

PENURUNAN KANDUNGAN ZAT BESI (FE) DALAM AIR SUMUR GALI DENGAN METODE AERASI

Maxell Findo Dinata Purba^{*)}, Eko Hartini^{**)}

^{*)} Alumni Program Studi Kesehatan Masyarakat Universitas Dian Nuswantoro Semarang

^{**)} Program Studi Kesehatan Masyarakat Universitas Dian Nuswantoro Semarang

Jl. Nakula I No. 5-11 Semarang

email : lepaslanda818@yahoo.co.id; eko_hartini@yahoo.com

ABSTRACT

Well water has been the main source of water for people in Kumai Hilir area, Central Kalimantan. Based on observation and direct interview to the people, it was found that the color of well water was brownish yellow and when applied for daily laundry and other appliances will leave stain. The aim of the research is to discover the effectivity of cascade aerator and bubble aerator in reducing Fe on well water.

The design of the research is quasi experiment by repeating 10 times for each aeration method. Sample of the research was a well water with over-limited Fe owned by a local in Kumai Hilir Central Kalimantan.

Fe content before aeration using aerator cascade method was 4.41 mg/l, after aeration Fe reduced to 0.58 mg/l. Fe prior aeration using bubble aerator was 4.41 mg/l, after aeration Fe dropped to 0.74 mg/l. There's no significant effectivity difference in reducing iron using either cascade aerator or bubble aerator.

To the people who consume well water, it is recommended to process it before consuming.

Key words : well water, level of iron (Fe), aeration

ABSTRAK

Air sumur gali menjadi sumber air utama bagi masyarakat di Kumai Hilir Kalimantan Tengah. Berdasarkan observasi dan wawancara langsung pada masyarakat diketahui air sumur gali berwarna kuning kecoklatan dan apabila di gunakan untuk mencuci pakaian dan peralatan – peralatan lain akan memberikan noda. Tujuan penelitian adalah mengetahui efektifitas *cascade aerator* dan *bubble aerator* dalam menurunkan kadar Fe pada air sumur gali.

Jenis penelitian ini adalah eksperimen semu dengan pengulangan sebanyak 10 kali untuk setiap metode aerasi. Sampel adalah salah satu air sumur warga yang memiliki kadar Fe yang melebihi nilai baku mutu.

Kandungan Fe sebelum dilakukan aerasi dengan metode *cascade aerator* sebesar 4,41 mg/l, setelah dilakukan aerasi turun menjadi 0,58 mg/l. Kandungan Fe sebelum dilakukan aerasi dengan metode *bubble aerator* sebesar 4,41 mg/l, setelah dilakukan aerasi turun menjadi 0,74 mg/l. Tidak ada perbedaan efektifitas yang bermakna antara metode *cascade aerator* dengan *bubble aerator* dalam menurunkan kandungan Fe dalam air sumur gali.

Masyarakat yang menggunakan air sumur gali, sebaiknya diolah terlebih dahulu baik dengan *cascade aerator* maupun *bubble aerator*.

Kata Kunci: Sumur gali, kandungan zat besi (Fe), aerasi

PENDAHULUAN

Air bersih tidak bisa dipisahkan dengan kehidupan karena tanpa air bersih manusia sulit memperoleh sumber air minum. Salah satu sumber air bersih yang banyak digunakan oleh masyarakat di Indonesia adalah air tanah. Sumur gali adalah satu konstruksi sumur yang paling umum dan meluas dipergunakan untuk mengambil air tanah bagi masyarakat kecil dan rumah-rumah perorangan sebagai air minum dengan kedalaman 7-10 meter dari permukaan tanah. Berdasarkan hasil uji laboratorium kandungan zat besi (Fe) pada salah satu air sumur warga di Kumai Hilir, Kecamatan Kumai, Kalimantan Tengah adalah 5,02 mg/l, yang berarti kadar Fe untuk sumur warga tersebut melebihi baku mutu yang telah ditetapkan oleh pemerintah melalui PERMENKES No.416/Menkes/Per/IX/1990 tentang persyaratan kualitas air bersih bahwa kadar maksimum yang diperbolehkan untuk Fe adalah 1,0 mg/l.

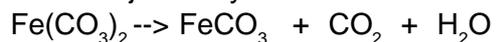
Adanya kandungan Fe dalam air menyebabkan warna air tersebut berubah menjadi kuning coklat setelah beberapa saat kontak dengan udara. Disamping dapat mengganggu kesehatan juga menimbulkan bau kurang enak serta menyebabkan warna kuning pada dinding bak serta bercak-bercak kuning pada pakaian.¹ Kondisi inilah yang dikeluhkan oleh warga pemilik air sumur gali tersebut.

Besi atau ferrum (Fe) adalah metal berwarna putih keperakan, liat dan dapat dibentuk. Zat besi terdapat dimana-mana baik di dalam air maupun di dalam tanah dalam berbagai bentuk. Tetapi sejauh ini bentuk umum yang sering ditemukan di sumber mata air adalah *Ferrous bicarbonat* dan tak berwarna.²

Zat besi dalam air biasanya terlarut dalam bentuk senyawa atau garam bikarbonat, garam sulfat, hidroksida dan juga dalam bentuk koloid atau dalam keadaan bergabung dengan senyawa organik. Oleh karena itu cara

pengolahannyapun harus disesuaikan dengan bentuk senyawa besi dalam air yang akan diolah.¹

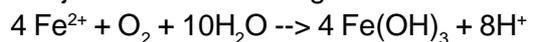
Adanya kandungan alkalinity (HCO_3^-) yang cukup besar dalam air akan menyebabkan senyawa besi berada dalam bentuk senyawa ferro bikarbonat $\text{Fe}(\text{CO}_3)_2$, oleh karena CO_2 lebih stabil daripada (HCO_3^-) maka senyawa bikarbonat cenderung berubah menjadi senyawa karbonat:



Dari reaksi tersebut dapat dilihat jika CO_2 berkurang maka reaksi akan bergeser ke kanan dan selanjutnya reaksi akan menjadi sebagai berikut:



Hidroksida besi II ($\text{Fe}(\text{OH})_2$) mempunyai kelarutan yang besar sehingga jika terus dilakukan oksidasi dengan udara atau aerasi akan terjadi reaksi ion sebagai berikut:



Sesuai dengan reaksi tersebut maka untuk mengoksidasi setiap 1 mg/liter zat besi dibutuhkan 0,14 mg/liter oksigen. Pada pH rendah, kecepatan oksidasi besi dengan oksigen (udara) relatif lambat, sehingga pada praktiknya untuk mempercepat reaksi dilakukan dengan cara menaikkan pH air yang akan diolah.¹

Salah satu cara untuk menghilangkan zat besi dalam air yakni dengan oksidasi dengan udara atau aerasi. Ada beberapa jenis aerator yang biasa digunakan untuk pengolahan air minum antara lain *cascade aerator*, *multiple plat form aerator*, *spray aerator*, *bubble aerator (pneumatic system)* dan *multiple tray aerator*.³

Aerasi telah digunakan secara luas untuk pengolahan air yang mengandung besi atau mangan terlalu tinggi di atas ambang batas sebesar 1 mg/l. Diantaranya Penelitian yang dilakukan oleh Benny Syahputra (2008) pada air sumur yang berlokasi di Dukuh Siwarak, Kelurahan Kandri, Kecamatan Gunung Pati Kota Semarang, kandungan Fe nya masih

melebihi batas maksimum yang diperbolehkan yaitu sebesar 1,6 mg/l, setelah dilakukan proses aerasi menggunakan *Pneumatic system* selama 20 menit dapat memenuhi ambang batas yang diperbolehkan berdasarkan PERMENKES No.416/Menkes/Per/IX/1990 untuk air bersih sebesar 1,0 mg/l.⁴ Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Saleh (2002) secara eksperimen terhadap penurunan zat Besi (Fe) dengan metode *try aerator* membuktikan bahwa dengan sistem ini mampu menurunkan rata-rata 93,8% kadar zat besi dalam air sumur pompa tangan.⁵

Tujuan dalam penelitian ini adalah menurunkan kandungan Fe dalam air sumur gali dengan dua metode aerasi yaitu *cascade aerator* dan *bubble aerator*, kemudian dilanjutkan dengan mencari efektifitas dari dua metode aerasi tersebut.

METODE

Penelitian ini adalah penelitian eksperimen semu (*quasi experiment*), karena adanya perlakuan pada suatu obyek (kelompok perlakuan) yang tidak dikontrol dengan kelompok pembanding (kelompok kontrol) yang bertujuan untuk mengetahui penurunan kadar Fe pada air sumur.

Sampel adalah air sumur di Kumai Hilir, Kecamatan Kumai, Kalimantan Tengah, yang mempunyai kandungan Fe melebihi baku mutu, yang diambil dengan teknik *non random sampling*. Pengukuran kandungan Fe air sampel dilakukan sebanyak 10 kali pada kelompok perlakuan dan kelompok kontrol. Setiap kelompok dikontakkan dengan udara secara *cascade aerator* dan *bubble aerator* selama 30 menit.

Prosedur kerja pada *cascade aerator* adalah sebagai berikut: (1) masukkan air sebanyak 5 liter kedalam bak penampungan; (2) buka kran bak penampungan untuk mengalirkan air yang dihubungkan ke *cascade aerator*; (3) setelah air melewati setiap step dan tertampung pada bak penampungan

akhir, air dinaikkan dan dialirkan kembali, proses ini berlangsung selama 30 menit; (4) diamkan selama 10 menit dalam bak penampungan akhir; (5) tentukan kadar Fe dan hitung besar penurunannya.

Sedangkan prosedur kerja pada *bubble aerator* adalah (1) masukkan 5 liter air ke dalam bak penampungan; (2) kontakkan udara pada air dengan menggunakan alat *bubble aerator*; (3) lakukan proses aerasi selama , 30 menit; (4) diamkan selama 10 menit pada bak penampungan akhir; (5) tentukan kadar Fe dan hitung besar penurunannya.

HASIL

1. Hasil Penurunan Kandungan Zat Besi (Fe) dalam Air Sumur Gali dengan Metode Aerasi

Berdasarkan hasil pada Tabel 1, diketahui kandungan kadar Fe sebelum dilakukan pengolahan memiliki rata-rata 4,41 mg/l, setelah dilakukan aerasi dengan metode *cascade aerator* rata-rata Fe menjadi 0,58 mg/l, yang berarti telah sesuai dengan baku mutu menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI No.416/Menkes/Per/IX/1990, yaitu kandungan zat besi dalam air bersih adalah 1,0 mg/l.

Pengolahan dengan *bubble aerator* dapat menurunkan kandungan zat besi (Fe) dalam air sumur gali menjadi 0,74 mg/l (Tabel 2).

Dari tabel 3, diketahui dari 20 sampel mempunyai kadar Fe akhir lebih kecil daripada Fe awal. Nilai p value 0,000 sehingga dapat disimpulkan ada perbedaan antara kadar Fe air sumur gali sebelum dan sesudah di aerasi.

2. Perbedaan Efektifitas Metode Aerasi terhadap Penurunan Kandungan Zat Besi (Fe) dalam Air Sumur Gali

Hasil pada Tabel 4 dan 5 dapat diketahui persentase penurunan dengan metode *cascade aerator* sebesar (87,30%) lebih besar daripada metode *bubble aerator* (83,13%) dan tidak ada perbedaan yang bermakna antara

metode *cascade aerator* dengan *bubble aerator* dalam menurunkan kandungan zat besi (Fe) dalam air sumur.

PEMBAHASAN

Warga di Kelurahan Kumai Hilir, Kecamatan Kumai, Kalimantan Tengah mengeluhkan airnya berwarna kuning kecoklatan dan apabila di gunakan untuk mencuci pakaian dan peralatan – peralatan lain akan memberikan noda, hal ini terjadi karena kandungan zat besinya sangat tinggi yaitu 5,02 mg/liter, sehingga jika air tanah dipompakan keluar dan kontak dengan udara (oksigen) maka besi ferro (Fe^{2+}) akan

teroksidasi menjadi feri hidroksida ($Fe(OH)_3$), selanjutnya mengendap dan berwarna kuning kecoklatan. Bakteri besi (*Chrenotrix* dan *Gallionella*) memanfaatkan besi (Fe^{2+}) sebagai sumber energi untuk pertumbuhannya dan mengendapkan feri hidroksida. Pertumbuhan bakteri besi yang terlalu cepat karena adanya besi ferro menyebabkan diameter besi berkurang dan lama kelamaan pipa akan tersumbat.⁶

Pada penelitian ini dipilih metode aerasi bentuk *cascade aerator* dan *bubble aerator* dengan pertimbangan bahwa metode ini cukup sederhana, biaya pembuatannya tidak terlalu mahal dan mudah dilaksanakan.

Tabel 1. Hasil Penurunan Kandungan Zat Beri (Fe) dengan Metode *Cascade Aerator*

Replikasi	Kadar Fe (mg/l)		Kemenkes No.416/Menkes/Per/IX/1 990
	Sebelum Diaerasi	Sesudah Diaerasi	
1	4,46	1,20	1,0
2	4,45	1,10	
3	4,38	1,10	
4	4,37	0,40	
5	4,43	0,20	
6	4,48	0,40	
7	4,44	0,20	
8	4,36	0,10	
9	4,36	0,70	
10	4,37	0,40	
Rata-rata	4,41	0,58	1,0

Tabel 2. Hasil Penurunan Kandungan Zat Beri (Fe) dengan Metode *Bubble Aerator*

Replikasi	Kadar Fe (mg/l)		Kemenkes No.416/Menkes/Per/IX/1 990
	Sebelum Diaerasi	Sesudah Diaerasi	
1	4,46	1,10	1,0
2	4,45	0,80	
3	4,38	0,80	
4	4,37	1,00	
5	4,43	0,50	
6	4,48	0,40	
7	4,44	0,30	
8	4,36	1,00	
9	4,36	1,00	
10	4,37	0,50	
Rata-rata	4,41	0,74	1,0

Pada perlakuan dengan menggunakan *cascade aerator* kandungan zat besi dalam air sumur memiliki rata-rata sebesar 4,41 mg/l setelah di lakukan aerasi kandungan zat besi turun menjadi 0,58 mg/l, terjadi penurunan sebesar 3,83 mg/l kandungan zat besi dalam air sumur. Perlakuan dengan menggunakan *bubble aerator* kandungan zat besi sebelum di lakukan aerasi memiliki rata-rata 4,41 mg/l setelah di lakukan aerasi kandungan zat besi turun menjadi 0,74 mg/l, terjadi penurunan sebesar 3,67 mg/l kandungan zat besi dalam air sumur. Hasil penurunan kandungan zat besi baik dengan metode *cascade aerator*

maupun *bubble aerator* telah sesuai dengan baku mutu menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI No.416/Menkes/Per/IX/1990, yaitu kandungan zat besi dalam air bersih adalah 1,0 mg/l. Hal ini berarti aerator yang digunakan telah dapat bekerja secara maksimal untuk memaksa air kontak dengan udara.

Dalam penelitian ini dibuat *cascade aerator* sebanyak 10 step/tangga dengan lama kontak 30 menit, sehingga kontak antara air dengan oksigen menjadi lebih lama. Air yang akan diaerasi akan mengalir secara gravitasi karena beda ketinggian dari step satu ke step

Tabel 3. Perbedaan Kandungan Zat Besi (Fe) dalam Air Sumur Gali antara Sebelum dan Setelah Pengolahan dengan Metode Aerasi

		N	p Value
Kadar Fe dalam air sumur gali akhir (mg/l) - Kadar Fe dalam air sumur gali awal (mg/l)	Negatif rank Positif rank	20 ^a 0 ^b	0,000

Tabel 4. Efektifitas Metode Aerasi terhadap Penurunan Kandungan Zat Besi (Fe) dalam Air Sumur Gali

Replikasi	Efektifitas Metode Aerasi (%)	
	<i>Cascade Aerator</i>	<i>Bubble Aerator</i>
1	73,09	75,33
2	75,28	82,02
3	74,88	81,73
4	90,84	77,11
5	95,48	88,71
6	95,53	91,07
7	95,49	93,24
8	97,70	77,06
9	83,94	77,06
10	90,84	88,55
Rata-rata (%)	87,30	83,18

Tabel 5. Perbedaan Efektifitas Metode Aerasi terhadap Penurunan Kandungan Zat Besi (Fe) dalam Air Sumur Gali

		N	p Value
Kadar Fe dalam air sumur gali akhir (mg/l)	Bubble aerator	10	0,28
	Cascade aerator	10	
	Total	20	

yang lain. Pada tiap step akan terjadi kontak antara Fe dalam air dengan oksigen sehingga terjadi reaksi oksidasi.³ Pada *cascade aerator* juga dapat menghilangkan gas-gas yang terdapat dalam air.⁶

Proses aerasi pada *bubble aerator* terjadi dengan menyemprotkan atau menginjeksikan udara melalui dasar dari bak air yang akan diaerasi, gelembung udara hasil injeksi udara melalui dasar bak aerasi akan naik ke atas dan akan kontak dengan Fe dalam air sehingga terjadi reaksi yang akan merubah bentuk Fe terlarut menjadi bentuk Fe tidak terlarut berupa endapan berwarna kekuning-kuningan. Menurut Syahreza (2006), oksidasi Fe dengan cara aerasi dapat berjalan dengan baik pada pH 7,5 – 8 dalam waktu 15 menit.³ Sedangkan dalam penelitian ini waktu aerasi dilakukan selama 30 menit, sehingga kontak dengan oksigen dapat berlangsung lebih lama.

Efektifitas metode *cascade aerator* terhadap penurunan kandungan zat besi (Fe) dalam air sumur gali sebesar 87,30% sedangkan pada *bubble aerator* 83,18% (Tabel 4). Selisih efektifitas yang terjadi hanya 4,12%, dan tidak ada perbedaan yang bermakna antara metode *cascade aerator* dengan *bubble aerator* dalam menurunkan kandungan zat besi (Fe) dalam air sumur. Dengan menggunakan dua metode aerasi ini (*cascade aerator* dan *bubble aerator*) jumlah oksigen dapat dinaikkan 60-80% dari jumlah oksigen yang tertinggal yaitu air yang mengandung oksigen sampai jenuh.⁶

Sasaran utama aerasi adalah memaksimalkan kontak antara air dengan udara yang bertujuan menambah oksigen, sehingga semakin bertambahnya waktu injeksi udara ke dalam air baku akan semakin memaksimalkan terjadinya kontak air dengan udara sehingga oksigen terlarut akan

semakin banyak.⁷ Teori inilah yang menyebabkan metode *cascade aerator* memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan *bubble aerator*, karena *cascade aerator* mempunyai luas bidang kontak antara air dan oksigen lebih besar dibandingkan *bubble aerator*, sehingga meskipun waktu kontak yang terjadi adalah sama-sama 30 menit tetapi jumlah oksigen yang dikontakkan lebih banyak.

SIMPULAN

1. Metode *cascade aerator* dapat menurunkan kandungan zat besi (Fe) sebesar 3,83 mg/l yaitu dari 4,41 mg/l menjadi 0,58 mg/l dan efektifitas proses 87,30%.
2. Metode *bubble aerator* dapat menurunkan kandungan zat besi (Fe) sebesar 3,67 mg/l yaitu dari 4,41 mg/l menjadi 0,74 mg/l dan efektifitas proses 83,18%.
3. Metode *cascade aerator* dan *bubble aerator* dapat menurunkan kandungan zat besi (Fe) dalam air sumur gali sesuai dengan PERMENKES No.416/Menkes/Per/IX/1990.
4. Tidak ada perbedaan efektifitas yang bermakna antara metode *cascade aerator* dengan *bubble aerator* dalam menurunkan kandungan zat besi (Fe) dalam air sumur gali.

SARAN

Berdasarkan hasil dan kajian pembahasan yang ada, disarankan bagi masyarakat di Kumai Hilir, Kecamatan Kumai, Kalimantan Tengah untuk melakukan pengolahan air baik dengan metoda *cascade aerator* maupun *bubble aerator*, supaya diperoleh sumber air bersih yang aman dan sehat.

DAFTAR PUSTAKA

1. Said, Nusa Idaman; Wahyudi, Heru Dwi. *Pembuatan filter untuk menghilangkan zat besi dan mangan di dalam Air* (10 Paket Teknologi Tentang Pengelolaan Air Bersih dan Pengolahan Limbah Cair). Penerbit Kelompok Teknologi Pengelolaan Air Bersih dan Limbah Cair, Direktorat Teknologi Lingkungan, Deputi Bidang Teknologi Informasi, Energi Material dan Lingkungan Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi. Jakarta. 1999.
2. Slamet, J. Soemirat. *Kesehatan lingkungan*. Penerbit Gajah Mada University Press. Yogyakarta. 1994.
3. Yuniar, M. *Penurunan kandungan besi (Fe) air sumur dengan multiple tray aerator*. (Skripsi). STTL Yogyakarta. 1997.
4. Benny Syahputra. *Penurunan kadar besi (Fe) pada air sumur secara pneumatik system*. 36.72.219.27/km/file_ebook/48-Sumur%20Bor%20OKE.pdf. Diakses Januari 2012.
5. Saleh, Muh. *Penurunan kadar besi (Fe) pada air sumur pompa tangan dengan metode try aerator di Kelurahan Tamallayang Kecamatan Bontonompo Kabupaten Gowa*. Fakultas Kesehatan Masyarakat. Unhas. Makassar. 2002.
6. Joko Sutrisno. *Removal kadar besi (Fe) dalam air bersih secara spray aerator disertai pembubuhan kaporit*. Jurnal Teknik WAKTU; Volume 08; Nomor No 02; Juli 2010.
7. Agustjik, R. H. A. *Diktat pengolahan air*. Direktorat Jendral PPM dan PLP Departemen Kesehatan. Jakarta. 1991.