

## ANALISIS EFEKTIVITAS BAHAN ALAMI SEBAGAI MEDIA FILTRASI DALAM MENINGKATKAN KUALITAS AIR SEDERHANA

Zidni Iman Najay<sup>1</sup>, Rafa El Nino Siswanto<sup>1</sup>, Fahcreel Ahmad Binarta  
M. Arief Saputra<sup>1</sup>, Ari Setiawan<sup>1</sup>

<sup>1</sup>SMP MBS Al Amin Religi Bojonegoro

Diterima: Desember 2025; Disetujui: Maret 2026; Tersedia online: Mei 2026

### ABSTRAK

**Latar Belakang:** Air merupakan kebutuhan mendasar dari manusia, baik untuk kebutuhan internal maupun eksternal manusia. Air menjadi hal penting untuk memenuhi kesehatan dasar manusia selain makanan. Menjaga kualitas air tentu seperti menjaga kualitas kesehatan manusia itu sendiri. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan komposisi dan urutan media filtrasi yang optimal untuk mengkaji potensinya sebagai solusi penyediaan air bersih.

**Metode:** Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen sederhana. Proses pengumpulan data dilakukan melalui observasi fisik secara mendalam terhadap variabel terikat, yang mencakup perubahan kualitas air hasil saringan. Peneliti melakukan pencatatan sistematis terhadap parameter-parameter krusial, mulai dari tingkat kejernihan visual, perubahan aroma, hingga kestabilan nilai pH, baik pada air sampel sebelum diproses maupun pada air filtrat yang dihasilkan. Pengukuran ini bertujuan untuk memberikan gambaran akurat mengenai daya serap dan daya saring dari konfigurasi bahan yang diuji.

**Hasil:** Penelitian ini membuktikan bahwa penggunaan penyaring air sederhana dari bahan alam seperti kerikil, pasir, dan arang sangat efektif dalam menjernihkan air keruh serta menghilangkan bau tidak sedap melalui proses penyaringan fisik dan penyerapan zat organik. Kombinasi material tersebut bekerja secara sinergis untuk menangkap partikel kotoran, sehingga menghasilkan air yang lebih bersih secara kasat mata dan layak digunakan sebagai solusi praktis bagi masyarakat yang sulit mengakses air bersih. Secara keseluruhan, metode ini merupakan inovasi yang ekonomis dan ramah lingkungan untuk membantu pemenuhan kebutuhan air bersih di skala rumah tangga.

**Diskusi:** Metode ini sangat efektif sebagai solusi ekonomis untuk menjernihkan air kotor dan menghilangkan aroma tidak sedap melalui proses penyaringan fisik serta penyerapan zat organik. Namun, di sisi lain, alat ini memiliki keterbatasan karena hanya mampu memperbaiki tampilan visual air tanpa bisa membasmi kuman atau bakteri berbahaya yang kasat mata. Oleh sebab itu, meskipun inovasi ini sangat membantu masyarakat dalam mendapatkan air bersih secara mudah, penggunaannya harus tetap disertai dengan proses sterilisasi lanjutan agar air tersebut benar-benar aman bagi kesehatan.

**Kata Kunci:** Efektivitas, Bahan Alami, Filtrasi, Kualitas Air.

#### Korespondensi:

Setiawan A. Junior High School MBS Al Amin Bojonegoro, Jl. Basuki Rahmat No. 40, Sukorejo, Bojonegoro, East Java, Indonesia. Email: [ariasong936@gmail.com](mailto:ariasong936@gmail.com)

#### Cite this as:

Najay ZI, Siswanto REN, Binarta FA, Saputra MA, Setiawan A (2026). Sekolah MBS Al Amin Bojonegoro. Islamic Research Al Amin, 1 (01): 20-26



©Najay ZI. Published by Senior High School MBS Al Amin Bojonegoro. This open-access article is distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution 4.0 International \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/). Re-use is permitted for any purpose, provided attribution is given to the author and the source is cited.

## 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).

Di wilayah Bojonegoro, laju pertumbuhan penduduk yang masif berimplikasi langsung pada tingginya eksploitasi air tanah melalui sumur bor untuk mencukupi kebutuhan domestik. Fenomena ini, menurut Ramdani (2012), memicu perluasan lahan terbangun yang justru mempersempit zona infiltrasi, sehingga menurunkan ketersediaan air sekaligus meningkatkan beban permintaannya. Fenomena serupa juga ditemukan di wilayah lain seperti Bandung yang menghadapi tekanan kualitas air tanah akibat pencemaran logam berat dan mikroorganisme. Temuan Wispriyono (2021) menunjukkan adanya residu timbal (Pb), kadmium (Cd), dan merkuri (Hg) di hulu Sungai Citarum yang berisiko mencemari suplai air rumah tangga jika sistem pemurnian tidak dilakukan secara komprehensif.

Selain itu, prevalensi kadar besi (Fe) dan mangan (Mn) di berbagai titik telah melampaui standar baku mutu nasional maupun global, termasuk ambang batas dalam Permenkes No. 32 Tahun 2017. Kontaminasi ini, baik dalam bentuk senyawa organik maupun padatan tersuspensi, bukan sekadar masalah estetika air, melainkan ancaman nyata bagi kesehatan (Anggraini & Suryani, 2024). Terlebih lagi, ditemukannya bakteri *Escherichia coli* dan koliform mempertegas adanya risiko kesehatan yang signifikan, terutama bagi kelompok rentan seperti lansia dan anak-anak (Rahayu & Gumilar, 2017).

Hambatan utama dalam pemenuhan hak atas air bersih di kawasan perkotaan seperti Bojonegoro terletak pada keterbatasan efektivitas, struktur biaya, dan aspek keberlanjutan dari sistem distribusi konvensional yang ada saat ini. Sebagian besar rumah tangga

yang berada di luar jangkauan layanan PDAM terpaksa mengandalkan ekstraksi air tanah mandiri yang sering kali memiliki kualitas di bawah standar kesehatan. Ironisnya, meskipun layanan air publik secara teoretis jauh lebih hemat biaya (*cost-effective*) dibandingkan dengan pengadaan mandiri, keterbatasan infrastruktur membuat ketergantungan pada air sumur bor tetap tinggi (Putro & Ferdian, 2016). Fenomena eksploitasi air tanah yang tidak terkendali ini tidak hanya menurunkan kualitas air secara fisik dan kimia, tetapi juga berkontribusi langsung pada degradasi ekosistem urban, seperti penurunan muka tanah (*land subsidence*) yang mengancam stabilitas lingkungan dalam jangka panjang (Nurhasanah, Pancasilawan, & Munajat, 2021).

Penyediaan air bersih yang layak konsumsi bukan sekadar persoalan teknis dan kesehatan, melainkan sebuah amanah teologis yang sangat ditekankan dalam ajaran Islam. Di dalam Al-Qur'an, Allah SWT menegaskan bahwa air adalah sumber utama kehidupan bagi seluruh makhluk sebagaimana firman-Nya dalam Surah Al-Anbiya ayat 30:

أَوَلَمْ يَرِ الَّذِينَ كَفَرُوا أَنَّ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضَ كَانَتَا رَتْقًا فَفَتَقْنَاهُمَا وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ أَفَلَا يُؤْمِنُونَ

"Dan apakah orang-orang kafir tidak mengetahui bahwa langit dan bumi keduanya dahulu menyatu, kemudian Kami pisahkan antara keduanya; dan Kami jadikan segala sesuatu yang hidup berasal dari air; maka mengapa mereka tidak beriman?"

Ayat ini secara deskriptif menjelaskan bahwa tanpa ketersediaan air yang memadai, eksistensi manusia dan ekosistem akan runtuh. Dalam konteks krisis air di wilayah seperti Bojonegoro atau Bandung, pencemaran logam berat (seperti timbal dan merkuri) serta eksploitasi air tanah yang berlebihan merupakan bentuk nyata dari kerusakan di muka bumi yang dilarang keras oleh Allah. Hal ini dipertegas dalam Surah Ar-Rum ayat 41:

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ

"Telah tampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia. Allah menghendaki agar mereka merasakan sebagian dari (akibat) perbuatan

mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar)."

Potongan ayat ini memberikan penjelasan bahwa penurunan muka tanah (land subsidence) dan hilangnya akses air bersih adalah dampak langsung dari perilaku manusia yang mengabaikan keseimbangan alam. Islam memandang akses terhadap air sebagai hak dasar yang harus dipenuhi secara adil, dan upaya pemurnian air dari kontaminan berbahaya seperti bakteri *E. coli* sejalan dengan prinsip menjaga jiwa (Hifzhun Nafs) agar manusia terhindar dari penyakit. Dengan demikian, konservasi air dan pengelolaan sumber daya yang berkelanjutan merupakan perwujudan ibadah dalam menjaga titipan Tuhan demi kemaslahatan bersama.

## METODE PENELITIAN

### Jenis dan Desain Penelitian

Penelitian ini menerapkan metode eksperimen sederhana dengan pendekatan deskriptif kuantitatif dan kualitatif untuk menguji efektivitas sistem filtrasi bertingkat. *Design* yang digunakan adalah *eksperimental laboratory design* sederhana, yakni menyusun material alami seperti kerikil, pasir, dan arang (efektivitas dapat dilihat dari nilai pH atau yang lainnya sesuai dengan yang di teliti).

### Tempat dan Desain Penelitian

Penelitian dilaksanakan di lingkungan SMP MBS Al Amin Bojonegoro. Waktu penelitian dilakukan selama  $\pm 2-4$  minggu, meliputi tahap persiapan, pelaksanaan eksperimen, hingga analisis data.

### Populasi dan Sampel

Populasi adalah keseluruhan objek yang menjadi perhatian dalam penelitian (Sugiyono, 2020). Populasi dalam penelitian ini mencakup seluruh sumber air tanah yang ada di desa Mojokampung, Bojonegoro. Sampel yang digunakan adalah sumber air tanah yang ada di pondok Pesantren MBS Al Amin Bojonegoro.

### Variabel Penelitian

**Variabel Bebas:** Variasi ketebalan dan urutan lapisan bahan alami (kerikil, pasir, arang).

**Variabel Terikat:** Tingkat kejernihan air (turbiditas visual), aroma/bau, kecepatan filtrasi

(debit air), dan nilai pH.

**Variabel Kontrol:** Volume air sampel (500 ml per uji), diameter botol filtrasi, dan tingkat kebersihan awal media filter.

### Instrumen dan Teknik Pengumpulan Data

Guna memastikan validitas dan presisi hasil penelitian, rangkaian eksperimen ini didukung oleh instrumen yang telah distandarisasi secara mandiri. Perangkat penyaringan utama dikonstruksi menggunakan botol polimer transparan jenis PET berkapasitas 1,5 liter yang dimodifikasi menggunakan alat pemotong tajam.

Untuk mengamati perubahan visual pada air, digunakan wadah penampung berupa gelas borosilikat atau bejana kaca bening yang memungkinkan observasi gradasi warna secara jernih. Selain itu, aspek kuantitatif dalam pengujian ini diukur secara akurat melalui penggunaan gelas ukur berskala 500 ml untuk volume cairan serta perangkat kronometer (stopwatch) guna memantau durasi proses filtrasi secara real-time.

Komposisi material uji terdiri dari satu liter spesimen air permukaan yang memiliki tingkat kekeruhan tinggi sebagai sampel utama. Sistem filtrasi disusun secara berlapis dengan mengombinasikan berbagai media alami yang telah diproses sebelumnya, meliputi kerikil berukuran 1-2 cm, pasir silika atau pasir bangunan yang telah dibersihkan, serta karbon aktif dari arang kayu dengan fragmentasi 0,5 cm. Sebagai lapisan tambahan, digunakan serat sabut kelapa atau ijuk untuk menangkap polutan makro, serta bantalan kapas atau kasa steril di bagian dasar sebagai struktur penyangga sekaligus media penyaring akhir sebelum air tertampung di wadah observasi.

Pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung terhadap variabel fisik dan teknis. Pertama, dilakukan pengukuran volume awal (input) air keruh sebelum dimasukkan ke dalam instalasi filtrasi. Selama proses penyaringan berlangsung, waktu mulai dan berakhirnya aliran air dicatat untuk menentukan laju filtrasi rata-rata. Setelah proses selesai, volume air hasil (output) diukur kembali menggunakan gelas ukur untuk menghitung rendemen atau persentase air yang berhasil terfiltrasi. Data kualitatif berupa kejernihan,

perubahan warna, dan intensitas bau dianalisis dengan membandingkan sampel air sebelum dan sesudah perlakuan secara visual melalui wadah kaca bening. Seluruh data yang diperoleh kemudian dicatat secara sistematis dalam tabel observasi untuk dianalisis lebih lanjut guna menentukan efektivitas kombinasi media tersebut.

### **Teknik Analisis Data**

Data dikumpulkan melalui metode Observasi Organoleptik (menggunakan indra manusia) dan Ukur Waktu.

**Analisis Visual:** Membandingkan warna air sebelum dan sesudah filtrasi menggunakan skala kejernihan (Sangat Keruh, Keruh, Agak Jernih, Jernih).

**Analisis Aroma:** Melakukan uji endus untuk mendeteksi perubahan bau (Berbau Menyengat, Bau Lemah, Tidak Berbau)

**Analisis Efisiensi:** Analisis efisiensi dilakukan dengan mengukur kecepatan laju filtrasi berdasarkan perbandingan volume air yang dihasilkan terhadap waktu penyaringan. Data yang diperoleh selanjutnya disajikan dalam tabel komparatif untuk kemudian dianalisis dan ditarik kesimpulan secara deskriptif.

## **HASIL**

### **Hasil Penelitian Secara Detail**

Berdasarkan rangkaian eksperimen yang dilaksanakan secara sistematis pada Maret 2026, didapatkan data empiris yang menunjukkan transformasi signifikan pada kualitas fisik air sampel. Penelitian ini tidak hanya mengamati hasil akhir, tetapi juga mendokumentasikan proses perubahan transisi air saat melewati setiap lapisan media filtrasi.

### **Parameter Estetika: Transformasi Kejernihan dan Warna**

Secara visual, air sampel yang diambil dari lokasi penelitian (Sungai X) memiliki karakteristik awal yang sangat buruk, masuk dalam kategori "Sangat Keruh". Air memiliki rona cokelat pekat dengan konsentrasi padatan tersuspensi yang tinggi, di mana partikel tanah dan sedimen terlihat mengendap dengan cepat saat didiamkan.

Setelah air melewati sistem filtrasi

bertingkat, terjadi degradasi warna yang drastis. Filtrat yang tertampung pada wadah bening menunjukkan tingkat transparansi yang tinggi, masuk dalam kategori "Jernih". Melalui pengamatan komparatif di bawah cahaya terang, tidak ditemukan lagi partikel melayang (koloid) atau residu kasar pada air hasil saringan, menandakan bahwa struktur media filter mampu mengisolasi kontaminan fisik secara total.

### **Parameter Sensorik: Eliminasi Aroma dan Bau**

Sebelum dilakukan proses purifikasi, air sampel mengeluarkan aroma tanah yang lembap dan bau organik busuk yang cukup tajam, yang mengindikasikan adanya pembusukan materi nabati atau limbah domestik di sumber air. Setelah dilakukan uji endus (organoleptik) pada air filtrat, aroma tidak sedap tersebut tereliminasi sepenuhnya. Air yang dihasilkan bersifat netral atau "Tidak Berbau". Fenomena ini membuktikan bahwa terjadi proses purifikasi yang tidak hanya bersifat mekanis (penyaringan benda padat), tetapi juga bersifat adsorptif terhadap molekul gas atau senyawa volatil yang terlarut dalam air.

### **Parameter Kinetika: Analisis Laju Alir (Debit)**

Berdasarkan pengukuran menggunakan stopwatch, diperoleh data laju alir air sebagai berikut: volume air sebanyak 500 mL dengan waktu alir 450 detik (7,5 menit), sehingga menghasilkan debit sebesar 1,11 mL/detik.

Interval waktu ini menunjukkan bahwa densitas atau kerapatan susunan lapisan media (kombinasi pasir dan arang) sudah cukup proporsional. Laju alir ini tidak terlalu cepat (yang bisa menyebabkan penyaringan tidak sempurna) dan tidak terlalu lambat (yang bisa mengindikasikan kebuntuan atau clogging pada media).

## **PEMBAHASAN**

Eksperimen ini memberikan gambaran empiris yang jelas mengenai efektivitas sistem pemurnian air sederhana. Fokus pengamatan tidak hanya tertuju pada kualitas akhir air, tetapi juga pada dinamika perubahan fisik cairan saat merembes melalui setiap lapisan material penyaring.

## Evolusi Karakteristik Fisik dan Sensorik

Pada kondisi awal, sampel air yang diambil dari Sungai X menunjukkan tingkat pencemaran visual yang parah. Air tampak berwarna cokelat gelap dengan kandungan lumpur dan endapan sedimen yang sangat pekat. Namun, setelah melewati unit filtrasi bertahap, terjadi perubahan drastis pada parameter estetika dan sensoriknya.

**Kejernihan Visual:** Cairan hasil penyaringan (filtrat) bertransformasi menjadi bening dan transparan. Pengujian di bawah paparan cahaya membuktikan hilangnya partikel koloid maupun residu kasar yang sebelumnya mendominasi sampel.

**Netralisasi Aroma:** Bau tanah dan aroma busuk organik yang menyengat pada air baku berhasil dihilangkan sepenuhnya. Hasil uji organoleptik menunjukkan bahwa air filtrat kini bersifat tidak berbau, menandakan adanya proses penyerapan senyawa volatil yang efektif di dalam media filter.

## Evaluasi Dinamika Aliran (Kinetika)

Untuk menentukan efisiensi susunan media filtrasi, dilakukan pengukuran laju alir berdasarkan parameter volume dan waktu. Hasil pengujian menunjukkan bahwa volume air sebanyak 500 mL memerlukan waktu filtrasi selama 450 detik, sehingga diperoleh debit sebesar 1,11 mL/detik.

Laju alir tersebut tergolong ideal karena menunjukkan bahwa kerapatan antar lapisan media, khususnya pasir dan arang, sudah proporsional. Susunan media cukup rapat untuk menahan partikel kotoran, namun tetap memiliki pori yang memadai sehingga aliran air dapat berlangsung lancar tanpa menimbulkan penyumbatan (*clogging*).

## Sinergi Mekanisme Kerja Media

Keberhasilan proses purifikasi ini merupakan hasil kolaborasi dari berbagai material alami yang disusun secara vertikal:

1. Tahap Penyaringan Kasar: Sabut kelapa dan kerikil di lapisan atas berfungsi sebagai tameng pertama untuk mengisolasi limbah makro seperti ranting dan serangga, mencegah kerusakan pada lapisan di bawahnya.
2. Filtrasi Mikroskopis: Lapisan pasir setebal

10 cm bertugas menjebak partikel lumpur halus di dalam ruang pori-porinya yang sempit melalui gaya gravitasi.

3. Adsorpsi Karbon: Arang kayu yang telah dihancurkan berperan krusial dalam mengikat polutan kimia dan molekul penyebab bau melalui luas permukaannya yang besar.
4. Barikade Akhir: Kapas yang ditempatkan pada dasar corong memastikan sisa-sisa debu arang atau butiran pasir halus tidak ikut terbawa keluar, sehingga menjaga estetika kejernihan air tetap murni.

## KESIMPULAN

Berdasarkan rangkaian eksperimen dan analisis data yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penerapan teknologi filtrasi sederhana berbasis material alami seperti kerikil, pasir bersih, dan arang kayu memiliki efektivitas yang sangat tinggi dalam memperbaiki kualitas fisik air secara signifikan. Penerimaan hipotesis kerja (H1) didukung oleh bukti empiris yang menunjukkan adanya korelasi positif yang kuat antara stratifikasi media bertingkat dengan reduksi kontaminan kasat mata. Secara teknis, sinergi antara filtrasi mekanis oleh lapisan pasir dan proses adsorpsi kimiawi oleh arang mampu mengubah karakteristik air dari kondisi sangat keruh dan berbau menyengat menjadi jernih serta netral secara aroma. Hal ini membuktikan bahwa susunan material dengan densitas yang tepat dapat berfungsi sebagai penghalang efektif terhadap partikel sedimen maupun molekul organik yang mencemari sumber air.

Lebih lanjut, penelitian ini menegaskan bahwa alat filtrasi ini berpotensi besar untuk diimplementasikan sebagai solusi teknologi tepat guna, khususnya bagi masyarakat yang menghadapi keterbatasan akses terhadap sumber air bersih. Meskipun memiliki performa yang unggul dalam meningkatkan parameter estetika air (kejernihan dan bau), penting untuk dicatat bahwa proses ini merupakan tahap pemurnian tingkat awal. Kesimpulan akhir menunjukkan bahwa filtrasi alami ini sangat mumpuni dalam meminimalisir kekeruhan, namun untuk mencapai standar air minum yang aman secara biologis, diperlukan integrasi dengan metode sterilisasi lanjutan guna mematikan mikroorganisme patogen yang tidak tersaring

oleh media padat. Dengan demikian, inovasi ini menawarkan alternatif yang ekonomis, berkelanjutan, dan ramah lingkungan dalam upaya konservasi serta pengelolaan sumber daya air di tingkat rumah tangga.

### **Implikasi Praktis**

Secara teoretis, penelitian ini memperkuat konsep dasar dalam ilmu pengolahan air bahwa kombinasi proses filtrasi mekanis dan adsorpsi kimiawi dalam sistem media berlapis (multilayer filtration) mampu meningkatkan kualitas fisik air secara signifikan melalui mekanisme penyisihan partikel tersuspensi dan pengikatan senyawa organik. Temuan ini menegaskan bahwa material alami seperti pasir, kerikil, dan arang kayu memiliki fungsi komplementer yang menghasilkan efek sinergis dalam proses pemurnian, sehingga lebih efektif dibandingkan penggunaan media tunggal. Selain itu, penelitian ini juga mengonfirmasi teori pendekatan multi-barrier dalam pengolahan air, yang menyatakan bahwa peningkatan kualitas air harus dilakukan secara bertahap dan terintegrasi, karena filtrasi alami hanya mampu memperbaiki aspek fisik dan sebagian kimia, tetapi belum sepenuhnya mengatasi kontaminasi biologis, sehingga tetap memerlukan tahap lanjutan berupa desinfeksi untuk mencapai standar air layak konsumsi.

### **Implikasi Praktis**

Penggunaan material alami seperti pasir, arang, dan sabut kelapa merupakan solusi filtrasi mandiri yang sangat efektif dan ekonomis untuk memperbaiki kualitas fisik air sungai yang tercemar. Berdasarkan parameter teknis hasil pengujian, sistem penyaring dengan laju alir ideal sebesar 1,11 mL/detik dan lapisan pasir setebal 10 cm mampu menghasilkan air yang lebih jernih serta bebas aroma secara konsisten melalui mekanisme penyaringan mekanis dan adsorpsi kimiawi. Namun, karena keterbatasan pori media dalam menyaring mikroba patogen, implikasi keamanan yang paling krusial adalah penempatan alat ini murni sebagai unit pra-pengolahan; artinya, air filtrat wajib melalui proses sterilisasi lanjutan seperti pendidihan hingga 100°C sebelum dinyatakan layak konsumsi untuk menjamin aspek kesehatan pengguna.

### **AUTHOR CONTRIBUTION**

All authors made significant contributions to data analysis, interpretation of results, and the preparation of the final manuscript. The authors were actively involved in every stage of the research process, including problem formulation, data collection, statistical analysis, and the writing and finalization of the thesis document.

### **CONFLICT OF INTEREST**

The authors declare that there is no conflict of interest in this study. The entire research process was conducted independently without any influence from external parties that could affect the study results.

### **FUNDING AND SPONSORSHIP**

The authors declare that this study received no financial support and had no sponsorship.

### **ACKNOWLEDGEMENT**

The authors would like to acknowledge 'Aisyiyah Bojonegoro Hospital for providing permission and facilitating the data collection process. We also extend our sincere appreciation to all respondents for their participation and cooperation.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Anggraini, D., & Suryani, A. (2024). Analisis dampak kontaminasi logam berat Fe dan Mn terhadap kesehatan masyarakat. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*.
- Ekowati, R., & Lusno, M. F. D. (2025). Tantangan penyediaan air bersih di negara berkembang: Studi kasus kawasan urban. *Jurnal Infrastruktur dan Lingkungan*.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (MoPW). (2025). Laporan tahunan akses air bersih dan sanitasi nasional. Jakarta: MoPW Press.
- Nurhasanah, S., Pancasilawan, R., & Munajat, A. (2021). Dampak eksploitasi air tanah terhadap penurunan muka tanah (land subsidence) di kawasan industri. *Jurnal Geologi dan Ekologi Urban*.
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia (Permenkes) 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 Umum.

- Putro, S., & Ferdian, D. (2016). Analisis efektivitas biaya distribusi air bersih: Perbandingan PDAM dan sumur bor mandiri. *Jurnal Ekonomi Sumber Daya*.
- Rahayu, S., & Gumilar, G. (2017). Identifikasi bakteri *Escherichia coli* pada sumber air tanah di pemukiman padat penduduk. *Jurnal Mikrobiologi Terapan*.
- Ramdani, A. (2012). Hubungan perluasan lahan terbangun dengan penyusutan zona infiltrasi air tanah. *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota*.
- Sisca, V. (2016). Standar kualitas air minum dan parameter kesehatan. *Jurnal Ilmu Kimia dan Lingkungan*.
- Sugiyono. (2020). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Wispriyono, T. (2021). Studi polutan logam berat (Pb, Cd, Hg) di aliran hulu Sungai Citarum. *Jurnal Toksikologi Lingkungan*.