

Penerapan Filtrasi Berlapis Zeolit, Karbon Aktif dan *Greensand* untuk Air Bersih di Desa Sumberejo, Tuban

¹Yosita Dyah Anindita*, ²Maja Pranata Marbun, ³Ervie Sukma Prabawati, ⁴Ratih Estu Nungraeni, ⁵Heni Fidyaningrum, ⁶Luqman Randyan Hakim, ⁷Nova Dwi Saputra

^{1,2,3,4,5,6,7}Program Studi Teknik Kimia, Universitas Sunan Bonang, Tuban, Jawa Timur, Indonesia
Email Corresponding: yosita.sunanbonang@gmail.com*

INFORMASI ARTIKEL

ABSTRAK

Kata Kunci:

Air Bersih
Filtrasi Berlapis
Zeolit
Karbon Aktif
Manganese Greensand

Ketersediaan air bersih yang belum memenuhi standar kesehatan masih menjadi permasalahan di berbagai wilayah pedesaan, termasuk Desa Sumberejo, Kecamatan Widang, Kabupaten Tuban. Masyarakat setempat masih banyak memanfaatkan air tanah dari sumur gali dan sumur bor dangkal yang kualitas airnya tidak sesuai standar air bersih, ditandai dengan warna kekuningan, bau, dan endapan akibat kandungan polutan. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas air bersih melalui penerapan teknologi filtrasi berlapis yang terdiri dari pasir silika, karbon aktif, zeolite dan *manganese greensand* yang mudah diaplikasikan oleh masyarakat, sekaligus meningkatkan pengetahuan dan kemandirian masyarakat dalam pengelolaan air bersih. Metode yang digunakan meliputi pengambilan sampel air tanah, perancangan dan pembuatan unit filtrasi berlapis berbahan ember cat bekas dengan media filtrasi berlapis, serta kegiatan penyuluhan dan demonstrasi kepada masyarakat di Balai Desa Sumberejo yang diikuti oleh 25 warga. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa unit filtrasi yang diterapkan mampu memperbaiki kualitas air secara fisik, ditandai dengan peningkatan kejernihan, berkurangnya aroma, dan penurunan endapan secara visual. Selain itu, kegiatan penyuluhan meningkatkan pemahaman masyarakat mengenai pentingnya air bersih, prinsip kerja filtrasi, serta cara perakitan dan perawatan alat. Penerapan teknologi filtrasi sederhana berbasis teknologi tepat guna ini berpotensi menjadi solusi alternatif yang efektif dan berkelanjutan dalam penyediaan air bersih di wilayah pedesaan dengan permasalahan serupa.

ABSTRACT

Keywords:

Clean Water
Layered Filtration
Zeolit
Activated Carbon
Manganese Greensand

Abstract: The availability of clean water that meets health standards remains a problem in many rural areas, including Sumberejo Village, Widang Sub-district, Tuban Regency. Local communities still largely rely on groundwater from dug wells and shallow bore wells whose water quality does not meet clean water standards, as indicated by yellowish coloration, odor, and sediment caused by pollutant content. The community service activity aimed to improve clean water quality through the implementation of a layered filtration technology consisting of silica sand, activated carbon, zeolite, and manganese greensand that is easy for the community to apply. In addition, the program sought to enhance community knowledge and self-reliance in clean water management. The methods included groundwater sampling, the design and construction of a layered filtration unit made from reused paint buckets with layered filtration media, as well as counseling and demonstration activities for the community at the Sumberejo Village Hall, which were attended by 25 residents. The results show that the implemented filtration unit is able to improve the physical quality of the water, indicated by increased clarity, reduced odor, and a visible decrease in sediment. In addition, the counseling activities increased community understanding of the importance of clean water, the principles of filtration, and the assembly and maintenance of the equipment. The application of this appropriate-technology-based simple filtration system has the potential to serve as an effective and sustainable alternative solution for clean water provision in rural areas facing similar problems.

This is an open access article under the CC-BY-SA license.



I. PENDAHULUAN

Ketersediaan air bersih merupakan salah satu prasyarat utama derajat kesehatan dan kualitas hidup masyarakat. Air tidak hanya digunakan untuk minum, tetapi juga untuk kebutuhan rumah tangga, pertanian, dan kegiatan ekonomi lainnya. Berbagai regulasi, seperti Permenkes No. 416/Menkes/Per/IX/1990 dan Permenkes No. 492/Menkes/Per/IV/2010, menetapkan baku mutu fisik, kimia, dan mikrobiologis agar air

layak dikonsumsi dan tidak menimbulkan gangguan kesehatan (Aryani, 2017). Namun, di banyak wilayah pedesaan di Indonesia, pemenuhan air bersih yang memenuhi standar tersebut masih menjadi tantangan, baik karena keterbatasan jaringan perpipaan maupun kualitas sumber air lokal yang belum memenuhi persyaratan. Kondisi ini menuntut adanya upaya-upaya sederhana, murah, dan tepat guna untuk meningkatkan kualitas air yang digunakan masyarakat sehari-hari.

Desa Sumberejo merupakan salah satu desa di Kecamatan Widang, Kabupaten Tuban, Jawa Timur, dengan karakteristik wilayah dataran rendah yang dekat dengan daerah aliran sungai dan rawan banjir. Meskipun secara umum cakupan pelayanan air bersih di Kabupaten Tuban dilaporkan telah mencapai lebih dari 90% penduduk, masih ada masyarakat yang bergantung pada sumber air non-perpipaan seperti sumur gali dan sumur bor sederhana. Berdasarkan pengamatan lapangan dan keluhan warga, air sumur di Desa Sumberejo sering berwarna kekuningan, berbau, dan meninggalkan noda kecoklatan pada bak mandi maupun peralatan rumah tangga, yang mengindikasikan tingginya kandungan besi (Fe) dan mangan (Mn), serta kekeruhan yang melebihi batas anjuran air bersih.

Kondisi tersebut menunjukkan adanya kesenjangan antara kondisi aktual mitra, yaitu ketersediaan air tanah dengan kualitas fisik dan kimia yang kurang layak, dengan kondisi ideal, yaitu tersedianya air bersih yang memenuhi standar kesehatan dan dapat digunakan secara aman oleh masyarakat. Meskipun secara statistik cakupan pelayanan air bersih di Kabupaten Tuban dilaporkan cukup tinggi, Belum ada publikasi ilmiah yang secara spesifik mengulas kualitas air tanah di Desa Sumberejo, Kecamatan Widang, namun berbagai studi di wilayah pesisir Kabupaten Tuban dan sekitarnya menunjukkan bahwa air tanah di kawasan tersebut sering memiliki kandungan mineral terlarut cukup tinggi, termasuk kesadahan, Fe, Mn, dan klorida, yang dipengaruhi oleh kondisi geologi dan kedekatan dengan pantai serta daerah banjir (Juwita, 2017). Penelitian di beberapa desa lain di Indonesia menunjukkan bahwa air sumur sebagai alternatif air bersih kerap mengandung Fe dan Mn di atas baku mutu, yang dapat menyebabkan gangguan saluran cerna, iritasi mata dan kulit, serta gangguan Kesehatan lain jika dikonsumsi terus menerus. Kondisi serupa sangat berpotensi terjadi di Desa Sumberejo yang penduduknya masih memanfaatkan sumur gali dan sumur bor dangkal tanpa pengolahan berarti sebelum digunakan sebagai air konsumsi. Oleh karena itu, diperlukan intervensi teknologi sederhana yang dapat menurunkan parameter-parameter pencemar utama tersebut hingga mendekati atau memenuhi baku mutu.

Berbagai metode pengolahan air telah dikembangkan, antara lain koagulasi-flokulasi, aerasi, desinfeksi (misalnya klorinasi), pengolahan dengan membran (ultrafiltrasi, *reverse osmosis*), hingga filtrasi dengan beragam media (Sulianto et al., 2020). Metode koagulasi-flokulasi dan membran umumnya membutuhkan bahan kimia khusus, tekanan tinggi, keterampilan teknis, serta biaya investasi dan operasi yang relatif besar sehingga kurang sesuai untuk diterapkan di tingkat rumah tangga di pedesaan (Rosfianto & Purwoto, 2019). Sebaliknya, beberapa penelitian pengabdian masyarakat menunjukkan bahwa teknologi pengolahan air sederhana berbasis filtrasi (saringan pasir lambat, kombinasi pasir-kerikil-arang aktif-zeolite-*greensand*) mampu menurunkan kekeruhan dan kandungan logam seperti Fe dan Mn dengan biaya yang terjangkau dan konstruksi yang mudah dipahami masyarakat (Rahmawati & Sugito, 2015). Filtrasi juga tidak memerlukan energi listrik tinggi dan dapat dirawat secara mandiri oleh warga, sehingga menjadi pilihan yang realistis untuk konteks desa seperti Sumberejo.

Penelitian-penelitian terdahulu umumnya berfokus pada uji efektivitas media filtrasi tertentu (misalnya pasir silika, zeolit, arang aktif, pasir besi) terhadap penurunan parameter kualitas air dalam skala laboratorium atau pada kasus-kasus spesifik di desa lain (Triana & Sani, 2023). Banyak di antaranya belum mengintegrasikan aspek desain yang benar-benar disesuaikan dengan karakteristik air baku lokal, belum menguji kinerja alat dalam kondisi operasi sehari-hari di masyarakat, atau belum mengkaitkan intervensi teknologi dengan pendampingan perilaku hidup bersih dan sehat (PHBS) (Al Kholif et al., 2024). Selain itu, sebagian program pengabdian masih bersifat satu arah (top-down), di mana masyarakat hanya menjadi penerima teknologi tanpa dilibatkan dalam proses perencanaan, konstruksi, dan perawatan alat, sehingga keberlanjutan pemanfaatannya kurang terjamin. Celah-celah ini memberikan ruang untuk pengembangan model pengabdian yang lebih partisipatif, kontekstual, dan berkelanjutan.

Oleh sebab itu, disusunlah penelitian pengabdian kepada masyarakat dengan judul “Penerapan Teknologi Filtrasi Berlapis untuk Penyediaan Air Bersih di Desa Sumberejo, Kec. Widang, Tuban” yang diharapkan dapat meningkatkan kualitas air yang digunakan warga, sekaligus memperkuat kapasitas masyarakat dalam mengelola sarana air bersih secara mandiri dan berkelanjutan.

II. MASALAH

Berdasarkan kondisi lapangan dan kebutuhan mitra di Desa Sumberejo Kecamatan Widang Kabupaten Tuban, adapun permasalahan utama yang dihadapi ialah kurangnya kesadaran Masyarakat tentang pentingnya air bersih dan kontaminasi pada air, perlu adanya penyuluhan tentang pentingnya air bersih dan teknologi pengolahan air yang tepat untuk digunakan Masyarakat. Kualitas air tanah di desa Sumberejo Kecamatan Widang yang dibawah standar air bersih karena masih adanya kandungan logam Besi (Fe) dan Mangan (Mn). Kandungan Fe dan Mn yang melebihi baku mutu menyebabkan air berwarna kekuningan hingga kecoklatan, berbau, meninggalkan endapan, serta berpotensi menimbulkan gangguan Kesehatan. Keterbatasan sarana pengolahan air dan rendahnya pemanfaatan teknologi tepat guna membuat Masyarakat masih mengandalkan air tanpa pengolahan yang efektif untuk menurunkan kadar Fe dan Mn tersebut. Selain itu permasalahan lain adalah bagaimana penerapan teknologi filtrasi berlapis dapat diaplikasikan oleh seluruh Masyarakat desa Sumberejo, Widang, Tuban secara mandiri dan berkelanjutan. Oleh karena itu, penerapan teknologi filtrasi berlapis yang sederhana dan mudah diterapkan, ekonomis dan sesuai dengan kondisi local menjadi kebutuhan mendesak sebagai Upaya peningkatan kualitas air bersih dan pemenuhan kebutuhan dasar Masyarakat secara berkelanjutan.



Gambar 1. Lokasi Penerapan Teknologi Filtrasi Berlapis untuk Penyediaan Air Bersih di Desa Sumberejo, Kec. Widang, Tuban

III. METODE

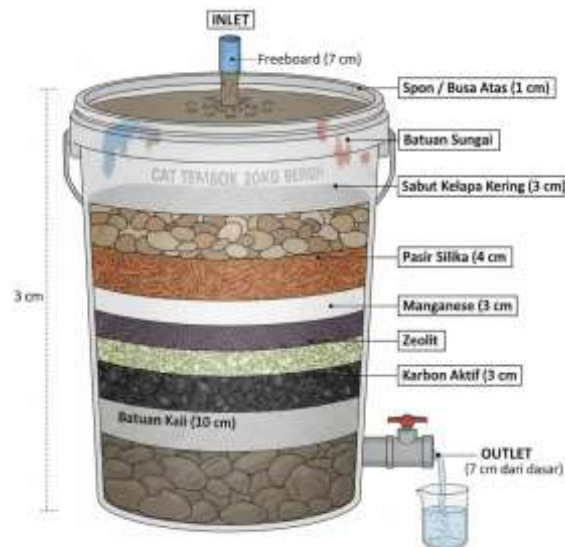
Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan pendekatan penerapan teknologi tepat guna berupa unit filtrasi berlapis untuk meningkatkan kualitas air bersih dan menurunkan kandungan pengotor antara lain sulfur (S), besi (Fe) serta mangan (Mn) pada air tanah di Desa Sumberejo, Kecamatan Widang, Kabupaten Tuban.

Tahapan kegiatan diawali dengan pengambilan sampel air di desa Sumberejo dari desa Sumberejo. Sampel air yang diambil dari 3 titik di dusun yang berbeda di desa Sumberejo. Ketiga sampel yang didapatkan diuji pH, dan kekeruhan di laboratorium Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Tuban.

Tahapan selanjutnya adalah perancangan teknologi filtrasi berlapis yang mudah diaplikasikan oleh masyarakat, dengan memanfaatkan ember cat bekas berkapasitas 20 kg yang telah dibersihkan dan dimodifikasi. Proses modifikasi pada wadah filtrasi dilakukan dengan menambahkan lubang inlet dan outlet pada ember cat sehingga memudahkan air masuk dan keluar. Kemudian ditambahkan pula *valve ejector* untuk membuang dan membersihkan pengotor.

Pembuatan unit filtrasi dilakukan dengan Menyusun media penyaring secara berlapis sesuai desain pada gambar, dimulai dari bagian bawah berupa batu kali sebagai penyangga, diikuti lapisan karbon aktif, zeolite, *manganese greensand*, pasir silika, sabut kelapa kering, batuan Sungai dan spon atau busa pada bagian atas (Suprpto & Muttaqin, 2025). Fungsi lapisan karbon aktif sebagai pengabsorpsi senyawa organik terlarut

karena memiliki luas permukaan yang sangat besar. Selain itu, karbon aktif juga dapat menghilangkan bau dan rasa logam pada air (Mulyono et al., 2020). *Manganeese greensand* digunakan sebagai media filtrasi khusus untuk menurunkan kadar Fe dan Mn pada air. *Manganeese greensand* dilapisi senyawa mangan oksida (MnO_2) yang berperan sebagai oksidator dan katalis yang bisa menahan senyawa Fe dan Mn (Rafif et al., 2025). Sedangkan pasir silika, sabut kelapa kering dan batuan Sungai digunakan sebagai media penyaring dari komponen pengotor yang terdapat pada air. Setiap lapisan dipisahkan dengan kain jaring untuk memudahkan terpisahnya tiap-tiap media. Setiap media disusun dengan ketebalan tertentu untuk memastikan proses penyaringan fisik, kimia dan adsorpsi berjalan optimal (Jundulloh et al., 2021). Air baku dimasukkan melalui inlet, kemudian dialirkan secara perlahan melewati seluruh lapisan media filtrasi. Air hasil filtrasi diamati secara visual untuk melihat perubahan Tingkat kejernihan sebagai indikator awal keberhasilan penerapan teknologi.



Gambar 2. Ilustrasi rangkaian alat filtrasi beserta media filtrasinya

Selain penerapan teknologi, kegiatan ini juga dilengkapi dengan penyuluhan dan edukasi kepada Masyarakat yang dilaksanakan pada hari jumat, tanggal 23 Januari 2026 di Balai Desa Sumberejo. Penyuluhan diikuti oleh 25 peserta yang merupakan warga desa yang mewakili berbagai kelompok Masyarakat. Materi penyuluhan meliputi pentingnya air bersih bagi Kesehatan, prinsip kerja filtrasi berlapis, fungsi masing-masing media filtrasi, serta cara perawatan dan penggantian media. Metode penyuluhan dilakukan melalui pemaparan materi, diskusi interaktif, dan demonstrasi langsung pembuatan serta pengoperasian alat filtrasi dengan tujuan meningkatkan pemahaman dan kemandirian masyarakat dalam penyediaan air bersih secara berkelanjutan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat berupa penyuluhan edukasi tentang air bersih dan teknologi pengolahan sederhana di Desa Sumberejo, Kecamatan Widang, Kabupaten Tuban menunjukkan hasil yang positif baik dari aspek teknis maupun aspek sosial. Unit filtrasi berlapis yang dirancang menggunakan ember cat bekas dan media filtrasi berlapis berhasil diaplikasikan dan dioperasikan dengan baik oleh tim pelaksana bersama masyarakat. Air baku yang sebelumnya tampak keruh dan berwarna kecokelatan setelah melalui proses filtrasi menunjukkan perubahan yang signifikan, ditandai dengan meningkatnya kejernihan air, berkurangnya bau, serta berkurangnya endapan padatan tersuspensi secara visual. Aliran air melalui sistem filtrasi berlangsung stabil, tanpa hambatan yang berarti, menunjukkan bahwa susunan dan ketebalan media filtrasi telah berfungsi secara optimal.

Hasil air dari proses filtrasi berlapis kemudian dilakukan pengujian air hasil untuk memastikan apakah air yang telah difiltrasi mengalami peningkatan kualitas air dan juga proses filtrasi apakah dapat menurunkan kontaminan yang terlarut pada air melalui uji *Total Dissolved Solid* (TDS). Dari hasil uji air didapatkan alat filtrasi berlapis yang sederhana ini dapat menurunkan nilai TDS.

Tabel 1. Hasil Analisa pengujian air hasil filtrasi berlapis

Parameter	Satuan	Sebelum	Sesudah (dari ketiga sampel)
Bau	-	Berbau seperti logam	Tidak berbau
Rasa	-	Rasa seperti logam	Tidak berasa
Warna	-	Kekuningan	Tidak berwarna
pH	-	6,7	7,2-8,1
TDS	Mg/L	1200	800-752

Pada tabel diatas menunjukkan hasil pengujian kualitas air sebelum dan sesudah proses filtrasi mengalami peningkatan kualitas air yang signifikan, baik dari aspek fisik maupun kimia. Pengujian dilakukan untuk memastikan efektivitas unit filtrasi sederhana dalam penurunan kontaminan terlarut, khususnya yang direpresentasikan oleh parameter Total Dissolved Solif (TDS). Berdasarkan parameter bau dan rasa, air sumur sebelum filtrasi teridentifikasi memiliki bau dan rasa menyerupai logam. Kondisi ini mengindikasikan adanya kandungan logam terlarut, terutama besi (Fe) dan mangan (Mn), yang umum ditemukan pada air tanah di wilayah dataran rendah dan daerah rawan genangan. Setelah melalui proses filtrasi berlapis, air hasil filtrasi dari tiga sampel uji menunjukkan kondisi tidak berbau dan tidak berasa, yang menandakan bahwa media filtrasi mampu mengurangi senyawa penyebab bau dan rasa secara efektif. Parametr pH juga mengalami perubahan menjadi lebih bersifat netral sedikit basa. Sementara hasil pengukuran Total Dissolved Solids (TDS) menunjukkan penurunan yang cukup nyata. Nilai TDS air sebelum filtrasi tercatat sebesar 1200 mg/L yang melebihi baku mutu air bersih. Setelah melalui proses filtrasi berlapis nilai TDS menurun menjadi 800-752 mg/L pada tiga sampel air hasil filtrasi. Penurunan ini menunjukkan bahwa unit filtrasi berlapis yang didesain mampu mengurangi sebagian zat terlarut dalam air, meskipun belum menurunkan TDS hingga memenuhi baku mutu air minum.

Dari hasil Dari sisi kegiatan penyuluhan, sebanyak 25 orang peserta yang hadir di Balai Desa Sumberejo menunjukkan tingkat partisipasi yang tinggi. Hal ini terlihat dari keterlibatan aktif peserta dalam sesi diskusi dan praktik langsung perakitan alat filtrasi. Berdasarkan hasil tanya jawab selama penyuluhan, sebagian besar peserta mampu menjelaskan kembali fungsi masing-masing media filtrasi serta tahapan perawatan alat, seperti pembersihan spons, penggantian karbon aktif, dan pencucian pasir filtrasi secara berkala. Kondisi ini mengindikasikan adanya peningkatan pemahaman masyarakat terhadap teknologi penyediaan air bersih yang sederhana dan aplikatif.



Gambar 3. Proses pencucian bahan baku dan pembuatan alat filtrasi

Keberhasilan penerapan teknologi filtrasi berlapis ini menunjukkan bahwa pendekatan teknologi tepat guna berbasis bahan lokal dan limbah rumah tangga memiliki potensi besar untuk menjawab permasalahan air bersih di wilayah pedesaan. Susunan media filtrasi yang terdiri atas batu kali, karbon aktif, zeolit, pasir mangan, pasir silika, sabut kelapa, dan batuan sungai bekerja secara sinergis dalam menyaring partikel kasar, menyerap zat pencemar, serta menurunkan kandungan senyawa organik terlarut dan logam besi (Fe) dan mangan (Mn) secara sederhana (Rahmawati & Sugito, 2015). Meskipun pengujian laboratorium yang spesifik untuk logam besi (Fe) dan mangan (Mn) belum dilakukan, perubahan fisik air yang signifikan secara visual menunjukkan efektivitas awal sistem filtrasi ini sebagai solusi praktis bagi masyarakat.



Gambar 4. Proses pengujian alat filtrasi

Dari perspektif pemberdayaan masyarakat, kegiatan penyuluhan yang terintegrasi dengan praktik langsung terbukti efektif dalam meningkatkan kesadaran dan kapasitas warga desa. Metode ini tidak hanya memberikan pengetahuan teoritis, tetapi juga keterampilan praktis yang dapat diterapkan secara mandiri. Penggunaan ember cat bekas sebagai tabung filtrasi juga memperkuat prinsip keberlanjutan, karena memanfaatkan barang bekas yang mudah diperoleh dan berbiaya rendah. Dengan demikian, kegiatan ini tidak hanya menghasilkan perbaikan kualitas air secara langsung, tetapi juga mendorong kemandirian masyarakat Desa Sumberejo dalam pengelolaan air bersih secara berkelanjutan.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penerapan teknologi filtrasi berlapis menggunakan ember cat bekas dan media filtrasi berlapis mampu meningkatkan kualitas air bersih secara fisik, khususnya dari aspek kejernihan dan pengurangan bau serta partikel tersuspensi. Teknologi ini mudah diaplikasikan, menggunakan bahan yang relatif murah dan mudah diperoleh, sehingga sesuai untuk diterapkan pada masyarakat pedesaan yang memiliki keterbatasan akses terhadap sarana pengolahan air bersih.

Secara teknis, unit filtrasi berlapis sederhana yang didesain terbukti efektif memperbaiki kualitas fisik dan kimia air, yang ditunjukkan oleh hilangnya bau dan rasa logam, perubahan warna air menjadi jernih, stabilisasi pH pada kisaran netral sedikit basa (7,2-8,1), serta penurunan nilai TDS dari 1200 mg/L menjadi 800-752 mg/L. Hasil ini menunjukkan bahwa teknologi filtrasi berlapis mampu menurunkan Sebagian kontaminan terlarut dan meningkatkan kualitas air bersih.

Kegiatan penyuluhan yang dilaksanakan di Balai Desa Sumberejo dengan melibatkan 25 orang peserta memberikan kontribusi positif terhadap peningkatan pengetahuan dan pemahaman masyarakat mengenai pentingnya air bersih, prinsip kerja sistem filtrasi, serta teknik perakitan dan pemeliharaan alat filtrasi. Sinergi antara penerapan teknologi tepat guna dan edukasi masyarakat terbukti efektif dalam mendorong kemandirian warga dalam penyediaan air bersih secara berkelanjutan. Oleh karena itu, model kegiatan ini berpotensi untuk dikembangkan dan direplikasi pada wilayah lain dengan karakteristik permasalahan yang serupa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Kepala Desa Sumberejo, Kecamatan Widang, Kabupaten Tuban, atas dukungan, fasilitasi, dan kerja sama yang diberikan selama pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Lembaga Pengabdian kepada Masyarakat (LPM) Universitas Sunan Bonang yang telah memberikan dukungan kelembagaan dan pendanaan sehingga kegiatan ini dapat terlaksana dengan baik. Selain itu, penulis mengapresiasi partisipasi aktif masyarakat Desa Sumberejo yang telah berperan serta dalam seluruh rangkaian kegiatan, sehingga program ini dapat berjalan sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Kholif, M., Uke Dwi Putra, M., Sutrisno, J., Majid, D., & Nurhayati, I. (2024). Peningkatan Kualitas Air Bersih Sumur Gali Menggunakan Teknologi Filtrasi. *Jurnal Sains Dan Teknologi Lingkungan*, 16(2), 115–129.
- Aryani, T. (2017). Analisis Kualitas Air Minum dalam Kemasan (AMDK) Di Yogyakarta Ditinjau dari Parameter Fisika dan Kimia Air. *Media Ilmu Kesehatan*, 6(1).

- Jundulloh, P., Joko Winarno, D., Indriana Kusumastuti, D., & Nurul Khotimah, S. (2021). Peningkatan Kualitas Air Menggunakan Filter Mangan Zeolit dan Karbon Aktif. *JRSDD*, 9(4), 819–828.
- Juwita, I. R. (2017). Studi Hidrokimia Air Tanah Dangkal Di Kecamatan Widang Kabupaten Tuban. *Swara Bhumi*, 5, 75–80. <http://www.tubankab.go.id/>
- Mulyono, S., Mulyani, W., & Kriswandana, F. (2020). Efektifitas Media Penukar Ion Zeolit dan Ferolit dalam Menurunkan Kadar Fe Air Sumur. *Jurnal Penelitian Kesehatan Suara Forikes*, 11, 95–100.
- Rafif, A., M. Bisri, & Moch. Sholichin. (2025). Analisa Pemanfaatan Media Filter Air Untuk Mereduksi Kadar Besi dan Mangan dengan Variasi Media Filter. *Jurnal Teknologi Dan Rekayasa Sumber Daya Air*, 5(2), 802–813. <https://doi.org/10.21776/ub.jtresda.2025.005.02.076>
- Rahmawati, N., & Sugito, D. (2015). Reduksi Besi (Fe) dan Mangan (Mn) pada Air Tanah Menggunakan Media Filtrasi Manganese Greensand dan Zeolit Terpadukan Resin. *Jurnal Teknik WAKTU*, 13, 63–71.
- Rosfianto, R., & Purwoto, S. (2019). Treatment Coagulant Aid dan Filtrasi Manganese Greensand dalam Menurunkan Kadar Mangan dan Klorida. *Jurnal Teknik WAKTU*, 17.
- Sulianto, A. A., Aji, A. D. S., & Alkahi, M. F. (2020). Rancang Bangun Unit Filtrasi Air Tanah untuk Menurunkan Kekeruhan dan Kadar Mangan dengan Aliran Upflow. *Jurnal Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 7(2), 72–80. <https://doi.org/10.21776/ub.jsal.2020.007.02.4>
- Suprpto, M., & Muttaqin, I. (2025). Studi Komparasi Media Filter Air Menggunakan Pasir Silika dan Manganese Greensand Terhadap Nilai TDS Air Bersih. *AL JAZARI: JURNAL ILMIAH TEKNIK MESIN*, 10(2). <https://doi.org/10.31602/al-jazari.v10i2.20973>
- Trianah, Y., & Sani, S. (2023). Keefektifan Metode Filtrasi Sederhana Dalam Menurunkan Kadar Mn (Mangan) Dan (Fe) Besi Air Sumur Di Kelurahan Talang Ubi Kabupaten Musi Rawas. *Jurnal Deformasi*, 8(1).