SKRIPSI

ANALISIS KARAKTERISTIK MEMBRAN BERBAHAN *POLYETHERSULFONE* (PES) DENGAN PENAMBAHAN PERAK NITRAT ($AgNO_3$) SEBAGAI PENGAPLIKASIAN PENGOLAHAN AIR

Oleh

ARSYAN FAIZ IRZA HAFIDZ

03051282126041

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2025

SKRIPSI

ANALISIS KARAKTERISTIK MEMBRAN BERBAHAN *POLYETHERSULFONE* (PES) DENGAN PENAMBAHAN PERAK NITRAT ($AgNO_3$) SEBAGAI PENGAPLIKASIAN PENGOLAHAN AIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

OLEH

ARSYAN FAIZ IRZA HAFIDZ

03051282126041

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2025

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS KARAKTERISTIK MEMBRAN BERBAHAN *POLYETHERSULFONE* (PES) DENGAN PENAMBAHAN PERAK NITRAT ($AgNO_3$) SEBAGAI PENGAPLIKASIAN PENGOLAHAN AIR

SKRIPSI

Diajukan untuk melengkapi salah satu syarat
memperoleh gelar sarjana Teknik Mesin
Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:

ARSYAN FAIZ IRZA HAFIDZ

03051282126041

Indralaya, 15 Juli 2025
Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Mesin	Pembimbing
Prof. Ir. Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D.	Ir. Agung Mataram, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 197909272003121004	NIP. 197901052003121002

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi ini dengan judul "Analisis Karakteristik Membran Berbahan *Polyethersulfone* (PES) dengan Penambahan Perak Nitrat ($AgNO_3$) sebagai Pengaplikasian Pengolahan Air" telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Sriwijaya pada tanggal 15 Juli 2025

Indralaya, 15 juli 2025

Tim Penguji Karya tulis ilmiah berupa Skripsi :

Ketua :

1. Dr. Ir. Gunawan, S.T., M.T.
   NIP. 197705072001121001 (.....)

Anggota :

2. Ir. Barlin, S.T., M.Eng., Ph.D.
   NIP. 198106302006041001 (.....)
3. Prof. Dr. Ir. Nukman, M.T
   NIP. 195903211987031001 (.....)

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Mesin

Prof. Ir. Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D.

NIP. 197909272003121004

Dosen Pembimbing

17/7 25

Ir. Agung Mataram, S.T., M.T., Ph.D.

NIP. 197901052003121001

JURUSAN TEKNIK MESIN	**Agenda No.**	: 015/TM/AK/2025
FAKULTAS TEKNIK	**Diterima Tanggal**	: 06 AGUSTUS 2025
UNIVERSITAS SRIWIJAYA	**Paraf**	:

SKRIPSI

NAMA	:	ARSYAN FAIZ IRZA HAFIDZ
NIM	:	03051282126041
JURUSAN	:	TEKNIK MESIN
JUDUL SKRIPSI	:	ANALISIS KARAKTERISTIK MEMBRAN BERBAHAN *POLYETHERSULFONE* (PES) DENGAN PENAMBAHAN PERAK NITRAT ($AgNO_3$) SEBAGAI PENGAPLIKASIAN PENGOLAHAN AIR
DIBUAT TANGGAL	:	06 SEPTEMBER 2024
SELESAI TANGGAL	:	JULI 2025

Palembang, Juli 2025

Mengetahui,	**Diperiksa dan disetujui oleh:**
Ketua Jurusan Teknik Mesin	**Pembimbing Skripsi**
Prof. Ir. Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D.	**Ir. Agung Mataram, S.T., M.T., Ph.D.**
NIP. 197909272003121004	**NIP. 197901052003121002**

KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjatkan hanya kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan sebaik–baiknya dan tepat waktu.

Skripsi yang penulis beri judul "Analisis Karakteristik Membran Berbahan *Polyethersulfone* (PES) dengan Penambahan Perak Nitrat ($AgNO_3$) sebagai Pengaplikasian Pengolahan Air", dibuat sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana pada Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Muhammad Muhadi dan Ibu Neti Andriani yang selalu mendukung dengan penuh kasih sayang di seluruh aktivitas baik moril maupun materil.
2. Bapak Ir. Agung Mataram, S.T., M.T., Ph.D. Selaku dosen pembimbing yang telah memberikan penulis banyak bimbingan, motivasi, dan masukan yang membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi.
3. Bapak Prof. Ir. Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D., IPP. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya;
4. Bapak Ir. Barlin, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya;
5. Bapak dan Ibu dosen pengajar di Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
6. Rekan Rekan Satu Bimbingan Yang Sangat Membantu Dalam Suka Maupun Duka.
7. Seluruh Staff dan Karyawan Teknik Mesin Uversitas Sriwijaya

Akhir kata penulis mengharapkan semoga laporan ini bermanfaat bagi penulis sebagai semangat meraih masa depan dan masyarakat luas. Penulis sadar dalam proses pembuatan laporan ini masih sangat jauh dari sempurna. Oleh karena itu,

suatu pesan, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis butuhkan dan harapkan dengan segenap kerendahan hati.

Palembang, 15 Juli 2025

Arsyan Faiz Irza Hafidz

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Arsyan Faiz Irza Hafidz

NIM : 03051282126041

Judul : Analisis Karakteristik Membran Berbahan *Polyethersulfone* (PES) dengan Penambahan Perak Nitrat ($AgNO_3$) sebagai Pengaplikasian Pengolahan Air

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*corresponding author*).

Demikian pernyataan saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari pihak manapun.

Indralaya, 15 Juli 2025

Arsyan Faiz Irza Hafidz
NIM. 03051282126041

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Arsyan Faiz Irza Hafidz

NIM : 03051282126041

Judul : Analisis Karakteristik Membran Berbahan *Polyethersulfone* (PES) dengan Penambahan Perak Nitrat ($AgNO_3$) sebagai Pengaplikasian Pengolahan Air

Menyatakan bahwa skripsi saya merupakan hasil karya saya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan aturan yang berlaku.

Demikian pernyataan saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari pihak manapun.

Indralaya, 15 Juli 2025

Arsyan Faiz Irza Hafidz

NIM. 03051282126041

RINGKASAN

ANALISIS KARAKTERISTIK MEMBRAN BERBAHAN *POLYETHERSULFONE* (PES) DENGAN PENAMBAHAN PERAK NITRAT ($AgNO_3$) SEBAGAI PENGAPLIKASIAN PENGOLAHAN AIR

Karya Tulis Ilmiah berupa skripsi, 15 Juli 2025

Arsyan Faiz Irza Hafidz, dibimbing oleh Ir. Agung Mataram, S.T., M.T., Ph.D. xxxii + 62 halaman, 11 tabel, 17 gambar, 7 lampiran

RINGKASAN

Kebutuhan air bersih yang meningkat di tengah terbatasnya sumber daya air akibat pencemaran dan urbanisasi memerlukan solusi alternatif yang efisien. Teknologi membran menjadi salah satu pendekatan unggulan karena kemampuannya dalam memisahkan kontaminan dengan efisiensi tinggi, tanpa membutuhkan energi besar maupun bahan kimia tambahan. *Polyethersulfone* (PES) dikenal sebagai polimer unggulan dalam pembuatan membran karena stabilitas termal dan mekaniknya, namun bersifat hidrofobik yang menyebabkan *fouling*. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kinerja membran PES dengan menambahkan Perak Nitrat ($AgNO_3$) sebagai aditif antibakteri, serta memanfaatkan medan listrik searah (*Electric Field*) sebesar 25 Kv selama 30 detik dalam proses pencetakan membran. Tiga variasi konsentrasi $AgNO_3$ digunakan, yaitu 1wt%, 1,5wt%, dan 2wt%, dengan 30wt% PES dan pelarut DMF. Membran dicetak dalam bentuk *flat sheet* dan kemudian diuji *menggunakan Scanning Electron Microscopy* (SEM) untuk analisis morfologi, uji tarik (ASTM D638 Type IV) untuk kekuatan mekanik, serta uji *Clean Water Permeability* (CWP) untuk mengevaluasi kinerja filtrasi. Membran hasil cetakan diuji secara morfologis menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM), sifat mekanis melalui uji tarik (ASTM D638 Type IV), performa filtrasi air dengan *Clean Water Permeability* (CWP). Hasil menunjukkan bahwa penambahan $AgNO_3$ sebesar 1wt% memberikan hasil optimal dengan pori yang merata,

permukaan halus, kekuatan tarik 5,0009 MPa, dan fluks 6,117 $L \cdot m^{-2} \cdot h^{-1} \cdot bar^{-1}$. Konsentrasi yang lebih tinggi menyebabkan aglomerasi partikel, memperkecil ukuran pori, serta menurunkan kekuatan tarik dan nilai fluks. Secara keseluruhan, kombinasi antara penambahan $AgNO_3$ dan perlakuan *Electric Field* terbukti meningkatkan performa mekanik, struktur mikro, dan efisiensi filtrasi membran. Penelitian ini mendukung pengembangan membran berbasis PES sebagai solusi efektif dan ramah lingkungan untuk pengolahan air bersih skala rumah tangga dan industri, khususnya dalam mengatasi permasalahan *biofouling*.

Kata Kunci: Membran, *Polyethersulfone* (PES), Perak Nitrat ($AgNO_3$), *Electric Field, Clean Water Permeability* (CWP)

SUMMARY

CHARACTERISTIC ANALYSIS OF *POLYETHERSULFONE* (PES) BASED MEMBRANTS WITH SILVER NITRATE ($AgNO_3$) ADDITION AS WATER TREATMENT APPLICATION

Scientific Writing in the form of a thesis, July 15, 2025

Arsyan Faiz Irza Hafidz, supervised by Ir. Agung Mataram, S.T., M.T., Ph.D.
xxxii + 62 pages, 11 tables, 17 figures, 7 attachments

SUMMARY
The increasing demand for clean water amidst limited water resources due to pollution and urbanization requires an efficient alternative solution. Membrane technology is one of the leading approaches due to its ability to separate contaminants with high efficiency, without the need for large energy or chemical additives. Polyethersulfone (PES) is known as a superior polymer in membrane manufacturing due to its thermal and mechanical stability, but is hydrophobic which causes fouling. This study aims to improve the performance of PES membrane by adding Silver Nitrate ($AgNO_3$) as an antibacterial additive, and utilizing an electric field of 25 Kv for 30 seconds in the membrane printing process. Three variations of $AgNO_3$ concentration were used, namely 1wt%, 1.5wt%, and 2wt%, with 30wt% PES and DMF solvent. The membranes were printed in flat sheet form and then tested using Scanning Electron Microscopy (SEM) for morphological analysis, tensile test (ASTM D638 Type IV) for mechanical strength, and Clean Water Permeability (CWP) test to evaluate filtration performance. The molded membrane was tested morphologically using Scanning Electron Microscope (SEM), mechanical properties through tensile test (ASTM D638 Type IV), water filtration performance with Clean Water Permeability (CWP). The results showed that the addition of $AgNO_3$ at 1wt% gave optimal results with evenly distributed pores, smooth surface, tensile strength of 5.0009 MPa, and flux of 6.117 L-m-^{2}-h-^{1}-bar-^{1}.

Higher concentrations caused particle agglomeration, reduced pore size, and decreased tensile strength and flux values. Overall, the combination of $AgNO_3$ addition and electric field treatment proved to improve the mechanical performance, microstructure, and filtration efficiency of the membrane. This research supports the development of PES-based membranes as an effective and environmentally friendly solution for household and industrial scale clean water treatment, especially in overcoming biofouling problems.

Keywords: Membrane, *Polyether Sulfate* (PES), *Silver Nitrate* ($AgNO_3$), *Electric Field*, *Clean Water Permeability* (CWP)

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN v
HALAMAN PERSETUJUAN vii
KATA PENGANTAR xi
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI xiii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS xv
RINGKASAN xvii
SUMMARY xix
DAFTAR ISI xxi
DAFTAR GAMBAR xxiii
DAFTAR TABEL xxv
DAFTAR LAMPIRAN xxvii
BAB 1 PENDAHULUAN 1
1.1. Latar Belakang 1
1.2. Rumusan Masalah 4
1.3. Batasan Penelitian 4
1.4. Tujuan Penelitian 5
1.5. Manfaat Penelitian 5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA 7
2.1. Membran 7
2.2. Bahan Membran 8
2.2.1. *Polyethersulfone* (PES) 8
2.2.2. *N,N-Dimethylformamide* (DMF) 10
2.2.3. Perak Nitrat ($AgNO_3$) 11
2.3. Karakteristik Membran 13
2.4. Dasar-Dasar Pengujian Membran 13
2.5. Modifikasi Permukaan 13
2.5.1. Metode Cetakan *Electric Field* 14
2.6. Analisis Karakteristik 15
2.7. Penelitian terdahulu 15

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN 21
3.1. Diagram Alir 21
3.2. Waktu Dan Tempat Penelitian 22
3.3. Alat dan Bahan 22
3.4. Persiapan Membran 23
3.5. Persiapan Proses Pencampuran 23
3.6. Metode Cetakan (*Flat sheet*) 24
3.7. Metode Pengujian Membran 25
3.8. *Scanning Electron Microscope* (SEM) 26
3.9. Pengujian Tarik 28
3.10. *Clean Water Permeability* (CWP) 30
BAB 4 DATA DAN HASIL 33
4.1 Hasil Pengujian 33
4.1.1 Pengujian Tarik 33
4.1.2 *Clean Water Permeability* CWP 35
4.1.3 Pengamatan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) 37
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN 41
5.1 Kesimpulan 41
5.2 Saran 42
DAFTAR PUSTAKA 43
LAMPIRAN 49

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 *Polyethersulfone* (PES) 9
Gambar 2.2 *N,N-Dimethylformamide* (DMF) 10
Gambar 2.3 Perak Nitrat ($AgNO_3$) 11
Gambar 2.4 Antibakteri 12
Gambar 2.5 Metode Cetakan *Electric Field* 14
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian 21
Gambar 3.2 Cetakan *Flat Sheet* 25
Gambar 3.3 Proses Pengujian 26
Gambar 3.4 Alat Uji SEM 27
Gambar 3.5 Alat Pengujian Tarik 28
Gambar 3.6 Gambaran singkat uji tarik dan grafiknya 29
Gambar 3.7 ASTM D 638 Type IV 29
Gambar 3.8 Alat *Clean Water Permeability* (CWP) 31
Gambar 4.1 Grafik Pengujian Tarik 34
Gambar 4.2 Grafik Nilai *Fluks* Membran PES@$AgNO_3$ 37
Gambar 4.3 Hasil Pengamatan SEM Membran PES 30wt%@$AgNO_3$ 1wt% 38
Gambar 4.4 Hasil Pengamatan SEM Membran PES 30wt%@$AgNO_3$ 2wt% 39

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Waktu dan tempat Penelittian 22
Tabel 3.2 Komposisi Membran..... 24
Tabel 4.1 Pengujian Tarik 34
Tabel 4.2 Perhitungan Nilai *Fluks* Membran PES 30wt%@$AgNO_3$ 1wt%..... 36
Tabel 4.3 Perhitungan Nilai *Fluks* Membran PES 30wt%@$AgNO_3$ 1,5wt%..... 36
Tabel 4.4 Perhitungan Nilai *Fluks* Membran PES 30wt%@$AgNO_3$ 2wt%..... 36

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Tabel Roadmap Penelitian Terdahulu 49
Lampiran 2 Perhitungan Komposisi Membran 55
Lampiran 3 Foto Kegiatan Pembuatan dan Pengujian Membran 56
Lampiran 4 Hasil Perhitungan Pengujian Tarik 59
Lampiran 5 Hasil Perhitungan Pengujian (CWP) 60
Lampiran 6 Lembar Kartu Bimbingan Skripsi..... 61
Lampiran 7 Hasil Simillaritas Skripsi 62

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Air merupakan salah satu elemen penting bagi kehidupan manusia, karena memiliki peran krusial dalam berbagai aspek kehidupan. Sebagai kebutuhan utama, air digunakan dalam aktivitas sehari-hari oleh sebab itu, pemenuhan kebutuhan akan air bersih yang memadai merupakan salah satu hak dasar masyarakat yang harus dijamin keberadaannya. Permintaan terhadap air bersih mengalami peningkatan yang signifikan sejalan dengan bertambahnya jumlah penduduk, proses urbanisasi, pertumbuhan industri, serta meningkatnya kegiatan manusia dalam memenuhi kebutuhan rumah tangga yang terus berkembang. Kenaikan kebutuhan air bersih ini berdampak pada berkurangnya ketersediaan air. Selain itu, masalah pencemaran dan kerusakan lingkungan akibat pembuangan limbah cair dari rumah tangga dan pabrik juga menjadi faktor yang menurunkan kualitas sumber daya air, yang pada gilirannya berkontribusi pada kelangkaan air bersih (Ferdinand dan Savitri, 2023), (Kalsum dkk., 2019).

Dengan pertumbuhan populasi yang pesat, kebutuhan akan air bersih semakin meningkat. Urbanisasi, industrialisasi yang meluas, dan peningkatan aktivitas manusia untuk memenuhi beragam kebutuhan rumah tangga sesuai tuntutan kehidupan yang terus berubah menjadi faktor pendorong. Penggunaan *bioreaktor* membran terendam untuk mengolah limbah cair menawarkan banyak keuntungan dibandingkan metode membran lainnya. Hal ini terlihat dari efektivitas dan efisiensi proses yang lebih sederhana dan otomatis, serta biaya operasional yang jauh lebih rendah dan hasil yang lebih baik. Semua pihak perlu segera mencari solusi untuk mengatasi masalah kekurangan air di seluruh dunia, termasuk solusi yang memanfaatkan kemajuan teknologi (M dkk., 2010).

Menghadapi pentingnya kebutuhan air bersih untuk kehidupan dan dampak negatif yang muncul akibat kelangkaannya, banyak orang mulai mencari alternatif

untuk memastikan ketersediaan air bersih yang memadai. Teknologi membran telah menjadi salah satu pilihan pengolahan air yang paling dibicarakan di seluruh dunia karena kemampuan media pemisahan yang sangat selektifnya. Membran telah menjadi lebih populer sebagai pemurni air di Indonesia karena dianggap lebih efektif dan fleksibel untuk menyesuaikan dengan permintaan yang berubah dan kemajuan teknologi (Fitradi, 2015), (Wenten, 2019).

Membran dapat dibuat dari Berbagai jenis material dapat digunakan dalam pembuatan membran, salah satunya adalah polimer. Membran yang berbasis polimer secara umum didefinisikan sebagai lapisan selektif yang memisahkan dua fasa dan berfungsi sebagai media penyaring. Teknologi membran jika dibandingkan metode penjernihan air lainnya, teknologi membran memiliki kelebihan seperti penggunaan energi yang rendah, proses pembuatan yang mudah, bersifat ramah lingkungan, tidak memerlukan banyak alat tambahan, mudah dioperasikan, dan menghasilkan air berkualitas tinggi. Meskipun teknologi membran memiliki berbagai keunggulan, penerapannya dalam skala industri masih mengalami kendala, salah satunya adalah permasalahan *fouling*. *Fouling* terjadi akibat adanya adsorpsi dan akumulasi polutan pada permukaan maupun di dalam pori-pori membran. Faktor yang paling berpengaruh terhadap terjadinya *fouling* adalah karakteristik permukaan membran itu sendiri, termasuk tingkat *hidrofilisitas*, muatan permukaan, serta kekasaran. Di samping itu, keberadaan senyawa organik dan anorganik dalam air, yang dapat menempel dan membentuk *biofouling*, turut memperparah penurunan *fluks* membran. Oleh karena itu, upaya peningkatan sifat *hidrofilik* dan penghalusan permukaan membran dipandang sebagai strategi efektif untuk memperbaiki performa membran terhadap *fouling* (He dkk., 2017), (Peters, 2010), (Wenten, 2002), (Mirwan dkk., 2017).

Membran dengan karakteristik yang optimal dapat dihasilkan dari berbagai campuran polimer, yang tersedia dalam berbagai jenis dan harga. Dalam penelitian ini, tantangan utama adalah menciptakan membran dengan menggunakan bahan polimer yang terjangkau, namun mampu memodifikasi karakteristik membran untuk mencapai hasil yang diinginkan. Beberapa bahan polimer yang digunakan untuk pembuatan membran antara lain *Polyethersulfone* (PES), *N,N-Dimethylformamide* (DMF), dan Perak Nitrat ($AgNO_3$).

Polyethersulfone (PES) merupakan salah satu jenis polimer yang banyak dimanfaatkan dalam pembuatan membran ultrafiltrasi karena keunggulannya dalam hal ketahanan terhadap bahan kimia dan tekanan mekanik, memiliki stabilitas termal yang tinggi, ramah lingkungan, serta tahan terhadap berbagai jenis pelarut. Namun demikian, aplikasi membran PES seringkali terbatas akibat sifatnya yang *hidrofobik*, yang menjadikannya mudah mengalami *fouling*. Oleh karena itu, diperlukan penambahan material lain guna meningkatkan sifat *hidrofilik* PES sekaligus memperkuat kemampuan *antifouling* membran (Abriyanto dkk., 2022), (Changsheng dkk., 2013).

Penggunaan senyawa Perak Nitrat ($AgNO_3$) sebagai aditif dalam pembuatan membran berbasis polimer untuk aplikasi penjernihan air telah banyak diterapkan. Hal ini disebabkan oleh kemampuan ion perak dalam menonaktifkan bakteri melalui mekanisme penempelan pada membran sel bakteri, yang kemudian menyebabkan pembengkakan sel dan berujung pada kematian mikroorganisme tersebut. Penambahan perak nitrat juga efektif dalam menekan pertumbuhan bakteri *coliform*, yang merupakan penyebab utama *biofouling* pada membran filtrasi air (Lee dkk., 2014).

DMF merupakan pelarut untuk polimer dan aditif yang dikenal memiliki sifat tahan api, serta tingkat volatilitas dan toksisitas yang relatif rendah. DMF dapat langsung dicampurkan dalam bentuk cair ke dalam larutan polimer. Penggunaan DMF dalam pencampuran dengan PES terbukti dapat meningkatkan kekuatan mekanik material yang dihasilkan (EPA, 2000).

Penelitian ini fokus pada modifikasi membran dari segi permukaan, sifat mekanik, serta performa filtrasi air. Proses sintesis membran melibatkan metode medan listrik (*Electric Field*) menggunakan arus DC sebesar 25 kV, yang berfungsi untuk memperhalus permukaan membran dan menghasilkan ukuran pori yang seragam. Teknik ini bertujuan mengurangi polarisasi konsentrasi serta mencegah penumpukan polutan pada permukaan, sehingga dapat menekan *fouling* dan meningkatkan *fluks* membran. Pengujian yang dilakukan meliputi analisis morfologi dengan SEM, uji tarik untuk kekuatan mekanik, serta uji *Clean Water Permeability* (CWP) untuk menilai kinerja filtrasi (Li dkk., 2018).

Atas dasar permasalahan ini, penulis mengambil tema tugas akhir / skripsi dengan judul "ANALISIS KARAKTERISTIK MEMBRAN BERBAHAN *POLYETHERSULFONE* (PES) DENGAN PENAMBAHAN PERAK NITRAT ($AgNO_3$) SEBAGAI PENGAPLIKASIAN PENGOLAHAN AIR".

1.2. Rumusan Masalah

karakteristik membran berbahan *Polyethersulfone* (PES) dengan penambahan perak nitrat ($AgNO_3$) pada variasi konsentrasi 1%, 1.5%, dan 2%, yang ditinjau melalui pengujian sifat mekanik menggunakan uji tarik, *Scanning Electron Microscope* (SEM), dan kemampuan permeabilitas air menggunakan pengujian *Clean Water Permeability* (CWP). Penelitian ini juga berfokus pada pengaruh variasi konsentrasi $AgNO_3$ terhadap perubahan struktur mikro membran, distribusi partikel perak dalam matriks PES, dan kaitannya dengan sifat permeabilitas dan kekuatan mekanis membran. Selain itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi sejauh mana membran tersebut dapat memenuhi kebutuhan sebagai material yang efektif dan efisien dalam aplikasi pengolahan air, khususnya dalam meningkatkan kualitas air yang diolah dengan pendekatan teknologi membran.

1.3. Batasan Penelitian

Batasan–batasan masalah diterapkan agar tujuan dari penelitian dapat tercapai dengan spesifik dan tidak melenceng dari judul penelitian. Batasan–batasan masalah dalam penelitian ialah sebagai berikut:

1. Polimer yang digunakan adalah *Polyethersulfone* (PES) dengan komposisi bahan untuk setiap spesimen adalah 30%.
2. Penambahan zat aditif Perak Nitrat ($AgNO_3$) rasio 1%,1.5%,2%.
3. Pelarut yang digunakan yaitu *N,N-Dimethylformamide* (DMF).
4. Spesimen dibuat berbentuk lembaran datar (*flat sheet*).
5. Kecepatan pengadukan menjadi parameter yang sangat diperhatikan

dalam penelitian ini.

6. Proses pembuatan membran dilakukan dengan cara mengaduk campuran selama sekitar 7 hingga 8 jam pada suhu mendekati 40°C.
7. Metode uji yang diterapkan, yakni pengamatan *Scanning Electron Microscope*, Pengujian Tarik, dan *Clean Water Permeability*.

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dilakukan penelitian "Analisis Karakteristik Membran Berbahan Polimer *Polyethersulfone* (PES) Dengan Penambahan Perak Nitrat ($AgNO_3$) Sebagai Pengaplikasian Pengoalahan Air" ialah sebagai berikut:

1. Menganalisis perubahan struktur mikro pada permukaan membran melalui pengamatan menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM).
2. Mengidentifikasi *fluks* pada membran melalui pengujian *Clean Water Permeability* (CWP).
3. Menganalisis pengaruh tegangan tarik pada membran berbahan *Polyethersulfone* (PES) dengan penambahan penguat Perak Nitrat ($AgNO_3$).

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Menghasilkan material yang memiliki sifat fisik, mekanik dan struktur mikro yang baik.
2. Menambah wawasan baru mengenai pembuatan membran menggunakan *Polyethersulfone* (PES) dengan campuran Perak Nitrat ($AgNO_3$).
3. Untuk menurunkan polarisasi konsentrasi serta mencegah akumulasi polutan di permukaan membran, sehingga *fouling* dapat diminimalkan dan *fluks* membran meningkat.

4. Studi ini dibangun atas dasar penelitian sebelumnya, dengan harapan dapat memperluas wawasan dan memberikan nilai tambah bagi perkembangan penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

Abriyanto, H., Susanto, H., Maharani, T., Filardli, A.M.I., Desiriani, R., Aryanti, N., (2022). Synergistic Effect of Chitosan and Metal Oxide Additives on Improving the Organic and Biofouling Resistance of Polyethersulfone Ultrafiltration Membranes. ACS Omega, 7 (50): 46066–46078. https://doi.org/10.1021/acsomega.2c03685

Amri, I.A., Hendrasmara, M.F., Qosimah, D., Aeka, A., Rickyawan, N., Purwatiningsih, W., Dameanti, F.N.A.E.P., (2020). Toksisitas Larutan Perak Nitrat (AgNO3) pada Mencit Balb-c Berdasarkan Kadar SGPT dan SGOT. Jurnal Medik Veteriner, 3 (2): 251–257. https://doi.org/10.20473/jmv.vol3.iss2.2020.251-257

Ariyanto, N., Sutomo, A.H., Iravati, S., Sarto, S., Wijaya, Y.R., (2015). STUDI METODE PENAMBAHAN PERAK NITRAT PADA SARINGAN KERAMIK TERHADAP Escherichia coli PADA AIR MINUM. Jurnal Kesehatan Masyarakat, 10 (2): 230. https://doi.org/10.15294/kemas.v10i2.3386

Barth, C., Gonçalves, M.C., Pires, A.T.N., Roeder, J., Wolf, B.A., (2000). Asymmetric polysulfone and polyethersulfone membranes: effects of thermodynamic conditions during formation on their performance, Journal of Membrane Science.

Biswas, P., Bandyopadhyaya, R., (2017). Biofouling prevention using silver nanoparticle impregnated polyethersulfone (PES) membrane: E. coli cell-killing in a continuous cross-flow membrane module. Journal of Colloid and Interface Science, 491 13–26. https://doi.org/10.1016/j.jcis.2016.11.060

Brito, C.M., (2022). Basic Principlesof Membrane Technology, China and Globalization in the Amazon. https://doi.org/10.4324/9781003229377-1

Budiman, H., (2016). Analisis Pengujian Tarik (Tensile Test) Pada Baja St37

Dengan Alat Bantu Ukur Load Cell. J-Ensitec, 3 (01): 9–13. https://doi.org/10.31949/j-ensitec.v3i01.309

Changsheng, Z., Xue, J., Ran, F., Sun, S., (2013). Modification of polyethersulfone membranes - A review of methods. Progress in Materials Science, 58 (1): 76–150. https://doi.org/10.1016/j.pmatsci.2012.07.002

Chen, Y., Dang, J., Zhang, Y., Zhang, H., Liu, J., (2013). Preparation and antibacterial property of PES/AGNO3 three-bore hollow fiber ultrafiltration membranes. Water Science and Technology, 67 (7): 1519–1524. https://doi.org/10.2166/wst.2013.023

Codrescu, M. V., Fuller-Rowell, T.J., Foster, J.C., Holt, J.M., Cariglia, S.J., (2000). Electric field variability associated with the Millstone Hill electric field model. Journal of Geophysical Research: Space Physics, 105 (A3): 5265–5273. https://doi.org/10.1029/1999ja900463

Elma, M., Pengelolaan Jurnal dan Penerbitan Unlam Jl HHasan Basry, P., Tangi, K., (2016). Proses Pemisahan Menggunakan Teknologi Membran. Lambung Mangkurat University Press.

EPA, (2000). N,N-Dimethylformamide 68-12-2. N,N-Dimethylformamide 68-12-2. United states environmental protection, (1), Pp.1–4, 1 1–4.

Farah, R.D.E., (2022). Pengaruh Konsentrasi Perak Nitrat (0, 4; 0, 6 Dan 0, 8 M) Terhadap Fungsionalitas Struktur Dan Densitas Komposit Perak Silika.

Fathanah, U., Machdar, I., Riza, M., Rahman, N.A., Lubis, M.R., Qibtiyah, M., Jihannisa, R., (2019). Manufacture and Characterization of Polyethersulfone (PES)-Chitosan Membrane by Polymer Blending. Proceedings of National Seminar of Lhokseumawe State Polytechnic, 3 (1): 62–66.

Ferdinand, M.A., Savitri, A., (2023). Upaya Pemenuhan Air bersih Masyarakat Pulau Belakang Padang Mellalui Sistem Sea Water Reverse Osmosis. Jurnal Kacapuri : Jurnal Keilmuan Teknik Sipil, 5 (2): 470.

Fitradi, R.B., (2015). Preparasi dan Modifikasi Membran untuk Pengolahan Air. Chemical Product, 2 (1): 1–15.

Garcia-Ivars, J., Iborra-Clar, M.I., Alcaina-Miranda, M.I., Mendoza-Roca, J.A., Pastor-Alcañiz, L., (2014). Development of fouling-resistant polyethersulfone ultrafiltration membranes via surface UV photografting with polyethylene glycol/aluminum oxide nanoparticles. Separation and Purification Technology, 135 88–99. https://doi.org/10.1016/j.seppur.2014.07.056

He, Y., Xu, L., Feng, X., Zhao, Y., Chen, L., (2017). Dopamine-induced nonionic polymer coatings for significantly enhancing separation and antifouling properties of polymer membranes: Codeposition versus sequential deposition. Journal of Membrane Science, 539 421–431. https://doi.org/10.1016/j.memsci.2017.06.028

Indonesia3, R.S.N., (2024). Metode Uji Standar Untuk Sifat Tarik Plastik.

Jhaveri, J.H., Murthy, Z.V.P., (2016). A comprehensive review on anti-fouling nanocomposite membranes for pressure driven membrane separation processes. Desalination, 379 137–154. https://doi.org/10.1016/j.desal.2015.11.009

Kalsum, L., Hasan, A., Hasan, H., (2019). Ppttg Penerapan Instalasi Pengolahan Bersih Menggunakan Sistem Filtrasi Bertingkat. Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat, 2 (3): 40.

Lee, H.T., Tsou, C.H., Jou, C.H., Huang, F.C., Wang, M.L., Suen, M.C., (2014). The effects of silver nitrate on the structure and properties of polyurethanes containing pyridyl units. Polymer Bulletin, 71 (11): 2749–2767. https://doi.org/10.1007/s00289-014-1222-2

Li, C., Zhang, M., Song, C., Tao, P., Sun, M., Shao, M., Wang, T., (2018). Enhanced treatment ability of membrane technology by integrating an electric field for dye wastewater treatment: A review. Journal of AOAC International, 101 (5): 1341–1352. https://doi.org/10.5740/jaoacint.18-0050

M, Y.W., Rasmito, A., Chandra, D., Ellyanto, E., (2010). Pengolahan Limbah Cair MSG menggunakan Bioreaktor Membran Terendam. National Conference: Design and Application of Technology.

Madaeni, S.S., Zinadini, S., Vatanpour, V., (2011). A new approach to improve antifouling property of PVDF membrane using in situ polymerization of PAA functionalized TiO2 nanoparticles. Journal of Membrane Science, 380 (1–2): 155–162. https://doi.org/10.1016/j.memsci.2011.07.006

Mataram, A., , A. F. Ismailb, E. Yuliwatib, T. Matsuurac, A.Z., Rizald, S., (2015). Water Treatment Performance: Application Of Electrospun Nanofibers. 1 263–267.

Mataram, A., Anisya, N., Nadiyah, N.A., Afriansyah, (2020). Fabrication membrane of titanium dioxide (Tio2) blended polyethersulfone (pes) and polyvinilidene fluoride (pvdf): Characterization, mechanical properties and water treatment. Key Engineering Materials, 867 KEM 159–165. https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.867.159

Mataram, A., Nasution, J.., Bizzy, I., Mohruni, A.., Rizal, S., Pataras, M., Kurnia, A.., Kurnia, R.., Jambak, M.., Bactiar, M., Sutanto, H., (2024). Analisis Karakteristik Membran Pengolahan Air Dari Bahan Polyethersulfone Dengan Penambahan Perak Nitrat. Austenit, 16 (1): 55–62. https://doi.org/10.53893/austenit.v16i1.8614

Mirwan, A., Indriyani, V., Novianty, Y., Yani, J.A., 36 Banjarbaru, K., Selatan, K., (2017). Pembuatan Membran Ultrafiltrasi dari Polimer Selulosa Asetat dengan Metode Inversi Fasa. Konversi, 6 (1): 12–17. https://doi.org/10.20527/k.v6i1.4778

Mustabsyirah, M., Shinta, A., Lubis, M.R., Sofyana, S., Mukramah, M., Mukhriza, M., Rinaldi, W., Fathanah, U., (2022). Peningkatan Kinerja Membran Polietersulfon (PES) dengan Modifikasi Menggunakan Aditif Hidrofilik. Jurnal Serambi Engineering, 7 (1). https://doi.org/10.32672/jse.v7i1.3828

Nastiti, F., Banjir, B., Zakaria, R., Manalu, M., (2019). Mengenal Uji Tarik dan Sifat-sifat Mekanik Logam 1–6.

Peters, T., (2010). Membrane technology for water treatment. Chemical Engineering and Technology, 33. https://doi.org/10.1002/ceat.201000139

Pieracci, J., Wood, D.W., Crivello, J. V., Belfort, G., (2000). UV-assisted graft polymerization of N-vinyl-2-pyrrolidinone onto poly(ether sulfone) ultrafiltration membranes: Comparison of dip versus immersion modification techniques. Chemistry of Materials, 12 (8): 2123–2133. https://doi.org/10.1021/cm9907864

Prasatya, I.N., (2024). Analisis Karakteristik Membaran Pengolahan Air Dari Bahan Polyethersulfone Dengan Penambahan Perak Nitrat.

Prastowo, B.A., (2008). Pembuatan Membran Dari Selulosa Asetat Dan Polietilen Glikol Berat Molekul 20.000 Untuk Pemisahan Gas CO2 Dan CH4. Revista de Trabajo Social, 11 (75): 23–26.

Sujatno, A., Salam, R., Dimyati Pusat Sains dan Teknologi Bahan Maju, A., (2015). Studi Scanning Electron Microscopy (Sem) Untuk Karakterisasi Proses Oxidasi Paduan Zirkonium. Jurnal Forum Nuklir (JFN), 9 (2): 44–48.

Supriyatma, I., Triyono, T., Surojo, E., (2016). Analisa Pengaruh Penambahan Mg pada Matriks Komposit Aluminium Remelting Piston Berpenguat SiO2 Terhadap Kekuatan Impak dan Struktur Mikro Menggunakan Metode Stir Casting. Seminar Nasional Mesin dan Industri (SNMI X), 14 (September): 62–70.

Vatanpour, V., Dehqan, A., Harifi-Mood, A.R., (2020). Ethaline deep eutectic solvent as a hydrophilic additive in modification of polyethersulfone membrane for antifouling and separation improvement. Journal of Membrane Science, 614 (July): 118528. https://doi.org/10.1016/j.memsci.2020.118528

Wenten, I.G., (2019). Membran Untuk Pengolahan Air (August 2015): 2018–2019.

Wenten, I.G., (2002). Recent development in membrane science and its industrial applications. Journal of Science and Technology, 24 (May): 1009–1024.

Xiao, W., Feng, M., Liu, Y., Deng, H., Lu, J., (2019). Fabrication of graphene oxide blended polyethersulfone membranes via phase inversion assisted by electric field for improved separation and antifouling performance, Journal of Membrane Science. Elsevier B.V.

https://doi.org/10.1016/j.memsci.2019.01.055

Xu, Z.L., Qusay, F.A., (2004). Polyethersulfone (PES) hollow fiber ultrafiltration membranes prepared by PES/non-solvent/NMP solution. Journal of Membrane Science, 233 (1–2): 101–111. https://doi.org/10.1016/j.memsci.2004.01.005

Zulfi, F., Dahlan, K., Sugita, P., (2014). Karakteristik Fluks Membran Dalam Proses Filtrasi Limbah Cair Industri Pelapisan Logam. Jurnal Biofisika, 10 (11): 19–29.