

Effect of Aeration Time Variation on Iron (Fe) Level in Well Water

Ma'arif Ardhi Saputro¹, Dwi Astuti²

^{1,2}Department of Public Health, Universitas Muhammadiyah Surakarta

✉ ardhisaputro20@gmail.com; da168@ums.ac.id

Abstract

Iron (Fe) levels in wells that exceed quality standards can cause the water to turn yellow, deposition on the pipe walls, bacterial growth, change in the taste of the water, and turbidity. One way to deal with excessive levels of iron (Fe) in water is aeration. This study aims to determine variations in the length of aeration time on iron (Fe) content in well-healthy Sumber Village, Simo District, Boyolali Regency. This research is a post-only design. The population of this study was all healthy in the houses of residents in Simo Village, Simo District, and Boyolali Regency. The sample is resident well water with a characteristic fishy smell, turbidity, and a yellowish color. Sampling with a quota sampling of 240 liters was taken in the morning before residents used the well. Statistical analysis using the ANOVA test yielded $p0.000 < p0.05$, so there was a significant effect between the length of aeration time and the healthy water's iron (Fe) content. Follow-up tests used the Tukey HSD test to determine the most effective time for reducing iron (Fe) levels, with the highest mean difference of 0.40833 in the treatment with 9 minutes of aeration time. The results showed that the most effective aeration time to reduce iron (Fe) content to 0.78 mg/l was 9 minutes. This study concluded that the aeration process c to reduces high levels of iron (Fe) in wells.

Keywords: Well water, iron (Fe) content, length of aeration time

Pengaruh Variasi Lama Waktu Aerasi Terhadap Kadar Besi (Fe) pada Air Sumur

Abstrak

Kadar besi (Fe) pada sumur yang melebihi baku mutu dapat menimbulkan warna air menjadi kuning, pengendapan pada dinding pipa, pertumbuhan bakteri, mengubah rasa pada air, dan menyebabkan kekeruhan. Salah satu cara untuk mengatasi kadar besi (Fe) yang berlebihan pada air adalah aerasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui variasi lama waktu aerasi terhadap kadar besi (Fe) pada air sumur di Desa Sumber Kecamatan Simo Kabupaten Boyolali. Penelitian ini adalah penelitian post only design. Populasi dari penelitian ini adalah semua air sumur di rumah penduduk di Desa Simo Kecamatan Simo Kabupaten Boyolali. Sampel berupa air sumur penduduk yang mempunyai karakteristik bau amis, keruh, dan warna kekuningan. Pengambilan sampel dengan quota sampling sebanyak 240 Liter diambil pagi hari sebelum sumur digunakan oleh penduduk. Analisis statistik dengan uji Anova diperoleh hasil $p0,000 < p0,05$ sehingga ada pengaruh yang signifikan antara lama waktu aerasi terhadap kadar besi (Fe) air sumur. Uji lanjut dengan menggunakan uji Tukey HSD untuk mengetahui waktu paling efektif untuk menurunkan kadar besi (Fe) dengan hasil mean difference tertinggi 0,40833 pada perlakuan dengan lama aerasi 9 menit. Hasil penelitian menunjukkan waktu aerasi yang paling efektif untuk menurunkan kadar besi (Fe) menjadi 0,78 mg/l adalah 9 menit. Dari penelitian ini didapatkan simpulan bahwa proses aerasi dapat digunakan untuk menurunkan kadar besi (Fe) yang tinggi di dalam air sumur.

Kata kunci: Air sumur, kadar besi (Fe), lama waktu aerasi

1. Pendahuluan

Sumur gali merupakan salah satu sumber air tanah yang bersumber dari lapisan tanah yang dekat dengan permukaan tanah dan banyak dimanfaatkan oleh sebagian masyarakat Indonesia (Handriyani et al., 2020). Kualitas air tanah belum dinyatakan memenuhi standar persyaratan yang ada jika tidak melalui pengolahan sebelumnya. Salah satu parameter yang penting untuk dapat mengetahui kualitas air bersih yaitu kandungan logam berat terlarut, salah satunya adalah besi (Fe). Zat besi (Fe) yang melebihi dosis dapat menyebabkan masalah pada kesehatan manusia (Rachmawati et al., 2016). Dengan demikian, perlu adanya analisa pengolahan air untuk dapat menurunkan kadar besi air tanah dari sumur gali. Oleh karena itu, kadar besi pada air sumur gali harus memenuhi baku mutu air bersih yang telah ditetapkan oleh Permenkes No. 32 tahun 2017, batas maksimum kadar besi dalam air bersih yaitu 1,0 mg/L. Kadar besi pada air bersih yang melebihi dosis dan dikonsumsi oleh manusia dapat menimbulkan masalah kesehatan diantaranya warna kulit menjadi hitam karena akumulasi dari besi. Dalam dosis yang tinggi besi juga dapat merusak dinding pada usus (Rivai dan Hermanto, 2019). Kadar besi pada air yang kurang dari standar baku mutu dapat dikatakan sebagai air bersih. Air bersih merupakan salah satu sumber energi yang dibutuhkan untuk mempertahankan kelangsungan hidup manusia. Manusia tidak bisa bertahan tanpa minum, karena pada dasarnya 70-80% dari tubuh manusia terdiri dari air, salah satunya otak dan darah. Selain manusia, tumbuhan dan hewan juga memerlukan air bersih untuk menjaga kelangsungan hidup seperti tumbuhan memerlukan air untuk melakukan fotosintesis, sedangkan hewan memerlukan air untuk minum (Putri dan Anis, 2020).

Salah satu cara untuk mengatasi kadar besi (Fe) yang berlebihan pada air adalah aerasi. Aerasi merupakan metode dengan cara penambahan udara atau oksigen. Proses ini menyebabkan terjadinya reaksi oksidasi yang membentuk endapan Fe (OH) (Rachmawati et al., 2016; Wulandari et al., 2021; Atmono et al., 2019; Munthe et al., 2018; Ulfa et al., 2019). Menurut Riyanto (2021), menyatakan bahwa semakin lama waktu aerasi menggunakan aerator gelembung, maka semakin tinggi kadar Fe yang berkurang. Efektivitas penurunan kadar Fe terjadi pada menit ke 60 yakni pada sampel A mencapai 36,6%, sampel B mencapai 30,6%, sampel C mencapai 58,3%, dimana rata-rata hasil kadar Fe pada sampel A yakni 1,105 mg/l; sampel B 1,345; dan sampel C 0,287. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Haidar (2020), menyatakan bahwa semua kontak waktu aerasi dengan bubble aerator dapat menurunkan kadar besi pada air sumur gali dan hasil yang paling efisien untuk menurunkan kadar besi dalam air sumur adalah pada kontak waktu 7 menit dengan persentase penurunan sebesar 99,7%. Maka dari itu peneliti berencana untuk menggunakan variasi waktu yaitu 5 menit, 7 menit, dan 9 menit pada proses aerasi menggunakan bubble aerator. Dalam hal ini, waktu kontak mempengaruhi besarnya penurunan kadar Fe (Karuniawan dan Munawar, 2021; Warniati et al., 2015).

Berdasarkan pengambilan sampel air di salah satu rumah warga Desa Sumber di Kecamatan Simo sampel berupa air sumur penduduk yang mempunyai karakteristik bau amis, keruh dan warna kekuningan dengan kadar besi awal 1,6mg/l. Hasil tersebut tidak memenuhi persyaratan air bersih yang mengandung besi (Fe), menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 Tentang Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua, dan Pemandian Umum dengan kadar maksimum besi (Fe) dalam air bersih adalah 1mg/l. Berdasarkan pendahuluan di atas maka peneliti akan meneliti tentang pengaruh variasi lama waktu aerasi terhadap penurunan kadar besi (Fe) pada air sumur di Kecamatan Simo Kabupaten Boyolali.

2. Metode

Jenis penelitian ini merupakan penelitian *pre-experiment* dengan desain penelitian post test only design. Selanjutnya data yang diperoleh dari hasil penelitian tersebut dianalisis dengan uji deskriptif dan analitik. Waktu penelitian dilakukan pada bulan Juni

2023 di Desa Sumber Kecamatan Simo Kabupaten Boyolali. Populasi penelitian ini adalah semua air sumur yang mengandung kadar besi tinggi pada pemukiman di Desa Sumber Kecamatan Simo Kabupaten Boyolali. Sampel dari penelitian ini adalah air sumur gali yang diambil dari rumah warga (Bapak Ariyanto) daerah Desa Sumber Kecamatan Simo Kabupaten Boyolali. Jumlah sampel yang diambil sebanyak 240 liter.

Analisis data dalam penelitian ini menggunakan analisis univariat dan analisis bivariat, dimana analisis univariat dalam penelitian ini digunakan untuk mendeskripsikan keadaan kadar besi (Fe) pada perlakuan aerasi menggunakan bubble aerator dengan variasi lama waktu 0 menit, 5 menit, 7 menit dan 9 menit. Sedangkan analisis bivariat dilakukan terhadap dua variabel. Analisis statistik yang digunakan dalam penelitian ini dilakukan dengan uji anova menggunakan software statistik dengan tingkat kepercayaan 99% untuk mengetahui keefektifan variasi waktu pada proses aerasi menggunakan bubble aerator dalam pengukuran kadar besi (Fe) air sumur.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil pemeriksaan kadar besi (Fe) pada air sumur di Kecamatan Simo Kabupaten Boyolali yang melewati proses aerasi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pemeriksaan Kadar Besi (Fe)

No	Varaisi Waktu (Menit)	Kadar Fe air Sumur Setelah Perlakuan						Rata-rata
		Replikasi						
		I	II	III	IV	V	VI	
1	0	1,19	1,21	1,18	1,20	1,19	1,20	1,19
2	5	1,12	1,09	1,10	1,09	1,11	1,08	1,09
3	7	0,98	0,93	0,89	0,91	0,96	0,91	0,93
4	9	0,83	0,79	0,80	0,75	0,77	0,78	0,78

Berdasarkan Tabel 1. menunjukkan bahwa waktu proses aerasi yang paling tinggi untuk menurunkan kadar besi adalah perlakuan yang menggunakan waktu 7 menit dan 9 menit dengan kadar besi dibawah 1 mg/liter (dibawah nilai kadar maksimum yang diperbolehkan). Sedangkan untuk perlakuan 0 menit dan 5 menit masih belum cukup untuk menurunkan kadar besi pada air sumur sesuai dengan kadar maksimum yang diperbolehkan. Untuk perlakuan 0 menit dan 5 menit masih terdapat kadar besi antara 1,08 sampai 1,19. Sedangkan untuk perlakuan 7 dan 9 menit dapat menurunkan kadar besi sampai 0,75.

Hasil yang diperoleh dari pemeriksaan kadar besi pada sumur gali di Kecamatan simo, Kabupaten Boyolali sebelum dan sesudah perlakuan pada kelompok perlakuan kemudian dimasukkan dalam tabel dan di analisis secara deskriptif dan analitik. Berikut meruakan hasil uji Univarit dalam penelitian ini.

Tabel 2. Deskriptif Statistik

Perlakuan	N	Mean	d. Deviation	Minimum	Maximum
0 Menit	6	1,1950	0,01049	1,18	1,21
5 Menit	6	1,0983	0,01472	1,08	1,12
7 Menit	6	0,9300	0,03406	0,89	0,98
9 Menit	6	0,7867	0,02733	0,75	0,83
Total	24	1,0025	0,16147	0,75	1,21

Berdasarkan Tabel 2. Dapat diketahui bahwa untuk nilai mean tertinggi dari 4 perlakuan adalah 1,950. Untuk nilai standar deviasi tertinggi adalah 0,03406. Lalu untuk nilai minimum paling rendah dalam penelitian ini adalah 0,75. Sementara nilai maksimum paling tinggi dalam penelitian ini adalah 1,21.

Tabel 3. Uji Normalitas *Shapiro Wilk*

Perlakuan	Shairo-Wilk		
	Statistic	Df	Sig.
0 Menit	0,960	6	0,820
5 Menit	0,958	6	0,804

7 Menit	0,936	6	0,625
9 Menit	0,988	6	0,985

Berdasarkan Tabel 3. Diatas untuk perlakuan 0 menit mendapat nilai 0,820. Perlakuan 5 menit mendapat nilai 0,804. Perlakuan 7 menit mendapat nilai 0,625 dan untuk perlakuan 9 menit mendapat nilai 0,985. Jadi semua data dalam penelitian ini lolos dari uji normalitas shapiro wilk karena memiliki nilai diatas 0,05.

Karena data dalam penelitian ini lolos dalam uji normalitas, maka uji selanjutnya akan dilakukan uji Anova dan test Homogenitas. Uji Homegenitas bertujuan untuk mengetahui aakah variasi beberapa data dari populasi memiliki varians yang sama atau tidak. Jika nilai sig < 0,05 maka varians data adalah tidak homogen. Jika nilai sig > 0,05 maka varians data adalah Homogen. Berikut merupakan tabel hasil uji Homogenitas:

Tabel 4. Uji Homogenitas

	Levene Statistic	Df 1	Df 2	Sig.
Based on Mean	2,517	3	20	0,087
Based on Median	2,082	3	20	0,135

Berdasarkan Tabel 4. untuk nilai signifikansi dari based on mean dan based on median adalah 0,087 dan 0,135 yang artinya adalah semua nilai > 0,05. Jadi hasil dari uji homogenitas dalam penelitian ini menyatakan bahwa kelompok populasi data dalam penelitian ini adalah homogen.

Tabel 5. Uji Anova

F Hitung	Sig.	Keterangan
351,333	0,000	Mempunyai perbedaan bermakna

Berdasarkan Tabel 5. Hasil dari uji Anova dalam penelitian ini memperoleh hasil nilai F hitung sebesar 351,333 dan nilai signifikansi sebesar 0,000. Jadi $0,000 < 0,05$ sehingga ada perbedaan bermakna antara masing-masing perlakuan yaitu perlakuan A, B, C, dan D dalam penelitian ini.

Selain uji Anova, akan dilakukan uji Multiple Comparisons untuk mengetahui waktu aerasi yang aling efektif yang akan digunakan. Berikut merupakan hasil uji Multiple Comparisons.

Tabel 6. Uji *Multiple Comparisons*

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.
0 Menit	5 Menit	0,09667	0,01364	0,000
	7 Menit	0,26500	0,01364	0,000
	9 Menit	0,40833	0,01364	0,000
5 Menit	0 Menit	-0,09667	0,01364	0,000
	7 Menit	0,16833	0,01364	0,000
	9 Menit	0,31167	0,01364	0,000
7 Menit	0 Menit	-0,26500	0,01364	0,000
	5 Menit	-0,16833	0,01364	0,000
	9 Menit	0,14333	0,01364	0,000
9 Menit	0 Menit	-0,40833	0,01364	0,000
	5 Menit	-0,31167	0,01364	0,000
	7 Menit	-0,14333	0,01364	0,000

Berdasarkan Tabel 6. Hasil dari uji Multiple Comparisons dalam penelitian ini memperoleh hasil nilai signifikansi sebesar 0,000 di semua sampel. Jadi $0,000 < 0,05$ sehingga ada perbedaan rata-rata yang signifikan antara masing-masing perlakuan. Lalu untu nilai untuk mengukur efektifitas dilihat dari kolom mean difference dimana waktu yang efektif untuk melakukan aerasi adalah 9 menit karena 9 menit memiliki nilai 0,40833 dimana nilai itu adalah nilai tertinggi dibanding dengan nilai sampel lainnya.

PEMBAHASAN

Pengukuran kadar besi (Fe) pada air sumur di Kecamatan Simo Kabupaten Boyolali dilakukan denga metode aerasi menggunakan bubble aerator dengan variasi waktu 0, 5, 7

dan 9 menit. Pengukuran kadar besi (Fe) air sumur dilakukan di Laboratorium Dinas Kesehatan Kota Surakarta.

Air sumur yang digunakan sebagai sampel memiliki ciri-ciri fisik berbau dan berwarna kuning kecoklatan. Hal ini terjadi dikarenakan adanya kandungan besi (Fe) pada air tersebut. Pemilik sumur memanfaatkan air sumurnya untuk keperluan hygiene sanitasi, seperti mandi dan mencuci. Pemilik sumur tidak menggunakan air sumur untuk keperluan memasak dan minum karena telah menyadari bahwa kondisi fisik air sumur tidak baik.

Logam besi (Fe) adalah salah satu jenis logam berat esensial yang dimana dalam jumlah tertentu dibutuhkan oleh makhluk hidup. Akan tetapi bila kadar besi (Fe) melebihi dari baku mutu akan berdampak buruk bagi kesehatan dan lingkungan masyarakat. Besi (Fe) dengan konsentrasi tertentu dalam air dapat menimbulkan rasa atau bau logam pada air tersebut. Oleh karena itu dapat merusak estetika air untuk dapat digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Logam besi (Fe) yang terakumulasi dalam tubuh dapat menimbulkan efek kesehatan bagi manusia yang akan mengganggu proses metabolisme dalam tubuh (Rachmawati et al., 2016).

Pada penelitian ini, peneliti melakukan empat kali perlakuan dengan masing-masing perlakuan enam kali replikasi. Setelah melakukan perlakuan pertama, kedua, ketiga dan keempat dengan enam kali replikasi sampel langsung diperiksa di Laboratorium Dinas Kesehatan Kota Surakarta dan mendapatkan hasil secara berturut-turut 1,19 mg/l, 1,09 mg/l, 0,93 mg/l, dan 0,78 mg/l. Selain itu dari uji Anova didapatkan nilai $0,000 < 0,05$ yang artinya masing-masing perlakuan atau lama waktu aerasi mempunyai perbedaan yang bermakna.

Dilihat dari segi angka keefektivitas keempat perlakuan yang dilakukan, perlakuan yang paling efektif dalam menurunkan kadar besi (Fe) antara 0 menit, 5 menit, 7 menit dan 9 menit dengan digunakan tabel Multiple Comparisons dimana berdasarkan hasil analisis didapat bahwa waktu 9 menit adalah waktu yang efektif untuk menurunkan kadar besi pada air sumur di Kecamatan Simo Kabupaten Boyolali. Hal ini dapat dilihat dari nilai mean difference dimana waktu yang efektif untuk melakukan aerasi adalah 9 menit karena 9 menit memiliki nilai 0,40833 dimana nilai itu adalah nilai tertinggi dibanding dengan nilai sampel lainnya. Hasil penelitian ini menunjukkan jika perbedaan waktu tinggal dapat mempengaruhi penurunan kadar parameter besi (Asmawati et al., 2022; Mubarak, 2016).

Dilihat dari hasil yang memenuhi standar baku mutu air bersih, perlakuan ketiga memiliki hasil yang sesuai dengan standar baku mutu air bersih, tetapi hasilnya diambang batas yaitu 7 menit dengan hasil rata-rata 0,93. Selain itu jika dilihat dari segi waktu, perlakuan ini hanya memerlukan waktu 9 menit untuk mendapatkan hasil kadar besi (Fe) dibawah standar yaitu 0,78 mg/l yang mana menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 kadar besi (Fe) dalam air untuk keperluan hygiene sanitasi maksimal adalah 1 mg/l.

Perlakuan pertama yaitu dengan waktu 0 menit atau tanpa perlakuan memiliki hasil dengan rata-rata 1,19 dimana angka tersebut masih diatas standar. Sedangkan untuk perlakuan kedua dengan waktu 5 menit masih tergolong kurang efektif menurunkan kadar besi (Fe) karena angka tersebut masih diatas standar kadar besi (Fe) di dalam air untuk keperluan hygiene sanitasi yaitu 1 mg/l.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Syahputra (2018) tentang penurunan kadar besi (Fe) pada air sumur secara Pneumatic System dengan variasi waktu 5, 10, 15, 20 dan 25 menit aerasi menunjukkan bahwa lama waktu injeksi 5 menit, kandungan besi (Fe) mampu diturunkan dari 1,65 mg/l menjadi 1,47 mg/l. Waktu injeksi udara 10 menit, kandungan besi (Fe) mampu diturunkan dari 1,65 mg/l menjadi 1,32 mg/l, sedangkan untuk waktu injeksi udara 15 menit kandungan besi (Fe) mampu diturunkan dari 1,65 mg/l menjadi 1,15 mg/l, untuk lama waktu injeksi udara 20 menit kandungan besi (Fe) mampu diturunkan dari 1,65 mg/l menjadi 0,91 mg/l dan untuk lama waktu injeksi udara 25 menit kandungan besi (Fe) mampu diturunkan dari 1,65 mg/l menjadi 0,69 mg/l. lama waktu yang efektif dalam Pneumatic System untuk menurunkan kandungan besi (Fe) adalah 20 menit, sehingga dapat memenuhi ambang batas yang diperbolehkan yaitu 1 mg/l.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Batara, et al. (2017), penurunan besi (Fe) menggunakan diffuser aerator pada air tanah, menyatakan bahwa penggunaan diffuser aerator dapat menurunkan kadar besi (Fe) dari 3,57 mg/l menjadi 1,60 mg/l atau sebesar 1,97 mg/l dalam waktu kontak aerasi selama 60 menit. Sedangkan pada penelitian yang dilakukan oleh Trisetyani dan Sutrisno (2014), menyatakan bahwa penurunan kadar besi

(Fe) dengan tiga variasi waktu yaitu 20, 40 dan 60 Menit, kadar besi (Fe) sebelum adalah 3,1 mg/l secara berurutan kadar besi (Fe) yang dihasilkan setelah mendapat perlakuan selama 20, 40 dan 60 menit adalah 0,4105 mg/l, 0,1179 mg/l, dan 0,1691 mg/l.

Pada penelitian ini, kadar besi (Fe) dalam air yang memiliki hasil di bawah batas maksimum kadar besi (Fe) yaitu pada menit ke-7 dan menit ke-9 dengan hasil 0,93 dan 0,78. Berdasarkan dari hasil tersebut, kadar besi (Fe) masih melebihi kadar maksimum besi (Fe) yang diperbolehkan dalam standar mutu air minum Permenkes No. 492/Menkes/Per/IV/2010 sebesar 0,3 mg/l, tetapi hasil penelitian ini sudah dibawah standar mutu air bersih mana menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 kadar besi (Fe) dalam air untuk keperluan hygiene sanitasi maksimal adalah 1 mg/l. Sehingga diperlukan pengolahan lanjutan untuk menurunkan kadar besi hingga memenuhi standar mutu air minum yaitu dengan cara menambah proses filtrasi maupun adsorpsi (Joko dan Savitri, 2016; Sulastri & Nurhayati, 2014; Rasman dan Saleh, 2016).

Filtrasi merupakan proses menyaring partikel-partikel dan juga kotoran organik maupun anorganik pada air. Media filter biasanya terdiri dari pasir atau kombinasi dari pasir, kerikil, batu, kertas atau kain, ijuk dan arang aktif. Setiap media filter yang ada memiliki fungsi yang sama, yaitu sebagai penyaringan padatan pencemar yang terdapat pada air tanah. Media filter yang tepat bahkan mampu menghilangkan zat-zat kimia maupun organik yang ada di dalam air, seperti kekeruhan, warna, berminyak, berkarat dan berlumpur (Sulastri & Nurhayati, 2014; Rasman dan Saleh, 2016; Nainggolan et al., 2017).

Waktu proses aerasi menggunakan bubble aerator selama 9 menit merupakan waktu yang efektif dibandingkan dengan variasi lama waktu proses aerasi menggunakan bubble aerator yang lainnya, tetapi penelitian ini masih perlu memerlukan tambahan proses pengolahan air bersih menggunakan filter dengan filtrasi kontak dengan media pasir, mangan zeolit dan karbon aktif agar kadar besi (Fe) dalam air dapat dibawah standar air minum sebesar 0,03 mg/l menurut Permenkes No. 429/Menkes/Per/IV/2010, sehingga kebutuhan terhadap air bersih untuk masyarakat Kecamatan Simo Kabupaten Boyolali dapat terpenuhi dengan baik.

4. Kesimpulan

Kadar besi (Fe) dengan perlakuan aerasi menggunakan bubble aerator dengan variasi waktu 0 menit sebesar 1,19 mg/l; 5 menit sebesar 1,09 mg/l; 7 menit sebesar 0,93 mg/l dan 9 menit sebesar 0,78 mg/l. Waktu aerasi menggunakan bubble aerator yang paling efektif menurunkan kadar besi (Fe) adalah aerasi menggunakan bubble aerator selama 9 menit dengan nilai nilai 0,40833 dimana nilai tersebut adalah nilai tertinggi dibanding dengan nilai sampel lainnya. Selanjutnya Penelitian ini dapat menjadi referensi dan bahan acuan untuk meneliti pengolahan air dengan cara aerasi menggunakan bubble aerator dengan memperhatikan faktor-faktor lain yang dapat mempengaruhi proses aerasi menggunakan bubble aerator seperti nilai suhu, pH, kejenuhan oksigen, karakteristik air dan turbulensi air.

Referensi

- [1] Asmawati, I., Dina DN., Nurul, A., Dian Y. (2022). Efektivitas Metode Aerasi dalam Menurunkan Kadar Besi pada Air Tanah di Desa Sidorejo Kecamatan Sidomulyo Tahun 2021. *Jurnal Indonesian Journal of Health and Medical* 2(2).
- [2] Atmono, Natalina, Dodo K., (2019). Penurunan Kadar Besi (Fe) Menggunakan variasi sudut kemiringan dengan Metode Cascade Aerator. *Jurnal Rekayasa* 3(2).
- [3] Batara, K., Zaman, B., Oktawan, W., Teknik, D., Fakultas, L., & Universitas, T. (2017). *Pengaruh Debit Udara Dan Waktu Aerasi Terhadap*. 6(1).
- [4] Haidar, B. (2020). *Efisiensi Variasi Lama Waktu Aerasi Bubble Aerator Terhadap Penurunan Kadar Besi (Fe) Air Sumur Gali Desa Purwogondo Kabupaten Jepara Tahun 2020* (Satu). Program Studi Sanitasi Lingkungan Program Sarjana Terapan Jurusan Kesehatan Lingkungan Purwokerto.
- [5] Handriyani, K. A. T. S., Habibah, N., & Dhyana Putri, I. G. A. S. (2020). Analisis Kadar Timbal (Pb) Pada Air Sumur Gali Di Kawasan Tempat Pembuangan Akhir Sampah Banjar Suwung Batan Kendal Denpasar Selatan. *JST (Jurnal Sains Dan Teknologi)*, 9(1), 68–75. <https://doi.org/10.23887/jstundiksha.v9i1.17842>

- [6] Joko, T dan Savitri R. (2016). Variasi Penambahan Media Adsorpsi Kontak Aerasi Sistem Nampan Bersusun (Tray Aerator) terhadap Kadar Besi (Fe) Air Tanah Dangkal di Kabupaten Rembang. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia* 15(1).
- [7] Karuniawan, H. dan Munawar, A. (2021). Variasi Tray Aerator dengan Penambahan Media Kaolin dan karbon aktif untuk Menurunkan Fe dan Mn Terlarut di Air Sumur. *IJurnal Envirous* 1 (2).
- [8] Mubarak A. (2016) Keefektifan Waktu Aerasi Menggunakan Bubble Aerator dalam Menurunkan Kadar Besi (Fe) Air SUMur Desa Kebarongan Kemranjen Banyumas. *eprint ums*. <https://onsearch.id/Record/IOS2728.44186>
- [9] Munthe, A.A., Jasmen M., Realita.(2018) Analisa Penurunan Kadar Besi (Fe) dengan Metode Waterfall Aerator dan Multiple Platform Aerator. *Jurna; Mutiara Kesehatan Masyarakat* 3(2). Putri, N. P., & Z, A. F. (2020). Manfaat Air Minum bagi Kesehatan Peserta Didik pada Tingkat MI/SD. *Al-Adzka: Jurnal Ilmiah Pendidikan Guru Madrasah Ibtidaiyah*, 10(1), 33. <https://doi.org/10.18592/aladzkapgmi.v10i1.3622>
- [10] Nainggolan, AH., Ahmad PMT, Hafizhul Kh. (2017). Pengaruh Aerasi Bertingkat dengan Kombinasi Saringan Pasir, Karbon Aktif, dan Zeolit dalam Menyisihkan Parameter Fe dan Mn dari Air Tanah di Pesantren Ar-Raudhatul Hasanah. *Jurnal Dampak* 14(1).
- [11] Rachmawati, S., Joko, T., & Dewanti, N. (2016). Perbedaan Variasi Penambahan Media Adsorpsi Kontak Aerasi Sistem Nampan Bersusun (Tray Aerator) Terhadap Kadar Besi (Fe) Air Sumur Gali Di Desa Jatihadi Kecamatan Sumber Kabupaten Rembang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat (e-Journal)*, 4(3), 904–910.
- [12] Rasman dan Muh. Saleh (2016). Penurunan Kadar Besi (Fe) dengan Sistem Aerasi dan Filtrasi pada Air Sumur Gali (Eksperimen). *Jurnal Higiene* 2(3).
- [13] Rivai, A., & Hermanto, A. (2019). Efektivitas Metode Cascade Aerasi Dan Kombinasi Filtrasi Dalam Menurunkan Kadar Besi (Fe) Pada Air Sumur Gali. *Sulolipu: Media Komunikasi Sivitas Akademika Dan Masyarakat*, 17(1), 89. <https://doi.org/10.32382/sulolipu.v18i1.724>
- [14] Riyanto, E., Taufik, M., & Saputri, M. (2021). Analisis Penurunan Kadar Besi (Fe) dalam Air Sumur Gali dengan Metode Variasi Waktu Aerasi Filtrasi Menggunakan Aerator Gelembung dan Variasi Saringan Pasir Lambat. *Surya Beton : Jurnal Ilmu Teknik Sipil*, 5(1), 1–9.
- [15] Sulastrri, S., & Nurhayati, I. (2014). Pengaruh Media Filtrasi Arang Aktif Terhadap Kekeruhan, Warna Dan Tds Pada Air Telaga Di Desa Balongpanggung. *WAKTU: Jurnal Teknik UNIPA*, 12(1), 43–47. <https://doi.org/10.36456/waktu.v12i1.825>
- [16] Syahputra, B. (2018). *Penurunan Kadar Besi (Fe) Pada Air Sumur Secara Pneumatic System (Iron (Fe) Removal in Dug Well By Pneumatic System)*.
- [17] Trisetyani, I., dan Sutrisno. (2014). *Penurunan Kadar Fe Dan Mn Pada Air Sumur Gali Dengan Aerasi Gelembung Udara Di Desa Siding Kecamatan Bancar Kabupaten Tuban*. 12, 35–42.
- [18] Ulfa, S., Sulaiman H, Muhammad R. (2019) Pengaruh Tray Aerasi Terhadap Penurunan Kadar Besi (Fe) Air SUMur Bor. *Jurnal Kesehatan Lingkungan* 16 (2).
- [19] Warniati, NK., Tony K.T., Dismo K. (2015) Efektivitas Cascade Aerator dalam Menurunkan Kadar Fe dalam Air Tanah. *Jurnal Kesehatan Lingkungan* 5 (1)..
- [20] Wulandari,S., Nany Dj., Pujiono. 2021. Efektivitas Multiple Platform Aerator terhadap Penurunan Kadar Besi (Fe) pada Air Bersih di PT X. *Jurnal Kesehatan Siliwangi*, 1(2). DOI: <https://doi.org/10.34011/jks.v2i2.723>



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)