

PENGARUH KETEBALAN LAPISAN ZEOLIT SEBAGAI FILTER DALAM PROSES FILTRASI AIR RAWA ASIN

The Effect of The Thickness Zeolite as Layer in Filtration Process for Wetland Saline Water

Muthia Elma ^{1,2,*}, Aulia Rahma ^{2,1,2}, Amalia Enggar Pratiwi ^{3,1,2}, Muhammad Zainuddin ^{4,1,2}, Eris Munandar ^{5,1,2}, Zaini L. Assyaifi ^{6,1,2}, Erdina L. A. Rampun ^{1,2}, Gesit S.²

¹Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat Jl. A. Yani KM 36, Banjarbaru, Kalimantan Selatan 70714, Indonesia

²Materials and Membranes Research Group (M2ReG), Universitas Lambung Mangkurat Jl. A. Yani KM 36, Banjarbaru, Kalimantan Selatan 70714, Indonesia

*Corresponding author: melma@ulm.ac.id

Abstract. Wetland saline water is the water from river that is exposed to the salt content which empties into the sea. Unfortunately, this water become a big problem in South Kalimantan if it is widely used as a source of clean water for the communities, therefore, this water is not suitable for daily needs. Sea water that enters to the body of wetland water causes salinity is almost the same as sea water which is 3.5wt%. This study was conducted to treat wetland saline water using a process of coagulation, flocculation and filtration to produce clean water. The purpose of this work is to determine the effect of the thickness of the zeolite layer on the ability to treat wetland saline water to become clean water through filtration process. The filter media employed consisted of gravel (8 cm) at the bottom, zeolites (0, 2, 4, 6 and 8 cm), and charcoal (4 cm). The results show that the thickness of zeolite has an influence on pH, TDS (Total dissolved Solid) and conductivity in wetland saline water treatment. The best zeolite thickness is obtained at 4 cm, with pH, TDS and conductivity values of 5.7; 209 mg.L⁻¹; and 424 μ S.cm⁻¹. This TDS value has met the quality standard according to Regulation of the Minister of Health of the Republic of Indonesia No. 492 / Menkes / Per / IV / 2010. This indicates that zeolite has the potential to reduce salt concentration in wetland saline water.

Keywords: Filtration process, sea water intrusion, wetland saline water, zeolite

Abstrak. Air rawa asin merupakan air sungai yang terpapar kandungan garam yang bermuara ke laut. Namun, air rawa asin menjadi masalah besar di Kalimantan Selatan jika dijadikan sebagai sumber air bersih bagi masyarakat. Sehingga, air ini menjadi tidak layak digunakan untuk kebutuhan sehari-hari. Air laut yang masuk ke dalam badan air rawa mengakibatkan salinitasnya hampir sama dengan air laut yaitu 3,5wt%. Studi ini dilakukan untuk melakukan pengolahan air rawa asin menggunakan proses koagulasi, flokulasi dan filtrasi untuk menghasilkan air bersih. Tujuan dari pekerjaan ini adalah mengetahui pengaruh ketebalan zeolit terhadap kemampuan proses filtrasi air rawa asin menjadi air bersih. Media filter yang digunakan terdiri dari kerikil (8 cm) pada bagian bawah, zeolit (0, 2, 4, 6 dan 8 cm), dan arang (4 cm). Hasil studi menunjukkan bahwa ketebalan zeolit memiliki pengaruh terhadap pH, TDS dan konduktivitas dalam pengolahan air rawa asin. Ketebalan zeolite terbaik didapat pada 4 cm, dengan nilai pH, TDS (Total dissolved Solid) dan konduktivitas adalah 5,7; 209 mg/L; dan 424 μ S/cm. Nilai TDS sudah memenuhi baku mutu menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 492/Menkes/Per/IV/2010. Hasil ini menunjukkan zeolit berpotensi mengurangi kadar garam di dalam air rawa asin.

Kata kunci: Proses filtrasi, intrusi air laut, air rawa asin, zeolit

1. PENDAHULUAN

Air rawa asin merupakan salah satu sumber air untuk pemenuhan kehidupan masyarakat Kalimantan Selatan, Indonesia. Umumnya masyarakat menggunakan air rawa asin untuk aktifitas sehari-hari. Air rawa asin memiliki karakteristik yang khas seperti nilai pH yang rendah, warna coklat keruh dan mengandung bahan organik. Masalah utama pada air

rawa yang baru ditemukan ialah adanya intrusi dari air laut sehingga air rawa menjadi asin. Pada saat musim kemarau, konsentrasi garam dalam air rawa asin sangat tinggi, melewati baku mutu yang ditetapkan oleh WHO [2]. Konsentrasi garam pada air rawa bervariasi ketika musim hujan dan kemarau. Fenomena ini disebabkan oleh intrusi air laut ke aliran sungai selama musim hujan. Kemudian pada musim

kemarau terjadi evaporasi yang menyebabkan garam terendapkan didasar sungai.

Karakteristik khas air rawa asin direpresentasikan oleh parameter TDS (*Total Dissolved Solid*) dan konduktivitas [3]. Air rawa asin yang telah diobservasi di Desa Muara Halaung, kabupaten Banjar propinsi Kalimantan Selatan memiliki nilai TDS sekitar 9.85 g/L, sedangkan konduktivitasnya sebesar 35 mS/cm. Menurut Davis and Wiest [4] hasil tersebut menunjukkan air rawa dapat dikategorikan sebagai air rawa dengan salinitas tinggi. Sehingga perlu dilakukan *treatment* sebelum digunakan.

Pengolahan secara konvensional telah dilakukan untuk mengolah air rawa asin yaitu terdiri dari proses penetrasi, koagulasi-flokulasi dan filtrasi. Pada tahap proses koagulasi-flokulasi, performa dioptimalkan pada penyisihan asam humat konsentrasi tinggi [5], bahan organik alami khususnya yang termasuk dalam fraksi hidrofofik [6]. Adapun koagulan yang digunakan adalah aluminium sulfat atau tawas yang murah dan mudah didapatkan. Koagulan ini terbukti dapat menyisihkan warna, kandungan logam dan bahan organik. Akan tetapi tidak dapat menyisihkan kandungan TDS ataupun garam sehingga kombinasi dilakukan menggunakan filtrasi.

Proses filtrasi dilakukan dengan menaruh beberapa lapisan material sehingga memiliki pori yang selektif terhadap partikel-partikel terlarut (TDS) [7]. Terlebih dalam kasus ini, modifikasi dilakukan pada penggunaan material filter. Pada filter ini, digunakan bahan utama yaitu pasir zeolit yang berperan dalam menahan garam untuk ikut ke air olahan.

Material zeolit ini banyak digunakan pada berbagai macam aplikasi. Zeolite alami sebagai ion-exchange dan bahan sorbent untuk menyisihkan besi (Al-Anber & Al-Anber, 2008). Penelitian Widiastuti, Wu, Ang, and Zhang (2011) melakukan penyisihan ammonium dengan zeolite pada *grey water*. Namun belum terdapat penelitian mengenai kemampuan zeolit sebagai material filter dalam proses filtrasi air rawa asin. Sebelumnya, Wajima (2013) telah menginvestigasi bahan *ion exchange* memakai zeolite, dimana ion sodium berhasil disisihkan. Penelitian lain yang dilakukan oleh Wibowo *et al.* (2017) menyatakan adsorben zeolit juga baik dalam menyisihkan air asin. Oleh karena itu dilakukanlah investigasi terhadap ketebalan zeolite untuk mengolah air rawa asin.

2. METODE

2.1 Karakterisasi Air Rawa Asin

Sampel air rawa asin diambil di Desa Muara Halayung Kabupaten Banjar propinsi Kalimantan Selatan. Kandungan *Total dissolved solid* (TDS) dan konduktivitas diukur menggunakan OHAUS Conductivity Starter 300C. Sedangkan pH diukur menggunakan digital pH meter.

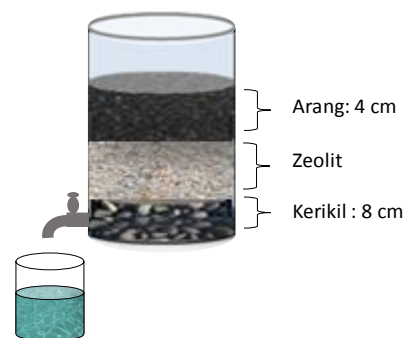
2.2 Proses Koagulasi dan Filtrasi

Proses koagulasi dilakukan guna menjernihkan warna air. Jenis koagulan yang digunakan adalah $Al_2(SO_4)_3$ dengan dosis penambahan 120 mg/L. Air rawa asin kemudian diaduk dengan pengadukan cepat memakai alat jar-test dengan kecepatan 200 rpm selama 1 menit. Selanjutnya, pengadukan lambat diatur dengan kecepatan 40 rpm selama 20 menit. Sedimentasi yaitu proses pengendapan air dilakukan selama 30 menit.

Alat filtrasi dibuat menggunakan media arang, zeolite dan kerikil. Aliran filtrasi dilakukan dari atas ke bawah dengan rincian sebagai berikut (Gambar 1):

1. Lapisan 1 (paling bawah): kerikil dengan ukuran diameter 3-5 cm dan ketebalan 8 cm.
2. Lapisan 2 (tengah): pasir zeolit dengan variasi ketebalan 0, 2, 4, 6 dan 8 cm.
3. Lapisan 3 (atas): arang dengan ukuran diameter 2-3 cm dan ketebalan 4 cm.

Hasil air olahan proses koagulasi sebelumnya dialirkan ke alat filtrasi untuk diuji hasilnya menggunakan parameter TDS, pH, dan konduktivitas.



Gambar 1. Alat filtrasi

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Karakteristik Air Rawa Asin

Karakteristik air rawa asin yang diambil di Kabupaten Banjar memiliki pH rendah yang membuktikan air bersifat asam dan tidak layak dikonsumsi. Akan tetapi untuk kandungan TDS dan konduktivitas menunjukkan angka yang tinggi.

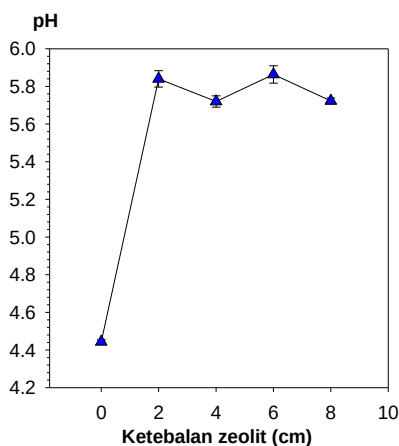
Kandungan TDS berhubungan langsung dengan konduktivitas, semakin tinggi TDS maka konduktivitas juga semakin tinggi. TDS sendiri mendeskripsikan bahan organik kecil dan garam inorganik di dalam air (Islam et al., 2017). Hasil ini menunjukkan bahwa air rawa asin tidak layak digunakan menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 492/Menkes/Per/IV/2010 tentang persyaratan kualitas air minum.

Tabel 1. Karakterisasi awal air rawa asin

Parameter	Unit	Air rawa asin	Baku mutu
TDS	g / L	4,68	0.5
pH	-	5.37	6.5 - 8.5
Konduktivitas	mS / cm	13.27	-

3.2 Pengolahan Air Rawa Asin Menggunakan Filtrasi

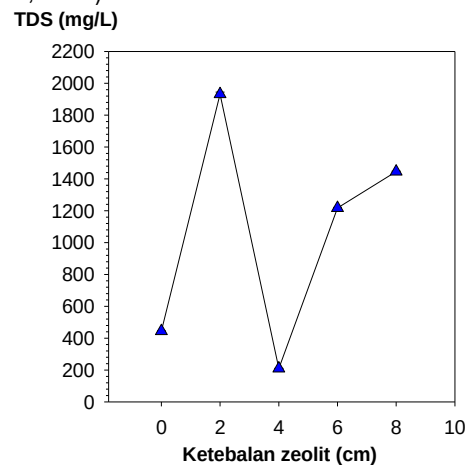
Penambahan alum yang berperan dalam menjernihkan air, dapat menurunkan pH menjadi 4, akan tetapi setelah dilewatkan pada alat filtrasi, pH akan meningkat, Bahan filtrasi yang mempengaruhi peningkatan pH adalah karbon aktif (Ratnoji & Singh, 2014) dan zeolite (Arista Rahayu, 2015). Pengaruh ketebalan zeolit (0, 2, 4, 6 dan 8 cm) terhadap pH dapat terlihat pada Gambar 2. Gambar memperlihatkan ketebalan zeolit terbaik yaitu 6 cm. Ketebalan 2, 4, 6 dan 8 cm tidak memiliki perbedaan yang signifikan dalam meningkatkan pH. Akan tetapi dibandingkan tanpa zeolit, nilai kenaikan pH terlihat pada hasil keluaran air rawa asin. Penambahan zeolit dapat meningkatkan pH karena zeolit sendiri memiliki muatan negatif dan pori-pori terisi K, Na, Mg, Ca dan H₂O. Muatan ini menyebabkan adanya pertukaran ion dan pelepasan air (Arista Rahayu, 2015).



Gambar 2. Pengaruh ketebalan zeolit terhadap pH pada filtrasi

Kandungan TDS terdiri dari berbagai zat terlarut (organik, inorganik dan material lain) dengan diameter $< 10^{-3}$ cm (Mukhtasor, 2007). Kemampuan alum sebagai koagulan memiliki peran dalam menyisihkan TDS. Flok besar terbentuk dari proses koagulasi serta pengadukan lambat dan cepat akibat destabilisasi partikel dengan partikel lain bergabung, sehingga flok mudah disisihkan ke tahap filtrasi (Notodarmojo & Suprihanto, 2007).

Berdasarkan Gambar 3, menggambarkan konsentrasi dan penyisihan terbaik didapatkan pada ketebalan zeolite 4 cm. Kandungan TDS yang dihasilkan fluktuatif setelah sampel air rawa asin yang dialirkan filtrasi pada berbagai variasi ketebalan zeolit. Hal ini karena selain menurunkan, TDS juga dapat meningkat akibat terlepasnya ion metalik dari zeolite (Hassanpour Aslani, Ghafourian, Ardakani, & Torabi, 2013).



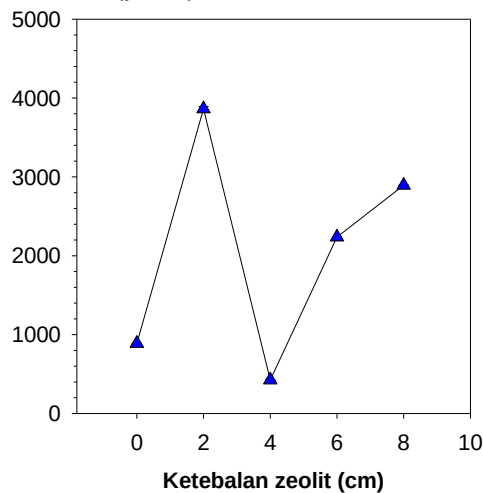
Gambar 3. Pengaruh ketebalan zeolit pada TDS

Bahan lapisan filter yang juga berfungsi dalam menyisihkan TDS adalah arang (Majid & Santjoko, 2019). Arang aktif berasal dari tempurung kelapa sebagai lapisan filtrasi juga dapat dalam mengurangi kandungan TDS (Ratnoji & Singh, 2014). Selain itu, Ca dan Mg yang menyebabkan kesadahan air dapat direjeksi oleh arang aktif (Rahmadhani & Sari, 2014).

Mengacu pada Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 492/Menkes/Per/IV/2010 TDS hasil olahan filtrasi sudah memenuhi baku mutu, dimana hasil keluaran air sekitar 209 mg/L. Masih berada dibawah baku mutu sebesar 500 mg/L.

Hasil fluktuatif yang sama seperti TDS pada hasil keluaran koagulasi-filtrasi air rawa asin juga ditunjukkan oleh konduktivitas (Gambar 4). Konduktivitas adalah ukuran dari banyaknya konsentrasi elektrolit di dalam air. Kandungan elektrolit yang dalam prinsipnya merupakan garam terlarut di dalam air, berhubungan dengan kemampuan elektrik (Yulianti, 2015). Penyisihan salinitas terbaik yang sama yaitu ketebalan zeolit 4 cm

juga ditunjukkan sejalan dengan hasil TDS. Konduktivitas air rawa asin hasil olahan adalah sebesar 424 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Penelitian lain juga menyebutkan zeolit memiliki kemampuan dalam menyisihkan kandungan salinitas (Dian Cider Ramadhani 2014). Oleh menyatakan penurunan kadar garam mencapai 52% dengan menggunakan zeolite (Astuti, Jamali, & Amin, 2006).

Konduktivitas ($\mu\text{S}/\text{cm}$)

Gambar 4. Pengaruh ketebalan zeolit pada konduktivitas

4. SIMPULAN

Ketebalan zeolit memiliki pengaruh terhadap pH, TDS dan konduktivitas dalam pengolahan air rawa asin. Ketebalan zeolite terbaik didapat pada 4 cm, dengan nilai pH, TDS, dan konduktivitas adalah 5,7; 209 mg/L; dan 424 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Nilai TDS sudah memenuhi baku mutu menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 492/Menkes/Per/IV/2010. Hasil ini menunjukkan zeolite berpotensi mengurangi kadar garam pada air asin.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pembakal Desa Muara Halayung kabupaten Banjar propinsi Kalimantan Selatan atas dilaksanakan lokasi pengabdian masyarakat dan penelitian. Selanjutnya terima kasih juga kepada Hibah Pengabdian Kepada Masyarakat PNBPU LUM, Hibah Pengabdian Kepada Masyarakat PNBPU FT-ULM dan Hibah Australia Grant Scheme Batch 2 Tahun 2018-2019.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Al-Anber, M., & Al-Anber, Z. A. (2008). Utilization of natural zeolite as ion-exchange and sorbent material in the removal of iron. *Desalination*, 225(1): 70-81. doi: <https://doi.org/10.1016/j.desal.2007.07.006>
- Arista Rahayu, M. M., Ian Yulianti. (2015). Pengaruh Perubahan Massa Zeolit Terhadap Kadar Ph Limbah Pabrik Gula Melalui Media Filtrasi. *Jurnal Fisika*, 5(2).
- Astuti, W., Jamali, A., & Amin, M. (2006). *Desalinasi Air Payau Menggunakan Surfactant Modified Zeolite (SMZ)*.
- Hassanpour Aslani, S., Ghafourian, H., Ardakani, M. R., & Torabi, S. (2013). Feasibility Study of Reducing the Total Dissolved Solids (TDS) from Contaminated Water in Radish Plant (*Raphanus Sativus*) Using Nano Activated Carbon and Zeolite. *Journal of Nanostructures*, 3(2): 219-225. doi: 10.7508/jns.2013.02.010
- Islam, R., Faysal, S., Amin, M., Juliana, F., Islam, M., Alam, J., . . . Corresponding. (2017). Assessment of pH and Total Dissolved Substances (TDS) in the Commercially Available Bottled Drinking Water. 6: 35-40. doi: 10.9790/1959-0605093540
- Majid, F., & Santjoko, H. (2019). *Pasir, Zeolit Dan Arang Aktif Sebagai Media Filtrasi Untuk Menurunkan Kekeruhan, Tds Dan E-Coli Air Sungai Selokan Mataram Yogyakarta*. Poltekkes Kemenkes Yogyakarta.
- Mukhtasor. (2007). *Pencemaran Pesisir dan laut*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Notodarmojo, & Suprihanto. (2007). Penurunan Warna dan Kandungan Zat Organik Air Gambut dengan Cara Two Stage Coagulation. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 13(1): 17-26.
- Rahmadhani, & Sari, D. (2014). *Perbedaan Keefektifan Media Filter Zeolit Dengan Arang Aktif Dalam Menurunkan Kadar Kesadahan Air Sumur Di Desa Kismoyoso Ngemplak Boyolali*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Ratnoji, S. S., & Singh, N. (2014). A Study of Coconut Shell - Activated Carbon for Filtration And Its Comparison with Sand Filtration. *International Journal of Renewable Energy and Environmental Engineering*, 02(03): 1-4.
- Wajima, T. (2013). Ion exchange properties of Japanese natural zeolites in seawater. *Anal Sci*, 29(1): 139-141. doi: 10.2116/analsci.29.139
- Wibowo, E., Sutisna, Rokhmat, M., Murniati, R., Khairurrijal, & Abdullah, M. (2017). Utilization of Natural Zeolite as Sorbent Material for

- Seawater Desalination. *Procedia Engineering*, 170: 8-13. doi: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.03.002>
- Widiastuti, N., Wu, H., Ang, H. M., & Zhang, D. (2011). Removal of ammonium from greywater using natural zeolite. *Desalination*, 277(1): 15-23. doi: <https://doi.org/10.1016/j.desal.2011.03.030>
- Yulianti, A. (2015). *Prototype Alat Pengolahan Air Laut Menjadi Air Minum (Pengaruh Variasi Packing Filter Terhadap Kualitas Air Dengan Analisa Do, Salinitas, Dan Konduktivitas)*. Politeknik Negeri Sriwijaya.