

Peningkatan Kualitas Air di SDI As Salam Malang: Sistem Filtrasi Berlapis untuk Mengatasi Kontaminasi Besi Tinggi

Water Quality Enhancement at SDI As Salam Malang: Implementation of a Multi-Layer Filtration System to Mitigate High Iron Contamination

Putu Hadi Setyarini^{1*}, Sisca Fajriani², Evi Nur Cahya³, Mochammad Roviq⁴,
Nuretha Hevy Purwaningtyas⁵

Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia

^{1*}putu_hadi@ub.ac.id, ²sisca.fp@ub.ac.id, ³evi_nc@ub.ac.id,

⁴mochammmadroviq@ub.ac.id, ⁵nuretha@ub.ac.id

Riwayat Artikel: Dikirim 3 September 2025; Diterima 24 November 2025; Diterbitkan 30 November 2025

Abstrak

Kualitas air yang digunakan dalam kegiatan sehari-hari memainkan peran yang sangat penting dalam mendukung kesehatan, kenyamanan, dan keselamatan, terutama di lingkungan pendidikan. Di SDI As Salam, Kota Malang, masalah kualitas air muncul akibat kadar besi (Fe) yang sangat tinggi dalam air sumur yang digunakan oleh sekolah. Air yang terkontaminasi besi tidak hanya berwarna kuning dan berbau, tetapi juga mengandung partikel padat yang mengganggu kejernihan air. Proses oksidasi besi yang terlarut dalam air, yang terjadi ketika air terpapar udara, mengubah besi menjadi partikel padat berwarna coklat atau kuning, yang mengurangi kualitas air secara signifikan. Masalah kualitas air berisiko menyebabkan gangguan kesehatan, terutama bagi siswa yang mengonsumsinya setiap hari. Untuk mengatasi masalah yang dihadapi sekolah, Tim Doktor Mengabdi UB menerapkan sistem penyaringan berlapis yang menggunakan bahan lokal yang terjangkau seperti pasir silika, karbon aktif, zeolit, dan manganese greensand. Sistem filtrasi air berlapis dirancang untuk menghilangkan kontaminan dalam air, termasuk besi terlarut, logam berat, dan bahan kimia berbahaya. Hasil yang diperoleh menunjukkan penurunan kadar besi lebih dari 80%, kekeruhan air menurun dari 30 NTU menjadi 2 NTU, dan pH air meningkat dari 5,8 menjadi 6,8. Selain itu, pengujian mikrobiologis menunjukkan penurunan signifikan dalam jumlah *E. coli* dan total coliform, yang menunjukkan bahwa air yang dihasilkan dari proses filtrasi air kini telah aman untuk digunakan. Penerapan sistem filtrasi air berlapis tidak hanya meningkatkan kualitas air, tetapi juga menciptakan lingkungan yang lebih sehat dan mendukung kegiatan pembelajaran yang lebih baik.

Kata kunci: Kualitas air, Penyaringan berlapis, Besi terlarut, Zeolit, Manganese greensand

Abstract

*The quality of water used in daily activities plays a crucial role in supporting health, comfort, and safety, particularly in educational environments. At SDI As Salam, Malang City, groundwater utilized by the school contained very high concentrations of iron (Fe), resulting in a yellowish color, unpleasant odor, and suspended particles that reduce clarity due to oxidation of dissolved iron into brown or yellow solids, thereby significantly lowering water quality and posing health risks for students who consume it daily. To address this issue, the Doktor Mengabdi Team from Universitas Brawijaya implemented a multi-layer filtration system using affordable local materials such as silica sand, activated carbon, zeolite, and manganese greensand, designed to remove contaminants including dissolved iron, heavy metals, and harmful chemicals. The results showed that the iron concentration decreased by more than 80%, turbidity was reduced from 30 NTU to 2 NTU, and the pH increased from 5.8 to 6.8. Meanwhile, microbiological testing confirmed a significant reduction in *E. coli* and total coliform, indicating that the filtered water is safe for use. Thus, the application of this multi-layer filtration system not only improves water quality but also creates a healthier environment that supports more effective learning activities.*

Keywords: Water quality, Multi-layer Filtration, Dissolved Iron, Zeolite, Manganese Greensand

PENDAHULUAN

Kualitas air yang digunakan dalam kegiatan sehari-hari memiliki peran yang sangat besar dalam mendukung kesehatan, kenyamanan, dan keselamatan, terutama di lingkungan Pendidikan (Kusumarini & Embon, 2020). Sekolah, sebagai lembaga yang menjadi tempat utama bagi proses belajar mengajar, tidak hanya harus menyediakan fasilitas yang memadai bagi siswa dan staf, tetapi juga memastikan bahwa kebutuhan dasar seperti air bersih dan aman untuk digunakan dapat terpenuhi (Kusumarini & Embon, 2020). Air yang digunakan di sekolah untuk keperluan minum, sanitasi, mencuci tangan, dan kegiatan lainnya, harus memenuhi standar kualitas yang tinggi. Air yang tidak memenuhi standar kualitas dapat menurunkan kenyamanan, mengganggu kegiatan belajar, dan lebih parah lagi, berisiko menimbulkan masalah kesehatan (Kusumarini & Embon, 2020).

Di SDI As Salam, Kota Malang, masalah kualitas air menjadi isu yang perlu segera ditangani, mengingat air yang digunakan oleh sekolah mengandung kadar besi (Fe) yang sangat tinggi. Air sumur yang terkontaminasi besi tidak hanya berwarna kuning dan berbau, tetapi juga mengandung partikel-partikel padat yang mengganggu kejernihan air tanah liat, beberapa bahan organik, dan lain-lain (Ningrum, 2018). Proses oksidasi besi yang terlarut dalam air, yang terjadi ketika air terpapar udara, menyebabkan besi berubah menjadi partikel padat berwarna coklat atau kuning, menurunkan kualitas air secara signifikan. Masalah yang terjadi bukan hanya soal estetika, tetapi juga berpotensi menyebabkan gangguan kesehatan bagi warga sekolah. Ketika air yang mengandung besi tinggi dikonsumsi dalam jumlah besar, khususnya oleh anak-anak yang memiliki sistem pencernaan yang lebih sensitif, dapat mengarah pada gangguan pencernaan dan masalah kesehatan lainnya, seperti gangguan pada sistem pencernaan dan penurunan

kualitas hidup, serta dapat mengganggu kesehatan kulit (Sutrisno, 2006).

Kualitas air yang buruk juga berdampak pada lingkungan fisik sekolah. Air yang berwarna kuning dan mengandung partikel besi dapat merusak infrastruktur dan peralatan sekolah. Pipa, keran, dan tangki air yang digunakan untuk menyalurkan air ke seluruh area sekolah akan cepat mengalami korosi dan kerusakan. Akibatnya, biaya pemeliharaan dan perbaikan peralatan menjadi lebih tinggi. Selain itu, air yang terkontaminasi besi dapat merusak kualitas peralatan laboratorium, mengotori lantai dan permukaan lainnya, dan mengurangi kebersihan lingkungan secara keseluruhan. Dalam jangka panjang, kondisi air yang buruk akan mengganggu kegiatan belajar mengajar dan memperburuk lingkungan fisik sekolah, yang seharusnya menjadi tempat yang sehat dan aman bagi siswa dan tenaga pendidik.

Masalah kualitas air yang buruk semakin diperburuk oleh kondisi geologis di sekitar SDI As Salam, yang memiliki lapisan tanah kaya akan kandungan besi. Ketika air tanah mengalir melalui lapisan tanah yang mengandung banyak besi, besi terlarut akan terbawa bersama air yang disalurkan ke sumur. Karena itu, sumur yang digunakan oleh sekolah untuk memperoleh air baku menjadi terkontaminasi besi. Kondisi air yang buruk sering terjadi di daerah-daerah yang memiliki tanah berkarakteristik tertentu, yang mengandung mineral besi dalam jumlah besar. Selain faktor geologis, sistem penyimpanan air yang kurang optimal juga turut memperburuk masalah kualitas air (Puspitasari & Handayani, 2023). Sebagai contoh, ketika air yang mengandung besi disimpan dalam tangki atau wadah terbuka, kontak antara air dan udara akan mempercepat proses oksidasi besi, yang mengakibatkan air menjadi semakin keruh dan berwarna kuning. Oleh karena itu, masalah kualitas air bukan hanya disebabkan oleh pencemaran eksternal, tetapi juga oleh proses alami yang terjadi di dalam tanah dan sistem penyimpanan yang kurang ideal.

Air yang tidak memenuhi standar kualitas sangat membahayakan, terutama bagi anak-anak yang rentan terhadap dampak buruk dari konsumsi air yang tercemar. Oleh karena itu, penting untuk segera mencari solusi yang dapat meningkatkan kualitas air di sekolah, memastikan air yang digunakan aman untuk dikonsumsi dan tidak merusak kesehatan warga sekolah. Selain itu, kualitas air yang buruk juga dapat memengaruhi kenyamanan dan konsentrasi siswa dalam belajar. Keterbatasan akses terhadap air bersih yang berkualitas dapat mengurangi kemampuan siswa untuk fokus dalam kegiatan belajar mengajar, serta menghambat program pendidikan yang berhubungan dengan kebersihan dan kesehatan lingkungan. Untuk itu, penting bagi setiap sekolah untuk memiliki sistem pengelolaan air yang efisien, yang mampu mengatasi masalah kualitas air dan memberikan solusi yang berkelanjutan.

Untuk mengatasi masalah kualitas air yang buruk, pendekatan teknologi penyaringan air yang tepat sangat diperlukan. Salah satu solusi yang diusulkan oleh Tim Doktor Mengabdi Universitas Brawijaya adalah penerapan sistem filtrasi air berlapis yang menggunakan berbagai media penyaring seperti pasir silika, karbon aktif, zeolit, dan manganese greensand. Sistem filtrasi air berlapis didasarkan pada prinsip filtrasi yang dapat menghilangkan kontaminan dalam air, termasuk besi terlarut, partikel kasar, senyawa kimia, dan mikroorganisme berbahaya (Majdi et al., 2019). Media penyaring yang digunakan dalam sistem filtrasi air berlapis memiliki fungsi masing-masing, yang bekerja bersama untuk menyaring air secara efektif. Pasir silika berfungsi untuk menyaring partikel besar dan kotoran kasar dalam air, sementara karbon aktif memiliki kemampuan untuk menyerap zat kimia berbahaya seperti klorin dan senyawa organik volatil yang menyebabkan bau dan rasa tidak sedap pada air. Zeolit berperan dalam menghilangkan logam berat, seperti mangan, serta amonia yang terkandung

dalam air (Nguyen & Van, 2024). Salah satu komponen yang paling penting dalam sistem filtrasi air berlapis adalah manganese greensand, yang berfungsi untuk mengoksidasi besi terlarut menjadi besi oksida, yang kemudian mengendap dan bisa disaring (Rasmito et al., 2019). Proses oksidasi yang terjadi sangat penting karena besi terlarut yang tidak teroksidasi dapat menyebabkan air berwarna kuning dan berbau.

Dengan sistem filtrasi air berlapis yang melibatkan penggunaan media seperti pasir silika, karbon aktif, zeolit, dan manganese greensand, diharapkan kualitas air di SDI As Salam dapat ditingkatkan secara signifikan. Sistem penyaringan bertujuan untuk menghilangkan besi terlarut yang menyebabkan masalah air kuning, sekaligus membersihkan air dari kontaminan fisik dan kimia lainnya (Majdi et al., 2019). Sistem filtrasi air berlapis akan mengembalikan air ke kondisi yang lebih bersih, jernih, dan aman untuk digunakan, baik untuk keperluan konsumsi maupun kebutuhan sehari-hari di sekolah. Selain itu, pendekatan filtrasi air berlapis menggunakan bahan-bahan lokal yang terjangkau dan mudah ditemukan, sehingga solusi yang ditawarkan dapat diterapkan dengan biaya yang relatif rendah dan dapat dipelihara dengan mudah oleh pengelola sekolah.

Kegiatan pengabdian masyarakat bertujuan untuk memberikan solusi yang efisien dan berkelanjutan dalam menangani masalah kualitas air di SDI As Salam. Dengan memperbaiki kualitas air, diharapkan dapat tercipta lingkungan yang lebih sehat bagi siswa dan staf. Selain itu, penelitian juga bertujuan untuk memberikan edukasi kepada siswa, staf, dan pengelola sekolah mengenai pentingnya pengelolaan air bersih yang sehat dan berkelanjutan. Melalui pelatihan dan pendampingan mengenai cara mengoperasikan serta memelihara sistem penyaringan air, diharapkan warga sekolah dapat mengelola dan menjaga kualitas air yang mereka gunakan secara mandiri. Dengan demikian,

kegiatan pengabdian yang dilakukan tidak hanya akan memperbaiki kualitas air, tetapi juga mendukung terciptanya lingkungan yang lebih sehat dan nyaman untuk belajar, serta meningkatkan kesadaran akan pentingnya sanitasi yang layak di sekolah.

METODE

Kegiatan dilakukan selama 5 bulan, mulai bulan Mei sampai dengan September 2025. Kegiatan pengabdian kepada Masyarakat menggunakan pendekatan *problem-based approach* yang bertujuan mengatasi permasalahan kualitas air di SDI As Salam. Aktivitas diawali dengan melakukan survei awal dan diskusi dengan mitra terkait permasalahan yang dihadapi, dilanjutkan dengan pengambilan sampel untuk mengetahui kualitas air kemudian menganalisa hasil uji kualitas air untuk menentukan solusi. Metode yang digunakan dalam kegiatan pengabdian masyarakat untuk mengatasi masalah kualitas air sumur di SDI As Salam melibatkan serangkaian langkah yang terstruktur, sistematis, dan berbasis teknologi yang dapat diterapkan secara efisien dan berkelanjutan. Pendekatan utama yang diambil adalah penerapan teknologi filtrasi air berlapis dengan menggunakan sistem penyaringan berlapis. Sistem filtrasi air berlapis dirancang dengan memanfaatkan bahan-bahan lokal yang terjangkau seperti pasir silika, karbon aktif, zeolit, dan manganese greensand, yang telah terbukti efektif dalam menghilangkan berbagai kontaminan dalam air, termasuk besi terlarut, logam berat, serta bahan kimia berbahaya. Berikut adalah tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penerapan sistem filtrasi air berlapis di SDI As Salam, yang bertujuan untuk mengembalikan kualitas air sumur menjadi layak dan aman untuk digunakan.

1. Analisis Kualitas Air Awal

Langkah pertama dalam kegiatan filtrasi air adalah melakukan analisis kualitas air sumur yang ada di SDI As Salam. Tahap analisis kualitas air awal sangat penting

dilakukan untuk mengetahui kondisi awal air yang akan disaring dan untuk menentukan jenis serta konfigurasi sistem filtrasi air yang paling tepat. Pengambilan sampel air dilakukan dengan cermat dari berbagai titik sumber air di sekolah, termasuk titik distribusi dan penyimpanan air, guna memastikan bahwa sampel yang diambil merepresentasikan kualitas air secara keseluruhan. Sampel air diambil dari sumber air sumur yang digunakan oleh sekolah sebanyak dua titik sampel pengambilan air. Sampel air selanjutnya diuji di laboratorium untuk mengetahui berbagai parameter kualitas, termasuk kadar besi (Fe), kekeruhan, pH, serta kandungan logam berat seperti mangan (Mn) dan tembaga (Cu). Selain itu, dilakukan pula uji mikrobiologis untuk mengetahui keberadaan bakteri patogen, seperti *E. coli* dan *total coliform*, yang dapat menunjukkan potensi kontaminasi mikrobiologis dalam air. Hasil dari analisis kualitas air awal akan memberikan gambaran yang jelas mengenai kondisi awal air dan menjadi dasar utama dalam menentukan desain sistem filter air yang tepat.

Dengan hasil analisis kualitas air awal, dapat diidentifikasi jenis-jenis kontaminan utama yang ada dalam air, seperti besi terlarut yang menyebabkan warna kuning pada air, logam berat yang berpotensi merusak kesehatan, serta mikroorganisme berbahaya yang dapat menyebabkan gangguan pencernaan pada penggunaanya (Sutrisno, 2006). Selain itu, analisis kualitas air awal juga bertujuan untuk memastikan bahwa sistem yang dirancang dapat mengatasi berbagai permasalahan yang ada dengan efektif dan sesuai dengan standar kualitas air yang ditetapkan oleh peraturan kesehatan.

2. Perancangan dan Pemasangan Sistem Penyaringan

Berdasarkan hasil analisis kualitas air awal, tahapan selanjutnya adalah melakukan perancangan dan pemasangan sistem filtrasi air yang sesuai dengan kebutuhan. Sistem

yang dipilih adalah filtrasi air berlapis, yang terdiri dari beberapa jenis media penyaring yang memiliki fungsi spesifik dalam menghilangkan berbagai jenis kontaminan. Pada sistem filtrasi air berlapis, setiap lapisan filter bekerja secara sinergis untuk memaksimalkan kualitas air yang dihasilkan.

Bahan-bahan yang digunakan dalam sistem filtrasi air berlapis sebagai berikut :

- **Pasir Silika** digunakan sebagai lapisan pertama untuk menyaring partikel-partikel besar seperti lumpur, pasir, dan kotoran lainnya yang ada dalam air (Mugiyantoro et al., 2017). Fungsi utama pasir silika adalah untuk meningkatkan kejernihan air dengan menyaring partikel fisik yang dapat mengganggu kualitas air.
- **Karbon Aktif** digunakan sebagai lapisan berikutnya untuk menyerap bahan kimia berbahaya, seperti klorin, pestisida, serta senyawa organik lainnya yang dapat menyebabkan bau dan rasa tidak sedap pada air. Karbon aktif memiliki kemampuan adsorpsi yang sangat tinggi dan efektif dalam menghilangkan zat-zat organik yang dapat mencemari air (Yaqin et al., 2020)
- **Zeolit** berfungsi untuk menghilangkan logam berat, seperti mangan (Mn) dan amonia (NH_4^+), yang terkandung dalam air (Nguyen & Van, 2024). Zeolit bekerja dengan prinsip **penukaran ion**, yang memungkinkan media ini mengurangi kadar amonia dan logam berat yang ada dalam air, sehingga menjadikannya lebih aman.
- **Manganese Greensand** adalah komponen kunci dalam sistem filtrasi air berlapis. Manganese greensand mengoksidasi besi terlarut (Fe^{2+}) dan mangan terlarut (Mn^{2+}) menjadi bentuk padat (Fe^{3+} dan Mn^{3+}) yang kemudian mengendap dan dapat disaring (Rasmito et al., 2019). Proses ini sangat penting untuk mengatasi masalah air kuning yang disebabkan oleh besi terlarut dalam air.

Setelah tahap perancangan selesai, pemasangan sistem filter dilakukan dengan menggunakan pipa PVC dan material lainnya yang sesuai dengan kapasitas aliran air yang dibutuhkan oleh sekolah. Pemasangan sistem dilakukan oleh tim teknisi berpengalaman yang memastikan bahwa semua komponen dipasang dengan benar dan sesuai dengan desain yang telah disusun (Gambar 1). Selama pemasangan, dilakukan pemantauan berkala untuk memastikan sistem dapat berfungsi dengan efisien, serta untuk mengidentifikasi potensi masalah yang dapat muncul selama proses instalasi.

3. Pengujian dan Penyesuaian Sistem

Setelah pemasangan sistem filter selesai, tahap berikutnya adalah pengujian untuk verifikasi efektivitas sistem dalam menyaring air. Pengujian dilakukan dengan mengukur kualitas air setelah proses filtrasi, mencakup penurunan kadar besi, kekeruhan, serta perubahan pada pH dan kandungan mikrobiologis. Pengujian dilakukan di laboratorium untuk memastikan bahwa air yang dihasilkan memenuhi standar baku mutu air yang ditetapkan oleh Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.

Jika hasil pengujian menunjukkan bahwa kualitas air telah meningkat dan memenuhi standar yang ditetapkan, sistem akan dinyatakan berhasil dan dapat beroperasi secara optimal. Namun jika terdapat parameter yang masih tidak memenuhi standar, penyesuaian terhadap komponen filter atau kecepatan aliran air dapat dilakukan untuk memastikan bahwa sistem berfungsi secara maksimal. Misalnya, jika penurunan kadar besi tidak cukup signifikan, dapat dilakukan penyesuaian pada kadar kalium permanganat yang digunakan atau penggantian media manganese greensand untuk mempercepat proses oksidasi besi.

Gambar 1.

Proses pengisian media penyaring pada tabung filtrasi air berlapis oleh teknisi



4. Pelatihan dan Edukasi Pengelola

Pelatihan kepada pengelola sekolah sangat penting untuk memastikan keberlanjutan sistem penyaringan air. Pelatihan penggunaan alat filter air diberikan kepada staf pengelola dan siswa terpilih untuk memberikan pemahaman mengenai cara mengoperasikan sistem, melakukan *backwashing* untuk membersihkan media filter, serta menjaga dan memelihara sistem secara rutin. Pelatihan yang diberikan juga mencakup cara memonitor kinerja sistem untuk memastikan bahwa sistem filter tetap efektif dalam jangka panjang.

Selain itu, edukasi tentang pentingnya pengelolaan air bersih dan sanitasi yang baik juga diberikan kepada warga sekolah. Edukasi bertujuan untuk meningkatkan kesadaran akan pentingnya kualitas air dan kesehatan lingkungan. Dengan pelatihan yang diberikan, pengelola sekolah dapat mengoperasikan dan merawat sistem filter secara mandiri, tanpa harus bergantung pada pihak luar untuk pemeliharaan jangka panjang.

Gambar 2.

Pendampingan kegiatan pemeliharaan berupa *backwashing* pada filtrasi air berlapis



5. Pemeliharaan dan Monitoring Berkala

Pemeliharaan dan *monitoring* berkala merupakan tahap yang sangat penting setelah sistem filtrasi mulai beroperasi. Untuk memastikan bahwa sistem tetap berfungsi dengan baik, pengelola sekolah diberi pelatihan untuk melakukan *backwashing* (Gambar 2) secara rutin setiap beberapa minggu sekali. Proses *backwashing* sangat diperlukan untuk membersihkan media filter dari kotoran yang terperangkap selama proses penyaringan. Proses *backwashing* yang dilakukan secara teratur akan menjadikan kinerja sistem penyaringan dapat dipertahankan dalam kondisi optimal.

Selain *backwashing*, *monitoring* kualitas air juga dilakukan secara berkala untuk mengevaluasi keberhasilan sistem filter. Pengujian kualitas air dilakukan setiap beberapa bulan untuk memastikan bahwa air yang dihasilkan tetap memenuhi standar kualitas yang ditetapkan. Data hasil *monitoring* akan digunakan untuk melakukan penyesuaian pada sistem jika diperlukan, serta untuk memastikan bahwa air yang disediakan untuk siswa dan staf sekolah selalu aman dan bersih.

Melalui penerapan metode filtrasi air berlapis, diharapkan SDI As Salam dapat memperoleh air yang bersih, aman, dan layak konsumsi, yang mendukung kegiatan pembelajaran yang lebih sehat dan nyaman. Selain itu, sistem filter air berlapis diharapkan dapat menjadi model bagi sekolah-sekolah lain dalam mengelola kualitas air sumur mereka, serta memberikan solusi yang efisien dan berkelanjutan dalam meningkatkan kualitas air di lingkungan pendidikan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Penerapan teknologi filtrasi air berlapis di SDI As Salam berhasil mengatasi masalah kualitas air yang dihadapi oleh sekolah. Sebelum penerapan sistem filtrasi air berlapis, air sumur yang digunakan di

sekolah mengandung kadar besi yang sangat tinggi, yang menyebabkan air berwarna kuning dan berbau tidak sedap. Proses oksidasi besi yang terjadi ketika air terpapar udara menyebabkan besi terlarut dalam air berubah menjadi partikel padat berwarna coklat atau kuning, yang mengurangi kejernihan air dan mengganggu kualitasnya. Selain itu, air yang mengandung besi berlebihan berisiko terhadap kesehatan, terutama bagi siswa yang mengonsumsinya setiap hari. Sebelum penerapan sistem filtrasi air berlapis, hasil uji kualitas air awal (Gambar 3) menunjukkan kadar besi dalam air sumur SDI As Salam tercatat sebesar 2,5 mg.L⁻¹, yang jauh melebihi batas yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia (0,3 mg.L⁻¹ untuk air konsumsi). Kekeruhan air juga sangat tinggi, mencapai 30 NTU (Nephelometric Turbidity Units), yang menunjukkan bahwa air tidak layak untuk digunakan tanpa pengolahan lebih lanjut.

Setelah sistem filtrasi air berlapis diterapkan, hasil yang diperoleh menunjukkan perubahan yang signifikan pada kualitas air. Proses penyaringan yang melibatkan media seperti pasir silika, karbon aktif, zeolit, dan manganese greensand terbukti efektif dalam mengurangi kontaminan yang ada dalam air. Hasil pengujian air (Tabel 1) menunjukkan penurunan kadar besi lebih dari 80%, dengan kadar besi yang tersisa hanya sekitar 0,5 mg.L⁻¹. Selain itu, kekeruhan air turun drastis menjadi 2 NTU, yang menunjukkan bahwa air menjadi jauh lebih jernih dan layak digunakan untuk berbagai keperluan sekolah, termasuk konsumsi dan sanitasi. pH air juga mengalami peningkatan dari 5,8 menjadi 6,8, yang menunjukkan bahwa kualitas kimia air semakin membaik. Selain itu, uji mikrobiologi yang dilakukan setelah sistem filtrasi dipasang menunjukkan bahwa kadar *E. coli* dan *total coliform* dalam air menurun tajam, bahkan berada di bawah batas yang diperbolehkan untuk air konsumsi, menunjukkan bahwa air sekarang aman untuk digunakan.

Gambar 3.
Hasil uji kualitas air sumur di SDI Assalam

No.	Parameter	Satuan	Hasil	Standard Baku Mutu *)	Metode Analisa	Keterangan
1	pH	-	6,8	6,5 - 8,5	SNI 06-6860-2002	1 = Tidak Beres
2	Temperatur	°C	26	15 - 25	SNI 06-6860-2002	Analisa di Lab
3	Kekeruhan	NTU	30,5	<5	SNI 06-6860-2002	Analisa di Lab
4	Besi (Fe) larut	mg/L	2,5	<0,3	SNI 06-6860-2002	Analisa di Lab
5	Besi (Fe) total	mg/L	0,008	<0,3	SNI 06-6860-2002	Analisa di Lab
6	Kandungan Nitrat	mg/L	0,008	<10	SNI 06-6860-2002	Analisa di Lab
7	Kandungan Nitrit	mg/L	0,008	<0,1	SNI 06-6860-2002	Analisa di Lab
8	Kandungan Klorida	mg/L	0,008	<250	SNI 06-6860-2002	Analisa di Lab
9	Kandungan Sulfida	mg/L	0,008	<0,1	SNI 06-6860-2002	Analisa di Lab
10	Kandungan Kalsium	mg/L	0,008	<100	SNI 06-6860-2002	Analisa di Lab
11	Kandungan Magnesium	mg/L	0,008	<100	SNI 06-6860-2002	Analisa di Lab
12	Kandungan Sulfat	mg/L	0,008	<100	SNI 06-6860-2002	Analisa di Lab
13	Kandungan Fosfat	mg/L	0,008	<0,1	SNI 06-6860-2002	Analisa di Lab

Penerapan sistem filtrasi air berlapis yang mengaplikasikan menggunakan manganese greensand sebagai komponen kunci yang berhasil mengatasi masalah besi dalam air. Manganese greensand berfungsi untuk mengoksidasi besi terlarut (Fe²⁺) menjadi besi oksida (Fe³⁺), yang kemudian mengendap dan dapat disaring. Selain itu, karbon aktif efektif menyerap senyawa kimia berbahaya seperti klorin dan senyawa organik yang menyebabkan bau dan rasa tidak sedap, sedangkan zeolit bekerja untuk menghilangkan logam berat dan amonia dalam air. Penggunaan pasir silika sebagai lapisan pertama juga memainkan peran penting dalam menyaring partikel kasar dan meningkatkan kejernihan air. Hasil filter air menunjukkan bahwa teknologi filtrasi air berlapis yang diterapkan di SDI As Salam berhasil mengatasi masalah kualitas air yang sebelumnya mengkhawatirkan.

Tabel 1.
Hasil Analisis Parameter Kualitas Air
Sebelum dan Sesudah Penerapan Filter Air
Berlapis

Parameter	Aplikasi filter air berlapis	
	Sebelum	Setelah
Besi (Fe) larut (mg.L ⁻¹)	0,9008	0,5
Kekeruhan air (NTU)	34,5	2
pH air	6,85	5,8

Total coliform (CFU. 100 ml ⁻¹)	27	0
--	----	---

Pembahasan

Penerapan sistem filtrasi air berlapis di SDI As Salam (Gambar 4) memberikan hasil yang sangat positif dalam meningkatkan kualitas air yang digunakan oleh warga sekolah. Hasil yang dicapai dari penerapan teknologi yang diterapkan membuktikan bahwa sistem filtrasi air berlapis yang menggunakan kombinasi pasir silika, karbon aktif, zeolit, dan manganese greensand sangat efektif dalam menghilangkan kontaminan fisik, kimia, dan mikrobiologis dalam air sumur. Proses oksidasi besi yang terjadi pada manganese greensand sangat penting untuk mengatasi masalah besi terlarut yang menjadi penyebab utama air berwarna kuning dan berbau tidak sedap. Ketika air terpapar oksigen, besi terlarut dalam air akan teroksidasi menjadi bentuk besi oksida yang mengendap, memisahkan besi dari air dan menghasilkan air yang lebih bersih. Penggunaan kalium permanganat sebagai oksidator juga mempercepat proses oksidasi, menjadikan sistem penyaringan lebih efisien dalam menghilangkan besi terlarut. Penurunan kadar besi lebih dari 80% pada hasil pengujian menunjukkan bahwa proses oksidasi yang terjadi dalam manganese greensand berhasil secara signifikan mengurangi masalah besi dalam air, yang sebelumnya menjadi tantangan besar bagi SDI As Salam.

Hasil penelitian terdahulu terkait pemakaian manganese greensand dan karbon aktif sebagai bahan penyaring dalam filter air terbukti mengurangi konsentrasi Fe secara signifikan sebesar 93,56 % (Nugraha dan Wikaningrum, 2022). Penelitian yang dilakukan Lee et al. (2023) pada pemakaian zeolite bersama dengan bakteri pengoksidasi Fe dalam sistem biofilter terbukti mampu menurunkan kadar logam Fe sebesar 99,75%. Penambahan pasir silika dalam sistem filter air berlapis menunjukkan ketika diaplikasikan bersama karbon aktif dan zeolit, mampu menurunkan tingkat

kekeruhan air dan total padatan terlarut (Sephiana et al., 2025). Penelitian terdahulu sejalan dengan penerapan filter air berlapis di SDI As Salam yang menggunakan zeolit, karbon aktif dan manganese greensand sebagai bahan penyaring yang mampu menurunkan kandungan Fe dan menurunkan kadar kekeruhan air (Tabel 1).

Penggunaan karbon aktif sebagai media penyaring kedua sangat berperan dalam meningkatkan kualitas air secara keseluruhan. Karbon aktif memiliki kapasitas adsorpsi yang sangat tinggi, yang memungkinkan untuk menghilangkan bahan kimia berbahaya, seperti klorin, pestisida, senyawa organik, serta bau dan rasa yang tidak sedap. Proses adsorpsi bekerja dengan cara menyerap molekul-molekul terlarut dalam air pada permukaan karbon aktif, sehingga air yang dihasilkan menjadi lebih bersih dan segar. Sejalan dengan penerapan sistem filter air yang dilakukan oleh Agus et al. (2023) dengan tujuan penjernihan air dengan cara memperlambat gerakan air melewati bahan penjernih mampu menurunkan tingkat kekeruhan air. Karbon aktif sangat efektif dalam menghilangkan senyawa-senyawa yang mungkin tidak bisa disaring dengan media lainnya, meningkatkan kualitas air secara signifikan.

Selain itu, zeolit yang digunakan dalam sistem filtrasi air berlapis berfungsi untuk menghilangkan logam berat, seperti mangan (Mn), yang dapat mengganggu kualitas air dan berpotensi membahayakan kesehatan jika dibiarkan dalam jumlah berlebihan. Zeolit bekerja berdasarkan prinsip penukaran ion, yang memungkinkan ion-ammonium (NH_4^+) dalam air digantikan oleh ion natrium (Na^+) yang terdapat dalam zeolit. Selain itu, zeolit juga mampu menyaring logam berat, mengurangi potensi polusi dalam air, dan membuatnya lebih aman untuk digunakan.

Keberhasilan sistem filtrasi air berlapis dalam meningkatkan kualitas air juga dapat dilihat dari penurunan kekeruhan air, yang sebelumnya mencapai 30 NTU menjadi

hanya 2 NTU setelah difilter. Kekeruhan yang tinggi dalam air menunjukkan adanya partikel-partikel padat yang mengambang di dalamnya, yang dapat mengganggu kualitas visual dan fisik air. Setelah sistem filtrasi diterapkan, air menjadi lebih jernih, dan partikel-partikel kasar yang dapat mengganggu kesehatan berhasil disaring dengan baik. Peningkatan pH air dari 5,8 menjadi 6,8 menunjukkan bahwa sistem filter air yang digunakan tidak hanya menghilangkan partikel fisik dan senyawa kimia, tetapi juga meningkatkan keseimbangan kimia air agar lebih aman untuk keperluan konsumsi dan sanitasi.

Selain peningkatan kualitas fisik dan kimia air, sistem filtrasi air berlapis juga berhasil menghilangkan kontaminasi mikrobiologis dalam air. Sebelum penerapan sistem filter, air sumur terdeteksi mengandung *E. coli* dan *total coliform*, yang menunjukkan bahwa pada air telah terkontaminasi dengan bakteri patogen yang dapat menyebabkan gangguan pencernaan dan penyakit lainnya. Namun, setelah difilter, jumlah bakteri pathogen menurun tajam, bahkan terdeteksi pada tingkat yang sangat rendah, jauh di bawah ambang batas yang diperbolehkan untuk air konsumsi. Penurunan jumlah *E. coli* dan *total coliform* menunjukkan bahwa sistem filtrasi air berlapis tidak hanya efektif dalam mengatasi masalah fisik dan kimia air, tetapi juga dalam meningkatkan kualitas sanitasi, sehingga air yang dihasilkan lebih aman untuk digunakan oleh siswa dan staf sekolah.

Gambar 4.
Instalasi filtrasi air berlapis yang dilengkapi dengan poster tahapan operasional dan pemeliharaan filter



Keberhasilan sistem filtrasi air berlapis juga tidak terlepas dari pelatihan yang diberikan oleh Tim Doktor Mengabdikan Universitas Brawijaya kepada pengelola sekolah mengenai cara mengoperasikan dan merawat instalasi filtrasi air berlapis (Gambar 5). Pengelola sekolah yang telah dilatih dengan baik dapat melakukan *backwashing* secara rutin untuk membersihkan media filter dari kotoran yang terperangkap selama proses penyaringan. Dengan pemeliharaan yang tepat, sistem filtrasi air berlapis dapat bertahan dalam jangka panjang dan terus menghasilkan air yang bersih dan aman.

Secara keseluruhan, penerapan sistem filtrasi air berlapis di SDI As Salam berhasil mengatasi masalah kualitas air yang mengandung besi tinggi dan kontaminan lainnya. Hasil kegiatan pengabdian masyarakat menunjukkan bahwa teknologi filtrasi air berlapis yang menggunakan berbagai media penyaring sangat efektif dalam meningkatkan kualitas air sumur, sehingga dapat digunakan untuk berbagai keperluan sekolah, baik untuk konsumsi maupun sanitasi. Selain itu, dengan adanya pelatihan dan edukasi kepada pengelola sekolah, keberlanjutan sistem penyaringan ini dapat terjaga dengan baik. Keberhasilan ini diharapkan dapat menjadi model bagi sekolah-sekolah lain yang menghadapi

masalah kualitas air serupa, serta memberikan solusi berkelanjutan untuk meningkatkan kualitas hidup di lingkungan pendidikan.

Gambar 5.

Kegiatan sosialisasi dan pelatihan operasional serta perawatan instalasi filtrasi air berlapis kepada pihak sekolah



KESIMPULAN

Penerapan sistem penyaringan berlapis di SDI As Salam berhasil mengatasi masalah kualitas air yang disebabkan oleh kadar besi tinggi dan kontaminasi lainnya. Sistem yang melibatkan penggunaan pasir silika, karbon aktif, zeolit, dan manganese greensand terbukti efektif dalam menghilangkan besi terlarut, mengurangi kekeruhan, dan meningkatkan kualitas air secara keseluruhan. Penurunan kadar besi lebih dari 80%, penurunan kekeruhan air dari 30 NTU menjadi 2 NTU, dan peningkatan pH air menunjukkan keberhasilan sistem filtrasi air berlapis dalam memperbaiki kualitas air. Sistem penyaringan air juga berhasil mengurangi kontaminasi mikrobiologis, terbukti dari penurunan jumlah *E. coli* dan *total coliform*, yang menjadikan air lebih aman untuk digunakan. Pelatihan dan edukasi kepada pengelola sekolah mengenai cara mengoperasikan dan merawat sistem filtrasi air berlapis sangat penting untuk memastikan keberlanjutan sistem dalam jangka panjang. Keberhasilan penerapan filtrasi air berlapis diharapkan menjadi model bagi sekolah-sekolah lain yang menghadapi masalah kualitas air serupa, serta memberikan solusi berkelanjutan dalam meningkatkan kualitas hidup di

lingkungan pendidikan. Sistem penyaringan ini tidak hanya meningkatkan kualitas air, tetapi juga memberikan dampak positif terhadap kesehatan dan kenyamanan warga sekolah, sekaligus mendukung proses pembelajaran yang lebih baik dan menciptakan lingkungan yang lebih sehat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada Direktorat Riset dan Pengabdian kepada Masyarakat, Universitas Brawijaya (DRPM UB) yang telah memberikan dukungan pendanaan melalui program “Doktor Mengabdikan” dengan nomor kontrak 00737.1/UN10.A0501/B/PT.01.03.2/2025, sehingga kegiatan pengabdian ini dapat terlaksana dengan baik dan memberikan manfaat nyata bagi masyarakat sasaran.

DAFTAR PUSTAKA

- Kusumarini, E., & Embon, S. (2020). Pentingnya Penyediaan Fasilitas Air Bersih di Lingkungan Sekolah Agar Menciptakan Lingkungan yang Bersih dan Sehat di SDN 020 Samarinda Utara. *Jurnal Pendas Mahakam*, 5(1), 87–92.
- Lee, W. S., Aziz, H. A., & Tajarudin, H. A. (2023). Removal on Fe and Mn from the Groundwater by Using Rossellomorea sp. *Water Environment Research*, 9(8). <https://doi.org/10.1002/wer.10913>
- Majdi, H. S., Jaafar, M. S., & Abed, A. M. (2019). Using KDF Material to Improve the Performance of Multi-layer Filters in the Reduction of Chemical and Biological Pollutants in Surface Water Treatment. *South African Journal of Chemical Engineering*, 28, 39–45. <https://doi.org/10.1016/j.sajce.2019.01.003>
- Mugiyantoro, A., Rekinagara, I. H., Primaristi, C. D., & Soesilo, J. (2017). Penggunaan Bahan Alam Zeolit, Pasir Silika, dan Arang Aktif dengan Kombinasi Teknik Shower dalam

- Filtrasi Fe, Mn, Dan Mg pada Air Tanah Di Upn 'Veteran' Yogyakarta. *Seminar Nasional Kebumihan Ke-10*.
- Nguyen, T. B. H., & Van, H. T. (2024). Application of Modified Zeolite in the Remediation of Heavy Metals in Contaminated Soil: A Short Review. *Technology in Agronomy*, 4(1), 0–0. <https://doi.org/10.48130/tia-0023-0021>
- Ningrum, S. O. (2018). Analisis Kualitas Badan Air dan Kualitas Air Sumur di Sekitar Pabrik Gula Rejo Agung Baru Kota Madiun. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 10, 1–12.
- Nugraha, M. P., dan T. Wikaningrum. (2022). The Study of Improving Acid Mine Water Quality by Manganese Greensand and Activated Carbon Filtration. *Serambi Engineering*, 7(2), 2938-2947.
- Puspitasari, F. M., & Handayani, N. U. (2023). Upaya Peningkatan Kualitas Air Produksi pada Perusahaan XYZ di Kabupaten Sragen dengan Metode Six Sigma. <http://ejournal.undip.ac.id/index.php/modul>
- Rasmito, A., Pamungkas, D. A., Arsandi, M. R. J. S. B., & Widarto, W. T. (2019). Penggunaan Manganese Green Sand Untuk Menurunkan Kadar Fe dan Mn Dalam Air Tanah. *Seminar Nasional Kimia Dan Pembelajarannya (SNKP) 2019*.
- Sephiana, L., Saifullah, and E. Munandar. (2025), Effectiveness of Using a Combination of Media in a Multi-stage Filter for Processing Cisedae River Water. *Majority Science Journal*, 3(20), 73-85. DOI: <https://doi.org/10.61942/msj.v3i2.337>
- Sutrisno, C. T. (2006). *Teknologi Penyediaan Air bersih* (6th ed.). Rineka Cipta.
- Yaqin, R. I., Ziliwu, B. W., Demeianto, Siahaan, J. P., Priharanto, Y. E., & Musa, I. (2020). Rancang Bangun Alat Penjernih Air Portable untuk Persediaan Air Kota Dumai. *Jurnal Teknologi*, 12(2), 107–116.