

Analisis Penurunan Kadar Besi (Fe) dalam Air Sumur Gali dengan Metode Variasi Waktu Aerasi Filtrasi Menggunakan Aerator Gelembung dan Variasi Saringan Pasir Lambat

Eko Riyanto^{1*}, Muhamad Taufik², Meta Saputri³

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Purworejo¹²³

eko.riyanto@umpwr.ac.id*

Abstrak. Air merupakan sumber daya yang sangat penting dan tidak dapat dipisahkan dari kehidupan manusia untuk kelangsungan hidupnya. Masalah yang sering timbul atau dijumpai pada air tanah adalah kandungan Fe yang masih cukup tinggi atau melebihi standar kualitas air minum yang ditetapkan oleh Menteri Kesehatan tahun 2010 sebagai menteri yang berwenang, contohnya seperti pada air sumur gali yang berlokasi di daerah Purwodadi Purworejo, yang penulis jadikan sebagai tempat pengambilan sampel, di mana kandungan besinya masih melebihi batas syarat yang ditetapkan. Padahal batas syarat yang ditetapkan oleh Permenkes No.492 tahun 2010 tersebut, kadar Fe dalam air bersih maksimum yang dibolehkan adalah 0,3 mg/L. Penelitian ini dilakukan dengan 3 sampel air sumur gali melalui proses aerasi dan filtrasi dengan aertor gelembung dan SPL diharapkan kandungan Fe yang ada di dalam air dapat diturunkan hingga memenuhi batas syarat kualitas air minum. Penelitian dilakukan dengan menggunakan 6 variasi waktu aerasi menggunakan aerator gelembung yakni 10 menit, 20 menit, 30 menit, 40 menit, 50 menit, dan 60 menit. Kemudian variasi pasir SPL dengan variasi 30 cm, 40cm, dan 50 cm. Dari hasil penelitian yang dilakukan pada 3 sampel, didapat sampel A memiliki kadar Fe dengan rata-rata 1,744 ppm, sampel B 1,941, dan sampel C 0,689. Maka dilakukan pengujian air dengan aerator gelembung dan didapat efektifitas penurunan kadar Fe terjadi pada menit ke 60 yakni pada sampel A mencapai 36,671%, sampel B mencapai 30,689%, dan sampel C mencapai 58,325%, di mana rata-rata hasil kadar Fe pada sampel A yakni 1,105; sampel B 1,345; dan sampel C 0,287. Dapat disimpulkan bahwa semakin lama waktu aerasi menggunakan aerator gelembung, maka semakin tinggi kadar Fe yang berkurang, namun didalam penelitian hanya sampel C yang memenuhi standar Permenkes di mana kadar Fe maksimal yakni 0,3 ppm. Dan dilakukan pengujian air dengan saringan pasir lambat di mana tebalnya penggunaan pasir sangat mempengaruhi kekeruhan dari air, di mana semakin tebalnya pasir maka semakin baik kualitas air tersebut.

Kata Kunci : air sumur, aerasi dan filtrasi, kadar besi Fe

Abstrack. *Water is a very important resource and cannot be separated from human life for its survival. The problem that often arises or is encountered in ground water is the Fe content which is still quite high or exceeds the drinking water quality standard set by the Minister of Health in 2010 as an authorized minister, for example as in dug well water located in Purwodadi Purworejo, which the authors make as*

a sampling place, where the iron content still exceeds the specified requirements. Even though the limit requirements set by Permenkes No.492 of 2010, the maximum permissible level of Fe in clean water is 0.3 mg/l. This research was conducted with 3 samples of dug well water through aeration and filtration processes with bubble aertor and SPL. It is expected that the Fe content in the water can be reduced to meet the drinking water quality requirements. The study was conducted using 6 variations of aeration time using bubble aerators namely 10 minutes, 20 minutes, 30 minutes, 40 minutes, 50 minutes, and 60 minutes. Then the variation of SPL sand with variations of 30 cm, 40cm and 50 cm. From the results of research conducted on 3 samples, obtained sample A had Fe levels with an average of 1,744 ppm, sample B was 1,941, and sample C was 0.689. So the water test was carried out with bubble aerator and the effectiveness of Fe content reduction occurred at minute 60 ie in sample A it reached 36.671%, sample B reached 30.689%, and sample C reached 58.325%, where the average results of Fe content in sample A which is 1.105; sample B 1,345; and sample C 0.287. It can be concluded that the longer the aeration time using bubble aerator, the higher the level of Fe is reduced, but in the study only C samples that meet Permenkes standards where the maximum Fe level is 0.3 ppm. And water testing is done with a slow sand filter where the thickness of the use of sand greatly affects the turbidity of the water, where the thicker the sand the better the quality of the water.

Keyword : *well water, aeration and filtration, iron content of Fe*

1. Pendahuluan

Air adalah kebutuhan pokok bagi kehidupan manusia di bumi ini. Air juga dipergunakan untuk meningkatkan kualitas hidup manusia. Oleh karena itu, jika kebutuhan akan air belum tercukupi maka dapat memberikan dampak yang besar terhadap kerawanan kesehatan maupun sosial. Air merupakan bagian sangat penting dalam kehidupan. Tanpa air di bumi tidak akan ada kehidupan. Air adalah bagian terbesar penyusun tubuh makhluk hidup. Tubuh kita mengandung air lebih dari 60%. Sebagian besar permukaan bumi ditutupi oleh air atau lautan. Air mengisi cekungan-cekungan di permukaan bumi, seperti terbentuknya laut, danau, situ, kolam, sungai, dan mata air. Air menentukan kesuburan tanah. Air ada di berbagai lapisan bumi, di permukaan bumi, udara, dan di dalam bumi (Yudianto, 2012).

Mengingat bahwa sampai pada saat ini kebutuhan air untuk keperluan sehari-hari masih tergantung dari air tanah yang berasal dari air sumur, maka kemungkinan terjadinya penurunan kualitas air ini perlu diperhatikan. Air sumur merupakan sumber air bersih terbesar yang digunakan. Kendala yang paling sering ditemui dalam menggunakan air tanah adalah masalah kandungan zat besi (Fe) yang terdapat dalam air baku. Menurut Permenkes No.492 tahun 2010 tersebut, kadar Fe dalam air bersih maksimum yang dibolehkan adalah 0,3 mg/L. Di samping dapat mengganggu kesehatan, kadar Fe yang melebihi batas maksimal yang telah ditetapkan, juga menimbulkan bau yang tidak enak serta menimbulkan warna kuning pada dinding bak serta bercak-bercak kuning pada pakaian.

Ada beberapa cara untuk menghilangkan zat besi dalam air salah satu diantaranya yakni dengan cara filtrasi, aerasi oksidasi, dengan cara koagulasi, cara elektrolitik, cara pertukaran ion, proses soda lime, pengolahan dengan bakteri besi dan cara lainnya. Menurut Sutrisno (2010) aerasi adalah pengolahan air dengan cara mengontakkannya dengan udara. Aerasi secara luas telah di gunakan untuk mengolah air yang mempunyai kandungan kadar besi (Fe) terlalu tinggi (mengurangi kandungan konsentrasi zat padat terlarut). Proses terjadinya aerasi yaitu oksigen yang ada di udara, akan bereaksi dengan senyawa Ferus dan manganous terlarut merubah menjadi ferric (Fe) yang tidak larut. Peralatan yang digunakan dalam proses aerasi biasanya terdiri dari aerator, bak pengendap serta filter atau penyaring. Aerator adalah alat untuk menyentuhkan oksigen dari udara dengan air agar zat besi atau mangan yang

ada di dalam air baku bereaksi dengan oksigen membentuk senyawa ferric (Fe) yang relatif tidak larut di dalam air. Dalam penelitian Widystuti dan Sari (2011) menyebutkan bahwa filtrasi adalah proses pemisahan solid-liquid dengan cara melewatkan liquid melalui media berpori atau bahan-bahan berpori untuk menyisihkan atau menghilangkan sebanyak-banyaknya butiran-butiran halus zat padat tersuspensi dari liquida.

Berdasarkan uraian diatas maka penelitian mengenai pengolahan air sumur gali dengan menggunakan aerator gelembung dan saringan pasir lambat yang merupakan secara aerasifiltrasi sangat penting dilakukan untuk menurunkan kadar Besi (Fe) dan merubah warna, bau, rasa, dan kekeruhan. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis penurunan kadar besi (Fe) dengan metode variasi waktu pada aerasi menggunakan aerator gelembung untuk dapat meningkatkan kualitas air sumur gali sesuai dengan standar PermenKes No. 492/Menkes/Per/IV/2010 dan menganalisis perubahan warna, kekeruhan, bau, dan rasa dengan metode filtrasi menggunakan variasi saringan pasir lambat pada air sumur gali.

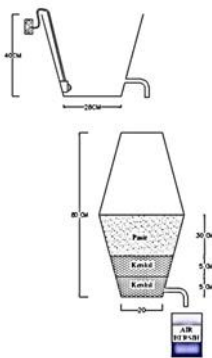
2. Metode Penelitian

2.1 Alat dan Bahan

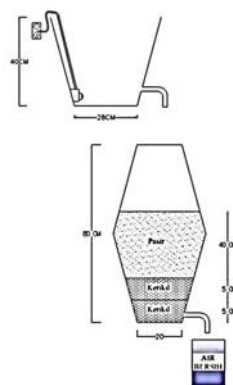
Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah aerator gelembung, wadah, kran air, dan pompa air. Bahan yang digunakan adalah pasir, kerikil (19 mm), dan krikil (25 mm) sebagai media filtrasi dan air sumur gali sebagai sampel penelitian. Reaktor yang digunakan dalam penelitian dijelaskan lebih detail pada Tabel 1, Gambar 1, Gambar 2 dan Gambar 3.

Tabel 1. Reaktor Penelitian

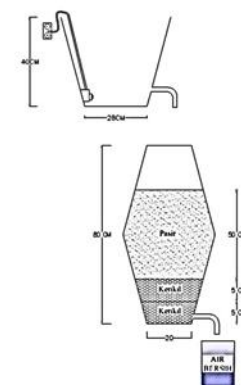
Nama Reaktor	Tebal Kerikil (19 mm)	Tebal Kerikil (25 mm)	Pasir
I	5 cm	5 cm	30 cm
II	5 cm	5 cm	40 cm
III	5 cm	5 cm	50 cm



Gambar 1. Reaktor I.



Gambar 2. Reaktor 2.



Gambar 3. Reaktor 3.

Pada proses filtrasi dengan menggunakan Saringan Pasir Lambat (SPL), saringan pasir lambat adalah suatu wadah yang diisi pasir dengan ukuran butir tertentu dan berfungsi menyaring dan atau menurunkan kekeruhan sehingga akan menghasilkan air bersih. Beberapa kelebihan SPL di antaranya yaitu sederhana, murah dan dapat dipercaya serta dapat dipergunakan sebagai metode pilihan pembersihan persediaan air.

Pada filtrasi dengan menggunakan saringan pasir lambat merupakan saringan air yang sangat efektif untuk mengatasi bau dan rasa yang ada pada air yang disaring, walaupun debit air hasil penyaringan yang lebih sedikit

dari pada sa ringan pasir cepat. Selain itu karena debit air yang lambat, lapisan yang berguna untuk menghilangkan patogen akan terbentuk sebaik mungkin sehingga menghasilkan air yang berkualitas, oleh karena itu pada penggunaan saringan pasir cepat akan membutuhkan proses disinfeksi kuman yang lebih intensif, walaupun Saringan Pasir Lambat (SPL) merupakan saringan air yang dapat menghasilkan debit air yang lebih sedikit dari pada Saringan Pasir Cepat (SPC), dari selain itu karena debit air yang lambat, lapisan bakteri yang berguna untuk menghilangkan patogen akan terbentuk dengan baik dibanding apa yang terjadi dengan Saringan Pasir Cepat.

2.2 Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan yaitu :

- Mengambil sampel air sumur gali sebanyak 600 ml di desa Jenar, Kecamatan Purwodadi, Kabupaten Purworejo. Desa Jenar dipilih karena desa tersebut merupakan desa yang memiliki tingkat kepadatan penduduk yang paling tinggi di Kabupaten Purworejo. Sebagai desa yang berpenduduk padat, kebutuhan akan air tentu sangatlah tinggi karena di samping untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga seperti air minum, mandi cuci kakus/MCK, dan lain sebagainya. Sampel kemudian dibawa ke Laboratorium Kimia Universitas Gajah Mada untuk mengukur kadar besi (Fe).
- Proses aerasi dengan menggunakan aerator gelembung. Air sebanyak 4,5L disimpan dalam bak, kemudian dilakukan proses aerasi dengan aerator gelembung yang diletakkan didasar bak. Selanjutnya dilakukan proses aerasi dengan variasi waktu 10 menit, 20 menit, 30 menit, 40 menit, 50 menit, dan 60 menit pada masing-masing sampel. Kemudian di bawa ke Laboratorium Kimia Universitas Gajah Mada untuk pengukuran kadar besi (Fe).
- Proses filtrasi dilakukan setelah pengolahan data pada pengujian aerasi 3 sampel yang telah dilakukan dengan mencari titik keefektifan waktu aerasi.
- Air yang telah diaerasi sesuai waktu keefektifan masing-masing sampel, dimasukkan secara perlahan menggunakan kran air kedalam bak yang telah berisi komponen-komponen media filtrasi seperti pasir, krikil, dan batu sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan. Variasi pasir yang dilakukan yakni 30 cm, 40 cm, dan 50 cm.
- Dari pengolahan air bersih maka, akan dibandingkan dengan PERMENKES NOMOR 492/MENKES/PER/IV/2010 baku mutu air bersih yang diperbolehkan untuk kadar besi (Fe) 0,3 mg/l.

3. Hasil Penelitian

3.1 Hasil Pengukuran Air Sumur Gali

Hasil pengukuran air sumur gali sebelum dilakukan proses pengolahan aerasi-filtrasi dapat dilihat pada Tabel 2 di bawah ini :

Tabel 2. Data Hasil Pengukuran Kadar Fe Dalam Air Sumur Gali .

No.	Kode Sampel	Parameter	Hasil Pengukuran (ppm)		
			I	II	III
1.	Sampel A	Fe	1,745	1,798	1,690
2.	Sampel B	Fe	1,923	1,977	1,923
3.	Sampel C	Fe	0,689	0,635	0,742

(Sumber : Uji Kadar Fe Laboratorium Kimia, MIPA, UGM, 2019)

Berdasarkan pengujian Fe di Laboratorium Kimia Analitik Universitas Gajah Mada pada Tabel 1, bahwa 3 sampel air pada Desa Jenar Lor memiliki kandungan Fe yang sangat tinggi, di mana melebihi standar yang telah

ditetapkan oleh Permenkes yakni 0,3 ppm. Dapat diketahui dengan mencari rata-rata, sampel A memiliki kadar Fe dengan rata-rata 1,744 ppm, pada sampel B 1,941 ppm, dan pada sampel C 0,689 ppm. Maka dari itu dilakukan uji penurunan kadar Fe dengan aerator gelembung dengan variasi waktu 10 menit, 20 menit, 30 menit, 40 menit, 50 menit, dan 60 menit, di mana bertujuan untuk mengetahui keefektifan penurunan kadar Fe.

3.2 Pengukuran Fe Setelah Aerasi

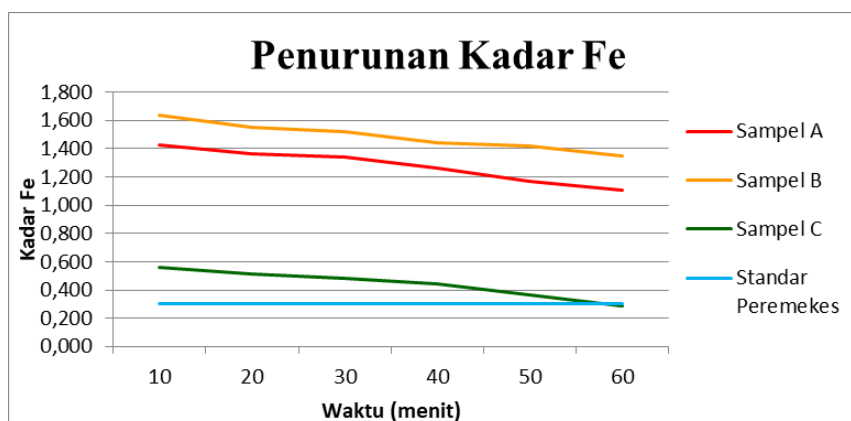
Hasil pengukuran air sumur gali sesudah proses pengolahan aerasi dengan perlakuan 6 variasi waktu aerasi dapat dilihat pada Tabel 3 dan grafik penurunan kadar Fe dapat dilihat pada Gambar 4. Analisis efektifitas penurunan Fe dapat dilihat pada Tabel 4. Berdasarkan Tabel 4 tersebut diketahui bahwa waktu yang efektif untuk menurunkan kadar Besi adalah pada menit ke 60.

Berdasarkan hasil pemeriksaan air sumur gali menunjukkan bahwa sampel air sumur gali sebelum mendapatkan perlakuan memberikan hasil kadar Fe pada sampel A memiliki kadar Fe dengan rata-rata 1,744 ppm, sampel B 1,941 ppm, dan pada sampel C 0,689 ppm. Dan air tersebut sudah melampaui standar yang telah ditentukan. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang persyaratan air minum, kadar Fe yang diperbolehkan adalah 0,3 mg/L. Jika berlebihan kadar Fe dan Mn dapat menyebabkan efek-efek yang merugikan seperti mengotori dinding kamar mandi, kloset, menimbulkan warna, rasa dan bau, serta dapat mengganggu kesehatan.

Tabel 3. Data hasil pengukuran setelah aerasi

No.	Sampel		Parameter	Hasil Pengukuran (ppm)		
	Kode	Waktu (menit)		I	II	III
1	A	10	Fe	1,453	1,374	1,453
2		20	Fe	1,405	1,344	1,344
3		30	Fe	1,333	1,333	1,353
4		40	Fe	1,274	1,254	1,254
5		50	Fe	1,174	1,154	1,174
6		60	Fe	1,095	1,124	1,095
7	B	10	Fe	1,647	1,625	1,647
8		20	Fe	1,54	1,54	1,585
9		30	Fe	1,511	1,529	1,529
10		40	Fe	1,433	1,467	1,433
11		50	Fe	1,432	1,398	1,432
12		60	Fe	1,32	1,358	1,358
13	C	10	Fe	0,548	0,587	0,548
14		20	Fe	0,504	0,524	0,524
15		30	Fe	0,485	0,485	0,472
16		40	Fe	0,456	0,428	0,456
17		50	Fe	0,355	0,386	0,355
18		60	Fe	0,307	0,277	0,277

(Sumber : Uji Kadar Fe Laboratorium Kimia UGM, 2019)



Gambar 4. Grafik Penurunan Kadar Fe

Tabel 4. Keefektifitasan Penurunan Kadar Besi (Fe)

Kode	Kadar Fe (ppm)		Penurunan (ppm)	Efektivitas (%)
	Awal	Akhir		
A	1,744	1,427	0,318	18,211
		1,364	0,38	21,785
		1,34	0,405	23,199
		1,261	0,484	27,728
		1,167	0,577	33,079
		1,105	0,64	36,671
B	1,941	1,64	0,301	15,525
		1,555	0,386	19,887
		1,523	0,418	21,535
		1,444	0,497	25,588
		1,421	0,52	26,807
		1,345	0,596	30,689
C	0,689	0,561	0,128	18,538
		0,517	0,171	24,879
		0,481	0,208	30,203
		0,447	0,242	35,14
		0,365	0,323	46,951
		0,287	0,402	58,325

Sumber : hasil penelitian, 2019

Dari hasil pengujian penurunan kadar Fe setelah aerasi dengan variasi waktu tertentu maka didapatkan hasil pada Tabel 4 sampel A rata-rata pada waktu 10 menit adalah 0,318 ppm; 20 menit 0,380 ppm; 30 menit 0,405 ppm; 40 menit 0,484 ppm; 50 menit 0,577 ppm; dan pada waktu 60 menit 0,640 ppm. Sedangkan pada sampel B rata-rata pada waktu 10 menit 0,301 ppm; 20 menit 0,386 ppm; 30 menit 0,418 ppm; 40 menit 0,497 ppm; 50 menit 0,520 ppm; dan 60 menit 0,596 ppm. Dan yang terakhir pada sampel C di mana rata-rata pada waktu 10 menit

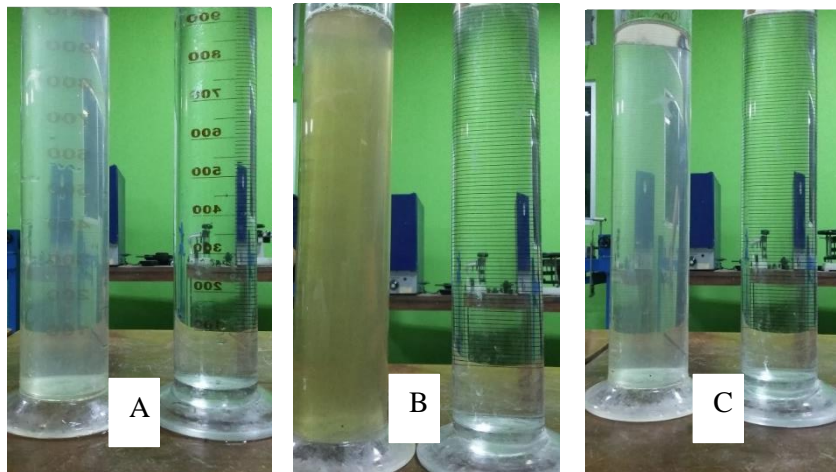
0,128 ppm; 20 menit 0,171 ppm; 30 menit 0,208 ppm; 40 menit 0,242 ppm; 50 menit 0,323 ppm; dan pada waktu 60 menit 0,402 ppm.

Maka didapatkan pada Tabel 4 keefektifan penurunan kadar Fe pada waktu ke 60, di mana pada waktu ke 60 pada sampel A, B, dan C memiliki penurunan tertinggi dibandingkan dengan menit-menit sebelumnya, di menit ke 60 di mana sampel A mencapai 36,671 % penurunan kadar Fe dengan hasil 1,105 ppm, sampel B mencapai 30,689 % dengan penurunan kadar Fe hingga mencapai 1,345 ppm, dan sampel C mencapai 58,325 % dengan penurunan kadar Fe mencapai 0,287 ppm dan pada sampel C ini kadar Fe telah mencapai standar Permenkes yang telah ditetapkan yakni tinggi kadar Fe maksimal 0,3 mg/l.

3.3 Pemeriksaan Air Sumur Gali

3.3.1 Pengamatan Visual Sebelum Pengolahan Aerasi

Berdasarkan hasil pengamatan visual yang diamati, diperoleh warna sampel air sumur gali pada saat pengambilan berwarna putih dan sangat pekat, sehingga warna tidak bening dan sangat keruh. Dengan pembandingan PDAM yang sudah memiliki standar kualitas air yang baik, diharapkan air hasil filtrasi dapat mengurangi kualitas buruk dari air sampel yang diuji.

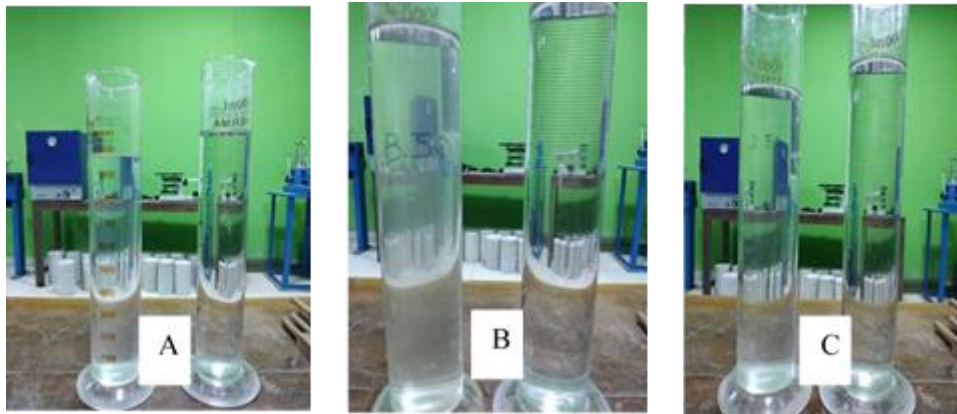


Gambar 5. Pengamatan Visual Warna Pada Setiap Sampel

Selain berwarna keruh, sampel tersebut berbau karat dan lebih seperti bensin. Hal tersebut bisa disebabkan oleh besi atau logam lainnya. Adanya bau dalam air juga dapat dihasilkan oleh adanya organisme dalam air seperti alga, serta gas seperti H₂S yang terbentuk dalam kondisi anaerobik, dan oleh adanya senyawa-senyawa organik tertentu. Kualitas air bersih yang baik untuk dikonsumsi adalah tidak berbau. Sedangkan untuk rasa, air sampel tersebut berasa manis dan asam. Hal tersebut mungkin disebabkan oleh adanya bahan-bahan organik yang membusuk, tipe-tipe tertentu organisme mikroskopik. Hal ini disebabkan oleh adanya senyawa besi yang terkandung dalam air. Air akan terasa tidak enak bila konsentrasi besi terlarutnya >0,3 mg/l. Rasa dalam air dapat menunjukkan kemungkinan adanya senyawa-senyawa asing yang mengganggu kesehatan.

3.3.2 Pemeriksaan Air Setelah Aerasi dan Filtrasi

Keefektifan waktu aerasi terjadi pada menit ke 60, maka dilakukan proses filtrasi dengan variasi Saringan Pasir Lambat dengan variasi ketebalan pasir 30 cm dengan volume pasir 21936,17 cm³, ketebalan 40 cm dengan volume pasir 29729,937 cm³, dan ketebalan pasir 50 cm dengan volume pasir 37036,758 cm³.



Gambar 6. Sampel Setelah Proses Aerasi dan Filtrasi

Di atas merupakan gambar setelah proses aerasi dan filtrasi dengan variasi ketebalan pasir Saringan Pasir Lambar 50 cm. Dengan pengamatan visual dengan membandingkan dengan air PDAM didapatkan hasil bahwa pada ketebalan pasir 30 cm kekeruhan air pada sampel A, B, dan C masih sedikit berkurang, di mana warna dari air masih memiliki sedikit warna yang sama dengan sebelumnya, bau yang masih sedikit berkurang, dan rasa yang masih sama seperti sebelumnya. Sedangkan pada ketebalan pasir 40 cm, sampel A, B, dan C dari warna, bau, dan rasa sudah lebih baik dibanding dengan sebelum filtrasi dan penyaringan dengan pasir 30 cm. Dan yang terakhir adalah variasi ketebalan pasir 50 cm, dimana keruhan sampel A, B, dan C air sudah dikatakan jernih dan mendekati standar air PDAM, bau dari air pun sudah menghilang, dan rasa dari air sudah tidak berasa apapun, sehingga air layak dikonsumsi oleh masyarakat.

4. Kesimpulan dan Saran

Dari hasil penelitian ini dapat diambil kesimpulan di bawah ini. Bahwa lamanya waktu aerasi merupakan penentu banyaknya kadar Fe yang berkurang, semakin lama waktu aerasi maka semakin banyak kadar Fe yang berkurang, dan dengan metode filtrasi menggunakan variasi saringan pasir lambat pada air sumur gali, di mana semakin tebalnya pasir maka akan lebih banyak berkurangnya warna, kekeruhan, bau, dan rasa pada air.

Daftar Pustaka

- Aba, L., Bahrin, Armid., 2017. Pengolahan Air Sumur Gali dengan Metode Aerasi Filtrasi Menggunakan Aerator Gelembung dan Saringan Pasir Cepat Untuk Menurunkan Kadar Besi (Fe) dan Mangan (Mn). *Jurnal Aplikasi Fisika*, 13(2), pp. 38-47.
- Azkiyah, I.N.F. dan Sutrisno, J., 2014. Penurunan Kadar Besi (Fe) dan Mangan (Mn) pada Air Sumur Gali dengan Menggunakan Metode Aerasi dan Filtrasi di Sukodono Sidoarjo. *Jurnal Teknik WAKTU*, 12(2), pp. 28-33.
- Fahrudin. 2018. *Pengelolaan Limbah Pertambangan secara Biologis*. Jakarta: Celebes Media Perkasa.
- Hendrayana, H. 2007. *Pengelolaan Air tanah di Indonesia*. Yogyakarta: Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada.
- Mahida, U. N., 1992. *Pencemaran Air dan Pemanfaatan Limbah Industri*. Jakarta: Rajawali.
- Mubarak, A., 2016. *Keefektifan Waktu Aerasi Menggunakan Bubble Aerator dalam Menurunkan Kadar Besi (Fe) Air Sumur Desa Kebarongan Kemranjen Banyumas*, Surakarta: Publikasi Ilmiah. Program Studi Kesehatan. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Mulyaningrum, 1997. *Aerasi dengan Cascade dan Spray Aerator pada Pengolahan Air Minum*, Bandung. Publikasi Ilmiah. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Institut Teknologi Bandung.
- Permatasari, C. I. 2016. *Analisis Penurunan Kadar Besi (Fe) Dan Mangan (Mn) dalam Air Sumur Gali dengan Metode Aerasi Filtrasi Menggunakan Aerator Sembur/Spray dan Saringan Pasir Cepat*, Kendari. Skripsi. Jurusan Fisika. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Halo Oleo.

- Putri, T. A. dan Yudhastuti, R., 2009. Kandungan Besi (Fe) Pada Air Sumur dan Gangguan Kesehatan Masyarakat di Sepanjang Sungai Porong Desa Tambak Kalisogo Kecamatan Jabon Sidoarjo. Tambak Kalisogo, Jabon Sidoarjo. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 7(1), pp. 64-70.
- Republik Indonesia, *Peraturan Menteri Kesehatan No. 492/MENKES/PER/IV/2010 Tentang Syarat-Syarat Standar Kualitas Air Bersih dan Air Minum*.
- Sagala, H.T., 2014. *Uji Penambahan Media Tanah pada Saringan Pasir Lambat Pipa (Spl-P) terhadap Beberapa Parameter Kimia Air Hasil Penyaringan*, Bengkulu. Skripsi. Program Studi Teknologi Industri Pertanian. Fakultas Pertanian. Universitas Bengkulu.
- Said, N.I. dan Wahjono, H. D., 1999. *Teknologi Pengolahan Air Bersih Dengan Proses Saringan Pasir Lambat "Up Flow"*. Kelompok Teknologi Pengolahan Air Bersih dan Limbah Cair Direktorat Teknologi Lingkungan Deputi Bidang Teknologi, Informasi, Energi, Material, dan Lingkungan Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi. Jakarta.
- Setiyadi, R., 2011. *Penurunan Kadar Besi (Fe) pada Air Sumur dengan Metode Aerasi dan Filtrasi*, Magelang. Skripsi. Universitas Tidar Magelang.
- Suherman, R., 2011. *Uji Kadar Logan Pb, Cd, dan Fe pada Air Situ Cileduk Pemulang*, Jakarta. Skripsi. Program Studi Kimia. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- Sunarsih, E., Faisya, A.F., WIndusari, Y., Trisnaini, I., Arista, D., Septiawati, D., Ardila, Y., Purba, I. G. dan Garmini, R., 2018. Analisis Paparan Kadmium, Besi, dan Mangan pada Air Terhadap Gangguan Kulit pada Masyarakat Desa Ibul Besar Kecamatan Indralaya Selatan Kabupaten Ogan Ilir. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 17(2), pp. 68 – 73
- Susana, T., 2003. Air Sebagai Sumber Kehidupan. *Oseana*, XXVIII (3), pp. 17-25.
- Widiyastuti, S. dan Sari, A.S., 2011. Kinerja Pengolahan Air Bersih dengan Proses Filtrasi dalam Mereduksi Kesadahan. *Jurnal Teknik WAKTU*, 09 (1), pp. 42-53.
- Yudianto, S. A., 2012. *Air Dalam Kehidupan*. [Online] Available at: http://file.upi.edu/Direktori/FPMIPA/JUR._PEND._BIOLOGI/195305221980021-SUROSO_ADI_YUDIANTO/Buku_Ilmiyah_Populer/Buku_I_Air_dlm_Kehidupan.pdf (20 April 2019)