

**KOMPARASI KINERJA MEMBRAN ULTRAFILTRASI
POLYVINYLIDENE FLUORIDE (PVDF) DAN POLYVINYL
CHLORIDE (PVC) PADA AIR SUNGAI JAGIR DALAM
MENURUNKAN TDS, KEKERUHAN DAN TOTAL COLIFORM**

SKRIPSI



Oleh :

SHAFATUL MUFIDAH

NPM 21034010145

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
SURABAYA**

2025

**KOMPARASI KINERJA MEMBRAN ULTRAFILTRASI
POLYVINYLIDENE FLUORIDE (PVDF) DAN POLYVINYL
CHLORIDE (PVC) PADA AIR SUNGAI JAGIR DALAM
MENURUNKAN TDS, KEKERUHAN DAN TOTAL COLIFORM**

SKRIPSI

**Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Dalam Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T)
Program Studi Teknik Lingkungan.**

Diajukan Oleh

SHAFU'UL MUFIDAH

NPM: 21034010145

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
SURABAYA**

2025

LEMBAR PERSETUJUAN

**KOMPARASI KINERJA MEMBRAN ULTRAFILTRASI
POLYVINYLIDENE FLUORIDE (PVDF) DAN POLYVINYL
CHLORIDE (PVC) PADA AIR SUNGAI JAGIR DALAM
MENURUNKAN TDS, KEKERUHAN DAN TOTAL COLIFORM**

Disusun Oleh

Shafa'ul Mufidah
NPM. 21034010145

Telah disetujui untuk mengikuti Ujian Penelitian

Menyetujui,

Pembimbing

Restu Hikmah Ayu Murti, S.ST., M.Sc
NIP./NPT. 19930416 202506 2005

Mengetahui,

**Dekan Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur**

Prof. Dr. Jariyah, M.P.
NIP. 19650403 199103 2 001

LEMBAR PENGESAHAN

**KOMPARASI KINERJA MEMBRAN ULTRAFILTRASI
POLYVINYLIDENE FLUORIDE (PVDF) DAN POLYVINYL
CHLORIDE (PVC) PADA AIR SUNGAI JAGIR DALAM
MENURUNKAN TDS, KEKERUHAN DAN TOTAL COLIFORM**

Disusun Oleh,


Shafa'ul Mulhidah
NPM. 21034010145

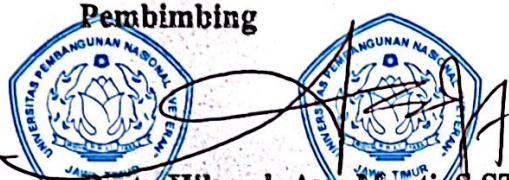
Telah diuji kebenaran oleh Tim Penguji dan diterbitkan pada Jurnal
Serambi Engineering (Terakreditasi Sinta 4)

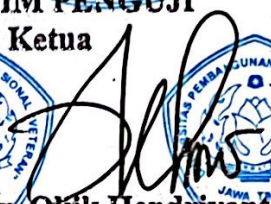
Menyetujui,

TIM PENGUJI

Pembimbing

1. Ketua


Restu Hikmah Ayu Murti, S.ST., M.Sc
NIP./NPT. 19930416 202506 2005


Dr. Okik Hendriyanto C., ST., MT.
NIP./NPT. 19750717 202121 1 007

2. Anggota


Firra Rosariawari, S.T., M.T.
NIP./NPT. 19750409 202121 2 004

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur


Prof. Dr. Dra. Jarivah, M.P.
NIP. 19650403 199103 2 001

LEMBAR REVISI

**KOMPARASI KINERJA MEMBRAN ULTRAFILTRASI
POLYVINYLIDENE FLUORIDE (PVDF) DAN POLYVINYL
CHLORIDE (PVC) PADA AIR SUNGAI JAGIR DALAM
MENURUNKAN TDS, KEKERUHAN DAN TOTAL COLIFORM**

Disusun Oleh:

Shafa'ul Mufidah
NPM. 21034010145

Telah direvisi dan disahkan pada tanggal 30 Oktober 2025

TIM PENILAI

KETUA

ANGGOTA

Dr. Okik Hendrivanto C., ST., MT.
NIP./NPT. 19750717 202121 1 007

Firra Rosariawati S.T., M.T.
NIP./NPT. 19750409 202121 2 004

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Shafa'ul Mufidah
NPM : 21034010145
Program : Sarjana (S1)/Magister (S2)/Doktor (S3)
Program Studi : Teknik Lingkungan
Fakultas : Teknik dan Sains

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Tugas Akhir/Skripsi/Tesis/Disertasi* ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dan saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi. Apabila di kemudian hari ditemukan indikasi plagiat pada Skripsi/Tesis/Disertasi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapa pun juga dan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 29 Oktober 2025

Yang Membuat Pernyataan



Shafa'ul Mufidah
NPM. 21034010145

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga seluruh proses belajar pada Program Studi Teknik Lingkungan UPN Veteran Jawa Timur sampai dengan penulisan tugas akhir ini dengan judul “Komparasi Kinerja Membran Ultrafiltrasi *Polyvinylidene Fluoride* (PVDF) dan *Polyvinyl Chloride* (PVC) Pada Air Sungai Jagir Dalam Menurunkan TDS, Kekeruhan dan *Total Coliform*” dapat diselesaikan dengan baik.

Upaya maksimal telah penulis tempuh dengan sebaik-baiknya untuk menyempurnakan penyelesaian tugas akhir ini, namun penulis menyadari sepenuhnya bahwa tugas akhir ini masih banyak memiliki kekurangan dan kekeliruan, baik dari segi isi maupun dari segi penulisan. Oleh karena itu dengan ikhlas dan terbuka penulis mengharapkan saran, masukan dan kritikan yang bersifat membangun demi kesempurnaan tugas akhir ini.

Keberhasilan penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, baik berupa dukungan, bimbingan, nasihat serta motivasi selama proposal hingga penyelesaian tugas akhir ini. Oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P, selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Ibu Firra Rosariawari. S.T., M.T. selaku koordinator Prodi Teknik Lingkungan Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Bapak Ir. Yayok Suryo Purnomo, MS. dan Ibu Restu Hikmah Ayu Murti, S.ST., MSc. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah membantu, mengarahkan dan membimbing hingga akhir sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.
4. Bapak Dr. Okik Hendriyanto Cahyonugroho., ST., MT. dan Ibu Firra Rosariawari. S.T., M.T. selaku Dosen Penguji Tugas Akhir yang telah memberikan kritik, saran, serta masukan pada laporan skripsi ini.
5. Teruntuk kedua orang tua, Ayah yang selalu mendoakan dan menyertai penulis, dan Untuk Ibuku tersayang yang kini sudah tenang di sisi-Nya,

terima kasih atas setiap doa, kasih dan semangat yang masih selalu terasa hingga saat ini meskipun pelukannya tidak bisa penulis rasakan lagi, Mas Ikhsan, Adek Keisha dan seluruh keluarga yang telah memberikan doa, semangat, dan motivasi dalam pengerjaan tugas akhir ini.

6. Sahabat-sahabat saya, Liya, Fatma, Ratna, Muthia dan Josephine yang selalu memberikan dukungan dan menemani penulis hingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini dan Teman-teman kuliah saya, Laila, Regita, Lucia, Qonitah, Intan dan Andhini yang selalu menemani dan memberikan kenangan yang menyenangkan selama perkuliahan dan selalu memberikan penulis dukungan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
7. Tim membran (Kresna, Yolanda dan Della) yang telah banyak membantu sejak awal penyusunan proposal hingga selesai serta seluruh rekan-rekan Teknik Lingkungan UPN “Veteran” Jawa Timur Angkatan 2021, yang telah membantu proses pengerjaan tugas akhir ini dari segi teknis maupun non-teknis.
8. Seluruh pihak yang telah membantu dan yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

Akhirnya, penulis paparkan bahwa dalam tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis sangat berterima kasih apabila terdapat kritik dan saran yang membangun demi penyempurnaan tugas akhir ini. Semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi seluruh pihak yang membutuhkannya.

Surabaya, 06 Oktober 2025

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL	viii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
BAB 1	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.2 Ruang Lingkup.....	5
BAB 2	6
TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Tinjauan Umum	6
2.1.1 Air Sungai	6
2.1.2 Standar Baku Mutu	6
2.1.3 Total Dissolved Solid (TDS).....	7
2.1.4 Kekeruhan	8
2.1.5 Total Coliform.....	8
2.1.6 Adsorpsi	9
2.1.7 Adsorben	10
2.2 Landasan Teori.....	10
2.2.1 Adsorpsi	10
2.2.1.1 Faktor yang Memengaruhi Adsorpsi.....	10
2.2.1.2 Adsorpsi sebagai <i>Pre-treatment</i>	12
2.2.1.3 Karbon Aktif sebagai Adsorben.....	13

2.2.2 Membran	14
2.2.2.1 Definisi Membran	14
2.2.3.2 Klasifikasi Membran	15
2.2.3.3 Metode Ultrafiltrasi Membran	21
2.2.3.4 Membran <i>Polyvinylidene Fluoride</i> (PVDF).....	23
2.2.3.5 Membran <i>Polyvinyl Chloride</i> (PVC)	26
2.2.3 <i>Coating</i> Membran dengan Al_2O_3	27
2.3 Penelitian Terdahulu	29
BAB 3	35
METODOLOGI PENELITIAN	35
3.1 Kerangka Penelitian	35
3.2 Bahan dan Alat.....	38
3.2.1 Bahan	38
3.2.2 Alat.....	38
3.2.3 Desain Reaktor	38
3.3 Cara Kerja	43
3.3.1 Penelitian Pendahuluan	43
3.3.2 Penelitian Utama	43
3.4 Variabel Penelitian	45
3.5 Analisis.....	45
3.5.1 Analisis Parameter Uji	45
3.5.2 Analisis %Penyisihan.....	46
3.5.3 Analisis Kinerja Membran	46
3.5.4 Analisis Data Statistik	47
3.6 Matriks Penelitian	48
3.7 Jadwal Penelitian.....	49
BAB 4	50
HASIL DAN PEMBAHASAN	50
4.1 Hasil Penelitian	50
4.1.1 Hasil Uji Karakteristik Air Sungai Jagir	50
4.1.2 Hasil <i>Pre-treatment</i> Adsorpsi Menggunakan Karbon Aktif.....	51

4.1.3 Hasil Fluks Pada Membran PVDF dan PVC	53
4.1.4 Hasil Efisiensi Rejeksi TDS Pada Membran PVDF dan PVC.....	57
4.1.5 Hasil Efisiensi Penyisihan Kekeruhan Pada Membran PVDF dan PVC	61
4.1.6 Hasil Efisiensi Penyisihan <i>Total Coliform</i> Pada membran PVDF dan PVC	64
4.2 Hasil Analisa Data Statistik	69
4.2.1 Uji Normalitas Data	69
4.2.2 Uji <i>Three Way Anova</i>	70
4.3 Pembahasan.....	74
4.3.1 Analisis Pengaruh <i>Pre-treatment</i> Adsorpsi Terhadap Penurunan TDS, Kekeruhan dan <i>Total Coliform</i>	74
4.3.2 Analisis Pengaruh Variasi Tekanan dan Waktu Operasi Terhadap Fluks Pada Membran PVDF dan PVC	76
4.3.3 Analisis Pengaruh Variasi Tekanan dan Waktu Operasi Terhadap Rejeksi TDS Pada Membran PVDF dan PVC	78
4.3.4 Analisis Pengaruh Variasi Tekanan dan Waktu Operasi Terhadap Rejeksi Kekeruhan Pada Membran PVDF dan PVC	81
4.3.5 Analisis Pengaruh Variasi Tekanan dan Waktu Operasi Terhadap Rejeksi <i>Total Coliform</i> Pada Membran PVDF dan PVC.....	83
BAB 5	86
KESIMPULAN DAN SARAN	86
5.1 Kesimpulan	86
5.2 Saran.....	87
DAFTAR PUSTAKA	88
LAMPIRAN A.....	xi
LAMPIRAN B	xxiv
LAMPIRAN C	xxxi
LAMPIRAN D	xxxiv

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Karbon Aktif.....	13
Gambar 2.2 Struktur Karbon Aktif.....	13
Gambar 2.3 Skema Fase Pemisahan Pada Membran	15
Gambar 2.4 Struktur Membran Biologis	16
Gambar 2.5 Struktur Kimia Polycarbonate	17
Gambar 2.6 Struktur Kimia Membran <i>Poly(vinylidene-fluoride)</i>	17
Gambar 2.7 Struktur Kimia Polytetrafluoroethylene	18
Gambar 2.8 Struktur Kimia Polypropylene.....	18
Gambar 2.9 Struktur Kimia Polysulfone	19
Gambar 2.10 Struktur Kimia Poly(ether-imide).....	19
Gambar 2.11 Skema Penampang Membran Simetris dan Asimetris.....	21
Gambar 2.12 Skema cross-flow filtration.....	22
Gambar 2.13 Skema dead-end filtration.....	23
Gambar 2.14 Hollow Fiber Membran PVDF	23
Gambar 2.15 Struktur Atom PVDF	24
Gambar 2.16 Hollow Fiber Membran Polyvinyl Chloride (PVC)	26
Gambar 2.17 Struktur Atom Membran PVC.....	27
Gambar 3.1 Desain Reaktor Ultrafiltrasi.....	39
Gambar 4.1 Pengaruh Variasi Tekanan dan Waktu Operasi Terhadap Fluks (PVDF).....	55
Gambar 4.2 Pengaruh Variasi Tekanan dan Waktu Operasi Terhadap Fluks (PVC)	57
Gambar 4.3 Pengaruh Variasi Tekanan dan Waktu Operasi Terhadap Rejeksi TDS (PVDF).....	60
Gambar 4.4 Pengaruh Variasi Tekanan dan Waktu Operasi Terhadap Rejeksi TDS (PVC)	60
Gambar 4.5 Pengaruh Variasi Tekanan dan Waktu Operasi Terhadap Keketuhan (PVDF).....	63
Gambar 4.6 Pengaruh Variasi Tekanan dan Waktu Operasi Terhadap Keketuhan (PVC)	63

Gambar 4.7 Pengaruh Variasi Tekanan dan Waktu Operasi Terhadap <i>Total Coliform</i> (PVDF)	66
Gambar 4.8 Pengaruh Variasi Tekanan dan Waktu Operasi Terhadap <i>Total Coliform</i> (PVC).....	68
Gambar C.1 Pencampuran Bubuk AL_2O_3 dengan Aquadest.....	xxxii
Gambar C.2 Pencampuran Bubuk AL_2O_3 dengan Aquadest.....	xxxii
Gambar C.3 Penimbangan Bubuk AL_2O_3	xxxii
Gambar C.4 Proses Coating Membran PVDF	xxxii
Gambar C.5 Proses Coating Membran PVDF	xxxii
Gambar C.6 Proses Coating Membran PVDF	xxxii
Gambar C.7 Proses Coating Membran PVDF	xxxii
Gambar C.8 Rangkaian Reaktor.....	xxxii
Gambar C.9 Proses Penjemuran Membran PVDF dan PVC.....	xxxii
Gambar C.10 Proses Sampling Hasil Permeat	xxxiii
Gambar C.11 Kondisi Membran Sebelum Dilakukan Proses Ultrafiltrasi	xxxiii
Gambar C.12 Kondisi Membran Setelah Dilakukan Proses Ultrafiltrasi.....	xxxiii
Gambar C.13 Pengujian TDS Menggunakan TDS Meter.....	xxxiii
Gambar C.14 Pengujian Kekeruhan Menggunakan Turbidimeter.....	xxxiii
Gambar C.15 Perbandingan Hasil Air Setelah Proses	xxxiii

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Standar Baku Mutu Air Bersih.....	7
Tabel 2.2 Karakteristik Membran PVDF	24
Tabel 2.3 Karakteristik Membran PVC.....	27
Tabel 3.1 Hasil Pengujian Parameter Awal.....	43
Tabel 3.2 Matriks Penelitian Pre-treatment Adsorpsi	48
Tabel 3.3 Matriks Penelitian Proses Ultrafiltrasi Membran.....	48
Tabel 3.4 Jadwal Kegiatan Penelitian	49
Tabel 4.1 Hasil Uji Awal Pengujian Sampel Air	51
Tabel 4.2 Pengaruh Pre-treatment Adsorpsi.....	52
Tabel 4.3 Data Hasil Fluks Pada Membran PVDF	54
Tabel 4.4 Data Hasil Fluks Pada Membran PVC	56
Tabel 4.5 Data Hasil Koefisien Rejeksi TDS Pada Membran PVDF dan PVC....	59
Tabel 4.6 Data Hasil Koefisien Rejeksi Kekeruhan Pada Membran PVDF dan PVC	62
Tabel 4.7 Data Hasil Koefisien Rejeksi Total Coliform Pada Membran PVDF...65	
Tabel 4.8 Data Hasil Koefisien Rejeksi Total Coliform Pada Membran PVC	67
Tabel 4.9 Hasil Uji Statistik Data dengan Uji Shapiro-Wilk	70
Tabel 4.10 Hasil Analisa Uji Efek Fluks dengan Variabel Bebas.....	71
Tabel 4.11 Hasil Analisa Uji Efek TDS Terhadap Variabel Bebas	72
Tabel 4.12 Hasil Analisa Uji Efek Kekeruhan Terhadap Variabel Bebas	73
Tabel 4.13 Hasil Analisa Uji Efek Total Coliform Terhadap Variabel Bebas	73

ABSTRAK

Peningkatan pencemaran air sungai akibat tingginya kandungan *Total Dissolved Solids* (TDS), kekeruhan, dan *total coliform* menuntut adanya teknologi pengolahan air yang efektif dan efisien. Salah satu teknologi yang banyak digunakan adalah proses membran ultrafiltrasi. Penelitian ini untuk membandingkan kinerja membran PVDF dan PVC yang telah dilapisi Al_2O_3 dalam menurunkan TDS, kekeruhan, dan *total coliform* pada air Sungai Jagir, serta untuk mengetahui pengaruh variasi tekanan (1; 1,5; dan 2 bar) dan waktu operasi (6, 12, 18, 24, dan 30 menit) terhadap fluks membran dan efisiensi penyisihan kontaminan. Sebelum proses filtrasi, air sungai diberi perlakuan awal (*pre-treatment*) menggunakan *granular activated carbon* (GAC) selama 10 menit untuk mengurangi beban pencemar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa membran PVDF memiliki fluks yang lebih tinggi dibandingkan PVC pada semua variasi tekanan dan waktu operasi, dengan nilai fluks tertinggi pada tekanan 2 bar sebesar 1015,60 L/m²·jam untuk PVDF dan 808,72 L/m²·jam untuk PVC. Efisiensi penyisihan kekeruhan oleh kedua jenis membran mencapai >90%, sedangkan untuk TDS terjadi penurunan konsentrasi hingga sekitar 4% dengan kecenderungan peningkatan rejeksi seiring bertambahnya waktu operasi. Penyisihan *total coliform* menunjukkan hasil yang sangat signifikan, dengan penurunan dari 33.000 MPN/100 mL menjadi <100 MPN/100 mL pada PVDF dan sekitar 30–900 MPN/100 mL pada PVC. Uji statistik *Three Way* ANOVA menunjukkan bahwa faktor jenis membran, tekanan, dan waktu operasi berpengaruh signifikan terhadap fluks, kekeruhan, dan *total coliform*, sementara pada TDS hanya faktor waktu operasi yang berpengaruh signifikan. Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa membran PVDF yang dilapisi Al_2O_3 memiliki kinerja lebih baik dibandingkan membran PVC, khususnya dalam menghasilkan fluks yang lebih tinggi dan efektivitas penyisihan kontaminan biologis yang lebih optimal. Penelitian ini mendukung pemanfaatan membran PVDF sebagai alternatif yang lebih unggul dalam pengolahan air sungai yang terkontaminasi.

Kata kunci: PVDF, PVC, Al_2O_3 , membran ultrafiltrasi, fluks, TDS, kekeruhan, *total coliform*

ABSTRACT

The increasing pollution of river water due to high levels of Total Dissolved Solids (TDS), turbidity, and total coliform has created an urgent need for effective and efficient water treatment technologies. One widely used method is the membran ultrafiltrasi process. This study aimed to analyse and compare the performance of PVDF and PVC membranes coated with Al_2O_3 in reducing TDS, turbidity, and total coliform from Sungai Jagir river water, as well as to investigate the effects of varying pressure (1, 1.5, and 2 bar) and operating time (6, 12, 18, 24, and 30 minutes) on membrane flux and contaminant rejection efficiency. Prior to filtration, the river water underwent a pre-treatment adsorption process using granular activated carbon (GAC) for 10 minutes to reduce the initial pollutant load. The results showed that the PVDF membrane exhibited higher flux values compared to the PVC membrane under all tested pressures and operating times, with the highest flux recorded at 2 bar: 890.22 L/m²·h for PVDF and 608.10 L/m²·h for PVC. Both membranes achieved over 90% turbidity removal, while TDS concentrations decreased by up to approximately 4%, showing a gradual increase in rejection along with longer operation time. The total coliform removal was highly significant, with PVDF reducing counts from 33,000 MPN/100 mL to below 100 MPN/100 mL, and PVC reducing them to around 30–900 MPN/100 mL. The ANOVA tiga arah statistical analysis revealed that membrane type, pressure, and operating time significantly affected flux, turbidity, and total coliform removal, while only operating time had a significant effect on TDS removal. Overall, this study demonstrates that PVDF membranes coated with Al_2O_3 offer superior performance compared to PVC membranes, particularly in producing higher flux and achieving more effective removal of biological contaminants. These findings support the potential application of PVDF membranes as a more efficient option for treating contaminated river water.

Keywords: PVDF, PVC, Al_2O_3 , ultrafiltration membrane, flux, TDS, turbidity, total coliform