

Filter Resin Penurun Mangan Air Sumur Gali

Haryono*

*JKL Poltekkes Kemenkes Yogyakarta, Jl. Tatabumi No. 3 Banyuraden, Gamping, Sleman, DIY 55293
email: haryonokl@gmail.com

Abstract

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 jika dikonsumsi berlebihan dapat menimbulkan sindrom manganisme. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui penurunan Mangan pada air sumur gali di Dusun Kauman di Tamanan, Banguntapan, Bantul. setelah dilakukan penyaringan menggunakan filter resin. Penelitian ini merupakan kuasi eksperimen dengan desain pre-test post-test. Obyek penelitian adalah enam sumur dengan kandungan Mangan tinggi di Dusun Kauman Tamanan Banguntapan Bantul. Pemeriksaan parameter dilakukan di laboratorium BBTCLPP Provinsi Yogyakarta. Hasil studi menunjukkan adanya perbedaan bermakna antara kadar Mangan sebelum dan sesudah penyaringan (nilai $p=0,002$). Penyaringan dengan filter resin secara rata-rata dapat menurunkan kadar Mangan sebesar 92,32%.

Keywords: mangan, resin, air sumur gali

Intisari

Water is essential for life and therefore 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 in drinking water, that if is consumed excessively can cause a syndrome known as manganism. The purpose of this study was to know the influence of resin filter to concentration of Manganese in well water at Dusun Kauman in Tamanan, Banguntapan, Bantul. This study was a quasi experiment with pre-test post-test design. Object of the study was six well waters in Dusun Kauman with highest Manganese level. The resin filter was placed into housing filter as much as 615 ml. The examination was conducted in BBTCLPP of Yogyakarta Province. The study results showed there were significant difference in Manganese levels before and after treatment ($p\text{-value}=0,002$), i.e. filtration with resin can reduce 93,32% of Manganese level.

Kata Kunci: mangan, resin, well water

PENDAHULUAN

Undang-Undang No. 7 Tahun 2004 tentang Sumber Daya Air Pasal 5 menyatakan bahwa Negara menjamin hak setiap orang untuk mendapatkan air bagi kebutuhan pokok minimal sehari-hari guna memenuhi kehidupannya yang sehat, bersih dan produktif.

Air merupakan kebutuhan dasar bagi manusia, yang harus tersedia dalam kuantitas yang cukup dan kualitas yang memenuhi syarat. Meskipun alam telah menyediakan air dalam jumlah yang cukup, tetapi penambahan penduduk dan peningkatan aktivitasnya telah mengubah tatanan dan keseimbangan air di alam. Sebagian besar air yang tersedia tidak lagi layak dikonsumsi secara lang-

sung dan memerlukan pengolahan supaya air dari alam layak dan sehat untuk dikonsumsi¹⁾.

Air yang layak dikonsumsi merupakan air yang harus memenuhi syarat kualitas, sebab kualitas air berhubungan langsung dengan kesehatan. Sebagai bagian penting dari kehidupan, air juga dapat menjadi media penularan penyakit. Jutaan orang di dunia terekspos zat-zat kimia yang melebihi batas aman melalui air minum. Kontaminasi pada air minum dapat terjadi pada sistem distribusi, pada saat penyimpanan atau penanganan yang tidak higienis²⁾.

Air menjadi terkontaminasi jika terjadi kontak dengan mikroorganisme patogen dan zat kimia toksik³⁾. Kontaminasi zat-zat kimia yang melebihi batas

aman pada air minum dalam jangka waktu tertentu dapat membahayakan kesehatan. Selain itu, banyak penyakit infeksius yang disebabkan oleh bakteri patogen, virus, dan parasit (seperti protozoa dan helminth) sangat terkait dengan kualitas mikrobiologi air minum yang dikonsumsi²⁾.

Zat kimia merupakan komponen penting bagi tubuh manusia, namun juga dapat menimbulkan penyakit yang disebut sebagai penyakit tidak menular (PTM)⁴⁾. Toksisitas zat kimia dapat bersifat akut dan kronis. Zat kimia bersifat akut apabila pada dosis tinggi sekaligus dalam waktu pemaparan pendek dan masif serta organ absorpsinya memungkinkan zat tersebut masuk ke dalam peredaran darah dengan cepat. Bersifat kronis apabila dosis tidak tinggi tetapi paparan menahun, gejala tidak mendadak, namun organ dapat seluruhnya terdampak⁵⁾.

Di Indonesia, syarat kualitas air diatur dalam Permenkes RI No. 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, *Solus per Aqua*, dan Pemandian Umum⁶⁾.

Peraturan ini mengatur tentang syarat fisik, kimia, dan mikrobiologi air dengan kualitas tertentu yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya berbeda dengan kualitas air minum. Adapun untuk kualitas air minum, diatur dalam Peraturan Menteri Kesehatan No. 492 Tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum.

Peraturan tersebut mengikat untuk air perpipaan dan air bukan perpipaan, termasuk untuk penyelenggara air minum negara, perorangan, swasta, dan kelompok masyarakat. Salah satu parameter yang diatur dalam kedua peraturan di atas adalah Mangan (Mn).

Mangan merupakan logam yang berada pada 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 serta noda pada baju. Bila teroksidasi, senyawa Mangan akan meng-

endap dan menimbulkan kerak. Konsumsi dan/atau inhalasi Mangan yang berlebihan dapat menimbulkan sindrom "*manganism*" yang gejalanya mirip dengan sindrom Parkinson, yaitu antara lain: lemah, *anorexia*, sakit pada otot, apatis, berbicara lambat, berbicara dengan nada monoton, dan gerakan kaku dari anggota badan⁷⁾.

Mangan dapat berada pada sumber air permukaan maupun air tanah secara alami, terutama dalam kondisi anaerob ataupun kondisi oksidasi rendah. Air dengan kandungan Mangan akan meninggalkan warna pada lantai kamar mandi menjadi ungu/hitam.

Konsentrasi Mangan dalam sistem air alami umumnya kurang dari 0,1 mg/l. Pada tahun 1961, WHO menetapkan standar mangan pada air untuk wilayah Eropa maksimum 0,1 mg/l, tetapi selanjutnya diperbaharui menjadi 0,05 mg/l. Amerika Serikat menetapkan standar Mangan dalam air minum maksimal 0,05 mg/l. Jepang menetapkan total konsentrasi besi dan mangan dalam air maksimal 0,3 mg/l⁸⁾. Di Indonesia, standar Mangan ditetapkan sebesar 0,5 mg/l menurut Permenkes No. 32 Tahun 2017 untuk air keperluan hygiene sanitasi; sedangkan pada air minum ditetapkan sebesar 0,4 mg/l menurut Permenkes No. 492 Tahun 2010.

Dusun Kauman merupakan salah satu dusun yang terletak di Desa Tamanan, Kecamatan Banguntapan, Kabupaten Bantul dan berada di wilayah kerja Puskesmas Banguntapan II. Studi analisis risiko kesehatan lingkungan terhadap pajanan Mangan dalam air sumur gali melalui *intake oral* di dusun tersebut 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/l.

Analisis tingkat risiko dilakukan untuk pajanan melalui *intake oral* dilakukan pada kelompok penduduk dewasa dengan berat badan 50-70 kg yang terpajan 2 liter per hari, dalam 350 hari per tahun selama durasi pajanan 30 tahun.

Pajanan Mangan yang terkandung dalam air sumur di Dusun Kauman ter-

sebut teridentifikasi melebihi baku mutu dan hampir semua berisiko tinggi dengan tingkat risiko melebihi 1 yang berarti berisiko menimbulkan gangguan kesehatan jika dikonsumsi secara terus menerus dalam jangka waktu lama. Sejauh ini belum dikaji mengenai upaya pengolahan untuk menurunkan kandungan Mangan pada air sumur gali di dusun tersebut.

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 dapat efektif dalam menurunkan Mn 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 hilang⁸⁾.

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 sama⁹⁾. Pada pengolahan air dengan Mn tinggi, proses pertukaran ion dapat digunakan karena Mangan terlarut dalam bentuk kation divariansi Mn^{2+} .

Uji pendahuluan dilakukan pada 20 September 2018 dengan melakukan pengambilan air sumur gali yang terindikasi mengandung Mangan tinggi di Dusun Kauman. Hasil pemeriksaan sampel sebelum pengolahan didapatkan kadar Mangan 0,7-1,3 mg/liter.

Berdasarkan hasil uji pendahuluan tersebut maka perlu dilakukan sebuah

penelitian dengan melakukan penyaringan menggunakan filter resin untuk menurunkan kadar Mangan pada air sumur gali di Dusun Kauman, Desa Tamanan, Kecamatan Banguntapan, Kabupaten Bantul. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kemampuan filter resin dalam menurunkan kadar Mangan pada sumur gali di Dusun tersebut.

METODA

Jenis penelitian yang dilakukan adalah kuasi eksperimen dengan desain *post-test post-test*. Obyek penelitian sebanyak enam sumur gali yang dilakukan pemeriksaan kadar mangan-nya sebelum dan sesudah dilakukan penyaringan dengan menggunakan filter resin. Filter yang digunakan terdiri dari *housing filter* yang diisi dengan resin sebanyak 615 ml. Seluruh sampel dibawa ke laboratorium BBTCLPP Yogyakarta untuk dilakukan pemeriksaan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dusun Kauman merupakan satu dari sembilan dusun yang ada di wilayah administratif Desa Tamanan, Kecamatan Banguntapan, Kabupaten Bantul. Dusun Kauman berada di sebelah utara Desa Tamanan dengan batas administratif di sebelah barat dengan Dusun Pandeyan, di sebelah timur dengan Dusun Tamanan, di sebelah selatan dengan Dusun Glagah Lor, dan di sebelah utara dengan Dusun Sokowaten.

Jumlah kepala keluarga di Dusun Kauman adalah 394. Jumlah sumur gali sebanyak 312 buah dengan rincian pada masing-masing RT yaitu: RT 1, 81 buah; RT 2, 78 buah; RT 3, 57 buah; RT 4, 55 buah, dan RT 5, 41 buah.

Sebagian masyarakat Dusun Kauman memiliki air sumur gali dengan kualitas fisik yang tidak memenuhi syarat. Secara fisik air berbau, berwarna keuningan dan timbul endapan coklat bila didiamkan di penampungan. Selain itu, air menimbulkan bekas kerak kehitaman pada lantai dan bak kamar mandi. Kondisi tersebut mengindikasikan ada kandungan Besi dan Mangan dalam air.

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

Ulangan	Kadar Mn (mg/l)		Penurunan	
	Pre-test	Post-test	mg/l	%
I	0,9227	0,0353	0,8874	96,17
II	0,7145	0,0176	0,6969	97,54
III	0,7423	0,0505	0,6918	93,20
IV	1,1412	0,1212	1,0200	89,38
V	1,4769	0,2600	1,2169	82,40
VI	1,9667	0,0934	1,8733	95,25
X	1,1607	0,0963	1,0644	92,32

Kandungan Mangan pada air sampel, sebelum dan sesudah dilakukan penyaringan menggunakan filter resin, disajikan pada Tabel 1. Terlihat bahwa terjadi penurunan kadar Mangan pada air sumur gali setelah dilakukan penyaringan dengan filter resin dengan persentase penurunan tertinggi terjadi pada ulangan ke-dua yaitu 97,54 %, dan penurunan terendah pada ulangan ke-lima yaitu 82,40%. Rata-rata penurunan kadar Mn pada kelompok perlakuan penyaringan media resin adalah 92,32 %.

Berdasarkan uji statistik t-test terikat dengan derajat kemaknaan 0,05, diketahui bahwa perbedaan antar kadar Mangan sebelum dan setelah perlakuan dengan filter resin adalah signifikan (nilai $p = 0,002$).

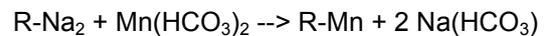
Berdasarkan hasil pemeriksaan laboratorium diketahui bahwa kadar Mangan sebelum perlakuan (*pre-test*) melebihi baku mutu untuk air bersih menurut Permenkes RI No 32 Tahun 2017 (0,5 mg/l) dengan kisaran 0,7145-1,9667 mg/l.

Penyaringan dengan filter resin dilakukan dengan media resin kation berdiameter 0,6-0,8 mm yang dikemas dalam *housing filter*, volume media dalam *cartridge filter* 615 ml, dan ketinggian media 16 cm. Debit aliran diatur 1 liter per menit.

Menurunnya kadar Mangan tersebut terjadi karena proses pertukaran ion yang berlangsung pada saat air kontak dengan resin penukar kation. Resin me-

nerima ion positif dan melepaskan ion lain ke dalam air dalam jumlah ekuivalen yang sama. Mangan dalam air terlarut dalam bentuk kation divariansi Mn^{2+} . Kation monovalen, Na^+ atau H^+ , dilepaskan dari resin penukar ion kationik saat Mn^{2+} dilepaskan secara selektif ¹⁰.

Reaksi pertukaran ion antara resin dengan Mangan sebagai berikut ⁹:



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 $NaCl$ ¹⁰.

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 ¹¹.

Bila kadar pencemar dalam air terlalu tinggi, maka resin akan mudah jenuh dan harus lebih sering diregenerasi atau diganti. Dalam 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 dari kontak dengan agen oksidasi, atau jika akan dioksidasi perlu difiltrasi terlebih dahulu dengan media lain ¹³.

Perlakuan penyaringan dengan filter resin ini menunjukkan bahwa hasil akhir kualitas air telah memenuhi persyaratan kualitas air bersih untuk parameter Mangan menurut Permenkes RI No 32 tahun 2017, hingga aman untuk dikonsumsi oleh masyarakat.

Penggunaan *housing filter* sebagai penyangga media filter memberikan beberapa keuntungan, yaitu: 1) mudah di-

pasang dan diletakkan untuk penggunaan di dalam maupun di luar ruang, b) mudah dalam penggantian media filter, dan c) konstruksi kuat dan tidak mudah rusak.

Berdasarkan kemampuan filter dalam menurunkan Mangan, maka filter resin dapat diuji untuk menurunkan parameter lain. Pertukaran ion dengan resin merupakan metode yang dapat digunakan untuk mengatasi air dengan kadar Besi dan Mangan.

Pada sebagian wilayah di Indonesia dengan 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-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, dan pengolahan biologis. 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 diketahui 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).

Clogging 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 pada pori-pori media sehingga harus dilakukan pencucian (*backwash*)¹⁴.

Dalam penelitian ini, media hanya digunakan sekali dan dilakukan penggantian saat pengulangan sehingga be-

lum diketahui titik jenuh media hingga partikel menimbulkan *clogging*. Dengan demikian, belum diketahui efektivitas dari media filter bila ditinjau berdasarkan lama waktu penggunaannya.

KESIMPULAN

Setelah dilakukan penyaringan dengan filter resin, kadar Mangan pada air sumur menunjukkan penurunan yang bermakna antara sebelum dan sesudah perlakuan (nilai $p = 0,002$).

SARAN

Mastarakat Dusun Kauman disarankan untuk memanfaatkan filter resin (yang terdiri dari resin, zeolit dan karbon aktif) yang digunakan sebagaimana penelitian ini, untuk menurunkan kadar Mangan yang tinggi di sumur gali mereka

DAFTAR PUSTAKA

1. BPPSPAM (2018) *Renstra BPPSPAM 2018-2022*. Jakarta: Badan Pendukung Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum Departemen Pekerjaan Umum.
2. WHO (2004) *Pedoman Mutu Air Minum (Guidelines for Drinking Water Quality) Edisi 3*. Edited by P. Widyastuti and Apriningsih. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
3. Rabia, A. (2010), 'Drinking Water Contamination and Its Effects on Human Health', *MPHP 429: Introduction to Environmental Health*.
4. Achmadi, U. F. (2012) *Dasar-dasar Penyakit Berbasis Lingkungan*. Jakarta: Rajawali Pers.
5. Soemirat, J. (2011) *Kesehatan Lingkungan, Cetakan Ke-delapan (revisi)*, Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
6. Kementerian Kesehatan (2017) *Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32 /Menkes/Per/VI/2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqwa, dan Pemandian Umum, Per-*

- aturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia. Indonesia: Kementerian Kesehatan.*
7. WHO (2011) Manganese in Drinking-water, *Background document for development of WHO guidelines for drinking water quality*, pp. 1–21.
 8. Tobiason, 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
 9. 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.
 10. Setiadi, T. (2007) *Pengolahan dan Penyediaan Air*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
 11. Dvorak, B. I., Skipton, S. dan Woldt, W. (2014) Drinking water: iron and manganese', *Nebguide*, 1714.
 12. Widyastuti, S. and Sari, A. S. (2011) Kinerja pengolahan air bersih dengan proses filtrasi dalam mereduksi kesadahan', *Jurnal Teknik Waktu*, 9, pp. 42–53.