

Kajian Pengembangan Teknologi RO dalam Pemenuhan Kebutuhan Air Minum di Universitas Terbuka

Mirza Permana¹, Laras Ayu Andini², Ami Hibatul Jameel³, Heriani⁴, Ridho Harma⁵, Tubagus Jihad Alfarizi⁶

¹ Prodi Perencanaan Wilayah dan Kota Universitas Terbuka

² Prodi Ilmu Pemerintahan Universitas Terbuka

³ Prodi Teknologi Pendidikan Universitas Terbuka

⁴ Prodi Pariwisata Universitas Terbuka

⁵ Direktorat Manajemen Aset dan Umum, Universitas Terbuka

⁶ Mahasiswa Prodi Perencanaan Wilayah dan Kota Universitas Terbuka

Jl. Pd. Cabe Raya, Pd. Cabe Udik, Kec. Ciputat, Kota Tangerang Selatan, Banten 15437 INDONESIA

^{1*}permanamirza@ecampus.ut.ac.id

Abstrak— Penelitian ini mengevaluasi efektivitas teknologi *Reverse Osmosis* (RO) dalam menghasilkan air minum berkualitas di Universitas Terbuka. Metode meliputi pengujian laboratorium air hasil pemurnian (parameter fisik, kimia, mikrobiologi) sesuai Permenkes RI No. 2 Tahun 2023 dan survei persepsi pengguna dengan kuisioner berbasis skala Likert (WQPS) terhadap 87 responden. Hasil penelitian menunjukkan air RO memenuhi semua standar baku mutu, bebas *E. coli* dan Total Coliform (0 CFU/100 mL), dengan parameter fisik dan logam berat jauh di bawah batas maksimal. Survei mengungkapkan skor rata-rata >4 pada hampir semua dimensi, dengan pengguna menilai air RO lebih bersih, aman, dan menyegarkan. *Reverse Osmosis* efektif menyediakan air minum aman konsumsi sekaligus mengurangi ketergantungan plastik sekali pakai, mendukung pencapaian green campus.

Kata kunci— air minum, kualitas air, kampus hijau, reverse osmosis

Abstract— This study evaluates the effectiveness of Reverse Osmosis (RO) technology in producing safe drinking water at Universitas Terbuka. The research employed laboratory testing of purified water samples (physical, chemical, and microbiological parameters) in accordance with Indonesian Ministry of Health Regulation No. 2 of 2023, complemented by user perception surveys using a Likert-scale questionnaire adapted from the Water Quality Perception Scale among 87 respondents. Results demonstrated that RO water fully complied with national standards, with zero *E. coli* and Total Coliform detection (0 CFU/100 mL), while physical parameters and heavy metals were well below maximum allowable limits. Survey analysis revealed mean scores exceeding 4 across most dimensions, with users perceiving RO water as cleaner, safer, and more refreshing. The findings confirm that RO technology effectively provides safe drinking water on campus while reducing single-use plastic consumption, contributing significantly to green campus initiatives.

Keywords— drinking water, green campus, reverse osmosis, water quality

I. PENDAHULUAN

Air bersih merupakan salah satu kebutuhan penting dalam kehidupan manusia dan menjadi sumber daya alam yang memiliki fungsi sangat vital [1]. Kenyataannya, ketersediaan air yang layak konsumsi di bumi ini sangat terbatas. Dari keseluruhan jumlah air yang ada di bumi, 97 persennya merupakan air laut yang tidak bisa dikonsumsi dan hanya ada 3 persen air tawar. Tapi dari 3 persen tersebut, 2 persennya berupa air beku yang ada di Kutub Utara dan Selatan. Sisa 1 persen pun tidak semuanya bersih dan hanya 0,62 persen yang layak dikonsumsi. Organisasi Palang Merah dan Bulan Sabit Internasional, IRFC menerangkan, sekitar 880 juta orang di dunia tidak memiliki akses untuk air bersih. Sementara 2,7 milyar orang tidak memiliki fasilitas sanitasi yang layak. Bagi hampir sepertiga dari penduduk dunia, tidak tersedia air bersih secara mencukupi. Meningkatnya kebutuhan akan air bersih di seluruh dunia tak lepas dari pertumbuhan jumlah penduduk dan meningkatnya standard hidup [2] mengemukakan bahwa permintaan air tawar di dunia pada tahun 2030 akan meningkat menjadi 40% di atas pasokan air.

Sebagai negara archipelago, Indonesia memiliki sumber daya air yang melimpah dan berpotensi menghidupkan banyak sektor ekonomi. Pertambahan penduduk Indonesia yang saat ini berjumlah ± 268 juta jiwa berdasarkan hasil sensus penduduk tahun 2019 turut meningkatkan kebutuhan air bersih dan air minum. Faktanya, Tubuh manusia terdiri dari 70-75% cairan atau air. Konsumsi air minum secara rutin merupakan salah satu syarat agar tubuh tetap sehat. Tentu tak sembarangan air bisa langsung dikonsumsi. Air minum harus bebas bakteri dan terjamin kebersihannya.

Air adalah masalah sosial, sehingga perguruan tinggi memiliki peran sentral menangani masalah air dari sisi teknis dan social. Air siap minum di lingkungan kampus atau kantor adalah elemen penting dalam menciptakan lingkungan yang sehat dan berkelanjutan bagi dosen, mahasiswa, staf, dan pengunjung. Fasilitas air siap minum di kampus adalah sumber air yang mudah diakses oleh semua orang, yang memungkinkan akses ke air bersih, aman dan layak konsumsi. Kantor Universitas Terbuka (UT) yang terletak di Pondok Cabe Tangerang Selatan saat ini dihuni sekitar 1.300 jiwa. Sesuai standar Kesehatan, kebutuhan air minum per orang rata

– rata 2 liter per hari, maka kebutuhan total air layak minum di UT sebesar 2.600 liter per hari. Saat ini UT bekerjasama dengan pihak ketiga untuk memenuhi kebutuhan air minum pegawai setiap harinya. Berdasarkan data distribusi galon air ke setiap unit di lingkungan UT pusat, kebutuhan untuk mensuplai air minum pegawai kurang lebih 135 galon dengan kapasitas 19 liter. Dengan harga saat ini sekitar Rp 22.000/galon, estimasi biaya yang dikeluarkan sekitar 2.970.000 rupiah setiap harinya. Dalam setahun kebutuhan anggaran untuk gallon air minum sekitar 1 milyar.

Tabel 1 Sampling Kebutuhan Galon Air Minum Per Unit

No	Unit	Kebutuhan Galon Air Per Hari
1	Fakultas Keguruan & Ilmu Pendidikan (FKIP)	8
2	Fakultas Sains & Teknologi (FST)	7
3	Fakultas Hukum Ilmu Sosial dan Ilmu Politik	5
4	Puslata Lantai 1-3	2
5	Puslata Lantai 4	2
6	Fakultas Ekonomi dan Bisnis (FEB)	6
7	Pascasarjana (SPs)	4

Sumber: survei primer, 2025

Transformasi UT menjadi PTNBH membawa semangat baru untuk pengelolaan yang lebih efektif dan efisien. Salah satunya adalah penyediaan akses air minum bagi pegawai. Hal ini sejalan dengan semangat UT *Green University* (UTGU) untuk melakukan konservasi air dan memanfaatkannya secara berkelanjutan. Universitas Terbuka *Green University* (UTGU) adalah program UT dalam rangka mendorong kepedulian yang kuat terhadap upaya perlindungan dan keberlanjutan lingkungan menuju *Green University*. UT aktif mengikuti penilaian kampus hijau yang dilakukan oleh UI Green Metric sejak tahun 2011 berdasarkan pada enam (6) kriteria, yaitu: 1) Penataan dan Infrastruktur; 2) Energi dan Perubahan Iklim; 3) Pengelolaan Limbah; 4) Pengelolaan Air; 5) Transportasi; dan 6) Pendidikan, Penelitian, dan Pengabdian kepada Masyarakat dalam Isu Keberlanjutan. Pada tahun 2024, UT menempati posisi ke-35 sebagai kampus berkelanjutan di Indonesia dan peringkat 301 dunia dari 1.477 perguruan tinggi.

Kajian pengembangan teknologi reverse osmosis (RO) yang diusulkan melalui penelitian ini merupakan terobosan dan inovasi teknologi untuk mengubah air tanah menjadi air siap minum. RO adalah sistem pengolahan air yang sangat efektif untuk menghilangkan kontaminan, meningkatkan kesehatan dan menyediakan air minum yang aman. Proses Reverse Osmosis adalah metode filtrasi canggih yang menggunakan tekanan untuk memisahkan molekul dan partikel dalam air [3] Nantinya, air hasil proses Reverse Osmosis adalah air tanah yang telah disuling secara intensif melalui membran berpori sangat halus untuk menghilangkan sebagian besar kontaminan, termasuk mineral dan zat-zat terlarut sesuai Permenkes Nomor 2 Tahun 2023. Reverse Osmosis banyak digunakan karena beberapa kelebihanannya antara lain tidak memakan banyak energi, efektif untuk menghilangkan zat yang tidak diinginkan dari dalam air, serta biaya operasionalnya yang tidak terlalu mahal [4]

Fasilitas air siap minum di lingkungan kampus adalah elemen penting dalam menciptakan lingkungan yang sehat, berkelanjutan, dan berwawasan masa depan. Dengan memberikan akses mudah ke air bersih dan dengan

mengurangi penggunaan botol plastik sekali pakai, kampus dapat mendukung kesejahteraan individu, meminimalkan dampak lingkungan negatif, dan mempromosikan kesadaran akan keberlanjutan di kalangan sivitas akademika Universitas Terbuka dan masyarakat pada umumnya.

Beberapa perguruan tinggi di Indonesia telah menerapkan teknologi RO untuk memenuhi kebutuhan air minum di lingkungan kampus. Meskipun demikian, masih terdapat beberapa celah penelitian yang signifikan. Pertama, mayoritas studi implementasi RO di kampus hanya melaporkan parameter teknis laboratorium tanpa melakukan validasi menyeluruh terhadap persepsi pengguna. Pendekatan ini mengabaikan fakta bahwa penerimaan masyarakat terhadap air minum dipengaruhi oleh faktor subjektif seperti rasa, bau, dan kepercayaan terhadap sistem, yang sering kali lebih menentukan daripada data kualitas laboratorium semata. Kedua, studi sebelumnya belum mengintegrasikan analisis biaya-manfaat jangka panjang dengan penghitungan dampak lingkungan (pengurangan limbah plastik) secara komprehensif dalam konteks *green campus*. Ketiga, belum ada penelitian yang mengkaitkan secara eksplisit implementasi RO dengan peningkatan skor keberlanjutan kampus pada indikator spesifik seperti *water recycle* dan pengelolaan air menurut UI Green Metric.

Sejalan dengan itu, penelitian bertujuan untuk melihat penerapan teknologi RO di UT diarahkan pada empat tujuan utama: (1) mengkaji potensi implementasi RO sebagai solusi penyediaan air siap minum; (2) menilai efektivitas teknologi RO dalam menghasilkan air berkualitas sesuai standar kesehatan; (3) mengidentifikasi manfaat penerapan RO dalam mendukung UT sebagai *Green University* dan peningkatan skor UIGM, khususnya pada aspek konservasi air; serta (4) memberikan rekomendasi implementasi sistem RO di UT guna memperkuat komitmen keberlanjutan lingkungan.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan desain penelitian mixed-methods yang mengintegrasikan pendekatan kuantitatif eksperimental dan survei deskriptif. Penelitian dilakukan di Universitas Terbuka (UT) pusat yang berlokasi di Jl. Pondok Cabe Raya, Pondok Cabe Udik, Kecamatan Ciputat, Kota Tangerang Selatan, Banten, Indonesia. Lokasi penelitian dipilih karena: (1) UT memiliki potensi sumber air tanah dari 7 titik berdasarkan Keputusan Kepala Dinas Penanaman Modal dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu Provinsi Banten No.570/775/SIPA/DPMPTSP/XII/2020; (2) UT berkomitmen pada program Universitas Terbuka *Green University* (UTGU); dan (3) UT aktif dalam penilaian UI Green Metric sejak tahun 2011, sehingga implementasi RO dapat diukur kontribusinya terhadap pencapaian indikator keberlanjutan. Penelitian ini nantinya akan dibagi menjadi 4 tahap yaitu: tahap persiapan, tahap pengujian alat, tahap sosialisasi dan pelatihan penggunaan alat, tahap monitoring dan evaluasi.

Tabel 2 Tahapan Pelaksanaan Penelitian

No	Tahapan	Keterangan
1	Persiapan	<ul style="list-style-type: none"> Mobilisasi tim peneliti pengambilan sampel air bersih di seluruh unit UT Pusat untuk dianalisis lab hasil lab kualitas air bersih menjadi penentu Dimana alat akan diinstalasi
2	Instalasi alat	<ul style="list-style-type: none"> Air bersih yang lolos uji baku mutu dialirkan ke rangkaian alat

No	Tahapan	Keterangan
3	Uji kualitas air	<ul style="list-style-type: none"> nanofiltrasi pada tekanan 5 bar. Air hasil nanofiltrasi ini akan melalui proses RO untuk menghasilkan air minum menguji kualitas air hasil proses nanofiltrasi dan Reverse Osmosis di laboratorium untuk menghasilkan air layak minum sesuai standar Kementerian Kesehatan Memberikan pemahaman kepada civitas akademika UT bagaimana sistem bekerja dan menghasilkan air layak konsumsi
4	Sosialisasi, monitoring dan evaluasi	<ul style="list-style-type: none"> Pemantauan dilakukan secara berkala (2 bulan sekali) Indikator dari keberhasilan penelitian ini adalah tersedianya pasokan air minum menggunakan teknologi terintegrasi NF-RO, yang memenuhi standar Kesehatan yang mengacu pada Permenkes RI No. 32 Tahun 2017 dan Permenkes RI No. 492 Tahun 2010,

Sumber: [5]

A. Populasi dan Sampel

Populasi penelitian mencakup seluruh sumber air tanah di UT dari 7 titik berbeda. Pengambilan sampel air dilakukan menggunakan purposive sampling dengan kriteria inklusi: (1) air berasal dari sumber yang telah tersertifikasi oleh SIPA; (2) air akan dialirkan ke sistem RO-nanofiltrasi; dan (3) air tersedia sepanjang tahun. Sebanyak 7 sampel air bersih diambil dari masing-masing titik dan diuji baku mutu sebelum pemurnian.

Untuk uji persepsi, seluruh pengguna air minum RO di UT (sivitas akademika, staf, dan pengunjung). Pengambilan sampel dilakukan menggunakan convenience sampling dengan kriteria inklusi: (1) berusia minimal 18 tahun; (2) telah menggunakan air minum RO minimal 2 kali; (3) bersedia mengisi kuisioner secara sukarela. Ukuran sampel ditentukan berdasarkan formula Slovin dengan tingkat kepercayaan 95% dan margin of error 5%. Dari total 850 pengguna yang tercatat hingga 3 Oktober 2025, diperoleh sampel minimal n = 87 responden. Penelitian ini berhasil mengumpulkan data dari 87 responden.

B. Pengujian Kualitas Air

Pengujian kualitas air mengacu pada Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 2 Tahun 2023 tentang Kesehatan Lingkungan. Parameter yang diuji meliputi:

- Parameter Fisika (5 parameter):** Temperatur, Total Dissolved Solid (TDS), kekeruhan, warna, dan bau
- Parameter Kimia (12 parameter):** pH, Aluminium (Al), Arsenik (As), Besi (Fe), Fluorida (F), Kadmium (Cd), Krom Heksavalen (Cr⁶⁺), Mangan (Mn), Nitrat (NO₃-N), Nitrit (NO₂-N), Sisa Klorin, dan Timbal (Pb)
- Parameter Biologi (2 parameter):** Total Coliform dan Escherichia coli

Pengambilan sampel dilakukan sesuai standar SNI 6989.59:2008. Sampel air bersih (pre-treatment) diambil dari ground tank/roof tank di 7 titik berbeda, sedangkan sampel air hasil pemurnian diambil langsung dari dispenser RO di Gedung BAKP setelah sistem beroperasi stabil minimal 30 menit. Sebanyak 1 liter sampel dikumpulkan dalam botol steril, disimpan pada suhu 4°C dalam cooler, dan dikirim ke laboratorium terakreditasi KAN (PT Laboratorium Medio

Pratama) dalam waktu maksimal 24 jam. Pengambilan sampel dilakukan pada dua fase: fase pertama (sebelum instalasi RO) untuk menentukan kualitas air awal, dan fase kedua (setelah instalasi RO) pada 11-19 September 2025 untuk validasi akhir.

Hasil pengujian laboratorium dianalisis secara deskriptif dengan membandingkan setiap parameter terhadap standar baku mutu Permenkes RI No. 2 Tahun 2023. Konformitas parameter didefinisikan sebagai: (1) Sesuai Standar (SS): nilai parameter berada dalam rentang yang diizinkan; (2) Tidak Sesuai Standar (TSS): nilai parameter melebihi atau kurang dari batas standar. Persentase parameter yang sesuai standar dihitung menggunakan formula: % Konformitas = (Jumlah Parameter SS / Total Parameter Diuji) × 100%. Analisis ini menunjukkan tingkat keberhasilan sistem RO dalam menghasilkan air yang memenuhi standar kesehatan nasional.

C. Survei Persepsi Pengguna

Instrumen yang digunakan adalah kuisioner berbasis skala Likert 5 poin yang diadaptasi dari Water Quality Perception Scale (WQPS) yang dikembangkan oleh Nelson et al. (2024). Adaptasi dilakukan dengan mempertahankan validitas dan reliabilitas instrumen asli sambil menyesuaikan konteks dengan air RO di UT. Kuisioner terdiri dari 10 item pertanyaan yang dikelompokkan ke dalam 3 dimensi seperti tersaji pada Tabel 3.

Tabel 3 Struktur Instrumen WQPS yang Diadaptasi

Dimensi	Jumlah Item	Deskripsi
Estetika	3	Kebersihan, Rasa/kesegaran, Kejernihan/transparansi
Kepercayaan/Keamanan	3	Keamanan konsumsi harian, Bebas zat berbahaya, Rekomendasi ke orang lain
Kepuasan Nilai	4	Kepuasan keseluruhan, Keterjangkauan harga, Perbandingan dengan air minum lain, Rekomendasi adopsi luas di UT.

Skala Likert:

- Skor 1 = Sangat Tidak Setuju (STS)
- Skor 2 = Tidak Setuju (TS)
- Skor 3 = Netral (N)
- Skor 4 = Setuju (S)
- Skor 5 = Sangat Setuju (SS)

D. Alur Kerja Penelitian

Alur kerja penelitian disusun secara sistematis, dimulai dari pengambilan sampel air hingga tahap evaluasi persepsi pengguna, sebagaimana tergambar pada Gambar 1. Tahap pertama dimulai dengan pengambilan sampel air bersih dari sumber air yang tersedia. Pengambilan sampel dilakukan sesuai standar prosedur, guna memastikan representativitas kondisi aktual air yang akan diolah. Sampel yang terkumpul kemudian menjalani uji baku mutu di laboratorium, mengacu pada regulasi Permenkes RI No. 492 Tahun 2010 dan Permenkes No. 32 Tahun 2017, yang menetapkan parameter fisik, kimia, dan mikrobiologi sebagai acuan kualitas air minum. Proses ini penting untuk memverifikasi kondisi awal air sebelum masuk ke tahap pemurnian. Hasil uji laboratorium kemudian dianalisis untuk menentukan kelayakan kualitas air. Jika hasil menunjukkan parameter air belum memenuhi standar, dilakukan perbaikan proses penyulingan atau pretreatment tambahan. Namun, apabila kualitas air sudah sesuai, proses dilanjutkan ke tahap berikutnya. Temuan

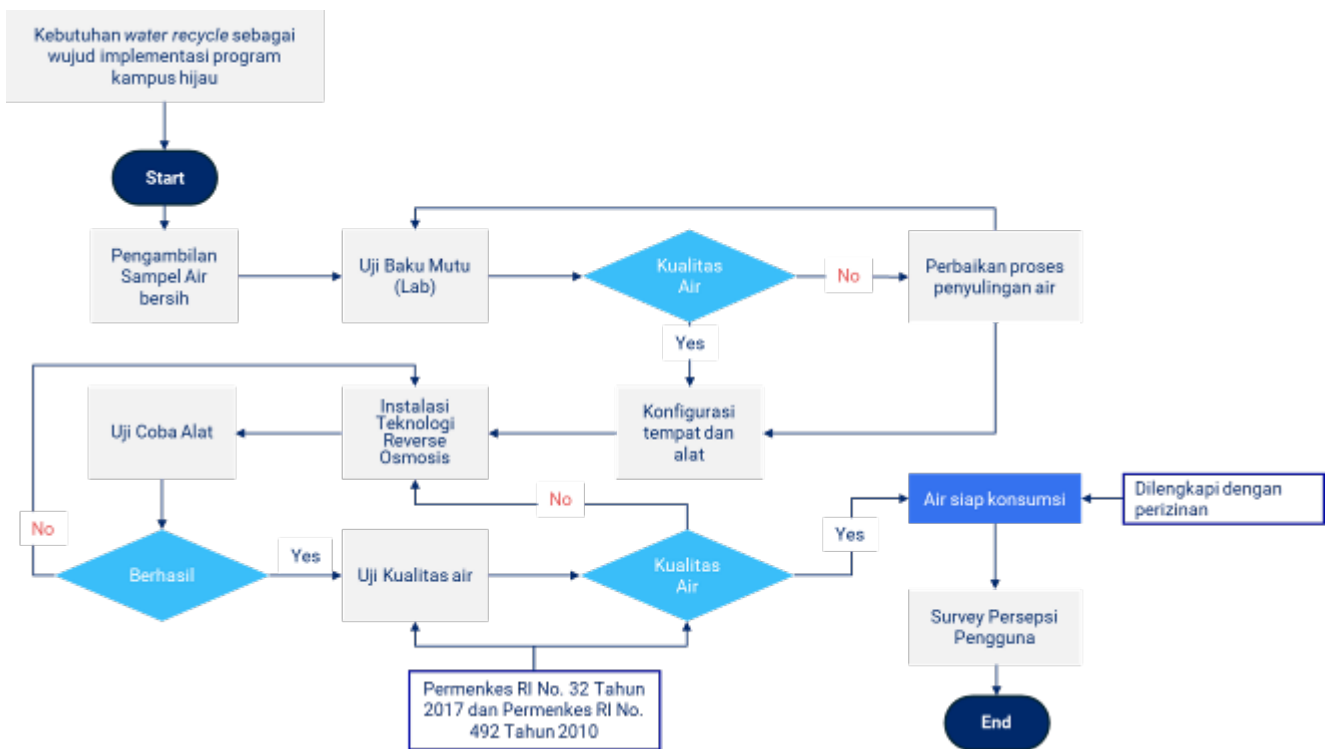
penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa kualitas awal air baku sangat berpengaruh terhadap kinerja sistem RO dan kualitas hasil akhir [6]. Selanjutnya dilakukan konfigurasi tempat dan alat, yaitu penyesuaian instalasi teknologi RO sesuai kapasitas dan kebutuhan pengguna. Instalasi ini menjadi inti penelitian, karena teknologi RO terbukti mampu menghilangkan kontaminan kimia, mikroba, serta logam berat dengan tingkat efisiensi tinggi [7].

Tahap berikutnya adalah uji coba alat untuk memastikan sistem RO berfungsi optimal. Uji coba ini dilakukan melalui pengoperasian berulang hingga didapatkan kestabilan output air. Jika alat tidak berhasil berfungsi sebagaimana mestinya, dilakukan penyesuaian teknis dan pengulangan proses instalasi. Apabila uji coba berhasil, air hasil pemurnian kemudian diuji kembali melalui uji kualitas air di laboratorium.

Hasil pengujian ini kembali dibandingkan dengan standar baku mutu. Jika air tidak memenuhi syarat, maka dilakukan

evaluasi ulang pada sistem penyaringan. Namun, jika hasilnya memenuhi kriteria, maka air dinyatakan sebagai air siap konsumsi. Tahapan ini sesuai dengan standar internasional yang menekankan pentingnya validasi kualitas output sebelum didistribusikan ke pengguna [8].

Sebagai bagian penting dari penelitian, dilakukan survey persepsi pengguna dengan menggunakan instrumen kuisioner. Instrumen yang digunakan diadaptasi dari *Water Quality Perception Scale (WQPS)* yang terbukti reliabel dan valid dalam mengukur persepsi kualitas air dari aspek estetika (rasa, bau, kejernihan), keamanan, dan kepuasan [9]. Penggunaan kuisioner ini memungkinkan peneliti memperoleh data subjektif yang melengkapi data objektif hasil uji laboratorium. Persepsi masyarakat terhadap kualitas air sering kali mempengaruhi tingkat penerimaan dan konsumsi air lebih besar dibandingkan data teknis semata [10].



Gambar 1. Alur Penelitian

E. Kriteria Keberhasilan Penelitian

Penelitian dinyatakan **BERHASIL** jika memenuhi kriteria berikut:

Tabel 4 Struktur Instrumen WQPS yang Diadaptasi

Kriteria	Target	Indikator Keberhasilan
Validasi Teknis	≥ 95% parameter sesuai standar	Minimal 18 dari 19 parameter memenuhi Permenkes RI No. 2 Tahun 2023
Keamanan Mikrobiologi	100%	Total Coliform dan E. coli = 0 CFU/100 mL
Persepsi Pengguna	Mean	Minimal 3 dari 3 dimensi

Kriteria	Target	Indikator Keberhasilan
Reliabilitas Instrumen	skor > 4,0 $\alpha \geq 0,80$	memiliki mean > 4,0 Cronbach's Alpha untuk keseluruhan instrumen $\geq 0,80$
Respons Rate	$\geq 80\%$	Minimal 70 dari 87 responden target mengisi kuisioner lengkap

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Rancang Bangun Reverse Osmosis

Reverse Osmosis merupakan suatu metode pemurnian air yang bekerja dengan memberikan tekanan lebih besar dari tekanan osmotik alami, sehingga air dapat melewati membran semi-permeabel. Sistem ini dirancang

menggunakan serat berongga yang digulung secara spiral mengelilingi lapisan membran [11]. Membran adalah beberapa bagian terpenting dari *reverse osmosis*. Sebagian besar membran yang digunakan dalam tanaman reverse osmosis komersial terbuat dari selulosa asetat, poliamida, polisulfonat dan polioksadiazol [12]. Tahapan pengembangan mesin RO di UT dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Tahapan Pengembangan Mesin RO di Universitas Terbuka

Tahap	Uraian Kegiatan
Identifikasi Masalah dan Kebutuhan	<ul style="list-style-type: none"> - Analisis ketersediaan air layak minum di kampus/instansi - Menentukan standar kebutuhan - Mengkaji urgensi pemanfaatan mesin RO
Studi Literatur	<ul style="list-style-type: none"> - Kajian regulasi dan standar air minum
Menyusun instrumen penelitian	<ul style="list-style-type: none"> - Menyusun instrumen: kuesioner, wawancara, observasi, uji lab
Pengumpulan Data Lapangan	<ul style="list-style-type: none"> - Observasi lokasi mesin RO (kapasitas, sumber air, listrik) - Survei kebutuhan air minum civitas akademika - Wawancara/FGD dengan stakeholder - Pengambilan sampel air untuk uji laboratorium
Analisis Data	<ul style="list-style-type: none"> - Analisis kebutuhan, kapasitas mesin, efisiensi biaya - Membandingkan hasil uji lab dengan standar

Tahap	Uraian Kegiatan
Perancangan Konsep Pengembangan Mesin RO	<ul style="list-style-type: none"> - Menyusun desain kapasitas mesin sesuai kebutuhan - Menentukan jumlah unit & lokasi penempatan - Menyusun skema perawatan dan monitoring kualitas air

Kantor UT pusat yang berlokasi di Tangerang Selatan memiliki luas 18,2 hektar dan menampung aktivitas dari 1.373 pegawai. Dari total luas area tersebut, 78% merupakan area terbuka yang menjadi area resapan air. Berdasarkan Keputusan Kepala Dinas Penanaman Modal Dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu Provinsi Banten No.570/775/SIPA/DPMPTSP/XII/2020, UT diberikan izin untuk pengusahaan air tanah (SIPA) pada 7 titik (Gambar 2). UT juga memiliki danau dengan ± 45.000 meter persegi yang berfungsi menjadi cadangan air. Dari 7 titik sumber air UT, kemudian dilakukan pengambilan sampel untuk uji baku mutu air yang nantinya akan diproses menjadi air minum.



Gambar 2. Sumber Air UT untuk Uji Baku Mutu

Semua air tanah yang diambil ditampung terlebih dahulu di *ground tank* atau *Roof tank* sebelum disalurkan dan dimanfaatkan oleh setiap gedung yang ada di kantor UT Pusat. Hasil uji laboratorium kualitas air berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 2 Tahun 2023 tentang Kesehatan lingkungan, semua air di UT terindikasi ***Mikrobiologi Coliform*** dengan jumlah yang berbeda-beda, sehingga memerlukan *treatment* untuk dapat dikonsumsi. **Deteksi TC sendiri tidak otomatis berarti air akan menyebabkan penyakit**, tetapi ia adalah peringatan bahwa ada sesuatu yang perlu diperiksa: kemungkinan kegagalan disinfeksi, kebocoran ke saluran pasca-treatment, *biofilm/regrowth* dalam jaringan distribusi, atau sumber lingkungan [13]. Hasil uji laboratorium kualitas air yang menunjukkan adanya total coliform sangat dipengaruhi waktu dan titik sampling. Satu sampel positif tidak selalu mencerminkan kondisi terus-menerus, tetapi juga tidak boleh

diabaikan. Sistem pemantauan mengandalkan frekuensi sampling yang memadai dan tindak lanjut responsive [14]. Uji laboratorium ini juga menjadi dasar penting bagi tahap pengembangan berikutnya, karena membuktikan bahwa teknologi RO yang dipasang tidak hanya berfungsi secara teknis, tetapi juga menghasilkan air sesuai standar kesehatan.

Mesin RO harus senantiasa digunakan agar bakteri tidak berkembang biak. Berdasarkan hasil diskusi dengan Direktorat Manajemen Aset dan Umum Universitas Terbuka, penempatan dispenser RO harus memiliki *exposure* yang baik sehingga dapat dimanfaatkan setiap saat. Gedung BAKP, Bagian Registrasi menjadi lokasi yang dipilih karena memiliki instalasi jaringan air bersih yang mendukung untuk diintegrasikan ke dalam mesin RO. Selain itu, pelayanan mahasiswa juga terdapat di gedung tersebut sehingga air minum RO dapat dimanfaatkan oleh masyarakat umum (Gambar 3).



Gambar 3. Penentuan titik instalasi mesin RO di Universitas Terbuka

Setelah proses instalasi mesin selesai dilakukan, selanjutnya dilakukan uji kualitas air yang dihasilkan mesin RO berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 2 Tahun 2023. Hasil pengujian laboratorium terhadap sampel air minum dari mesin Reverse Osmosis (RO) Universitas Terbuka Tangerang menunjukkan bahwa air hasil pemurnian telah memenuhi kriteria air layak konsumsi.

Secara fisik, air menunjukkan kejernihan yang baik dengan tingkat kekeruhan sebesar 0,30 NTU, jauh di bawah batas maksimal 3 NTU, dan warna 2,84 TCU, lebih rendah dibandingkan standar 10 TCU. Air juga tidak berbau dan berada pada suhu 24,5 °C, yang berada dalam kisaran normal konsumsi. Parameter Total Dissolved Solid (TDS) tercatat 52 mg/L, jauh di bawah ambang batas 500 mg/L, menandakan rendahnya kandungan mineral terlarut berlebih dalam air hasil pemurnian.

Dari aspek kimia, hasil uji menunjukkan bahwa hampir seluruh parameter logam berat seperti Aluminium (Al), Besi (Fe), Arsenik (As), Kadmium (Cd), Timbal (Pb), dan Krom Heksavalen (Cr⁶⁺) berada di bawah limit deteksi metode (MDL) atau jauh di bawah ambang batas yang diizinkan. Hal ini menegaskan kemampuan sistem RO dalam menurunkan kontaminan kimia berbahaya hingga level yang aman untuk tubuh manusia. Nilai pH air sebesar 7,09 juga konsisten dengan standar 6,5–8,5, sehingga tidak menimbulkan potensi iritasi atau gangguan kesehatan.

Parameter mikrobiologi merupakan aspek paling krusial dalam penilaian keamanan air minum. Hasil pengujian menunjukkan tidak terdeteksi adanya *Escherichia coli* maupun Total Coliform (0 CFU/100 mL). Hal ini sesuai dengan ketentuan WHO (2017) bahwa air minum yang aman tidak boleh mengandung *E. coli* maupun koliform fekal dalam

100 mL sampel. Dengan demikian, air hasil pemurnian melalui mesin RO ini secara mikrobiologis aman untuk dikonsumsi.

Keberhasilan mesin RO dalam menurunkan parameter mikrobiologi hingga tidak terdeteksi. Sistem RO efektif menghilangkan mikro organisme serta kontaminan kimia, sehingga meningkatkan kualitas sensori dan keamanan air minum [6]. Demikian pula Sharma *et al.* (2019) dalam *Environment, Development and Sustainability* menunjukkan bahwa instalasi RO komunitas secara signifikan meningkatkan akses masyarakat terhadap air minum yang aman, bebas bakteri, dan dapat diterima secara organoleptik.

Tidak adanya *Total Coliform* dalam air hasil pemurnian juga memperlihatkan bahwa sistem RO mampu mengatasi kelemahan sumber air baku yang kerap mengandung bakteri indikator pencemar. Hal ini sejalan dengan rekomendasi WHO yang menekankan bahwa *E. coli* dan *Total Coliform* merupakan indikator utama keamanan air, dan ketidakterdapatannya mencerminkan kualitas mikrobiologis yang baik (WHO, 2017). Hasil lengkap uji laboratorium air RO dapat dilihat pada Tabel 6.

Hingga Jumat 3 oktober 2025, air minum RO telah dimanfaatkan oleh 850 tumbler dengan kapasitas 600 ml. Artinya, air minum yang dimanfaatkan setara dengan 27 galon isi ulang kemasan dengan kapasitas 19 liter (Gambar 4). Ini membuktikan bahwa inovasi teknologi *reverse osmosis* di Universitas Terbuka berhasil memurnikan air hingga mencapai standar baku mutu nasional maupun internasional, dan menjadi solusi efektif dalam penyediaan air minum aman konsumsi di lingkungan kampus maupun komunitas.

Tabel 6 Hasil Uji Laboratorium Air Mesin RO Universitas Terbuka

LAPORAN HASIL PENGUJIAN					
Nama Pelanggan	:	UNIVERSITAS TERBUKA			
Alamat Pelanggan	:	Jl. Pondok Cabe Raya, Pd. Cabe Udik, Kec. Pamulang, Kota Tangerang Selatan, Banten 15437			
Alamat Sampling	:	Jl. Pondok Cabe Raya, Pd. Cabe Udik, Kec. Pamulang, Kota Tangerang Selatan, Banten 15437			
Uraian Sampel	:	Air Minum			
Identitas Sampel	:	Air Mesin RO Gedung BAKP			
No.Sampel	:	0271			
Tanggal Sampel Diantar	:	10 September 2025			
Tanggal Diterima	:	11 September 2025			
Tanggal Analisa	:	11 - 19 September 2025			
No	Parameter	Hasil Uji	Baku Mutu**	Satuan	Spesifikasi Metode
Fisika					
1	Temperatur*	24,5	Suhu udara ±3	°c	SNI 06-6989.23:2005

2	Total Residu Terlarut (TDS)*	52	<300	mg/L	IKM/7.2.10/LMP(Direct Reading)
3	Kekeruhan*	0,30	<3	NTU	SNI 06-6989.23:2005
4	Warna*	2,84	10	TCU	SNI 6989.80:2011
5	Bau*	Tidak berbau	Tidak berbau	-	IKM/7.2.36/LMP(Organoleptik)
Kimia					
6	pH*	7,09	6,5 – 8,5	-	SNI 6989.11:2019
7	Aluminium (Al) terlarut	< 0,02	0,2	mg/L	APHA Ed.23rd 3120.B,3030.B-2017
8	Arsenik (As) terlarut	< 0,005	0,01	mg/L	APHA Ed.23rd 3120.B,3030.B-2017
9	Besi (Fe) terlarut*	< 0,01	0,2	mg/L	SNI 6989-84:2019
10	Fluorida (F)*	2,48	1,5	mg/L	SNI 06-6989.29-2005
11	Kadmium (Cd) terlarut	< 0,002	0,003	mg/L	SNI 6989-84:2019
12	Krom Heksavalen (Cr ⁶⁺)*	< 0,006	0,01	mg/L	SNI 6989.71:2009
13	Mangan (Mn) terlarut*	< 0,03	0,1	mg/L	SNI 6989-84:2019
14	Nitrat (NO ₃ -N)	1,50	20	mg/L	IKM/7.2.41/LMP
15	Nitrit (NO ₂ -N)*	< 0,005	3	mg/L	SNI 06-6989.9-2004
16	Sisa Klor (terlarut)	0,1	0,2-0,5 dengan waktu kontak 30 menit	mg/L	IKM/7.2.32/LMP
17	Timbal (Pb) terlarut	< 0,008	0,01	mg/L	SNI 6989-84:2019
Biologi					
18	Total Coliform*	Tidak ada	0	CFU/100ml	APHA Ed.24th 9223-2023
19	E. Coli*	Tidak ada	0	CFU/100ml	APHA Ed.24th 9223-2023

Keterangan :

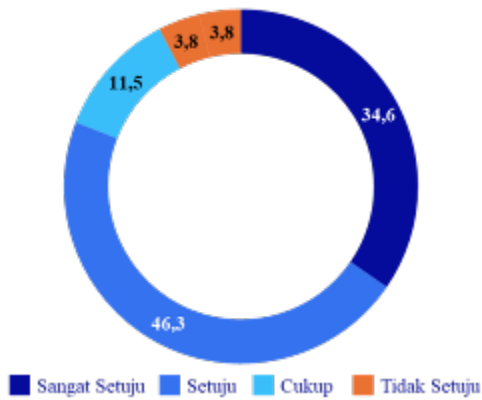
1. * Parameter Terakreditasi oleh KAN (LP-1720-IDN).
2. < Kurang dari MDL (Limit Deteksi Metode).
3. ** Nilai baku mutu berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 2 Tahun 2023.
4. Pengujian dilakukan di PT Laboratorium Medio Pratama.

B. Uji Persepsi Pengguna Air minum *Reverse Osmosis*

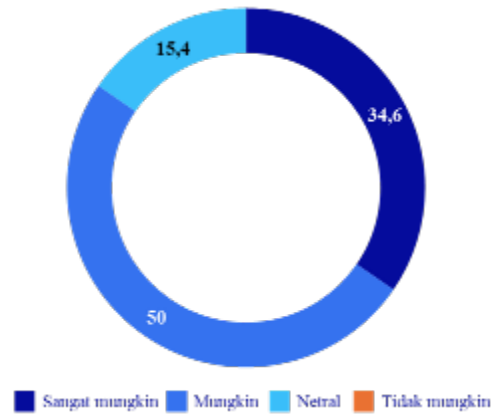
Survei persepsi pengguna air minum hasil filterisasi dengan teknologi *reverse osmosis* (RO) di lingkungan Universitas Terbuka berhasil menarik atensi 87 responden dari total 850 botol/tumbler pengisian sejak mesin RO diluncurkan pada tanggal 25 Agustus 2025. Secara umum, skor rata-rata tiap item menunjukkan tingkat penerimaan yang tinggi. Responden menilai bahwa air RO terasa lebih bersih dibandingkan air minum biasa dan memiliki rasa yang menyegarkan. Aspek keamanan juga mendapatkan skor tinggi, dengan persepsi bahwa air RO aman dikonsumsi setiap hari dan bebas dari zat berbahaya. Tingkat kepuasan pengguna terhadap kualitas air RO yang dikonsumsi juga konsisten tinggi, meskipun persepsi terhadap keterjangkauan harga sedikit lebih rendah dibandingkan item lainnya.



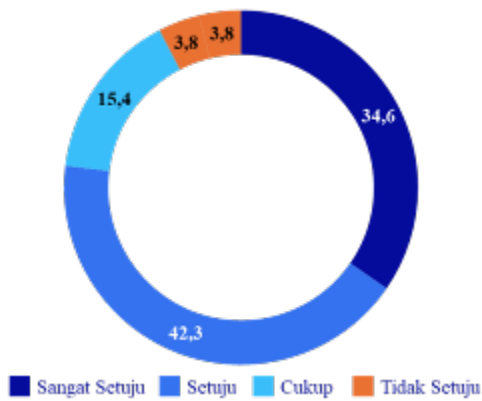
Gambar 4 Implementasi Mesin RO di Universitas Terbuka



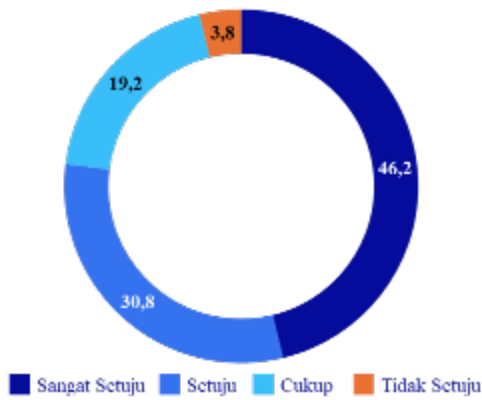
Gambar 5 Tanggapan Responden Air RO terasa lebih bersih dibandingkan air minum biasa



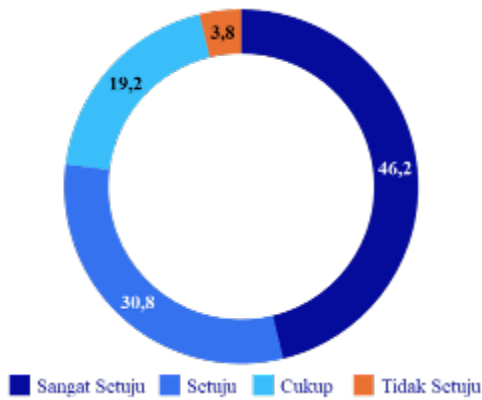
Gambar 9 Kemungkinan Responden merekomendasikan air minum RO kepada orang lain



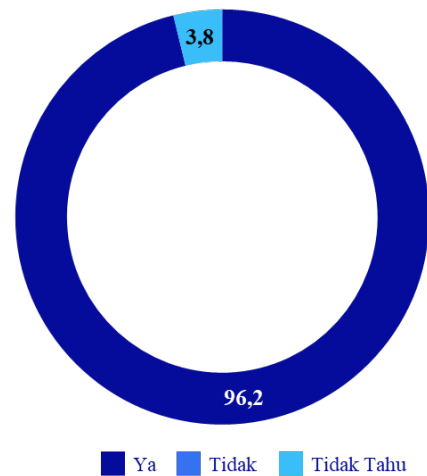
Gambar 6 Tanggapan Responden Air RO aman untuk dikonsumsi setiap hari



Gambar 7 Tanggapan Responden Air RO memiliki rasa yang menyenangkan



Gambar 8 Kepuasan Responden terhadap kualitas air RO yang dikonsumsi



Gambar 10 Tanggapan Responden terhadap Penggunaan RO secara luas oleh seluruh unit yang ada di UT

Analisis lebih lanjut dilakukan dengan mengelompokkan butir pertanyaan ke dalam tiga dimensi. Pertama, dimensi estetika (kebersihan dan rasa) memperoleh rata-rata skor 4,09 (SD = 0,95), menandakan bahwa pengguna mengapresiasi kualitas sensori air RO. Kedua, dimensi kepercayaan (keamanan dan bebas zat berbahaya) berada pada skor rata-rata 4,00 (SD = 1,00), yang menegaskan keyakinan responden terhadap keamanan konsumsi air ini. Ketiga, dimensi kepuasan nilai (harga dan kepuasan keseluruhan) juga menunjukkan skor rata-rata 4,00 (SD = 0,96). Dengan demikian, seluruh dimensi berada di atas nilai tengah (3,00), memperlihatkan tingkat penerimaan positif dari pengguna.

Hal ini menunjukkan bahwa persepsi pengguna cenderung terintegrasi pada satu dimensi utama, yaitu kepuasan menyeluruh, meskipun aspek estetika, keamanan, dan nilai harga merupakan subdimensi yang saling terkait. Temuan ini mendukung literatur sebelumnya yang menekankan bahwa penerimaan masyarakat terhadap air minum tidak hanya ditentukan oleh parameter teknis laboratorium, tetapi juga oleh faktor persepsi subjektif. Wedgworth *et al.* (2014) menegaskan bahwa persepsi masyarakat mengenai rasa, bau, dan kepercayaan terhadap penyedia layanan berperan penting dalam keputusan konsumsi, bahkan terkadang lebih menentukan dibandingkan data kualitas laboratorium. Demikian pula, penelitian Pestana *et al.* (2019) menunjukkan bahwa persepsi konsumen terhadap peristiwa *off-flavor* dapat

memengaruhi perilaku penggunaan air meskipun parameter kualitas masih dalam batas aman.

Dalam konteks air hasil RO, tingginya skor pada aspek kebersihan, rasa, dan keamanan sejalan dengan temuan Vingerhoeds et al. (2016) yang menyatakan bahwa sistem RO mampu menghasilkan air dengan kualitas sensori yang lebih baik serta bebas dari kontaminan mikrobiologis. Hal ini memperkuat bukti bahwa teknologi RO tidak hanya efektif secara teknis, tetapi juga diterima secara positif oleh pengguna.

Secara keseluruhan, hasil kuisioner ini menunjukkan bahwa pengguna menilai air minum hasil pemurnian dengan mesin RO sebagai layak konsumsi, menyegarkan, aman, dan memuaskan. Keberhasilan sistem RO dalam menghasilkan air yang diterima dengan baik oleh pengguna membuktikan bahwa aspek teknis dan persepsi subjektif dapat berjalan seiring untuk meningkatkan akses masyarakat terhadap air minum aman.

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil menunjukkan bahwa penerapan teknologi Reverse Osmosis (RO) di Universitas Terbuka mampu menghasilkan air minum dengan kualitas yang sesuai standar nasional maupun internasional. Hasil uji laboratorium menegaskan bahwa air hasil pemurnian RO memenuhi parameter fisik, kimia, dan mikrobiologi, termasuk terbebas dari *Escherichia coli* dan *Total Coliform*, sehingga layak untuk dikonsumsi. Selain itu, hasil survei persepsi pengguna memperlihatkan tingkat penerimaan yang tinggi terhadap kualitas sensori dan keamanan air RO. Temuan ini menunjukkan bahwa tujuan penelitian, yakni mengkaji potensi, efektivitas, dan penerimaan teknologi RO di lingkungan kampus, dapat tercapai dengan baik.

Lebih jauh, penelitian ini memberikan dasar penting bagi pengembangan lanjutan teknologi RO dalam kerangka kampus hijau (*green campus*). Implementasi RO tidak hanya mengurangi ketergantungan pada air minum kemasan galon, tetapi juga berkontribusi pada efisiensi biaya operasional dan pengurangan limbah plastik sekali pakai. Dengan demikian, penggunaan RO mendukung pencapaian indikator keberlanjutan yang diukur melalui UI GreenMetric, khususnya pada aspek konservasi air dan pengelolaan lingkungan berkelanjutan.

Keberhasilan penerapan RO perlu ditopang dengan strategi pemeliharaan mesin yang konsisten, sistem monitoring kualitas air secara berkala, serta mekanisme distribusi yang merata di seluruh unit kampus. Penguatan pada aspek ini akan memastikan keberlanjutan sistem dalam jangka panjang sekaligus meningkatkan kepercayaan dan kepuasan pengguna. Penelitian ini juga membuka ruang untuk pengembangan model implementasi RO di perguruan tinggi lain, serta dapat menjadi rujukan bagi institusi publik dalam menyediakan air minum yang aman, sehat, dan ramah lingkungan.

REFERENSI

- [1] Z. Zulhildi, I. Efendy, D. Syamsul, and Idawati, "FAKTOR YANG BERHUBUNGAN TINGKAT KONSUMSI AIR BERSIH PADA RUMAH TANGGA DI KECAMATAN PEUDADA KABUPATEN BIREUN," *J. Biol. Educ.*, vol. 7, no. 2, pp. 110–126, 2019.
- [2] R. Nugroho, S. Yudo, D. R. K. H, and C. Ardiana, "Upaya Mempertahankan Kapasitas Membran Reverse Osmosis (RO) pada Instalasi Daur Ulang Air Limbah di Industri Kaleng," *J. Teknol. Lingkungan.*, vol. 24, no. 2, pp. 264–272, 2023.
- [3] J. Kucera, *Reverse Osmosis Third Edition*, 3rd ed. Beverly: Scrivener Publishing, 2023.
- [4] A. M. C. Kutananda and H. S. Titah, "Kajian Desalinasi Air Laut Menggunakan Sistem Reverse Osmosis sebagai Pemenuhan Kebutuhan Air Tawar Kampung Wisata Apung, Malahing, Kota Bontang dan SDGs Poin 6," *J. Tek. ITS*, vol. 11, no. 3, pp. 107–112, 2022, doi: 10.12962/j23373539.v11i3.93112.
- [5] Sisnayati, Komala, R., Intang, A., & Faizal, M. (2023). Penerapan Teknologi Membran Nanofiltrasi-Reverse Osmosis Untuk Produksi Air Bersih dan Air Minum di (Vol. 4, Issue 2). <https://madaniya.pustaka.my.id/journals/contents/article/view/411>
- [6] Vingerhoeds MH, Nijenhuis-de Vries MA, Ruepert N, van der Laan H, Bredie WLP, Kremer S. (2016). Sensory quality of drinking water produced by reverse osmosis membrane filtration followed by remineralisation. *Water Res.* 1;94:42-51. doi: 10.1016/j.watres.2016.02.043.
- [7] Kumar, D., Kumar, R., Sharma, M., Awasthi, A., & Kumar, M. (2024). Global water quality indices: Development, implications, and limitations. *Total Environment Advances*, 9, 200095. <https://doi.org/10.1016/j.teadva.2023.200095>
- [8] Pestana, C. J., Capelo Neto, J., Barros, M. U. G., Menezes, I., Góis, A., & Santos, G. (2019). Consumer perception of water quality during an off-flavor event in Fortaleza, Brazil. *Journal of Water Supply: Research and Technology—AQUA*, 68(5), 358–368. <https://doi.org/10.2166/aqua.2018.077>
- [9] Nelson TNT, Poleacovschi C, Weems CF, Ikuma K, Garcia I and Rehmann CR. (2024). Navigating end-user perceptions: development and initial psychometric properties of a water quality perception scale. *Front. Water.* 6:1357921. doi: 10.3389/frwa.2024.1357921
- [10] Wedgworth JC, Brown J, Johnson P, Olson JB, Elliott M, Forehand R, Stauber CE. (2014). Associations between perceptions of drinking water service delivery and measured drinking water quality in rural Alabama. *Int J Environ Res Public Health.* 18;11(7):7376-92. doi: 10.3390/ijerph110707376. PMID: 25046635; PMCID: PMC4113882.
- [11] G. Gusnawati, "Analisis Kualitas Air Minum Isi Ulang Dengan Menggunakan Teknologi Reverse Osmosis (RO)," *J. V-Mac*, vol. 8, no. 2, pp. 66–70, 2023.
- [12] A. A. Ahuchaogu, O. J. Chukwu, A. I. Obike, and C. E. Igara, "Reverse Osmosis Technology, its Applications and Nano-Enabled Membrane," *Int. J. Adv. Res. Chem. Sci.*, vol. 5, no. 2, pp. 20–26, 2018, doi: 10.20431/2349-0403.0502005.
- [13] Gruber, J. S., Ercumen, A., & Colford, J. M., Jr. (2014). Coliform bacteria as indicators of diarrheal risk in household drinking water: Systematic review and meta-analysis. *PLoS ONE*, 9(9), e107429. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0107429>
- [14] Petculescu I, Hynds P, Brown RS, McDermott K, Majury A. An assessment of total coliforms and associated thresholds as water quality indicators using a large Ontario private drinking water well dataset. (2022). *Sci Total Environ.* 10;846:157478. 10.1016/j.scitotenv.2022.157478.