

PENGGUNAAN MEMBRAN KERAMIK BERBASIS ZEOLIT DAN CLAY DENGAN KARBON AKTIF SEBAGAI ADITIF UNTUK PENURUNAN KADAR FE DAN MN PADA AIR TANAH DAERAH BEKASI

Jevita Andini J.Ginting¹⁾, Agus Setyo Budi¹, Esmar Budi¹

¹Universitas Negeri Jakarta, Rawamangun, Jakarta Timur, 13220

¹⁾ jevitaginting@gmail.com

Abstrak

Kelangkaan air pada kota-kota besar telah menimbulkan banyak permasalahan terhadap cadangan air tanah. Cara yang banyak dipergunakan dalam pengolahan air adalah filtrasi menggunakan teknologi membran. Teknologi membran memiliki beberapa keuntungan, diantaranya : proses pemisahan yang dapat terjadi pada suhu kamar dan penggunaannya tidak bersifat destruktif. Membran ialah sebuah penghalang selektif antara dua fasa (Fauzan, 2009). Pada penelitian ini akan dibuat membran dengan bahan pembentuk dasar berupa zeolit, lempung (*clay*), karbon aktif sebagai aditif dalam proses filtrasi. Penelitian ini difokuskan pada proses filtrasi membran. Berdasarkan hasil AAS (*Atomic Absorption Spectroscopy*) terhadap air tanah yang dilewati membran, dapat disimpulkan bahwa membran berbasis zeolit dan *clay* dengan karbon aktif sebagai aditif mampu menurunkan kadar Fe dan Mn pada air tanah yang diambil dari daerah Bekasi. Penurunan kadar Fe paling tinggi sebesar 49,59% dan penurunan kadar Mn paling tinggi sebesar 56,21 %.

Kata Kunci : Membran, Zeolit, Clay, Karbon Aktif, Kualitas Air

Abstract

Scarcity of water in major cities has given many problems to ground water reserves. Way that is widely used in water treatment are filtration using membrane technology. Membrane technology has several advantages, such as: the separation process can occur at room temperature and non destructive using. Membrane is a selective barrier between two phases (Fauzan, 2009). This research will make membrane with zeolit, clay and activated carbon as the basic material as additive in the filtration process. The research focused on a membrane filtration process. Based on AAS result for groundwater that tested by membranes, we can conclude that membrane based on zeolith and clay with activated carbon as additive can reduce the concentrartion of Fe and Mn in groundwater that taken from Bekasi. The highest Fe concentration reduction is about 49,59% and the highest Mn concentration reduction is about 56,21 %.

Keywords: Membrane, Zeolite, Clay, Activated Carbon, Water Quality

1. Pendahuluan

Semakin berkembangnya peradaban manusia, maka semakin banyak permasalahan lingkungan yang dihadapi. Salah satunya adalah kelangkaan air diberbagai kota besar. Sebagai komponen utama yang sangat dibutuhkan makhluk hidup, kualitas air saat ini cukup memprihatinkan.

Salah satu cara yang banyak dipergunakan dalam pengolahan air adalah filtrasi menggunakan teknologi membran. Penggunaan teknologi ini juga telah menjadi cukup komersil karena kegunaannya dan harga yang relatif murah. Teknologi membran juga memiliki beberapa keuntungan, diantaranya : proses pemisahan yang dapat terjadi pada suhu kamar, penggunaannya tidak bersifat destruktif sehingga tidak terjadi perubahan dari zat yang dipisahkan dengan air. Keuntungan lain dari membran adalah dalam proses pemisahan yang dapat berjalan berkesinambungan dan tidak membutuhkan banyak energi (Mulder, 1996).

Salah satu bahan yang banyak dipergunakan dalam proses filtrasi air adalah zeolit dan karbon aktif. Zeolit adalah suatu jenis mineral yang tersusun dari silika (SiO_4) dan Alumina (AlO_4) dengan rongga didalamnya yang berisi ion-ion logam, biasanya logam alkali dan alkali tanah, dan molekul air (Andreas, 2004). Zeolit memiliki kemampuan yang baik untuk menyerap, dikarenakan zeolit dapat memisahkan molekul-molekul berdasarkan ukuran dan konfigurasi dari molekul. Dalam kegunaannya sebagai pemisah, zeolit telah banyak disintesis untuk kemudian dimodifikasi strukturnya sehingga mampu menyaring dan memisahkan zat berdasarkan perbedaan besar molekul. Rumus empiris dari zeolit adalah

$\text{M}_2\text{O}_n \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot x\text{SiO}_2 \cdot y\text{H}_2\text{O}$, dimana :

M : Kation alkali atau alkali tanah

N : Valensi logam alkali

x,y : Bilangan bulat positif (Ayu,

2008)

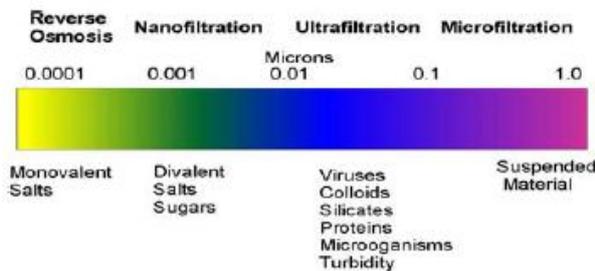
Zeolit memiliki beberapa sifat unik diantaranya (Ari, 2001) :

- a. Sebagai penyaring molekul
Zeolit memiliki kemampuan untuk menerima molekul-molekul dengan ukuran tertentu untuk diadsorpsi, sementara menolak molekul-molekul lain yang ukurannya lebih besar, sehingga zeolit sering dikenal sebagai penyaring dan digunakan dalam banyak hal untuk memanfaatkan sifat penyaringan tersebut.
- b. Mudah dimodifikasi
- c. Dapat dipergunakan kembali
- d. Tidak beracun sehingga aman dipergunakan, bahkan untuk proses penyaringan air.

Filtrasi air saat ini banyak menggunakan zeolit baik dalam bentuk *granule* atau membran. Berdasarkan tingkat penyaringannya, membran diklasifikasikan menjadi empat, yaitu (Nusa, 2009)

1. Mikrofiltrasi
2. Ultrafiltrasi
3. Nanofiltrasi
4. *Reverse Osmosis* (Osmosis Balik)

Distribusi ukuran partikel yang dapat dipisahkan dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1 Distribusi ukuran partikel yang dapat dipisahkan sesuai dengan tingkat proses filtrasi.

Bahan utama kedua yang dipergunakan dalam pembuatan membran ini adalah tanah lempung (*clay*). Clay (Lempung) dikenal sebagai tanah liat, merupakan sejenis mineral halus, berbentuk kepingan, gentian, atau hablur yang terbentuk dari batuan sedimen (*sedimentary rock*). Clay membentuk gumpalan keras dan kaku apabila dalam keadaan kering, bersifat plastis dan melekit apabila basah terkena air, dan bersifat viterius bila dibakar pada suhu tinggi. Penggunaan clay dalam proses pembuatan membran adalah untuk merekatkan dan membentuk campuran menjadi gumpalan keras dan kaku setelah dibakar.

Bahan lain yang dipergunakan dalam pembuatan membran adalah karbon aktif sebagai aditif. Karbon aktif yang dipergunakan berasal dari arang batok kelapa, dan setelah diuji menggunakan EDS SEM, diketahui bahwa

kandungan terbesar dari aditif ini adalah karbon (C) sebesar 99,17%.

Pada penelitian ini dibuat membran dengan komposisi sebagai berikut :

Tabel 1. Komposisi membran

No.	Zeolit	Clay	Karbon Aktif
1	90%	10%	0
2	85%	10%	5%
3	80%	10%	10%
5	75%	10%	15%
5	70%	10%	20%

Dari berbagai komposisi membran yang dibuat, diharapkan membran mampu menurunkan kadar Fe dan Mn pada air tanah. Air tanah yang dipergunakan dalam penelitian ini diambil dari daerah Bekasi. Banyaknya kadar Fe dan Mn pada air tanah sangat berbahaya karena dapat menyebabkan keracunan, kerusakan usus dan penyakit kronis pada manusia.

Pada penelitian ini digunakan juga membran yang didapatkan dari pasaran. Hal ini dimaksudkan untuk membandingkan efektifitas membran yang dibuat terhadap membran komersial.

2. Metode Penelitian

Pada penelitian ini dibuat membran keramik dengan berbagai komposisi untuk diuji keefektifannya dalam proses filtrasi. Proses pembuatan membran terdiri dari : *mixing*, *dying* dan *sintering*. Membran dibuat dengan diameter $\pm 2,5$ cm dan tinggi $\pm 0,5$ cm. Proses pembuatan membran keramik dilakukan di Laboratorium Fisika Material, UNJ. Membran yang dibuat kemudian diuji terhadap air tanah. Pada proses filtrasi dipergunakan air tanah yang diambil dari daerah Bekasi.

Filtrasi juga dilakukan menggunakan membran komersial yang dibeli di pasaran. Membran komersial terbuat dari karbon aktif berbentuk *granule*.

Setelah dilakukan pengujian menggunakan berbagai membran, air tanah yang telah melewati membran kemudian diukur kadar Fe dan Mn nya menggunakan AAS yang berada di Laboratorium Kimia UNJ.

3. Hasil dan Pembahasan

Pengukuran air tanah dilakukan menggunakan AAS, didapatkan kadar Fe dan Mn yang diambil dari 5 sumber air tanah berbeda di daerah Jakarta. Berikut adalah kadar Fe air tanah di

daerah Jakarta yang disajikan dalam tabel dengan konsentrasi Fe dan Mn dalam satuan ppm (*part per million*) atau mg/l :

Tabel 2. Data kadar Fe dan Mn pada air tanah dari 5 sumber berbeda

No	Sumber Air Tanah	Kadar Fe	Kadar Mn
1	Sunter	0,4499 ppm	0,1052 ppm
2	Sunter	0,2902 ppm	0,5474 ppm
3	Bekasi	0,7682 ppm	2,5573 ppm
4	Bekasi	0,9743 ppm	1,0033 ppm
5	Ragunan	0,8927 ppm	0,6648 ppm

Dari hasil pengukuran air tanah, didapatkan hasil pengukuran yang kadar Fe dan Mn air tanah tersebut melebihi batas kadar maksimum yang diperbolehkan. Menurut Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 907/MENKES/SK/VII/2002, kadar maksimum Fe yang diperbolehkan untuk air minum adalah 0,3 ppm dan Mn adalah 0,1 ppm.

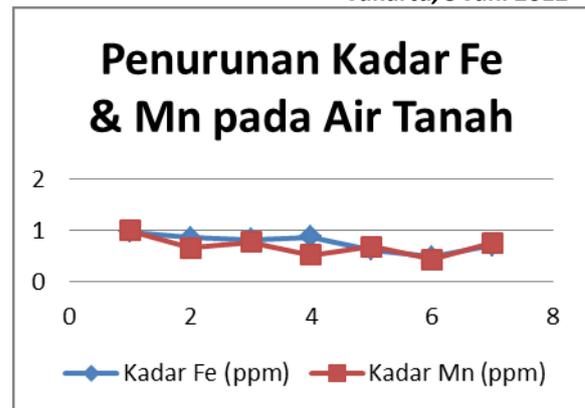
Dari kelima sumber air tanah yang diambil, maka diambil air tanah dari sumber keempat dari daerah Pondok Gede Permai, Jalan Nusa Indah 9 Blok C 10 RT 03/RW 08 . Sumber air tanah keempat diambil karena kecenderungan kadar Fe dan Mn yang sama-sama tinggi.

Kemudian, kelima membran dengan perbedaan komposisi dimasukkan kedalam sebuah kolom kaca dan dilewati air tanah yang berasal dari Bekasi, Jakarta Timur. Air tanah yang telah melewati membran kemudian diukur kadar Fe dan Mn menggunakan AAS, berikut adalah hasil pengukuran kadar Fe dan Mn pada tanggal 1 Juni 2012 :

Tabel 3. Data Penurunan Kadar Fe dan Mn

No.	Air Tanah yang Dilewati Membran	Kadar Fe (ppm)	Kadar Mn (ppm)
1	Tidak dilewati membrane	0,9743	1,0033
2	Membran Sampel 1	0,8550	0,6630
3	Membran Sampel 2	0,8264	0,7731
4	Membran Sampel 3	0,8705	0,5268
5	Membran Sampel 4	0,6235	0,6912
6	Membran Sampel 5	0,4911	0,4393
7	Membran Komersil	0,7059	0,7597

Dari hasil tersebut, maka di plot ke dalam grafik seperti berikut :



Gambar 1. Grafik Penurunan Kadar Fe dan Mn pada Air Tanah

Penurunan kadar Fe yang paling tinggi terdapat pada membran kelima dengan komposisi zeolit 70%, clay 10 % dan karbon aktif 20%. Penurunan kadar Fe ini sebanyak 49,39%. Dibandingkan dengan membran komersil yang mengalami penurunan kadar Fe sebesar 27,54%, maka membran yang dibuat lebih efektif dalam menurunkan kadar Fe pada air tanah.

Dari data yang diperoleh, kadar Mn yang paling tinggi mengalami penurunan juga terdapat pada membran kelima dengan komposisi karbon aktif paling banyak. Penurunan kadar Mn oleh membran kelima mencapai 56,21 % dibandingkan dengan penurunan kadar Mn pada membran komersil yang mencapai 23,58%, maka membran keramik yang dibuat memiliki efektifitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan membran komersil.

Dari hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa semakin banyak aditif pada membran keramik, maka semakin tinggi efektifitas membran untuk menurunkan kadar Fe dan Mn pada air tanah.

Grafik yang diperoleh tidak linear, diduga karena adanya rembesan pada kolom air yang menyebabkan air tanah tidak melewati membran. Meskipun hasil penurunan kadar Fe dan Mn tidak memenuhi kadar maksimum yang diperbolehkan oleh Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia, namun membran keramik yang dibuat telah cukup efektif.

4. Kesimpulan

Dari penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa membran keramik yang dibuat cukup efektif dalam menurunkan kadar Fe dan Mn pada air tanah. Penurunan tertinggi kadar Fe dan Mn terdapat pada membran keramik dengan komposisi zeolit 70%, clay 10% dan karbon aktif 20 %. Dapat disimpulkan, bahwa semakin banyak aditif yang ditambahkan pada membran, maka

semakin efektif penurunan kada Fe dan Mn pada air tanah.

Ucapan Terima Kasih

Terimakasih juga kepada Bapak Jeremia Ginting dan Ibu Rismawaty Tambun, atas aliran semangat yang tiada henti. Tak lupa saya ucapkan terimakasih kepada Bapak Agus Setyo Budi dan Bapak Esmar Budi selaku pembimbing dalam penelitian ini.

Daftar Acuan

- [1]. Abdur Rahman, Budi Hartono. *Penyaringan Air Tanah dengan Zeolit Alami untuk Menurunkan Kadar Besi dan Mangan*. Makara, Kesehatan, Vol.8, No. 1, 2004.
- [2]. Akbary, Fauzan. 2009. *Membran Zeolit Katalitik untuk Pembentukan Syngas*. Teknik Material, ITB.
- [3]. Andreas Djatmiko.P, Ali Masduqi. *Penurunan Kadar Besi oleh Media Zeolit Alam Ponorogo secara Kontinyu*.
- [4]. Avner, Sidney H. 1964. *Introduction to Physical Metallurgy*. Tokyo, Japan. The McGraw-Hill Kogakusha, Ltd.
- [5]. Barsoum, Michael 1997. *Fundamentals of Ceramics*. Drexel University. The McGraw-Hill Companies.
- [6]. Frilla R. T.S, Erfan Handoko, Bambang Soegiono,Umiyatin, Linah, Rizky Agustriany. *Pengaruh Temperatur terhadap Pembentukan Pori pada Arang Bambu*. ISBN :978-979-1165-74-7.
- [7]. Kacaribu, Kumpulan. 2008. Tesis: *Kandungan Kadar Seng (Zn) dan Besi (Fe) dalam Air Minum dalam Depot Air Minum Isi Ulang Air Pegunungan Sibolangit di Kota Medan*. Kimia, USU.
- [8]. L.Pelaez, M.I Vazquez, J. Benavente, *Interfacial and Fouling Effects On Difussional Permeability Across a Composite Ceramic Membrane*, Elsevier, 2009.
- [9]. Markus. 2001. *Analisis Pengaruh Variasi Tekanan Kompaksi terhadap Porositas dan Kekerasan Membran Keramik Zeolit Lembang, serta Kemungkinan Aplikasi dan Pengembangannya*. Teknik Metalurgi, UI.
- [10]. Masulili, Abinoor Chairina. 2001. *Pengaruh Ukuran Partikel terhadap Porositas, Densitas dan Kekerasan Zeolit sebagai Materi Membran Keramik*. Teknik Metalurgi, UI.
- [11]. Pahlevi, Mosh Riza. 2008. *Analisis Kadar Besi (Fe) dan Mangan (Mn) dari Air Gambut setelah Dijernihkan dengan Penambahan Tulang Ayam*. Kimia, Pascasarjana USU.
- [12]. Perwitasari, Ayu Adi. 2008. *Penentuan Luas Permukaan Zeolit Menggunakan Metode Adsorpsi Isotermis Superkritik CO₂ dengan Model Ono-Kondo*. Teknik Kimia,UI.
- [13]. Prabowo, Ari. 2001. *Pengaruh Variasi Temperatur Aktivasi pada Persen Loading Katalis Ni Berpenyangga Zeolit*. Teknik Metalurgi, UI.
- [14]. Roberta Del Colle, Carlos A. Fortulan,Sergio R.Fontes. *Manufacture and Characterization of Ultra and Microfiltration Ceramic Membranes by Isostatic Pressing*, Elsevier, 2011.
- [15]. Said, Nusa Idaman. *Uji Kinerja Pengolahan Air Siap Minum dengan Proses Biofiltrasi, Ultrafiltrasi dan Reverse Osmosis (RO) dengan Air Baku Air Sungai*. JAI Vol 5, No. 2, 2009.
- [16]. Suparni Setyowati Rahayu, Nurandani Hardyanti. 2007. *Uji Kemampuan Zeolit dalam Menyisihkan Logam Fe pada Limbah Cair yang Tercampur Minyak Goreng Bekas (Studi Kasus Industri Kecil Kerupuk Rambak Dwiwoyo, Kendal)*. Universitas Diponegoro.
- [17]. Siti Agustina, Sri Pudji. R, Tri Widiyanto, Trisni. A. *Workshop Teknologi Industri Kimia dan Kemasan : Penggunaan Teknologi Membran pada Pengolahan Air Limbah Industri Kelapa Sawit*.
- [18]. Upadhyaya, G.S. 1999. *Sintered Metallic and Ceramic Materials*. Kanpur, India. John Wiley & Sons, Ltd.