

Peningkatan Kualitas Air Bersih Sumur Gali Menggunakan Teknologi Filtrasi

Muhammad Al Kholid^{1)*}, Muhammad Uke Dwi Putra¹⁾, Joko Sutrisno¹⁾, Sugito¹⁾, Dian Majid¹⁾ dan Indah Nurhayati¹⁾

¹⁾Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas PGRI Adi Buana Surabaya

*Korespondensi: alkholif87@unipasby.ac.id

Abstrak

Masalah yang sering dihadapi dalam penggunaan air sumur gali adalah kandungan logam, khususnya besi (Fe) dan mangan (Mn). Salah satu alternatif solusi adalah menggunakan filtrasi dengan zeolit dan karbon aktif. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas air sumur gali dengan mengurangi kadar Fe, Mn, dan kekeruhan dengan menggunakan teknologi filtrasi. Reaktor pengolahan terdiri dari dua buah reaktor dengan perbedaan antara reaktor 1 dan 2 terletak pada jenis media yang digunakan. Reaktor 1 menggunakan zeolit dan reaktor 2 menggunakan karbon aktif.. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada reaktor 1, penurunan kadar Fe dari hari pertama hingga hari ketiga adalah 0,4975 mg/L, 0,6175 mg/L, dan 0,605 mg/L, sedangkan pada reaktor 2 adalah 0,9175 mg/L, 0,7725 mg/L, dan 0,685 mg/L. Penurunan kadar Mn pada reaktor 1 selama tiga hari berturut-turut adalah 0,08 mg/L, 0,07 mg/L, dan 0,05 mg/L, sedangkan pada reaktor 2 adalah 0,12 mg/L, 0,09 mg/L, dan 0,06 mg/L. Penurunan kadar kekeruhan pada reaktor 1 secara berturut-turut adalah 20,825 NTU, 13,305 NTU, dan 11,09 NTU, sedangkan pada reaktor 2 adalah 21,4775 NTU, 18,36 NTU, dan 12,23 NTU. Hasil filtrasi ini telah memenuhi standar kualitas air bersih sesuai dengan PERMENKES No. 32 Tahun 2017.

Kata kunci : besi (fe), kekeruhan, mangan (mn), media filtrasi

Abstract

The most common problem encountered in the use of well water is the presence of metal contaminants, particularly iron (Fe) and manganese (Mn). One alternative solution is the use of filtration with zeolite and activated carbon. This research aims to improve the quality of well water by reducing Fe, Mn, and turbidity levels using filtration technology. The treatment reactor consists of two reactors with the difference between reactors 1 and 2 lies in the type of media used. Reactor 1 uses zeolite media, and reactor 2 uses activated carbon. The filtration column used is a PVC pipe with a diameter of 10 cm and a length of 1 m. The independent variable in this study is the composition of the filtration media, consisting of a combination of quartz sand-zeolite and quartz sand-activated carbon. The research findings show that in reactor 1, the decrease in Fe levels from the first day to the third day is 0.4975 mg/L, 0.6175 mg/L, and 0.605 mg/L, whereas in reactor 2, it is 0.9175 mg/L, 0.7725 mg/L, and 0.685 mg/L. The decrease in Mn levels in reactor 1 over three consecutive days is 0.08 mg/L, 0.07 mg/L, and 0.05 mg/L, while in reactor 2, it is 0.12 mg/L, 0.09 mg/L, and 0.06 mg/L. The decrease in turbidity levels in reactor 1 consecutively is 20.825 NTU, 13.305 NTU, and 11.09 NTU, while in reactor 2, it is 21.4775 NTU, 18.36 NTU, and 12.23 NTU. These filtration results have met the clean water quality standards according to PERMENKES No. 32 of 2017.

Keywords: iron (fe), manganese (mn), media filter, turbidity

1. PENDAHULUAN

Penyediaan air bersih di Indonesia masih terfokus pada daerah perkotaan yang dikelola oleh Perusahaan Air Minum (PAM) setempat. Namun, produksi air oleh PAM masih belum mampu memenuhi kebutuhan Masyarakat secara menyeluruh. Akibatnya, banyak masyarakat yang menggunakan air sumur gali untuk memenuhi kebutuhan air bersih, terutama untuk keperluan domestik. Air tanah atau air sumur gali seringkali mengandung logam seperti besi (Fe) dan mangan (Mn) (Febrina et al., 2015). Kandungan logam ini berasal dari proses perkolasikan

air melalui lapisan batuan. Air dengan kandungan Fe dan Mn akan berubah warna menjadi kuning-coklat setelah terpapar udara dalam beberapa waktu (Rahmadani et al., 2021). Selain itu, kandungan logam ini juga dapat mengganggu kesehatan, menimbulkan bau tidak sedap, menyebabkan noda kuning pada dinding bak, serta meninggalkan bercak-bercak kuning pada pakaian. Filtrasi adalah proses pemisahan solid-liquid dengan melewatkannya cairan melalui bahan berpori untuk menghilangkan butiran halus zat padat yang tersuspensi di dalam cairan (Koul et al., 2022). Teknologi filtrasi dapat digunakan untuk mengetahui karakteristik awal air sumur gali, mengukur kadar besi (Fe), mangan (Mn), dan kekeruhan, serta menentukan jenis media yang paling efektif dalam menurunkan kadar besi (Fe), mangan (Mn), dan kekeruhan dalam air sumur gali (Zahmatkesh et al., 2022).

Penggunaan pasir kuarsa, zeolit, dan karbon aktif memiliki potensi besar dalam proses pemurnian air. Pasir kuarsa sangat efektif dalam menyaring partikel-partikel kecil dan mengurangi kekeruhan air. Sifatnya yang memiliki porositas tinggi memungkinkan air mengalir dengan baik sambil menahan partikel tersuspensi. Pasir kuarsa juga mampu menyaring kandungan logam berat, termasuk Fe dan Mn, sehingga sangat cocok digunakan dalam sistem filtrasi air sumur gali (Syahrir et al., 2012). Zeolit adalah mineral alami dengan struktur berpori yang unik, sehingga memiliki kemampuan adsorpsi yang tinggi. Zeolit efektif dalam menghilangkan ion logam seperti Fe dan Mn dari air. Selain itu, zeolit juga dapat menghilangkan amonia dan kotoran organik lainnya (Falyouna, 2020). Karbon aktif terkenal dengan kemampuannya menyerap berbagai zat pencemar organik dan anorganik dari air. Struktur porinya yang sangat luas memungkinkan karbon aktif untuk menghilangkan bau, warna, dan rasa yang tidak diinginkan dalam air. Selain itu, karbon aktif juga efektif dalam menghilangkan zat kimia berbahaya dan logam berat seperti Fe dan Mn (Amna et al., 2019).

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk meningkatkan kualitas air sumur gali melalui teknologi filtrasi. Penelitian lain menunjukkan bahwa metode filtrasi dapat menurunkan kandungan besi sebesar 95% dan parameter kekeruhan sebesar 97% (Sinurat et al., 2024). Selain itu, metode filtrasi yang menggunakan media adsorben juga dapat menjernihkan air sumur dan menurunkan kadar besi (Mashadi et al., 2018). Hal ini menunjukkan bahwa metode filtrasi memiliki potensi besar dalam penyediaan air bersih. Pada penelitian ini bertujuan untuk uji efektivitas filtrasi air sumur dalam menurunkan kadar Fe, Mn, dan kekeruhan dengan menggunakan media filtrasi berupa pasir kuarsa-zeolit dan pasir kwarsa-karbon aktif.

2. METODOLOGI

2. 1. Desain penelitian

Penelitian ini dirancang dalam skala laboratorium melalui eksperimen langsung di lapangan untuk memperoleh data kaunitatif. Desain reaktor penelitian disajikan pada Gambar 1 yang merupakan reaktor filtrasi skala laboratorium untuk mengolah air sumur gali. Reaktor filter terdiri dari dua reaktor dengan dua perbedaan komponen utama media filter yaitu penggunaan media zeolit dan karbon aktif. Sedangkan komposisi untuk media filtrasi yang lain merupakan susunan dari pasir kuarsa dan kerikil. Media filter pada reaktor 1 secara berurutan mulai dari paling bawah reaktor terdiri dari media kerikil, pasir kuarsa, zeolit, dan pasir kuarsa. Sedangkan pada reaktor 2 susunan media sama dengan media yang diterapkan pada reaktor 1.. Media-media filtrasi yang digunakan memiliki ukuran diameter yang berbeda yaitu pasir kuarsa dengan diameter 0,2-0,5 mm, zeolit dan karbon aktif dengan bentuk granula berdiameter 0,2-0,5 mm dan untuk kerikil berdiameter 1-2 cm. Pada media zeolit tidak dilakukan modifikasi seperti aktivasi media sedangkan untuk media karbon aktif yang diperoleh sudah merupakan hasil dari aktivasi sebelumnya dan terjual bebas di toko-toko filtrasi air. Debit aliran hasil olahan dari ke dua filtrasi tersebut dirancang dalam 1 L/menit. Sedangkan parameter pencemar yang akan dihilangkan yaitu kandungan Fe, Mn, dan kekeruhan.

2. 2. Lokasi sampling dan teknik pengumpulan data

Air sumur gali yang dijadikan sebagai sampel dalam penelitian ini diperoleh dari salah satu air sumur gali warga di Desa Kenjeran, Kecamatan Simokerto, Kota Surabaya. Pengambilan air sampel dilakukan dengan bantuan pompa dan langsung di alirkan ke bak penampungan awal. Aliran air sampel yang akan masuk ke reaktor filtrasi dikontrol dengan menggunakan valve agar rancangan debit aliran tetap stabil. Air hasil olahan dari kedua reaktor kemudian dianalisis di laboratorium khusnya untuk parameter Fe, Mn, dan kekeruhan. Pengambilan sampel dilakukan pada waktu 15 menit, 30 menit, 45 menit, 60 menit dalam kurun waktu selama 3 hari. Pengujian parameter Fe, dan Mn menggunakan spectrofotometer serapan ataom (SSA) dengan panjang gelombang 450 nm untuk Fe dan 510 nm untuk Mn. Sedangkan untuk kekeruhan menggunakan alat turbidimeter berupa Nephelometric Turbidity Unit (NTU) dengan panjang gelombang 860 nm dan reach pengukuran berkisar 0-40 NTU. Hasil analisis setelah pengolahan untuk ke tiga parameter disesuaikan dengan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia nomor 32 tahun 2017.

2. 3. Metode analisis data

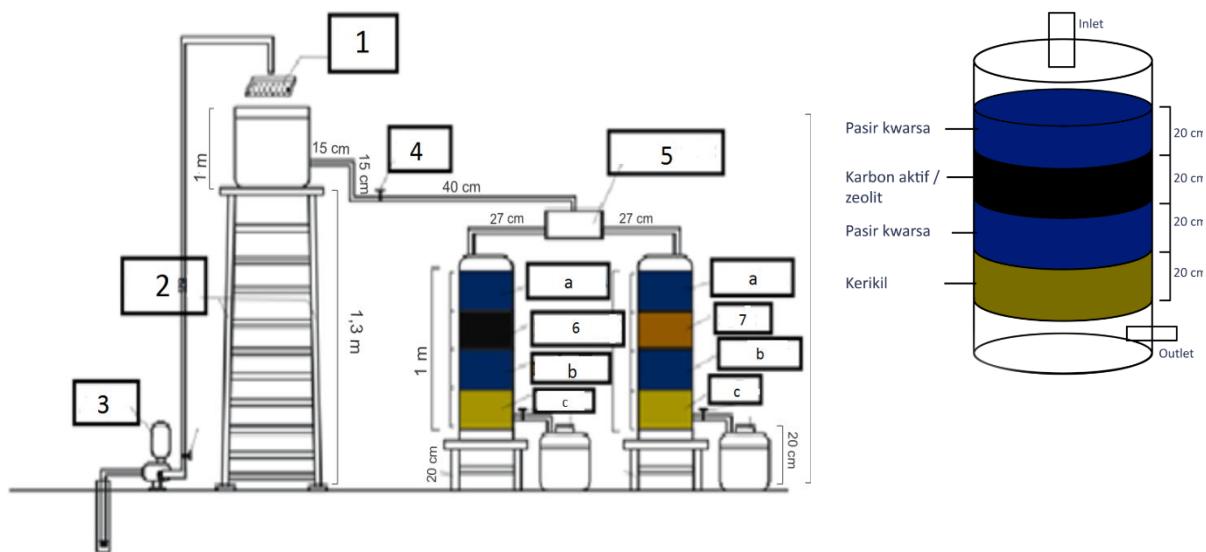
Data hasil olahan dari ke dua rekator filtrasi yang dikumpulkan dilaboratorium, dianalisis menggunakan persamaan 1 dengan cara menghitung nilai penyisihan dari masing-masing parameter. Data yang dianalisis kemudian disajikan dalam bentuk grafik batang untuk mengetahui nilai penyisihan dari parameter terhadap variabel yang telah ditentukan. Hasil akhir dari analisis data akan disesuaikan dengan baku mutu yang telah ditetapkan kemudian bisa di tarik suatu kesimpulan.

$$\text{Penyisihan} = S_0 - S \quad (1)$$

Dimana:

S_0 = kandungan parameter sebelum pengolahan

S = kandungan parameter setelah pengolahan



Gambar 1. Desain Alat Penelitian.

Keterangan :

- | | | |
|---------------|--------------------|------------------------|
| 1 = aerasi | 4 = keran | 7 = karbon aktif |
| 2 = penyangga | 5 = pengatur debit | a dan b = pasir kwarsa |
| 3 = pompa | 6 = zeolit | c = kerikil |

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Uji pendahuluan

Sebelum dilakukan penelitian lebih lanjut, hal pertama yang harus dilakukan adalah memeriksa karakteristik awal air sumur gali sebelum dilakukan pengolahan dengan menggunakan teknologi filtrasi. Hasil pengujian pendahuluan akan menentukan apakah air sumur gali yang dijadikan sebagai sampel penelitian memiliki kadar pencemar di atas ambang

batas atau tidak sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan (Permenkes) nomor 32 tahun 2017 (*Standar baku mutu kesehatan lingkungan dan persyaratan kesehatan air untuk keperluan higiene sanitasi, kolam renang, solus per aqua, dan pemandian umum, 2017*). Di dalam penelitian ini, parameter Fe, Mn dan kekeruhan dipilih karena ketiga parameter tersebut miliki kandungan pencemar yang melebihi nilai baku mutu yang telah ditetapkan dibandingkan dengan parameter yang lain. Hasil uji laboratorium untuk ketiga parameter tersebut disajikan dalam tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian awal untuk konsentrasi Fe, Mn dan Kekeruhan

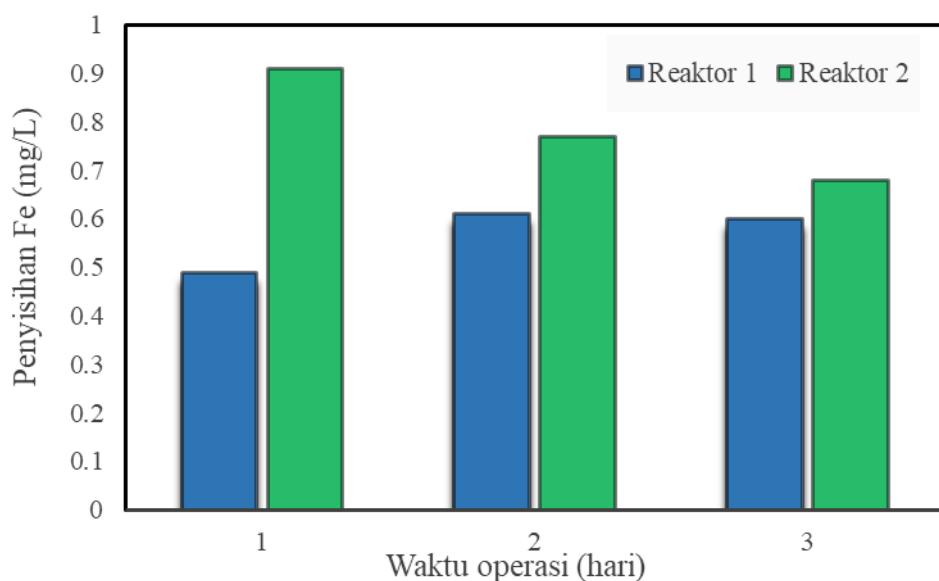
No.	Parameter Uji	Hasil Pengujian (mg/l)	Baku Mutu Air Bersih Permenkes No. 32 Tahun 2017
1.	Besi (Fe)	1,92	1 mg/L
2.	Mangan (Mn)	0,97	0,5 mg/L
3.	Kekeruhan	29	25 NTU

Dari hasil pengamatan awal seperti yang ditunjukkan pada tabel 1 menerangkan bahwa parameter Fe, Mn dan Kekeruhan memiliki nilai yang melebihi baku mutu berdasarkan Permenkes No. 32 Tahun 2017 (*Standar baku mutu kesehatan lingkungan dan persyaratan kesehatan air untuk keperluan higiene sanitasi, kolam renang, solus per aqua, dan pemandian umum, 2017*).

3.2. Penyisihan kadar Fe

Metode filtrasi merupakan teknologi sederhana dalam pengolahan air (air bersih, air minum, atau air limbah) yang telah teah diterapkan sejak lama dan terus berkembang hingga saat ini. Teknologi filtrasi dapat dilakukan dengan berbagai cara yaitu dari cara yang paling sederhana hingga dengan metode canggih yang banyak digunakan dalam skala industri. Teknologi yang paling sederhana untuk menghilangkan kadar Fe dan Mn pada air sumur adalah dengan menggunakan desinfeksi. Penerapan desinfeksi ozon dengan waktu kontak selama 60 menit dapat menurunkan kadar Fe sebesar 0,045 mg/L dengan konsentrasi awal desinfeksi sebesar 0,57 mg/L (Al Khalif et al., 2020; Wahyudin et al., 2013). Penggunaan Mangenese Greensand sebagai adsorben juga dapat menurunkan kadar Fe dan Mn dalam air melalui reaksi oksida Fe^{2+} dan Mn^{2+} menghasilkan filtrat yang mengandung ferri-oksida dan mangan-oksida yang tidak dapat larut dalam air sehingga hanya dapat dipisahkan melalui proses pengendapan dan filtrasi (Al Khalif et al., 2018; Taffarel et al., 2010).

Penyihan kadar Fe setelah dilakukan pengolahan dengan sistem filtrasi menggunakan media zeolit dan karbon aktif disajikan pada Gambar 2. Nilai rata-rata yang diperoleh dari reaktor 1 dari hari pertama hingga hari ke ketiga secara berturut-turut yaitu 0,4975 mg/L, 0,6175 mg/L, 0,605 mg/L. Hasil lebih baik diperoleh dari hasil filtrasi pada reaktor 2 dengan media utama yaitu karbon aktif. Secara berturut-turut, nilai penyisihan Fe pada reaktor ini selama tiga hari pengolahan yaitu 0,9175 mg/L, 0,7725 mg/L dan 0,685 mg/L. Pengolahan air sumur gali dengan metode saringan pasir bertekanan (*pressure sand filter*) mampu menurunkan kadar Fe sebesar 11,7% pada debit 0,5 L/menit, 28,6% dengan operasi debit 1 L/menit dan 30,4% untuk debit 2 L/menit (Purwono et al., 2013).



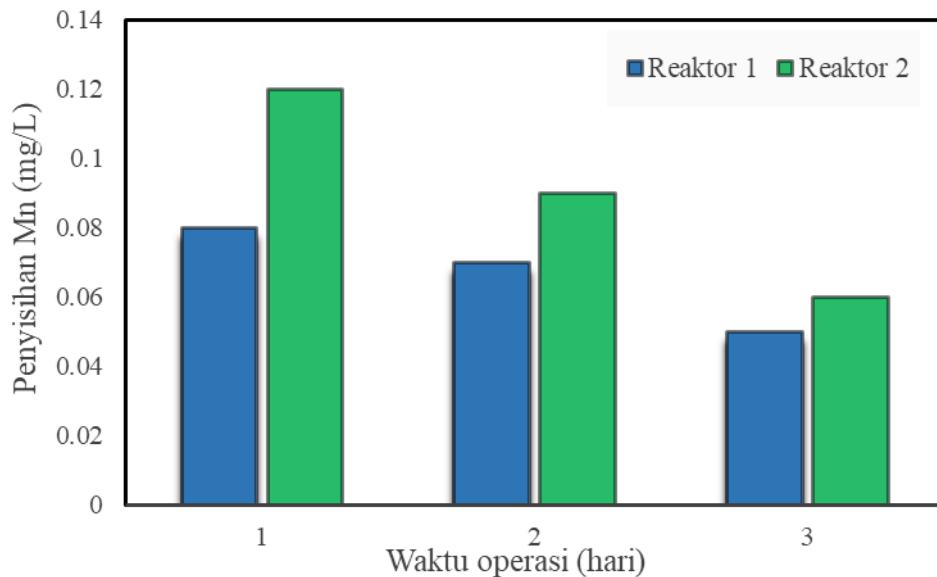
Gambar 2. Penyisihan kadar Fe: reaktor 1 bermedia uatama zeolit dan reaktor 2 bermedia utama karbon aktif

Meskipun pengambilan sampel cukup singkat, namun hasil yang ditunjukkan untuk kedua filtrasi tersebut cukup baik atau dapat dikatakan sudah memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan oleh permenkes nomor 2 tahun 2017. Fungsi zeolit dan karbon aktif sebagai penukar ion dan adsorben ternyata berhasil dalam menurunkan konsentrasi Fe pada air sumur gali. Zeolit yang merupakan senyawa kation aktif dapat bergerak dan bertindak sebagai penukar ion yang mudah melepas kation dan diganti dengan kation lain. Sedangkan karbon aktif memiliki daya serap yang kuat terhadap polutan melalui luas permukaan dan pori-pori yang besar. Daya serap pada karbon aktif sangat berkaitan dengan sifat keaktifannya yang diperoleh selama proses aktivasi karbon aktif (Handika et al., 2017). Penerapan *tray aerator* juga efektif dalam menurunkan kadar Fe pada air sumur gali. Dengan menerapkan teknologi tersebut, kadar Fe tertinggi yang berhasil disisihkan adalah sebesar 1,65 mg/L atau nilai efisiensi sebesar 98,34%

dengan konsentrasi awal sebesar 1,68 mg/L (Al Kholif et al., 2020). Konsentrasi awal pada penelitian sebelumnya terbilang cukup rendah dibandingkan dengan konsentrasi awal pada penelitian ini yang mencapai 1,92 mg/L.

3.3. Penyisihan kadar Mn

Pada beberapa kasus, logam Mn sangat dibutuhkan oleh tubuh manusia karena peranannya yang begitu penting. Di dalam tubuh manusia, Mn banyak ditemukan pada hati (liver), tulang, dan ginjal. Keberadaan Mn dalam tubuh manusia dapat memperlancar kinerja hati (liver) pada produksi urea, *superoxide dismutase*, karboksilase piruvat, dan enzim glikoneogenesis. Selain itu, logam Mn juga bekerjasama dengan enzim gutamine sintetase yang dapat meningkatkan fungsi kinerja otak (Milatovic et al., 2017). Disisi yang lain, logam Mn bisa bertindak sebagai pencemar dan dapat menimbulkan efek toksik pada manusia dan dapat berdampak pada gangguan otak degeneratif yang disebut sebagai manganisme (Milatovic et al., 2017; Sutrisno et al., 2020). Parameter Mn merupakan salah satu parameter pencemar dalam air termasuk dalam air sumur. Cara yang paling mudah untuk mendeteksi kadar Mn dalam air adalah dengan mengamati kondisi bau pada air sampel (Rasman et al., 2016). Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat penyisihan kadar Mn setelah dilakukan filtrasi dengan perbedaan media filtrasi. Hasil yang diperoleh tersaji pada Gambar 3. Dari pengamatan dilapangan selama 3 hari, angka penyisihan yang ditunjukkan menggambarkan hasil maksimal dalam penyisihan kadar Mn. Pada reaktor 1 yang bermedia utama zeolit, nilai penyisihan rata-rata selama tiga hari secara berturut-turut yaitu 0,08 mg/L, 0,07 mg/L, dan 0,05 mg/L. Sedangkan penyisihan Mn pada reaktor 2 yaitu hari pertama berhasil menyisihkan Mn sebesar 0,12 mg/L, hari ke dua sebesar 0,09 mg/L dan hari ke tiga sebesar 0,06 mg/L. Salah satu faktor yang mempengaruhi tingginya nilai penyisihan ini kadar Mn pada penelitian ini adalah kadar awal Mn yang tidak terlalu tinggi yang hanya mencapai 0,97. Berbeda dengan penelitian sebelumnya, dimana kadar awal Mn pada air sumur gali di daerah Dukuh Menanggal Kota Surabaya mencapai 1,14 mg/L. hasil penelitian sebelumnya menunjukkan nilai pengurangan Mn sebesar 1,11 mg/L atau nilai efisiensi sebesar 97,40% (Al Kholif et al., 2020). Meskipun hasil yang diperoleh telah memenuhi baku mutu yang telah ditentukan, namun penelitian lebih lanjut harus tetap dilaksanakan demi untuk mendapatkan hasil yang lebih baik. Penerapan teknologi filtrasi ini terbilang lebih mudah dan murah untuk diterapkan dikalangan masyarakat.

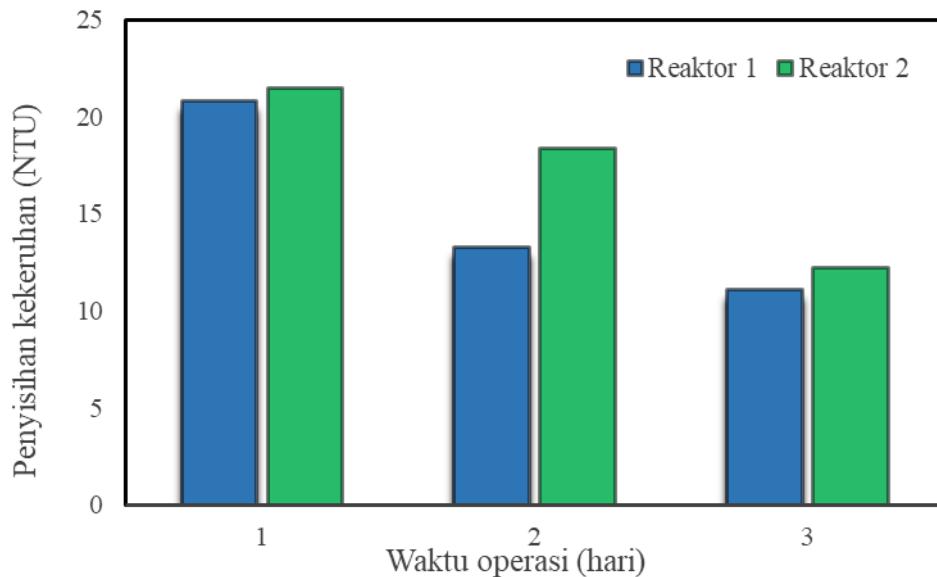


Gambar 3. Penyisihan kadar Mn: reaktor 1 bermedia utama zeolit dan reaktor 2 bermedia utama karbon aktif

Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang juga menerapkan teknologi filtrasi untuk menurunkan kadar Mn pada air sumur di Desa Jeruk Gamping, Kecamatan Krian, Kabupaten Sidoarjo. Dengan nilai kadar awal Mn yang tertinggi mencapai 2,90 mg/L dan nilai terendah mencapai 0,71 mg/L, setelah dilakukan pengolahan dengan metode filtrasi bermedia *manganese greensand*, karbon aktif, pasir silika dan kerikil diperoleh nilai penurunan sebesar 1,62 mg/l untuk kadar tertinggi dan 0,013 mg/L untuk kadar terendah (Riansyah et al., 2021). Penerapan adsorpsi, pertukaran ion, dan variasi ketinggian media filter (*manganese greensand* dan pasir silika) berhasil menyisihkan kadar Mn hingga 90,27% (Sutrisno et al., 2020). Penelitian lain menyebutkan bahwa penggunaan sistem filtrasi sediment polypropylene dan *manganese greensand* juga efektif dalam menurunkan kadar Mn hingga 85% (Al Kholif et al., 2018). Penggunaan karbon aktif dan zeolit lebih efektif dalam menghilangkan logam Mn yang masing-masing mencapai penyisihan hingga 98,25% (media karbon aktif) dan 97,44% (media zeolit) (Al Kholif et al., 2020). Meskipun hasil yang diperoleh dari penelitian ini sudah memenuhi baku mutu yang ditetapkan hanya dengan waktu operasi selama 3 hari, namun jika dibandingkan dengan penelitian-penelitian sebelumnya masih lebih unggul pada penelitian sebelumnya. Faktor yang membedakan hal tersebut adalah singkatnya proses pengolahan air sumur gali dalam menurunkan logam Mn. Meskipun demikian, hasil yang diperoleh dari penelitian ini sudah sesuai dengan tujuan dalam penelitian yang menargetkan penyisihan Mn sesuai dengan standar baku mutu yang telah ditetapkan.

3.4. Penyisihan kekeruhan

Zeolit dan karbon aktif dapat secara efektif menghilangkan kekeruhan dari air sumur melalui proses adsorpsi. Zeolit memiliki porositas partikel yang tinggi, sehingga jarang terjadi penyumbatan, dan memiliki luas permukaan efektif yang besar, yang memberikan kapasitas besar sebagai agen adsorpsi untuk menghilangkan kekeruhan dan polutan lainnya dari air. Dalam aplikasinya di bidang lain, Zeolit yang tidak dimodifikasi memiliki kinerja yang baik dalam menghilangkan ion timbal, tetapi membutuhkan modifikasi untuk meningkatkan penghilangan fluorida dan arsenik (Onyutha et al., 2024). Karbon aktif juga memiliki luas permukaan dan volume pori yang sangat besar, memungkinkannya untuk menyerap polutan dalam jumlah besar seperti fenol dan mangan (Fikri et al., 2022; Mulyatna et al., 2017). Kisaran ukuran partikel karbon aktif 0,8-1,4 nm sangat efektif untuk adsorpsi fenol (Fikri et al., 2022). Secara garis besar hasil filtrasi dari kedua media filter untuk menghilangkan kekeruhan pada air sumur gali disajikan pada Gambar 4. Hasil penelitian menunjukkan bahwa reaktor 2 yang bermedia filter karbon aktif lebih menunjukkan keefektifan dalam mengurangi kekeruhan meskipun pada waktu operasi hari pertama dan ke tiga media zeolit hampir menyamai hasil yang diperoleh pada media karbon aktif. Rendahnya nilai penyisihan kekeruhan pada reaktor 1 yang bermedia zeolit lebih disebabkan tidak dimodifikasinya media tersebut. Hal ini berbeda dengan media karbon aktif yang mengalami modifikasi melalui aktivasi sebelum dilakukan penerapan pada sumur gali. Data penelitian menunjukkan bahwa rata-rata penyisihan kadar kekeruhan pada reaktor 1 mulai dari hari pertama hingga hari terakhir penelitian secara berurutan adalah 20,825 NTU, 13,305 NTU dan 11,09 NTU. Sedangkan pada reaktor 2 kadar kekeruhan pada hari ke-1 yaitu 21,4775 NTU, hari ke-2 sebesar 18,36 NTU dan hari ke-3 yaitu 12,23 NTU. Dalam penelitian ini mengemukakan bahwa semakin lama waktu kontak media filter dengan air sumur gali, maka semakin besar kadar kekeruhan yang akan disisihkan.



Gambar 4 Penyisihan kekeruhan: reaktor 1 bermedia zeolit dan reaktor 2 bermedia karbon aktif

Menggabungkan zeolit dan karbon aktif dalam filter membran keramik dapat mencapai efisiensi penghilangan kekeruhan yang tinggi, hingga 94,64% pada komposisi optimal 60% tanah liat, 30% karbon aktif, dan 10% zeolit, saat dibakar pada suhu 600 °C. Namun, suhu pembakaran yang lebih tinggi di atas 800 °C dapat mengurangi efisiensi penghilangan kekeruhan. Rasio optimal zeolit terhadap karbon aktif untuk menghilangkan kekeruhan adalah 50% zeolit dan 40% karbon aktif, dengan 10% sisanya adalah lempung dalam komposisi membran filter (Nahar et al., 2020). Penyisihan kekeruhan dari air sumur dapat dicapai secara efektif melalui penggunaan zeolit dan karbon aktif. Zeolit X, ketika diaplikasikan pada konsentrasi 0,25 g/100 mL, menunjukkan efisiensi penyisihan kekeruhan yang mengesankan sebesar 99,97% (Khader et al., 2021). Selain itu, membran polieter sulfon berikatan karbon aktif telah terbukti memainkan peran penting dalam meningkatkan penyisihan kekeruhan, memastikan kualitas air dengan menghilangkan bakteri dan kekeruhan secara efisien (Prihandana et al., 2021).

Selain itu, koagulan alami yang berasal dari sumber seperti biji Moringa oleifera telah terbukti efektif dalam menghilangkan kekeruhan. Penelitian telah melaporkan efisiensi penghilangan kekeruhan berkisar antara 80% hingga 99% ketika menggunakan ekstrak biji Moringa oleifera sebagai koagulan utama. Selain itu, potensi koagulasi ekstrak alami seperti ek Iran telah diselidiki, menunjukkan hasil yang menjanjikan dalam penghilangan kekeruhan ketika digunakan sendiri atau dalam kombinasi dengan koagulan lain dalam kondisi optimal

(Jamshidi et al., 2020). Dalam konteks pengolahan air, penerapan proses koagulasi-adsorpsi menggunakan bahan seperti zeolit telah dieksplorasi untuk menghilangkan kekeruhan. Zeolit yang dimodifikasi permukaannya telah terbukti secara efektif menghilangkan kekeruhan dan warna dari air, menyoroti potensinya dalam proses pengolahan air (Kumar et al., 2021). Selain itu, penggunaan koagulan biopolimer telah menunjukkan harapan yang signifikan dalam mengolah air fluvial, dengan penelitian yang menunjukkan penghilangan kekeruhan dan warna yang tampak secara efisien, yang semakin menekankan efektivitas koagulan tersebut dalam pengolahan air (Campos et al., 2019).

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian, kadar awal air sumur gali sebelum difiltrasi menunjukkan nilai Fe, Mn, dan kekeruhanyang tidak memenuhi standar kualitas air bersih. Pada reaktor 1, terjadi penurunan kadar Fe secara signifikan dari hari pertama hingga hari ketiga, dengan nilai yang semakin menurun dari 0,4975 mg/L menjadi 0,605 mg/L. Sedangkan pada reaktor 2, meskipun terjadi penurunan, namun nilai kadar Fe cenderung lebih tinggi daripada pada reaktor 1, dengan nilai terendah pada hari ketiga sebesar 0,685 mg/L. Penurunan kadar Mn juga terjadi secara bertahap, namun reaktor 1 menunjukkan penurunan yang lebih stabil dibandingkan reaktor 2. Demikian pula dengan penurunan kekeruhan, reaktor 1 menunjukkan penurunan yang lebih besar dan stabil dari hari pertama hingga hari ketiga, sementara reaktor 2 memiliki fluktuasi yang sedikit lebih tinggi. Secara keseluruhan, reaktor 1 menunjukkan kinerja yang lebih baik dalam mengurangi kadar Fe, Mn, dan kekeruhan dibandingkan dengan reaktor 2. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi media filtrasi yang terdiri dari pasir kuarsa-zeolit pada reaktor 1 lebih efektif dalam meningkatkan kualitas air sumur gali. Dengan demikian, penggunaan media filtrasi tersebut dapat dijadikan sebagai solusi yang efektif dalam memperbaiki kualitas air sumur gali sesuai dengan standar kualitas yang ditetapkan oleh PERMENKES No. 32 Tahun 2017.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan apresiasi dan terimakasih pada Dinas Kesehatan Laboratorium Kesehatan Daerah Pemerintah Kota Surabaya yang telah menguji analisi parameter Fe, Mn dan Kekeruhan

DAFTAR PUSTAKA

- Al Kholif, M., Ma'fuddin, T. Y., & Widyastuti, S. (2018). Tingkat penyisihan cemaran air sungai menggunakan coagulant aid, sediment polypropylene, dan managanese greensand. *WAKTU: Jurnal Teknik UNIPA*, 16(1), 1–8. doi: 10.36456/waktu.v16I1.971
- Al Kholif, M., Sugito, S., Pungut, P., & Sutrisno, J. (2020). Kombinasi tray aerator dan filtrasi untuk menurunkan kadar besi (Fe) dan mangan (Mn) pada air sumur. *ECOTROPHIC: Jurnal Ilmu Lingkungan (Journal of Environmental Science)*, 14(1), 28. doi: 10.24843/EJES.2020.v14.i01.p03
- Amna, U., Wahyuningsih, P., & Halimatussakdiah, H. (2019). Penerapan Sistem Filtrasi Tunggal Menggunakan Zeolit Dan Arang Aktif dalam Upaya Penyediaan Air Bersih di Desa Paya Bujok Seuleumak, Kota Langsa, Aceh. *QUIMICA: Jurnal Kimia Sains Dan Terapan*, 1(2), 18–23. Retrieved from <https://ejurnalunsam.id/index.php/JQ/article/view/1698>
- Campos, V., Domingos, J. M., Anjos, D. N. d., & Lira, V. S. (2019). Study of Fluvial Water Treatability Using Γ -Polyglutamic Acid Based Biopolymer Coagulant. *Anais Da Academia Brasileira De Ciências*, 91(3). doi: 10.1590/0001-3765201920190051
- Falyouna, O. (2020). Magnetic zeolite synthesis for efficient removal of cesium in a lab-scale continuous treatment system. *Journal of Colloid and Interface Science*, 571, 66–79. doi: 10.1016/j.jcis.2020.03.028
- Febrina, L., Febrina, L., & Ayuna, A. (2015). Studi penurunan kadar besi (Fe) dan Mangan (Mn) dalam air tanah menggunakan saringan keramik. *Jurnal Teknologi*, 7(1), 35–44. doi: 10.24853/jurtek.7.1.35-44
- Fikri, E., Mutiara Farid, R. A., Septiati, Y. A., Djuhriah, N., Hanurawaty, N. Y., & Khair, A. S. E. (2022). Effect of zeolite and activated carbon thickness variation as adsorbent media in reducing phenol and manganese levels in wastewater of non-destructive testing unit. *Journal of Ecological Engineering*, 23(8), 40–48. doi: 10.12911/22998993/150653
- Handika, G., Maulina, S., & Mentari, V. A. (2017). Karakteristik karbon aktif dan pemanfaatan limbah tanaman kelapa sawit dengan penambahan aktivator natriom karbonat (Na_2CO_3) dan natrium klorida (NaCl). *Jurnal Teknik Kimia USU*, 6(4).
- Jamshidi, A., Rezaei, S., Hassani, G., Firoozi, Z., Ghaffari, H. R., & Sadeghi, H. (2020). Coagulating Potential of Iranian Oak (*Quercus Branti*) Extract as a Natural Coagulant in Turbidity Removal From Water. *Journal of Environmental Health Science and Engineering*, 18(1), 163–175. doi: 10.1007/s40201-020-00449-0

- Khader, E. H., Mohammed, T. J., Mirghaffari, N., Salman, A. D., Juzsakova, T., & Abdullah, T. A. (2021). Removal of Organic Pollutants From Produced Water by Batch Adsorption Treatment. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 24(2), 713–720. doi: 10.1007/s10098-021-02159-z
- Koul, B., Yadav, D., Singh, S., Kumar, M., & Song, M. (2022). Insights into the Domestic Wastewater Treatment (DWWT) Regimes: A Review. In Water (Vol. 14, Issue 21). doi: 10.3390/w14213542
- Kumar, M., Kalyani, G., Mahendran, S., Rao, H. J., Ravindiran, G., Someswaran, R., Latha, C. J., & Palpandian, M. (2021). Treatment of RO Rejects Wastewater by Integrated Coagulation Cum Adsorption Process. *Polish Journal of Environmental Studies*, 30(5), 4031–4038. doi: 10.15244/pjoes/130274
- Mashadi, A., Surendro, B., Rakhmawati, A., & Amin, M. (2018). Peningkatan kualitas pH, Fe, dan kekeruhan dari air sumur gali dengan metode filtrasi. *Jurnal Riset Rekayasa Sipil*, 1(2), 105–113 of 43. doi: 10.20961/JRRS.V1I2.20660
- Milatovic, D., Gupta, R. C., Yin, Z., Zaja-Milatovic, S., & Aschner, M. (2017). Chapter 32 - Manganese. In R. C. Gupta (Ed.), Reproductive and developmental toxicology (second edition) (pp. 567–581). Academic Press. doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804239-7.00032-9>
- Mulyatna, L., Yustiani, Y. M., Hasbiah, A., & Yopita, W. (2017). Rainwater treatment using treated natural zeolite and activated carbon filter. *UNEJ E-Proceeding*, 279–281. doi: 10.3389/fchem.2022.781372
- Nahar, N., Saifuddin, S., & Sami, M. (2020). Formulating an anorganic membrane using clay, activated carbon and micro zeolite as filter media for peat water purification. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 854(1), 012076. doi: 10.1088/1757-899X/854/1/012076
- Onyutha, C., Okello, E., Atukwase, R., Nduhukiire, P., Ecodu, M., & Kwiringira, J. N. (2024). Improving household water treatment: using zeolite to remove lead, fluoride and arsenic following optimized turbidity reduction in slow sand filtration. *Sustainable Environment Research*, 34(1), 4. doi: 10.1186/s42834-024-00209-x
- Standar baku mutu kesehatan lingkungan dan persyaratan kesehatan air untuk keperluan higiene sanitasi, kolam renang, solus per aqua, dan pemandian umum, (2017). Retrieved from <https://peraturan.bpk.go.id/Details/112092/permekes-no-32-tahun-2017>

- Prihandana, G. S., Sururi, A., Sriani, T., Yusof, F., Jamaludin, M. F., & Mahardika, M. (2021). Facile Fabrication of Low-Cost Activated Carbon Bonded Polyethersulfone Membrane for Efficient Bacteria and Turbidity Removal. *Water Practice & Technology*, 17(1), 102–111. doi: 10.2166/wpt.2021.116
- Purwono, & Karbito. (2013). Pengolahan air sumur gali menggunakan saringan pasir bertekanan (pressure sand filter) untuk menurunkan kadar besi (Fe) dan mangan (Mn) (studi kasus di desa banjar negoro kecamatan wonosobo tanggamus). *Jurnal Kesehatan*, 4(1). doi: 10.26630/JK.V4I1.38
- Rahmadani, R. W., Diah, R., Setyowati, N., & Nilandita, W. (2021). Analisis Kandungan Kimia Pada Sumur Gali Masyarakat Desa Pagerwojo di Kecamatan Buduran Kabupaten Sidoarjo. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 8(2), 86–90.
- Rasman, R., & Saleh, M. (2016). Penurunan kadar besi (Fe) dengan sistem gali (eksperimen). *HIGIENE: Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 2(3), 159–167. Retrieved from <http://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/higiene/article/view/1826>
- Riansyah, M. L., & Al Kholif, M. (2021). Pengaruh media filter manganesegreensand, karbon aktif, pasir silika dan kerikil dalam menurunkan kadar mangan, kekeruhan dan bau pada air sumur. *Jurnal WAKTU Teknik*, 19(2). Retrieved from <https://jurnal.unipasby.ac.id/index.php/waktu/article/view/5151/3937>
- Sinurat, M. A. P., Dinanti, B. D., Widiya, W., & Purnaini, R. (2024). Kombinasi Aerasi-Filtrasi dalam Pengolahan Air Sumur Gali Menjadi Air Bersih. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 12(2), 443. doi: 10.26418/jtllb.v12i2.76659
- Sutrisno, J., Al Kholif, M., & Rohma, A. N. (2020). Penerapan adsorpsi, pertukaran ion, dan variasi ketinggian media filtrasi dalam meningkatkan kualitas air sumur. *Jurnal Sains Dan Teknologi*, 19(2), 69–75. doi: 10.31258/JST.V19.N2.P69-75
- Syahrir, S., Selintung, M., Pallu, M., & Thaha, A. (2012). *Studi Model Efektifitas Media Pasir Kuarsa Pada Proses Filtrasi Single Medium (Studi Kasus Sungai Tiroang)*. doi: 10.13140/RG.2.2.23040.46089
- Taffarel, S. R., & Rubio, J. (2010). Removal of Mn²⁺ from aqueous solution by manganese oxide coated zeolite. *Minerals Engineering*, 23(14), 1131–1138. doi: <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2010.07.007>
- Wahyudin, Tjahjanto, R. T., & Wardhani, S. (2013). Kombinasi ozonisasi, iradiasi ultraviolet dan zeolit untuk disinfeksi Air tanah dan penentuan konsentrasi ozon dengan metode spektrofotometri UV-visible. *Jurnal Student Kimia*, 1(1), 126–132.

Zahmatkesh, S., Bokhari, A., Karimian, M., Zahra, M. M. A., Sillanpää, M., Panchal, H., Alrubaie, A. J., & Rezakhani, Y. (2022). A comprehensive review of various approaches for treatment of tertiary wastewater with emerging contaminants: what do we know? *Environmental Monitoring and Assessment*, 194(12), 884. doi: 10.1007/s10661-022-10503-z