

PENGARUH VARIASI KETEBALAN MEDIA FILTRASI PASIR KUARSA DAN BREKSI BATU APUNG TERHADAP PENURUNAN KADAR FE DAN KEKERUHAN AIR SUMUR GALI

Endah Sumiyaningsih*, Tuntas Bagyono**, F. X. Amanto Rahardjo**

*JKL Poltekkes Kemenkes Yogyakarta, Jl. Tatabumi 3, Banyuraden, Gamping, Sleman, DIY 55293
email: endya_92@yahoo.com

**JKL Poltekkes Kemenkes Yogyakarta

Abstract

In general, clean water used for daily needs must meet the standards of quality and quantity. In 8 Februari 2013, the measurement of water taken from dug well located at Muhammadiyah Islamic Junior High School in Karangakajen, indicated that the concentration of iron and turbidity exceeding the thresholds regulated by Ministry of Health decree No.416 in 1990, so that it need to be processed, one of which is by using filtration medium consists of quartz sand and pumice breccia. The study was aimed to identify the influence of the thickness of those medium in reducing concentration of iron and turbidity, by conducting an experiment which followed pre-test post-test with control group design. Data from six replications from three treatment groups and one control group showed that: Filter A (20 cm thicked quartz sand and 60 cm pumice breccia) could reduce iron and turbidity in 83,35 % and 88,99 % respectively; Filter B (30 cm quartz sand 50 cm pumice breccia) reduced iron in 85,52 % and turbidity in 89,81 %; and Filter C (both quartz sand and pumice breccia in 50 cm thickness) could reduce the two parameters in 77,14 % and 88,07 %, respectively; meanwhile in the control group, iron concentration and turbidity were also decreased as much as 76,14 % and 73,18 %. Further statistical analysis with one way anova at 95 % level of significance, concluded that the thickness variation of filtration media affected the reduction of both parameters (p-values: 0,038 and 0,045, respectively). Subsequent analysis with LSD test showed that Filter B had the highest ability.

Keywords : dug well water, iron, turbidity, filtration, quartz sand, pumice breccia

Intisari

Air bersih untuk kebutuhan sehari-hari, secara umum harus memenuhi standar kualitas dan kuantitas. Hasil pemeriksaan air sumur gali di MTs Muhammadiyah Karangakajen pada tanggal 8 Februari 2013, diperoleh kadar Fe sebesar 2,8 mg/l dan kekeruhan 26 NTU. Kadar tersebut melebihi baku mutu yang diatur oleh Permenkes RI Nomor 416 Tahun 1990, sehingga perlu dilakukan pengolahan, salah satunya dengan menggunakan media filtrasi pasir kuarsa breksi batu apung. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh ketebalan media filtrasi tersebut dalam menurunkan kadar Fe dan kekeruhan, dengan melakukan penelitian eksperimen yang memakai pendekatan pre-test post-test with control group design. Data hasil enam kali replikasi dari tiga kelompok perlakuan dan kelompok kontrol menunjukkan bahwa: Filter A (pasir kuarsa ketebalan 20 cm dan breksi batu apung ketebalan 60 cm) mampu menurunkan kadar Fe dan kekeruhan masing-masing sebesar 83,35 % dan 88,99 %; Filter B (pasir kuarsa 30 cm dan breksi batu apung 50 cm), mampu menurunkan 85,52 % kadar Fe dan 89,81 % kekeruhan; dan Filter C (pasir kuarsa dan breksi batu apung masing-masing setebal 40 cm), mampu menurunkan kadar Fe sebesar 77,14 % dan kekeruhan sebesar 73,18 %. Pada kelompok kontrol, kadar Fe dan kekeruhan juga turun, masing-masing sebanyak 76,14 % dan 73,18 %. Setelah dianalisis lebih lanjut dengan uji one way anova, disimpulkan bahwa variasi ketebalan media filtrasi yang digunakan, berpengaruh terhadap penurunan kadar Fe ($p = 0,038$) dan kekeruhan ($p = 0,045$) yang terjadi. Hasil uji lanjutan dengan LSD menunjukkan bahwa Filter B adalah yang paling tinggi kemampuan penurunannya.

Kata Kunci : air sumur gali, Fe, kekeruhan, filtrasi, pasir kuarsa, breksi batu apung

PENDAHULUAN

Sumber air bersih yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan hidup sehari-

hari, secara umum harus memenuhi standar kualitas dan kuantitas tertentu. Karakteristik air sendiri, sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor manusia, sehingga

oleh karenanya banyak ditemui keragaman kualitas air antara satu tempat dengan tempat lainnya¹⁾.

Dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 416 Tahun 1990 tentang Syarat dan Pengawasan Kualitas Air Bersih, disebutkan bahwa kegiatan peningkatan kualitas air bersih meliputi pengamanan dan penetapan kualitas fisik air (bebas dari warna, bau, kekeruhan dan rasa), serta bebas dari bahan kimia berbahaya maupun bakteriologis (bebas dari mikroorganisme patogen).

Salah satu penyebab rendahnya kualitas air bersih adalah keberadaan besi (Fe) dan kekeruhan yang tinggi pada air sumur gali sehingga menimbulkan perubahan fisik dan kimia dari air. Konsentrasi tertinggi unsur Fe yang diperbolehkan sesuai dengan Permenkes di atas adalah sebesar 1 mg/l, sedangkan untuk kadar kekeruhan ditetapkan sebesar 25 NTU.

Unsur Fe sebenarnya diperlukan tubuh untuk pembentukan sel darah merah. Namun, kandungan Fe yang tinggi akan menyebabkan rasa air yang kurang enak, berbau amis, berwarna kekuning-kuningan, terjadi pengendapan pada perpipaan, serta memicu pertumbuhan bakteri besi dan meningkatkan kekeruhan.

Kekeruhan yang tinggi selanjutnya dapat mengakibatkan terganggunya sistem osmoregulasi, misalnya seperti terganggunya pernafasan dan daya lihat organisme akuatik, serta dapat menghambat penetrasi cahaya ke dalam air. Tingginya nilai kekeruhan juga dapat mempersulit usaha penyaringan dan mengurangi efektifitas desinfeksi pada proses penjernihan air²⁾.

Air sumur gali yang ada di Madrasah Tsanawiyah (MTs) Muhammadiyah di Karangjajen, Kota Yogyakarta, jika diamati secara fisik terlihat lebih keruh, berbau amis dan berwarna lebih kuning dibandingkan dengan air sumur gali pada umumnya. Berdasarkan ciri-ciri fisik tersebut, air sumur gali diduga mengandung Fe dan kekeruhan yang tinggi. Kandungan Fe yang cukup tinggi akan menyebabkan sakit perut berupa mual-

mual dan dapat mendukung pertumbuhan bakteri besi. Hasil uji pendahuluan yang dilakukan pada tanggal 8 Februari 2013, diketahui bahwa air sumur gali di sekolah tersebut mengandung Fe sebesar 2,8 mg/l dan kekeruhan sebesar 26 NTU.

Jika mengacu pada ketentuan yang ada, maka hasil uji pendahuluan tersebut belum memenuhi persyaratan kualitas air bersih. Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk memperbaikinya agar air yang berasal dari sumur gali tersebut menjadi aman untuk dikonsumsi.

Pengolahan alternatif untuk menurunkan kadar Fe dan kekeruhan dapat dilakukan melalui teknik filtrasi, di mana beberapa media filtrasi yang dapat digunakan, di antaranya adalah pasir kuarsa dan breksi batu apung.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan sebelumnya oleh Azizah³⁾, pengolahan filtrasi menggunakan ketebalan breksi batu apung 50 cm dan diameter 30 mesh (0,6 mm), mampu menurunkan kandungan besi (Fe) sebesar 65,86 %. Sementara itu, penelitian yang dilakukan oleh Aminullah⁴⁾, menyimpulkan bahwa media pasir kuarsa dan zeolit yang berketebalan masing-masing 30 cm mampu menurunkan kadar Fe sebesar 93,62 %.

Pasir kuarsa sering digunakan untuk pengolahan air kotor menjadi air bersih. Fungsi pasir ini baik untuk menghilangkan sifat fisik air yang tidak diinginkan seperti kekeruhan atau lumpur dan bau. Pasir kuarsa biasanya digunakan sebagai saringan pada tahap awal⁵⁾.

Breksi batu apung tersusun atas mineral yang dapat berfungsi sebagai bahan pengadsorpsi, seperti oksida mangan, aluminium, pewarna oksida besi, dan *silica amorf*, sehingga dengan sifat-sifat tersebut mampu menurunkan kandungan Fe dan kekeruhan di dalam air sumur gali. Silika oksida yang berlebihan dapat berfungsi sebagai oksidator, di mana reaksinya kimianya adalah: $2\text{Fe}^{2+} + 2\text{SiO}_2 + 5\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{Si}_2\text{O}_3 + 4\text{H}^+$

Dari proses oksidasi tersebut, akan terbentuk senyawa ferri yang tak larut di dalam air sehingga mudah dipisahkan. Terbentuk pula flok-flok yang mengengen-

dap, di mana selanjutnya air dapat disaring dengan saringan pasir cepat atau saringan pasir lambat ⁶⁾. Ketebalan lapisan media filter yang efektif digunakan, umumnya berkisar antara 80-120 cm.

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini bertujuan ingin mengetahui variasi ketebalan media pasir kuarsa dan breksi batu apung yang paling efektif untuk menurunkan kadar Fe dan kekeruhan air sumur gali di MTs Muhammadiyah Karangajen tersebut. Variasi yang diteliti adalah: Filter A, terdiri dari 20 cm pasir kuarsa dan 60 cm breksi batu apung; Filter B, terdiri dari 30 cm pasir kuarsa dan 50 cm breksi batu apung; dan Filter C, terdiri dari 40 cm pasir kuarsa dan 40 cm breksi batu apung.

METODA

Jenis penelitian yang dilakukan adalah eksperimen dengan pendekatan *pre-test post-test with control group design*, yang hasilnya dianalisis secara deskriptif dan analitik.

Alat yang digunakan untuk membuat alat filtrasi yang dipakai dalam penelitian ini meliputi: pipa PVC ukuran 4 inci, pipa PVC ukuran $\frac{3}{4}$ inci, kran, bak ekualisasi, selang kecil, stop kran, dop, serta *shock drat* dalam dan luar. Adapun bahan yang digunakan adalah breksi batu apung, pasir kuarsa, dan kerikil.

Jalannya penelitian ini terdiri dari: 1) tahap persiapan, yaitu terdiri dari pengurusan perijinan penelitian dan melakukan uji pendahuluan berupa pengambilan sampel air sumur gali yang kemudian diperiksa di laboratorium, 2) tahap pelaksanaan, yang meliputi: pembuatan media breksi batu apung, pembuatan alat filtrasi, pengisian pipa dengan media filtrasi, pengaturan debit, penyiapan air baku pada bak ekualisasi, dan pengambilan sampel pada masing-masing *outlet* filter sebanyak 500 ml; dan 3) tahap pemeriksaan sampel di laboratorium, yaitu menggunakan metoda spektrofotometri untuk pemeriksaan kadar Fe, dan metoda turbidimetri untuk pemeriksaan kadar kekeruhan.

Untuk tiap variasi ketebalan media filtrasi dilakukan enam kali replikasi. Da-

ta selanjutnya dianalisis dengan uji *one way anova* pada derajat kepercayaan 95 % dengan menggunakan perangkat lunak SPSS *for windows* versi 16. Uji statistik parametrik tersebut digunakan karena berdasarkan hasil uji dengan kolmogorov-smirnov, data diketahui mengikuti distribusi normal (nilai p 0,589 dan 0,993).

HASIL

Penurunan Kadar Fe

Tabel 1.
Hasil pengukuran kadar Fe dengan menggunakan Filter A

Ujangan	Kadar Fe (mg/l)		Selisih	%
	Pre-test	Post-test		
1	0.670	0.130	0.540	80.60
2	0.634	0.126	0.508	80.13
3	0.684	0.061	0.623	91.08
4	0.642	0.132	0.510	79.44
5	0.681	0.110	0.571	83.85
6	0.668	0.100	0.568	85.03
Jumlah	3.979	0.659	3.320	500.12
Rerata	0.663	0.110	0.553	83.35

Tabel 2.
Hasil pengukuran kadar Fe dengan menggunakan Filter B

Ujangan	Kadar Fe (mg/l)		Selisih	%
	Pre-test	Post-test		
1	0.670	0.112	0.558	83.28
2	0.634	0.103	0.531	83.75
3	0.684	0.176	0.508	74.27
4	0.642	0.077	0.565	88.01
5	0.681	0.045	0.636	93.39
6	0.668	0.064	0.604	90.42
Jumlah	3.979	0.577	3.402	513.12
Rerata	0.663	0.096	0.567	85.52

Berdasarkan Tabel 1 dapat diketahui bahwa dengan menggunakan media pasir kuarsa 20 cm dan breksi batu apung 60 cm, kadar Fe turun dengan re-

rata 0,553 mg/l atau 83,35 %. Sementara itu, berdasarkan Tabel 2 dapat diketahui pula bahwa dengan menggunakan media pasir kuarsa 30 cm dan breksi batu apung 50 cm, penurunan kadar Fe yang terjadi, rata-rata sebesar 0,567 mg/l atau 85,52 %.

Tabel 3.
Hasil pengukuran kadar Fe dengan menggunakan Filter C

Ulangan	Kadar Fe (mg/l)		Selisih	%
	Pre-test	Post-test		
1	0.670	0.158	0.512	76.42
2	0.634	0.135	0.499	78.71
3	0.684	0.165	0.519	75.88
4	0.642	0.170	0.472	73.52
5	0.681	0.093	0.588	86.34
6	0.668	0.163	0.505	75.60
Jumlah	3.979	0.884	3.095	466.46
Rerata	0.663	0.147	0.516	77.74

Tabel 4.
Hasil pengukuran kadar Fe kelompok kontrol

Ulangan	Kadar Fe (mg/l)		Selisih	%
	Pre-test	Post-test		
1	0.670	0.148	0.522	77.91
2	0.634	0.162	0.472	74.45
3	0.684	0.176	0.508	74.27
4	0.642	0.157	0.485	75.55
5	0.681	0.176	0.505	74.16
6	0.668	0.130	0.538	80.54
Jumlah	3.979	0.949	3.030	456.87
Rerata	0.663	0.158	0.505	76.14

Dari data yang disajikan pada Tabel 3 dapat diketahui bahwa media pasir kuarsa dan breksi batu apung dengan tinggi masing-masing 40 cm, dapat menurunkan kadar Fe dengan rerata sebesar 0.516 mg/l atau 77,74 %. Adapun di kelompok kontrol, sebagaimana yang terlihat pada Tabel 4, juga terjadi penurunan kadar Fe, dengan rerata sebesar 0,505 mg/l atau 76,14 %.

Tabel 5.
Selisih penurunan kadar Fe

pok perlakuan yang ke tiga yaitu filter C dengan ketebalan media 40 cm pasir kuarsa dan 40 cm breksi batu apung.

Hasil analisis inferensial dengan uji statistik *one way anova* diperoleh nilai p sebesar 0,038; yang dapat disimpulkan bahwa perbedaan penurunan kadar Fe di antara variasi ketebalan media pasir kuarsa dan breksi batu apung yang digunakan dalam penelitian, secara statistik memang bermakna, atau dapat diinterpretasikan bahwa variasi ketebalan media mempengaruhi penurunan kadar Fe air sumur gali.

Dari hasil uji statistik lanjutan dengan LSD test, diketahui bahwa dibandingkan dengan Filter A dan Filter C, Filter B dapat menghasilkan penurunan kadar Fe yang paling besar.

Penurunan Kekeruhan

Tabel 6.
Hasil pengukuran kekeruhan dengan menggunakan Filter A

Ujaingan	Kekeruhan (NTU)		Selisih	%
	Pre-test	Post-test		
1	31.56	3.14	28.42	90.05
2	29.31	3.41	25.90	88.37
3	34.05	3.27	30.78	90.40
4	31.05	1.92	29.13	93.82
5	37.17	4.41	32.76	88.14
6	30.51	5.13	25.38	83.19
Jumlah	193.65	21.28	172.37	533.95
Rerata	32.28	3.55	28.73	88.99

Tabel 6 memperlihatkan bahwa dengan menggunakan media pasir kuarsa 20 cm dan breksi batu apung 60 cm, kekeruhan turun dari rata-rata 32,28 NTU menjadi rata-rata 3,55 NTU atau sebesar 28,73 NTU (88,99 %). Sementara itu, Tabel 7 memperlihatkan pula bahwa Filter B yang menggunakan media pasir kuarsa setebal 30 cm dan breksi batu apung setebal 50 cm, mampu menurunkan kekeruhan air sumur gali dari rerata 32,28 NTU menjadi rerata 3,30 NTU, atau turun 28,98 NTU (89,81 %). Adapun di Tabel 8, terlihat bahwa Filter C, yaitu

pasir kuarsa dan breksi batu apung dengan ketebalan yang sama, yaitu 40 cm, dapat menurunkan kekeruhan dengan rerata sebesar 28,46 NTU atau 88,07 %.

Tabel 7.
Hasil pengukuran kekeruhan dengan menggunakan Filter B

Ujaingan	Kekeruhan (NTU)		Selisih	%
	Pre-test	Post-test		
1	31.56	2.19	29.37	93.06
2	29.31	3.07	26.24	89.53
3	34.05	1.21	32.84	96.45
4	31.05	2.77	28.28	91.08
5	37.17	5.59	31.58	84.96
6	30.51	4.94	25.57	83.81
Jumlah	193.65	19.77	173.88	538.88
Rerata	32.28	3.30	28.98	89.81

Tabel 8.
Hasil pengukuran kekeruhan dengan menggunakan Filter C

Ujaingan	Kekeruhan (NTU)		Selisih	%
	Pre-test	Post-test		
1	31.56	5.36	26.20	83.02
2	29.31	3.70	25.61	87.38
3	34.05	4.40	29.65	87.08
4	31.05	3.57	27.48	88.50
5	37.17	2.71	34.46	92.71
6	30.51	3.13	27.38	89.74
Jumlah	193.65	22.87	170.78	528.42
Rerata	32.28	3.81	28.46	88.07

Adapun di kelompok kontrol, sebagaimana terlihat pada Tabel 9, kekeruhan juga dapat turun, namun dengan persentase yang lebih kecil, yaitu rerata 73,18 % atau 23,75 NTU.

Karena pada kelompok kontrol juga terjadi penurunan kekeruhan, maka untuk mengetahui seberapa besar penurunan yang terjadi sesungguhnya di kelompok perlakuan, disajikan Tabel 10 dan Grafik 2 yang memperlihatkan selisih penurunan kekeruhan antara kelompok perlakuan dan kontrol.

Dari tabel dan grafik tersebut terlihat bahwa selisih penurunan yang terbesar ada pada Filter B (filter dengan ketebalan pasir kuarsa 30 cm dan breksi batu apung 50 cm), yakni sebesar 18,05 %; dan yang terendah, yaitu 16,56 %, ditemui pada kelompok perlakuan yang ketiga yaitu filter C dengan ketebalan media pasir kuarsa dan breksi batu apung sama-sama setebal 40 cm.

Tabel 9.
Hasil pengukuran kekeruhan kelompok kontrol

Ujangan	Kekeruhan (NTU)		Selisih	%
	Pre-test	Post-test		
1	31.56	8.19	23.37	74.05
2	29.31	9.15	20.16	68.78
3	34.05	11.89	22.16	65.08
4	31.05	8.77	22.28	71.76
5	37.17	4.26	32.91	88.54
6	30.51	8.89	21.62	70.86
Jumlah	193.65	51.15	142.50	439.07
Rerata	32.28	8.53	23.75	73.18

Tabel 10.
Selisih penurunan kekeruhan kelompok perlakuan dikurangi kelompok kontrol

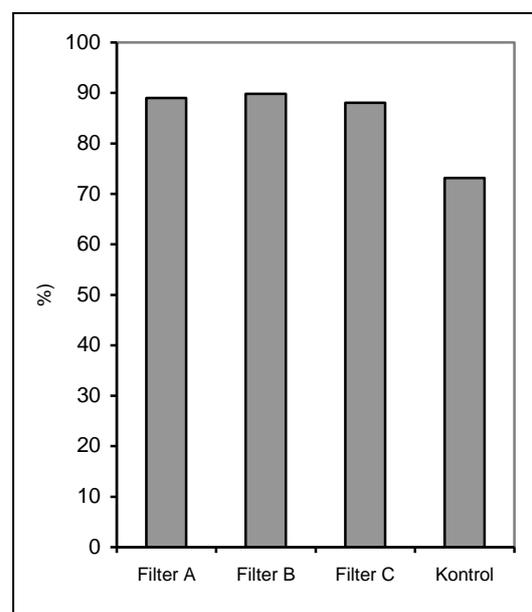
Ujangan	Kekeruhan (NTU)					
	Filter A		Filter B		Filter C	
	Selisih	%	Selisih	%	Selisih	%
1	5.05	17.77	6.00	20.43	2.83	10.80
2	5.74	22.16	6.08	23.17	5.45	21.28
3	8.62	28.01	10.68	32.52	7.49	25.26
4	6.85	23.52	6.00	21.22	5.20	18.92
5	-0.15	-0.46	-1.33	-4.21	1.55	4.50
6	3.76	14.81	3.95	15.45	5.76	21.04
Σ	29.87	17.33	31.38	18.05	28.28	16.56
X	4.98	17.33	5.23	18.05	4.71	16.56

Hasil analisis inferensial dengan uji statistik *one way anova* diperoleh nilai p sebesar 0,049; yang dapat disimpulkan bahwa perbedaan penurunan kekeruhan di antara variasi ketebalan media pasir kuarsa dan breksi batu apung yang di-

gunakan dalam penelitian, secara statistik memang bermakna, atau dapat diinterpretasikan bahwa variasi ketebalan media yang diteliti, mempengaruhi penurunan kadar kekeruhan air sumur gali.

Dari hasil uji statistik lanjutan dengan LSD test, diketahui bahwa dibandingkan dengan Filter A dan Filter C, Filter B dapat menghasilkan penurunan kekeruhan yang paling besar.

Grafik 2.
Prosentase penurunan kekeruhan semua kelompok penelitian



PEMBAHASAN

Penurunan Kadar Fe

Penurunan kadar Fe yang paling besar dihasilkan oleh kelompok perlakuan Filter B dengan ketebalan pasir kuarsa dan breksi batu apung, masing-masing yaitu 30 cm dan 50 cm; sedangkan pada kelompok perlakuan Filter A, penurunan kadar Fe yang terjadi, lebih baik dibandingkan dengan yang diperoleh oleh kelompok perlakuan Filter C. Hasil uji LSD menunjukkan perbedaan yang signifikan antara kelompok perlakuan Filter B dan Filter C, sementara antara perlakuan Filter A dan Filter B tidak ditemukan perbedaan yang bermakna.

Dengan hasil tersebut, maka dapat dikatakan bahwa semakin tebal breksi batu apung yang digunakan dan semakin sedikit pasir kuarsa yang digunakan,

maka penurunan Fe yang terjadi juga semakin besar.

Kadar Fe dapat turun disebabkan karena dua hal yaitu kandungan silika oksida dan kandungan zeolit. Pasir kuarsa dan breksi batu apung memiliki kandungan silika oksida sebagai oksidator, dengan reaksi sebagai berikut : $2\text{Fe}^{2+} + 2\text{SiO}_2 + 5\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{Si}_2\text{O}_3 + 4\text{H}^+$

Penurunan kadar besi dalam air, pada hakikatnya adalah mengubah dari bentuk yang terlarut dalam air menjadi bentuk yang tidak larut dalam air. Pada proses oksidasi tersebut, terbentuk senyawa ferri yang tak larut di dalam air sehingga mudah dipisahkan.

Kadar besi di dalam air, apabila melebihi baku mutu yang diatur oleh Permenkes Nomor 416 tahun 1990, dapat mengganggu kesehatan manusia. Akan tetapi jika kurang dari baku mutu, maka air hanya mengandung sedikit mineral besi yang diperlukan untuk pertumbuhan. Kekurangan unsur besi dapat menyebabkan produksi hemoglobin menjadi berkurang yang akhirnya dapat menyebabkan anemia, kerusakan pada ginjal, dan gigi.

Breksi batu apung mempunyai kandungan silika yang cukup untuk menyaring atau menangkap kadar Fe di dalam air. Sifat breksi batu apung yang ringan dan mempunyai daya serap sebesar 43 %, dapat dimanfaatkan sebagai penyerap ion Fe dalam air sumur gali ⁷⁾. Sementara itu, pada proses penyaringan dengan media pasir kuarsa akan terjadi oksidasi. Zat-zat kimia tertentu dapat terlarut karena teroksidasi bahkan terurai menjadi bahan-bahan yang lebih sederhana serta kurang sederhana atau dapat menjadi senyawa yang tidak larut saat penyaringan ⁵⁾.

Kandungan silika oksida sebagai oksidator pada media breksi batu apung dan pasir kuarsa yang digunakan pada proses penyaringan air menyebabkan terjadinya reaksi oksidasi. Reaksi oksidasi tersebut akan menghasilkan senyawa ferri hidroksida yang berupa gumpalan sangat halus (*micro flock*) yang tak larut dalam air. Senyawa-senyawa ferri yang sering dijumpai tersebut adalah

FePO_4 , Fe_3O_3 , FeCl_3 , $\text{Fe}(\text{OH})_3$ dan lainnya ¹⁾. Gumpalan halus (*micro flock*) tersebut selanjutnya akan tersaring pada filter pasir pasir kuarsa yang bersifat porous, dipisahkan dengan cara pengendapan dan akan melekat pada permukaan media saring.

Zeolit merupakan salah satu mineral yang terkandung dalam breksi batu apung. Fungsi mineral ini adalah sebagai *ion exchanger* dan adsorben dalam pengolahan air. Muatan negatif yang terkandung menyebabkan zeolit mampu mengikat kation-kation pada air, seperti besi (Fe), aluminium (Al) atau magnesium (Mg) yang umumnya terdapat pada air tanah ⁵⁾. Reaksinya, sebagai berikut :

Dengan siklus untuk Na menggunakan zeolit : $\text{Na}_2\text{Z} + \text{Fe}(\text{HCO}_3)_2 \rightarrow \text{FeZ} + 2\text{Na}(\text{HCO}_3)$. Adapun regenerasi dengan NaCl: $\text{FeZ} + 2\text{NaCl} \rightarrow \text{Na}_2\text{Z} + \text{FeCl}_2$

Filter B dengan perbandingan ketebalan pasir kuarsa serta breksi batu apung 30 cm : 50 cm, mampu menurunkan Fe paling besar dibandingkan dengan Filter A (perbandingan 20 cm : 60 cm), dan Filter C (perbandingan 40 cm : 40 cm). Kurang efektifnya Filter A dan Filter C, dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor penting, misalnya kondisi pH air yang rendah pada saat proses pengolahan, di mana kondisi tersebut akan mengakibatkan kecepatan reaksi oksidasi besi menjadi relatif lambat.

Selain itu, temperatur air yang tinggi, adanya gas-gas terlarut seperti O_2 , CO_2 , dan H_2S , serta adanya aktivitas bakteri dalam air, dapat pula mengoksidasi besi sehingga menjadi larut. Besi yang larut dalam air tersebut akan sulit untuk disaring oleh media filtrasi.

Berdasarkan penjelasan di atas, maka ada beberapa hal yang perlu diperhatikan sebelum melakukan proses pengolahan dengan metoda filtrasi, yaitu pH dan suhu air yang akan diolah sebaiknya diperiksa terlebih dahulu. Apabila pH air terlalu rendah, maka dapat dinaikkan dengan cara menambahkan larutan soda ash NaHCO_3 , sampai pH air mencapai normal.

Penyaringan dengan filter B mampu menurunkan kadar Fe dalam air sebesar 0.567 mg/l (85.52 %). Hal ini menunjuk-

kan bahwa variasi ketebalan media pasir kuarsa dan breksi batu apung dengan perbandingan 30 cm : 50 cm memberi pengaruh yang besar dalam proses penurunan kadar Fe.

Pada Tabel 5, selisih kadar Fe pada kelompok perlakuan C dikurangi kelompok kontrol mempunyai angka negatif pada ulangan pertama, ke empat, dan ke enam. Data tersebut menunjukkan bahwa kelompok kontrol mampu menurunkan Fe lebih besar. Hal ini bisa dimungkinkan karena adanya perbedaan ukuran diameter media saring yang digunakan pada saat pengolahan.

Pada penelitian ini, media yang diayak hanya breksi batu apung saja, sedangkan pasir kuarsa langsung dapat dicuci dan digunakan untuk pengolahan tanpa harus diayak terlebih dahulu. Besar kecilnya diameter media saring ini dapat mempengaruhi proses filtrasi dan hasil *outlet*. Pasir yang digunakan pada kelompok kontrol mempunyai diameter lebih halus sehingga mampu menyerap dan menahan partikel lebih baik. Selain itu, komposisi media breksi batu apung pada perlakuan C adalah paling sedikit, sehingga kurang efektif untuk menurunkan kadar Fe.

Penurunan Kekeruhan

Penurunan kekeruhan yang paling baik terjadi di kelompok perlakuan Filter B dengan ketebalan pasir kuarsa dan breksi batu apung masing-masing yaitu 30 cm dan 50 cm. Pada kelompok perlakuan Filter A, penurunan kekeruhan terjadi lebih baik dibandingkan dengan yang dihasilkan oleh kelompok perlakuan Filter C.

Hasil uji statistik menunjukkan ada perbedaan yang signifikan di antara variasi ketebalan media pasir kuarsa dan breksi batu apung dalam menurunkan kekeruhan. Namun, apabila dibandingkan sendiri-sendiri, penurunan kekeruhan dari masing-masing perlakuan Filter A, Filter B, dan Filter C, tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Sehingga dapat dikatakan ke tiga perlakuan tersebut mempunyai kemampuan yang sama dalam menurunkan kekeruhan tanpa ada perbedaan yang signifikan.

Jika dibandingkan antara perlakuan Filter A dan Filter B dengan perlakuan Filter C, terlihat bahwa semakin tebal breksi batu apung dan semakin sedikit pasir kuarsa yang digunakan, maka penurunan kekeruhan yang terjadi akan semakin besar. Kadar kekeruhan tersebut dapat turun disebabkan karena dua hal yaitu: a) pasir kuarsa mampu menghilangkan sifat fisik air, dan b) breksi batu apung berfungsi sebagai bahan pengadsorpsi

Pasir kuarsa sering digunakan untuk pengolahan air kotor menjadi air bersih. Fungsi ini baik untuk menghilangkan sifat fisik yang dimiliki oleh air, seperti kekeruhan atau lumpur dan bau. Pasir ini digunakan sebagai saringan pada tahap awal⁵⁾. Padatan tersuspensi yang berupa partikel halus dalam air dialirkan melalui proses filtrasi dan kemudian akan melekat pada permukaan butir-butir media saring pasir kuarsa yang berpori. Penelitian yang telah dilakukan sebelumnya⁸⁾ juga menyebutkan bahwa tingkat porositas yang tinggi dan luas permukaan yang lebar akan menghasilkan kemampuan penyaringan yang tinggi pula.

Breksi batu apung tersusun atas mineral-mineral yang dapat berfungsi sebagai bahan pengadsorpsi, seperti oksida mangan, aluminium, pewarna oksida besi, dan *silica amorf*, sehingga dengan sifat-sifat tersebut mampu menurunkan kandungan Fe dan kekeruhan dalam air sumur gali.

Adsorpsi merupakan suatu proses di dalam penyaringan yang dapat menghilangkan bau, warna serta rasa yang tidak enak dan dapat menghimpun serta mengkonsentrasikan bahan-bahan organik sampai menjadi sekecil mungkin. Partikel-partikel kecil tersebut selanjutnya akan tertahan dan menempel pada permukaan media breksi batu apung, sehingga air hasil saringan pun akan menjadi lebih jernih dan turun tingkat kekeruhannya.

Sifat *adsorptive adsorbent* yang berpengaruh besar pada kecepatan dan kapasitas adsorpsi adalah luas permukaan, distribusi ukuran pori, dan sifat kimia alami dari permukaan adsorben⁸⁾.

Filter B dengan perbandingan ketebalan pasir kuarsa dan breksi batu apung 30 cm : 50 cm, mampu menurunkan kekeruhan paling besar dibandingkan dengan Filter A (perbandingan 20 cm : 60 cm), dan filter C (perbandingan 40 cm : 40 cm). Kurang efektifnya Filter A dan Filter C dalam menurunkan kekeruhan, bisa dipengaruhi oleh faktor lain, seperti pencucian media yang kurang bersih sehingga menyumbat pori-pori pada permukaan media filtrasi tersebut dan mengakibatkan partikel pada air yang akan disaring menjadi sulit melewatinya dan akhirnya ikut lolos sampai pada *outlet*.

Hal inilah yang mungkin menyebabkan proses penyaringan menjadi kurang optimal dalam menurunkan kekeruhan. Selain pencucian media filtrasi, alat-alat yang digunakan pada rangkaian pengolahan yang tidak dicuci dengan bersih biasanya juga dapat mempengaruhi pada saat proses penyaringan, di mana kotoran yang masih menempel pada alat akan ikut larut sehingga kemudian kekeruhan menjadi meningkat dan mengakibatkan berkurangnya efektifitas media filtrasi dalam menyaring air.

Berdasarkan hal di atas, maka sebelum melakukan pengolahan air secara filtrasi, alat dan media yang digunakan harus benar-benar tercuci bersih. Alat berupa pipa PVC harus dibilas sampai bersih saat penggantian media breksi batu apung dan pasir kuarsa pada setiap ulangan. Hal ini dilakukan agar tidak ada kotoran dan atau sisa-sisa partikel halus yang tertinggal setelah dilakukan penyaringan pada pengulangan sebelumnya.

Pada Tabel 10 yang menyajikan data selisih kadar kekeruhan pada kelompok perlakuan Filter A dan Filter B dikurangi kelompok kontrol, pada ulangan ke lima menunjukkan angka negatif. Data tersebut menunjukkan bahwa kelompok kontrol mampu menurunkan kekeruhan lebih besar. Hal ini bisa terjadi karena pada penelitian ini, media yang diayak hanya breksi batu apung saja, sedangkan pasir kuarsa langsung dapat dicuci dan digunakan untuk pengolahan tanpa harus diayak terlebih dahulu se-

hingga dapat mempengaruhi hasil filtrasi. Selain itu, pasir yang digunakan pada kelompok kontrol mempunyai diameter yang lebih halus sehingga mampu menyerap dan menahan partikel secara lebih baik.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa: 1) ketebalan media filtrasi pasir kuarsa dan breksi batu apung dari Filter A, Filter B, dan Filter C, masing-masing mampu menurunkan kadar Fe air sumur gali di MTs Muhammadiyah Karangjajen secara signifikan, 2) ketebalan media filtrasi pasir kuarsa dan breksi batu apung Filter A, Filter B, dan Filter C, masing-masing mampu menurunkan kekeruhan air sumur gali di MTs Muhammadiyah Karangjajen secara signifikan, 3) Media Filter B adalah yang paling efektif dalam menurunkan kadar Fe dan kekeruhan, 4) Filter A, Filter B, dan Filter C menghasilkan perbedaan penurunan kadar Fe yang signifikan, namun untuk kekeruhan, perbedaan penurunan yang terjadi tidak signifikan.

SARAN

Untuk menurunkan kadar Fe dan kekeruhan yang ada di air sumur gali milik sekolah, kepada pengelola MTs Muhammadiyah Karangjajen, disarankan untuk mengolah air sumur tersebut dengan filtrasi, di mana salah satu alternatif yang dapat digunakan adalah dengan menggunakan pasir kuarsa berketebalan 30 cm dan breksi batu apung berketebalan 50 cm.

Bagi yang ingin melakukan penelitian lebih lanjut, disarankan untuk meneliti efektifitas lama waktu kontak pasir kuarsa dan breksi batu apung yang digunakan, untuk menurunkan parameter-parameter yang lain seperti mangan, TDS, TSS, dan zat organik; serta meneliti pula untuk mengetahui efektifitas dan efisiensi jika media filter tersebut digunakan untuk mengolah air bersih di PDAM atau sarana publik lainnya seperti rumah sakit.

DAFTAR PUSTAKA

1. Asmadi, Khayan, dan Kasjono, H. S., 2011. *Teknologi Pengolahan Air Minum*, Gosyen Publishing, Yogyakarta.
2. Effendi, H., 2007. *Telaah Kualitas Air*, Kanisius, Yogyakarta.
3. Azizah, E., 2007. *Pengaruh Pengolahan Sistem Filtrasi dengan Media Breksi Batu Apung terhadap Kadar Fe Total dan Kekeruhan Air Sumur Gali di Dusun Onggobayan Ngestiharjo Kasihan Bantul*, Karya Tulis Ilmiah tidak diterbitkan, Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes Yogyakarta.
4. Aminullah, M., 2012. *Pengaruh Variasi Ketebalan Media Filtrasi Pasir Kuarsa dan Zeolit terhadap Penurunan Kadar Fe dan Mn Air Sumur Gali di Bantul*, Karya Tulis Ilmiah tidak diterbitkan, Jurusan Kesehatan Lingkungan, Poltekkes Kemenkes Yogyakarta.
5. Kusnaedi, 2010. *Mengolah Air Kotor untuk Air Minum*, Penebar Swadaya, Jakarta.
6. Anonim, 2013. *Pembuatan Filter untuk Menghilangkan Zat Besi dan Mangan di Dalam Air* (<http://www.enviro.bppt.go.id/%7EKel-1/>, diunduh 26 Februari)
7. Sukandarrumudi, 1999. *Bahan Galian Industri*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta
8. Rahmawati, A., 2009. *Efisiensi Filter Pasir-Zeolit dan Filter Pasir-Arang Tempurung Kelapa dalam Rangkaian Unit Pengolahan Air untuk Mengurangi Kandungan Mangan dari Dalam Air*, Seminar Internasional Hasil-Hasil Penelitian 2009, Jurusan Pendidikan Teknik & Kejuruan FKIP UNS