

Penyaringan dengan Variasi Media Filter untuk Menurunkan Mangan pada Air Sumur Gali

Yeni Yuliani*, Lilik Hendrarini*, Haryono*

*Balai Besar Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pengendalian Penyakit Yogyakarta,
Jl. Wiyoro Lor No.21, Wirono, Baturetno, Banguntapan, Bantul, D.I.Yogyakarta 55197
email: yeni.0787@gmail.com

** JKL Poltekkes Kemenkes Yogyakarta, Jl. Tatabumi No.3 Banyuraden, Gamping, Sleman, DIY 55293

Abstract

Water is essential for life and it should meet the quality and quantity requirements. High level contamination of toxic contaminants in drinking water for a long time can be harmful for human health. Manganese is one of dissolved metal that can contaminate drinking water. The syndrome known as "manganism" and it is caused by exposure to very high levels of manganese and is characterized by a "Parkinson-like syndrome". The purpose of this study was to determine the effect of various filter media on Manganese concentration in well water. This study was quasi experiment with Pre Test-Post Test design. The study was conducted on September to December 2018. Object of the study was well water in Dusun Kauman Tamanan Banguntapan Bantul. The study used four kind of filters. i.e. resin filter, zeolite filter, activated carbon filter, and combined filter. There were six pre test samples and 24 post test samples. The data were analyzed using paired t-test and One Way Anova in SPSS program. The study showed significant difference between the level of Manganese before and after treatment. The ability of resin, zeolite, activated carbon, and combined filter to reduce Manganese were 92,32%, 57,11%, 73,49%, and >98,90% respectively. Combined filter gave the best performance on reducing Manganese. However One Way Anova test showed there's no significant difference between groups.

Keywords: manganese, resin, zeolite, activated carbon

Intisari

Air merupakan kebutuhan dasar bagi manusia, yang harus tersedia dalam kuantitas yang cukup dan kualitas yang memenuhi syarat. Kontaminasi zat-zat kimia yang melebihi batas aman pada air minum dalam jangka waktu tertentu dapat membahayakan kesehatan. Mangan merupakan logam yang keberadaannya dalam air dapat menimbulkan rasa yang tidak diinginkan pada air dan konsumsi yang berlebihan dalam jangka waktu yang lama dapat menimbulkan sindrom "manganism" yang gejalanya mirip dengan sindrom Parkinson. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh penyaringan dengan variasi media filter terhadap kadar Mangan pada air sumur gali. Penelitian ini merupakan penelitian quasi experiment dengan desain Pre Test-Post Test. Penelitian dilaksanakan pada bulan Oktober-Desember 2018. Obyek penelitian ini adalah air sumur gali dengan kadar Mangan tinggi di Dusun Kauman Tamanan Banguntapan Bantul. Penelitian dilakukan dengan 4 variasi media filter yaitu Filter Resin, Filter Zeolit, Filter Karbon Aktif, dan Filter Paralel (Resin, Zeolit, Karbon Aktif). Pada pelaksanaan penelitian didapatkan 6 sampel pre test dan 24 sampel post test. Analisis data dilakukan dengan T Test terikat dan One Way Anova pada program SPSS. Hasil penelitian menunjukkan ada perbedaan bermakna antara kadar Mangan sebelum penyaringan dengan kadar Mangan setelah penyaringan dengan nilai $p < 0,05$. Rata-rata penurunan Mangan setelah penyaringan dengan Filter Resin: 92,32%; Filter Zeolit: 57,11%; Filter Karbon Aktif; 73,49%; Filter Paralel: >98,90%. Hasil uji One Way Anova menunjukkan tidak ada perbedaan yang bermakna pada penurunan Mn di antara kelompok perlakuan dengan nilai $p: 0,210$.

Kata Kunci: mangan, resin, zeolit, karbon aktif

PENDAHULUAN

Kualitas air minum berhubungan langsung dengan kesehatan. Air sangat penting dalam kehidupan namun air juga dapat menjadi media penularan penyakit. Jutaan orang di dunia terekspos zat-zat kimia yang melebihi batas aman me-

lalui air minum. Kontaminasi pada air minum dapat terjadi pada sistem distribusi, pada saat penyimpanan atau penanganan yang tidak higienis¹⁾.

Mangan merupakan logam yang berada di air permukaan secara alami akibat dari erosi batuan. Pada konsentrasi di atas 0,1 mg/l, Mangan dapat

menimbulkan rasa yang tidak diinginkan pada air dan menimbulkan noda pada pipa dan noda pada baju. Bila teroksidasi, senyawa Mangan akan mengendap dan menimbulkan kerak. Konsumsi dan/atau inhalasi mangan yang berlebihan dapat menimbulkan sindrom "*manganism*" yang gejalanya mirip dengan sindrom Parkinson, antara lain lemah, *anorexia*, sakit pada otot, apatis, berbicara lambat, berbicara dengan nada monoton, dan gerakan kikuk dari anggota badan²⁾.

Di Indonesia standar Mangan ditetapkan sebesar 0,5 mg/l menurut Permenkes No 32/Menkes/Per/VI/2017 untuk air keperluan hygiene sanitasi; sedangkan pada air minum ditetapkan sebesar 0,4 mg/l menurut Permenkes 492/Menkes/Per/IV/2010.

Dusun Kauman merupakan salah satu dusun yang terletak di Desa Tamanan, Kecamatan Banguntapan, Kabupaten Bantul dan berada di wilayah kerja Puskesmas Banguntapan II. Hasil penelitian Mulyawati³⁾ menunjukkan bahwa 10 dari 39 air sumur gali yang diperiksa mengandung Mangan melebihi baku mutu, dengan konsentrasi antara 0,5487 mg/l hingga 1,8137 mg/l³⁾.

Pengendalian konsentrasi Mn dalam air minum melibatkan pengelolaan air sumber serta proses *treatment* untuk menghilangkan mangan dari air. Pengelolaan sumber air yang efektif seringkali merupakan strategi pengendalian Mn yang signifikan. Sebagai contoh, perubahan tingkat oksigen terlarut pada air permukaan dengan aerasi secara efektif dapat menurunkan Mn (II) terlarut.

Untuk menurunkan Mn dari sumber air minum dapat dilakukan dengan berbagai proses baik fisik, kimia, dan biologi. Beberapa prosedur yang dapat dilakukan antara lain filtrasi, aerasi, oksidasi (dengan klorin, ozon, permanganat), pertukaran ion, dan filtrasi biologi. Karena Mn terkait erat dengan rasa pada air minum, maka jika kadar Mn pada air turun, diharapkan rasa yang timbul akibat Mn juga hilang⁴⁾.

Resin penukar ion adalah polimer yang berikatan dengan gugus fungsional yang mengandung ion yang dapat dipertukarkan. Pertukaran ion adalah sebuah

proses fisika-kimia. Pada proses tersebut senyawa yang tidak larut, dalam hal ini resin, menerima ion positif atau negatif tertentu dari larutan dan melepaskan ion lain ke dalam larutan tersebut dalam jumlah ekuivalen yang sama⁵⁾.

Zeolit merupakan mineral yang banyak digunakan dalam pengolahan air baik air limbah, air bersih, maupun air minum. Berbagai zeolit alam di seluruh dunia telah menunjukkan kemampuan tukar ion yang baik untuk kation, seperti ammonium dan ion logam berat. Modifikasi zeolit alam dapat dilakukan dengan beberapa metode, seperti perlakuan asam, pertukaran ion, dan fungsionalisasi surfaktan. Zeolit yang dimodifikasi dapat menunjukkan kapasitas adsorpsi yang tinggi juga untuk bahan organik dan anion⁶⁾.

Karbon aktif adalah suatu karbon yang mempunyai daya serap yang baik terhadap anion, kation, dan molekul dalam bentuk senyawa organik dan anorganik, baik berupa larutan maupun gas. Arang aktif banyak digunakan dalam pengolahan air sebagai adsorben⁷⁾.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan filter resin, zeolit, dan karbon aktif untuk menurunkan kadar Mangan pada air sumur gali di Dusun Kauman, Desa Tamanan, Kecamatan Banguntapan, Kabupaten Bantul.

METODA

Penelitian ini merupakan penelitian *quasi experiment* dengan desain *Pre Test-Post Test Without Control Group*. Obyek penelitian dalam penelitian ini adalah air sumur gali di Dusun Kauman, Desa Tamanan, Banguntapan, Bantul. Untuk setiap perlakuan dilakukan enam pengulangan sehingga jumlah sumur gali yang dijadikan obyek penelitian adalah enam sumur.

Air dialirkan dalam rangkaian alat dengan variasi media filter yang dikemas dalam *housing filter* 10 inch, ketinggian efektif *cartridge* 16 cm, dan volume media 615 ml. Debit aliran diatur 1 liter per menit. Ada empat variasi yang digunakan, yaitu: filter resin yaitu *housing*

filter yang diisi dengan resin 615 ml, filter zeolit yaitu *housing filter* yang diisi dengan zeolit alam 615 ml, filter karbon aktif yaitu *housing filter* yang diisi dengan karbon aktif granular 615 ml, dan filter paralel yaitu tiga *housing filter* dengan *housing filter* pertama diisi resin 615 ml, *housing filter* kedua diisi zeolit 615 ml, *housing filter* ketiga diisi karbon aktif 615 ml dan dirangkai secara paralel.

Sampel yang didapatkan sebanyak 30 buah dengan rincian: 6 sampel sebelum perlakuan (*pre-test*) dan 24 sampel setelah perlakuan (*post-test*).

HASIL

Hasil pemeriksaan kadar Mangan pada air sumur, sebelum dan setelah penyaringan tersaji pada Tabel 1, Tabel 2, Tabel 3, dan Tabel 4.

Tabel 1.
Hasil pemeriksaan parameter Mn sebelum dan setelah dilakukan penyaringan dengan filter resin

Ulangan ke	Kadar Mn (mg/l)			
	Pre test	Post-test	Selisih	% selisih
1	0,9227	0,0353	0,8874	96,17%
2	0,7145	0,0176	0,6969	97,54%
3	0,7423	0,0505	0,6918	93,20%
4	1,1412	0,1212	1,0200	89,38%
5	1,4769	0,2600	1,2169	82,40%
6	1,9667	0,0934	1,8733	95,25%
Rerata	1,1607	0,0963	1,0644	92,32%

Sebagaimana terlihat pada Tabel 1, terjadi penurunan kadar Mn pada air sumur gali setelah dilakukan penyaringan dengan filter resin dengan persentase penurunan Mn tertinggi terjadi pada ulangan kedua, yaitu 97,54%, dan penurunan terendah pada ulangan kelima yaitu 82,40%. Rata-rata penurunan kadar Mn pada kelompok perlakuan penyaringan media resin adalah 92,32%.

Berdasarkan Tabel 2, diketahui bahwa pada kelompok perlakuan dengan filter zeolit, terjadi penurunan kadar Mn setelah penyaringan dengan persentase

penurunan tertinggi terjadi pada ulangan kelima, yaitu 71,97% dan persentase penurunan terendah pada ulangan yang pertama, yaitu 47,48%. Persentase rata-rata penurunan Mn pada kelompok ini adalah 57,11%.

Tabel 2.
Hasil pemeriksaan parameter Mn sebelum dan setelah dilakukan penyaringan dengan filter zeolit

Ulangan ke	Kadar Mn (mg/l)			
	Pre test	Post-test	Selisih	% selisih
1	0,9227	0,4847	0,4380	47,48%
2	0,7145	0,3156	0,3989	55,83%
3	0,7423	0,3105	0,4318	58,17%
4	1,1412	0,5201	0,6211	54,43%
5	1,4769	0,4140	1,0629	71,97%
6	1,9667	0,8887	1,0780	54,81%
Rerata	1,1607	0,4889	0,6718	57,11%

Tabel 3.
Hasil pemeriksaan parameter Mn sebelum dan setelah dilakukan penyaringan dengan filter karbon aktif

Ulangan ke	Kadar Mn (mg/l)			
	Pre test	Post-test	Selisih	% selisih
1	0,9227	0,1439	0,7788	84,41%
2	0,7145	0,2171	0,4974	69,62%
3	0,7423	0,1818	0,5605	75,51%
4	1,1412	0,4772	0,6640	58,18%
5	1,4769	0,2928	1,1841	80,17%
6	1,9667	0,5302	1,4365	73,04%
Rerata	1,1607	0,3072	0,8536	73,49%

Pada Tabel 3 terlihat bahwa setelah dilakukan penyaringan dengan filter karbon aktif, terjadi penurunan kadar Mn yang cukup signifikan. Persentase penurunan tertinggi terjadi pada ulangan pertama, yaitu 84,41% dan persentase penurunan terendah pada ulangan keempat, yaitu 58,18%. Persentase rata-rata penurunan Mn pada kelompok ini adalah 73,49%.

Pada Tabel 4 terlihat bahwa hasil pemeriksaan Mn setelah dilakukan pe-

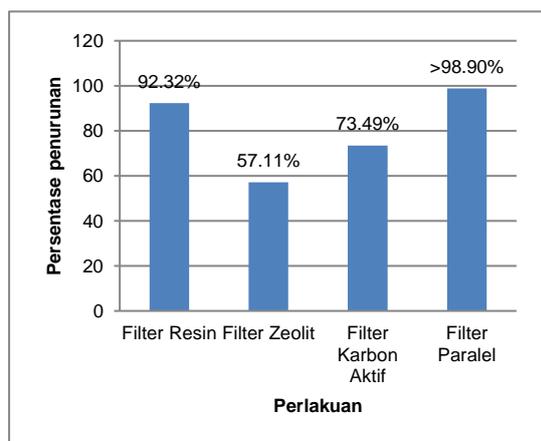
nyaringan mengalami penurunan signifikan dari kadar sebelum perlakuan. Hasil pemeriksaan laboratorium untuk Mn setelah perlakuan pada ulangan ke-2, ke-3, ke-4, dan ke-5 di bawah limit deteksi alat sesuai dengan metode yang diterapkan, yaitu Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)-nyala (limit deteksi: 0,0101 mg/l). Rata-rata penurunan Mn pada kelompok ini mencapai >98,90%.

Tabel 4.
Hasil pemeriksaan parameter Mn sebelum dan setelah dilakukan penyaringan dengan filter paralel (resin, zeolit, dan karbon aktif)

Ulangan ke	Kadar Mn (mg/l)			
	Pre test	Post-test	Selisih	% selisih
1	0,9227	0,0101	0,9126	98,91%
2	0,7145	<0,0101	>0,7044	>98,59%
3	0,7423	<0,0101	>0,7322	>98,64%
4	1,1412	<0,0101	>1,1311	>99,11%
5	1,4769	<0,0101	>1,4668	>99,32%
6	1,9667	0,0227	1,9440	98,85%
Rerata	1,1607	<0,0122	>1,1485	>98,90%

Persentase rata-rata penurunan Mangan pada air setelah penyaringan dengan filter resin, filter zeolit, filter karbon aktif, dan filter paralel dapat dilihat pada gambar berikut.

Grafik 1.
Persentase rata-rata penurunan Mn



Grafik di atas menunjukkan persentase rata-rata penurunan Mangan dari keempat perlakuan. Penurunan tertinggi

dicapai oleh perlakuan penyaringan dengan filter paralel, sedangkan penurunan terendah pada perlakuan penyaringan dengan filter zeolit.

Uji statistik t-test terikat dilakukan untuk mengetahui perbedaan antar kadar Mn sebelum dan setelah perlakuan pada masing-masing filter. Dari uji yang dilakukan didapatkan hasil yaitu ada perbedaan yang bermakna antara kadar Mn sebelum dan setelah perlakuan pada semua filter yang ditunjukkan dengan nilai $p < 0,005$

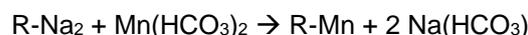
Uji *one way anova* dilakukan untuk mengetahui perbedaan masing-masing perlakuan dengan melihat angka penurunan Mangan (selisih antara *pre-test* dan *post-test*). Hasil uji didapatkan nilai p sebesar 0,210 yang berarti tidak ada perbedaan yang bermakna pada penurunan Mn antar perlakuan penyaringan.

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pemeriksaan laboratorium diketahui bahwa kadar Mn sebelum perlakuan, melebihi baku mutu Mn untuk air bersih menurut Permenkes RI No 32 Tahun 2017 (0,5 mg/l) dengan kisaran 0,7145-1,9667 mg/l. Hasil analisis deskriptif dan inferensial menunjukkan bahwa baik resin, zeolit, maupun karbon aktif berperan dalam proses penurunan Mangan dalam air sumur gali melalui metode penyaringan.

Filter resin dapat menurunkan Mangan dengan proses pertukaran ion yang berlangsung pada saat air kontak dengan resin penukar kation. Resin menerima ion positif dan melepaskan ion lain ke dalam air dalam jumlah ekuivalen yang sama. Mangan dalam air terlarut dalam bentuk kation divalensi Mn^{2+} . Kation monovalen, Na^+ atau H^+ , dilepaskan dari resin penukar ion kationik saat Mn^{2+} dilepaskan secara selektif⁴⁾.

Reaksi pertukaran ion antara resin dan Mangan sebagai berikut⁸⁾:



Pada reaksi di atas, resin mempertukarkan ion Na^+ larutan dan melepaskan ion Na^+ yang dimilikinya ke dalam

larutan. Jika resin tersebut telah mempertukarkan semua ion Na^+ yang dimilikinya, maka reaksi pertukaran ion akan terhenti. Pada saat itu resin dikatakan telah mencapai titik habis (*exhausted*), sehingga harus diregenerasi dengan larutan yang mengandung ion Na^+ seperti NaCl ⁵⁾.

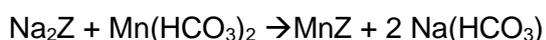
Umumnya, penukar ion dapat bekerja dengan baik maksimal untuk kadar 1 sampai 5 mg/l, dan jika kandungan Mangan dalam air terlampaui berlebih maka akan terbentuk *clog*. Oleh karena itu, pada air dengan kandungan Mangan yang sangat tinggi diperlukan pengolahan awal sebelum mengalirkannya pada unit penukar ion ⁹⁾.

Bila kadar pencemar dalam air terlalu tinggi, maka resin akan mudah jenuh dan membuat resin harus lebih sering diregenerasi atau diganti. Penggunaan resin harus diperhatikan, bila pada pengolahan terjadi proses oksidasi maka endapan yang terbentuk dapat melapisi dan mengotori resin. Untuk itu air yang akan dialirkan ke media resin harus dihindarkan kontak dengan agen oksidasi atau jika akan dioksidasi perlu difiltrasi dengan media lain terlebih dahulu ⁹⁾.

Perlakuan penyaringan dengan filter resin memberikan hasil akhir kualitas air yang memenuhi syarat untuk parameter Mangan menurut Permenkes RI No 32 Tahun 2017 sehingga aman untuk dikonsumsi oleh masyarakat.

Hasil penyaringan dengan filter zeolit sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2 dapat menurunkan Mangan hingga 47,48%-71,97% dengan rerata persentase sebesar 57,11%. Uji statistik t-test terikat menghasilkan nilai p 0,004 yang menunjukkan ada perbedaan yang bermakna antara kadar Mn sebelum perlakuan dengan kadar Mn setelah penyaringan dengan filter zeolit.

Pada perlakuan ini terjadi proses pertukaran ion antara zeolit dan Mangan dalam air dengan reaksi sebagai berikut:



Pada proses reaksi di atas, zeolit memberikan kation bervalensi satu dan mengambil kation bervalensi dua. Hasil

akhir dari reaksi tersebut menghasilkan endapan yang tersaring oleh media filter.

Penggunaan zeolit dalam pengolahan air dikenal secara luas karena dianggap efektif dan biayanya murah. Zeolit alam sebagaimana yang digunakan dalam penelitian ini merupakan material aluminosilikat yang memiliki kemampuan sorpsi dan penukar ion ⁶⁾. Zeolit dengan struktur rangka tiga dimensi akan mempunyai luas permukaan yang besar sehingga memungkinkan zeolit dapat menyerap (sorpsi). Kemampuan sorpsi ini tidak hanya ditentukan ukuran partikel, tetapi juga oleh muatan dan lokasi kation yang berada dalam rongga zeolit ¹⁰⁾.

Zeolit sebagai penukar ion memiliki kation-kation pada rongga atau kerangka zeolit yang berfungsi untuk menjaga netralan zeolit. Keberadaan kation ini bisa ditukar dengan kation lain yang memiliki selektivitas lebih besar dari kation-kation yang terdapat dalam zeolit yang bisa mendorong terlepasnya kation pada zeolit dan digantikan posisinya oleh ion dengan tingkat selektivitas lebih tinggi. Sebagai penukar ion, daya tukar zeolit alam masih rendah dibandingkan dengan resin ¹¹⁾.

Perlakuan dengan filter zeolit ini memberikan hasil akhir yang cukup baik dalam penurunan Mangan meskipun pada pengulangan keempat dan keenam kadar Mn masih melebihi baku mutu Mn untuk air bersih menurut Permenkes RI No 32 Tahun 2017. Untuk hasil yang lebih baik dapat dilakukan penambahan ketebalan media atau memperkecil debit aliran.

Penyaringan dengan filter karbon aktif sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 3 dapat menurunkan Mangan mencapai 58,18%-84,41% dengan persentase rata-rata 73,49%. Hasil uji statistik dengan t-test terikat didapatkan nilai p 0,003 yang berarti ada perbedaan yang bermakna antara kadar Mn sebelum perlakuan dengan kadar Mn setelah penyaringan dengan filter karbon aktif.

Karbon aktif sebagai media filter bekerja dengan cara adsorpsi. Gugus fungsi dapat terbentuk pada karbon aktif ketika dilakukan aktivasi, yang disebabkan

terjadinya interaksi radikal bebas pada permukaan karbon dengan atom-atom seperti oksigen dan nitrogen, yang berasal dari proses pengolahan ataupun atmosfer. Gugus fungsi ini menyebabkan permukaan karbon aktif menjadi reaktif secara kimiawi dan mempengaruhi sifat adsorpsinya. Apabila seluruh permukaan karbon aktif sudah jenuh, atau sudah tidak mampu lagi menyerap maka proses penyerapan akan berhenti, dan pada saat ini arang aktif telah jenuh sehingga harus diganti¹²⁾.

Karbon aktif dapat dibuat dari bahan yang mengandung banyak karbon seperti kayu, serbuk gergajian kayu, kulit biji, sekam padi, tempurung, gambut, bagase, batu bara, lignit, dan tulang binatang. Selain dapat mengadsorpsi ion logam pada air, menggunakan karbon aktif sebagai media filter juga dapat menghilangkan bau, warna dan rasa yang terdapat dalam larutan atau buangan air⁷⁾.

Karbon aktif memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan zeolit. Hal tersebut dapat terjadi karena ukuran karbon aktif lebih kecil dari zeolit. Ukuran partikel berpengaruh terhadap proses adsorpsi. Semakin kecil ukuran diameter adsorben maka semakin luas permukaannya dan proses adsorpsi dapat berjalan lebih efektif¹³⁾.

Perlakuan penyaringan dengan filter karbon aktif memberikan hasil akhir kualitas air yang memenuhi syarat untuk parameter Mangan menurut Permenkes RI No 32 Tahun 2017 sehingga aman untuk dikonsumsi oleh masyarakat.

Perlakuan dengan filter paralel memberikan hasil yang terbaik dengan persentase rata-rata penurunan Mn dari enam perlakuan adalah >98,90%. Hasil analisis statistik dengan t-test terikat menunjukkan terdapat perbedaan bermakna antara kadar Mn sebelum penyaringan dengan kadar Mn setelah penyaringan dengan filter paralel dengan nilai $p < 0,002$. Hal tersebut dikarenakan air yang dialirkan melalui filter paralel mengalami tiga kali filtrasi dengan media yang berbeda yang dikemas dalam *housing filter* yang berbeda pula. Pada perlakuan ini terjadi tiga kali pengolahan, yaitu pertukaran ion dengan resin kation

pada filter pertama (media resin), dilanjutkan dengan proses adsorpsi dan pertukaran ion pada filter kedua (media zeolit), dan proses adsorpsi pada filter ketiga (media arang aktif). Mangan dalam air juga berkesempatan untuk kontak dengan media filter lebih banyak karena ketinggian media menjadi tiga kali lipat lebih tebal. Semakin tebal lapisan media filter, hasil dari proses filtrasi akan lebih baik karena luas permukaan penahan partikel semakin besar dan jarak yang ditempuh oleh air semakin panjang¹⁴⁾.

Hasil akhir dari perlakuan ini menunjukkan air hasil olahan dapat memenuhi syarat sesuai Permenkes RI No 32 Tahun 2017 untuk parameter Mangan sehingga aman untuk dikonsumsi. Filter ini diharapkan dapat memiliki masa pakai yang lebih panjang dari ketiga filter yang lain karena memiliki ketebalan media yang lebih tinggi.

Hasil analisis statistik dengan *One way anova* menunjukkan tidak ada perbedaan yang bermakna di antara empat perlakuan dengan nilai $p > 0,210$. Masing-masing filter dapat memberikan hasil akhir yang cukup signifikan dalam penurunan kadar Mn dalam air.

Melihat kemampuan filter dalam menurunkan Mangan, maka filter resin, zeolit, dan karbon aktif dapat diuji untuk menurunkan parameter lain. Pertukaran ion dengan resin kation merupakan metode yang dapat digunakan untuk mengatasi air dengan kadar besi dan mangan⁹⁾, mengatasi air dengan kesadahan tinggi¹⁵⁾, serta dapat digunakan untuk menukar ion logam berat seperti krom¹⁶⁾. Metode adsorpsi dengan media adsorben seperti zeolit dan karbon aktif dapat diterapkan untuk mengatasi permasalahan kualitas air dengan kadar besi, tembaga, nikel, juga dapat menghilangkan bau, warna dan rasa yang terdapat dalam larutan atau buangan air^{7,17)}. Untuk itu, penelitian ini dapat dikembangkan untuk mengatasi permasalahan kualitas air selain parameter Mangan.

Pada sebagian wilayah di Indonesia kandungan Mangan yang tinggi dalam air biasanya diikuti oleh kandungan besi yang tinggi pula sebagaimana pada air sumur gali di Dusun Kauman. Walaupun

kadar besi dalam air tidak diperiksa, namun secara fisik air menunjukkan ciri fisik mengandung besi tinggi yaitu berbau dan berwarna kuning kecoklatan. Besi dan Mangan merupakan logam yang memiliki kesamaan sifat dan dapat diatasi dengan metode yang serupa pula, seperti oksidasi, koagulasi, filtrasi, pertukaran ion, serta pengolahan secara biologis^{8),9)}. Mengacu pada hal tersebut, maka hasil penelitian ini dapat pula diterapkan untuk mengatasi masalah air dengan kandungan besi yang tinggi.

Mengetahui efektivitas media filter dalam proses pengolahan air tidak cukup hanya dengan menghitung penurunan kadar polutannya saja, namun perlu juga untuk mengetahui lama waktu penggunaan media tersebut. Selama proses filtrasi berlangsung, partikel yang terbawa air akan tersaring di media filter. Partikel-partikel ini lama kelamaan akan menyumbat pori-pori media sehingga terjadi *clogging* (penyumbatan) yang akan meningkatkan *headloss* aliran air di media. Proses filtrasi harus dihentikan bila: 1) konsentrasi padatan tersuspensi mulai meningkat; 2) *headloss* yang terjadi pada medium *filter bed* sudah melampaui batas yang diperkenankan, 3) terjadi penyumbatan pori-pori media maka harus dilakukan pencucian (*back-wash*)¹⁸⁾.

Dalam penelitian ini, media hanya digunakan sekali dan dilakukan penggantian media saat pengulangan sehingga tidak diketahui titik jenuh media hingga partikel menimbulkan *clogging*. Dengan demikian, belum diketahui efektivitas media filter bila ditinjau dari lama waktu penggunaan media.

KESIMPULAN

Ada perbedaan kadar Mn yang bermakna antara sebelum penyaringan dan kadar setelah penyaringan dengan filter resin, filter zeolit, filter karbon aktif, dan filter paralel, dengan nilai $p < 0,05$.

Filter paralel resin, zeolit, dan karbon aktif merupakan filter yang dapat menurunkan Mangan tertinggi dibandingkan dengan filter yang lain dengan persentase penurunan Mangan rata-rata

mencapai lebih dari 98,90%. Bila dianalisis secara statistik, tidak ada perbedaan yang bermakna pada penurunan Mn di antara kelompok perlakuan dengan nilai $p: 0,210$.

SARAN

Masyarakat dapat memanfaatkan filter resin, zeolit, dan karbon aktif untuk mengatasi masalah air yang mengandung Mn tinggi.

Penelitian dapat dikembangkan untuk mengetahui efektivitas media terhadap lama waktu penggunaan sehingga dapat diketahui titik jenuh media serta untuk mengetahui pengaruh penyaringan dengan media resin, zeolit, dan karbon aktif terhadap parameter lain, terutama besi.

DAFTAR PUSTAKA

1. WHO (2004) *Pedoman Mutu Air Minum (Guidlines for Drinking Water Quality) Edisi 3*. Edited by P. Widyastuti dan Apriningsih. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
2. WHO (2011) 'Manganese in Drinking-water', *Background document for development of WHO guidelines for drinking water quality*, pp. 1–21.
3. Mulyawati, A. (2014) *Studi Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (AR-KL) Paparan Mangan dalam Air Sumur Gali melalui Intake Oral di Dusun Kauman, Desa Tamanan, Kecamatan Banguntapan, Kabupaten Bantul*. Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta.
4. Tobiasson, J. E., Bazilio, A. dan Goodwill, J. (2016) 'Manganese Removal from Drinking Water Sources', *Current Pollution Reports*. pp. 168–177. doi: 10.1007/s40726-016-0036-2.
5. Setiadi, T. (2007) *Pengolahan dan Penyediaan Air*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
6. Margeta, K. et al. (2013) 'Natural zeolites in water treatment, how effective is their use', *Water Treatment*, pp. 81–112. doi: 10.5772/50738.

7. Lempang, M. (2014) 'Pembuatan dan Kegunaan Arang Aktif', *Info Teknis Eboni*, 11(2), pp. 65–80
8. Said, N. I. dan Wahjono, H. D. (1999) *Pembuatan Filter Untuk Menghilangkan Zat Besi dan Mangan di Dalam Air*. Jakarta: Kelompok Teknologi Pengolahan Air Bersih dan Limbah Cair, Direktorat Teknologi Lingkungan BPPT.
9. Dvorak, B. I., Skipton, S. dan Woldt, W. (2014) 'Drinking Water: Iron and Manganese', *Nebguide*, 1714.
10. Las, T. dan Zamroni, H. (2002) 'Application of Zeolite in Industries and Environments', *Jurnal Zeolit Indonesia*, pp. 23–30. Available at: <http://journals.itb.ac.id/index.php/jzi/article/view/1646>.
11. Widiyanti, T. (2006) 'Penguji-an kapasitas tukar kation zeolit', *AMTeQ 2006*, (ISSN 1907-7459), pp. 93–106.
12. Widayat, W. (2007) 'Teknologi Pengolahan Air Minum Dari Air Baku yang Mengandung Kesadahan Tinggi', *JAI*, 4(1), pp. 13–21
13. Siong, Y. K., Idris, J. dan Atabaki, M. (2014) 'Performance of activated carbon in water filters', *Water Resources*, (January 2013).
14. Abuzar, S. S. dan Pramono, R. (2014) 'Efektivitas Penurunan Keke-ruhan dengan Direct Filtration Menggunakan Saringan Pasir Cepat (SPC)', in *Prosiding SNSTL I 2014*. Padang, pp. 89–95.
15. Aidha, N. N. (2013) 'Aktivasi Zeolit Secara Fisika dan Kimia Untuk Menurunkan Kadar Kesadahan (Ca dan Mg) dalam Air Tanah', *Jurnal Kimia Kemasan*, 35(1), pp. 58–64.
16. Said, N. I. (2010) 'Metoda Penghi-langan Logam Berat (As , Cd , Cr , Ag , Cu , Pb , Ni dan Zn) di dalam Air imbah Industri', *JAI*, 6(2), pp. 136–148.
17. Kårelid, V. (2016) *Towards appli-cation of activated carbon treatment for pharmaceutical removal in muni-cipal wastewater*. Stockholm: KTH Royal Institute of Technology.
18. Widyastuti, S. dan Sari, A. S. (2011) 'Kinerja Pengolahan Air Bersih de-ngan Proses Filtrasi Dalam Mere-duksi Kesadahan', *Jurnal Teknik Waktu*, 9, pp. 42–53.