



## Pengaruh Ukuran Zeolit Teraktivasi terhadap Salinitas Air Payau di Desa Kemudi dengan Metode Adsorpsi

Fiska Yohana Purwaningtyas\*, Zainal Mustakim, Mega Tri Umamingrum, dan Muhammad Abdul Ghofar

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Gresik, Jalan Sumatera No. 101  
Gresik Kota Baru (GKB), Gresik

\*E-mail: [fiskayohana@umg.ac.id](mailto:fiskayohana@umg.ac.id)

### Abstract

*Water in the Kemudi Village was categorized as brackish water, so fresh water was difficult to obtain in this village. Salinity of water in the village of Kemudi reached 30.11 g / L. This high salinity caused residents to have buying clean water from other villages for their daily needs. One way to convert brackish water into fresh water was by the adsorption method. This study examined brackish water desalination using an adsorption method with activated zeolite adsorbents. Zeolite could reduce water salinity in the Kemudi village in accordance with clean water quality standards. This experiment was conducted to determine the effect of zeolite size and room temperature on water salinity. The sizes used were 841 microns (20 mesh), 250 microns (60 mesh), and 149 microns (100 mesh). Water in the Kemudi Village had  $Cl^-$  content of 9,128.38 mg/L. Activated zeolite could reduce  $Cl^-$  levels better than non-activated zeolite. The size of zeolite influenced the levels of  $Cl^-$  absorbed. For the size of 20 mesh the  $Cl^-$  level dropped to 8082.60 mg/L, for the size of 60 mesh was 8188.95 mg/L, and for the size of 100 mesh was 8255.31 mg/L.*

**Keywords:** adsorption, zeolite, salinity, brackish water

### Pendahuluan

Air payau merupakan campuran antara air tawar dan air laut (air asin) yang memiliki salinitas lebih dari 0,5 ppt, sehingga air payau tidak dapat dikonsumsi dan digunakan untuk kebutuhan rumah tangga. Di Desa Kemudi sendiri salinitas air payau tergolong sangat tinggi yaitu 30,11 mg/L. Kondisi ini menyebabkan air tawar sukar didapatkan, sehingga warga Desa Kemudi harus membeli air tawar untuk kebutuhan mereka. Salinitas adalah tingkat keasinan atau kadar garam terlarut dalam air, dimana umumnya pada air payau salinitas disebabkan oleh 7 ion utama yaitu: natrium ( $Na^+$ ), kalium ( $K^+$ ), kalsium ( $Ca^{2+}$ ), magnesium ( $Mg^{2+}$ ), klorida ( $Cl^-$ ), sulfat ( $SO_4^{2-}$ ) dan bikarbonat ( $HCO_3^-$ ) (Kordi, 1996). Desalinasi adalah proses pemurnian atau pengurangan garam terlarut di dalam air laut. Teknologi desalinasi berupa desalinasi termal dan desalinasi non termal. Desalinasi termal adalah desalinasi menggunakan energi panas untuk memisahkan air dan kandungan garam. Sedangkan desalinasi non termal adalah desalinasi tanpa menggunakan panas (Nugroho, 2004).

Pada penelitian ini dilakukan adsorpsi dengan zeolit sebagai adsorben untuk menurunkan salinitas air payau agar dapat digunakan untuk keperluan minum, memasak, mencuci dan lain-lain. Zeolit sendiri merupakan senyawa kimia alumino-silikat berhidrat dengan kation natrium, kalium dan barium. Zeolit juga memiliki pori-pori berukuran molekuler sehingga mampu memisahkan atau menyaring molekul dengan ukuran tertentu. Zeolit alam secara alamiah dapat terbentuk dari batuan vulkanik, maupun batuan sedimen. Hasil pembentukannya merupakan sistem campuran yang heterogen. Komposisi mineral atau bahan-bahan dalam zeolit alam dapat mengandung lebih dari satu jenis mineral zeolit misalnya zeolit modernit, klinoptilolit, juga terdapat mineral-mineral amorf seperti silika, alumina, feldspar, dan terdapat pula oksida-oksida logam transisi serta kontamin-kontamin organik lainnya. Zeolit memiliki struktur tiga dimensi dan mempunyai pori-pori atau ruang-ruang yang dapat diisi oleh kation lain ataupun molekul air. Karakter struktur kristal berongga dalam zeolit berfungsi mengikat molekul air dan ion-ion logam. Ion-ion logam dan molekul air tersebut bebas bergerak dalam kerangka zeolit menyebabkan zeolit dapat digunakan untuk pertukaran ion tanpa mengalami perubahan dalam struktur kristal zeolit (Atikah, 2017). Penelitian ini menggunakan metode adsorpsi air payau dengan variasi ukuran partikel 20, 60, dan 100 mesh untuk zeolit teraktivasi dan non aktivasi.

Adsorpsi didefinisikan sebagai pengambilan molekul-molekul oleh permukaan luar atau permukaan dalam suatu padatan adsorben. Tingkat adsorpsi (*rate of adsorption*) menentukan waktu yang dibutuhkan untuk pengolahan, dan ukuran atau skala dari sistem adsorpsi yang akan diterapkan. Kinetika proses menggambarkan tahapan di mana molekul dipindahkan dari larutan ke pori-pori partikel adsorben (Poerwadio dan Masduqi, 2004).



Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan zeolit yang diaktivasi secara fisika maupun non aktivasi pada proses adsorpsi air payau dari Desa Kemudi-Gresik untuk menurunkan kadar garam dari air tersebut. Selain itu ingin diketahui pengaruh ukuran partikel zeolit terhadap kemampuan zeolit untuk menurunkan kadar garam dalam air payau.

### Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan metode pendekatan eksperimental di laboratorium. Bahan-bahan dan alat yang diperlukan untuk penelitian ini yaitu: *magnetic stirrer*, ayakan, buret 50 mL, termometer, zeolite alam, perak nitrat, kalium dikromat, natrium klorida, *aquadest*, air sumur Desa Kemudi Gresik. Air sumur Desa Kemudi dikarakterisasi terlebih dahulu untuk mengetahui salinitas dan kadar klorida di dalamnya.

Preparasi zeolit dilakukan dalam 2 tahapan. Tahapan pertama yaitu memperkecil ukuran zeolit dengan cara menumbuk dan mengayak zeolit dengan ukuran 20, 60 dan 100 mesh. Tahapan kedua adalah proses aktivasi secara fisika dilakukan dengan kalsinasi dalam *furnace* pada suhu 400°C selama satu jam.

Pengambilan data dilakukan dengan cara mengaduk 700 mL air payau dan zeolit 20 gram menggunakan *magnetic stirrer* dengan kecepatan 200 rpm. sampel diambil setiap waktu, yaitu 5, 10, 15, 20, 30, dan 60 menit untuk selanjutnya di uji kadar Cl<sup>-</sup> dan salinitasnya menggunakan titrasi argentometri. Penentuan kadar garam pada sampel dengan cara titrasi sampel dengan larutan AgNO<sub>3</sub> dan indikator K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> sampai terbentuk endapan merah bata. Sedangkan salinitas diuji menggunakan salinometer.

### Hasil dan Pembahasan

Dari hasil pengujian, zeolit alam yang telah teraktivasi dan non aktivasi digunakan sebagai adsorben air payau dari Desa Kemudi. Zeolit dimasukkan dalam air payau, kemudian diaduk menggunakan *magnetic stirrer*. Sampel diambil saat waktu 5, 10, 15, 20, 30 dan 60 menit. Selanjutnya sampel selanjutnya diuji kadar salinitasnya dengan titrasi argentometri.

Analisis sampel air payau dilakukan untuk mengetahui kadar garam pada air tersebut. Penentuan kadar garam pada air sampel (air payau) ini dilakukan untuk mengetahui kadar garam awal sebelum diadsorpsi. Air payau yang diambil dari salah satu sumur warga di Desa Kemudi ini memiliki salinitas yang cukup tinggi yaitu 30,11 g/L dengan kandungan Cl<sup>-</sup> 9.128,38 mg/L. Jika dibandingkan dengan standar nilai salinitas air tawar, air di Desa Kemudi termasuk dalam air payau. Secara kuantitatif, mutu air payau mengandung klorida antara 0,5 g Cl<sup>-</sup> /liter sampai dengan 10 g Cl<sup>-</sup> /liter. Jika merujuk pada baku mutu air bersih (PP No.82, 2001), kandungan klorida dalam air bersih maksimal adalah 0,6 g Cl<sup>-</sup> /liter. Oleh sebab itu dalam penelitian ini digunakan metode adsorpsi untuk menurunkan kandungan garam dalam air dari Desa Kemudi agar air tersebut dapat digunakan oleh warga.

Pada penelitian ini air payau diadsorpsi dengan zeolit non aktivasi dan aktivasi dengan ukuran mesh masing-masing 20, 60 dan 100 mesh. Hasil perhitungan kadar Cl<sup>-</sup> setelah adsorpsi air dari Desa Kemudi dengan zeolit non aktivasi dan teraktivasi disajikan dalam Tabel 1.

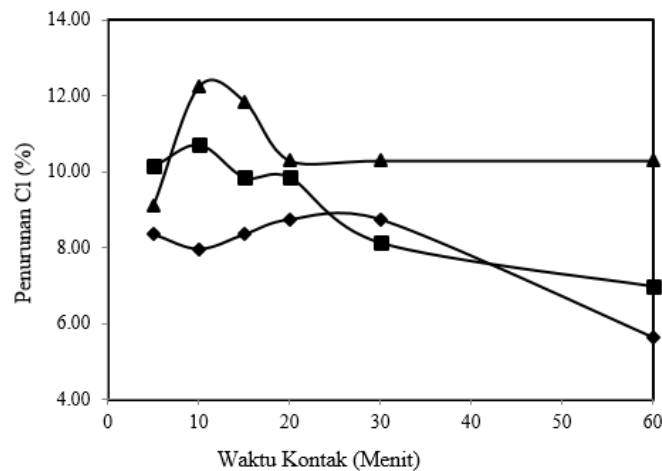
**Tabel 1.** Salinitas dan Kadar Cl<sup>-</sup> Air Payau Setelah Adsorpsi

Ukuran (mesh)	Aktivasi / Non Aktivasi	Salinitas (g/L)	Kadar Cl <sup>-</sup> (mg/L)
20	Aktivasi	30,15	8.082,60
	Non aktivasi	29,99	8.614,35
60	Aktivasi	30,09	8.188,95
	Non aktivasi	29,99	8.492,69
100	Aktivasi	30,17	8.255,31
	Non aktivasi	30,14	8.188,95

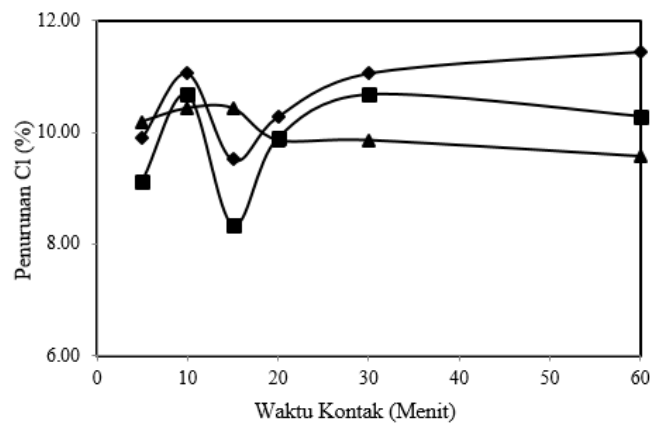
Tabel 1 menunjukkan bahwa variasi ukuran adsorben non aktivasi menunjukkan penurunan salinitas yang berbeda-beda. Makin besar ukuran zeolit makin kecil penurunan salinitas. Semakin besar ukuran partikel yaitu dari 841 mikron (Mesh 20), 250 mikron (mesh 60) dan 149 mikron (mesh 100) penurunan salinitas masing-masing ukuran sebesar 29,99 g/L; 29,90 g/L; dan 30,14 g/L. Penurunan ini disebabkan karena luas permukaan semakin kecil. Ukuran zeolit menentukan luas permukaan adsorben. Semakin luas permukaan adsorben, semakin banyak adsorbat yang diserap, sehingga proses adsorpsi dapat semakin efektif. Semakin kecil ukuran diameter adsorben maka semakin luas permukaannya. Kapasitas adsorpsi total dari suatu adsorbat tergantung pada luas permukaan total adsorbennya. Menurut Bernasconi (1995), waktu untuk mencapai keadaan setimbang pada proses adsorpsi oleh adsorben berkisar antara beberapa menit hingga beberapa jam. Tetapi untuk mesh 100 terjadi kenaikan kadar salinitas. Hal ini terjadi kemungkinan disebabkan oleh ukuran partikel yang terlalu kecil, sehingga luas pori yang tersedia di dalam adsorben

lebih lebih kecil. Hal ini menyebabkan jumlah ion-ion yang terjerap lebih sedikit. Namun penurunan ini belum berhasil untuk menghasilkan air yang layak atau air yang bersih yaitu maksimal memiliki kandungan Cl<sup>-</sup>nya 0,6 g/Liter atau kandungan garamnya (salinitasnya) maksimal 1 mg/L. Penurunan salinitas tidak terlalu signifikan, kemungkinan hal ini disebabkan karena besarnya salinitas air payau tersebut tidak sebanding dengan banyaknya garam yang dijerap zeolit, sehingga tingkat ketelitian pengukuran tidak terlalu baik.

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa zeolit teraktivasi dan zeolit non aktivasi dapat menurunkan kadar Cl<sup>-</sup> dalam air payau. Zeolit teraktivasi dapat menyerap ion Cl<sup>-</sup> lebih efektif dibandingkan dengan zeolit non aktivasi. Sedangkan untuk variasi ukuran pada zeolit non aktivasi menunjukkan bahwa semakin kecil ukuran partikel zeolit, maka kadar Cl<sup>-</sup> mengalami penurunan semakin banyak. Namun hal sebaliknya terjadi pada zeolit teraktivasi, dimana semakin kecil ukuran menunjukkan semakin sedikit ion Cl<sup>-</sup> yang teradsorpsi. Hal ini kemungkinan dapat disebabkan karena penggunaan suhu 400°C merusak permukaan pori-pori zeolit sehingga luas permukaan yang dipakai untuk penjerapan berkurang. Selain itu ada kemungkinan zeolit sudah jenuh sehingga daya jerapnya menurun.



(a)



(b)

**Gambar 1.** Grafik persentase penurunan Cl<sup>-</sup> (a) zeolit non aktivasi (b) zeolit teraktivasi. *Note:* ♦ = 20 mesh, ■ = 60 mesh, ▲ = 100 mesh

Dari Gambar 1, penurunan kadar Cl<sup>-</sup> untuk zeolit non aktivasi dengan ukuran 20, 60 dan 100 mesh mengalami ketidakstabilan dalam penurunan kadar Cl<sup>-</sup>. Kemungkinan hal ini disebabkan oleh faktor eksternal seperti suhu yang tidak stabil. Penurunan Cl<sup>-</sup> pada zeolit ukuran 100 mesh sedikit lebih signifikan dibanding dengan mesh 20 dan 60. Sedangkan pada zeolit teraktivasi mesh 20 mengalami kenaikan dalam penurunan Cl<sup>-</sup> pada menit 15 sampai menit 60. Aktivasi zeolit secara fisika dengan suhu 400°C selama satu jam. bertujuan agar molekul air dapat keluar dari pori-pori sehingga zeolit dapat berfungsi sebagai penjerap (Sutarti, 1994). Dengan keluarnya air, mengakibatkan zeolit mempunyai struktur yang terbuka. Terbukanya struktur ini menghasilkan saluran dan pori. Sehingga molekul dengan ukuran yang tepat dapat terperangkap di dalam saluran dan pori ini. Hal inilah yang memungkinkan zeolit dapat digunakan sebagai adsorben yang selektif.



## **Kesimpulan**

Zeolit teraktivasi dan zeolit non aktivasi dapat menurunkan salinitas dan kadar  $\text{Cl}^-$  dalam air payau. Zeolit teraktivasi menyerap ion  $\text{Cl}^-$  lebih banyak dibandingkan dengan zeolit non aktivasi untuk ukuran partikel yang sama. Untuk zeolit non aktivasi, semakin kecil ukuran partikel maka akan semakin banyak ion  $\text{Cl}^-$  yang terjerap, hal ini disebabkan karena semakin kecil ukuran maka luas kontakannya akan semakin besar. Namun hal sebaliknya ditunjukkan oleh zeolit teraktivasi, dimana semakin kecil ukuran maka kemampuan menyerap ion  $\text{Cl}^-$  akan semakin menurun. Kemungkinan disebabkan oleh rusaknya permukaan pori-pori zeolit karena pemanasan atau karena zeolit sudah jenuh.

## **Ucapan Terima Kasih**

Terimakasih kepada berbagai pihak yang telah membantu terlaksananya penelitian ini, yaitu Kepala Desa dan warga Desa Kemudi Kabupaten Gresik, laboratorium internal Universitas Muhammadiyah Gresik, serta laboratorium eksternal.

## **Daftar Pustaka**

- Astuti W, Jamali A dan Amin M. Desalinasi air payau menggunakan Surfactant Modified Zeolite (SMZ). *Journal of Indonesian Zeolites*. 2007; 6 (1): 32-37.
- Atikah WS. Potensi zeolit alam gunung kidul teraktivasi sebagai media adsorben pewarna tekstil. *Arena Tekstil*. 2017; 32 (1): 17-24.
- Bernasconi GH. *Teknologi kimia: Penentuan kesadahan sementara dan kesadahan permanen*. PT. Pradnya Paramita: Jakarta. 2008.
- Nugroho A. Uraian umum tentang teknologi desalinasi. *Jurnal Pengembangan Energi Nuklir*. 2004; 6 (3-4): 65-75.
- Poerwadio AD, Masduqi A. Penurunan kadar besi oleh media zeolit alam Ponorogo secara kontinyu. *Jurnal Purifikasi*. 2004; 5 (4):169-174.
- Sutarti M dan Rachmawati M. *Zeolit: Tinjauan literatur*. Pusat dokumentasi dan dan Informasi LIPI: Jakarta. 1994.





## Lembar Tanya Jawab

**Moderator : Retno Ringgani (UPN "Veteran" Yogyakarta)**  
**Notulen : Perwitasari (UPN "Veteran" Yogyakarta)**

1. Penanya : Retno Ringgani (UPN "Veteran" Yogyakarta)
- Pertanyaan : a. Bagaimana pendapat peneliti mengenai variasi hasil yang diperoleh dari percobaan adsorpsi baik menggunakan zeolit teraktivasi ataupun tidak pada mesh yang berbeda?  
b. Mengapa hasil percobaan pada grafik (Gambar 1.a) di awal mengalami kenaikan kemudian penurunan?  
c. Berapa suhu adsorpsi yang digunakan dalam penelitian ini?
- Jawaban : a. Secara teori semakin kecil ukuran partikel maka semakin luas permukaan partikel sehingga proses penjerapan semakin baik. Akan tetapi pada penelitian ini berlaku sebaliknya yaitu untuk ukuran partikel semakin kecil, penjerapan tidak semakin baik. Hal ini disebabkan tidak semua partikel dengan ukuran kecil akan memberikan luas permukaan yang besar untuk adsorpsi karena ada ukuran optimum molekul dalam partikel dengan kata lain dimungkinkan ada bagian dari partikel yang tertutup oleh molekul lain.  
b. Kemungkinan efek dari suhu yang tidak stabil saat proses adsorpsi.  
c. Suhu proses adalah 30°C.
- Saran dari penanya:  
Alangkah lebih baik lagi jika dilakukan penelitian lanjutan untuk mengukur tingkat kejenuhan zeolit selama proses adsorpsi.