

PENGARUH WAKTU AERASI DAN SEDIMENTASI TERHADAP PENURUNAN KADAR BESI (Fe) PADA AIR SUMUR

Choirur Rosidah¹⁾, Noven Pramitasari^{*2)}, Audiananti Meganandi Kartini³⁾, Tika Kumala Sari⁴⁾, Intan Har Aselna⁵⁾

^{1,2,3,4,5}Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Jember

*email: novenpramitasari@unej.ac.id

Abstrak

Air sumur di salah satu perumahan di Kabupaten Lumajang memiliki kandungan besi (Fe) sebesar 3,7 mg/L. Kandungan besi pada air sumur tersebut telah melebihi dari syarat yang telah ditetapkan. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang persyaratan kualitas air minum kandungan besi (Fe) pada air yaitu 0,3 mg/L. Kandungan besi dalam air dapat diturunkan dengan menggunakan metode aerasi, sedimentasi dan filtrasi. Proses aerasi pada penelitian ini menggunakan diffuser Aerator untuk melarutkan oksigen ke dalam air sehingga meningkatkan kadar oksigen terlarut dalam air. Proses sedimentasi menggunakan bak pengendap untuk mengendapkan padatan terlarut dan tersuspensi sedangkan proses filtrasi dengan menggunakan media zeolit dan pasir silika serta kerikil sebagai media penyangga. Total waktu yang digunakan untuk proses aerasi dan sedimentasi yaitu 35 menit. Nilai efisiensi penyisihan besi yang tertinggi yaitu pada reaktor A1B4 dengan waktu aerasi selama 10 menit dan waktu sedimentasi selama 25 menit. Nilai efisiensi penyisihan besi yang didapatkan ada sebesar 70,74 – 86,27% Berdasarkan hasil analisis statistik waktu aerasi dan waktu sedimentasi memiliki pengaruh yang signifikan terhadap penurunan kadar besi (Fe) pada air sumur

Kata Kunci: Aerasi; Air Sumur; Besi; Filtrasi; Sedimentasi

Abstract

The iron content (Fe) in water wells in Randu Housing, Sumberejo Village, Lumajang Regency is 3.7 mg/l, the iron content in well water has exceeded the specified requirements. Based on the Regulation of the Minister of Health of the Republic of Indonesia Number 492/MENKES/PER/IV/2010 concerning Drinking Water Quality Requirements, the content of Iron (Fe) in water is 0.3 mg/l. The iron content in water can be reduced by using several treatments such as: ion exchange, membrane separation, adsorption and precipitation. The iron content in water can also be reduced by the oxidation method with aeration. This research uses an aeration process using an Aerator diffuser to dissolve oxygen into the water so that it can increase the dissolved oxygen level in the water. Sedimentation process to precipitate dissolved and suspended solids. The filtration process uses zeolite media and silica sand and gravel as a buffer medium. In the research variable, the total time used for the aeration and sedimentation process was 35 minutes so that it could be seen the effect of aeration time and sedimentation time on iron content. The highest iron removal efficiency was found in the

control variable (C1) with a sedimentation time of 35 minutes and filtration without using the aeration process. The removal efficiency at C1 is between 93- 97%. The lowest value of iron removal efficiency is the variable A4B1 with aeration for 25 minutes and sedimentation for 10 minutes and filtration with removal efficiency between 56-72%. Based on the results of statistical analysis, aeration time and sedimentation time significantly affect the decrease in iron (Fe) levels in water wells

Keywords: Aeration Time; Sedimentation Time; Iron Content; Water Wells; and Filtration

1. PENDAHULUAN

Air merupakan salah satu hal yang sangat diperlukan bagi semua makhluk hidup. Air memiliki banyak sekali manfaat bagi kehidupan manusia, baik untuk air minum, mencuci pakaian, mandi, sebagai bahan untuk kegiatan industri dan lain sebagainya. Air yang digunakan untuk air minum harus sesuai dengan syarat kualitas air minum terdapat dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang persyaratan kualitas air minum [1]. Air minum harus memenuhi persyaratan fisika, mikrobiologi, kimiawi dan radioaktif yang dimuat dalam parameter wajib dan parameter tambahan.

Kandungan besi (Fe) pada air sumur di salah satu perumahan di Kabupaten Lumajang yaitu 3,7 mg/l, kandungan besi pada air sumur tersebut telah melebihi dari syarat yang telah ditetapkan. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang persyaratan kualitas air minum kandungan besi (Fe) pada air yaitu 0,3 mg/l. Besi yang berlebih dalam air dapat mempengaruhi kesehatan manusia, seperti dapat menyebabkan keracunan, kerusakan usus, penuaan dini kematian mendadak, radang sendi, cacat lahir, gusi berdarah, kanker, sirosis ginjal, sembelit, diabetes, diare, pusing, mudah lelah, hepatitis, hipertensi, dan insomnia [2].

Kandungan besi dalam air dapat menyebabkan kekeruhan, korosi dan kesadahan [2]. Kandungan Besi dalam air dapat direduksi dengan menggunakan beberapa pengolahan seperti : ion exchange pemisahan dengan membran, adsorpsi dan

presipitasi [2]. Kandungan besi dalam air juga dapat direduksi dengan metode oksidasi dengan aerasi. Penelitian ini menggunakan proses aerasi menggunakan diffuser Aerator untuk melarutkan oksigen ke dalam air sehingga meningkatkan kadar oksigen terlarut dalam air. Proses sedimentasi untuk mengendapkan padatan terlarut dan tersuspensi. Proses filtrasi dengan menggunakan media zeolit dan pasir silika serta kerikil sebagai media penyangga. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui efisiensi penurunan kadar besi pada air sumur setelah proses aerasi, sedimentasi, dan filtrasi serta untuk mengetahui pengaruh waktu aerasi dan waktu sedimentasi terhadap penurunan kadar besi pada air sumur. Aerasi merupakan suatu proses penambahan oksigen ke dalam air sehingga kandungan oksigen terlarut dalam air semakin tinggi [3].

Prinsip proses aerasi yaitu mencampurkan udara atau bahan lain sehingga air dengan kandungan oksigen rendah kontak dengan oksigen atau udara. Efisiensi dari proses aerasi tergantung pada seberapa luas permukaan yang bersinggungan langsung dengan udara [3]. Beberapa jenis peralatan aerasi yang sering digunakan antara lain [4]: *Aerator Baki (tray Aerator)*, *Cascade Aerator*, *Submerged Cascade Aerator*, *Spray Aerator*, dan *Aerator dengan Difuser Gelembung (Bubble Aerator)*. Proses sedimentasi atau pengendapan merupakan proses untuk mengendapkan pengolahan sebelumnya, yaitu proses aerasi. Partikel flokulen tersebut adalah partikel yang selama proses pengendapan mengalami perubahan bentuk, ukuran, dan densitas. Perubahan ini terjadi karena partikel flokulen yang berasal dari proses biologis saling berdekatan dan membentuk partikel yang lebih besar dari sebelumnya [4].

Filtrasi merupakan proses pemisahan zat padat dari fluida yang membawanya menggunakan medium berpori untuk menghilangkan sebanyak mungkin zat padat yang tersuspensi, koloid dan zat-zat lainnya [5]. Tujuan dari proses filtrasi yaitu menghilangkan partikel- partikel yang tersuspensi dan koloid dengan cara menyaringnya menggunakan media filter. Filtrasi juga dapat menghilangkan bakteri

secara efektif dan juga membantu penyisihan warna, rasa, bau, besi, dan mangan serta zat kapur [5]. Faktor- faktor tersebut antara lain debit filtrasi, kedalaman, media, ukuran dan material, konsentrasi kekeruhan, tinggi muka air, kehilangan tekanan, dan temperature [6].

Zeolit adalah mineral dengan struktur kristal alumina silikat yang berbentuk rangka tiga dimensi, mempunyai rongga dan saluran serta mengandung ion-ion logam seperti Na, K, Mg, Ca, dan Fe serta molekul air [7]. Sifat fisik dari zeolit adalah berbentuk kristal yang indah dan menarik, namun agak lunak dengan warna yang bermacam-macam yaitu warna hijau, kebiru-biruan, putih dan coklat. Zeolit dapat berasal dari alam yaitu dari batuan gunung api dan dapat berupa zeolit buatan yang terbuat dari gel almunium, natrium aluminat, natrium hidroksida. Zeolit memiliki sifat yang dapat dimanfaatkan dalam berbagai aplikasi karena keunikan sifat fisik dan kimianya, diantaranya kemampuan dalam pertukaran ion (*ion exchange*) dan juga selektivitas penyerapan yang tinggi [7].

2. METODE PENELITIAN

2.1 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah a. air sampel, b. zeolit, c. pasir silika, dan d kerikil. Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah a. bak penampung air sumur ukuran 60 l, b. bak untuk proses aerasi, c. bak untuk proses sedimentasi, d. bak air hasil olahan, e. aerator, f. pH meter, h. neraca analitik, i. *sieve shaker*, dan j. oven.

2.2 Prosedur Penelitian

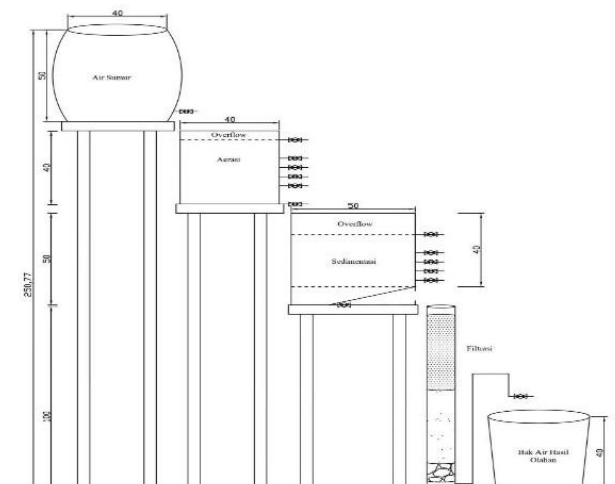
Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental. Air sumur pada penelitian ini diperoleh dari salah satu sumur masyarakat yang berada di Kabupaten Lumajang. Prosedur penelitian ini adalah:

a. Preparasi Media Filter

Media filter yang digunakan adalah zeolit, pasir silika, dan kerikil. Media tersebut dibersihkan dengan air kemudian dikeringkan menggunakan oven pada suhu 110 °C selama 24 jam. Media filter disaring menggunakan ayakan dan *sieve shaker* untuk mendapatkan ukuran yang seragam.

b. Perancangan Reaktor

Reaktor penelitian dapat dilihat pada **Gambar 1**. Bak penampung air sumur menggunakan bak dengan kapasitas 40 L. Proses aerasi pada penelitian ini menggunakan diffuser aerator dengan dimensi bak aerasi yaitu dengan panjang 40 cm, lebar 25 cm, dan tinggi 40 cm. Proses sedimentasi menggunakan bak sedimentasi dengan panjang 50 cm, lebar 20 cm dan tinggi 50 cm. Reaktor filtrasi dirancang menggunakan pipa dengan ukuran 4 inch dan panjang 100 cm dengan total ketebalan media filter sebesar 90 cm (40 cm media filter pasir silika dan zeolit dan 10 cm). Pada penelitian ini hanya digunakan satu jenis reaktor untuk semua variabel penelitian yang diuji sehingga memungkinkan konsistensi kondisi operasional dan meminimalkan perbedaan yang disebabkan oleh perbedaan reaktor.



Gambar 1. . Reaktor Penelitian

c. Proses Pengolahan Air

Air baku dialirkan dari bak penampung air baku - bak aerasi - baksedimentasi - filter dengan debit aliran 1 liter/detik. Sampel awal diambil sebelum proses pengolahan air, sedangkan sampel air hasil olahan diambil pada akhir proses pengolahan air sumur yaitu setelah proses filtrasi. Proses pengolahan air dilakukan dengan Empat variasi perlakuan yang berbeda sesuai **Tabel 1**.

Tabel 1 Variasi Perlakuan Pada Proses Pengolahan Air Sumur

Kode Reaktor	Waktu Aerasi (menit)	Waktu Sedimentasi (menit)
A1B4	10	25
A2B3	15	20
A3B2	20	15
A4B4	25	10

Keterangan :

A1B4 = Proses aerasi dilakukan selama 10 menit dan sedimentasi selama 25 menit

A2B3 = Proses aerasi dilakukan selama 15 menit dan sedimentasi selama 20 menit

A3B2 = Proses aerasi dilakukan selama 20 menit dan sedimentasi selama 15 menit

A4B1 = Proses aerasi dilakukan selama 25 menit dan sedimentasi selama 10 menit

d. Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan menghitung efisiensi penyisihan kadar besi pada air sumur setelah diolah dan uji statistik untuk mengetahui pengaruh waktu aerasi dan waktu sedimentasi dalam menurunkan kadar besi (Fe). Analisis data dilakukan untuk menentukan efisiensi penyisihan kadar besi yang ada pada air sumur. Persentase penyisihan kadar besi (Fe) pada air menggunakan Persamaan (1).

$$\% \text{ Removal} = \frac{C_{in} - C_{out}}{C_{in}} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan :

% Removal = Efisiensi penyisihan kadar Fe (%)

C_{in} = Konsentrasi awal (mg/L)

C_{out} = Konsentrasi akhir (mg/L)

Selanjutnya dilakukan analisis menggunakan uji statistik untuk mengetahui pengaruh waktu aerasi dan waktu sedimentasi dalam menurunkan kadar besi (Fe) air sumur menggunakan Uji Anova Dua Arah (Anova Two Way).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Karakteristik Awal Air Sumur

Tabel 2 Karakteristik Areal Air Sumur

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu*	Hasil Analisis
1.	Ph	-	6,5-8,5	7,84
2.	Kadar Fe	mg/L	0,3	1,784

*) Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010

Berdasarkan **Tabel 2**, hasil analisis kadar besi (Fe) pada air sumur memiliki nilai diatas baku mutu yaitu sebesar 1,784 mg/L sehingga perlu dilakukan pengolahan untuk menurunkan kadar Fe pada air sumur tersebut. Proses pengolahan air sumur dapat dilakukan dengan menggunakan proses aerasi, sedimentasi dan filtrasi.

3.2 Hasil Analisis Kadar Besi (Fe)

Tabel 3 Kadar Besi (Fe) Air Hasil Olahan

Kode Reaktor	Nilai Kadar Fe (mg/L)			Baku Mutu (mg/L)
	50 menit	55 menit	60 menit	
A1B4	0,522	0,256	0,245	0,3
A2B3	0,541	0,364	0,322	
A3B2	0,537	0,390	0,365	
A4B1	1,510	0,789	0,497	

*) Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010

Berdasarkan **Tabel 3**, kadar besi akhir yang paling kecil didapatkan pada Reaktor A1B4 yaitu dengan perlakuan aerasi selama 10 menit dan sedimentasi selama 25 menit yaitu menjadi 0,522 mg/L pada pengambilan filtrat menit ke 50, 0,256 mg/L pada pengambilan filtrat menit ke 55, dan 0,245 mg/L pada pengambilan filtrat menit ke 60. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin lama waktu sedimentasi maka semakin besar penurunan kadar besi pada air sumur yang diolah.

3.3 Hasil Analisis Nilai pH

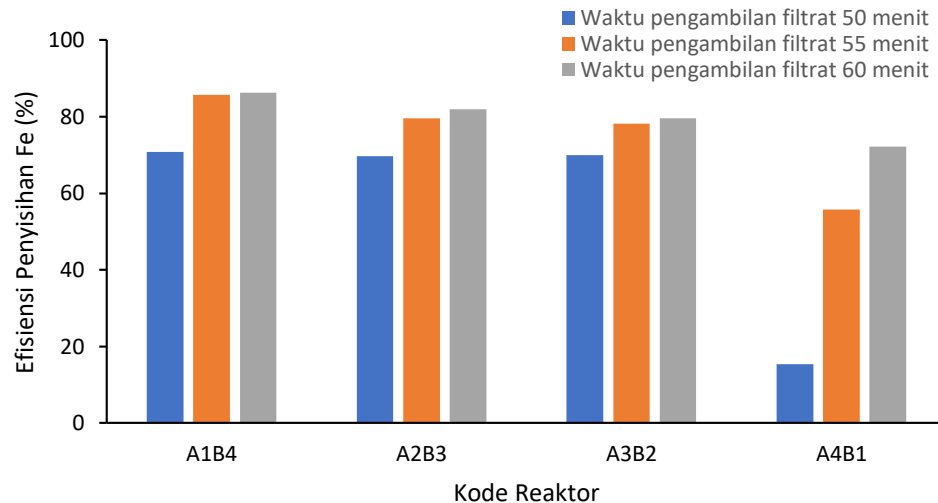
Tabel 3. Nilai pH Air Hasil Olahan

Kode Reaktor	Nilai pH			Baku Mutu *
	50 menit	55 menit	60 menit	
A1B4	7,82	7,82	7,81	6,5-8,5
A2B3	7,55	7,59	7,62	
A3B2	7,61	7,65	7,66	
A4B1	7,84	7,83	7,82	

*) Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010

Nilai pH air hasil olahan rata-rata (Tabel 3) menunjukkan adanya penurunan dari pH awal. Nilai pH air hasil olahan berkisar antara 7,55- 7,84 artinya seluruh kombinasi memiliki pH yang memenuhi baku mutu air minum Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010.

3.4 Efisiensi Penyisihan Kadar Besi (Fe)



Gambar 2. Grafik Efisiensi Penyisihan Kadar Fe

Berdasarkan grafik efisiensi penyisihan kadar besi pada **Gambar 2**, menunjukkan bahwa nilai efisiensi penyisihan besi tertinggi terjadi pada Reaktor A1B4 dengan kombinasi perlakuan 10 menit aerasi dan 25 menit sedimentasi yaitu sebesar 86,27% pada pengambilan filtrat menit ke 60. Hal tersebut dapat terjadi karena diffuser aerator memiliki nilai oksigen yang rendah dan proses oksidasi dengan oksigen dapat menurunkan kadar besi (Fe^{2+}) dalam air menjadi (Fe^{3+}) tidak larut dalam air, namun dapat diendapkan dalam bak sedimentasi [8].

3.5 Analisis Statistik

Hasil analisis statistik menggunakan anova dua arah menunjukkan bahwa nilai signifikan (sig.) sebesar 0,000 dimana nilai tersebut lebih kecil dari nilai $\alpha = 0,05$. Hal tersebut berarti bahwa H_0 ditolak dan H_1 diterima, sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan pada perlakuan variasi waktu aerasi dan waktu sedimentasi terhadap penurunan kadar besi (Fe) pada air sumur.

4 KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Efisiensi penyisihan besi tertinggi didapatkan pada Reaktor A1B4 yaitu dengan kombinasi perlakuan 10 menit aerasi dan 25 menit sedimentasi yaitu sebesar 70,74 – 86,27%. Berdasarkan analisis statistik terdapat pengaruh yang signifikan pada perlakuan variasi waktu aerasi dan waktu sedimentasi terhadap penurunan kadar besi (Fe) pada air sumur.

4.2 Saran

Penelitian selanjutnya disarankan untuk menguji variasi kombinasi waktu aerasi dan sedimentasi yang lebih beragam, serta mempertimbangkan penggunaan metode lain untuk mengidentifikasi kondisi optimal dalam penyisihan kadar besi (Fe) pada air sumur.

5 REFERENSI

- [1] Permenkes RI, Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/Menkes/Per/IV/2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum, Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia, p. MENKES., 2010.
- [2] M. Ismiyati, R. D. Setyowati and S. Nengse, "Pembuatan Bioadsorben Dari Sabut Kelapa Dan Tempurung Kelapa Untuk Menurunkan Kadar Besi (Fe)," *Jukung (Jurnal Teknik Lingkungan)*, vol. 7, no. 1, pp. 33-45, 2021, doi: 10.20527/jukung.v7i1.10811.
- [3] D. P. Yuniarti, R. Komala and S. Aziz, "Pengaruh Proses Aerasi Terhadap Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Di PTPN VII Secara Aerobik," *Teknik Lingkungan*, vol. 4, no. 2, p. 7–16, 2019.

- [4] M. F. Nasution, "Pengaruh Aerasi Dengan Kombinasi Filtrasi Terhadap Penurunan Kadar Fe Dan Mn Dalam Air Di Kelurahan Dwikora Kecamatan Medan Helvetia Kota Medan," 2018.
- [5] A. Artiyani and N. H. Firmansyah, "Kemampuan Filtrasi Upflow Pengolahan Filtrasi Up Flow Dengan Media Pasir Zeolit Dan Arang Aktif Dalam Menurunkan Kadar Fosfat Dan Deterjen Air Limbah Domestik," *Industri Inovatif*, vol. 6, no. 1, pp. 8-15, 2016.
- [6] Muhajar, T. Zulkifli , M. Farouk and A. Arsyni, "Pengaruh Ketebalan Media dan Waktu Filtrasi Terhadap Pengolahan Limbah Rumah Tangga," *Program Studi Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Makassar*, 2020.
- [7] A. Asadiya and N. Karnaningroem, ".Pengolahan Air Limbah Domestik Menggunakan Proses Aerasi, Pengendapan, dan Filtrasi media Zeolit- Arang Aktif," *Jurnal Teknik ITS*, vol. 7, no. 1, 2018.
- [8] A. Lutfihani and A. Purnomo, "Analisis Penurunan Kadar Besi (Fe) dengan Menggunakan Tray Aerator dan Diffuser Aerator," *Jurnal Teknik ITS*, vol. 4, no. 1, p. 4–6, 2015.