

EFEKTIFITAS VARIASI KETEBALAN ZEOLIT DAN PECAHAN GENTENG DALAM MENURUNKAN KADAR Fe DAN Mn AIR SUMUR GALI DUSUN WARU RANGKANG DI SAPEN, MANISRENGGO, KLATEN

Fitri Maryani*, Purwanto**, Abdul Hadi Kadarusno**

* JKL Poltekkes Kemenkes Yogyakarta, Jl. Tatabumi 3, Gamping, Sleman, DIY 55293
email: fitrimaryani111@yahoo.com

** JKL Poltekkes Kemenkes Yogyakarta

Abstract

Water has very important function for human's life. Clean water contaminated by chemical substances, for instance iron and manganese, can cause serious health problems. Iron and manganese concentration in water can be reduced by using ion exchange medium, such as zeolite and tile particles. The objective of the study was to discover the thickness variation of both mediums which is most effective for decreasing the concentration of iron and manganese in dig well water at Waru Rangkang Village of Sapen, Manisrenggo, Klaten, by conducting an experiment with pre-test post-test with control group design. There were three thickness variation, i.e. Filter A, composed of 60 cm zeolite and 60 cm tile particle; Filter B, composed of 80 cm zeolite and 40 cm tile particle; and Filter C, composed of 40 cm tile particle and 80 cm zeolite. The water source used in this experiment was one well with high concentration of iron and manganese, belong to one villager. The source water was taken by using grab sampling method for six replications. The data showed that Filter A, B and C, were able to reduce the iron concentration, as much as 78,76 %, 85,51 %, and 75,77 %, respectively; and were also able to reduce the manganese concentration 78,46 %, 79,50 %, dan 77,73 %. The results of data analysis with one way anova test at 5 % level of significance, identified that the reduction differences were statistically significant and the subsequent LSD test concluded that Filter B was the most effective.

Keywords : iron in water, manganese in water, filtration medium, zeolite, tile particles, dig well water

Intisari

Air memiliki fungsi yang sangat penting bagi kehidupan manusia. Pencemaran air bersih oleh bahan kimia seperti besi dan mangan dapat menimbulkan berbagai masalah kesehatan. Kadar besi dan mangan dalam air dapat diturunkan dengan sistem filtrasi menggunakan media penukaran ion seperti zeolit dan pecahan genteng. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui variasi ketebalan dua media tersebut yang paling efektif dalam menurunkan kadar Fe dan Mn air sumur gali di Dusun Waru Rangkang, di Sapen, Manisrenggo, Klaten, dengan melakukan eksperimen dengan desain pre-test post-test with control group. Tiga variasi ketebalan media yang digunakan adalah: Filter A, yaitu zeolit 60 cm dan pecahan genteng 60 cm; Filter B, yaitu zeolit 80 cm dan pecahan genteng 40 cm; dan Filter C, yaitu pecahan genteng 40 cm dan zeolit 80 cm. Air sumur milik seorang warga dusun yang memiliki kadar Fe dan Mn tinggi adalah air baku yang digunakan untuk penelitian. Air tersebut diambil secara grab sampling untuk enam kali ulangan. Data penelitian menunjukkan bahwa Filter A, B, dan C, mampu menurunkan kadar Fe, berturut-turut sebesar 78,76 %, 85,51%, dan 75,77 %, serta mampu menurunkan kadar mangan sebesar 78,46 %, 79,50 %, dan 77,73 %. Hasil analisis data dengan uji one way anova pada taraf signifikansi 5 % menetapkan bahwa perbedaan penurunan yang terjadi tersebut bermakna secara statistik ($p < 0,001$), dan uji LSD lanjutan menyimpulkan bahwa Filter B adalah yang paling efektif.

Kata Kunci : besi dalam air, mangan dalam air, media filtrasi, zeolit, pecahan genteng, air sumur gali

PENDAHULUAN

Air merupakan senyawa kimia yang sangat penting bagi kehidupan umat manusia dan makhluk hidup lainnya. Fungsi

air bagi kehidupan tidak akan digantikan oleh senyawa lainnya. Hampir semua kegiatan yang dilakukan manusia akan membutuhkan air, mulai dari membersihkan diri atau mandi, membersihkan rua-

ngan tempat tinggal, menyiapkan makanan dan minuman, sampai dengan aktivitas-aktivitas lainnya ¹⁾.

Volume air dalam tubuh manusia rata-rata 65 % dari total berat badan dan volume tersebut sangat bervariasi pada masing-masing orang, bahkan juga bervariasi antara bagian-bagian tubuh seseorang ²⁾.

Kualitas air yang meliputi parameter fisika, kimia, biologi dan radioaktif, harus sesuai dengan batas atau syarat yang tercantum dalam standar kualitas air bersih yang dituangkan dalam Permenkes R. I. No. 416/Menkes/Per/IX/1990 tentang Persyaratan Kualitas Air Bersih, sebagai usaha untuk mencegah gangguan kesehatan atau kerugian teknis dan estetika yang mungkin timbul.

Kegiatan pengawasan kualitas air, mencakup pengamatan lapangan dan pengambilan contoh air, termasuk pada proses produksi dan distribusi, pemeriksaan contoh air, analisis hasil pemeriksaan, perumusan saran dan cara pemecahan masalah yang timbul, dan kegiatan tindak lanjut berupa pemantauan upaya perbaikan termasuk kegiatan penyuluhan.

Beberapa parameter kimia yang dapat menimbulkan gangguan terhadap kesehatan antara lain adalah pH, besi (Fe), nitrit, nitrat, fluorida, dan mangan (Mn) ³⁾. Masalah zat besi dan mangan di dalam air minum lebih sering terjadi jika sumber air baku yang digunakan berasal dari air tanah. Untuk air permukaan, masalah zat besi dan mangan juga terjadi jika sumber air yang digunakan berasal dari danau yang mempunyai tingkat kedalaman cukup tinggi atau danau yang telah mengalami eutrofikasi di mana terjadi kondisi reduksi di bagian dasar danau.

Kondisi tersebut dapat mengakibatkan terlarutnya kembali endapan senyawa oksida besi dan mangan yang ada di dasar danau atau reservoir tersebut. Sering juga masalah seperti ini terjadi secara musiman atau terjadi dalam perioda waktu tertentu saja ⁴⁾.

Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan pada tanggal 21 Januari 2014

dengan tiga warga Dusun Waru Rangkang, di Sapen, Manisrenggo, Klaten; diketahui mereka mengeluhkan air sumur gali yang berwarna kekuning-kuningan dan menimbulkan kerak coklat kehitaman, serta rasanya tidak segar untuk diminum. Pada saat musim kemarau, warna air sumur gali tersebut menjadi sangat kuning, sehingga warga tidak mau menggunakannya.

Dari hasil uji laboratorium terhadap sampel air sumur gali dari tiga warga dusun yang diwawancarai tersebut, diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 1.
Hasil uji pendahuluan
pemeriksaan kadar Fe air sumur gali

Asal sampel	Kadar Fe (mg/l)	Kadar Mn (mg/l)
Bpk Sugeng	1,78	0,75
Bpk Hermawan	0,13	0,20
Bpk Didik	0,68	0,34

Berdasarkan tabel di atas, diputuskan bahwa sumur gali yang dijadikan lokasi penelitian adalah yang dimiliki oleh Bapak Sugeng karena kadar Fe dan Mn yang terkandung di dalam air sumur tersebut sudah melebihi batas yang diatur oleh Permenkes R. I. tahun 1990 di atas, yaitu sebesar 1,0 mg/l untuk Fe, dan 0,5 mg/l untuk Mn.

Untuk menyempurnakan penurunan kadar kontaminan seperti bakteri, warna, rasa, bau, dan juga Fe, proses penyaringan atau filtrasi sangat diperlukan untuk memperoleh air yang bersih dan memenuhi standar kualitas air minum.

Dalam penelitian ini, untuk mengatasi permasalahan kadar Fe serta Mn tersebut, peneliti akan melakukan penyaringan dengan menggunakan media filter berupa zeolit dan pecahan genteng yang ditempatkan dalam satu alat filtrasi dengan tiga variasi ketebalan, untuk diketahui efektifitasnya masing-masing dalam menurunkan ke dua parameter kimia tersebut.

Bagi masyarakat Dusun Waru sendiri, penelitian ini diharapkan dapat ber-

manfaat dalam memberikan solusi alternatif pembuatan alat pengolahan bagi air yang tinggi kandungan Fe dan Mn-nya, serta untuk menambah wawasan masyarakat mengenai pengolahan air sumur gali sehingga di masa depan mereka mampu menangani sendiri permasalahan serupa yang muncul.

METODA

Jenis penelitian yang dilakukan adalah *experiment* dengan menggunakan rancangan penelitian *pre-test post-test with control group* yang hasilnya dianalisis secara deskriptif dan analitik⁵⁾.

Banyaknya sampel air sumur gali yang digunakan untuk setiap satu kali pengolahan adalah 100 liter, dengan pengulangan untuk tiap variasi ketebalan media filtrasi dilakukan sebanyak enam kali⁶⁾. Sampel air baku diambil saat pagi hari dengan metoda *grab sampling*.

Variabel bebas penelitian berupa ketebalan media filter zeolit dan pecahan genteng, meliputi tiga variasi, yaitu: Filter A, yang terdiri dari 60 cm zeolit dan 60 cm pecahan genteng; Filter B, yang terdiri dari 80 cm zeolit dan 40 cm pecahan genteng; dan Filter C, yang terdiri dari 40 cm genteng dan 80 cm zeolit.

Analisis inferensial terhadap data hasil penelitian untuk menguji hipotesis yang telah ditetapkan, dilakukan dengan menggunakan uji parametrik *one way anova*, karena berdasarkan hasil pengujian sebelumnya dengan uji *kolmogorov-smirnov*, diketahui bahwa data tersebut terdistribusi secara normal. Selanjutnya, untuk mengetahui ketebalan zeolit dan pecahan genteng yang paling efektif, digunakan uji statistik LSD. Semua uji statistik yang dipakai menggunakan derajat kepercayaan 95 %.

HASIL

Kadar Besi (Fe)

Berdasarkan data pada Tabel 2, dapat diketahui bahwa pada kelompok perlakuan Filter A, kadar Fe di air sumur gali mengalami penurunan rata-rata dari 5,09 mg/l menjadi 1,08 mg/l, yang berarti

ada rerata selisih penurunan sebesar 4,01 mg/l atau 78,76 %. Persentase penurunan yang tertinggi terjadi pada ulangan ke-empat yaitu 81,8 %; dan terendah ada pada ulangan ke-enam yaitu sebesar 70,5 %.

Tabel 2.
Hasil pemeriksaan kadar Fe air sumur gali pada kelompok perlakuan Filter A

Ulangan ke	Pre-test	Post-test	Selisih (mg/l)	%
1	5,2	1,1	4,2	79,5
2	5,2	0,9	4,3	81,8
3	5,2	1,1	4,1	79,0
4	4,6	0,8	3,8	81,8
5	5,2	1,1	4,2	79,9
6	4,8	1,4	3,4	70,5
Jumlah	30,5	6,5	24,1	472,5
Rerata	5,09	1,08	4,01	78,76

Tabel 3.
Hasil pemeriksaan kadar Fe air sumur gali pada kelompok perlakuan Filter B

Ulangan ke	Pre-test	Post-test	Selisih (mg/l)	%
1	4,9	0,7	4,20	84,8
2	4,9	0,6	4,28	86,8
3	5,4	0,9	4,51	83,8
4	4,9	0,6	4,31	86,5
5	5,4	0,9	4,4	81,9
6	4,7	0,5	4,2	89,0
Jumlah	30,4	4,4	25,9	513,0
Rerata	5,06	0,7	4,32	85,51

Tabel 3 memperlihatkan bahwa dengan menggunakan Filter B, kadar Fe di air sumur gali mengalami penurunan rata-rata dari 5,06 mg/l menjadi 0,7 mg/l, sehingga berarti rata-rata selisih penurunan yang terjadi adalah sebesar 4,32 mg/l atau 85,51 %. Persentase penurunan yang tertinggi terjadi pada ulangan ke-enam yaitu 89,0 %; sedangkan terendah ada pada ulangan ke-lima yaitu 81,9 %.

Selanjutnya, untuk kelompok perlakuan Filter C, berdasarkan data di Tabel

4, dapat terlihat bahwa kadar Fe di air sumur gali mengalami penurunan, dengan rata-rata dari 5,04 mg/l menjadi 1,2 mg/l. Hal tersebut berarti ada rerata selisih penurunan sebesar 3,83 mg/l atau 75,77 %. Persentase penurunan tertinggi dihasilkan oleh ulangan kedua dengan 89,7 %; dan terendah ada pada ulangan ke-lima yaitu 68,5 %.

Tabel 4.
Hasil pemeriksaan kadar Fe air sumur gali pada kelompok perlakuan Filter C

Ulangan ke	Pre-test	Post-test	Selisih (mg/l)	%
1	5,1	0,8	4,2	84,1
2	5,2	0,5	4,6	88,7
3	5,0	1,4	3,6	71,3
4	4,6	1,4	3,2	69,9
5	5,0	1,6	3,4	68,5
6	5,0	1,4	3,6	71,9
Jumlah	30,2	7,2	22,9	454,6
Rerata	5,04	1,2	3,83	75,77

Tabel 5.
Perbandingan selisih penurunan kadar Fe air sumur gali antar kelompok kontrol dan kelompok perlakuan

Ulangan ke	Kontrol	Filter A	Filter B	Filter C
1	3,06	4,19	4,20	4,29
2	3,21	4,31	4,28	4,63
3	2,98	4,14	4,51	3,63
4	1,91	3,78	4,31	3,28
5	2,27	4,19	4,41	3,49
6	2,86	3,44	4,22	3,65
Jumlah	16,29	24,05	25,93	22,97
Rerata	2,72	4,01	4,32	3,83

Hasil uji statistik dengan *one way anova* diperoleh nilai p atau *p-value* lebih kecil dari 0,001; sehingga berarti di antara ketiga filter yang digunakan, perbedaan penurunan kadar Fe yang terjadi memang signifikan. Selanjutnya, untuk melihat yang paling berbeda di antara ketiga filter tersebut, hasil uji LSD menunjukkan bahwa: antara Filter A dan Filter

B, *p-value* 0,194 dengan *mean difference* bernilai negatif; antara Filter A dan Filter C, *p-value* 0,449 dengan *mean difference* bernilai positif; dan antara Filter B dan Filter C, *p-value* 0,047 dengan *mean difference* bernilai positif.

Karena nilai *mean difference* antara Filter B dan Filter C lebih besar dari nilai *mean difference* antara Filter A dan Filter C, maka Filter B kemudian ditetapkan sebagai variasi ketebalan media yang paling efektif dalam menurunkan kadar Fe.

Kadar Mangan (Mn)

Berdasarkan data pada Tabel 6, dapat diketahui bahwa pada kelompok perlakuan Filter A, kadar Mn di air sumur gali mengalami penurunan rata-rata dari 2,1 mg/l menjadi 0,4 mg/l, yang berarti ada rerata selisih penurunan sebesar 1,6 mg/l atau 78,46 %. Persentase penurunan yang tertinggi terjadi pada ulangan ke-enam yaitu sebesar 86,3 %; dan terendah ada pada ulangan ke-lima yaitu 72,3 %.

Tabel 6.
Hasil pemeriksaan kadar Mn air sumur gali pada kelompok perlakuan Filter A

Ulangan ke	Pre-test	Post-test	Selisih (mg/l)	%
1	2,3	0,6	1,7	74,1
2	2,3	0,5	1,8	76,6
3	2,1	0,4	1,7	79,2
4	1,9	0,3	1,5	81,9
5	2,1	0,6	1,5	72,3
6	1,7	0,2	1,5	86,3
Jumlah	12,7	2,8	9,9	470,7
Rerata	2,1	0,4	1,6	78,46

Tabel 7 memperlihatkan bahwa dengan menggunakan Filter B, kadar Mn di air sumur gali mengalami penurunan rata-rata dari 2,4 mg/l menjadi 0,4 mg/l, sehingga berarti rata-rata selisih penurunan yang terjadi sebesar 1,93 mg/l atau 79,50 %. Persentase penurunan yang tertinggi terjadi pada ulangan ke-dua yaitu 83,2 %; sedangkan terendah ada pada ulangan pertama yaitu 74,7 %.

Selanjutnya, untuk kelompok perlakuan dengan Filter C, berdasarkan data pada Tabel 8, dapat terlihat bahwa kadar Mn di air sumur gali mengalami penurunan dengan rata-rata dari 2,0 mg/l menjadi 0,4 mg/l. Hal tersebut berarti ada rerata selisih penurunan sebesar 1,6 mg/l atau 77,73 %. Persentase penurunan yang paling tinggi dihasilkan oleh ulangan ke-dua dengan 86,7 %; dan terendah ada pada ulangan ke-tiga dan ke-lima, yaitu sebesar 72,3 %.

Tabel 7.
Hasil pemeriksaan kadar Mn air sumur gali pada kelompok perlakuan Filter B

Ulangan ke	Pre-test	Post-test	Selisih (mg/l)	%
1	2,2	0,5	1,6	74,7
2	1,9	0,3	1,6	83,2
3	2,5	0,6	1,9	75,4
4	2,4	0,4	2,0	82,7
5	2,5	0,5	2,02	78,5
6	2,7	0,4	2,26	82,1
Jumlah	14,5	2,9	11,56	477,0
Rerata	2,4	0,4	1,93	79,50

Tabel 8.
Hasil pemeriksaan kadar Mn air sumur gali pada kelompok perlakuan Filter C

Ulangan ke	Pre-test	Post-test	Selisih (mg/l)	%
1	2,3	0,3	1,9	86,0
2	1,9	0,2	1,7	86,7
3	2,2	0,6	1,6	72,3
4	1,9	0,4	1,4	75,7
5	2,2	0,6	1,6	72,3
6	1,8	0,5	1,3	73,1
Jumlah	12,5	2,7	9,7	466,3
Rerata	2,0	0,4	1,6	77,73

Hasil uji statistik dengan *one way anova* diperoleh nilai *p* lebih kecil dari 0,001; sehingga berarti di antara ketiga filter yang digunakan, perbedaan penurunan kadar Mn yang terjadi memang bermakna. Selanjutnya, untuk melihat mana yang paling berbeda di antara ke

tiga filter tersebut, hasil uji LSD menunjukkan bahwa: antara Filter A dan Filter B, *p-value* 0,038 dengan *mean difference* bernilai negatif; antara Filter A dan Filter C, *p-value* 0,773 dengan *mean difference* bernilai positif; dan antara Filter B dan Filter C, *p-value* 0,021 dengan *mean difference* bernilai positif.

Karena nilai *mean difference* antara Filter B dan Filter C lebih besar dari nilai *mean difference* antara Filter A dan Filter C, maka Filter B ditetapkan sebagai variasi ketebalan media filter yang paling efektif dalam menurunkan kadar Mn.

Tabel 9.
Perbandingan selisih penurunan kadar Mn air sumur gali antar kelompok kontrol dan kelompok perlakuan

Ulangan ke	Kontrol	Filter A	Filter B	Filter C
1	1,15	1,75	1,69	1,98
2	1,50	1,81	1,64	1,70
3	0,93	1,72	1,94	1,62
4	1,17	1,59	2,01	1,47
5	0,85	1,57	2,02	1,62
6	0,88	1,52	2,26	1,36
Jumlah	6,48	9,96	11,56	9,75
Rerata	1,08	1,66	1,93	1,625

PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian diketahui bahwa penyaringan air sumur gali dengan Filter A dapat menurunkan kadar Fe sebesar 4,0 mg/l atau 78,7 %, dengan Filter B dapat menurunkan kadar Fe sebesar 4,3 mg/l atau 85,5 %, dan dengan Filter C dapat menurunkan kadar Fe sebesar 3,8 mg/l atau 75,7 %.

Penyaringan air sumur gali dengan Filter A juga dapat menurunkan kadar Mn sebesar 1,66 mg/l atau 78,4 %, sementara dengan Filter B kadar Mn mampu diturunkan sebanyak 1,93 mg/l atau 79,5 %, dan dengan menggunakan Filter C, kadar Mn dapat turun sebesar 1,625 mg/l atau 77,73 %.

Dari perbandingan-perbandingan di atas, terlihat bahwa penurunan kadar Fe dan Mn, dalam satuan mg/l, yang paling

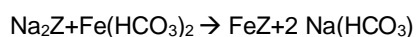
tinggi terjadi pada kelompok perlakuan dengan Filter B, dan yang paling rendah adalah hasil penyaringan dengan perlakuan Filter C.

Filter B paling efektif untuk menurunkan kadar Fe, dikarenakan pada filter ini berisi media zeolit dengan ketinggian 80 cm dan media pecahan genteng dengan ketinggian 40 cm.

Air baku akan melewati media zeolit yang dapat mengoksidasi senyawa Fe di dalam air. Zeolit akan menukar ion dengan senyawa Fe di dalam air sehingga akan terbentuk endapan. Peristiwa pertukaran ion tersebut dikenal dengan sebutan *ion-exchange* ⁷⁾.

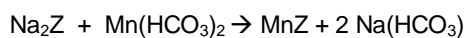
Sifat sebagai *ion-exchange* dari zeolit menyebabkan media ini dapat digunakan sebagai penyerap dan penyaring untuk molekul-molekul tertentu. Selain itu, dengan sifat ini, zeolit juga mudah untuk melakukan pertukaran ion-ion alkalinnya dengan ion-ion yang berasal dari elemen lain ⁸⁾.

Pada proses penurunan kadar besi (Fe) di dalam air sumur gali, zeolit yang mempunyai rumus senyawa Na_2Z lebih berperan. Reaksi pertukaran ion zeolit dengan senyawa Fe di dalam air yang akan membentuk endapan, reaksi kimianya adalah:



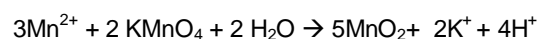
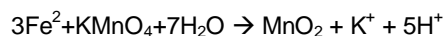
Berdasarkan reaksi pertukaran ion di atas, maka zeolit dapat menurunkan Fe^{2+} melalui proses pertukaran ion, di mana zeolit akan memberikan kation bervalensi satu dan akan mengambil kation bervalensi dua.

Sementara itu, sebagaimana halnya yang terjadi dengan besi di atas, dalam proses penurunan kadar Mn di dalam air, yang lebih berperan adalah juga zeolit. Reaksi antara Mn dengan zeolit tersebut akan menghasilkan MnZ yang akan mengendap, dengan reaksi pertukaran ion-nya adalah sebagai berikut:



Zeolit merupakan mineral industri multiguna yang dapat berfungsi sebagai

penyerap, penukar ion, penyaring molekul dan juga sebagai katalisator ⁹⁾. Sementara itu, fungsi dari pecahan genteng yang memiliki struktur keras dan berongga, yang pada penelitian ini telah diaktifkan dengan menggunakan KMnO_4 teknis 1 %, adalah mengikat larutan Fe dan Mn yang berlebih, dengan reaksi kimia masing-masing sebagai berikut:



Pecahan genteng yang sudah diaktifkan dengan KMnO_4 teknis sebesar 1 % tersebut juga berpengaruh bagi penurunan kadar Mn. Ion Mn^{2+} sangat mudah larut di dalam air dan dapat dihilangkan dengan jalan mengoksidasi ion-ion tersebut menjadi Mn^{4+} yang berbentuk presipitat atau endapan.

Di dalam tubuh manusia, secara fisiologis, Fe dan Mn berperan ganda, yaitu selain sebagai logam esensial juga bisa bersifat toksik dengan batas pemisahnya adalah konsentrasinya. Fe terutama terdapat sebagai *heme* dari molekul hemoprotein, *transferin* (protein pengangkut) serta *ferritin* (gudang besi). Asupan Fe yang terlalu besar dapat menyebabkan logam ini terakumulasi sebagai senyawa *ferritin* yang sangat toksik karena berbentuk $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ^{3, 8)}.

Adapun mangan, adalah metal yang berwarna abu-abu kemerahan. Keracunan yang diakibatkan oleh logam ini sering bersifat kronis sebagai akibat dari inhalasi dari debu dan uap logam. Gejala yang timbul berupa serangan pada susunan syaraf, insomnia, serta lemah pada kaki dan otot muka sehingga ekspresi muka menjadi beku dan tampak seperti topeng atau *mask* ¹⁰⁾.

KESIMPULAN

Berdasarkan data hasil penelitian maka dapat ditarik kesimpulan bahwa: 1) variasi ketebalan media filtrasi yang terdiri dari zeolit dan pecahan genteng, mempengaruhi penurunan kadar Fe dan Mn dari air sumur gali di Dusun Waru

Rangkang, Sapen, Manisrenggo, Klaten; 2) Filter B yang terdiri dari zeolit berketebalan 80 cm dan pecahan genteng berketebalan 40 cm, adalah variasi media filtrasi yang paling efektif dalam menurunkan kadar Fe dan Mn di air sumur gali, yaitu masing-masing parameter tersebut mampu diturunkan sebesar 85,51 % dan 79,50 %.

SARAN

Kepada pemilik sumur di Dusun Waru Rangkang yang memiliki kadar Fe dan Mn di atas persyaratan yang diperbolehkan, disarankan untuk mengolah air sumur galinya dengan menggunakan media filtrasi yang terdiri dari zeolit dan pecahan genteng dengan ketinggian seperti yang dilakukan pada penelitian ini.

Bagi para peneliti lain yang tertarik untuk melakukan penelitian lanjutan, disarankan untuk: 1) melakukan penelitian tentang lama waktu efektif dari penggunaan media filtrasi zeolit dan pecahan genteng tersebut terhadap penurunan kadar Fe dan Mn yang terjadi; 2) melakukan penelitian dengan media filtrasi yang sama tetapi dengan melakukan pengukuran terhadap pengaruh dari penambahan ketinggian dan lebar dari zeolit dan pecahan genteng yang digunakan; 3) melakukan penelitian yang bertujuan untuk mengukur pengaruh media filtrasi zeolit dan pecahan genteng tersebut terhadap parameter lain dari air bersih, misalnya kekeruhan; dan 4) melakukan penelitian mengenai efektifitas waktu kontak dari kedua media filtrasi tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

1. Achmad, R., 2004. *Kimia Lingkungan*, Andi, Yogyakarta.
2. Chandra, B., 2012. *Pengantar Kesehatan Lingkungan*, Penerbit Buku Kedokteran EGC, Jakarta.
3. Departemen Kesehatan R. I., 1990. *Peraturan Menteri Kesehatan Tahun 1990. tentang Persyaratan Kualitas Air Bersih*, Depkes R. I., Jakarta.
4. Asmadi, Khayan dan Kasjono, H. S., 2011. *Teknologi Pengolahan Air Minum*, Gosyen Publishing, Yogyakarta.
5. Notoatmodjo, S., 2010. *Metodologi Penelitian Kesehatan*, Rineka Cipta, Jakarta.
6. Hanafiah, A.K. 2011. *Rancangan Percobaan Teori dan Aplikasi*, Grafindo Ilmu, Jakarta.
7. Joko, T., 2010. *Unit Air Baku dalam Sistem Penyediaan Air Minum*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
8. Rahman, A., dan Hartono, B., 2004. Penyaringan air tanah dengan zeolit alami untuk menurunkan kadar besi dan mangan, *Jurnal Kesehatan*, 8 (1): hal 1 – 6.
9. Ningsih, R., dkk., Kajian penggunaan zeolit alam untuk menurunkan kadar Fe (besi), Mn (mangan), dan derajat warna pada air gambut, *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 2 (2) (Online), (<http://publikasiilmiah.ums.ac.id/bitstream/handle/>, diakses 11 Juli 2014).
10. Kusnaedi, 2010. *Mengolah Air Kotor untuk Air Minum*, Penebar Swadaya, Jakarta.