

## Efektivitas Filtrasi Media Komposit Alami dalam Meningkatkan Kualitas Air Keran Berbasis Sumur Bor

Syakila Adni Islami<sup>1\*)</sup>, Callystha Aysel Aulia<sup>1)</sup>, Kamilia Qurratu Putri<sup>1)</sup>, Kirana Indah Putri<sup>1)</sup>, Elis Jubaedah<sup>1)</sup>, Zaenal Asikin<sup>1)</sup>, Tetti Solehati<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Sekolah Menengah Atas Negeri 3 Bandung, Jl. Belitung No.8, Merdeka, Kec. Sumur Bandung, Kota Bandung, Jawa Barat 40113, Indonesia.

<sup>2)</sup> Fakultas Keperawatan Universitas Padjadjaran, Jl. Raya Ir. Soekarno, KM. 21, Hegarmanah, Jatinangor, Sumedang, West Java, 45363, Jawa Barat, Indonesia

\*Corresponding Author: syakilaadni3@gmail.com

### Abstrak

Ketersediaan air bersih menjadi isu penting di wilayah urban seperti Kota Bandung, terutama pada area yang masih mengandalkan air tanah sebagai sumber utama kebutuhan domestik. Permasalahan kualitas air keran yang keruh dan berpotensi mengandung kontaminan kimia menuntut adanya teknologi filtrasi yang efektif, terjangkau, dan ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi efektivitas sistem filtrasi sederhana berbasis media komposit alami dalam meningkatkan kualitas fisik dan kimia air keran berbasis sumur bor. Penelitian menggunakan desain eksperimen *one-group pretest-posttest* dengan membandingkan parameter fisika dan kimia air sebelum dan sesudah proses filtrasi. Penelitian dilakukan pada bulan Mei 2025 dengan menggunakan sampel air keran di wilayah Kota Bandung. Hasil analisis menunjukkan penurunan kekeruhan dari 21 NTU menjadi 14,35 NTU (31,67%) serta penurunan kadar besi dari 0,158 mg/L menjadi 0,065 mg/L (58,86%). Parameter pH relatif stabil, sementara total padatan terlarut dan kesadahan menunjukkan peningkatan ringan namun masih berada di bawah ambang batas baku mutu Standar Nasional Indonesia. Secara keseluruhan, sistem filtrasi media komposit alami efektif dalam memperbaiki kualitas fisik dan kimia air keran dan berpotensi diterapkan sebagai tahap awal pengolahan air rumah tangga yang sederhana, ekonomis, dan ramah lingkungan, guna mendukung pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDG) 6 tentang akses air bersih dan sanitasi.

**Kata kunci:** baku mutu SNI, filtrasi air, kejernihan air, kualitas air tanah, media filtrasi alami.

### PENDAHULUAN

Air bersih merupakan kebutuhan dasar manusia dan akses terhadap air minum yang aman merupakan hak asasi manusia (MoPW, 2025). Air minum merupakan air yang digunakan untuk konsumsi manusia (Sisca, 2016), seharusnya memenuhi standar kesehatan, yakni jernih dan bebas dari kontaminasi fisik, kimia, maupun mikrobiologis. Namun, berbagai wilayah perkotaan di negara berkembang, termasuk Indonesia, masih menghadapi tantangan dalam penyediaan air bersih yang layak konsumsi (Ekowati & Lusno, 2025). Kondisi ini juga terjadi di Kota Bandung, di mana pertumbuhan penduduk yang pesat meningkatkan ketergantungan masyarakat terhadap air tanah, terutama air bor, sebagai sumber kebutuhan domestik. Pertumbuhan penduduk yang pesat memicu perluasan permukiman, mengurangi infiltrasi air dan menurunkan ketersediaan air tanah, sekaligus meningkatkan kebutuhan akan air (Ramdani, 2012). Kualitas air tanah di Bandung masih rentan terkontaminasi sedimen, logam berat, serta mikroorganisme patogen. Penelitian menunjukkan adanya kandungan timbal (Pb), kadmium (Cd), dan merkuri (Hg) di kawasan hulu Sungai Citarum yang berpotensi masuk ke sistem distribusi air rumah tangga apabila proses pengolahan tidak optimal. Kontaminasi ini dapat masuk ke sistem distribusi air rumah tangga jika proses pengolahan

tidak optimal (Wispriyono, 2021). Selain itu, beberapa wilayah menunjukkan tingginya kekeruhan, bau tidak sedap, serta kadar besi (Fe) dan mangan (Mn) yang melebihi ambang batas standar nasional dan WHO dan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017. Kontaminan seperti logam berat, senyawa organik, dan padatan tersuspensi dapat menurunkan kualitas air dan membahayakan kesehatan (Anggraini & Suryani, 2024). Selain itu, keberadaan bakteri patogen seperti *Escherichia coli* dan bakteri koliform juga menandakan risiko kesehatan yang serius khususnya bagi kelompok rentan seperti anak-anak dan lansia (Rahayu & Gumilar, 2017).

Sistem penyediaan air konvensional, di sisi lain, masih memiliki keterbatasan dari aspek efektivitas, biaya, dan keberlanjutan. Banyak rumah tangga yang belum terlayani PDAM bergantung pada air tanah dengan kualitas rendah, meskipun layanan PDAM terbukti lebih cost-effective dibanding kondisi eksisting (Putro & Ferdian, 2016). Ketergantungan tinggi terhadap air tanah turut dikaitkan dengan penurunan muka air tanah dan isu keberlanjutan lingkungan di Bandung (Nurhasanah, Pancasilawan, & Munajat, 2021). Meski teknologi filtrasi telah banyak dikembangkan, sebagian besar masih menggunakan media sintetis yang tidak ramah lingkungan dan membutuhkan biaya operasional tinggi. Sementara itu, solusi filtrasi berbasis media alami atau limbah terbarukan yang diuji secara sistematis untuk kondisi spesifik air bor di Bandung masih terbatas.

Kondisi tersebut menegaskan perlunya inovasi filtrasi yang efektif, terjangkau, dan berkelanjutan, terutama untuk tingkat rumah tangga, salah satunya filtrasi berbasis media alami dan komposit seperti: zeolit, karbon aktif, pasir silika, spun, dan kerikil kecil. Menurut Wadi'ah dkk (2025) karbon aktif memiliki potensi sebagai alternatif pra-pengolahan air yang lebih efisien, ekonomis, dan ramah lingkungan (Wadi'ah, Pandiangan, Irlamaida, Nuryadin, & Subagiyo, 2025). Sedangkan menurut Nafis dkk (2025), zeolit, pasir silika, karbon aktif, mampu menurunkan kadar Fe dan Mn hingga memenuhi standar baku mutu (Nafis, Djana, Mayasari, & Werena, 2025). Penggunaan media filtrasi alami seperti busa, pasir silika, zeolit, dan karbon aktif terbukti efektif dalam meningkatkan kualitas air (Melki, Putri, Isnaini, Hartoni, & Meiyerani, 2024).. Inovasi ini sejalan dengan upaya mencapai Sustainable Development Goals (SDG 6) terkait akses air bersih dan sanitasi. Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini berfokus pada pengembangan dan optimalisasi sistem filtrasi ramah lingkungan untuk meningkatkan kualitas air keran berbasis air tanah di Kota Bandung. Melalui penelitian ini diharapkan diperoleh solusi yang praktis, efisien, dan berkelanjutan untuk meningkatkan kualitas air keran, sehingga masyarakat dapat memperoleh air minum yang lebih aman tanpa bergantung pada metode pemurnian konvensional yang sering kali kurang optimal. Selain kontribusi teknis, penelitian ini mendukung pencapaian SDG 6 serta menawarkan inovasi yang relevan bagi Kota Bandung maupun wilayah lain dengan kondisi serupa. Penelitian ini juga mendorong pemanfaatan material ramah lingkungan sebagai bagian dari upaya pelestarian sumber daya. Temuan mengenai efektivitas media filtrasi lokal memberikan dasar ilmiah bagi pengembangan teknologi filtrasi yang lebih efisien sekaligus menyediakan data penting bagi penelitian lanjutan. Penelitian ini diharapkan menghasilkan solusi praktis, efisien, dan dapat diterapkan di masyarakat, sekaligus memberikan dasar ilmiah bagi pengembangan teknologi filtrasi sederhana dan berkelanjutan.

## **METODOLOGI PENELITIAN**

### **Desain Penelitian**

Penelitian ini menggunakan desain eksperimental *one-group pretest–posttest*. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah perlakuan filtrasi, sedangkan variabel terikat meliputi parameter fisik dan kimia kualitas air. Perlakuan yang diberikan berupa proses filtrasi menggunakan satu konfigurasi media yang telah ditetapkan. Kualitas air dianalisis dengan membandingkan parameter fisik dan kimia sebelum dan sesudah proses filtrasi dianalisis berdasarkan parameter fisik dan kimia,

meliputi tingkat kekeruhan, bau, pH, total padatan terlarut (TDS), kadar Fe, nitrat ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ), dan kesadahan total. Data yang diperoleh kemudian dibandingkan dengan baku mutu kualitas air berdasarkan standar nasional untuk menilai kinerja media filtrasi. Penelitian ini tidak melibatkan variasi perlakuan atau optimasi komparatif, sehingga fokus penelitian adalah pada evaluasi kinerja satu sistem filtrasi yang dikembangkan. Sistem filtrasi yang dikembangkan memanfaatkan kombinasi beberapa bahan penyaring, yaitu karbon aktif, pasir silika, zeolit, dan lapisan spun dengan tingkat kerapatan berbeda.

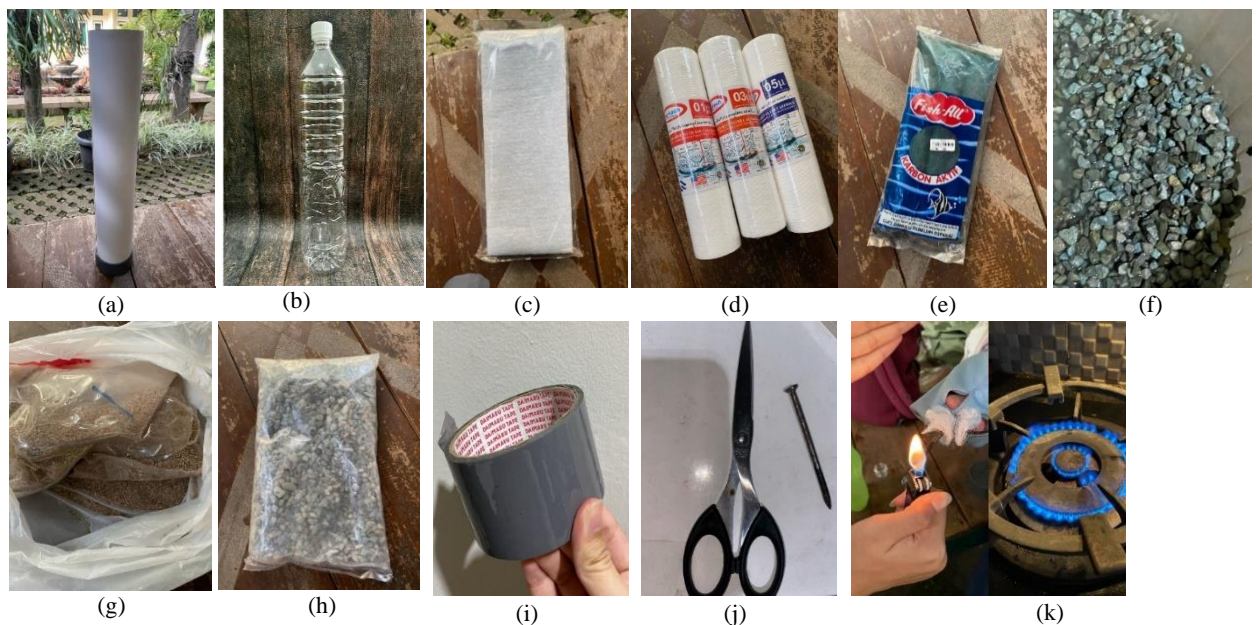
### Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei 2025. Sampel air diambil dari air keran berbasis sumur bor yang digunakan di salah satu masjid di kawasan perumahan Kota Bandung, Jawa Barat. Seluruh pengujian laboratorium dilakukan di Laboratorium Ekologi Universitas Padjadjaran.

### Alat dan Bahan

Perangkat dan media filtrasi yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 1. Perangkat filtrasi menggunakan: (a) pipa PVC berdiameter  $\pm 10$  cm dan panjang  $\pm 50$  cm sebagai wadah utama, (b) botol plastik 1,5-liter sebagai saluran keluaran air. Media filtrasi terdiri atas: (c) kain poli nontenun, (d) spun dengan tingkat kerapatan  $1 \mu\text{m}$ ,  $3 \mu\text{m}$ , dan  $5 \mu\text{m}$ , (e) karbon aktif, (f) zeolit, (g) pasir silika, (h) kerikil kecil, (i) selotif, (j) gunting dan paku, (k) kompor dan korek.

Alat analisis yang digunakan meliputi turbidimeter digital untuk pengukuran kekeruhan, *digital water quality meter* untuk pengukuran pH dan total padatan terlarut (TDS), serta peralatan laboratorium untuk analisis kadar besi (Fe), nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ), dan kesadahan total sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) yang berlaku.



Gambar 1. Perangkat dan media filtrasi

### Pembuatan Perangkat Filtrasi

Tahapan pembuatan alat filtrasi dimulai dengan menutup salah satu ujung pipa PVC, kemudian membuat sejumlah lubang kecil berdiameter  $\pm 0,6$  cm pada bagian dasar untuk jalur keluarnya air hasil penyaringan (Gambar 2). Sebuah botol plastik dipotong bagian atasnya sehingga berbentuk corong, kemudian ditempelkan pada dasar pipa PVC menggunakan selotip untuk memastikan sambungan kedap air (Gambar 3 dan Gambar 4).



Gambar 2. Lubang Pada Pipa PVC



Gambar 3. Botol plastik yang ujungnya sudah dipotong



Gambar 4 Ujung botol direkatkan dengan pipa

### Penyusunan Lapisan Media Filtrasi

Media filtrasi disusun secara berurutan dari lapisan paling bawah hingga paling atas (Gambar 5a dan 5b). Seluruh bahan dicuci terlebih dahulu untuk menghilangkan debu atau partikel kotor yang dapat memengaruhi hasil filtrasi.



Gambar 5a Lapisan Filter Air dan 5b Produk Tech-Qua

Lapisan dasar terdiri atas tiga lapis kain poli nontenun yang berfungsi sebagai penyaring awal dan penahan media (Gambar 6). Lapisan berikutnya adalah spun 01, spun 03, dan spun 05, masing-masing berperan menyaring sedimen dengan ukuran berturut-turut lebih besar dari 1 mikrometer, 3 mikrometer, dan 5 mikrometer (Gambar 7 dan Gambar 8). Di atas lapisan spun ditempatkan kembali tiga lapis kain poli nontenun sebagai pembatas untuk menjaga stabilitas media. Lapisan penyaringan utama terdiri atas karbon aktif sebanyak dua setengah gelas ukuran 120 ml (Gambar 9), diikuti oleh zeolit sebanyak tiga hingga empat gelas, pasir silika empat gelas, dan kerikil kecil sebagai lapisan penutup yang menjaga agar pasir tidak terbawa aliran



Gambar 6 Kain Penyaring yang Sudah Dicuci



Gambar 7 Spun yang Sudah Dipotong



Gambar 8 Spun yang didalam pipa



Gambar 9. Karbon Aktif



Gambar 10. Zeolit



Gambar 11. Pasir silika



Gambar 12. Batu kerikil

### Prinsip dan Penyusunan Media Filtrasi

Pengukuran kekeruhan dilakukan menggunakan turbidimeter digital (rentang pengukuran 0–1000 NTU) di Laboratorium Ekologi Universitas Padjadjaran. Nilai pH dan TDS diukur menggunakan *digital water quality meter* yang telah dikalibrasi. Analisis kadar besi (Fe) dan nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) dilakukan menggunakan metode spektrofotometri sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) yang berlaku. Pengujian kesadahan total dilakukan menggunakan metode titrasi EDTA.

Sistem filtrasi bekerja berdasarkan mekanisme penyaringan bertingkat dan adsorpsi. Pada penelitian ini kombinasi media dipilih berdasarkan efektivitasnya dalam menurunkan kekeruhan, menghilangkan bau, serta menyerap zat kontaminan yang umum ditemukan pada air tanah di wilayah urban. Karbon aktif dari tempurung kelapa digunakan sebagai penyerap zat organik dan bau. Pasir silika berfungsi menyaring partikel halus, sementara zeolit berperan sebagai penyerap ion logam seperti Fe dan Mn. Media filtrasi disusun secara stratifikasi dari bawah ke atas. Lapisan dasar terdiri atas kain poli nontenun yang berfungsi sebagai penahan media. Selanjutnya dipasang lapisan spun 1  $\mu\text{m}$ , 3  $\mu\text{m}$ , dan 5  $\mu\text{m}$  untuk menyaring partikel sedimen dengan ukuran berbeda. Lapisan utama filtrasi terdiri atas karbon aktif sebagai penyerap zat organik dan bau, diikuti oleh zeolit sebagai penyerap ion logam, serta pasir silika untuk menyaring partikel halus. Lapisan paling atas berupa kerikil kecil berfungsi menjaga stabilitas media dan mencegah terbawanya pasir oleh aliran air. Sampel air hasil filtrasi kemudian direbus hingga mendidih sebagai langkah pengamanan tambahan terhadap potensi kontaminasi mikrobiologis. Parameter mikrobiologi tidak digunakan sebagai indikator kinerja sistem filtrasi karena penghilangan mikroorganisme patogen dilakukan melalui proses perebusan, bukan oleh mekanisme filtrasi.

Secara keseluruhan, mekanisme kerja sistem filtrasi berlangsung melalui tiga tahapan utama. Tahap pertama adalah penyaringan awal, di mana lapisan kerikil dan pasir silika menghilangkan

partikel besar seperti pasir dan lumpur. Tahap kedua adalah penyaringan utama, yaitu proses adsorpsi oleh karbon aktif serta penyerapan ion logam oleh zeolit. Tahap terakhir adalah penyaringan akhir menggunakan kain poli nontenun untuk memastikan air bebas dari partikel halus.

### **Prosedur Pengujian**

Pengujian dilakukan dengan mengalirkan air keran ke dalam sistem filtrasi hingga aliran stabil tercapai. Sistem filtrasi dijalankan secara kontinu selama  $\pm 15$  menit sebelum pengambilan sampel air hasil filtrasi untuk memastikan seluruh media telah terbasahi secara merata. Dua sampel air diambil dari sumber yang sama, yaitu sampel sebelum filtrasi dan sampel setelah filtrasi. Sampel air hasil filtrasi kemudian direbus hingga mendidih sebagai langkah pengamanan tambahan terhadap potensi kontaminasi mikrobiologis. Parameter mikrobiologi tidak digunakan sebagai indikator kinerja sistem filtrasi karena penghilangan mikroorganisme patogen dilakukan melalui proses perebusan, bukan oleh mekanisme filtrasi.

### **Parameter yang Dianalisis**

Parameter kualitas air yang dianalisis meliputi kekeruhan, bau, pH, total padatan terlarut (TDS), kadar besi (Fe), nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ), dan kesadahan total. Nilai hasil pengujian sebelum dan sesudah filtrasi dibandingkan untuk menilai perubahan kualitas air akibat perlakuan filtrasi.

Evaluasi kinerja sistem filtrasi dilakukan untuk menilai kebutuhan perawatan media, seperti pencucian atau penggantian, apabila ditemukan penurunan kualitas air hasil filtrasi dengan cara jika ditemukan bahwa air masih berbau atau keruh, dilakukan pemeriksaan ulang kondisi karbon aktif, pasir silika, dan media lainnya untuk menentukan kebutuhan pencucian atau penggantian. Jika media filtrasi yang dikembangkan mampu mengurangi tingkat kekeruhan dan menurunkan kadar zat kimia berbahaya secara efektif, maka air keran yang dihasilkan akan memenuhi standar kelayakan konsumsi sesuai dengan standar kualitas air minum.

### **Teknik Analisis Data**

Analisis data dilakukan menggunakan pendekatan deskriptif. Data dianalisis berdasarkan kecenderungan perubahan setiap parameter dan kemudian dibandingkan dengan baku mutu kualitas air minum sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI). Pendekatan ini digunakan untuk menilai efektivitas sistem filtrasi dalam memperbaiki kualitas fisik dan kimia air keran serta untuk mengevaluasi kelayakan penerapannya sebagai teknologi filtrasi sederhana berbasis rumah tangga. Data disajikan dalam bentuk tabel untuk memudahkan perbandingan perubahan kualitas air yang meliputi tingkat kejernihan, perubahan bau, serta kandungan zat kimia terlarut jika tersedia. Berdasarkan hasil analisis tersebut, peneliti menentukan media filtrasi yang paling efektif dalam meningkatkan kejernihan dan kebersihan air keran, sekaligus menilai apakah hasil filtrasi telah memenuhi standar kelayakan konsumsi. Interpretasi lebih lanjut juga dilakukan untuk mengevaluasi apakah media filtrasi memerlukan pengembangan tambahan serta menilai aspek kepraktisan dan keberlanjutan penerapannya di masyarakat.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Hasil Penelitian**

Hasil pengujian kualitas air keran berbasis sumur bor sebelum dan sesudah proses filtrasi media komposit alami disajikan pada tabel 1. Secara umum, terjadi perbaikan kualitas air pada sebagian besar parameter fisik dan kimia setelah air melalui sistem filtrasi yang dikembangkan.

**Tabel 1.** Hasil Pengujian Kualitas Air Keran Berbasis Sumur Bor Sebelum dan Sesudah Proses Filtrasi Media Komposit Alami

No	Parameter	Satuan	Hasil Analisa		% Removal / Perubahan	Baku Mutu	Acuan Metode
			Sebelum Filter	Setelah Filter			
<b>FISIKA</b>							
1	Kekeruhan	NTU	21	14,35	31,67% ↓	25	SNI 06-6989.25-2005
2	Padatan terlarut total (TDS)	mg/L	354	415	17,23 ↑	1000	SNI 6989.27-2019
<b>KIMIA</b>							
1	Kesadahan total (CaCO <sub>3</sub> )	mg/L	231,07	235,68	1,99% ↑	500	SNI 06-6989.12-2004
2	Besi (Fe)	mg/L	0,158	0,065	58,86% ↓	1	SNI 6989-84:2019
3	Nitrat sebagai N (NO <sub>3</sub> -N)	mg/L	1,561	<0,006	>99,6% ↓	10	SNI 6989.79-2011
4	pH	pH	7,2	7,1	Stabil	6,5 – 8,5	pH meter digital

**Keterangan:**

↓ = penurunan konsentrasi; ↑ = peningkatan konsentrasi, Nilai % removal dihitung untuk parameter yang mengalami perubahan konsentrasi.

Berdasarkan tabel 1, Secara keseluruhan, mekanisme filtrasi ramah lingkungan mampu meningkatkan kualitas air secara signifikan. Penurunan kekeruhan, besi, nitrat menunjukkan kinerja filtrasi yang baik. Meskipun terdapat sedikit peningkatan TDS dan kesadahan, nilai tersebut masih jauh di bawah baku mutu dan tidak mempengaruhi kelayakan konsumsi. Dengan demikian, air hasil filtrasi memenuhi standar kualitas air minum berdasarkan parameter fisika dan kimia, sehingga layak digunakan sebagai air konsumsi rumah tangga.

**Tabel 2. Biaya Implementasi dan Efisiensi Ekonomi**

Komponen Biaya	Biaya (Rp)
Biaya Pembelian Material Penyaring	Rp 150.000
Biaya uji lab	Rp 1.000.000
Biaya total	Rp 1.150.000

Tabel 2 menunjukkan bahwa total biaya implementasi sistem filtrasi air adalah Rp 1.150.000, terdiri atas Rp 150.000 untuk material penyaring dan Rp 1.000.000 untuk uji laboratorium. Biaya material yang relatif rendah menunjukkan bahwa sistem filtrasi ini ekonomis dan mudah diterapkan oleh masyarakat. Sementara itu, biaya uji laboratorium merupakan investasi awal untuk memastikan kualitas air memenuhi standar SNI. Secara keseluruhan, biaya implementasi yang dikeluarkan cukup

efisien jika dibandingkan dengan manfaat yang diperoleh berupa peningkatan kualitas air yang signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa sistem filtrasi yang dikembangkan layak diterapkan sebagai solusi pengolahan air yang murah dan efektif.

## PEMBAHASAN

### Perubahan Kualitas Air Sebelum dan Sesudah Filtrasi

Efektivitas sistem filtrasi dianalisis berdasarkan persentase penurunan (*removal*) masing-masing parameter kualitas air. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa sistem filtrasi mampu menurunkan kekeruhan sebesar 31,67%, yaitu dari 21 NTU menjadi 14,35 NTU. Kadar besi (Fe) mengalami penurunan sebesar 58,86%, dari 0,158 mg/L menjadi 0,065 mg/L setelah proses filtrasi. Persentase *removal* ini menunjukkan bahwa media komposit alami yang digunakan memiliki kemampuan yang cukup efektif dalam mengurangi kontaminan fisik dan kimia utama pada air keran berbasis sumur bor. Penurunan kadar Fe yang lebih tinggi dibandingkan kekeruhan mengindikasikan peran dominan zeolit dan karbon aktif dalam proses adsorpsi ion logam terlarut. Sebelum pengambilan sampel air hasil filtrasi, sistem filtrasi dijalankan terlebih dahulu selama  $\pm 15$  menit hingga kondisi aliran stabil tercapai. Tahapan ini berfungsi sebagai proses aklimatisasi sistem filtrasi untuk memastikan seluruh media telah terbasahi secara merata dan berada dalam kondisi kerja optimal. Aklimatisasi ini penting untuk menghindari pengaruh awal penggunaan media filtrasi terhadap hasil pengujian kualitas air.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem filtrasi berbahan alami, yaitu pasir silika, karbon aktif, zeolit, dan media penyaring mekanik mampu meningkatkan kualitas air keran secara signifikan. Penurunan kekeruhan dari 21 NTU sebelum filtrasi menjadi 14,35 NTU setelah filtrasi mengindikasikan bahwa partikel tersuspensi dalam air dapat disaring secara efektif, sehingga air menjadi lebih jernih dan sesuai dengan ambang batas baku mutu ( $\leq 25$  NTU) mendekati batas maksimal yang ditetapkan oleh Permenkes No. 32 Tahun 2017. Mekanisme penyaringan bertingkat yang melibatkan pasir silika, lapisan spun, dan kain poli nontenun berperan dalam menahan partikel-partikel tersebut secara bertahap. Hasil penelitian sejalan dengan Kholif dkk (2024) yang membuktikan bahwa zeolit dan karbon aktif efektif menurunkan tingkat kekeruhan air memenuhi baku mutu air bersih menurut PERMENKES No. 32 Tahun 2017 (Al Kholif et al., 2024), serta hasil penelitian Mulia dan Saifudin (2022) yang menunjukkan bahwa saringan pasir yang dikombinasikan dengan karbon aktif terbukti mampu menurunkan tingkat kekeruhan air (Mulia & Syafiuddin, 2022). Parameter kimia air juga menunjukkan perubahan positif. Penurunan konsentrasi besi (Fe) dari 0,158 mg/L ke 0,065 mg/L serta penurunan nitrat ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ) dari 1,561 mg/L ke  $< 0,006$  mg/L, hal ini diduga terkait dengan peran zeolit sebagai media penukar ion serta karbon aktif sebagai adsorben, yang efektif dalam menyerap logam terlarut yang umum ditemukan pada air tanah di wilayah urban secara efisien. Hasil penelitian selaras dengan temuan studi sebelumnya di mana kombinasi zeolit, pasir silika, dan karbon aktif dalam roughing filter terbukti menurunkan kekeruhan, kesadahan, pH, dan kadar Fe air sumur (Al Kholif et al., 2024; Melki et al., 2024; Tjhajanti, 2024). Nilai pH air setelah filtrasi berada pada kisaran netral dan tidak menunjukkan perubahan signifikan dibandingkan sebelum filtrasi. Hal ini menunjukkan bahwa sistem filtrasi tidak mengganggu keseimbangan keasaman air. Parameter total padatan terlarut (TDS) meningkat dari 354 mg/L menjadi 415 mg/L dan kesadahan total menunjukkan sedikit peningkatan setelah filtrasi, namun nilainya masih berada jauh di bawah ambang batas baku mutu kualitas air minum menurut Standar Nasional Indonesia, sehingga tidak mengurangi kelayakan air untuk konsumsi. Peningkatan TDS dapat terjadi karena pelepasan mineral alami dari media filtrasi, khususnya pasir silika dan zeolit, selama proses kontak dengan air, atau karakteristik media alami yang melepaskan sejumlah ion ke dalam air, merupakan sebuah fenomena yang harus dipantau pada aplikasi jangka Panjang. Hal ini

sejalan dengan Wadi'ah dkk (2025), dimana nilai TDS pada hasil penelitiannya meningkat dari 431 mg/L menjadi 533 mg/L. Kenaikan nilai TDS tersebut diperkirakan berasal dari adanya kontaminan pada adsorben atau dari proses aktivasi yang belum berjalan secara optimal (Wadi'ah et al., 2025). Temuan ini konsisten dengan penelitian lain yang menggunakan kombinasi media pasir silika, karbon aktif, dan zeolit (serta dalam beberapa kasus ditambah langkah sterilisasi) untuk menghasilkan air bersih bagi komunitas dengan akses terbatas terhadap sistem pengolahan air modern (Purwanti et al., 2021; Tjhajanti, 2024). Hasil penelitian ini dipertegas dengan hasil penelitian Nafis dkk (2025) yang membuktikan bahwa kombinasi media filter sederhana seperti zeolit, ijuk, pasir silika, karbon aktif mampu menurunkan kadar Fe dan Mn hingga memenuhi standar baku mutu berdasarkan Permenkes No. 2 Tahun 2023 (Nafis et al., 2025).

### **Pembahasan Efektivitas Sistem Filtrasi**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem filtrasi media komposit alami efektif dalam memperbaiki kualitas fisik dan kimia air keran berbasis sumur bor. Hasil penelitian sejalan dengan Mashadi dkk (2018) yang menunjukkan penggunaan media filtrasi tertentu dalam proses penyaringan air berkontribusi terhadap peningkatan kualitas air pada parameter fisik dan kimia yang relevan dengan persyaratan kesehatan (Mashadi, Surendro, Rakhmawati, & Amin, 2018). Penurunan kekeruhan dan kadar Fe menjadi indikator utama keberhasilan proses filtrasi, karena kedua parameter tersebut merupakan permasalahan umum pada air tanah di kawasan perkotaan. Keberhasilan sistem filtrasi ini tidak terlepas dari kombinasi media penyaring yang disusun secara stratifikasi. Lapisan penyaringan awal berfungsi menghilangkan partikel berukuran besar, sementara karbon aktif dan zeolit berperan dalam proses adsorpsi zat terlarut. Pendekatan ini sejalan dengan prinsip dasar pengolahan air sederhana yang menekankan efisiensi mekanisme fisik dan kimia tanpa penggunaan bahan kimia tambahan (WHO, 2017).

Parameter mikrobiologi tidak digunakan sebagai indikator kinerja filtrasi dalam penelitian ini, karena penghilangan mikroorganisme patogen dilakukan melalui proses perebusan setelah filtrasi. Oleh karena itu, efektivitas sistem filtrasi difokuskan pada perbaikan kualitas fisik dan kimia air sebagai tahap awal sebelum perlakuan lanjutan untuk menjamin keamanan konsumsi (WHO, 2017). Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa teknologi filtrasi sederhana berbasis media komposit alami berpotensi diterapkan sebagai solusi praktis untuk meningkatkan kualitas air keran rumah tangga, terutama di wilayah yang masih bergantung pada air tanah. Dengan demikian, sistem filtrasi sederhana yang dikembangkan dalam penelitian ini membuktikan potensi sebagai solusi praktis, terjangkau, dan ramah lingkungan untuk memperbaiki kualitas air keran terutama di wilayah urban dengan sumber air tanah seperti di Kota Bandung. Namun demikian, penelitian ini masih memiliki keterbatasan, antara lain tidak adanya variasi konfigurasi media dan pengulangan pengujian, sehingga hasil yang diperoleh bersifat deskriptif dan kontekstual.

### **KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa sistem filtrasi media komposit alami yang dikembangkan dalam penelitian ini efektif dalam memperbaiki kualitas fisik dan kimia air keran berbasis sumur bor. Proses filtrasi mampu menurunkan kekeruhan sebesar 31,67% (dari 21 NTU menjadi 14,35 NTU) serta menurunkan kadar besi (Fe) sebesar 58,86% (dari 0,158 mg/L menjadi 0,065 mg/L). Parameter pH relatif stabil setelah filtrasi, sedangkan total padatan terlarut dan kesadahan mengalami peningkatan ringan namun tetap berada di bawah ambang batas baku mutu kualitas air minum yang ditetapkan oleh Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.

Sistem filtrasi ini berfungsi efektif sebagai tahap awal pengolahan air melalui mekanisme penyaringan bertingkat dan adsorpsi menggunakan media alami tanpa penambahan bahan kimia.

Keamanan mikrobiologis air dalam penelitian ini dicapai melalui proses perebusan sebagai perlakuan lanjutan setelah filtrasi; oleh karena itu, parameter mikrobiologi tidak digunakan sebagai indikator kinerja sistem filtrasi. Meskipun menunjukkan potensi penerapan sebagai solusi sederhana dan praktis untuk meningkatkan kualitas air rumah tangga, penelitian lanjutan dengan variasi konfigurasi media dan pengujian berulang masih diperlukan untuk memperoleh hasil yang lebih komprehensif.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Al Kholif, M., Putra, M. U. D., Sutrisno, J., Sugito, S., Majid, D., & Nurhayati, I. (2024). Peningkatan Kualitas Air Bersih Sumur Gali Menggunakan Teknologi Filtrasi. *Jurnal Sains Teknologi Lingkungan*, 16(2), 38-53.
- Angraini, W., & Suryani, Y. (2024). Eksplorasi Material Penyaring Air Ramah Lingkungan Dalam Menangani Kualitas Air Di Perumahan Prasanti Sukarame. *BIOCHEPHY: Journal of Science Education*, 4(2), 619-627.
- Ekowati, A. P., & Lusno, M. F. D. J. J. P. I. (2025). Analisis Capaian dan Tantangan Akses Air Minum Aman di Indonesia Menuju SDGS 6.1. 1. 5(2), 1707-1714.
- 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.
- Melki, M., Putri, W. A. E., Isnaini, I., Hartoni, H., & Meiyerani, J. (2024). Community Empowerment of the Musi River Estuary Coastal Area (Marga Sungsang Village) in Meeting Clean Water Needs through a Simple Raw Water Treatment Plant. *Altifani Journal: International Journal of Community Engagement*, 5(1), 9-14.
- MoPW. (2025). Implementation of New Urban Agenda, National Update Report, Republic of Indonesia. *Ministry of Public Works, Republic of Indonesia., Book 1*, 163.
- Mulia, M. I., & Syafiuddin, A. (2022). Kemampuan Saringan Pasir Lambat Dikombinasikan Dengan Karbon Aktif Sebagai Alternatif Pengolahan Air Limbah Tempe. *Jurnal Sosial dan Sains*, 2(8).
- Nafis, T. A., Djana, M., Mayasari, R., & Werena, R. D. (2025). Efektivitas Kombinasi Media Filter Sederhana dalam Menurunkan Kadar Logam Besi (Fe) dan Mangan (Mn) Pada Air Sumur Gali di Dusun Citerep Natar. *Jurnal Redoks*, 10(2), 162-169.
- Nurhasanah, N., Pancasilawan, R., & Munajat, M. E. (2021). Pengendalian pemanfaatan air tanah di Kecamatan Bandung Wetan oleh Cabang Dinas ESDM Wilayah IV Bandung. *JANE-Jurnal Administrasi Negara*, 13(1), 150-159.
- Purwanti, E., Ramdani, D., Rahmadewi, R., Nugraha, B., Efelina, V., & Dampang, S. (2021). Sosialisasi manfaat karbon aktif sebagai media filtrasi air guna meningkatkan kesadaran akan pentingnya air bersih di SMK PGRI Cikampek. *SELAPARANG: Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan*, 4(2), 381-386.
- Putro, H. P. H., & Ferdian, D. (2016). Efektivitas Biaya Konsumsi Air Bersih Di Daerah Yang Belum Terlayani Pdam Di Kota Bandung. *Plano Madani: Jurnal Perencanaan Wilayah Dan Kota*, 5(2), 103-113.
- Rahayu, S. A., & Gumilar, M. M. H. (2017). Uji cemaran air minum masyarakat sekitar Margahayu Raya Bandung dengan identifikasi bakteri Escherichia coli. *Indonesian journal of pharmaceutical science technology*, 4(2), 50-56.
- Ramdani, A. M. (2012). *Analisis Ketersediaan Airtanah Dangkal Untuk Kebutuhan Penduduk Pada Cekungan Air Tanah (Cat) Bandung-Soreang di Kecamatan Cidadap Kota Bandung*. Universitas Pendidikan Indonesia,

- Sisca, V. (2016). Penentuan Kualitas Air Minum Isi Ulang Terhadap Kandungan Nitrat, Besi, Mangan, Kekeruhan, pH, Bakteri E. coli dan Coliform. *Chempublish journal*, 1(2), 21-31.
- Tjhajanti, P. H., & Ernanda, R. R. (2024). Silica Sand, Activated Carbon, and Manganese Zeolite for Clean Water Filtration. *Indonesian Journal of Cultural and Community Development*, 15(3), 10.21070/ijccd.v21015i21073.21064. doi:10.21070/ijccd.v15i3.1064
- Wadi'ah, N., Pandiangan, M., Irlamaida, S., Nuryadin, A., & Subagiyo, L. (2025). Efektivitas Karbon Aktif Terhadap TSS, TDS, Dan pH Air Sungai Mahakam. *Jurnal Redoks*, 10(2), 153-161.
- WHO. (2017). *World Health Organization. Guidelines for Drinking-water Quality (4th Edition)* (Vol. 1). Geneva: WHO Press.
- Wispriyono, B. I. (2021). The Human Health Risk of Cadmium (Cd), Mercury (Hg), and Lead (Pb) Exposure in The Upper Citarum River Basin, West Java, Indonesia. *Sapporo Medical Journal*, 55(8).