



PEMANFAATAN TEKNOLOGI MEMBRAN UNTUK PENYISIHAN BESI (Fe) PADA SUMBER AIR DI RUMAH TAHFIDZ AL-MU'THI

**Ekha Yogafanny¹, Rr. Dina Asrifah², Keny Rahmawati³, Khalisha Aura Kartika⁴,
Aditya Lukman Ansari⁵**

^{1,2,3,4,5} Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta

Email korespondensi: ekha.yogafanny@upnyk.ac.id

ABSTRACT

Al-Mu'thi Tahfidz Center is one of the educational institutions that utilizes groundwater in fulfilling its daily activities. Based on observations of the physical characteristics of the groundwater used, there are problems with the quality of the water source at Al-Mu'thi Tahfidz Center as indicated by the color of the water which tends to be brownish yellow. This is due to the high concentration of iron (Fe) in groundwater. The maximum limit of Fe levels for drinking water needs regulated in Permenkes No. 2 of 2023 is 0.2 mg/L. Where based on the results of the tests that have been carried out, the results obtained in a well with a depth of 6 m had an Fe content of 1.0596 mg/L. The high Fe levels in groundwater sources, one of which can be caused by the condition of rock units that are rich in iron metal minerals. This community service aims to conduct an Iron-rich groundwater treatment using membrane filtration methods i.e. ultrafiltrasi and Reverse osmosis, as well as providing knowledge to the community about the impacts of using water high in iron and the importance of treating water with high Fe before consumption. The method used in water treatment is a membrane filtration that has been tested and certified to be able to remove heavy metals in the water. In addition, socialization is also carried out to accompany consumers to realize clean water that is safe for consumption. Based on the results of the research that has been carried out, the effectiveness of Fe removal with an ultrafiltration membrane was 86.78% with a final iron content of 0.1388 mg/L. Then continued with a Reverse Osmosis (RO) membrane so that the effectiveness of Fe removal reached 98.4% with a final iron content of 0.0168 mg/L.

Keywords: *Filtration, Iron removal, Reverse Osmosis, Ultrafiltrasi, Water treatment.*

ABSTRAK

Rumah Tahfidz Al-Mu'thi merupakan salah satu lembaga pendidikan yang memanfaatkan air tanah dalam memenuhi kegiatan sehari-harinya. Berdasarkan pengamatan karakteristik fisik air tanah yang digunakan, terdapat permasalahan pada kualitas air sumber di Rumah Tahfidz Al-Mu'thi yang ditunjukkan dengan warna air yang cenderung kuning kecoklatan. Hal ini disebabkan karena tingginya konsentrasi besi (Fe) dalam air tanah. Batas maksimal kadar Fe untuk kebutuhan air minum yang diatur dalam Permenkes No. 2 Tahun 2023 adalah 0,2 mg/L. Dimana berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan didapatkan hasil, pada sumur dengan kedalaman 6 m mempunyai kadar Fe sebesar 1,0596 mg/L. Tingginya kadar Fe pada sumber air tanah, salah satunya dapat disebabkan oleh kondisi satuan batuan yang kaya mineral logam besi. Pengabdian masyarakat ini bertujuan untuk

mengolah air tanah tinggi besi menggunakan metode filtrasi membrane yaitu ultrafiltrasi dan reverse osmosis, serta memberikan pemahaman kepada masyarakat mengenai dampak negatif dari penggunaan air bersih tinggi Fe dan pentingnya pengolahan air bersih tinggi Fe. Metode yang digunakan dalam pengolahan air adalah filtrasi membran yang telah teruji dan tersertifikasi dapat menghilangkan logam berat di dalam air. Selain itu, sosialisasi juga dilakukan dalam bersamaan konsumen untuk mewujudkan air bersih yang aman dikonsumsi. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan didapatkan hasil efektivitas penurunan Fe dengan membrane ultrafiltrasi sebesar 86,78% dengan kadar besi akhir 0,1388 mg/L. Lalu dilanjutkan dengan membran *Reverse Osmosis* (RO) sehingga efektifitas penurunan Fe mencapai 98,4% dengan kadar besi akhir 0,0168 mg/L.

Kata Kunci: *Filtration, Iron removal, Reverse Osmosis, Ultrafiltrasi, Water treatment.*

PENDAHULUAN

Rumah Tahfidz Al-Mu'thi merupakan salah satu lembaga pendidikan nonformal yang berlokasi di Dusun Celungan, Kalurahan Sumberagung, Kapanewon Moyudan, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Lembaga ini berfungsi sebagai tempat pembelajaran Al-Qur'an bagi santri dari usia sekolah Pendidikan dasar hingga menengah atas, sekaligus sebagai asrama bagi sebagian santri yang menetap. Kegiatan belajar dan ibadah di Rumah Tahfidz ini sangat bergantung pada ketersediaan air bersih, baik untuk kebutuhan konsumsi, sanitasi, maupun kegiatan ibadah harian. Secara geomorfologis, lokasi Rumah Tahfidz Al-Mu'thi berada pada bentuklahan dataran fluvial vulkanik. Ciri morfometri wilayah ini adalah lereng yang relatif datar dengan jenis tanah hasil pelapukan material vulkanik. Berdasarkan hasil uji kualitas air dari sumur sedalam 6 meter di Rumah Tahfidz Al-Mu'thi, diperoleh nilai kekeruhan 15,43 NTU, TDS 329 mg/L, pH 7,4, dan kadar Fe sebesar 1,0596 mg/L. Nilai kadar Fe tersebut melebihi baku mutu air bersih yang diatur dalam Permenkes No. 2 Tahun 2023, yakni 0,2 mg/L untuk air bersih yang digunakan sebagai air minum. Kondisi ini menunjukkan bahwa air yang digunakan sehari-hari belum memenuhi standar kualitas air sehat.

Saat ini, pengelolaan rumah tahfidz telah memiliki sistem pengolahan air, namun belum optimal. Kondisi ini berpotensi menimbulkan gangguan kesehatan seperti gangguan pencernaan, noda pada pakaian, maupun endapan karat pada peralatan rumah tangga. Berdasarkan kondisi tersebut, permasalahan prioritas yang dihadapi mitra dapat dirumuskan sebagai berikut: (1) kualitas air sumur di Rumah Tahfidz Al-Mu'thi belum memenuhi baku mutu air bersih, khususnya pada parameter Fe (besi) yang melebihi ambang batas; (2) belum optimalnya sistem pengolahan air yang telah ada saat ini; serta (3) kurangnya pemahaman siswa dan pengurus Rumah Tahfidz terhadap pengolahan air bersih serta dampak kesehatan akibat penggunaan air berkadar Fe tinggi.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, tim pengabdian menawarkan penerapan teknologi pengolahan air bersih berbasis filtrasi membran yang dikombinasikan dengan kegiatan sosialisasi dan edukasi pengelolaan air bersih. Solusi teknis yang diterapkan adalah unit filtrasi air menggunakan teknologi membran ultrafiltrasi (UF) dan *reverse osmosis* (RO). Teknologi ini akan dirancang sebagai sistem modular yang mudah dioperasikan dan dirawat oleh siswa dan pengurus Rumah Tahfidz. Selain penerapan alat, kegiatan juga disertai sosialisasi dan pelatihan teknis kepada pengurus mengenai bahaya dan dampak penggunaan air dengan kadar Fe tinggi terhadap kesehatan, prinsip dasar pengolahan air bersih, cara pengoperasian serta perawatan sistem filtrasi membran, dan upaya konservasi sumber daya air di lingkungan sekitar. Partisipasi mitra diwujudkan dalam bentuk penyediaan lokasi dan sumber air untuk instalasi sistem, keterlibatan aktif dalam pelatihan dan sosialisasi, serta perawatan berkelanjutan terhadap alat yang dipasang. Dengan demikian, kegiatan ini tidak hanya menyelesaikan persoalan teknis kualitas air, tetapi juga memperkuat kapasitas masyarakat dalam pengelolaan air bersih secara mandiri dan berkelanjutan.

Luaran yang diharapkan dari kegiatan ini meliputi terbangunnya sistem pengolahan air bersih menggunakan teknologi membran ultrafiltrasi di Rumah Tahfidz Al-Mu'thi, air hasil olahan yang memenuhi baku mutu air bersih sesuai Permenkes No. 2 Tahun 2023, serta peningkatan pemahaman dan kesadaran masyarakat terhadap pentingnya pengolahan air bersih. Selain itu, kegiatan ini juga menghasilkan modul sosialisasi dan panduan operasi-pemeliharaan sistem pengolahan air bersih, artikel ilmiah atau prosiding tentang penerapan teknologi membran pada air tinggi Fe, publikasi media terkait kegiatan pengabdian, serta potensi Hak Kekayaan Intelektual (HKI) atas desain sistem filtrasi modular berbasis membran. Melalui kegiatan ini, diharapkan Rumah Tahfidz Al-Mu'thi dapat menjadi contoh penerapan teknologi tepat guna dalam penyediaan air bersih yang layak dan berkelanjutan, sekaligus menjadi sarana edukasi lingkungan bagi masyarakat sekitarnya.

METODE DAN PELAKSANAAN

Metodologi yang diterapkan dalam kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dirancang secara sistematis untuk mencapai tujuan utama, yaitu meningkatkan pemahaman dan sikap kritis dalam mengatasi permasalahan tingginya kadar Fe (besi) pada sumber air di lingkungan Rumah Tahfidz Al-Mu'thi melalui penerapan teknologi membran (ultrafiltrasi dan reverse osmosis).

Metode

Metode yang diterapkan guna mencapai tujuan pengabdian ini antara lain sebagai berikut: (1) Observasi lapangan fisik (kualitas air tanah) dan wawancara di Rumah Tahfidz Al-Mu'thi; (2) Penyuluhan untuk meningkatkan pemahaman terhadap kualitas air bersih dan dampak dari adanya konsentrasi besi (Fe) yang tinggi pada air tanah; (3)

Pendampingan/ konsultasi dalam pengolahan air tanah dengan konsentrasi Fe tinggi; dan (4) Pelatihan terkait keberlanjutan dan perawatan alat membrane yang telah terpasang.

Pelaksanaan Kegiatan

Pelaksanaan kegiatan yang meliputi tujuan kegiatan, lokasi, waktu, dan jumlah peserta dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rangkaian pelaksanaan kegiatan Pengabdian Masyarakat

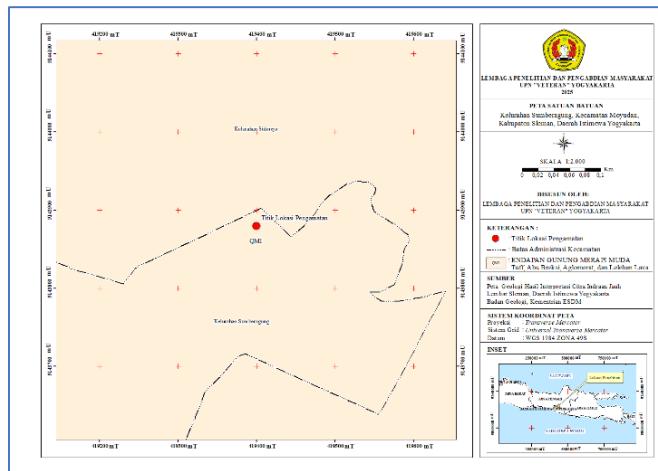
No	Nama Kegiatan	Tujuan	Lokasi/ Waktu	Jumlah peserta
1	Observasi lingkungan dan wawancara	Menganalisis kondisi lingkungan (kualitas air tanah) serta menggali persepsi pengguna air terhadap kualitas airnya.	Rumah Tahfidz Al Mu'thi 2 Agustus 2025, Pukul 10.00 WIB sampai 14.00 WIB	15 Orang
2	Penyuluhan tentang kualitas air bersih dan dampaknya terhadap kesehatan	Meningkatkan pemahaman peserta didik dan pengelola terkait kualitas air bersih dan dampaknya bagi kesehatan tubuh.	Rumah Tahfidz Al Mu'thi 18 Agustus 2025, Pukul 13.00 WIB sampai 16.30 WIB	17 orang
3	Pendampingan/ konsultasi dalam pengolahan air tanah dengan konsentrasi Fe tinggi	<ul style="list-style-type: none">- Mengevaluasi metode pengolahan yang sudah ada saat ini.- Mengoptimasi metode pengolahan dengan teknologi membrane ultrafiltrasi dan reverse osmosis.	Rumah Tahfidz Al Mu'thi 9 dan 10 September 2025, Pukul 10.00 WIB sampai 15.30 WIB	9 September Sebanyak 17 Orang 10 September Sebanyak 17 Orang
4	Pelatihan keberlanjutan dan perawatan unit pengolahan air	<ul style="list-style-type: none">- Sosialisasi rangkaian membrane yang telah terpasang pada pengolahan air tanah di Rumah Tahfidz.- Pelatihan cara perawatan membran.	Rumah Tahfidz Al Mu'thi 14 September 2025, Pukul 11.00 WIB sampai 16.00 WIB	17 Orang

HASIL DAN PEMBAHASAN

Observasi Lingkungan dan Wawancara

Observasi lingkungan dan wawancara ditujukan untuk menganalisis kondisi lingkungan khususnya kualitas air tanah serta menggali persepsi pengguna air terhadap kualitas airnya. Observasi lingkungan dilanjutkan dengan pengambilan sampel air sumur lalu dilakukan pengujian kualitas air tanah dengan mengacu pada beberapa parameter uji utama. Parameter yang dianalisis meliputi kandungan logam berat, khususnya Besi (Fe), pH, TDS, dan Kekaruan. Seluruh pengujian dilaksanakan menggunakan alat uji dan metode uji yang sesuai dengan standar nasional Indonesia (SNI).

Analisis hubungan geologi regional terhadap konsentrasi besi pada air tanah bertujuan untuk mengetahui korelasi penyebab tingginya konsentrasi Fe pada air tanah terhadap formasi satuan batuan di daerah pengamatan, dengan menghubungkan hasil identifikasi lapangan dan studi literatur, yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Satuan Batuan Daerah Penelitian
(Sumber: Badan Geologi Kementerian ESDM, 1977)

Daerah penelitian yang berada di Kecamatan Moyudan, Sleman, DIY, berada pada formasi endapan gunungapi muda (QMI) yang dapat dilihat pada Gambar 1. Umumnya batuan atau material vulkanik, dari letusan gunung berapi secara alami mengandung unsur logam seperti, Si, Al, Fe, Ca, Mg, Na, dan K (Cas & Wright, 1988; Smith dkk., 1983; Christenson, 2000; Wahyuni dkk., 2012: 151). Pelarutan dan proses oksidasi-reduksi batuan tinggi unsur logam seperti besi (Fe), dapat mengkontaminasi air tanah akan kandungan logam (Hoagland dkk., 2020: 3).

Hasil uji kualitas air tanah dari laboratorium dibandingkan dengan standar baku mutu yaitu Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 2 Tahun 2023. Konsentrasi tiap parameter yang diuji dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Kualitas Air Tanah

No	Parameter	Baku Mutu	Satuan	Hasil Uji
				S.6
Fisik				
1	Kekeruhan	< 3	NTU	*15,43
2	<i>Total Dissolved Solid</i> (TDS)	< 300	mg/L	*329
Kimia				
1	pH	6,5 – 8,5	-	7,4
2	Besi (Fe)	0,2	mg/L	*1.0596

(Sumber: Uji Laboratorium, 2025)

Baku Mutu: Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 2 Tahun 2023

Baku Mutu:
Keterangan:

S 6 ≡ Sumur Kedalaman 6 m

* = nilai melebihi hakuj mutu

Berdasarkan hasil uji laboratorium terhadap beberapa parameter kualitas air tanah maka dapat diketahui bahwa kondisi air tanah masih jauh dari standar yang telah ditetapkan. Adapun pembahasan masing-masing parameter di atas, sebagai berikut;

1. *Kekeruhan*

Secara keseluruhan untuk kadar kekeruhan pada semua sumber air bersih yang digunakan di Rumah Tahfidz Al-Mu'ti belum memenuhi baku mutu yang berlaku dengan kadar kekeruhan sebesar 15,43 NTU. Kekeruhan pada air bersih umumnya disebabkan oleh adanya zat tersuspensi seperti lempung, zat organik, plankton, dan zat halus lainnya (Kurniawati dkk., 2017). Tingginya kekeruhan tidak hanya menurunkan kualitas estetika air, tetapi juga berdampak pada terbentuknya endapan dalam jaringan distribusi yang dapat mengganggu jaringan pipa serta mempercepat korosi.

2. *Total Dissolved Solid (TDS)*

Berdasarkan hasil pengujian *Total Dissolved Solids* (TDS) di sumber air Rumah Tahfidz Al-Mu'ti, kadar TDS pada sumur 6 meter melebihi baku mutu dengan kadar 329 mg./L. Tingginya kadar TDS secara alami ditentukan oleh beberapa faktor seperti, kondisi geologi, kondisi air hujan, evaporasi, dan kondisi air permukaan (Phyllis K dkk., 2007: 1). Kadar TDS yang tinggi atau melebihi baku mutu dapat berdampak pada rasa, warna, dan kejernihan air, serta mempercepat kerusakan alat rumah tangga.

3. *pH*

pH berperan penting dalam kelarutan logam berat; pada kondisi asam, logam seperti besi, mangan, dan tembaga lebih mudah larut sehingga berpotensi mencemari sumber air. Berdasarkan data dari uji kualitas air tanah pada Tabel 2, nilai pH untuk S.6 adalah 7,5, sehingga sudah memenuhi baku mutu yang berlaku. Nilai pH pada air tanah memiliki hubungan erat saling mempengaruhi pada proses pelarutan besi (Fe) yang terjadi pada litologi batuan penyusun.

4. *Besi (Fe)*

Berdasarkan hasil pengujian dan perhitungan yang telah dilakukan, didapatkan hasil kadar besi (Fe) di Rumah Tahfidz Al-Mu'ti menunjukkan bahwa kadar besi diatas baku mutu yaitu sebesar 1,0596 mg/L. Kondisi geologi, berupa satuan batuan pada daerah penelitian merupakan salah satu faktor penyebab tingginya kadar Fe pada air bersih di daerah penelitian. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh (Verdiansyah dkk., 2020: 3), Kecamatan Godean, Kecamatan Seyegan, dan Kecamatan Moyudan, tersusun atas 4 kelompok batuan yang salah satunya adalah satuan batuan sedimen-vulkanik. Umumnya batuan atau material vulkanik, dari letusan gunung berapi secara alami mengandung unsur logam seperti, Si, Al, Fe, Ca, Mg, Na, dan K (Cas & Wright, 1988; Smith dkk., 1983; Christenson, 2000; Wahyuni dkk., 2012: 151). Pelarutan dan proses oksidasi-reduksi batuan tinggi unsur logam seperti besi (Fe), dapat mengkontaminasi air tanah akan kandungan logam (Hoagland dkk., 2020: 3). Fe

dapat ditemukan secara alami melalui bebatuan yang dilaluinya maupun proses erosi ilmiah (Salisna dkk., 2021: 7)

Sosialisasi Peningkatan Pemahaman Pengolahan Air Bersih Tinggi Besi (Fe)

Sosialisasi didasarkan pada hasil kuesioner yang diberikan kepada tahfidz dan pengurus Rumah Tahfidz Al Mu'thi, mengenai kondisi air bersih di Rumah Tahfidz Al Mu'thi dan pentingnya pengolahan air bersih tinggi besi (Fe). Dimana hasil kuesioner tersebut, kemudian dilakukan analisis untuk menentukan pengetahuan yang telah dimiliki santri. Hasil dari kuisisioner dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Kuesioner Pra Sosialisasi 1

No	Pertanyaan	Skor
1	Apakah anda tahu, mengenai bagaimana cara mengenali air bersih yang mengandung tinggi besi (Fe)?	Total 17 Responden Menjawab: • Sangat Tahu = 1 • Cukup Tahu = 15 • Kurang Tahu = 1 • Tidak Tahu Sama Sekali = 0
2	Menurut pendapat dan analisa dasar anda, seberapa sering Rumah Tahfidz Al-Mu'thi mengalami permasalahan air tinggi besi (Fe)?	Total 17 Responden Menjawab: • Sangat Sering = 1 • Cukup Sering = 15 • Terkadang = 1 • Beberapa Kali = 0
3	Apakah anda tahu, mengenai dampak negatif yang ditimbulkan dari penggunaan air bersih tinggi (Fe) dalam kehidupan sehari-hari?	Total 17 Responden Menjawab: • Sangat Tahu = 0 • Cukup Tahu = 14 • Kurang Tahu = 1 • Tidak Tahu Sama Sekali = 2
4	Menurut pendapat anda, apakah pengolahan air bersih terutama air bersih tinggi (Fe) itu penting?	Total 17 Responden Menjawab: • Sangat Penting = 8 • Cukup Penting = 7 • Kurang Penting = 2 • Tidak Penting = 2

(Sumber: Survei Tim, 2025)

Berdasarkan hasil kuesioner diatas, didapatkan hasil bahwa masih ada santri yang kurang memahami mengenai dampak negatif yang ditimbulkan dari penggunaan air bersih dan pengolahan air bersih tinggi Fe. Sehingga sosialisasi mengenai kondisi air bersih di Rumah Tahfidz Al Mu'thi dan pentingnya pengolahan air bersih terutama tinggi besi (Fe) sangat penting untuk diberikan. Sosialisasi tersebut memiliki tujuan untuk menambah wawasan mengenai karakteristik sumber daya air dan pengolahan air bersih tinggi Fe, terutama pada sumber air bersih di Rumah Tahfidz Al-Mu'thi.



Gambar 2. Pemaparan Materi Sosialisasi
(Sumber: Survei Lapangan, 2025)



Gambar 3. Foto Bersama Setelah Sosialisasi
(Sumber: Survei Lapangan, 2025)

Pendampingan/ konsultasi dalam pengolahan air tanah tinggi Fe

Pendampingan dalam pengelolaan terhadap kualitas air tanah dilakukan pada Rumah Tahfidz Al-Mu'thi sebagai upaya menyediakan sumber air bersih yang layak dan aman. Berdasarkan hasil pengujian, masih terdapat beberapa parameter kualitas air yang belum memenuhi baku mutu sesuai standar, sehingga diperlukan inventarisasi teknologi yang tepat dan optimal. Pengolahan air yang telah ada sebelumnya di Rumah Tahfidz ini adalah *membrane reverse osmosis*. Air bersih dengan kualitas air beragam semua langsung masuk ke dalam sistem membrane reverse osmosis (RO) tersebut. Hal ini menyebabkan membrane cepat clogging (mampet/ tersumbat) sehingga debit air bersih hasil pengolahan yang keluar hanya sedikit. Selain itu, kapasitas membrane RO yang ada ini cukup kecil. Hal ini menjadi kendala sehingga kebutuhan air bersih siswa tidak tercukupi.

Pre-treatment sebelum Membran Ultrafiltrasi

Optimasi pengolahan air ini dirumuskan melalui kajian literatur dan pendekatan teknis, dengan mempertimbangkan efisiensi, efektivitas, keberlanjutan, serta kemudahan implementasi di lingkungan masyarakat. Sebelum masuk membrane ultrafiltrasi, pre treatment air sumur dilakukan dengan metode penyaringan zeolit, pasir mangan, dan karbon aktif. Dengan demikian, membrane RO tidak cepat tersumbat/ clogging dan debit air hasil olahan pun banyak.



Gambar 4. Rangkaian filter Pre-Treatment sebelum membrane ultrafiltrasi

Pre-Treatment seperti pre-filter pada pengolahan air bersih, merupakan salah satu cara untuk mengurangi beban pengolahan air bersih pada unit pengolahan air bersih selanjutnya (Marsono, 2017: 51). Zeolit, pasir mangan, dan karbon aktif merupakan media Adsorpsi yang paling umum digunakan dalam pengolahan air, baik air limbah maupun air bersih. Zeolit alam yang telah teraktivasi dengan menggunakan HCl, memiliki luas permukaan secara spesifik sebesar $700 \text{ m}^2/\text{g}$ (Figueiredo dan Quintelas, 2014: 288). Dimana semakin luas, luas permukaan media maka kemampuan media tersebut dalam menurunkan zat pencemar akan semakin besar. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh (Mulyono dkk., 2020: 8), efektivitas reduksi zeolit terhadap kadar Fe pada air sumur mencapai 85,8%. Pasir Mangan merupakan salah satu media adsorpsi, dengan efektivitas yang cukup tinggi dalam penurunan kadar Fe pada air tanah. Sedangkan karbon aktif merupakan senyawa amorf yang terbentuk dari bahan-bahan yang mengandung karbon yang kemudian dibakar pada suhu tinggi dan di aktivasi dengan senyawa kimia (Masriatini & Fatimura, 2018: 52). Luas permukaan karbon aktif cukup tinggi, kurang lebih $100 \text{ m}^2/\text{g}$ sampai $2000 \text{ m}^2/\text{g}$. Hal tersebut dikarenakan ukuran pori-pori karbon aktif yang sangat beragam dan kompleks (Legiso dkk., 2023: 2). Sehingga atas hal tersebut ketiga media dipilih untuk media filtrasi *pre-treatment*.

Membrane Ultrafiltrasi

Ultrafiltrasi merupakan salah satu teknik pemisahan dengan memanfaatkan teknologi membran yang bekerja berdasarkan pada variasi tekanan. Membran ultrafiltrasi menahan koloid dan makromolekul dengan ukuran $0,5 \mu\text{m}$ hingga kurang dari $0,01 \mu\text{m}$, namun melewatkannya partikel garam (Indriyani dkk., 2017: 12). Media ultrafiltrasi memiliki banyak jenis contohnya adalah media benang dan spon yang telah divariasikan ukurannya agar memenuhi kriteria filtrasi seperti yang dapat dilihat pada Gambar 5.

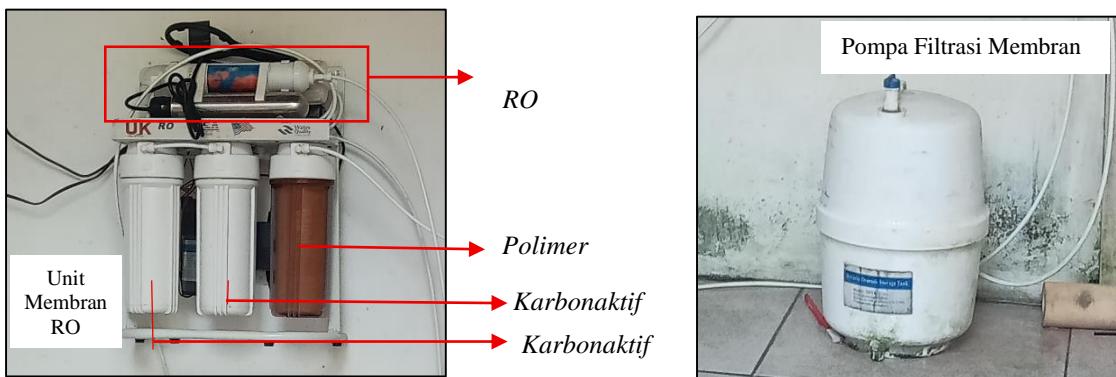


Gambar 5. Rangkaian membrane ultrafiltrasi

Media ultrafiltrasi yang umum digunakan secara komersial biasanya terbuat dari bahan polimer seperti, polisulfon dengan teknik pembuatan inversi (Indriyani dkk., 2017: 12). Ultrafiltrasi dengan media benang yang digunakan mempunyai ukuran filtrasi sebesar $0,5 \mu\text{m}$, sedangkan untuk media filter spon mempunyai variasi ukuran yaitu $0,5 \mu\text{m}$, $0,3 \mu\text{m}$, dan $0,1 \mu\text{m}$.

Pengolahan Reverse Osmosis (RO)

Reverse Osmosis merupakan salah satu unit filtrasi yang memanfaatkan membran semipermeabel yang memiliki tujuan utama untuk partikel dengan ukuran 0,01 μm sampai 0,0001 μm (Bendi dkk., 2020: 122). *Reverse Osmosis* (RO) memiliki berbagai keunggulan dari teknologi yang lain seperti, energi dibutuhkan relatif rendah, minimnya permasalahan mengenai korosi, kemudahan dalam penggantian dan pemasangan, serta instalasinya yang telah terintegrasi dengan sistem yang telah terpasang (Rasendra dan Sukandar., 2002; Wulan dkk., 2021: 56). Sehingga, teknologi membran RO dipilih untuk pengolahan air bersih dengan tujuan konsumsi di Rumah Tahfidz Al Mu'thi. Rangkaian membrane RO yang telah dipasang pada Rumah Tahfidz Al Mu'thi, Gambar 6.

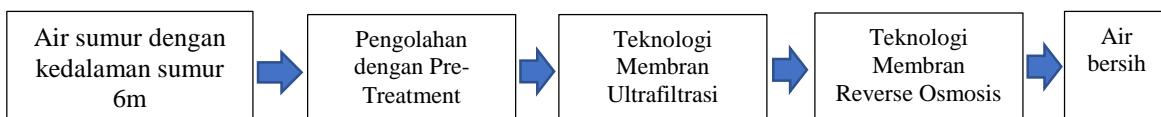


Gambar 6. Rangkaian membrane reverse osmosis

Karena porositas media membran RO yang sangat kecil, sehingga *fouling* merupakan masalah utama dan paling serius dalam filtrasi dengan media membran. Dimana hal tersebut dapat berpengaruh pada kuantitas air bersih yang telah di proses, penurunan kualitas air, peningkatan biaya operasional, kebutuhan tekanan yang lebih tinggi, peningkatan pembersihan membran, dan masa pakai yang cenderung lebih singkat (Tayeh, 2024: 2). Sehingga perlu dilakukan pre-treatment seperti gambar diatas. Kami juga menambah kapasitas membrane RO semula kapasitas 100 GDP menjadi 400 GDP.

Kualitas Air Setelah Dilakukan Treatment

Sistem distribusi pengolahan air bersih di Rumah Tahfidz Al Mu'thi memiliki skema diagram sebagai berikut



Berdasarkan hasil uji kualitas air bersih, setelah dilakukan pengolahan seperti skema diagram diatas, didapatkan data hasil pengujian seperti yang dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pengujian Air Sampel

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Air Baku (Sumur Kedalaman 6m)	Setelah Pre-treat & Ultrafiltrasi (mg/L)	Efisiensi Penurunan (%)	Setelah RO (mg/L)	Efisiensi Penurunan (%)
								(%)
1	Kekeruhan	NTU	< 3	15,43	0,7666	95,03	0,2966	98,08
2	Besi (Fe)	mg/L	6,5-8,5	1,0596	0,1388	86,90	0,0168	98,41
3	pH	-	6,5-8,5	7,4	7,8	5,13	7,7	5,13
4	TDS	mg/L	300	329	95	71,12	13	96,05

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, seluruh parameter kualitas air telah memenuhi baku mutu yang ditetapkan dalam Permenkes No. 2 Tahun 2023. Kadar besi (Fe) pada air baku sebesar 1,0596 mg/L dapat diolah menggunakan tahap pre-treatment dan metode membran ultrafiltrasi, sehingga diperoleh kadar besi pada keluaran/ outlet sebesar 0,1388 mg/L atau setara dengan efektivitas penyisihan sebesar 86,90%. Sementara itu, hasil pengolahan menggunakan membran reverse osmosis (RO) menunjukkan efektivitas penyisihan besi mencapai 98,41%, dengan kadar akhir besi sebesar 0,0168 mg/L. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kombinasi pre-treatment dan ultrafiltrasi sudah cukup efektif untuk mengolah air dengan kandungan besi (Fe) tinggi pada lokasi penelitian.

Pelatihan keberlanjutan dan perawatan unit pengolahan air

Pelatihan keberlanjutan dan perawatan unit pengolahan air ini merupakan kelanjutan dan bagian dari kegiatan pendampingan/konsultasi teknis sebagai bentuk keberlanjutan pengabdian, kegiatan pelatihan unit pengolahan air (Gambar 7).



Gambar 7. Pelatihan teknis dan perawatan unit pengolahan air sumur

Evaluasi keberhasilan kegiatan pengabdian masyarakat ini tidak hanya diukur dari efektivitas penurunan konsentrasi masing-masing parameter, tetapi juga berdasarkan hasil kuesioner yang mencakup tingkat pemahaman terhadap unit filtrasi. Berdasarkan hasil kuesioner yang dapat dilihat pada Tabel 6, responden yang terdiri atas santri dan pengurus Rumah Tahfidz Al-Mu'thi merasa terbantu dan menunjukkan peningkatan pemahaman terhadap pentingnya pengolahan air bersih tinggi Fe, terutama untuk

kebutuhan air minum. Unit filtrasi yang digunakan merupakan jenis filtrasi membran dengan tingkat kompleksitas teknologi yang relatif tinggi. Oleh karena itu, kegiatan sosialisasi dan pelatihan perlu dilakukan sebagai langkah nyata dalam meningkatkan kepedulian serta mendorong adaptasi terhadap perkembangan teknologi dan mendukung program *Sustainable Development Goals (SDGs)* No.6.

Tabel 6. Hasil Evaluasi Keberhasilan Program

Pertanyaan	Skor
Apakah anda sudah memahami mengenai materi dan <i>maintenance</i> air bersih tinggi Fe?	Total 17 Responden Menjawab: Sangat Memahami = 13 Cukup Memahami = 3 Kurang Memahami = 1 Tidak Tahu Sama Sekali = 0
Apakah setelah dilakukan pengolahan air bersih ada peningkatan kualitas air bersih, seperti air berwarna jernih tidak kuning kecoklatan, tidak berbau, dan tidak berasa?	Total 17 Responden Menjawab: Ya, ada peningkatan = 17 Tidak ada peningkatan = 0
Apakah anda merasa terbantu dengan adanya program pengolahan air bersih di Rumah Tahfidz Al-Mu'thi ini?	Total 17 Responden Menjawab: Sangat Terbantu = 14 Cukup Terbantu = 4 Kurang Terbantu = 0 Tidak Terbantu Sama Sekali = 0

(Sumber: Survey Tim, 2025)

PENUTUP

Simpulan

Kegiatan pengabdian masyarakat di Rumah Tahfidz Al-Mu'thi diawali dengan observasi lingkungan dan wawancara untuk menganalisis kondisi air tanah serta persepsi pengguna terhadap kualitas air, yang menunjukkan tingginya kadar besi (Fe) sehingga menjadi dasar pemilihan teknologi pengolahan yang tepat. Selanjutnya dilakukan penyuluhan guna meningkatkan pemahaman santri dan pengurus mengenai pentingnya air bersih dan dampaknya terhadap kesehatan. Pada tahap pendampingan, dilakukan evaluasi metode pengolahan yang ada dan penerapan teknologi kombinasi membran ultrafiltrasi serta reverse osmosis (RO), yang terbukti mampu menurunkan kadar Fe hingga memenuhi baku mutu Permenkes No. 2 Tahun 2023 dengan efisiensi penyisihan besi pada ultrafiltrasi mencapai 86,90% dan pada membrane RO mencapai 98,41%. Kegiatan ditutup dengan pelatihan keberlanjutan dan perawatan unit filtrasi, yang berhasil meningkatkan kemampuan santri dan pengurus dalam mengoperasikan serta merawat sistem secara mandiri. Secara keseluruhan, kegiatan ini berhasil meningkatkan

kapasitas masyarakat dalam pengelolaan air bersih tinggi Fe dan mendukung tercapainya tujuan SDG ke-6 tentang ketersediaan air bersih dan sanitasi layak bagi semua.

Saran

Berdasarkan rangkaian kegiatan yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat diajukan untuk mendukung keberlanjutan dan pengembangan program serupa ke depan, sebagai berikut: (1) Perlu dilakukan pemantauan berkala terhadap kualitas air hasil pengolahan untuk memastikan kinerja sistem filtrasi tetap optimal dan sesuai baku mutu; (2) Penguatan kapasitas pengurus dan santri melalui pelatihan lanjutan tentang perawatan sistem dan manajemen air bersih sangat disarankan agar kemandirian pengelolaan dapat terjaga; (3) Program ini dapat diperluas ke lembaga pendidikan atau rumah ibadah lain yang menghadapi permasalahan serupa, dengan adaptasi teknologi sesuai karakteristik air setempat; dan (4) Diharapkan adanya kemitraan berkelanjutan dengan perguruan tinggi, pemerintah daerah, dan sektor swasta untuk mendukung perawatan teknis, pendanaan, serta penyebarluasan inovasi pengolahan air bersih. Dengan langkah-langkah tersebut, manfaat kegiatan pengabdian ini tidak hanya bersifat sementara, tetapi juga berkelanjutan dan berdampak luas bagi masyarakat.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih dan yang sebesar-besarnya kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) UPN "Veteran" Yogyakarta atas dukungan pendanaan sehingga kegiatan pengabdian ini dapat terlaksana dengan baik. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Rumah Tahfidz Al-Mu'thi atas kerja sama, perhatian, dan keterbukaannya selama pelaksanaan kegiatan. Penghargaan yang tulus diberikan kepada Program Studi Teknik Lingkungan UPN "Veteran" Yogyakarta atas segala bentuk bantuan, baik materil maupun nonmaterial. Penulis juga berterima kasih kepada Tim Asisten Pengabdian kepada Masyarakat tahun 2025 atas dedikasinya.

DAFTAR PUSTAKA

- Bendi, R. K. J., Soejono, F., Kurniawan, I., Sunarni, T., Pratama, Y.D. 2020. Pengenalan dan Pemanfaatan Teknologi Hibrid Membran Terintegrasi untuk Pengolahan Air
- Figueiredo, H dan Quintelas, C. 2014. Tailored zeolites for the removal of metal oxyanions: Overcoming intrinsic limitations of zeolites. *J Hazard Mater* 274, 287–299. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2014.04.012>
- Hoagland, B., Navarre-Sitchler, A., Cowie, R., Singha, K. 2020. Groundwater-Stream Connectivity Mediates Metal(lloid) Geochemistry in the Hyporheic Zone of Streams Impacted by Historic Mining and Acid Rock Drainage. *Frontiers in Water* 2, 1–25. <https://doi.org/10.3389/frwa.2020.600409>
- Indriyani, V., Novianty, Y., Mirwan, A. 2017. Pembuatan Membran Ultrafiltrasi Dari Polimer Selulosa Asetat Dengan Metode Inversi Fasa. *Konversi* 6, 11. <https://doi.org/10.20527/k.v6i1.2994>

- Kurniawati, S. D., Santjoko, H., & Husein, A. (2017). Pasir Vulkanik sebagai Media Filtrasi dalam Pengolahan Air Bersih Sederhana untuk Menurunkan Kandungan Besi (Fe), Mangan (Mn) dan Kekeruhan Air Sumur Gali. *Sanitasi: Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 9(1), 20. <https://doi.org/10.29238/sanitasi.v9i1.71>
- Legiso, L., Kalsum, U., Aprianata, A. 2023. Pemanfaatan Batubara Subbituminus Menjadi Karbon Aktif Sebagai Adsorben Logam Fe (Besi) Pada Limbah Air Lindi Stockpile Pltu Batubara. *Jurnal Teknik Patra Akademika* 14, 31–38. <https://doi.org/10.52506/jtpa.v14i01.189>
- Marsono, B. D. 2017. Kinerja Prefilter Sintetis. *Jurnal Purifikasi* 17. <https://doi.org/10.12962/j25983806.v17.i1.49>
- Masriatini, R & Fatimura, M. 2018. Pemanfaatan Karbon Aktif Sebagai Penyerap Ion Besi. *Jurnal Redoks* 3, 51–54. <https://doi.org/10.31851/redoks.v3i2.3335>
- Mulyono, S., Mulyani, W., Kriswandana, F. 2020. Efektivitas Penukar Ion Zeolit dan Ferolit dalam Menurunkan Kadar Fe Air Sumur. *Jurnal Penelitian Kesehatan Suara Forikes* 11, 95-100. DOI: <http://dx.doi.org/10.33846/sf11nk416> Efektifitas Media Penukar 11, 95–100.
- Salisna, S., Rasyid, N. Q., & Rianto, M. R. (2021). Kandungan Logam Besi Pada Air Sumur Bor Di Muara Sungai Tallo Kota Makassar. *Jurnal Medika*, 6(1), 6–9. <https://doi.org/10.53861/jmed.v6i1.190>
- Tayeh, Y.A. 2024. A comprehensive review of reverse osmosis desalination: Technology, water sources, membrane processes, fouling, and cleaning. *Desalination Water Treat* 320, 100882. <https://doi.org/10.1016/j.dwt.2024.100882>
- Verdiansyah, O., Hartono, H.G., Fatimah. 2020. Karakteristik Kompleks Batuan Beku Dan Kehadiran Mineralisasi Pada Daerah Godean Sebagai Pertimbangan Kehadiran Sistem Vulkanisme Purba di Yogyakarta Bagian Tengah. *Skripsi Institut Teknologi Nasional Yogyakarta* 1–14. <https://repository.itny.ac.id/id/eprint/1135/>
- Wahyuni, E.T., Triyono, S., Suherman. 2012. Penentuan Komposisi Kimia Abu Vulkanik Dari Erupsi Gunung Merapi. *Jurnal Manusia Dan Lingkungan*. <https://doi.org/10.22146/jml.18531>
- Weber-Scannell, P.K., Duffy, L.K. 2007. Effects of total dissolved solids on aquatic organisms: A review of literature and recommendation for salmonid species. *Am J Environ Sci* 3, 1–6. <https://doi.org/10.3844/ajessp.2007.1.6>
- Wulan, W., Nur Hidayah, D.S., Johanda, R., Butarbutar, M.H.P., Widodo, A.L., Mutakkin, Abd., Gusti, D.R. 2021. Pengolahan Air Asin Menjadi Air Tawar Menggunakan Metode Reverse Osmosis Di Kelurahan Mendaraha Ilir. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Pinang Masak* 2, 54–61. <https://doi.org/10.22437/jpm.v2i2.15331>