobiologi.

Untuk konsentrasi ion logam yang rendah, proses adsorpsi merupakan metode yang direkomendasikan untuk *removal* ion logam tersebut [5].

Peristiwa adsorpsi merupakan suatu fenomena permukaan, yaitu terjadinya penambahan konsentrasi komponen tertentu pada permukaan antara dua fase. Adsorpsi dapat dibedakan menjadi adsorpsi fisis (*physical adsorption*) dan adsorpsi kimia (*chemical adsorption*) [6].

Terdapat dua metode adsorpsi, yaitu *batch* dan *fixed batch*. Metode *fixed batch* merupakan metode adsorpsi dengan menempatkan adsorben dalam kolom sebagai lapik dan adsorbat dialirkan ke dalam kolom atau tabung tersebut sebagai influen. Larutan yang keluar dari kolom merupakan sisa larutan yang tidak teradsorpsi yang

disebut effluen. Influen dialirkan ke kolom atau tabung hingga padatan kolom atau tabung tersebut mendekati jenuh dan pemisahan yang diinginkan tidak dapat diperoleh lagi. Aliran tersebut kemudian dialirkan ke kolom atau tabung berikutnya hingga adsorpsi jenuh dapat digantikan atau diregenerasi [7]

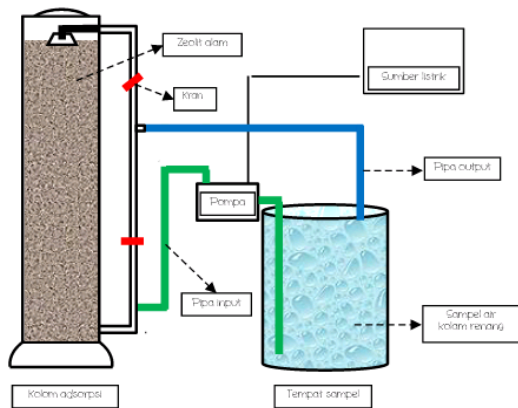
Adsorpsi dapat dilakukan terhadap ion logam berat dengan menggunakan berbagai macam adsorben, diantaranya adalah zeolit, alofan, kitin-khitosan, biosorben dari spesies alga, *fly ash*, karbon aktif dan selulosa [8].

Zeolit adalah mineral kristal alumina silika tetrahidrat berpori yang mempunyai struktur kerangka tiga dimensi, terbentuk oleh tetrahedral $[\text{SiO}_4]^{4-}$ dan $[\text{AlO}_4]^{5-}$ yang saling berhubungan oleh atom-atom oksigen sedemikian rupa, sehingga membentuk kerangka tiga dimensi terbuka yang mengandung kanal-kanal dan rongga-rongga, yang didalamnya terisi oleh ion-ion logam, biasanya adalah logam-logam alkali atau alkali tanah dan molekul air yang dapat bergerak bebas

[9]. 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 [10].

METODE PENELITIAN

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



Gambar 1. Skema Rangkaian Alat

Zeolit yang digunakan dalam penelitian ini adalah zeolit alam yang berasal dari Gunung Kidul dengan ukuran 10 mesh (zeolit A) dan 5 mesh (zeolit B) masing-masing sebanyak 75

kg. Sebelum digunakan, zeolit dicuci dahulu dengan air mengalir sehingga kotoran terpisah dan terbawa air. Setelah dicuci, zeolit direndam dalam aquades selama semalam. Kemudian zeolit di keringkan di bawah sinar matahari hingga kering untuk 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 pengolahan selama 120 menit dengan variasi waktu kontak pengujian 30 menit sekali.

Air hasil pengolahan kemudian dianalisis kandungan tembaga dengan menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (SSA).

HASIL DAN DISKUSI

Uji Parameter Air Kolam Renang

Sebelum melakukan pengujian terhadap parameter tembaga, terlebih

dahulu dilakukan uji terhadap beberapa parameter umum air kolam renang sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor : 416/MEN.KES

/PER/IX/1990 Pengujian dilakukan baik terhadap air sebelum maupun setelah diadsorpsi. Hasil pengujian ditunjukkan dalam tabel berikut :

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	0,2503 mg/L	<0,0040 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	Sisac hlor	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 / 100mL	2.700 / 100 mL	5 / 100 mL

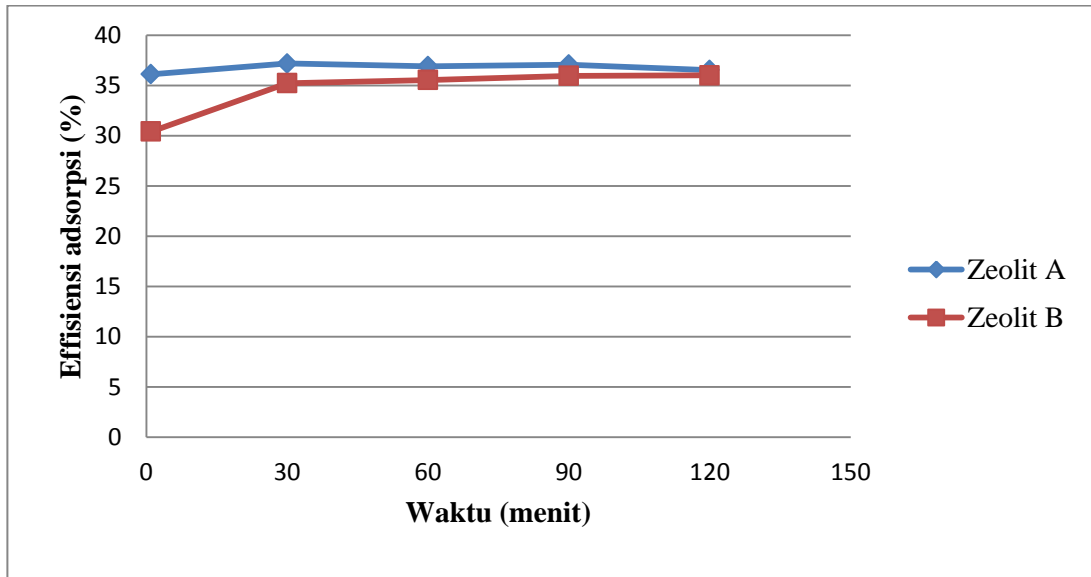
Analisis ini dilakukan untuk mengetahui sejauh mana zeolit dapat meningkatkan kualitas air. Dari tabel tersebut dapat diketahui bahwa setelah dilakukan perlakuan dengan zeolit, kualitas air kolam renang baik dari parameter fisika, kimia, maupun

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.

Uji Parameter Tembaga

Pada penelitian ini digunakan dua ukuran zeolit yaitu ukuran 10 mesh (zeolit A) dan ukuran 5 mesh (zeolit B). Masing-masing zeolit digunakan untuk mengolah air kolam renang selama 2 jam dengan pengujian sampel dilakukan setiap 30 menit sekali.

Hasil pengujian kadar tembaga dalam sampel air kolam renang yang diberi perlakuan oleh zeolit A dan B ditunjukkan oleh grafik efisiensi yang menunjukkan efisiensi zeolit dalam menjerap tembaga terlarut dalam air dari menit ke-1 hingga menit ke-120 pemakaian zeolit.



Gambar 2. Perbandingan Efisiensi Adsorpsi oleh Zeolit A dan Zeolit B

Untuk zeolit A (ukuran 10 mesh) rata-rata efisiensi adsorpsinya adalah 36,7542% sedangkan untuk zeolit B (ukuran 5 mesh), rata-rata efisiensi adsorpsinya adalah 34,6243%.

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 kadar tembaga dapat diketahui dengan menentukan selisih antara kadar tembaga sebelum dan setelah perlakuan dengan zeolit. Kemudian dapat ditentukan efisiensi (persentase penurunan kadar Cu) dengan persamaan berikut :

$$\text{Efisiensi adsorpsi} = \frac{C1 - C2}{C1} \times 100\%$$

Keterangan :

C1 = konsentrasi ion logam tembaga sebelum diadsorpsi (mg/L)

C2 = konsentrasi ion logam tembaga setelah diadsorpsi (mg/L)

Menentukan 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 adsorben semakin luas sehingga kapasitas adsorpsinya semakin meningkat.

Dalam penelitian ini digunakan dua ukuran zeolit yaitu 10 mesh (zeolit

A) dan 5 mesh (zeolit B). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pada zeolit A (ukuran 10 mesh) rata-rata efisiensi adsorpsinya 36,7542% sedangkan untuk zeolit B (ukuran 5 mesh) memiliki rata-rata efisiensi adsorpsi 34,6243%. Sehingga dapat diketahui bahwa zeolit A memiliki efisiensi adsorpsi yang lebih tinggi dibandingkan dengan zeolit B.

Menentukan Efektivitas Zeolit pada Variasi Waktu Kontak

Waktu kontak berpengaruh terhadap proses difusi dan proses penempelan molekul adsorbat. Waktu kontak optimum dicari untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan dalam proses adsorpsi ion logam tembaga oleh adsorben hingga titik maksimum. Waktu kontak juga memiliki tujuan untuk mengetahui bahwa adsorben telah mengalami titik jenuh yaitu melampaui waktu setimbangnya penyerapan sehingga tidak mampu lagi menyerap ion logam tembaga.

Variasi waktu kontak yang dilakukan dalam penelitian ini adalah 1

menit, 30 menit, 60 menit, 90 menit dan 120 menit dengan konsentrasi awal ion logam tembaga 0,4379 mg/L, volume adsorbat 80 L, dan massa adsorban 75 kg. Waktu kontak optimum yang diperoleh dari penelitian dapat dilihat pada gambar 2.

Dari gambar tersebut dapat diketahui bahwa efisiensi adsorpsi dari zeolit A (10 mesh) cenderung konstan sehingga waktu kontak tidak memberikan pengaruh yang signifikan. Sedangkan efisiensi adsorpsi dari zeolit B (5 mesh) meningkat seiring bertambahnya waktu kontak.

Secara keseluruhan penggunaan zeolit pada pengolahan air mampu memperbaiki kualitas air sesuai dengan baku mutu yang telah ditetapkan sehingga air kolam renang yang telah diolah lebih aman untuk digunakan. Perbaikan kualitas air kolam renang yang banyak dilakukan saat ini adalah dengan sistem sirkulasi air yang terus menerus dan dengan penambahan bahan kimia untuk mengendapkan kotoran serta membunuh mikrobiologi tanpa memperhatikan kandungan logam-logam yang ada di dalam air

tersebut. Untuk itu penurunan kadar logam dan pengolahan air kolam renang dengan sistem adsorpsi kolom sangat dianjurkan untuk memperbaiki kualitas air kolam renang dan meminimalkan penggunaan bahan kimia.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Efektivitas zeolit menurunkan ion logam tembaga dan parameter air lainnya tidak terlalu tinggi. Zeolit A mampu menurunkan kadar ion logam tembaga hingga 37,1698% sedangkan untuk zeolit B mampu menurunkan kadar ion logam tembaga hingga 35,9976%.
2. Zeolit A (10 mesh) memiliki efisiensi adsorpsi yang lebih tinggi yaitu 36,7542% dibandingkan dengan zeolit B (ukuran 5 mesh) yang memiliki rata-rata efisiensi adsorpsi 34,6243%.
3. Efektivitas adsorpsi zeolit A cenderung konstan seiring bertambahnya waktu kontak,

sedangkan efektivitas adsorpsi zeolit B terus meningkat seiring bertambahnya waktu kontak.

4. Air kolam yang telah diadsorpsi menggunakan zeolit memiliki kualitas yang lebih baik dari sebelumnya.

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] 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.
- [4] Heryando Palar. (2004). *Pencemaran dan Toksikologi Lingkungan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- [5] Ahmad Zakaria, Eti Rohaeti, dkk. (2012). Adsorpsi Cu(II) Menggunakan Zeolit Sintetis dari Abu Terbang Batu Bara. *Prosiding Pertemuan Ilmiah Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Bahan*. Serpong: BATAN
- [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] Zurida Agustiningtyas. (2012). Optimasi Adsorpsi Ion Pb(II) Menggunakan Zeolit Alam Termodifikasi Ditizon. *Skripsi*. Bogor: IPB.
- [8] Paduraru, Carmen. dan Lavinia Tofan. (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
- [9] Dewi Yunita Lestari. (2010). Kajian Modifikasi dan Karakterisasi Zeolit Alam dari Berbagai Negara. *Prosiding Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia 2010*. Yogyakarta: FMIPA UNY
- [10] 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

Artikel ini telah direview oleh Penguji Utama pada tanggal

Dr. Suyanta
NIP. 19660508 199203 1 002

I Made Sukarna, M.Si
NIP. 195309011986011001