

ABDIMAS UNIVERSAL

<http://abdimasuniversal.uniba-bpn.ac.id/index.php/abdimasuniversal>

DOI : <https://doi.org/10.36277/abdimasuniversal.v7i2.2664>

Received: 22-01-2025

Accepted: 09-09-2025

Pelatihan Proses Pengelolaan Air pada Daerah Lingkar Tambang Emas Rakyat di Desa Cisarua, Kabupaten Bogor

Wiwik Dahani^{1*}; Reza Aryanto¹; Irfan Marwanza¹; Riskaviana Kurniawati¹; Anggi Dwi Cahyo¹; Andri Prima²; Taat Tri Purwiyono¹; Hadi Purnomo¹

¹Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Kebumihan dan Energi, Universitas Trisakti, Jl. Kyai Tapa No.1 Jakarta Barat, Indonesia, 11440

²Prodi Teknik Perminyakan, Fakultas Teknologi Kebumihan dan Energi, Universitas Trisakti, Jl. Kyai Tapa No.1 Jakarta Barat, Indonesia, 11440

^{1*}E-mail: wiwik_d@trisakti.ac.id

Abstrak

Ketersediaan air bersih yang layak untuk keperluan domestik di daerah pedesaan merupakan permasalahan yang mendesak untuk segera diatasi. Air yang keruh, berwarna, serta mengandung logam berat seperti besi dan mangan dalam konsentrasi tinggi dapat berdampak negatif terhadap kesehatan dan kenyamanan masyarakat. Kondisi ini dipengaruhi oleh berbagai faktor lingkungan, seperti jenis vegetasi, tingkat keasaman (pH) air dan tanah, serta aktivitas pertanian, peternakan, industri, dan pertambangan. Program Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) ini bertujuan untuk memberikan penyuluhan dan sosialisasi mengenai teknik pengolahan air sederhana dan terjangkau bagi masyarakat Desa Cisarua, Kecamatan Nanggung, Kabupaten Bogor. Metode pengolahan yang diterapkan meliputi tahapan pengendapan, penyaringan, dan klorinasi untuk sterilisasi. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa teknik ini efektif dalam menurunkan kadar besi, mangan, nitrat, dan nitrit dalam air sehingga memenuhi standar kualitas air bersih yang layak untuk kebutuhan sehari-hari dan konsumsi. Program ini juga berhasil meningkatkan pemahaman dan kesadaran masyarakat tentang pentingnya pengelolaan air bersih dalam mendukung kesehatan dan kualitas hidup yang lebih baik. Dengan demikian, teknologi pengolahan air sederhana ini diharapkan dapat diterapkan secara luas di daerah pedesaan dengan kondisi serupa.

Kata kunci: air bersih, pengolahan air, besi, mangan, pengabdian kepada masyarakat.

Abstract

The availability of clean water for domestic purposes in rural areas is an urgent issue that needs immediate attention. Turbid and discolored water, containing high concentrations of heavy metals such as iron and manganese, can have negative impacts on public health and user comfort. These conditions are influenced by various environmental factors, including vegetation types, water and soil acidity (pH), and activities such as agriculture, livestock farming, industry, and mining. This Community Service Program (PkM) aims to provide education and socialization regarding simple and affordable water treatment techniques for the residents of Cisarua Village, Nanggung District, Bogor Regency. The applied treatment methods include sedimentation, filtration, and chlorination for sterilization. The results indicate that these techniques effectively reduce iron, manganese, nitrate, and nitrite levels in the water, making it suitable for daily use and consumption according to clean water quality standards. Additionally, the program successfully increased community awareness and understanding of the importance of clean water management in supporting better health and quality of life. Therefore, this simple water treatment technology is expected to be widely implemented in other rural areas facing similar conditions.

Keywords: clean water, water treatment, iron, manganese, community service

1. Pendahuluan

Air bersih merupakan kebutuhan dasar yang mutlak untuk menunjang kesehatan dan kenyamanan hidup. Namun, di berbagai wilayah pedesaan di Indonesia, sebagian masyarakat masih menggunakan air dengan kualitas di bawah standar.

Dalam penelitian ini, air bersih didefinisikan sebagai air untuk keperluan higiene-sanitasi rumah tangga. Acuan regulasi merujuk pada Permenkes No. 2 Tahun 2023 tentang Pelaksanaan Kesehatan

Lingkungan, sedangkan status mutu badan air dievaluasi menggunakan Metode Indeks Pencemaran (IP) sesuai Kepmen LH No. 115/2003. Parameter yang dianalisis meliputi pH, suhu, nitrat, BOD, COD, oksigen terlarut (DO), dan TDS, serta logam prioritas yang lazim terkait aktivitas pertambangan rakyat terutama mangan (Mn) dan besi (Fe) (Sheftiana dkk., 2017).

Desa Cisarua, Kecamatan Nanggung, Kabupaten Bogor, menghadapi tantangan kualitas air karena

kedekatannya dengan aktivitas pertambangan emas skala kecil (PESK). Air sungai dan air tanah (sumur) yang dimanfaatkan masyarakat untuk mandi, mencuci, memasak, dan minum berpotensi terpapar berbagai polutan, khususnya logam mangan (Mn) dan besi (Fe). Kondisi ini meningkatkan risiko kesehatan masyarakat sekaligus menurunkan mutu lingkungan, sehingga diperlukan penyediaan air bersih. Penelitian ini merujuk pada kajian terdahulu mengenai status mutu Sungai Cikaniki di wilayah yang sama yang dilaporkan oleh Azizah dan Anen (2019) sebagai pembanding dan dasar penyusunan strategi pemantauan serta mitigasi.

Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa pencemaran air di daerah pedesaan disebabkan oleh berbagai faktor, seperti aktivitas industri, pertambangan, dan pertanian. Studi oleh Sheftiana dan Sarminingsih (2017) mengungkapkan bahwa perubahan lingkungan di Daerah Aliran Sungai (DAS) sangat dipengaruhi oleh aktivitas manusia yang berkontribusi terhadap degradasi kualitas air. Sementara itu, penelitian Azizah dan Anen (2019) menyoroti dampak pencemaran terhadap mutu air sungai dalam konteks upaya pelestarian lingkungan. Selain itu, Musdalifah (2022) menemukan bahwa sumber utama pencemaran air di Sungai Jeneberang, Sulawesi Selatan, berasal dari aktivitas pertanian (49%), rumah tangga (28%), sampah (10%), industri (8%), dan peternakan (2%). Dalam upaya pengelolaan sumber daya air yang berkelanjutan, penelitian oleh Heikoop dkk. (2024) menyoroti pentingnya peran lembaga dan organisasi dalam pengelolaan air di wilayah muara sungai melalui Analisis SWOT yang mencakup kekuatan, kelemahan, peluang, dan hambatan. Sementara itu, penelitian oleh Seijger (2023) menyoroti bagaimana modernisasi teknologi pertanian sering kali mengabaikan kepentingan masyarakat pedesaan dalam hal pengelolaan air di wilayah persawahan.

Di tingkat nasional, pemerintah telah menerbitkan berbagai kebijakan untuk mendukung pengelolaan sumber daya air, seperti Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air (Herlambang, 2018), serta Undang-Undang No. 17 Tahun 2019 tentang Sumber Daya Air. Genova dan Wei (2023) menekankan pentingnya regulasi lingkungan serta penerapan model sosial-hidrologi dalam rangka menguji kualitas air sungai akibat meningkatnya degradasi lingkungan. Sementara itu, Ming Yang dkk. (2024) menyoroti pentingnya regulasi yang berkaitan dengan dampak ekologis akibat kandungan senyawa kimia seperti amina heterosiklik, hidrokarbon polisiklik aromatik, dan tocopherol yang berasal dari aktivitas industri dan berpotensi menghambat pembentukan senyawa kimia tertentu dalam air.

Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan upaya nyata untuk meningkatkan kesadaran masyarakat dalam mengelola air bersih secara mandiri. Program

pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk memberikan penyuluhan mengenai teknik pemurnian air sederhana dan terjangkau kepada warga Desa Cisarua. Proses pengolahan air yang diperkenalkan melibatkan teknik pengendapan (sedimentasi) dan penyaringan yang bertujuan untuk menghilangkan partikel logam berat seperti mangan dan besi, serta meningkatkan kejernihan air. Penyaringan dilakukan dengan menggunakan kombinasi media filtrasi berupa pasir, arang, ijuk, dan tumbukan bata halus, sementara sterilisasi dilakukan dengan penambahan bubuk kaporit (klorinasi) untuk membunuh bakteri dan mikroba patogen. Untuk memastikan efektivitas metode yang diterapkan, analisis laboratorium menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (SAA) dilakukan guna mengukur kandungan logam sebelum dan setelah proses pemurnian.

Melalui kegiatan ini, diharapkan masyarakat Desa Cisarua dapat memahami dan menerapkan teknik pemurnian air secara mandiri dengan menggunakan metode yang sederhana dan terjangkau. Dengan demikian, kualitas air yang tersedia diharapkan dapat memenuhi kebutuhan dasar masyarakat untuk mandi, mencuci, dan konsumsi, sehingga secara keseluruhan dapat meningkatkan kualitas hidup dan kesehatan mereka.

2. Metode

2.1 Tahapan Pengabdian

Identifikasi Permasalahan

- Survei awal dilakukan untuk mengidentifikasi kondisi sumber air yang digunakan masyarakat dan permasalahan utama yang dihadapi.
- Pengumpulan data primer melalui wawancara dengan masyarakat setempat dan pemangku kepentingan terkait kondisi penggunaan air sehari-hari.
- Secara demografis, Desa Cisarua (Kecamatan Nanggung, Kabupaten Bogor) sebagai mitra pengabdian, memiliki penduduk <11.500 jiwa dengan kepadatan 8,35 jiwa/ha (≈ 835 jiwa/km²) pada wilayah seluas ± 1.355 ha (BPS Kabupaten Bogor, 2024).

Pelaksanaan Kegiatan Pengabdian:

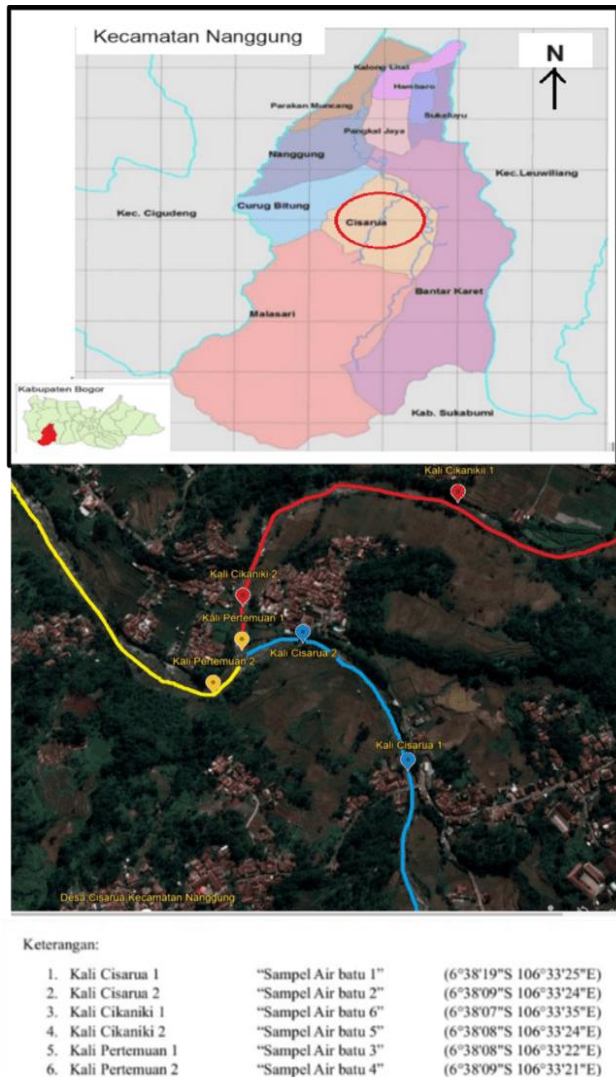
- Penyuluhan terkait teknik pengelolaan air sederhana dan murah.
- Demonstrasi langsung proses pengolahan air menggunakan metode pengendapan dan penyaringan.
- Evaluasi efektivitas teknik pengolahan air berdasarkan hasil analisis laboratorium.

Monitoring dan Evaluasi:

- Pemantauan kualitas air sebelum dan sesudah penerapan teknik pengolahan.
- Sosialisasi hasil kegiatan kepada masyarakat dan tindak lanjut penerapan metode pemurnian air dalam skala rumah tangga.

2.2 Sampling

Dalam kegiatan ini, pengambilan sampel dilakukan di dua lokasi, yaitu Sungai Cikaniki Ujung dan Sungai Cisarua, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1. Lokasi pengambilan sampel dipilih berdasarkan pertimbangan kondisi pencemaran akibat aktivitas pertambangan dan keberadaan sumber air yang sering digunakan masyarakat untuk keperluan domestik. Sementara itu, inset pada peta memberikan gambaran umum mengenai lokasi Kabupaten Bogor dalam konteks wilayah yang lebih luas.



Gambar 1. Lokasi Pengambilan Sampel

2.3 Penyuluhan

Penyuluhan mengenai teknik pemurnian air telah dilaksanakan untuk masyarakat Desa Cisarua, Kecamatan Nanggung, Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Barat, pada tanggal 15–16 Januari 2024. Gambar 2 hingga Gambar 5 menampilkan kegiatan penyuluhan yang dipimpin oleh Dra. Wiwik Dahani, M. T., sebagai penyuluh utama, dengan didampingi oleh Tim PkM Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Kebumihan dan Energi (FTKE), Universitas

Trisakti, yang terdiri dari Ir. Subandrio, M. T., Dr. Ir. Irfan Marwanza, dan Dr. Ir. Masagus Ahmad Azizi.

Kegiatan penyuluhan dilaksanakan di Kantor Kecamatan Nanggung dan dihadiri oleh pejabat setempat serta masyarakat Desa Cisarua. Penyuluhan ini bertujuan untuk meningkatkan pemahaman masyarakat terkait teknik pemurnian air sederhana dan terjangkau guna memenuhi kebutuhan air bersih untuk keperluan sehari-hari.



Gambar 2. Penyuluhan Kualitas Pengukuran Air dan Teknik Pemurnian Air Di Desa Cisarua, Kecamatan Nanggung, Bogor



Gambar 3. Penyuluhan oleh Dra. Wiwik Dahani, M. T. di Kantor Desa Cisarua, Kecamatan Nanggung, Bogor



Gambar 4. Tim PkM Program Studi Teknik Pertambangan FTKE Universitas Trisakti



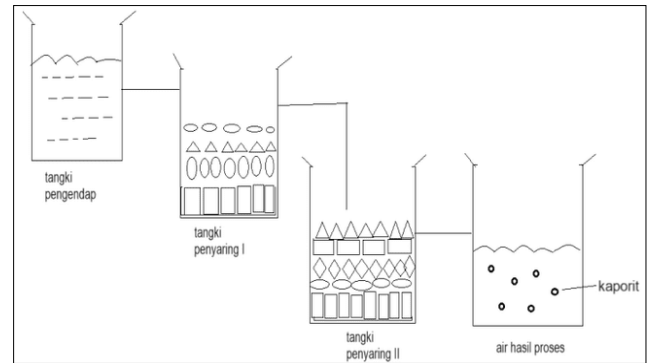
Gambar 5. Penyuluhan Tim PkM Program Studi Pertambangan FTKE Universitas Trisakti Dihadiri oleh Pejabat dan Warga Desa Cisarua, Kecamatan Nanggung, Kabupaten Bogor

2.4 Teknik Pengelolaan Air

Konsep yang diterapkan dalam kegiatan ini didasarkan pada prinsip pengolahan air secara fisik dan kimiawi yang berorientasi pada pendekatan lingkungan berkelanjutan. Beberapa teori yang digunakan meliputi teori kualitas air yang mengacu pada parameter fisik, kimia, dan biologi sesuai dengan Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.

Faktor utama yang memengaruhi kualitas air meliputi kandungan logam berat, tingkat kekeruhan, dan kontaminasi mikrobiologis. Prinsip pengendapan dan penyaringan digunakan untuk menghilangkan partikel tersuspensi serta logam berat seperti mangan dan besi, yang dilakukan dengan penyaringan menggunakan media berlapis seperti pasir, arang, ijuk, dan tumbukan bata halus. Selanjutnya, sterilisasi air dengan penambahan kaporit (klorinasi) bertujuan untuk membunuh mikroorganisme patogen dan meningkatkan keamanan air untuk konsumsi.

Gambar 6 menunjukkan bagan teknik pemurnian air yang sederhana dan terjangkau bagi masyarakat pedesaan. Teknik pemurnian air ini mencakup dua tahapan utama, yaitu pengendapan (sedimentasi) dan penyaringan. Tahap pengendapan bertujuan untuk menghilangkan partikel koloid, terutama kandungan garam mangan dan besi, yang sering kali menjadi penyebab utama gangguan kualitas air yang digunakan oleh masyarakat. Proses ini memungkinkan partikel-partikel tersebut mengendap secara alami sebelum dilakukan tahap selanjutnya.



Gambar 6. Bagan Teknik Pengelolaan Air

Selanjutnya, tahap penyaringan di Tabel 1 dirancang untuk mengurangi tingkat kekeruhan air agar lebih aman untuk dikonsumsi. Tangki penyaringan terdiri dari kombinasi beberapa lapisan media filtrasi, yang meliputi pasir, arang, ijuk, dan tumbukan bata halus. Kombinasi ini efektif dalam menyaring partikel halus dan meningkatkan kejernihan air. Sebagai langkah akhir, dilakukan proses klorinasi dengan menambahkan kaporit untuk membunuh bakteri dan mikroba yang berpotensi berbahaya bagi kesehatan. Dengan penerapan proses ini, diharapkan air hasil pengolahan dapat memenuhi kebutuhan air minum yang aman bagi masyarakat.

2.5 Analisa Kimia Air

Analisis spektrometri dilakukan menggunakan alat Spektroskopi Serapan Atom (SAA) dari Analytic Jena, dengan teknik nyala asetilena/nitrogen oksida, yang bertujuan untuk menentukan kadar mangan dan besi dalam air. Kedua unsur ini dianggap sebagai penyebab utama permasalahan kualitas air di daerah penelitian. Analisis SAA dilakukan pada sampel air sebelum dan sesudah proses pemurnian yang melibatkan teknik pengendapan dan penyaringan. Hasil analisis ini dibandingkan untuk mengevaluasi efektivitas teknik pengolahan air yang diterapkan dan menjadi dasar dalam menilai keberhasilannya.

Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan dalam proses pengolahan air, antara lain:

1. Penambahan kapur soda atau pertukaran ion kalsium dengan garam natrium, yang berfungsi untuk menurunkan tingkat kesadahan air.
2. Pengaturan pH air dan proses oksidasi, yang bertujuan untuk menurunkan kadar besi dan mangan dalam air.
3. Penggunaan membran, yang berfungsi dalam pemisahan zat padat terlarut untuk meningkatkan kejernihan air.
4. Aplikasi karbon aktif, yang digunakan untuk menghilangkan bau, rasa, dan warna yang tidak diinginkan pada air.

Pengolahan air yang efektif harus memenuhi beberapa persyaratan penting, yaitu:

1. Karakteristik air yang akan diolah, baik secara kualitatif (mengidentifikasi kandungan polutan dalam air) maupun kuantitatif (menentukan ketersediaan air yang disesuaikan dengan kebutuhan masyarakat setempat).
2. Periode perencanaan, yang mempertimbangkan faktor dimensi alat dan aspek ekonomi guna memastikan kelangsungan serta efisiensi pengolahan air dalam jangka panjang.

3. Hasil dan Pembahasan

Semua tangki pengendapan dan penyaringan dalam program Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) ini terbuat dari bahan komposit polimer yang memiliki ketahanan terhadap karat dan goncangan mekanik dalam jangka panjang. Pipa-pipa air yang digunakan berbahan PVC (*Poly Vinyl Chloride*), yang bersifat non-korosif dan aman untuk digunakan dalam sistem pengolahan air.

Dalam program ini, dilakukan dua jenis analisis terhadap sampel air, yaitu: (i) Analisis Spektroskopi Serapan Atom (SAA) dan (ii) Analisis Kekeruhan. Analisis SAA merupakan metode kuantitatif yang digunakan untuk menentukan konsentrasi ion-ion logam dalam sampel air. Air yang dianalisis terdiri dari sampel yang diambil dari lokasi PkM, yaitu Sungai Cikaniki dan Sungai Cisarua di Desa Cisarua, Kecamatan Nanggung, Kabupaten Bogor, baik sebelum maupun setelah mengalami proses pengolahan menggunakan teknik pengendapan dan penyaringan.

Analisis SAA difokuskan pada penentuan kadar besi (Fe) dan mangan (Mn) dalam sampel air. Berdasarkan standar yang ditetapkan oleh World Health Organization (WHO), batas ambang kadar besi yang diperbolehkan dalam air minum adalah 0,3 mg/L (Khatri dkk., 2017). Konsumsi air minum dengan kandungan besi yang berlebihan secara kontinu dapat menyebabkan akumulasi besi dalam tubuh, yang berpotensi menimbulkan dampak kesehatan serius. Selain itu, air yang mengandung besi tinggi dapat menyebabkan bau anyir, rasa tidak nyaman, serta bercak coklat kemerahan pada dinding, lantai, dan pakaian. Sementara itu, keberadaan mangan dalam air juga dapat menimbulkan rasa tidak nyaman serta bercak coklat akibat deposit garam mangan (III) dan mangan (IV), yang tidak larut dalam air dan menimbulkan masalah estetika. Oleh karena itu, besi dan mangan dalam air perlu dihilangkan agar memenuhi standar kualitas air minum.

Kandungan besi dan mangan dalam air tanah umumnya bersumber dari proses geokimia alami. Menurut Rusydi dkk. (2021), kadar besi dan mangan dalam air tanah dipengaruhi oleh tingkat salinitas dan reaksi reduksi-oksidasi, di mana reaksi kimia memiliki pengaruh yang lebih besar dibandingkan pengaruh

salinitas. Kebutuhan air tanah yang terus meningkat akibat pertumbuhan populasi telah menyebabkan kekosongan air tanah di wilayah pedalaman, sehingga memicu migrasi air tanah ke daerah yang kekurangan, untuk menjaga keseimbangan ekologi.

Ditinjau dari struktur elektroniknya, besi dan mangan memiliki kemiripan karena keduanya termasuk dalam golongan logam transisi dengan nomor atom masing-masing 26 a.m.u untuk besi dan 25 a.m.u untuk mangan. Besi dan mangan memiliki sifat elektromagnetik yang berdekatan karena keduanya mengandung elektron tunggal tidak berpasangan pada sub-kulit 3d. Sifat geokimia yang serupa menyebabkan besi dan mangan sering mengalami migrasi bersama di lingkungan air tanah.

Berbagai metode telah dikembangkan untuk menghilangkan kandungan besi dan mangan dari air. Febrina dan Ayuna (2015) menggunakan saringan keramik, yang berhasil menurunkan kadar besi hingga 95,2% dan mangan hingga 94,63%. Namun, metode ini memiliki kelemahan karena memerlukan waktu yang cukup lama, sehingga dianggap kurang efisien untuk aplikasi dalam skala besar. Di sisi lain, penelitian oleh Tobiason dkk. (2016) mengungkapkan bahwa pemisahan mangan dapat dilakukan dengan metode fisika, kimia, biologi, atau kombinasi dari metode-metode tersebut. Namun, metode fisika dan kimia sering kali menghasilkan limbah samping akibat penggunaan oksidator yang dapat berdampak negatif terhadap lingkungan.

Sebagai alternatif, metode biofiltrasi dengan menggunakan mikroba telah menunjukkan hasil yang lebih menjanjikan dalam dekade terakhir. Penelitian oleh Earle dkk. (2023) menunjukkan bahwa metode biofiltrasi tanpa penggunaan oksidator dapat menurunkan kadar mangan hingga di bawah 10 µg/L. Menariknya, keberadaan kontaminan seperti besi dan amonia dalam air tidak menghalangi efektivitas metode ini dalam memisahkan mangan dari air. Dengan demikian, metode biofiltrasi menjadi salah satu pilihan yang efektif dan ramah lingkungan dalam pengolahan air yang terkontaminasi besi dan mangan.

3.1 Analisa SAA

Analisis Spektroskopi Serapan Atom (SAA) digunakan untuk menentukan kadar besi dan mangan dalam sampel air sebelum dan sesudah proses pengolahan. Keberadaan besi dan mangan dalam konsentrasi yang cukup tinggi dapat menimbulkan masalah kesehatan bagi masyarakat. Selain analisis besi dan mangan, dilakukan juga analisis kandungan nitrat (NO_3^-) dan nitrit (NO_2^-) pada sampel air sebelum dan sesudah pengolahan untuk mengevaluasi kualitas air secara komprehensif.

Menurut Ardhaneswari dan Wispriyono (2022), konsumsi air tanah yang mengandung kadar nitrat dan nitrit yang tinggi dapat berdampak negatif terhadap kesehatan, seperti menyebabkan anemia (kekurangan darah) dan meningkatkan risiko kanker. Berdasarkan

Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum, kadar maksimum yang diperbolehkan untuk nitrat adalah 50 mg/L, sedangkan untuk nitrit adalah 3 mg/L.

Berdasarkan hasil analisis yang disajikan pada Tabel 1, sampel air yang diambil dari dua lokasi, yaitu Sungai Cikaniki Ujung dan Sungai Cisarua, menunjukkan bahwa kandungan nitrat dan nitrit pada kedua lokasi tersebut masih berada di bawah ambang batas yang diperbolehkan. Oleh karena itu, kadar nitrat dan nitrit dalam air di lokasi penelitian saat ini belum membahayakan kesehatan masyarakat setempat. Namun, pemantauan kualitas air secara berkala tetap diperlukan untuk mengantisipasi kemungkinan perubahan kadar polutan akibat aktivitas lingkungan dan antropogenik di sekitar wilayah penelitian.

Tabel 1.

Hasil Analisa Sampling Air di Desa Cisarua

Besi (mg/L)	Mangan (mg/L)	Nitrat (mg/L)	Nitrit (mg/L)	Proses	Lokasi
0,265	0,029	0,397	0,035	Sebelum pengolahan	Sungau Cikaniki Ujung
0,012	<0,01	0,036	<0,01	Sesudah pengolahan	
0,361	0,037	0,526	0,028	Sebelum pengolahan	Sungai Cisarua
<0,01	<0,01	0,040	<0,01	Sesudah pengolahan	

3.2 Analisa kekeruhan

Kekeruhan air disebabkan oleh keberadaan partikel koloid dari garam-garam yang tidak larut dalam air. Untuk menganalisis tingkat kekeruhan air, digunakan alat turbidimeter Eutech Fisher Scientific, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 7. Analisis kekeruhan ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas proses pengolahan air dalam mengurangi tingkat kekeruhan yang berasal dari partikel tersuspensi.

Dalam kegiatan ini, sampel air diambil dari dua lokasi yang telah ditetapkan, yaitu Sungai Cikaniki Ujung dan Sungai Cisarua, di Desa Cisarua, Kecamatan Nanggung, Kabupaten Bogor. Pengujian kekeruhan air dilakukan di Laboratorium Lingkungan, Fakultas Arsitektur Lanskap dan Teknik Lingkungan, Universitas Trisakti. Melalui analisis ini, diharapkan dapat diperoleh informasi yang akurat mengenai tingkat kekeruhan air sebelum dan sesudah pengolahan, sehingga dapat dijadikan dasar dalam mengevaluasi efektivitas teknik pengendapan dan penyaringan yang diterapkan pada program pengabdian kepada masyarakat ini.



Gambar 7. Alat Turbidimeter Mengukur Kekeruhan Air

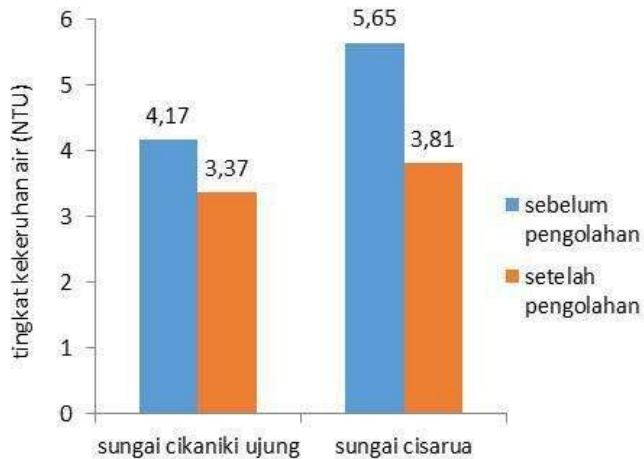
Hasil analisis kekeruhan air dapat dilihat pada Tabel 2. Data dalam tabel menunjukkan bahwa tingkat kekeruhan sampel air mengalami penurunan yang signifikan setelah dilakukan proses pengolahan menggunakan teknik pengendapan dan penyaringan berbasis bahan alami. Penurunan ini menunjukkan efektivitas metode pengolahan yang diterapkan dalam mengurangi partikel tersuspensi yang menyebabkan kekeruhan pada air.

Untuk memberikan visualisasi yang lebih jelas, data yang tercantum dalam Tabel 2 juga disajikan dalam bentuk grafik batang pada Gambar 8. Penyajian dalam bentuk grafik bertujuan untuk memudahkan interpretasi dan perbandingan antara tingkat kekeruhan sebelum dan sesudah pengolahan air di kedua lokasi sampling, yaitu Sungai Cikaniki Ujung dan Sungai Cisarua.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Kekeruhan Air Sebelum dan Sesudah Pengolahan

Lokasi sampling	Sebelum pengolahan	Sesudah pengolahan
Sungai Cikaniki Ujung	4,17 NTU	3,37 NTU
Sungai Cisarua	5,65 NTU	3,81 NTU

Catatan: NTU = Nephelometric Turbidity Unit

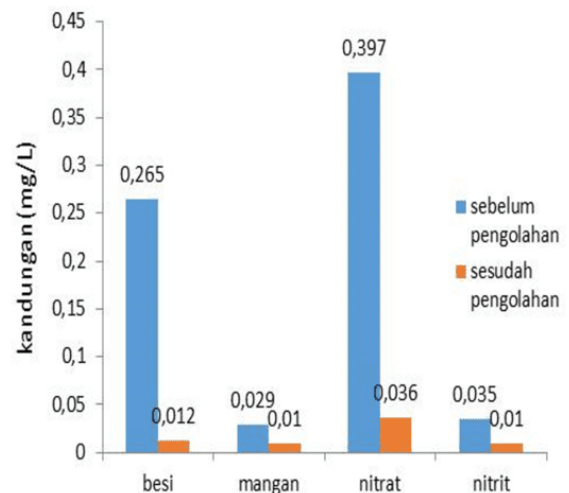


Gambar 8. Tingkat Kekeruhan Air Sebelum dan Setelah Pengolahan Air pada Dua Lokasi Sampling Air

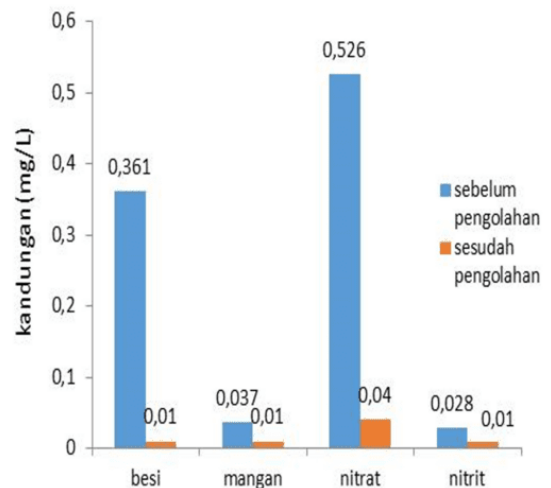
Selanjutnya, pada Gambar 9 secara jelas menunjukkan penurunan yang signifikan dalam kandungan besi, mangan, nitrat, dan nitrit pada sampel air sebelum dan sesudah dilakukan pengolahan menggunakan teknik sederhana dan terjangkau. Pengolahan air ini menggunakan bahan-bahan alami yang ramah lingkungan dan tidak beracun, seperti pasir, arang, ijuk, dan tumbukan bata halus, yang diterapkan di dua lokasi sampling, yaitu Sungai Cikaniki Ujung dan Sungai Cisarua.

Teknik pengolahan air yang digunakan dalam program ini hanya melibatkan proses sedimentasi dan penyaringan, tanpa menggunakan bahan kimia tambahan untuk proses oksidasi dan pengaturan pH. Metode ini terbukti efektif dalam menurunkan kadar polutan yang terdapat dalam air, sekaligus mempertahankan aspek keamanan bagi lingkungan dan kesehatan masyarakat. Pada tahap akhir, dilakukan penambahan kaporit dalam jumlah kecil untuk membunuh bakteri dan mikroba patogen sehingga air yang dihasilkan dapat langsung dikonsumsi. Namun, perlu diperhatikan bahwa penggunaan kaporit tidak boleh berlebihan karena kandungan kalsium dalam kaporit dapat menyebabkan akumulasi di dalam tubuh dan berpotensi mengganggu fungsi ginjal.

Sebagai alternatif sterilisasi, penggunaan teknologi radiasi UV dapat menjadi pilihan yang lebih aman dalam membunuh mikroorganisme patogen tanpa meninggalkan residu kimia dalam air. Namun, metode ini memerlukan biaya yang lebih tinggi, sehingga kurang sesuai untuk diterapkan dalam skala rumah tangga di wilayah pedesaan dengan keterbatasan sumber daya.



Sungai Cikaniki ujung



Sungai Cisarua

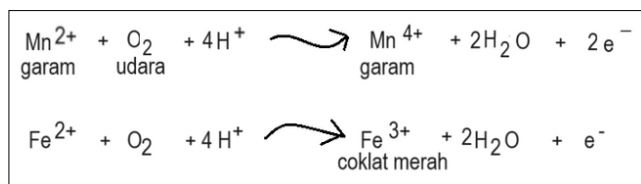
Gambar 9. Kandungan Besi, Mangan, Nitrat, dan Nitrit (Mg/L) dalam Sample Air Sebelum dan Sesudah Pengolahan Air di Lokasi Sungai Cikaniki Ujung dan Sungai Cisarua

Adapun Gambar 10 menyajikan mekanisme reaksi oksidasi mangan (IV), yang terjadi akibat adanya oksigen (O_2) dari udara dalam kondisi lingkungan yang cenderung asam. Proses oksidasi ini menghasilkan garam besi (III) yang terbentuk dalam bentuk endapan coklat kemerahan. Endapan ini sering kali menempel pada dinding dan lantai bangunan, menyebabkan bercak-bercak yang merusak estetika. Demikian pula, garam mangan (IV) yang dihasilkan juga memberikan endapan kemerahan yang bersifat rapuh dan dapat menimbulkan korosi pada berbagai permukaan.

Garam besi (III) yang terbentuk dalam proses oksidasi cenderung membentuk karat yang rapuh dan mudah lepas, yang berpotensi merusak dinding dan struktur pipa air. Oleh karena itu, dalam program ini digunakan material komposit polimer untuk tangki

pengendapan dan penyaringan. Material ini dipilih karena memiliki ketahanan tinggi terhadap guncangan mekanik serta tidak rentan terhadap korosi akibat pembentukan karat, yang dapat menyebabkan kerugian besar dalam jangka panjang.

Faktor lingkungan, seperti keberadaan udara dan kondisi air yang cenderung asam, berkontribusi dalam mempercepat proses pembentukan karat. Besi (II) dan mangan (II) memiliki sifat kimia yang serupa, sehingga keduanya mengalami proses geokimia yang sama dalam lingkungan alami, seperti yang telah dijelaskan sebelumnya.



Gambar 10. Reaksi Reduksi Oksidasi Besi dan Mangan Dalam Air di Udara Terbuka

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) di Desa Cisarua, Kecamatan Nanggung, Kabupaten Bogor dilaksanakan melalui pendekatan sistematis yang mencakup beberapa tahapan, yaitu: (i) observasi dan wawancara dengan mitra, (ii) proses perizinan, (iii) diskusi, persiapan, dan penetapan jadwal kegiatan, (iv) kegiatan penyuluhan dan sosialisasi, (v) kegiatan pelatihan/workshop, serta (vi) kegiatan pendampingan dan monitoring. Pada tahap diskusi, dibahas mengenai partisipasi mitra dalam setiap tahap kegiatan PkM untuk memastikan keberlanjutan dan keterlibatan aktif dari masyarakat setempat.

Hasil dari kegiatan PkM ini dapat diuraikan sebagai berikut.

(a) Kegiatan Penyuluhan dan Sosialisasi

Kegiatan ini membahas beberapa parameter fisika dan kimia sebagai indikator awal dalam penetapan kualitas air. Selain itu, dijelaskan mengenai dampak air yang tidak layak digunakan untuk keperluan rumah tangga dan konsumsi terhadap kesehatan manusia, baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang. Penyuluhan ini bertujuan untuk meningkatkan kesadaran masyarakat akan pentingnya penggunaan air bersih guna meningkatkan kualitas hidup mereka. Dalam kegiatan ini, masyarakat diberikan pemahaman tentang teknologi pengolahan air yang sesuai dengan kondisi air tanah setempat. Teknologi pengolahan air yang sederhana dan terjangkau diharapkan dapat menghasilkan air bersih yang memenuhi standar minimum kebutuhan masyarakat, sehingga mendorong kesadaran akan pentingnya air bersih dan penerapan budaya hidup sehat.

(b) Kegiatan Pelatihan

Kegiatan pelatihan bertujuan untuk meningkatkan keterampilan dan pengetahuan masyarakat dalam menerapkan teknik pengolahan air yang sederhana dan murah. Teknik ini diharapkan mampu mengolah air

yang tidak layak guna menjadi air yang aman untuk kebutuhan domestik, bahkan untuk konsumsi setelah penambahan bahan desinfektan yang aman bagi kesehatan. Pelatihan ini dipandu langsung oleh tim pelaksana sebagai instruktur dan mahasiswa sebagai fasilitator. Masyarakat menunjukkan partisipasi yang tinggi dengan antusias mencermati setiap petunjuk yang diberikan dan dipraktikkan oleh tim. Materi pelatihan mencakup penggunaan bak/tangki pengendapan dan penyaringan, serta pemilihan bahan alami yang aman dan tidak beracun untuk proses filtrasi.

(c) Kegiatan Pendampingan dan Monitoring

Sebagai tindak lanjut dari pelatihan yang telah diberikan, tim PkM bersama dengan aparat desa melakukan kegiatan pendampingan dan monitoring untuk mengevaluasi penerapan teknologi pengolahan air oleh masyarakat. Kegiatan ini bertujuan untuk memastikan pemahaman yang telah diperoleh diterapkan dengan baik dalam kehidupan sehari-hari serta memperkuat kesadaran masyarakat akan pentingnya menjaga kualitas air bersih untuk mendukung kesehatan dan meningkatkan kesejahteraan.

Keberhasilan kegiatan penyuluhan dan sosialisasi dalam program ini diukur melalui beberapa indikator, yaitu:

1. Partisipasi masyarakat yang tinggi, dengan tingkat kehadiran peserta mencapai 100% dari jumlah undangan yang disampaikan.
2. Interaksi aktif dalam diskusi, yang terlihat dari partisipasi masyarakat dalam sesi tanya jawab dengan tim pelaksana di sela pemaparan materi.
3. Terjalinnnya komunikasi dua arah yang baik, dimana terjadi berbagi pengalaman, pertukaran pendapat, dan penyampaian informasi yang bermanfaat antara tim pelaksana dan masyarakat mitra, menciptakan suasana diskusi yang produktif.
4. Dukungan dari aparat desa, yang mencakup kemudahan dalam perizinan, penyediaan fasilitas di kantor desa, serta dukungan aktif dari masyarakat mitra yang menunjukkan antusiasme tinggi dalam mengikuti seluruh tahapan kegiatan, termasuk peragaan teknologi pengolahan air bersih.

Sebagai bahan perbandingan, kegiatan yang telah dilakukan pada waktu yang lalu pada kawasan yang sama (Azizah & Anen, 2019) menekankan pada status mutu air sungai Cikaniki berdasarkan biologi yang tercemar utamanya pada variasi jenis ikan yang tercemar menggunakan “*electric fishing*” akibat aktivitas kegiatan penambangan emas tanpa izin di kawasan ini. Pada sisi lain, penelitian ini menekankan pada analisa besi, mangan, nitrat, dan nitrit dengan alat SAA yang menunjukkan kadar yang cukup signifikan dan analisa kekeruhan air dengan alat turbidimeter

yang menimbulkan dampak signifikan pada masalah kesehatan manusia. Akumulasi besi dan mangan dalam tubuh manusia untuk jangka panjang dapat menimbulkan kerusakan serius pada organ-organ tubuh seperti ginjal dan hati. Air yang keruh menyebabkan masalah estetika bagi pengguna air untuk kebutuhan domestik. Selanjutnya, penelitian ini juga mengarahkan penduduk setempat untuk membuat alat pengolahan air yang mudah, murah, dan sederhana menggunakan saringan bertingkat dengan bahan-bahan murah seperti, pasir, serbuk bata, ijuk, dan kerikil.

Melalui kegiatan ini, diharapkan masyarakat Desa Cisarua dapat memahami pentingnya pengolahan air bersih serta menerapkan teknologi sederhana yang telah diajarkan, sehingga kualitas air yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari dapat meningkat secara signifikan.

4. Kesimpulan dan Saran

Pelaksanaan program Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) di Desa Cisarua telah berhasil meningkatkan pemahaman dan keterampilan masyarakat dalam pengolahan air sederhana dan terjangkau. Teknik pengolahan air menggunakan bahan alami yang murah dan tidak beracun terbukti efektif dalam meningkatkan kualitas air sehingga layak digunakan untuk keperluan domestik. Program ini juga berhasil meningkatkan kesadaran masyarakat akan pentingnya air bersih bagi kesehatan serta mendorong penerapan pola hidup bersih. Keberhasilan ini menunjukkan bahwa teknologi yang diperkenalkan dapat diterapkan secara mandiri dan berkelanjutan oleh masyarakat setempat.

Sebagai tindak lanjut, disarankan pengembangan lebih lanjut terhadap teknik pengolahan air dengan mempertimbangkan penggunaan bahan alami lainnya yang lebih efektif dan ramah lingkungan. Selain itu, diperlukan pelatihan lanjutan untuk memperkuat keterampilan masyarakat serta kolaborasi dengan pemerintah daerah dan lembaga terkait guna memperluas penerapan teknologi ini di wilayah lain. Pemantauan dan evaluasi berkala juga perlu dilakukan untuk memastikan efektivitas serta keberlanjutan sistem pengolahan air. Edukasi berkelanjutan mengenai pentingnya menjaga kualitas sumber air dan pola hidup sehat diharapkan dapat terus dilakukan agar manfaat program ini dapat dirasakan dalam jangka panjang.

5. Ucapan Terima Kasih

Terlaksananya kegiatan penyuluhan ini tidak terlepas dari dukungan finansial dan fasilitas yang diberikan oleh Fakultas Teknologi Kebumihan dan Energi (FTKE), Universitas Trisakti. Tim pengabdian mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pejabat Desa Cisarua, Kecamatan Nanggung, Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Barat, atas perizinan serta berbagai kemudahan yang telah diberikan kepada

tim selama pelaksanaan kegiatan. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada masyarakat Desa Cisarua atas partisipasi aktif dan antusiasme yang tinggi dalam mengikuti seluruh rangkaian kegiatan. Semoga kegiatan ini dapat memberikan manfaat yang berkelanjutan bagi masyarakat dalam pengelolaan air bersih yang lebih baik.

6. Daftar Rujukan

- Ardhaneswari, M., & Wiwpriono, B. (2022). Analisis risiko kesehatan akibat paparan senyawa nitrat dan nitrit pada air tanah di desa Cihambulu Subang. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 21(1), 65-72. <https://doi.org/10.14710/jkli.21.1.65-72>.
- Azizah, M., & Anen, N. (2019). Status mutu air sungai Cikaniki kabupaten Bogor berdasarkan indeks pencemaran dan keanekaragaman makrofauna, *Jurnal Biologi dan Pembelajarannya*, 6(2), 79-87. <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0>.
- Earle, M.R., Stoddart, A.K., & Gagnon, G.A. (2023). Raw water biofiltration for surface water manganese control, *Scientific Reports*, 13, 9020. <https://nature.com/articles/s41598-023-36348-1>.
- Febrina, L., & Ayuna, A. (2015). Studi penurunan kadar besi (Fe) dan mangan (Mn) dalam air tanah menggunakan saringan keramik, *Jurnal Teknologi*, 7(1), 35-44. <https://Jurnal.ftumj.ac.id/index.php/jurtek>.
- Genova, P., & Wei, Y. (2023). A socio-hydrological model for assessing water resource allocation and water environmental regulations in the Maipo river basin, *Journal of Hydrology*, 617, Part C, 129159. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2023.129159>.
- Heikoop, R., Verbraeken, R., Wahyudi, S.I., & Adi, H.P. (2024). Stakeholder engagement in urban water management: A SWOT analysis of the Banger polder system in Semarang, *Environmental Challenges*, 14, 100831. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2023.100831>.
- Herlambang, A. (2018). Pencemaran air dan strategi penanggulangannya, *Jurnal Air Indonesia*, 2(1), 2-14. <https://doi.org/10.29122/jai.v2i1.2280>.
- Khatti, N., Tyagi, S., & Rawtani, D. (2017). Recent strategies for the removal of iron from water: A review. *Journal of Water Process Engineering*, 19, 291-304. <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2017.08.015>.

- Ming, Y., Lixia, H., Bingkai, W., Xiaomei, S., Lei, J., dkk. (2024). Pre-regulation of the water content impacts on the flavor and harmful substances of sesame paste, *Food Chemistry*, 21, 101100. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2023.101100>.
- Musdalifah, K. (2022). Analisis kualitas air dan beban pencemaran berdasarkan parameter fisika dan kimia di danau Universitas Hasanuddin, Makassar Skripsi.
- Rusydi, A.F., Onodera, S., Saito, M., Ioka, S., Maria, R., Riswansyah, I., & Delinom, R.M. (2021). Vulnerability of groundwater to iron and manganese contamination in the coastal alluvial plain of a developing Indonesian city, *SN Applied Sciences*, 3, 399. <https://doi.org/10.1007/s42452-021-04385-y>.
- Seijger, C. (2023). How shifts in societal priorities link to reform in agricultural water management: Analytical framework and evidence from Germany, India and Tanzania, *Science of The Total Environment*, 886, 163945. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.163945>.
- Sheftiana, U.S., Sarminingsih, A., & Nugraha, W.D. (2017). Penentuan status mutu air sungai berdasarkan metode indeks pencemaran sebagai pengendalian kualitas lingkungan, *Jurnal Teknik Lingkungan*, 6(1).
- Tobiason, J.E., Bazilio, A., Goodwill, J., Mai, X., & Nguyen, C. (2016). Manganese removal from drinking water sources, *Current Pollution Reports* 2, 168-177. <https://doi.org/10.1007/s40726-016-0036-2>.
- Yang, Z., Jingcheng, H., & Ya, Z. (2024). Synergizing carbon trading and water management for urban sustainability: A city-level multi-objective planning framework, *Applied Energy*, 359, 122637. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2024.122637>.