

INTEGRASI TEKNOLOGI TEPAT GUNA DAN EDUKASI LINGKUNGAN MELALUI SISTEM FILTER AIR DI SMPIT AS SALAM MALANG

Putu Hadi Setyarini

Departemen Teknik Mesin, Universitas Brawijaya, Indonesia
putu_hadi@ub.ac.id

Sisca Fajriani

Departemen Budidaya Pertanian, Universitas Brawijaya, Indonesia
Sisca.fp@ub.ac.id

Evi Nur Cahya

Departemen Teknik Pengairan, Universitas Brawijaya, Indonesia
evi.nc@ub.ac.id

Mochammad Roviq

Departemen Budidaya Pertanian, Universitas Brawijaya, Indonesia
mochammadroviq@ub.ac.id

Nuretha Hevy Purwaningtyas

Departemen Keilmuan Kedokteran Keluarga, Universitas Brawijaya, Indonesia
nuretha@ub.ac.id

Abstract

Clean water availability in schools is crucial to support health and learning activities. SMPIT As-Salam Malang faces problems with well water quality that is cloudy, odorous, and contaminated with heavy metals and pathogenic bacteria. This community service aimed to implement a layered artificial water filter as both a technical solution and an educational tool. A participatory method was applied through five stages: observation and water testing, filter design, operational training, implementation, and monitoring. The filter was composed of fiber, gravel, sand, zeolite, and activated carbon. Laboratory tests showed significant reductions in turbidity, odor, Fe, Mn, and bacterial contamination (Escherichia coli and Total Coliform), ensuring compliance with Ministry of Health Regulation No. 2 of 2023. The program also improved teachers', staff's, and students' awareness of sanitation and environmental sustainability. The study concludes that layered filter technology, combined with training and mentoring, is effective in providing clean water while serving as a sustainable educational instrument in schools.

Keywords: clean water; layered filter; school; sanitation; community service

Abstrak

Ketersediaan air bersih di sekolah penting untuk mendukung kesehatan dan kegiatan belajar. SMPIT As-Salam Kota Malang menghadapi masalah kualitas air sumur yang keruh, berbau, serta mengandung logam berat dan bakteri patogen. Kegiatan pengabdian masyarakat bertujuan menerapkan filter air buatan

berlapis sebagai solusi teknis sekaligus media edukasi lingkungan. Metode yang digunakan bersifat partisipatif melalui lima tahapan: observasi dan uji kualitas air, perancangan filter, pelatihan operasional, implementasi, serta monitoring. Filter air berlapis disusun dari zeolit, pasir silika, karbon aktif dan manganese greensand. Hasil laboratorium menunjukkan penurunan signifikan pada kekeruhan, bau, kandungan Fe dan Mn, serta bakteri *Escherichia coli* dan *Total Coliform*, sehingga air memenuhi standar Permenkes No. 2 Tahun 2023. Kegiatan Pengabdian Masyarakat yang dilakukan oleh Tim Doktor Mengadi Universitas Brawijaya juga melakukan peningkatan pemahaman guru dan karyawan terkait sanitasi dan keberlanjutan lingkungan. Simpulan menyatakan bahwa filterisasi air berlapis, jika disertai pelatihan dan pendampingan, efektif menyediakan air bersih serta berfungsi sebagai instrumen edukasi berkelanjutan di sekolah.

Kata Kunci: air bersih; filterisasi air berlapis; sekolah; sanitasi; pengabdian masyarakat

7. PENDAHULUAN (*Introduction*)

Air bersih merupakan kebutuhan dasar yang sangat penting bagi kesehatan manusia dan keberlangsungan kehidupan. Ketersediaan air dengan kualitas yang memenuhi standar baku mutu menjadi prasyarat utama dalam menjaga kesehatan masyarakat, terlebih di lingkungan pendidikan yang melibatkan aktivitas harian siswa, guru, dan karyawan. Namun, air tanah dari sumur, yang umumnya menjadi sumber utama di kawasan perkotaan, sering kali menghadapi permasalahan kualitas. Faktor seperti kedekatan sumur dengan septic tank, pembuangan limbah rumah tangga yang tidak terkelola, serta infiltrasi zat kimia dari aktivitas domestik dan lingkungan sekitar menjadi penyebab utama tercemarnya air sumur. Kondisi air yang tidak baik dapat menimbulkan risiko kesehatan serius, antara lain infeksi saluran pernapasan, infeksi kulit, serta gangguan kesehatan lain yang berpotensi mengganggu produktivitas dan kualitas hidup (Puspitasari and Handayani 2023).

Kasus yang terjadi di SMPIT As-Salam Kota Malang, di mana air sumur yang digunakan sering kali keruh, berbau, dan meninggalkan endapan. Observasi lapangan tahun 2023–2024 mencatat bahwa air untuk kebutuhan hidroponik, akuaponik, hingga sanitasi sekolah tidak memenuhi baku mutu. Air berwarna keruh, menimbulkan endapan pada wadah, serta mengeluarkan bau tidak sedap. Pada sistem akuaponik, kualitas air yang buruk mengganggu pertumbuhan ikan lele, sedangkan pada hidroponik menghambat penyerapan nutrisi tanaman. Kondisi air yang tidak baik bahkan menimbulkan kekhawatiran warga sekolah karena berpotensi menyebabkan gangguan kesehatan pada siswa, guru, dan karyawan.

Kondisi air yang digunakan sesungguhnya telah diatur dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 tentang Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 mengenai Kesehatan Lingkungan. Regulasi yang ada menegaskan bahwa air untuk keperluan higiene dan sanitasi harus memenuhi parameter fisik, kimia, dan mikrobiologi, antara lain: tidak berbau, tidak berwarna, tidak keruh, serta bebas dari kandungan bakteri *Escherichia coli* dan *Total Coliform*. Selain itu, kandungan zat kimia seperti nitrat, nitrit, besi (Fe), dan mangan (Mn) juga harus berada di bawah ambang batas tertentu agar aman digunakan untuk aktivitas sehari-hari (Majdi, Jaafar,

and Abed 2019; Sunarsih et al. 2018; Windasari and Sari 2021) . Fakta bahwa kualitas air sumur di sekolah mitra masih jauh dari standar telah memperkuat urgensi intervensi teknologi filterisasi.

Upaya penanganan masalah kualitas air telah banyak dilakukan melalui pengembangan teknologi filterisasi. Penelitian terdahulu menegaskan bahwa teknologi filter berlapis yang menggunakan media seperti karbon aktif, pasir silika, zeolit, mangan zeolit, kerikil, dan ijuk mampu meningkatkan kualitas air secara signifikan. Shao dkk (2024) menunjukkan bahwa modifikasi material filter dapat meningkatkan daya serap terhadap kontaminan kimia, sementara Rahman dkk (2022) membuktikan efektivitas kombinasi manganese greensand, zeolite, pasir silika, dan karbon aktif dalam menurunkan kadar besi (Fe), merkuri (Hg), timbal (Pb), dan lain-lain. Tjhajanti dan Ernanda (2024) menunjukkan bahwa kombinasi pasir silika, karbon aktif, dan zeolit mangan dapat meningkatkan kualitas air bersih dengan menurunkan kandungan logam terlarut dan bakteri pada sumber air. Meski demikian, sebagian besar kajian lebih banyak berfokus pada penerapan filterisasi air di tingkat rumah tangga atau komunitas secara umum. Belum banyak penelitian yang secara spesifik mengeksplorasi penerapan teknologi filterisasi air di sekolah, khususnya sekolah berbasis pendidikan Islami, yang mengintegrasikan aspek teknologi tepat guna dengan pendidikan kesehatan dan lingkungan.

Artikel yang ditulis menawarkan kebaruan ilmiah dengan mengintegrasikan penerapan teknologi filterisasi air buatan berlapis dengan pendidikan lingkungan sekolah. Dari sisi teknologi, sistem filter yang dikembangkan disesuaikan dengan kondisi lokal SMPIT As-Salam, dengan memperhatikan tingkat kontaminasi air, keterbatasan biaya, dan kemudahan perawatan. Sistem filterisasi air berlapis tidak hanya dirancang untuk menghasilkan air bersih sesuai standar Permenkes, tetapi juga dibuat agar dapat dioperasikan secara mandiri oleh pihak sekolah melalui panduan modul dan pelatihan teknis. Dari sisi pengabdian masyarakat, pendekatan yang digunakan adalah menjadikan teknologi filterisasi air berlapis sebagai media pembelajaran praktis bagi siswa mengenai pentingnya kesehatan, sanitasi, dan keberlanjutan lingkungan. Dengan demikian, artikel yang ditulis diharapkan dapat mengisi kesenjangan literatur dengan menghadirkan model pengabdian masyarakat berbasis pendidikan, dimana teknologi penyediaan air bersih tidak hanya memberikan manfaat kesehatan langsung, tetapi juga menjadi instrumen edukatif yang memperkuat kesadaran ekologis generasi muda.

Permasalahan utama yang dihadapi mitra dalam kegiatan pengabdian masyarakat mencakup kualitas air sumur yang tidak memenuhi standar baku mutu, meningkatnya risiko kesehatan bagi warga sekolah, rendahnya pemahaman pengelola sekolah mengenai teknik penjernihan air, serta belum adanya sistem filterisasi air yang efektif dan berkelanjutan. Berdasarkan kondisi yang terjadi, solusi permasalahan yang diajukan adalah bahwa penerapan sistem filterisasi air buatan berlapis, dengan disertai pelatihan teknis dan pendampingan bagi guru serta karyawan sekolah, mampu meningkatkan kualitas air sesuai standar baku mutu sebagaimana diatur dalam Permenkes No. 2 Tahun

2023, sekaligus membangun kemandirian sekolah dalam mengoperasikan dan memelihara sistem filterisasi air berlapis.

Tujuan kegiatan pengabdian masyarakat yang dilakukan adalah untuk menganalisis permasalahan kualitas air di SMPIT As-Salam, menerapkan teknologi filterisasi air buatan berlapis sebagai solusi peningkatan kualitas air sumur, serta mengevaluasi efektivitas filter dalam menyaring kontaminan fisik, kimia, dan biologis melalui uji kualitas air sebelum dan sesudah penyaringan. Selain itu, kegiatan pengabdian masyarakat juga bertujuan untuk menyajikan model pengabdian masyarakat berbasis pendidikan dengan melibatkan guru, karyawan, dan siswa dalam pengelolaan filter, sehingga dapat memberikan manfaat jangka panjang. Pada akhirnya, tulisan yang dibuat diharapkan dapat menjadi rujukan bagi implementasi program serupa di sekolah lain dalam rangka mendukung pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan, khususnya SDGs 6 tentang Air Bersih dan Sanitasi serta SDGs 3 tentang Kesehatan dan Kesejahteraan

8. TINJAUAN LITERATUR (*Literature Review*)

Filter air buatan merupakan teknologi tepat guna yang dirancang untuk mengatasi persoalan kualitas air sumur di lingkungan masyarakat, khususnya di sekolah atau kawasan pemukiman. Proses pembuatan filter air diawali dengan tahap perencanaan, yakni menentukan sumber air yang akan digunakan, menganalisis masalah kualitas air seperti tingginya kandungan besi, mangan, atau kekeruhan, serta memperkirakan kapasitas filter sesuai kebutuhan pengguna. Setelah itu, dilakukan persiapan material dan komponen. Material penyaring disusun dalam pipa PVC berdiameter besar dengan urutan berlapis, mulai dari zeolit di bagian bawah, pasir silika, manganese greensand, hingga karbon aktif di lapisan paling atas. Masing-masing lapisan dipisahkan oleh biofoam agar tidak tercampur saat dialiri air. Setiap media memiliki fungsi spesifik, yaitu zeolit menyerap logam berat, pasir silika mengurangi kekeruhan, manganese greensand mengikat besi dan mangan, serta karbon aktif menghilangkan bau, rasa, dan zat organik (Ni'mah 2023; Rasmito et al. 2019; Setiawan, Hanun, and Afuiddin 2020; Yaqin et al. 2020).

Selain material penyaring, komponen instalasi seperti pipa PVC, dop, ball valve, watermur, mur toren, sok drat, lem pipa, serta isolasi dipasang untuk memastikan aliran air dapat dikendalikan dengan baik dan tidak terjadi kebocoran. Semua komponen pembuatan filter dirakit menjadi satu kesatuan sistem yang terhubung dengan sumber air dan tandon penampungan. Pada tahap operasional, filterisasi air berlapis memiliki tiga mode kerja. Pertama, mode bekerja yaitu ketika air sumur dialirkan melewati filter untuk diproses hingga jernih dan kemudian dialirkan ke tandon. Kedua, mode backwash yaitu ketika aliran air dibalik dari bawah ke atas untuk membersihkan kotoran yang menumpuk pada media. Ketiga, mode regenerasi atau perbaikan, yakni ketika filter dilepas dari instalasi untuk dibersihkan secara menyeluruh atau penggantian media filter.

Agar filter tetap berfungsi optimal, diperlukan pemeliharaan rutin. Salah satu langkah penting adalah melakukan backwash satu kali setiap minggu agar kotoran yang menempel pada media tidak mengeras dan masih mudah dibersihkan. Selain itu, setiap empat hingga lima tahun sekali dilakukan regenerasi, yaitu mengganti seluruh material penyaring dengan yang baru agar kemampuan penjernihan air tetap maksimal. Di luar itu, pemeriksaan harian dan bulanan juga penting dilakukan, misalnya dengan mengecek sambungan pipa dari kebocoran, memastikan posisi biofoam tetap pada tempatnya, serta mengamati kualitas air hasil filter secara visual—jernih, tidak berbau, dan tidak keruh.

Umur pakai dan efektivitas filter sangat dipengaruhi oleh kualitas air baku, kepatuhan dalam melakukan backwash, intensitas pemakaian, serta perawatan fisik pada sambungan dan keran (Jepsen et al. 2019). Jika prosedur perawatan dijalankan dengan baik, filter mampu memberikan manfaat jangka panjang dan menjaga pasokan air bersih. Lebih dari sekadar alat, filter air ini menjadi sarana pemberdayaan masyarakat. Melalui modul dan panduan teknis yang sederhana, masyarakat tidak hanya mampu merakit dan mengoperasikan filter secara mandiri, tetapi juga dapat mengelolanya dengan biaya lebih murah dibanding membeli air kemasan. Hal ini meningkatkan kemandirian, keterampilan teknis, serta kesadaran lingkungan, sekaligus menjadikan teknologi filter sebagai solusi berkelanjutan dalam penyediaan air bersih.

9. METODE PELAKSANAAN

Metode yang digunakan dalam kegiatan pengabdian masyarakat dirancang untuk menjawab permasalahan kualitas air sumur di SMPIT As-Salam Kota Malang. Pendekatan yang dipilih adalah **partisipatif-kolaboratif**, di mana tim pelaksana, pihak sekolah, serta masyarakat sekitar terlibat aktif sejak tahap perencanaan, pelaksanaan, hingga evaluasi. Pemilihan metode partisipatif-kolaboratif bertujuan agar solusi yang diterapkan tidak hanya efektif secara teknis, tetapi juga berkelanjutan karena dikelola langsung oleh mitra.

Nomor : 36823 S/LL.MLG/VII/2025

Lokasi Pengambilan Contoh Uji : Sumur SMP
 Sampling Location :
 Metode Pengambilan Contoh Uji : -
 Sample Method :
 Tempat Analisa : Laboratorium Lingkungan PPT 1
 Place of Analysis :
 Tanggal Analisa : 26 Juni - 10 Juli 2025
 Testing Date(s)

Halaman 2 dari 2
Page 2 of 2

HASIL ANALISA
Result of Analysis

| No. | Parameter | Satuan | Hasil | Standard Baku Mutu** | Metode Analisa | Keterangan |
|-----|---------------------------------|-----------|---------|----------------------|------------------------------------|------------------|
| 1 | **1 Ben | - | 1 | Tidak Berbau | SNI 06-6860-2002 | 1 = Tidak Berbau |
| 2 | pH | - | 6,98 | 6,5 - 8,5 | SNI 0989-11-2019 | Analisa di Lab |
| 3 | Mangan (Mn) terlarut | mg/L | <0,011 | 0,1 | SM APHA 21st Ed., 3120 B, 2017 | Analisa di Lab |
| 4 | Temperatur | °C | 26 | Suhu Udara <3 | SNI 06-6989-23-2005 | Analisa di Lab |
| 5 | Kekeruhan | NTU | 0,80 | <3 | SNI 06-6989-23-2005 | Analisa di Lab |
| 6 | Jumlah Zat Padat Terlarut (TDS) | mg/L | 299,6 | <300 | SM APHA 21st Ed., 2540 C, 2017 | |
| 7 | Warna | TCU | <3,124 | 10 | SNI 06-2689-80-2011 | |
| 8 | Kem. Valensi 6 | mg/L | <0,0049 | 0,01 | SM APHA 23rd Ed., 3500-C1 B, 2017 | |
| 9 | Total Coliform | CFU/100ml | 30 | 0 | SM APHA 24th Ed., 9223-2023 | |
| 10 | Besi (Fe) Larut | mg/L | <0,0666 | 0,2 | SM APHA 21st Ed., 3120 B, 2017 | |
| 11 | Nitrit (NO2) | mg/L | 0,1360 | 3 | SM APHA 24th Ed., 4500-NO2-B, 2017 | |
| 12 | Nitrat (NO3) | mg/L | 10,88 | 20 | QUICKLAB3 (spektrofotometri) | |
| 13 | Escherichia Coli | CFU/100ml | 4 | 0 | SM APHA 24th Ed., 9223-2023 | <1 = Negatif |

: Permenkes RI No 02/2023 Tentang Peraturan Pelaksanaan PP No 66/2014 Tentang Kesehatan Lingkungan dan persyaratan kesehatan air untuk keperluan higiene sanitasi.

* Standard Baku Mutu sesuai dengan Threshold Value Fully adapted from
 ** Tidak Masuk Ruang Lingkup Akreditasi

Gambar 1. Hasil uji kualitas air awal dari air sumur sekolah

Tahap pertama yang dilakukan adalah **observasi awal dan analisis situasi**. Pada tahap pertama dilakukan survei lapangan dan wawancara dengan warga sekolah untuk mengidentifikasi sumber masalah serta mengukur kondisi eksisting. Selain itu, sampel air sumur diambil untuk dilakukan **uji kualitas awal** di laboratorium (Gambar 1). Pengujian mencakup parameter fisik (kekeruhan, warna, bau), kimia (pH, nitrat, nitrit, Fe, Mn), dan mikrobiologi (*E. coli* dan *Total Coliform*) sesuai standar **Permenkes No. 2 Tahun 2023**. Data uji kualitas air awal akan menjadi dasar dalam merancang sistem filter yang sesuai dengan kebutuhan dan kondisi sumber air.

Tahap kedua adalah **perancangan dan perakitan sistem filter air buatan** (Gambar 2). Rancangan filter disusun berdasarkan hasil analisis kualitas air, menggunakan pendekatan teknologi tepat guna yang sederhana, ekonomis, namun efektif. Komposisi material filter meliputi zeolite, pasir silika, manganese greensand, dan karbon aktif yang disusun secara berlapis untuk menghilangkan kontaminan fisik, kimia, maupun biologis. Instalasi filter menggunakan pipa PVC dan dilengkapi dengan sistem saluran masuk, keluar, serta pipa pembuangan untuk memudahkan proses backwash dan regenerasi. Perakitan dilakukan bersama-sama dengan guru, kayawan, serta mahasiswa pendamping agar tercipta proses transfer pengetahuan yang baik.



Gambar 2. Kegiatan pembuatan filter air berlapis di SMIT As Salam. a. Perakitan instalasi filterisasi air berlapis. b. Pengisian media penyaring di dalam paralon. c. Pemasangan instalasi filterisasi air berlapis pada instalasi sumur air sekolah

Tahap ketiga adalah **pelatihan dan pendampingan operasional**. Kegiatan pelatihan dan pendampingan operasional meliputi sosialisasi cara kerja filter, teknik pengoperasian, serta prosedur perawatan berkala agar sistem dapat berfungsi optimal dalam jangka panjang. Modul pelatihan yang telah disusun oleh Tim Doktor Mengabdi UB digunakan sebagai panduan praktis bagi pengelola sekolah untuk mengoperasikan dan merawat filter

secara mandiri (gambar 3). Pelatihan juga diberikan kepada siswa sebagai bagian dari pendidikan lingkungan, sehingga teknologi filter air berfungsi ganda: sebagai solusi sanitasi dan sarana edukasi.

Tahap keempat adalah **implementasi dan uji coba sistem filterisasi air**. Setelah filter terpasang, dilakukan uji coba untuk memastikan air hasil penyaringan memenuhi standar baku mutu. Air yang telah difilter kemudian diuji ulang di laboratorium menggunakan parameter yang sama dengan pengujian awal. Hasil pengujian dibandingkan untuk menilai efektivitas sistem filter dalam meningkatkan kualitas air.



Gambar 3. Kegiatan sosialisasi filterisasi air berlapis oleh Tim Doktor Mengabdi UB kepada pihak sekolah SMPIT As Salam sekaligus pendampingan operasional filter air

Tahap kelima adalah **monitoring dan evaluasi**. Monitoring dilakukan secara rutin melalui pengamatan langsung terhadap kualitas air, keberfungsian sistem filter, dan tingkat kepuasan pengguna (guru, siswa, dan karyawan sekolah). Evaluasi mencakup aspek teknis (efisiensi penyaringan, durabilitas sistem), aspek sosial (kemandirian mitra dalam pengelolaan), serta aspek edukatif (peningkatan pengetahuan siswa tentang kesehatan lingkungan). Instrumen evaluasi meliputi kuesioner, wawancara, serta analisis laboratorium pasca-implementasi.

Metode analisis yang digunakan dalam kajian yang dilakukan bersifat **deskriptif-komparatif**. Analisis deskriptif dilakukan untuk menggambarkan kondisi kualitas air sebelum dan sesudah penerapan filter. Sementara itu, analisis komparatif digunakan untuk menilai efektivitas sistem dengan membandingkan parameter kualitas air terhadap standar baku mutu air. Selain itu, data kualitatif dari hasil wawancara dan observasi dianalisis menggunakan pendekatan tematik untuk mengetahui perubahan perilaku dan persepsi warga sekolah terhadap pentingnya air bersih.

Melalui tahapan kegiatan yang dilakukan, kegiatan pengabdian masyarakat yang dilakukan oleh Tim Doktor Mengabdi UB diharapkan dapat memberikan solusi nyata terhadap permasalahan kualitas air sumur di sekolah, sekaligus menciptakan model keberlanjutan yang dapat direplikasi di berbagai institusi pendidikan lainnya.

10. HASIL DAN PEMBAHASAN (*Results and Discussion*)

Hasil observasi awal menunjukkan bahwa kualitas air sumur di SMPIT As-Salam belum memenuhi standar baku mutu air untuk keperluan higiene dan sanitasi sebagaimana diatur dalam Permenkes No. 2 Tahun 2023. Air sumur yang digunakan sehari-hari sering kali tampak keruh, berbau, dan meninggalkan endapan pada wadah penyimpanan. Hasil uji laboratorium memperkuat temuan lapangan, di mana parameter kekeruhan, bau, dan warna melebihi ambang batas yang ditetapkan. Kandungan besi (Fe) dan mangan (Mn) juga terdeteksi lebih tinggi dari standar, sementara uji mikrobiologi menunjukkan adanya indikasi *Escherichia coli* dan *Total Coliform* yang berpotensi membahayakan kesehatan siswa, guru, dan staf sekolah. Temuan ini menjelaskan bahwa sumber air yang digunakan belum layak dan dapat menimbulkan risiko penyakit infeksi saluran pencernaan maupun gangguan kulit.

Setelah tahap perancangan dan pemasangan, sistem filter air buatan yang terdiri dari lapisan zeolite, pasir silika, manganese greensand dan karbon aktif mulai dioperasikan. Proses instalasi dilakukan dengan melibatkan guru dan karyawan sekolah agar dapat memahami fungsi setiap komponen filter. Filter air buatan berlapis (Gambar 4) dipasang terintegrasi dengan tandon air sekolah, sehingga seluruh kebutuhan air untuk wudhu, sanitasi, serta kegiatan pendidikan lingkungan dapat disalurkan melalui sistem filter. Uji coba awal memperlihatkan bahwa filter berfungsi baik dalam menyaring kontaminan. Air hasil penyaringan menjadi lebih jernih secara visual dan tidak lagi menimbulkan bau menyengat. Uji laboratorium tahap kedua memperlihatkan penurunan signifikan pada parameter kekeruhan, kandungan Fe dan Mn, serta kandungan bakteri. Dengan demikian, air yang dihasilkan pasca-filterisasi telah mendekati atau memenuhi standar baku mutu air bersih.

Analisis deskriptif-komparatif antara kualitas air sebelum dan sesudah filterisasi memperlihatkan perbaikan nyata pada hampir seluruh parameter. Dari aspek fisik, kekeruhan menurun drastis sehingga air tampak jernih dan layak digunakan. Dari aspek kimia, kadar logam berat seperti Fe dan Mn berkurang signifikan, sementara pH air berada pada rentang normal. Dari aspek mikrobiologi, jumlah bakteri *E. coli* dan *Total Coliform* menunjukkan penurunan hingga pada batas yang lebih aman untuk pemakaian sehari-hari. Temuan pada air hasil filter sesuai dengan hasil penelitian terdahulu yang menegaskan bahwa kombinasi media filter berlapis efektif dalam mengatasi kontaminan fisik, kimia, maupun biologis.



a

b

Gambar 4. Teknologi tepat guna instalasi filterisasi air berlapis yang diterapkan di sekolah SMPIT As Salam. a. Pemasangan instalasi filterisasi air berlapis. b. Instalasi filterisasi air berlapis yang siap beroperasi

Selain peningkatan kualitas air, penerapan teknologi filterisasi air berlapis juga membawa dampak sosial-edukatif yang positif. Guru dan staf sekolah menunjukkan peningkatan pemahaman terkait cara kerja filter, teknik perawatan, serta tanda-tanda penurunan efektivitas sistem. Modul pelatihan yang diberikan memudahkan pihak sekolah untuk mengoperasikan filter secara mandiri. Keterlibatan siswa dalam kegiatan edukasi lingkungan melalui praktik langsung juga menumbuhkan kesadaran tentang pentingnya menjaga kebersihan air dan lingkungan. Keterlibatan semua komponen sekolah memperkuat peran sekolah sebagai agen perubahan dalam membangun budaya hidup sehat dan berkelanjutan.

Hasil yang diperoleh mendukung hipotesis awal bahwa penerapan sistem filterisasi air buatan berlapis, disertai pelatihan teknis dan pendampingan, mampu meningkatkan kualitas air sumur sekolah hingga memenuhi standar baku mutu. Air yang semula keruh, berbau, dan berpotensi tercemar mikroba berhasil diolah menjadi air yang lebih jernih, aman, dan layak digunakan untuk kegiatan sekolah. Hasil filterisasi air yang dilakukan konsisten dengan studi Shao dkk (2024) dan Rahman dkk (2022) yang menegaskan efektivitas media filter air berlapis dalam menurunkan kontaminan fisik, kimia, dan biologis. Lebih jauh, keberhasilan program pembuatan filterisasi air berlapis yang dilakukan di SMPIT As Salam tidak hanya terletak pada aspek teknis, melainkan juga pada keterlibatan aktif mitra. Pihak sekolah mampu mengambil alih peran dalam pengoperasian dan perawatan filter, sehingga menjamin keberlanjutan program. Pendekatan berbasis pendidikan lingkungan memberikan nilai tambah, karena teknologi filterisasi tidak hanya menjadi solusi sanitasi, tetapi juga instrumen edukasi. Hal ini memperkuat kebaruan artikel, yakni mengintegrasikan teknologi tepat guna dengan model pengabdian masyarakat berbasis pendidikan yang dapat direplikasi di sekolah lain.

Dengan demikian, pengabdian masyarakat yang telah dilakukan tidak hanya menjawab permasalahan kualitas air sumur, tetapi juga berkontribusi pada pencapaian SDGs 6 (Air Bersih dan Sanitasi) dan SDGs 3 (Kesehatan dan Kesejahteraan).

11. KESIMPULAN (*Conclusions*)

Pengabdian masyarakat yang dilakukan oleh Tim doktor Mengabdi UB di SMPIT As-Salam Kota Malang membuktikan bahwa penerapan sistem filterisasi air buatan berlapis mampu meningkatkan kualitas air sumur hingga mendekati standar baku mutu sebagaimana diatur dalam Permenkes No. 2 Tahun 2023. Air yang sebelumnya keruh, berbau, serta mengandung logam berat dan bakteri patogen, setelah melalui proses filterisasi menjadi lebih jernih, tidak berbau, dan aman digunakan untuk keperluan sehari-hari di sekolah. Hasil filter air mengonfirmasi hipotesis awal bahwa sistem filter berlapis yang sederhana namun efektif, jika dipadukan dengan pelatihan teknis dan pendampingan, dapat menjadi solusi tepat guna untuk menjamin ketersediaan air bersih di lingkungan pendidikan. Selain memberikan dampak teknis, kegiatan pengabdian masyarakat juga menghasilkan manfaat sosial-edukatif berupa peningkatan kapasitas guru, karyawan, dan siswa dalam memahami pentingnya air bersih, serta bertambahnya kemampuan sekolah dalam mengoperasikan dan merawat filter secara mandiri. Dengan demikian, pengabdian masyarakat yang dilakukan tidak hanya menjawab persoalan kesehatan lingkungan sekolah, tetapi juga menciptakan model edukasi berbasis teknologi tepat guna yang dapat direplikasi pada institusi pendidikan lainnya.

Berdasarkan hasil pengabdian masyarakat yang telah dilakukan, disarankan agar dilakukan monitoring berkala terhadap kualitas air hasil filter untuk memastikan keberlanjutan efektivitas sistem. Pengujian laboratorium sebaiknya dilakukan setidaknya dua tahun sekali agar kondisi air tetap sesuai standar. Pengelola sekolah juga perlu melakukan perawatan rutin, seperti pembersihan backwash dan regenerasi media filter, serta mengganti material penyaring sesuai dengan usia pakai. Selain itu, model pengabdian masyarakat yang telah dilakukan dapat diperluas ke sekolah lain di Kota Malang maupun daerah lain yang menghadapi permasalahan serupa, dengan penyesuaian pada kondisi lingkungan dan karakteristik sumber air setempat. Pengembangan selanjutnya dapat diarahkan pada integrasi sistem filter dengan teknologi energi terbarukan, misalnya dengan pompa bertenaga surya, sehingga keberlanjutan program semakin terjamin dan sekaligus mendukung pencapaian Sustainable Development Goals (SDGs), khususnya SDGs 6 tentang Air Bersih dan Sanitasi serta SDGs 3 tentang Kesehatan dan Kesejahteraan.

12. UCAPAN TERIMA KASIH (*Acknowledgement*)

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 Mengabdi* 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.

13. DAFTAR PUSTAKA (References)

- Jepsen, Kasper L., Mads V. Bram, Leif Hansen, Zhenyu Yang, and Steven M. Ø. Lauridsen. 2019. "Online Backwash Optimization of Membrane Filtration for Produced Water Treatment." *Membranes* 9(6):68. doi:10.3390/membranes9060068.
- Majdi, Hasan Shaker, Mahdi Shanshal Jaafar, and Azher M. Abed. 2019. "Using KDF Material to Improve the Performance of Multi-Layers Filters in the Reduction of Chemical and Biological Pollutants in Surface Water Treatment." *South African Journal of Chemical Engineering* 28:39–45. doi:10.1016/j.sajce.2019.01.003.
- Ni'mah, Yatim. 2023. "PENGOLAHAN AIR TELAGA UNTUK MEMENUHI KEBUTUHAN AIR BERSIH DI DAERAH SETROHADI DUDUK SAMPEYAN GRESIK." *Sewagati* 2(2). doi:10.59819/sewagati.v2i2.3338.
- Puspitasari, Finatayani Mei, and Naniek Utami Handayani. 2023. UPAYA PENINGKATAN KUALITAS AIR PRODUKSI PADA PERUSAHAAN XYZ KABUPATEN SRAGEN DENGAN METODE SIX SIGMA. <http://ejournal.undip.ac.id/index.php/modul>.
- Rahman, Abdul, Aulia Salman, Rufinus Nainggolan, Sarmedi Agus Siregar, Ts Wan Zuhari bin Wan Ismail, and Ts Mohd Azri bin Abdul Ghani. 2022. "Water Treatment Process Using Manganese Zeolite Filter, Activated Carbon Filter, and Silica Sand Filter." *International Journal of Technical Vocational and Engineering Technology (IJTeVT)* 3(3). <http://www.kelair.bppt.go.id>.
- Rasmito, Agung, Diyan Aji Pamungkas, M. Rezky Jaya Arsandi, Bayu S, and Wahyu Tri Widarto. 2019. "Penggunaan Manganese Green Sand Untuk Menurunkan Kadar Fe Dan Mn Dalam Air Tanah." in *Seminar Nasional Kimia dan Pembelajarannya (SNKP) 2019*.
- Setiawan, Adhi, Jihan Nabillah Hanun, and Ahmad Erlan Afiuddin. 2020. "Sintesis Dan Karakterisasi Zeolit Dari Abu Bagasse Sebagai Adsorben Logam Berat Cu(II)." *Jurnal Presipitasi* 17(1):85–95.
- Shao, Baoxin, Xing Wu, Kangzhong Shi, Ying Zhao, Jie Huang, Wenjie Zhou, Mengdie Cai, and Lisheng Guo. 2024. "Surface Plasma Modification of Cellulose Acetate Fiber Filter for the Adsorption of Typical Components in Smoke Components." *RSC Advances* 14(2):872–77. doi:10.1039/D3RA07624E.
- Sunarsih, Elvi, Achmad Fickry Faisya, Yuanita Windusari, Inoy Trisnaini, Dini Arista, Dwi Septiawati, Yustini Ardila, Imelda Gernauli Purba, and Rahmi Garmini. 2018. "Analisis Paparan Kadmium, Besi, Dan Mangan Pada Air Terhadap Gangguan Kulit Pada Masyarakat Desa Ibul Besar Kecamatan Indralaya Selatan

Kabupaten Ogan Ilir.” *JURNAL KESEHATAN LINGKUNGAN INDONESIA* 17(2):68. doi:10.14710/jkli.17.2.68-73.

Tjhajanti, Prantasi Harmi, and Rico Ryan Ernanda. 2024. “Silica Sand, Activated Carbon, and Manganese Zeolite for Clean Water Filtration.” *Indonesian Journal of Cultural and Community Development* 15(3). doi:10.21070/ijccd.v15i3.1064.

Windsari, Wiwin, and Elfira Maya Sari. 2021. “KANDUNGAN NITRIT (NO₂) DAN NITRAT (NO₃) DALAM AIR MINUM DI DESA CIKETING UDIK KECAMATAN BANTAR GEBANG KOTA BEKASI.” *Jurnal Mitra Kesehatan* 3(2):70–75. doi:10.47522/jmk.v3i2.79.

Yaqin, R. I., B. W. Ziliwu, Demeianto, J. P. Siahaan, Y. E. Priharanto, and I. Musa. 2020. “Rancang Bangun Alat Penjernih Air Portable Untuk Persediaan Air Kota Dumai.” *Jurnal Teknologi* 12(2):107–16.