

## Pemanfaatan Zeolit dan Karbon Aktif dalam Menurunkan Jumlah Bakteri pada Filter Pengolah Air Payau

Laily Noer Hamidah<sup>1\*</sup>, Ardhana Rahmayanti<sup>2</sup>

Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas NU  
Sidoarjo, Jl. Mongisidi Dalam Kav.DPR Sidoarjo

\*E-mail: enha.laily@gmail.com

### Abstrak

Air tanah di wilayah pesisir, umumnya tidak bisa langsung dimanfaatkan. Hal ini disebabkan adanya intrusi air laut sehingga air menjadi payau atau terasa asin. Pengolahan air payau yang disebut sebagai desalinasi dapat dilakukan dengan pertukaran ion menggunakan filter karbon aktif. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui efisiensi dari kinerja filter pengolah air payau dalam menyisihkan parameter kualitas air berupa: *Total Dissolved Solid* (TDS), Salinitas, pH, dan jumlah bakteri/*Total Plate Count* (CFU/mL). Reaktor filtrasi dibuat 2 variasi yaitu: variasi 1 dengan susunan media arang aktif (20cm), zeolit (15cm), pasir silika (15cm), kerikil (10cm), dan variasi 2 dengan susunan media arang aktif (20cm), pasir silika (15cm), zeolit (15cm), kerikil (10cm). Hasil penelitian menunjukkan bahwa filter reaktor efektif dalam menurunkan pH dan jumlah bakteri pada air baku hingga 97%, namun kurang efektif dalam menurunkan salinitas dan TDS. Kedua variasi reaktor memiliki efektifitas kinerja yang tidak berbeda nyata dalam mengolah air baku, namun secara keseluruhan reaktor dengan variasi 2 (arang aktif-pasir silika-zeolit-kerikil) memiliki kinerja yang lebih baik.

**Kata Kunci:** *filtrasi air payau, jumlah bakteri, karbon aktif, total plate count.*

### 1. PENDAHULUAN

Wilayah pesisir merupakan daerah yang sering kekurangan akan air bersih. Hal ini dikarenakan adanya intrusi air laut kedalam tanah yang menyebabkan air menjadi asin atau payau. Menurut Endarko, *et al.* (2013), sumber air dapat diperoleh dari mata air, air sungai dan air laut, namun yang dapat dikonsumsi oleh manusia adalah hanya berkisar 3% saja. Sehingga dengan terbatasnya ketersediaan air bersih dan sehat bagi manusia, maka diperlukan suatu teknologi pengolahan yang tepat dan sesuai dengan kondisi wilayah agar pemenuhannya dapat optimal. Kondisi air tawar yang berasal dari sumur gali sebagian besar saat ini tidak layak konsumsi. Beberapa parameter fisik dan kimia seperti bau dan rasa, kekeruhan, warna, BOD, COD, kesadahan, pH, dan kandungan Fe (besi) melebihi ambang batas (Prihartini, 2015).

Permasalahan tentang air merupakan masalah yang mendesak untuk ditangani, karena air merupakan kebutuhan utama dalam kehidupan. Akan tetapi tidak semua daerah memiliki sumber air yang baik terutama daerah pesisir. Pemenuhan kebutuhan air bersih terutama air minum di daerah pesisir sebagian diperoleh dari Perusahaan Daerah air Minum (PDAM), sebagian dengan memanfaatkan sumur air tanah dangkal yang memiliki kualitas dibawah standar baku mutu air bersih.

Air payau atau *brackish water* merupakan air yang mempunyai salinitas (kandungan garam) 0,5 – 17 ppt (Astuti, *et al.*, 2007), pada musim kemarau panjang kualitas air tanah dangkal akan lebih menurun sebagai akibat intrusi air laut, sehingga air payau akan terasa lebih asin karena meningkatnya kadar garam (Widayat, 2005). Kondisi yang seperti ini sangat diperlukan adanya pengolahan air lebih lanjut agar air payau ini layak untuk digunakan. Pengolahan tersebut diharapkan dapat menurunkan kandungan garam dalam air dan parameter kualitas air yang lain. Pengolahan air payau dapat dilakukan dengan berbagai metode, diantaranya Widayat pada tahun 2005 menggunakan teknologi membran osmosa balik untuk mengolah air payau di daerah pulau seribu, hasil menunjukkan teknologi tersebut menghasilkan air olahan yang sesuai dengan standar air bersih. Proses pengolahan air laut maupun air payau menjadi air tawar dikenal dengan istilah desalinasi (Astuti, 2007; Said, 2008; Daer, *et al.*, 2015). Desalinasi air payau juga dapat dilakukan dengan menggunakan zeolit (SMZ), hasil menunjukkan penurunan kadar garam mencapai 52% (Astuti, dkk, 2007). Kombinasi membran osmosa balik dengan NaY zeolit mampu menurunkan kadar garam hingga 98,8% (Dong *et al.*, 2015). Ionisasi elektroda juga dapat digunakan untuk mengurangi kadar garam dalam air. Penelitian Zheng *et al.* pada tahun 2016 menerapkan teknologi hemat energi untuk desalinasi air payau dengan resin ionisasi elektroda dan berhasil mengurangi kadar garam sampai 94%. Akan tetapi teknologi

tersebut masih membutuhkan biaya yang tinggi. Pengolahan air payau juga dapat dilakukan dengan metode filtrasi. Sukoco dkk pada tahun 2016 melakukan filtrasi air asin dengan menggunakan karbon aktif arang bambu. Air payau ini terasa asin sehingga tidak bisa dikonsumsi, selain itu juga memiliki kesadahan yang tinggi dimana apabila digunakan sabun tidak akan berbuih (Dahlan, 2013). Hasil penelitian menunjukkan karbon aktif arang bambu dapat menurunkan kadar garam hingga 81,55%. Metode filtrasi ini merupakan metode yang efisien dari segi ekonomi.

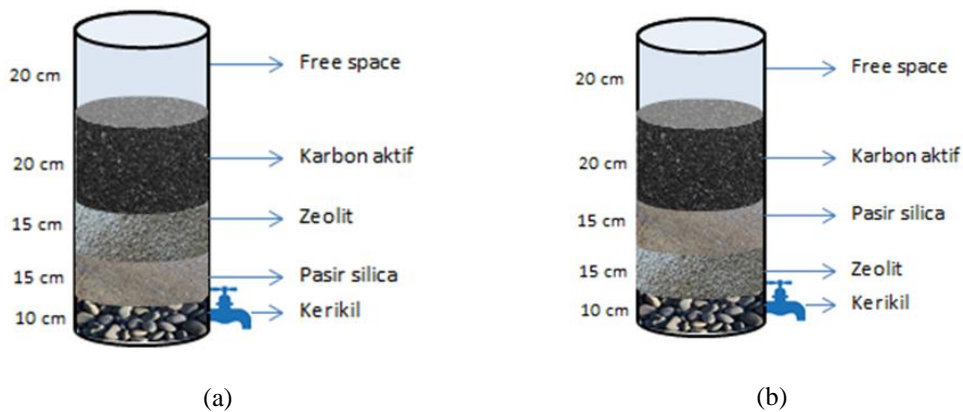
Desa Sidoklumpuk Kabupaten Sidoarjo – Jawa Timur merupakan daerah yang cukup dekat dengan laut dengan jarak arak  $\pm 20$  km dari laut, sehingga air tanah yang berada di Desa Sidoklumpuk sebagian bersifat payau. Pemenuhan kebutuhan air bersih di Desa Sidoklumpuk sebagian telah didapatkan dari Perusahaan Daerah Air Minum, dan sebagian lagi masih memanfaatkan sumber air sumur dangkal. Selain terasa asin, air di Desa Sidoklumpuk juga berwarna kekuningan, keruh, berbau, dan berdasarkan hasil uji laboratorium didapatkan pH basa serta kandungan bakteri cukup tinggi. Oleh karena itu, diperlukan suatu pengolahan (*treatment*) dalam mengatasi permasalahan tersebut. Pengolahan dilakukan dengan pembuatan filter penjernih air payau yang nantinya diharapkan dapat membantu masyarakat dalam memperoleh kualitas air yang memenuhi standar parameter kualitas air dari segi fisika, kimia dan biologi sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang persyaratan kualitas air minum (Ermawan dkk., 2017). Pengolahan air dengan sistem filtrasi dirancang sesuai dengan tingkat sosial ekonomi dan kebutuhan air bersih masyarakat sekitar, sehingga masyarakat mampu pengoperasian sistem pengolahan air tersebut secara mandiri dan dapat mengembangkannya di lokasi-lokasi lain yang memiliki kualitas air baku yang sama.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui efisiensi dari kinerja filter pengolah air payau dalam menyisihkan parameter kualitas air berupa: *Total Dissolved Solid* (TDS), Salinitas, pH, dan jumlah bakteri/*Total Plate Count* (CFU/mL).

## 2. METODOLOGI

### 2.1. Preparasi reactor

Reaktor filter menggunakan pipa PVC diameter 6 inchi dan panjang 80 cm, dengan bagian bawah dipasang *valve* (kran) untuk keluarnya effluen. Media filter yang digunakan adalah berupa arang aktif dengan ketebalan 20 cm, zeolit dan pasir silika masing-masing dengan ketebalan 15 cm, dan kerikil dengan ketebalan 10 cm. Jenis media filter yang digunakan dan ketebalannya merupakan hasil modifikasi yang mengacu pada penelitian Ermawan dkk. (2017). Media filter dibungkus dengan paranet untuk menghindari tercampurnya media filter. variasi susunan media dapat dilihat pada gambar 1 berikut:



Gambar 1. Variasi Reaktor Filtrasi (a) R1 (karbon aktif-zeolit-pasir silika-kerikil), (b) R2 (karbon aktif-pasir silika-zeolit-kerikil)

### 2.2. Running reactor

Air baku yang diolah merupakan air tanah yang bersifat payau yang terletak di Desa Sidoklumpuk. Air baku ditampung dalam sebuah bak penampung selanjutnya dialirkan melalui pipa filtrasi dengan debit 5ml/det. Bak penampung diletakkan pada ketinggian tertentu agar air dapat mengalir secara gravitasi kedalam reaktor filtrasi. Running reaktor dilakukan selama  $\pm 3$  jam, dimana sampel diambil setiap 30 menit, yaitu dimulai pada menit ke 60, 90, 120, 150, dan 180. Pengambilan sampel dilakukan di dua tempat yaitu pada *inlet* dan *outlet* untuk selanjutnya dilakukan uji kualitas air.

### 2.3. Analisis parameter kualitas air

Sampel yang telah diambil pada inlet dan outlet dilakukan analisa kualitas air berupa: *Total Dissolved Solid* (TDS), pH, salinitas, dan jumlah bakteri. Jumlah bakteri dinyatakan dalam *Total Plate Count* (TPC). Analisa kualitas air dilakukan di Laboratorium Kualitas Lingkungan Universitas NU Sidoarjo.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Hasil Analisis *Total Dissolved Solid* (TDS)

*Total Dissolved Solid* (TDS) merupakan benda padat terlarut yaitu semua mineral, logam, garam, serta anion-kation yang terlarut dalam air. Kandungan TDS yang tinggi dalam air, sangat tidak baik bagi kesehatan manusia. Mineral dalam air tidak hilang dengan cara direbus. Apabila terlalu banyak mineral anorganik dalam tubuh dan tidak dikeluarkan, maka seiring berjalannya waktu dapat mengendap dan berakibat tersumbatnya bagian tubuh (Aliaman, 2017).

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapatkan hasil TDS seperti yang tercantum dalam Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Hasil pengukuran TDS air baku serta air hasil pengolahan/filtrasi

NO	Waktu sampling	INLET (ppm)	R1 (ppm)	R2 (ppm)
1	60"	451	419	429
2	90"	451	443	439
3	120"	451	455	454
4	150"	451	470	463
5	180"	451	470	468

Berdasarkan hasil diatas dapat dilihat adanya penurunan TDS pada kedua jenis reaktor pada menit ke 60 dan 90, dan pada menit berikutnya tidak ada penurunan namun justru terjadi peningkatan TDS. Hal ini dimungkinkan karena kondisi karbon aktif yang telah jenuh sehingga tidak mampu menyerap/menyaring. Salah satu faktor yang sangat penting dan menentukan bahwa air tersebut layak konsumsi adalah kandungan TDS (*Total Dissolved Solid*). Menurut PERMENKES No.492/Menkes/Per/IV/2010 tentang persyaratan kualitas air minum, kandungan TDS dalam air yang diperbolehkan adalah 500 mg/L. keberadaan karbon aktif dan zeolit mampu menyerap TDS dalam air, sehingga dalam penelitian ini air hasil olahan masih memenuhi baku mutu air minum dari segi parameter TDS.

### 3.2. Hasil Analisis pH

pH merupakan derajat keasaman yang digunakan untuk mengukur tingkat asam-basa suatu larutan, dalam penelitian ini adalah air baku dan hasil filtrasi. pH air netral yaitu pada pH 7. Hasil pengukuran nilai pH pada air baku dan air hasil filtrasi adalah pada tabel 2 berikut:

Tabel 2. Hasil pengukuran pH air baku serta air hasil pengolahan/filtrasi.

NO	Waktu sampling	INLET	Reaktor Tegak (T)	
			R1	R2
1	60"	9	7	7
2	90"	9	7	7
3	120"	9	7	7
4	150"	9	7	7
5	180"	9	7	7

Berdasarkan tabel 2 diatas dapat dilihat bahwa nilai pH air hasil filtrasi dari kedua variasi reaktor memberikan kinerja yang sama, dimana pH air hasil filtrasi turun menjadi 7 (pH normal). Menurut PERMENKES No.492/Menkes/Per/IV/2010 tentang persyaratan kualitas air minum mensyaratkan kadar maksimum yang diperbolehkan untuk pH yaitu sebesar 6,5-8,5.

### 3.3. Hasil Analisis Salinitas

Salinitas merupakan tingkat keasinan atau kadar garam yang terlarut dalam air yang disebut sebagai kadar ion clorida (Cl). Salinitas diukur menggunakan refraktometer dan memiliki satuan (ppm). Hasil pengukuran salinitas pada air baku dan air hasil filtrasi adalah pada tabel 3 berikut:

Tabel 3. Hasil pengukuran salinitas air baku serta air hasil pengolahan/filtrasi.

NO	Waktu sampling	INLET	Reaktor Tegak (ppm)	
			R1	R2
1	60"	9	8	9
2	90"	9	8	7
3	120"	9	6	6
4	150"	9	7	8
5	180"	9	8	7

Berdasarkan tabel 3 diatas dapat dilihat bahwa penurunan salinitas terbesar pada kedua reaktor yaitu pada menit ke 120, dan kemudian naik kembali. Hal ini dimungkinkan karbon aktif dan zeolit telah jenuh dalam mengikat ion Cl. Meskipun belum memenuhi baku mutu, namun rasa asin air hasil filtrasi berkurang.

### 3.4. Hasil Analisis Jumlah Bakteri

Jumlah bakteri yang dianalisis dalam penelitian ini dinyatakan dalam *Total Plate Count* (TPC) adalah total bakteri yang terdapat dalam air baku maupun air hasil olahan yang diukur dengan cara menumbuhkan sel mikroorganisme yang masih hidup pada media agar, sehingga mikroorganisme akan berkembang biak dan membentuk koloni yang dapat dilihat langsung dan dihitung dengan mata tanpa menggunakan mikroskop. Satuan TPC dinyatakan dalam *Colony Forming Unit*/mL (CFU/mL). Hasil analisis TPC pada air baku dan air hasil olahan adalah pada tabel 4 berikut:

Tabel 4 Hasil analisis TPC air baku serta air hasil pengolahan/filtrasi

NO	Waktu sampling	INLET	Reaktor Tegak (T)	
			R1	R2
1	60"	$174 \times 10^{-2}$	$5 \times 10^{-2}$	$24 \times 10^{-2}$
2	90"	$174 \times 10^{-2}$	$140 \times 10^{-2}$	$35 \times 10^{-2}$
3	120"	$174 \times 10^{-2}$	$157 \times 10^{-2}$	$296 \times 10^{-2}$
4	150"	$174 \times 10^{-2}$	$21 \times 10^{-2}$	$297 \times 10^{-2}$
5	180"	$174 \times 10^{-2}$	$12 \times 10^{-2}$	$4 \times 10^{-2}$

Berdasarkan tabel 4 diatas dapat dilihat pengurangan jumlah bakteri pada kedua reaktor naik turun. Pada reaktor 1 (R1) terdapat penurunan jumlah bakteri terbesar terjadi pada awal pengambilan sampel yaitu menit ke 60 yaitu sebesar 97%. Sedangkan reaktor pada variasi 2 penurunan terbesar terjadi pada menit ke 180, yaitu sebesar 98%. Namun secara keseluruhan kualitas air hasil filtrasi belum memenuhi baku mutu, PERMENKES No.492/Menkes/Per/IV/2010 tentang persyaratan kualitas air minum mensyaratkan kadar maksimum yang diperbolehkan untuk jumlah bakteri yaitu sebesar 0/100mL air.

## 4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah filter reaktor efektif dalam menurunkan pH dan jumlah bakteri pada air baku hingga 97%, namun kurang efektif dalam menurunkan salinitas dan TDS. Kedua variasi reaktor memiliki efektifitas kinerja yang tidak berbeda nyata dalam mengolah air baku, namun secara keseluruhan reaktor dengan variasi 2 (arang aktif-pasir silika-zeolit-kerikil) memiliki kinerja yang lebih baik.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- Aliaman, 2017. *Pengaruh Absorpsi Karbon Aktif dan Pasir Silika Terhadap Penurunan Kadar Besi (Fe), Fosfat (PO<sub>4</sub>), dan Deterjen dalam Limbah Laundry*. Skripsi Program Studi Fisika FMIPA: Yogyakarta
- Astuti, W., Jamali, A., dan Amin, M., 2007. Desalinasi Air Payau menggunakan *Surfactant Modified Zeolite* (SMZ). *Jurnal Zeolit Indonesia*, 6 (1), pp.32-37.
- Daer, S., Kharraz, J., Giwa, A., Hasan, S.W., 2015. Recent Applications of Nanomaterials in Water Desalination: A Critical Review and Future Opportunities. *Desalination*, 367, pp.37-48.

- Dahlan, H., 2013. *Prototipe Alat Penyaring Air Payau (Sungai Sugihan) Menjadi Sumber Air Bersih Menggunakan Tabung Filter bagi Masyarakat Pangkalan Sakti Kecamatan Air Sugihan Kabupaten Ogan Komering Ilir Sumsel*. Proposal Penelitian Doktor Jurusan Teknik Kimia: Universitas Sriwijaya.
- Dong, H., Zhao, L., Zhang, L., Chen, H., Gao, C., Ho, W.S.W. 2015. High-flux reverse osmosis membranes incorporated with NaY zeolite nanoparticles for brackish water desalination. *Journal of Membrane Science*. Vol 476, Hal: 373-383.
- Endarko; Putro, T.; Nuzula, N.I.; Armawati, N.; Wardana, A.; Rubiyanto A.; dan Untin, M., 2013. Rancang Bangun Sistem Penjernihan dan Dekontaminasi Air Sungai Berbasis Biosand Filter dan Lampu Ultraviolet. *Jurnal Berkala Fisika*, 16 (13), pp.75-84.
- Ermawan, R.P., Paryogo, T.B., Cahya, E.N., 2017. *Studi Efektifitas Filter Penjernih Air Tanah Menggunakan Media Zeolite, Karbon Aktif, Pasir Silika, dan Kerikil Untuk Mengurangi Kadar Parameter Pada Kualitas Air Minum*. Skripsi Teknik Pengairan: Universitas Brawijaya Malang.
- Prihartini, I., 2015. Kajian Kualitas Air Tanah Dangkal di Desa Jimbaran Kulon Kecamatan Wonoayu Kabupaten Sidoarjo. *Jurnal Swara Bhumi*, 2 (2), pp.01-06.
- Said, Nusa I. 2008. *Teknologi Pengolahan Air Minum: Teori dan Pengalaman Praktis*. Jakarta: Pusat Teknologi Lingkungan BPPT.
- Sukoco, M.H.; Barid, B., Ikhsan, J., 2016. *Model Unit Pengolahan Air Asin dengan Metode Filtrasi*. Seminar Tugas Akhir Prodi Teknik Sipil: Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Widayat Wahyu. 2005. Pengolahan Air Payau Menggunakan Teknologi Membran Sistem Osmosa Balik Sebagai Alternatif Pemenuhan Kebutuhan air Minum Masyarakat Kepulauan Seribu. *JAI*. Vol 1, No. 3, Hal: 264-271
- Zheng, X.Y., Pan, S.Y., Tseng, P.C., Zheng, H.L., Chiang, P.C. 2018. Optimization of resin wafer electrodeionization for brackish water desalination. *Separation and Purification Technology*. Vol 194, Hal: 346-354.

**Halaman ini sengaja dikosongkan**