

Efektivitas Penurunan Kandungan Besi (Fe) Dalam Air Tanah Menggunakan Reaktor Gelembung

Annisa Damayanti^{1*}, Pratiwi², Nadya Dara Salsabila³, Agung Sugiharto⁴

^{1, 2, 3, 4}Teknik Kimia, Universitas Muhammadiyah Surakarta

*Email: damayannisa10@gmail.com

Abstrak

Keywords:

Aerator gelembung; penurunan kadar besi (Fe); waktu aerasi; lubang plat; diameter lubang plat aerasi

Penurunan kadar besi (Fe^{2+}) terlarut dalam air bersih yang dipakai untuk keperluan domestik dengan sistem aerasi udara bebas menggunakan reaktor gelembung telah dipelajari dalam penelitian ini. Percobaan dilakukan dengan menggunakan variasi kerapatan jumlah lubang per satuan luas penampang reaktor, diameter lubang aerasi dan lamanya waktu aerasi. Reaktor dioperasikan sesuai dengan model reaktor mixed flow, dengan diameter 22 cm tinggi 24,5 cm. Efektivitas penurunan kadar besi tertinggi sebesar 86,89% dari kadar mula-mula sebelum aerasi, diperoleh pada konfigurasi reaktor gelembung dengan jumlah lubang 100/0,0177 m² luas penampang reaktor, diameter lubang aerasi 2 mm dan lamanya waktu aerasi 3 jam. Pengujian kadar besi dilakukan dengan menggunakan spektrofotometri UV-Vis pada panjang gelombang 480 nm.

1. PENDAHULUAN

Air adalah salah satu sumber daya alam yang sangat penting dalam semua bentuk kehidupan. Ketersediaan air bersih merupakan permasalahan klasik yang dihadapi masyarakat baik dari segi kuantitas maupun kualitasnya (1). Kehadiran zat besi dan mangan dalam air minum domestik telah menjadi masalah serius karena mengubah rasa, warna dan bau air minum tersebut (2).

Air yang melewati tanah dapat melarutkan mineral yang terdapat pada tanah tersebut, sehingga air tanah pada berbagai wilayah memiliki perbedaan karakteristik menurut tanah setempat. Air tanah pada daerah tertentu memiliki kandungan besi yang relatif tinggi. Jika air

tersebut mengalami kontak dengan udara maka akan terjadi oksidasi, dimana ion ferri pada ferri hidroksida [$Fe(OH)_3$] yang terlarut dalam air tanah menjadi ferro dan segera mengalami presipitasi (pengendapan) pada saluran air tersebut (3). Adanya kandungan Fe dalam air menyebabkan warna air tersebut berubah menjadi kuning kecoklatan setelah beberapa saat berkontak dengan udara (4).

Air bersih untuk keperluan sehari-hari harus memenuhi syarat kualitas yang meliputi syarat biologi, fisika, kimia, mikrobiologis, dan radioaktif (5). Berdasarkan Permenkes RI No. 416/MENKES/PER/IX/1990, tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas air,

maka kadar besi (Fe) yang terlarut dalam air bersih maksimum diperbolehkan adalah 1 mg/liter. Jika Kadar Fe melebihi batas ditetapkan oleh pemerintah dan dikonsumsi secara terus menerus dalam jangka waktu lama, maka dapat mengakibatkan sirosis pada hati, *hemochromatosis*, diare, *lethargy*, *coma*, *irritability*, *seizures*, dan sakit perut. Selain itu, Fe yang terakumulasi di dalam alveoli menyebabkan berkurangnya fungsi paru-paru hingga menyebabkan kematian (6). Konsumsi dalam jangka panjang, kualitas air yang buruk dapat menyebabkan penyakit tulang, korosi gigi, anemia dan kerusakan ginjal (7). Adanya unsur ini dapat pula menimbulkan bau, warna dan koloid pada air minum (8). Oleh karena itu kandungan kadar besi (Fe) yang melebihi standar baku mutu harus diolah terlebih dahulu agar sesuai dengan standar baku mutu air bersih.

Salah satu cara menghilangkan kadar besi (Fe) yang terlarut dalam air yaitu dengan metode aerasi-filtrasi. Aerasi adalah proses pengolahan air dengan cara mengontakkannya dengan udara, yang digunakan untuk menghilangkan kandungan besi dari air tanah (9). Salah satu aerator yang digunakan adalah aerator gelembung, dimana udara disemprotkan melalui dasar bak air yang akan diaerasi, sehingga udara akan kontak dengan air atau mencampur air dengan gelembung udara. Aerasi menghasilkan tetesan atau lembaran tipis air ke udara atau dengan memasukkan gelembung udara kecil (semakin kecil gelembungnya, semakin baik) dan membiarkannya naik melalui air (10)

Pada penelitian ini ingin dilihat efektivitas penurunan kandungan besi (Fe) dalam air bersih menggunakan aerator gelembung dengan variasi kerapatan jumlah lubang aerasi, diameter lubang aerasi dan waktu aerasi.

2. METODE

Jenis penelitian ini bersifat eksperimental laboratoris. Rancangan penelitian adalah *Pre and Post Test Design* yaitu pengukuran kadar besi (Fe) sebelum

dan sesudah perlakuan dengan proses aerasi menggunakan reaktor gelembung.

Penelitian dilakukan pada bulan Oktober-Desember 2019. Tempat penelitian di Laboratorium Teknik Kimia Gedung H, Lantai 2, Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Pada penelitian ini variasi yang digunakan adalah kerapatan jumlah lubang plat, diameter lubang aerasi, dan lamanya waktu aerasi. Penelitian dilakukan dengan terlebih dahulu membuat bak aerasi dengan cara melubangi bak aerasi dan memasang corong sebagai distributor aliran pada lubang aerasi, digunakan dua aerator dengan debit aliran 4 liter/menit dan dijadikan satu aliran dengan menggunakan kran. Rangkaian selang dimasukkan ke dalam corong kemudian ditutup dengan menggunakan plat yang sudah dilubangi sesuai dengan variasi yang digunakan.

Sampel diambil dari air kran pada Gedung F, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta sebanyak 8000 ml, kemudian diukur kadar besinya sebagai kadar mula-mula sebelum aerasi. Proses aerasi dilakukan menggunakan aerator gelembung. Air dimasukkan ke dalam bak aerasi dengan ketinggian air 22 cm dari dasar bak aerasi, kemudian aerator dinyalakan dan diatur variasi waktu aerasi selama 90 menit, 120 menit, 150 menit, dan 180 menit. Sampel yang telah diaerasi ditampung dalam wadah dan diendapkan selama 24 jam. Sampel yang telah diendapkan diambil sebanyak 60 ml dan disaring menggunakan kertas saring, selanjutnya diambil dan dilakukan pengukuran kadar besi (Fe). Air sampel yang telah disaring dimasukkan ke dalam labu ukur 100 ml, selanjutnya ditambahkan 5 ml KSCN dan 3 ml HNO₃ dan ditambahkan aquadest sampai tanda batas dan dikocok hingga homogen kemudian dilakukan pengukuran dengan Spektrofotometer UV-Vis.

Wadah aerasi dengan model reaktor *mixed flow* dengan diameter 22 cm dan tinggi 24,5 cm. Pada Gambar 1 dapat dilihat desain dari wadah aerasi.



Gambar 3. Desain wadah aerasi dengan model reaktor mixed flow

Data hasil pengujian dan perhitungan dinalisis secara kuantitatif dengan bantuan *software* Microsoft Excel untuk mengetahui pengaruh variasi kerapatan jumlah lubang plat, diameter lubang aerasi, dan lamanya waktu aerasi. Dalam hal ini disajikan dalam bentuk tabel, grafik, dan narasi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

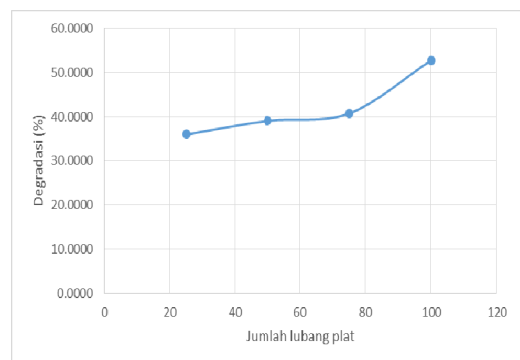
3.1. Pengaruh kerapatan jumlah lubang plat terhadap efektivitas penurunan kadar besi (Fe).

Hasil pengukuran kadar pada sampel air dilakukan sebelum dan sesudah mendapat perlakuan dengan menggunakan Spektrofotometer UV-Vis . Pada variasi kerapatan jumlah lubang per satuan luas penampang reaktor diperoleh hasil sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 . Pengaruh variasi jumlah lubang plat terhadap efektivitas penurunan kadar besi

Kerapatan jumlah lubang plat	Kadar Besi (mg/L)		Degradasi (%)
	Sebelum	Sesudah	
25	0,125	0,08	36.0000
50	0,128	0,078	39.0625
75	0,135	0,08	40.7407
100	0,18	0,085	52.7778

Dari tabel 1 ditunjukkan bahwa pengaruh variasi jumlah lubang (kerapatan lubang per satuan luas penampang reaktor) tidak memberikan perbedaan hasil yang signifikan. Peningkatan jumlah kerapatan 4 kali lipat hanya memberikan peningkatan penurunan kadar besi sebesar 12,0370% . Sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2 bahwa kenaikan cukup tinggi terjadi pada jumlah lubang dari 75 ke 100 lubang per luas penampang reaktor.



Gambar 2. Profil peningkatan penurunan kadar besi seiring peningkatan jumlah lubang per satuan luas penampang reaktor

3.2. Pengaruh diameter lubang plat terhadap penurunan kadar besi (Fe)

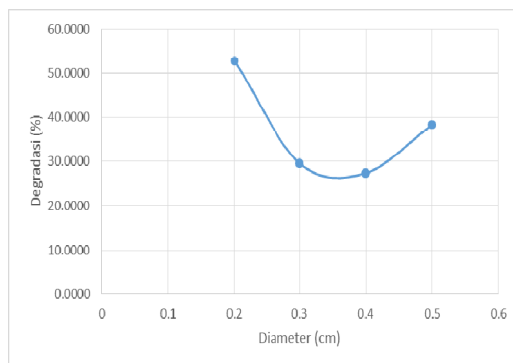
Hasil pengukuran kadar pada sampel air dilakukan sebelum dan sesudah mendapat perlakuan dengan menggunakan Spektrofotometer UV-Vis. Hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel 2. Dari tabel 2 ditunjukkan bahwa pengaruh variasi diameter lubang plat tidak memberikan perbedaan hasil yang signifikan. Hasil yang paling efektif ditunjukkan pada variasi diameter lubang plat 0,2 cm dengan efektivitas penurunan sebesar 52,7778%.

Pada variasi diameter lubang plat 0,3 cm dan 0,4 cm mengalami peningkatan penurunan yang semakin sedikit, dan pada variasi diameter lubang plat 0,5 cm mengalami peningkatan kembali, hal tersebut terjadi karena diameter lubang plat yang digunakan kurang tersebar merata sehingga mengakibatkan berkurangnya air yang kontak dengan udara.

Tabel 2. Pengaruh variasi diameter lubang plat terhadap efektivitas penurunan kadar besi

Diameter lubang plat (cm)	Kadar Besi (mg/L)		Degradasi (%)
	Sebelum	Sesudah	
0,2	0,18	0,085	52.7778
0,3	0,135	0,095	29.6296
0,4	0,124	0,090	27.4194
0,5	0,128	0,079	38.2813

Sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3 bahwa hasil yang paling efektif ditunjukkan pada variasi diameter lubang plat 0,2 cm dengan efektivitas penurunan sebesar 52,7778%..



Gambar 3. Profil peningkatan penurunan kadar besi seiring peningkatan diameter lubang penampang reaktor

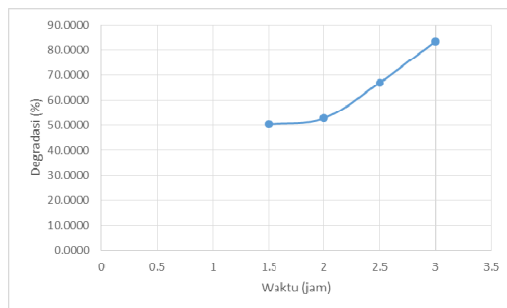
3.3. Pengaruh waktu aerasi terhadap penurunan kadar besi (Fe)

Hasil pengukuran kadar pada sampel air dilakukan sebelum dan sesudah mendapat perlakuan dengan menggunakan Spektrofotometer UV-Vis . Pada variasi waktu aerasi diperoleh hasil sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 3, dimana hasil pengukuran kadar terdapat perubahan baik sebelum dan sesudah aerasi menghasilkan peningkatan penurunan kadar besi yang signifikan. Dapat dilihat bahwa semakin lama waktu aerasi semakin meningkat penurunan kadar besinya. Perlakuan dengan variasi waktu aerasi paling efektif yaitu pada waktu aerasi 180 menit atau 3 jam.

Tabel 3. Pengaruh variasi waktu aerasi terhadap efektivitas penurunan kadar besi

Waktu Aerasi (menit)	Kadar Besi (mg/L)		Degradasi (%)
	Sebelum	Sesudah	
90	0,131	0,065	50.3817
120	0,180	0,085	52.7778
150	0,120	0,02	66.9118
180	0,118	0,078	83.3333

Sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4 bahwa hasil yang paling efektif ditunjukkan pada variasi waktu aerasi 180 menit atau 3 jam dengan efektivitas penurunan sebesar 83,3333%..



Gambar 4. Profil peningkatan penurunan kadar besi seiring peningkatan waktu aerasi

Hasil rata-rata kadar besi menggunakan lama waktu aerasi selama 90 menit didapatkan keefektifan penurunan sebesar 50,3817%, pada perlakuan 2 menggunakan lama waktu aerasi selama 120 menit keefektifan penurunan sebesar 52,7778%, pada perlakuan 3 menggunakan lama waktu aerasi selama 150 menit keefektifan penurunan sebesar 66,9118%, pada perlakuan 4 menggunakan lama waktu aerasi selama 180 menit keefektifan penurunan sebesar 83,3333%. Penurunan tertinggi kadar besi (Fe) dalam penelitian yang dilakukan kali ini terjadi pada menit ke-180 atau 3 jam.

4. KESIMPULAN

Setelah dilakukan penelitian tentang Efektivitas penurunan kandungan besi (Fe) dalam air tanah menggunakan aerator gelembung, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

Terdapat hubungan yang saling berkaitan antara variasi jumlah lubang plat, diameter plat, dan juga waktu aerasi. Pada sampel air tanah sebelum dilakukan aerasi, air tanah berwarna sedikit keruh dan mengandung besi terbukti dengan adanya butiran kecil berwarna kuning. Sedangkan setelah dilakukan aerasi, air tanah berwarna lebih jernih dari sebelumnya dan besi (Fe) akan terbentuk gumpalan lalu mengendap ke bawah. Pada variasi jumlah lubang plat didapatkan jumlah yang paling efektif yaitu 100 lubang, pada variasi diameter plat didapatkan diameter yang paling efektif yaitu 0,2 cm, sedangkan variasi waktu aerasi didapatkan waktu yang paling efektif yaitu 180 menit atau 3 jam, dengan penurunan kadar besi sebesar 83,3333%.

REFERENSI

- [1] Zairinayati, afni maftukhah N. Efektivitas Pengolahan Air Bersih Menggunakan Tray Aerator Dalam Menurunkan Konsentrasi Fe, Mn, Ph Pada Air Sumur Gali. *J Kesehat Lingkung.* 2019;3:19–20.
- [2] Mat Yazid MR, Ismail R, Rahmat RAO. *Jurnal Teknologi.* A Rev Remov Iron Manganese By Using Cascade Aeration Syst [Internet]. 2013;62(1):69–76. Available from: www.jurnalteknologi.utm.my
- [3] Hastutiningrum S, Purnawan, Nurmaidawati E. Penurunan Kadar Besi (Fe) dan Mangan (Mn) Dalam Air Tanah dengan Metode Aerasi Conventional Cascade dan Aerasi Vertical Buffle Channel Cascade. *Proceeding Semin Nas Tek Kim “Kejuangan.”* 2015;1–7.
- [4] Siagian D. Efektivitas Cascade Aerator

- Dalam Penurunan Kontaminan Besi (Fe) Pada Air Sumur Gali Di Desa Pantai Labu Kab . Deli Serdang 2018;5(1).
- [5] Suharno, Adib M. Jurnal Vokasi Kesehatan. Pengguna Aerator, Soda Ash, Dan Filtrasi Dalam Menurunkan Kadar Fe. 2017;3(1):1–6.
- [6] Andini A. Analisa Kadar Fe (III) Air Di Kecamatan Tanggulangin Sidoarjo. Med Technol Public Heal J. 2018;2(1):19–24.
- [7] Hasim AH. Effectiveness of multiple tray-aerators in reducing Iron (Fe) water wells in Gowa Regency , Indonesia. 2018;24(1):22–5.
- [8] Rasman, Saleh M. Penurunan Kadar Besi (Fe) Dengan Sistem Aerasi dan Filtrasi Pada Air Sumur Gali (Eksperimen). Kesehat Lingkung. 2016;2(3):160–7.
- [9] Beenakumari KS. Removal of iron from water using modified coconut shell charcoal as adsorbent. J Curr World Environ. 2009;4(2):321–6.
- [10] Paul JM, Vijayan AM, Raju A. Comparison of Iron Removal Efficiency by Aeration and Adsorption. IOSR J Mech Civ Eng (IOSR-JMCE [Internet]. 2016;13(3):1–04. Available from: www.iosrjournals.org