

EFEKTIVITAS ZEOLIT ALAM SEBAGAI PENYERAP LOGAM TEMBAGA(II) DALAM AIR KOLAM RENANG DENGAN METODE ADSORPSI KOLOM

*(THE EFFECTIVENESS OF NATURAL ZEOLITE AS METAL ABSORBENT
COPPER(II) IN POOL WATER WITH COLOUMN ADSORPTION METHOD)*

Suyanta dan Cerry Reggiani Catri

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Yogyakarta
Jl. Colombo No.1 Yogyakarta
e-mail: suyanta@uny.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk memisahkan ion logam tembaga(II) dalam air kolam renang dengan metode adsorpsi kolom. Kolom diisi dengan menggunakan zeolit alam yang berasal dari Gunungkidul. Pengaruh ukuran partikel zeolit dan waktu kontak tertentu terhadap efektivitas zeolit mengadsorpsi ion logam tembaga(II) telah dipelajari dalam penelitian ini. Efektivitas zeolit dilihat dari nilai efisiensi penyerapan yaitu perbandingan antara konsentrasi ion logam tembaga(II) yang teradsorpsi dengan konsentrasi ion logam tembaga(II) sebelum adsorpsi. Konsentrasi ion logam tembaga ditentukan menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (SSA). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemampuan sistem kolom adsorpsi dalam pemisahan ion logam tembaga(II) cukup tinggi. Kolom dengan zeolit 1 (ukuran 10 mesh) mampu menurunkan konsentrasi tembaga hingga 37,1698% sedangkan kolom dengan zeolit 2 (ukuran 5 mesh) hingga 35,9976%. Hasil ini menunjukkan bahwa ion tembaga dalam air kolam renang dapat terpisahkan cukup baik.

Kata kunci: adsorpsi, ion tembaga (II), air kolam renang, zeolit alam

Abstract

This study was aimed at separating copper(II) ions contained in the pool water by column adsorption method. The column was filled up with natural zeolite taken from Gunungkidul. The influence of zeolite size in particular contact time toward the effectiveness of the zeolite to adsorb metal ions of copper (II) ions were studied in this research. The effectiveness of zeolite adsorption was based on the efficiency value which is the ratio between the concentration of metal ions of copper (II) adsorbed by the metal ion concentration of copper (II) prior to adsorption. Copper metal ion concentrations were determined using Atomic Absorption Spectroscopy (AAS). The results show that the ability of the column adsorption system in the separation of metal ions of copper (II) was quite high. Column with zeolite 1 (size 10 mesh) can lower copper concentration up to 37.1698%, while the zeolite column 2 (size 5 mesh) can lower the concentration up to 35.9976%. These results indicate that the copper ions in the pool water can be separated quite well.

Keywords: adsorption, copper (II) ion, pool water

PENDAHULUAN

Air minum merupakan kebutuhan primer bagi kehidupan. Berbagai kebutuhan terkait air antara lain untuk minum, MCK, bahan industri hingga untuk kolam renang/wahana rekreasi. Semua kebutuhan tersebut memerlukan air bersih. Salah satu kebutuhan besar air adalah untuk kolam renang.

Air bersih merupakan syarat dari keberadaan kolam renang, oleh karenanya air kolam renang tersebut harus memenuhi unsur-unsur yang disyaratkan berdasarkan kesehatan (Departemen Kesehatan RI, 1999). Salah satu aspek yang harus diawasi dari sanitasi kolam renang adalah kualitas airnya yang harus memenuhi syarat, baik secara fisik, kimia, maupun mikrobiologi (Cita & Andriyani, 2013). 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.

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 (Palar, 2004). Selain itu, garam Cu (terusi) digunakan dalam air kolam renang sebagai bahan tambahan untuk mengontrol pertumbuhan mikrobiologi.

Banyak cara dilakukan untuk pemisahan ion tembaga (Cu). Untuk konsentrasi ion logam yang rendah, proses adsorpsi merupakan metode yang direkomendasikan untuk *removal* ion logam tersebut (Zakaria, Rohaeti, Batubara, Sutisna, & Purwamargapratala, 2012). 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*) (Kundari & Wiyuniati, 2008).

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.

Inffluen 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 (Agustiningtyas, 2012). Adsorpsi dapat dilakukan terhadap ion logam berat dengan menggunakan berbagai macam adsorben, di antaranya adalah zeolit, alofan, kitin-khitosan, biosorben dari spesies alga, *fly ash*, karbon aktif, dan selulosa (Paduraru & Tofan, 2008).

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 terhubungkan oleh atom-atom oksigen sedemikian rupa, sehingga membentuk kerangka tiga dimensi terbuka yang mengandung kanal-kanal dan rongga-rongga, yang di dalamnya terisi oleh ion-ion logam. Ion-ion logam yang mengisi biasanya adalah logam-logam alkali atau alkali tanah dan molekul air yang dapat bergerak bebas (Lestari, 2010). 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

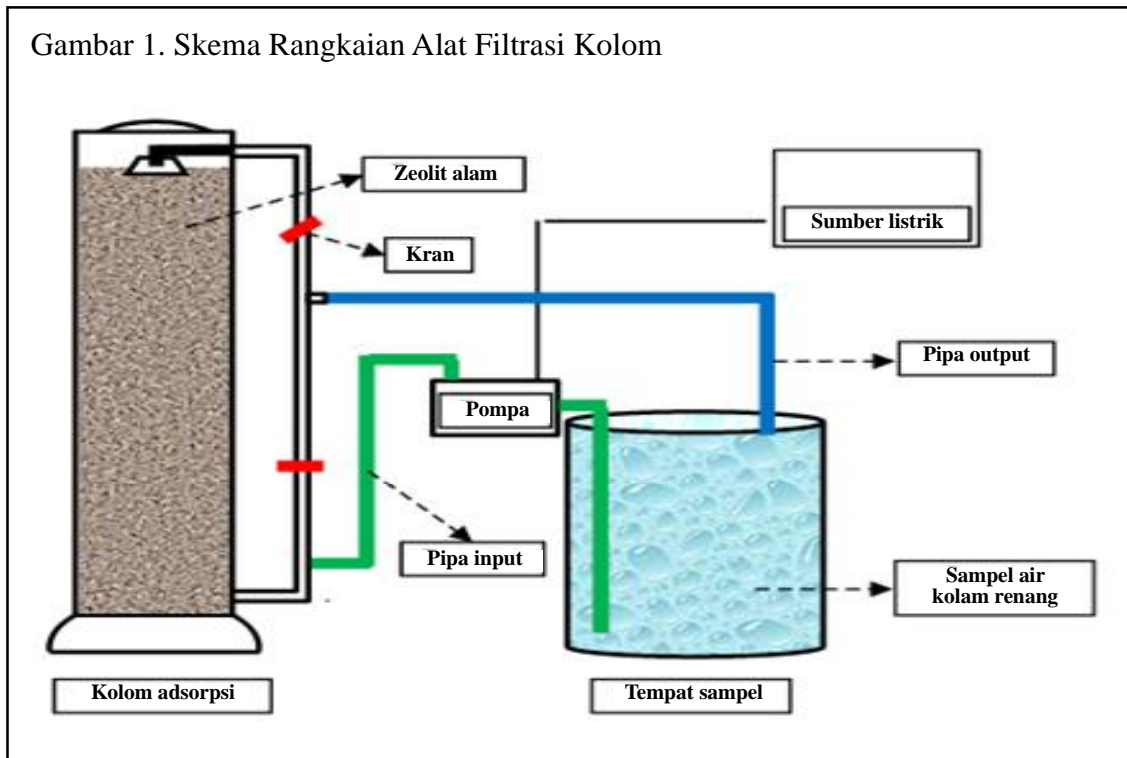
proses adsorpsi dan sifat-sifat termal zeolit (Cakicioglu-Ozkan & Ulku, 2005).

METODE

Metode penelitian yang dilakukan dalam pemisahan ion tembaga adalah metode adsorpsi kolom dengan bahan aktif zeolit alam. Proses pemisahan secara skematis dan alat yang digunakan dapat dilihat dalam Gambar 1.

Zeolit yang digunakan dalam penelitian ini adalah zeolit alam yang berasal dari Gunung Kidul dengan zeolit 1 (ukuran 10 mesh) dan zeolit 2 (ukuran 5 mesh) 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 PEMBAHASAN

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 1.

Analisis ini dilakukan untuk mengetahui sejauh mana zeolit dapat meningkatkan kualitas air. Dari Tabel 1 dapat diketahui bahwa setelah dilakukan perlakuan dengan zeolit, kualitas air kolam renang baik dari parameter fisika, kimia, maupun biologi hamper 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.

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 (CaCO ₃)	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	Sisaklor	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	0	26 / 100 mL	< 1,8 / 100 mL
2	Jumlah kuman	0-200 CFU/mL	2.700 CFU/mL	5 CFU/mL

Uji Parameter Tembaga

Pada penelitian ini digunakan dua ukuran zeolit yaitu zeolit 1 (ukuran 10 mesh) dan zeolit 2 (ukuran 5 mesh). Masing-masing zeolit digunakan untuk mengolah air kolam renang selama 120 menit dengan pengujian sampel dilakukan setiap 30 menit

sekali. Hasil pengujian kadar tembaga dalam sampel air kolam renang yang diberi perlakuan oleh zeolit 1 dan 2 ditunjukkan dalam Tabel 2 dan 3.

Untuk zeolit 1 (10 mesh) rata-rata efisiensi adsorpsinya adalah 36,7542% sedangkan untuk zeolit 2 (5 mesh), rata-rata

Tabel 2
Hasil Uji Konsentrasi Tembaga dalam Sampel Air Kolam Renang yang Diberi Perlakuan oleh Zeolit 1

Menit ke- <i>n</i>	Kode Sampel	Konsentrasi tembaga (ppm)		Efisiensi Adsorpsi (%)
		Sebelum Adsorpsi	Setelah Adsorpsi	
Menit ke-1	A ₁	0,4379	0,2798	36,1041
Menit ke-30	A ₂	0,4379	0,2751	37,1698
Menit ke-60	A ₃	0,4379	0,2763	36,9034
Menit ke-90	A ₄	0,4379	0,2756	37,0633
Menit ke-120	A ₅	0,4379	0,2779	36,5304

Tabel 3

Hasil Uji Konsentrasi Tembaga dalam Sampel Air Kolam Renang yang Diberi Perlakuan oleh Zeolit 2

Menit ke- <i>n</i>	Kode sampel	Konsentrasi tembaga (ppm)		Efisiensi adsorpsi (%)
		Sebelum Adsorpsi	Setelah Adsorpsi	
Menit ke-1	B ₁	0,4379	0,3047	30,4179
Menit ke-30	B ₂	0,4379	0,2837	35,2211
Menit ke-60	B ₃	0,4379	0,2823	35,5408
Menit ke-90	B ₄	0,4379	0,2805	35,9443
Menit ke-120	B ₅	0,4379	0,2803	35,9976

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 1.

$$Efisiensi\ adsorpsi = \frac{C_1 - C_2}{C_1} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan:

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

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

Pengaruh Ukuran Zeolit terhadap Pemisahan Ion Tembaga

Sesuai teori adsorpsi (Atkins, 1990) 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 zeolit 1 (ukuran 10 mesh) dan zeolit 2 (ukuran 5 mesh). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pada zeolit 1 rata-rata efisiensi adsorpsinya 36,7542% sedangkan untuk zeolit 2 memiliki rata-rata efisiensi adsorpsi 34,6243%. Sehingga dapat diketahui bahwa zeolit 1 memiliki efisiensi adsorpsi yang lebih tinggi dibandingkan dengan zeolit 2. Hal ini sesuai juga dengan beberapa hasil

penelitian yang dilakukan oleh Zakaria dkk. (2012).

Variasi Waktu Kontak dalam Pemisahan Ion Tembaga

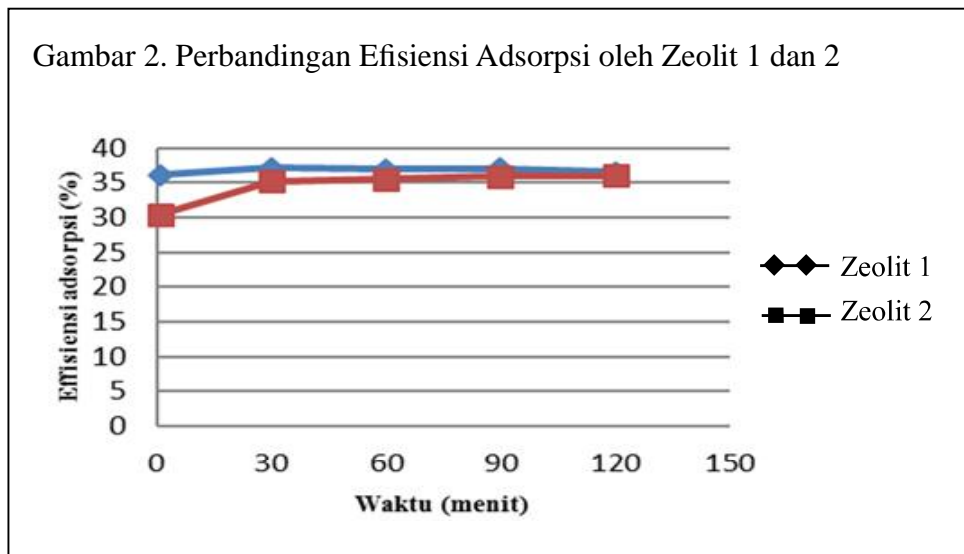
Waktu kontak berpengaruh terhadap proses difusi dan proses penempelan molekul adsorbat. Waktu kontak optimum dicari untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan dalam proses adsorpsi ion logam tembaga(II) oleh adsorben hingga titik maksimum. Waktu kontak juga memiliki tujuan untuk mengetahui bahwa adsorben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

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(II) 0,4379 mg/L, volume adsorbat 80 L, dan massa adsorben 75 kg. Waktu kontak optimum yang diperoleh dari penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.

Dari Gambar 2 dapat diketahui bahwa efisiensi adsorpsi dari zeolit 1 (10 mesh) cenderung konstan sehingga waktu kontak tidak memberikan pengaruh yang signifikan. Sedangkan efisiensi adsorpsi dari zeolit 2 (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.

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut. (1) Efektivitas zeolit menurunkan ion logam tembaga(II) dan parameter air lainnya cukup tinggi. Zeolit 1 mampu menurunkan kadar ion logam tembaga hingga 37,1698% sedangkan untuk zeolit 2 mampu menurunkan kadar ion logam tembaga(II) hingga 35,9976%. (2) Zeolit 1 (10 mesh) memiliki rata-rata efisiensi adsorpsi yang lebih tinggi yaitu 36,7542% dibandingkan dengan zeolit 2 (ukuran 5 mesh) yang memiliki rata-rata efisiensi adsorpsi 34,6243%. (3) Efektivitas adsorpsi zeolit 1 cenderung konstan seiring bertambahnya waktu kontak, sedangkan efektivitas adsorpsi zeolit 2 terus meningkat seiring bertambahnya waktu kontak. (4) Air kolam yang telah diadsorpsi menggunakan

zeolit memiliki kualitas yang lebih baik dari sebelumnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustiningtyas, Z. (2012). *Optimasi adsorpsi ion Pb(II) menggunakan zeolit alam termodifikasi ditizon* (Skripsi). IPB, Bogor.
- Atkins, P. W. (1990). *Fisika kimia* Jilid 2 (ed. ke-4). (Terj.: Irma I. Kartohadiprodjo). Jakarta: Erlangga.
- Cakicioglu-Ozkan, F., & Ulku, S. (2005). The effect of HCl treatment on water vapor adsorption characteristics of clinoptilolite rich natural zeolite. *Microporous and Mesoporous Materials*, 77(1), 47-53.
- Cita, D. W., & Andriyani, R. (2013). Kualitas air dan keluhan kesehatan pengguna kolam renang di Sidoarjo. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 7(1), 26-31.
- Departemen Kesehatan RI. (1999). *Profil kesehatan Indonesia*. Jakarta: Ditjen PPM dan PLP.
- Kundari, N. A., & Wiyuniati, S. (2008). Tinjauan kesetimbangan adsorpsi tembaga dalam limbah pencuci PCB dengan zeolit. *Prosiding Seminar Nasional IV SDM Teknologi Nuklir* (pp. 25-26). Yogyakarta: BATAN.
- Lestari, D. Y. (2010). Kajian modifikasi dan karakterisasi zeolit alam dari berbagai negara. *Prosiding Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia 2010*. Yogyakarta: FMIPA UNY.

Paduraru, C., & Tofan, L. (2008). Investigations on the possibility of natural hemp fibres use for Zn(II) ions removal from wastewaters. *Environment Engineering and Management Journal*, 7(6), 687-693.

Palar, H. (2004). *Pencemaran dan toksikologi lingkungan*. Jakarta: Rineka Cipta.

Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 416/MENKES/PER/IX/1990 tentang Per-

syaratan Kolam Renang dan Pemandian Umum.

Zakaria, A., Rohaeti, E., Batubara, I., Sutisna, & Purwamargapratala, Y. (2012). Adsorpsi Cu(II) menggunakan zeolit sintetis dari abu terbang batu bara. *Prosiding Pertemuan Ilmiah Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Bahan* (pp. 190-194). BATAN, Serpong.

