

Efektivitas Metode Filtrasi dan Adsorpsi dalam Menurunkan Kesadahan Air Sumur di Kecamatan Kota Baru Kota Jambi

Ahmad Husaini^{1*}, Melda Yenni², Cici Wuni³

^{1,2}Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Harapan Ibu Jambi

*Email: ahusaini050@gmail.com

*corresponding author

INFO ARTIKEL

ABSTRAK

Article history

Received 17 September 2020

Revised 20 September 2020

Accepted 20 Oktober 2020

Keywords

Kesadahan Air

Air sumur

pH

Filtrasi

Adsorpsi

Penggunaan air dengan kesadahan tinggi dan pH tidak netral dapat mengakibatkan kerusakan pada peralatan rumah tangga dan juga akan mengakibatkan gangguan kesehatan seperti cardiovascular disease dan urolithalasis. Air sumur yang digunakan masyarakat di wilayah kerja Kecamatan Kota Baru Kota Jambi memiliki kesadahan yang tinggi dengan ciri-ciri menimbulkan kerak pada peralatan masak, endapan warna putih pada tempat penampungan air. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh metode filtrasi dan adsorpsi terhadap derajat pH air dan tingkat kesadahan air. Penelitian ini merupakan penelitian Quasi Eksperimen dengan rancangan time series design. Sampel penelitian ini yaitu air sumur. Pengambilan data dengan melakukan pengukuran pH menggunakan pH meter dan kesadahan air dengan metode titrimetri. Data di analisis dengan cara melihat perubahan derajat keasaman (pH) dan persentase perubahan kesadahan air. Hasil penelitian menunjukkan pH air sebelum pengolahan yaitu 4 dan meningkat pada lama kontak <1 menit menjadi 6,2, 6,5 pada lama kontak 30 menit, 6,3 pada lama kontak 60 menit, 6,2 pada lama kontak 90 menit dan 6,7 pada lama kontak 120 menit. Persentase penurunan kesadahan air pada waktu kontak <1 menit sebesar 7,14%, lama kontak 30 menit sebesar 15,35%, lama kontak 60 menit sebesar 36,42%, lama kontak 90 menit sebesar 38,57% dan lama kontak 120 menit sebesar 62,85%. Terdapat peningkatan derajat pH air sumur dan penurunan tingkat kesadahan air sumur setelah dilakukan pengolahan dengan cara filtrasi dan adsorpsi. Semakin lama kontak dalam proses filtrasi dan adsorpsi akan semakin efektif terhadap peningkatan pH air sumur dan penurunan tingkat kesadahan air sumur.

PENDAHULUAN

Air merupakan salah satu komponen utama pembentuk jasmani manusia. Tubuh laki-laki dewasa mengandung air sebanyak 60% berat badan, sedangkan perempuan sebanyak 50% berat badannya. Sebanyak 55% sampai 75% persen air di dalam tubuh berada di bagian intra seluler dan 25% sampai 45% berada di bagian ekstraseluler. Sebagai komponen yang sangat penting bagi kehidupan manusia, air menjadi faktor dasar penentu tingkat kesehatan masyarakat atau kelompok masyarakat (1).

Air yang digunakan untuk konsumsi sebaiknya memenuhi beberapa persyaratan diantaranya tidak berwarna, temperatur normal, rasanya tawar, tidak berbau, jernih atau tidak keruh serta tidak mengandung zat padatan (2). Masalah yang sering dihadapi dalam pengelolaan air tanah adalah kesadahan. Hal ini bisa terjadi dikarenakan dalam proses pengambilannya dari dalam tanah melewati berbagai lapis tanah diantaranya adalah tanah kapur yang mengandung Ca dan Mg, sehingga air tersebut menjadi sadah. Air sadah banyak dijumpai pada daerah yang lapisan tanah atas tebal dan ada pembentukan batu kapur (3).

Standar kesadahan air berdasarkan Permenkes No.492/MENKES/PER/IV/2010 tentang Kualitas Air Minum yaitu maksimum 500 mg/l. Air dengan kadar kesadahan yang tinggi atau yang melebihi nilai ambang batas apabila di konsumsi tanpa dilakukan pengolahan terlebih dahulu akan mengakibatkan berbagai masalah kesehatan. Dampak yang ditimbulkan akibat air sadah bagi kesehatan antara lain adalah dapat menyebabkan *cardiovascular Disease* (penyumbatan pembuluh darah jantung) dan *urolithiasis* (batu ginjal) (4).

Salah satu sumber air bersih yang dimanfaatkan oleh manusia sebagian besar masih menggunakan air dari sumur gali. Air tanah merupakan sebagian air hujan yang mencapai permukaan bumi dan meresap ke dalam lapisan tanah dan menjadi air tanah. Sebelum mencapai lapisan tempat air tanah, air hujan akan menembus beberapa lapisan tanah dan menyebabkan air mengandung zat-zat mineral dalam konsentrasi tertentu. Zat-zat mineral tersebut, antara lain kalsium, magnesium dan logam berat seperti besi. Akibatnya, apabila kita menggunakan air sadah untuk mencuci, sabun tidak akan berbusa dan akan terbentuk endapan semacam kerak (5). Air tanah sebagian berasal dari air hujan yang mencapai permukaan bumi dan meyerap kedalam lapisan tanah sehingga mengalami filtrasi secara

alamiah. Sebelum mencapai lapisan tempat air tanah, air hujan akan menembus beberapa lapisan tanah dan menyebabkan kesadahan pada air (*hardness of water*). Sifat kesadahan seringkali ditemukan pada air yang menjadi sumber baku air bersih yang berasal dari tanah seperti pada air sumur (6).

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan langsung dilapangan, diketahui bahwa air yang digunakan masyarakat di wilayah kerja Kecamatan Kota Baru Kota Jambi memiliki kesadahan yang tinggi dengan ciri-ciri air yang digunakan menimbulkan kerak pada peralatan masak, menimbulkan endapan warna putih pada tempat penampungan air, selain itu air di daerah ini menyebabkan sabun kurang berbusa.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui derajat keasaman (pH) dan tingkat kesadahan pada air sumur sebelum dan sesudah dilakukan pengolahan dengan proses filtrasi dan adsorpsi dengan media pasir, batu, ijuk, arang aktif dan zeolit.

METHODE

Penelitian ini merupakan penelitian Quasi Eksperimen dengan rancangan time series design. Pengukuran pada subjek dilakukan sebelum dan sesudah diberikan perlakuan. Kemudian di cari perbedaan antara hasil pengukuran keduanya. Perbedaan tersebut dianggap sebagai efek dari perlakuan. Sampel dalam penelitian ini yaitu air sumur masyarakat di Kecamatan Kota Baru Kota Jambi. Metode pengukuran pH berdasarkan aktifitas ion hidrogen secara potensiometri/elektrometri dengan menggunakan alat yaitu pH meter dan pengukuran kesadahan air dengan metode titrimetri EDTA dengan batas terendah 5 mg/L air. Data di analisis dengan cara melihat perubahan derajat keasaman pH dan persentase perubahan kesadahan air.

Rancangan dalam penelitian Quasi Experimen menggunakan pretes postest design yaitu sebagai berikut :

Q1 X Q2

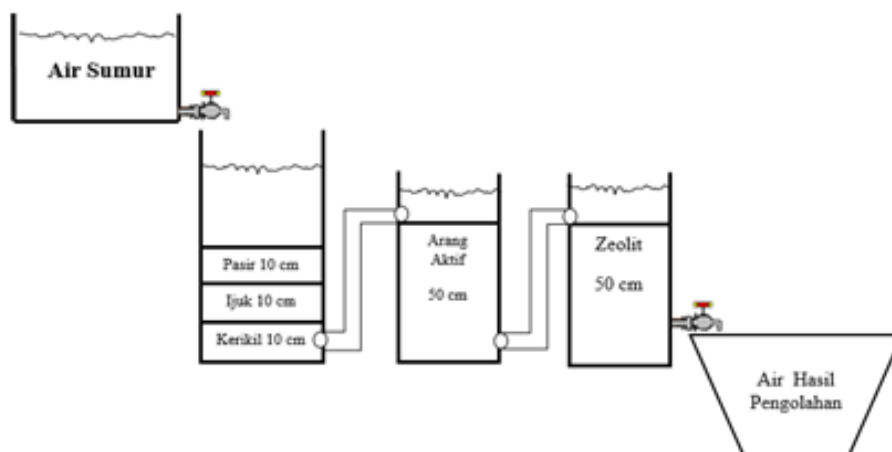
Keterangan :

Q1 = Hasil pengukuran sampel pretest

Q2 = Hasil pengukuran sampel posttest

X = Perlakuan

Sampel air sumur di ambil dari sumur milik masyarakat di Kecamatan Kota Baru Kota Jambi. Kemudian dilakukan pengolahan dengan metode filtrasi dan adsorpsi. Alat filtrasi dibuat dengan menggunakan drum plastik dengan volume 150 liter yang di isi dengan media Ijuk setebal 10 cm, batu setinggi 10 cm dan pasir dengan ketebalan 10 cm. Alat adsorpsi dibuat dengan menggunakan pipa ukuran 4 inchi terdiri dari 2 buah. Pipa pertama di isi dengan media karbon aktif setinggi 50 cm dan media kedua di isi dengan zeolit setinggi 50 cm.



Gambar 1. Bagan Alat Filtrasi dan Adsorpsi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Derajat Keasaman (pH) air sumur.

Dalam penelitian ini dilakukan pengolahan air sumur dengan proses filtrasi dan adsorpsi dengan lama kontak bervariasi yaitu selama <1 menit, 30 menit, 60 menit, 90 menit dan 120 menit selanjutnya dilakukan pengukuran pH air di UPTD Laboratorium Lingkungan Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Jambi.

Tabel 1. Hasil Pemeriksaan Derajat pH air sumur sebelum dan sesudah dilakukan pengolahan

Lama Kontak	Derajat pH	Standar Baku Mutu (SNI 05-6989.11-2019)
Sebelum perlakuan	4	
<1 menit	6,0	
30 menit	6,5	6,5 – 8,5
60 menit	6,3	
90 menit	6,2	
120 menit	6,7	

Dari tabel 1 dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan kadar pH air sebelum dan sesudah dilakukan pengolahan. Sebelum dilakukan pengolahan air dengan metode filtrasi dan adsorpsi derajat pH air sumur sampel yaitu 4 yang menunjukkan bahwa air sumur tersebut berada pada pH dibawah baku mutu atau disebut juga asam. Setelah dilakukan pengolahan derajat pH menjadi netral pada lama kontak 30 menit dan lama kontak 120 menit.

Standar derajat pH air berdasarkan Permenkes No.492/MENKES/PER/IV/2010 tentang Kualitas Air Minum yaitu 6,5 – 8,5. Kondisi ini sama dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Mashadi dkk pada tahun 2018 dengan menggunakan tiga media yaitu pasir, karbon aktif dan zeolit pada metode filtrasi dapat menaikkan kualitas air untuk pH, sekaligus menurunkan Fe, menurunkan kekeruhan (7). Hasil penelitian Rusdiana dkk pada tahun 2017 menunjukkan ada pengaruh yang nyata pada penggunaan kombinasi filter terhadap peningkatan pH air sumur (8).

Salah satu parameter yang digunakan untuk menilai kualitas air minum yang aman untuk dikonsumsi adalah derajat keasaman (pH). Penyimpangan standar kualitas air minum dibawah nilai ambang batas dalam hal ini pH yang lebih kecil dari 6,5 atau lebih besar dari 8,5 dapat menyebabkan senyawa kimia yang ada di dalam air dapat berubah menjadi racun yang dapat mengganggu kesehatan (9).

Bahan-bahan kimia yang terdapat di dalam air akan memberikan pengaruh terhadap kesesuaian penggunaan air. Secara umum karakteristik kimiawi air meliputi pH, alkalinitas,

kation dan anion terlarut dan kesadahan air (10). pH digunakan untuk menyatakan sebagai intensitas atau derajat keasaman suatu cairan encer dan mewakili konsentrasi hidrogen ionnya. pH merupakan salah satu parameter yang sangat penting yang digunakan untuk menganalisa kualitas air, hal ini karena pengaruhnya terhadap berbagai proses biologis dan kimia di dalamnya. Air yang digunakan untuk keperluan konsumsi manusia sebaiknya memiliki pH netral, karena nilai pH berhubungan dengan efektifitas klorinasi. pH pada prinsipnya dapat mengontrol keseimbangan proporsi kandungan antara senyawa karbon dioksida, karbonat dan bikarbonat (11).

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Prasetyo dkk, menunjukkan perubahan kadar besi (Fe) paling signifikan pada Filter 1, efisiensi penurunannya 87,02%. Peningkatan derajat keasaman (pH) paling signifikan pada filter 3, efisiensinya 12,20%. Dan efisiensi penurunan kadarkekeruhan paling signifikan adalah filter 1 efisiensinya 79,32%. Perbedaan variasi ketebalan setiap filter berpengaruh terhadap penurunan kadar besi (Fe), peningkatan derajat keasaman (pH) dan penurunan kekeruhan pada air (12).

Hasil penelitian Hardini dan Kusumaningrum, 2011 menggunakan pasir, zeolit dan karbon aktif untuk memperbaiki kualitas air. Dalam penelitian tersebut menunjukkan bahwa penggunaan tebal filter, jenis filter dapat meningkatkan kualitas air. Variasi tebal filter bersusun diharapkan lebih baik meningkatkan kualitas air, sekaligus sebagai alat untuk pengolahan air sumur (13). Proses filtrasi dalam penelitian ini menggunakan media ijuk, kerikil dan pasir. Kemudian untuk media adsorpsi menggunakan arang aktif dan zeolit.

Derajat keasaman (pH) air sumur sebelum dilakukan pengolahan yaitu 4 atau kecil dari 6,5 atau pH asam. Penggunaan air dengan derajat keasaman dibawah nilai ambang batas dapat meningkatkan korosifitas pada peralatan rumah tangga yang terbuat dari logam, menimbulkan rasa tidak enak dan akan mengakibatkan beberapa bahan kimia yang terkandung dalam air dapat menjadi racun dan mengaggu kesehatan. Hasil pengujian sampel air sumur setelah dilakukan pengolahan terjadi peningkatan derajat keasaman (pH). Peningkatan derajat keasaman (pH) air dalam penelitian ini kemungkinan terjadi karena pada saat dilakukan proses filtrasi dan adsorpsi senyawa-senyawa logam yang terdapat didalam air telah berkurang. Pada proses filtrasi media pasir, ijuk dan batu yang digunakan mempunyai pori-pori dan celah yang mampu menyerap dan menahan partikel dalam air.

Pada proses adsorpsi dengan menggunakan media arang aktif dan zeolit dapat mengikat kation-kation pada air seperti besi (Fe), alumunium, ataupun magnesium. Sehingga dengan berkurangnya senyawa-senyawa logam di dalam akan berdampak pada terjadinya peningkatan terhadap derajat keasaman air.

Tingkat kesadahan air.

Air yang telah dilakukan pegolahan melalui proses filtrasi dan adsorpsi dengan perlakuan lama kontak yang bervariasi yaitu selama <1 menit, 30 menit, 60 menit, 90 menit dan 120 menit selanjutnya dilakukan pengukuran pH air di UPTD Laboratorium Lingkungan Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Jambi.

Tabel 2. Hasil pemeriksaan kesadahan air sumur sebelum dan sesudah dilakukan pengolahan

Lama Kontak	Kadar Kesadahan		% Penurunan	Baku Mutu (SNI 06-6989.12-2004)
	Sebelum pengolahan	Setelah pengolahan		
<1 menit		520	7,14	
30 menit		474	15,35	
60 menit	560	356	36,42	500
90 menit		216	38,57	
120 menit		208	62,85	

Dari tabel 2 diketahui bahwa terdapat perubahan kesadahan air setelah dilakukan pengolahan dengan proses filtrasi dan adsorpsi yang berbeda-beda pada setiap lama kontak. Persentase penurunan kesadahan air pada waktu kontak <1 menit sebesar 7,14%, lama kontak 30 menit sebesar 15,35%, lama kontak 60 menit sebesar 36,42%, lama kontak 90 menit sebesar 38,57% dan lama kontak 120 menit sebesar 62,85%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama kontak pada proses filtrasi dan adsorpsi maka semakin efektif penurunan tingkat kesadahan air.

Persentase penurunan kesadahan air berkisar antara 7,14% - 62,85%, dimana semakin lama kontak pada proses filterasi dan adsorpsi maka semakin besar penurunan tingkat kesadahan air. Pada penelitian ini pada lama kontak <1 menit atau tanpa

pengendapan sudah dapat menuruni kesadahan air, akan tetapi belum efektif. Adapun lama kontak yang paling efektif untuk menurunkan kesadahan air yaitu pada lama waktu kontak 120 menit yang dapat menurunkan kesadahan air hingga 62,85%. Perbedaan waktu kontak memberikan pengaruh pada penurunan kesadahan air dalam proses filtrasi dan adsorpsi.

Filtrasi atau penyaringan merupakan langkah awal dalam proses pengolahan air secara fisik yang bertujuan untuk menghilangkan partikel pada dalam air. Dalam proses filtrasi ini terjadi proses pemisahan padatan dari larutan untuk menyisahkan partikel-partikel tersuspensi yang sangat halus, dimana larutan tersebut dilewatkan melalui suatu media berpori atau materi berpori. Proses ini digunakan pada instalasi pengolahan air minum untuk memperoleh kualitas air yang baik (14).

Kesadahan perairan dapat dikelompokkan menjadi kesadahan kalsium dan kesadahan magnesium, kesadahan karbonat sangan sensitif terhadap panas dan mengendap dengan mudah pada suhu tinggi. Air tanah seperti air sumur gali biasanya memiliki kesadahan yang lebih tinggi dibandingkan dengan kesadahan pada air permukaan. Kesadahan air mempengaruhi kemampuan air untuk membentuk busa. Semakin besar kesadahan air, makan semakin sulit bagi sabun untuk membentuk busa karena terjadi presipitasi (15).

Standar kesadahan air berdasarkan Permenkes No.492/MENKES/PER/IV/2010 tentang Kualitas Air Minum yaitu maksimum 500 mg/l. Air dengan kadar kesadahan yang tinggi atau yang melebihi nilai ambang batas apabila di konsumsi tanpa dilakukan pengolahan terlebih dahulu akan mengakibatkan berbagai masalah kesehatan. Dampak yang ditimbulkan akibat air sadah bagi kesehatan antara lain adalah dapat menyebabkan *cardiovascular Disease* (penyumbatan pembuluh darah jantung) dan *uroolithiasis* (batu ginjal) (16).

Kondisi ini sama dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Dewi dkk pada tahun 2018 yang menunjukkan bahwa ada pengaruh tingkat kesadahan air setelah dilakukan proses filtrasi. Persentase penurunan pada waktu kontak 10 menit (25,23%), 20 menit (36,44%) dan 30 menit (56,38%) (17). Penggunaan air dengan kesadahan yang tinggi dalam waktu yang cukup lama juga dapat mengakibatkan gangguan ginjal yang merupakan efek dari akumulasi endapan CaCO_3 dan MgCO_3 . Hasil penelitian yang dilakukan oleh Krisna pada tahun 2011

di Semarang diketahui bahwa ada hubungan antara kesadahan air sumur gali (p -value = 0,001) dengan kejadian batu ginjal pada masyarakat di wilayah kerja Puskesmas Margasari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa air sumur gali dengan kesadahan yang tinggi merupakan faktor risiko penyakit batu ginjal (OR = 4,795) (18). Penelitian yang dilakukan oleh Bobihu di Gorontalo pada tahun 2012 menunjukkan bahwa kadar kesadahan pada air minum penderita penyakit batu saluran kemih yaitu sebesar 1375,172 mg/l, lebih besar jika dibandingkan dengan kadar kesadahan sumber air minum pada yang bukan penderita penyakit batu saluran kemih yaitu sebesar 429,7415 mg/l (6).

Air sebagai komponen lingkungan hidup akan sangat berpengaruh dan dipengaruhi oleh berbagai macam komponen. Air dengan kualitas yang buruk akan menimbulkan dampak yang merugikan bagi lingkungan sehingga akan mempengaruhi kesehatan dan keselamatan manusia serta makhluk hidup lainnya. penurunan kualitas air akan menurunkan daya guna, hasil guna, produktifitas, daya dukung dan daya tampung dari sumber daya air yang pada akhirnya akan menurunkan kualitas sumber daya alam. Untuk mendapatkan kualitas air dengan standar tertentu, pada saat ini sudah mulai menjadi barang yang mahal, hal ini disebabkan oleh semakin banyak sumber air yang tercemar oleh berbagai macam limbah dari berbagai aktifitas manusia sehingga kualitas air mengalami penurunan. Demikian juga dengan kuantitas air sudah mengalami penurunan, bahkan di beberapa tempat sudah kekurangan akibat dari kebutuhan yang terus meningkat (19).

Proses penyaringan ini pada prinsipnya adalah untuk mengurangi bahan-bahan organik yang berada dalam air. Penghilangan zat pada tersuspensi dengan penyaringan memiliki peranan yang penting. Bahan yang dipakai sebagai media saringan dalam penelitian ini yaitu ijuk, pasir, dan batu kerikil yang mempunyai sifat penyaring yang baik dan dapat dipakai dalam jangka waktu yang lama serta tidak larut di dalam air. Pasir, ijuk dan batu kerikil merupakan media penyaring yang baik dan biasa digunakan dalam proses penjernihan air dikarenakan media tersebut sangat mudah di dapatkan dan sangat baik untuk di jadikan filter pada instalasi pengolahan air. Selain itu pasir memiliki sifat yang berupa butiran bebas yang porous, berdegradasi dan uniformity. Butiran pasir dan batu mempunyai pori-pori dan celah yang mampu menyerap dan menahan partikel dalam air. Media pasir, ijuk dan batu juga mempunyai keuntungan dalam pengadaannya dikarenakan harganya yang

relatif murah. Media pasir, ijuk dan batu berfungsi menyaring kotoran dari air, pemisahan sisa-sisa flok serta pemisahan partikel lainnya seperti besi yang terbentuk sesudah kontak dengan udara.

Proses filtrasi dalam penelitian ini cukup efektif untuk menurunkan kesadahan air dikarenakan pemilihan media filtrasi yang tepat dan dengan ukuran media yang tebal sehingga mempunyai daya saring dan daya serap yang tinggi. Selain tebal tipis nya media yang digunakan, penurunan kesadahan air juga dipengaruhi oleh lama kontak dalam proses filtrasi.

Setelah dilakukan proses filtrasi langkah selanjutnya yaitu proses adsorpsi. Adsorpsi merupakan proses pemisahan dimana komponen tertentu dalam fase fluida berpindah ke permukaan zat padat yang mempunyai sifat dapat menyerap (*adsorbent*). Proses adsorpsi yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan karbon aktif dan zeolit. Daya adsorpsi karbon aktif dan zeolit dalam menurunkan kesadahan air tidak terlepas dari kemampuan zeolit sebagai penukar ion. Proses pertukaran ion terjadi karena adanya ion kation logam dan alkali tanah. Kation tersebut dapat bergerak bebas dalam rongga dan dapat dipertukarkan dengan kation logam lainnya dengan jumlah yang sama. Sehingga molekul yang berukuran lebih kecil atau sama dengan rongganya dapat terserap karena struktur zeolit yang berongga.

Dalam proses adsorpsi ini terjadi pemisahan senyawa aromatic dan senyawa terlarut. Proses adsorpsi dapat digambarkan sebagai proses dimana molekul meninggalkan larutan yang menempel pada permukaan zat akibar dari adanya ikatan kimia dan fisika. Apabila gaya tarik antar molekul zat terlarut dengan adsorben lebih besar daripada gaya tarik antara molekul dengan zat pelarut maka zat terlarut tersebut akan di adsorpsi. Lama kontak akan memberikan pengaruh terhadap penurunan kesadahan karena semakin lama proses adsorpsi yang terjadi menyebabkan semakin banyak pula substansi penyebab kesadahan yang dapat diikat oleh karbon dan zeolit.

Penggunaan air dengan tingkat kesadahan yang tinggi dalam jangka waktu yang lama dapat mengakibatkan masalah kesehatan, diantaranya yaitu gangguan ginjal akibat terakumulasinya endapan Kalsium Karbonat (CaCO_3) dan Magnesium Karbonat (MgCO_3) di dalam tubuh (20). Untuk itu disarankan untuk melakukan pengolahan terlebih dahulu pada

air dengan kesadahan yang tinggi dengan melakukan proses filtrasi dan adsorpsi sebelum dikonsumsi (21).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa terjadi peningkatan derajat keasaman (pH) air sumur setelah dilakukan pengolahan dengan cara filtrasi dan adsorpsi dan terjadi penurunan pada tingkat kesadahan air setelah dilakukan pengolahan dan setelah dilakukan pengolahan dengan cara filtrasi dan adsorpsi. Semakin lama kontak dalam proses filtrasi dan adsorpsi akan semakin efektif terhadap peningkatan derajat keasaman (pH) air sumur dan penurunan tingkat kesadahan air sumur.

DAFTAR PUSTAKA

- 1 Purwana R. Manajemen Kedaruratan Kesehatan Lingkungan Dalam Kejadian Bencana. 1st ed. Jakarta: Rajawali Press; 2013.
- 2 Kusnaedi. Mengelola Air Kotor Menjadi Air Minum. Jakarta: Penebar Swadaya; 2010.
- 3 Sutrisno. Teknologi Penyediaan Air Bersih. Jakarta: Rineka Cipta; 2006.
- 4 Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Jakarta; 2010.
- 5 Chandra B. Pengantar Kesehatan Lingkungan. Jakarta: EGC; 2007.
- 6 Bobihu R. Uji Kadar Kesadahan Sumber Air Minum pada Kejadian Penyakit Batu Saluran Kemih di Desa Barakati Kecamatan Batudaa Kabupaten Gorontalo [tesis]. 2012.
- 7 Mashadi A, Surendro B, Rakhmawati A, Amin M. Peningkatan Kualitas pH, Fe dan Kekeruhan Dari Air Sumur Gali Dengan Metode Filtrasi. Jurnal Riset Rekayasa Sipil. 2018;1(2).
- 8 Rusdiana, Biatmoko D, Chairuddin G, Irawan A. Optimasi Peningkatan Kualitas Air Sumur Gali Menjadi Bahan Baku Air Minum Dengan Menggunakan Kombinasi Zeolit Dan Kapur Tohor. Enviro Scientease. 2015;11:54–65.
- 9 Putra NU. Manajemen Kualitas Air Pada Perikanan Budidaya. Departemen Kelautan Dan Perikanan; 2011.
- 10 Suripin. Pelestarian Sumber Daya Air dan Tanah. Yogyakarta: Penerbit Andi Offset; 2001.

- 11 Chapman D. Water Quality Assesment-A Guide to Use of biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring. Inggris: Cambridge University Press; 2000.
- 12 Prasetyo RI, Mashadi A, Amin M. PENGARUH FILTRASI DENGAN METODE UP FLOW TERHADAP KEKERUHAN , BESI (Fe) DAN DERAJAT KEASAMAN (pH). World of Civil and Enviromental Engineering [Internet]. 2018;1 (1)(1):9–13. Available from: <http://jom.untidar.ac.id/index.php/sipil/article/view/245>
- 13 Handini I. Peningkatan Kualitas Air Sumur Gali Menjadi Air Bersih Menggunakan Filter Mangan Zeolit dan Karbon Aktif: Studi Kasus Air Sumur Gali Permukiman Desa Banjar PO Sidoarjo. Institut Tehnologi Sepuluh Nopember; 2011.
- 14 Hartono DM, Gusniani I, Kristanto GA, Subekti RJ. Evaluasi Unit Pengolahan Air Minum Instalasi Pdam Rawa Lumbu 4, Bekasi. Jurnal Purifikasi. 2018;11(2):119–28.
- 15 Effendi H. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan. Yogyakarta: Kanisius; 2003.
- 16 Chawla S. Environmentally Benign Method for Estimation of Hardness in Water. International Journal of Curren Pharmaceutical Review and Research. 2015;1(2):49–54.
- 17 Dewi RS, Kusuma MI, Kurniawati E. Pengaruh Lama Kontak Arang Kayu Terhadap Penurunan Kadar Kesadahan Air Sumur Gali Di Paal Merah Ii Kota Jambi. Riset Informasi Kesehatan. 2018;7(1):46.
- 18 Krisna DNP. Faktor Risiko Penyakit Batu Ginjal. Jurnal Kesehatan Masyarakat. 2013;8(2):51–62.
- 19 Mulia RM. Kesehatan Lingkungan. Yogyakarta: Graha Ilmu; 2005.
- 20 Sastrawijaya. Pencemaran Lingkungan. Jakarta: Rineka Cipta; 2002.
- 21 Fauziah, A., Notoadmodjo, S., & 2, Masyitah, S., (2018) Determinan kejadian difteri di rumah sakit umum (rsu) kabupaten tangerang determinants of the occurrence of diphtheria in the tangerang district general hospital, *Jurnal Formil (forum ilmiah) kesmas respati*, volume 3, nomor 2, oktober 2018.