TESIS

PEMBENTUKAN MEMBRAN *POLYTHERSULFONE* (PES) DENGAN PENCAMPURAN PERAK NITRAT (AgNO3) KARAKTERISTIK, SIFAT MEKANIS DAN KINERJA PENGOLAHAN AIR

ILHAMSYAH

03032682327003

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERISTAS SRIWIJAYA

2024

TESIS

PEMBENTUKAN MEMBRAN *POLYTHERSULFONE* (PES) DENGAN PENCAMPURAN PERAK NITRAT (AgNO3) KARAKTERISTIK, SIFAT MEKANIS DAN KINERJA PENGOLAHAN AIR

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

OLEH

ILHAMSYAH

03032682327003

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK MESIN

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2024

HALAMAN PENGESAHAN

PEMBENTUKKAN MEMBRAN *POLYTHERSULFONE* (PES) DENGAN PENCAMPURAN PERAK NITRAT (AgNO3) KARAKTERISTIK, SIFAT MEKANIS DAN KINERJA PENGOLAHAN AIR

TESIS

Dajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Magister
Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh :
ILHAMSYAH
03032682327003

Palembang, Desember 2024
Menyetujui
Pembimbing,

Ir. Agung Mataram, S.T., M.T., Ph.D
NIP. 197901052003121002

Mengetahui,
Dekan,

Dr. Ir. Bhakti Yudho Suprapto, S.T., M.T., IPM
NIP. 197502112003121002

Ketua Jurusan Teknik Mesin

Prof. Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D., IPP
NIP. 197901052003121002

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Tesis ini dengan judul **"PEMBENTUKKAN MEMBRAN POLYTHERSULFONE (PES) DENGAN PERAK NITRAT (AgNO3) : KARAKTERISTIK SIFAT MEKANIS DAN KINERJA PENGOLAHAN AIR"** telah diseminarkan di hadapan Tim Penguji Tesis Fakultas Teknik/Program Pascasarjana Universitas Sriwijaya pada Tanggal 21 Desember 2024 dan dinyatakan sah untuk melakukan penelitian lebih lanjut.

Palembang, Desember 2024

Pembimbing:

1. Ir. Agung Mataram, S.T., M.T., Ph.D
NIP. 197901052003121002 (.....)

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Berupa Tesis:

1. Prof. Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D., IPP
NIP.197909272003121004 (.....)
2. Barlin, S.T., M.Eng., Ph.D
NIP. 198106302006041001 (.....)

Koordinator Program Studi
Magister Teknik Mesin

Ir. Agung Mataram, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 197901052003121002

JURUSAN TEKNIK MESIN	**Agenda No. :**
FAKULTAS TEKNIK	**Diterima Tanggal :**
UNIVERSITAS SRIWIJAYA	**Paraf :**

TESIS

NAMA	**: Ilhamsyah**
NIM	**: 03032682327003**
JURUSAN	**: Teknik Mesin**
BIDANG STUDI	**: Material**
JUDUL SKRIPSI	**: Pembentukan Membran *Polythersulfone* (PES) Dengan Perak Nitrat (AgNO3) Karakteristik, Sifat Mekanis dan Kinerja Pengolahan Air**
DIBUAT TANGGAL	**: Mei 2024**
SELESAI TANGGAL	**: Desember 2024**

Palembang, Desember 2024

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Prof. Amir Arifin, Ph.D
NIP. 197909272003121004

Menyetujui,
Pembimbing

Ir. Agung Mataram, S.T., M.T., Ph.D
NIP. 197901052003121002

KATA PENGANTAR

Asslamu'alaikum Warohmatullahi Wabarokatuh

Alhamdulillah segala puji bagi Allah Yang Maha Agung dan Maha Mengetahui atas berkat limpahan Rahmat dan Karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini dengan baik. Sholawat dan salam atas baginda Nabi Muhammad Saw yang telah Allah khususkan kepada beliau berbagai keutamaan dan atas keluarganya, sahabatnya serta pengikutnya sampai akhir zaman.

Dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan Terima Kasih kepada semua pihak yaitu Kedua Orang Tua yang selalu memberikan doa restunya, didikan dan petunjuk yang terbaik, Pak Agung Mataram selaku Dosen Pembimbing sekaligus Ketua Prodi Magister Teknik Mesin kepada yang telah memberikan bimbingan, didikan serta dukungan moril dan material, Pak Amir Arifin dan Pak Barlin selaku penguji yang telah memberikan saran dan arahan serta nasehat yang terbaik, Pak Agung Kristian selaku Staff Administrasi Prodi Magister Teknik Mesin yang telah membantu memberikan informasi dalam proses administrasi perkuliahan , serta teman-teman seangkatan yang telah banyak membantu dalam menjalankan penelitian, selalu memberikan informasi yang terbaik , dan selalu bersama didalam suka dan duka.

Penulis menyadari, didalam pembuatan tesis ini tidak ada kehebatan pada diri penulis, kecuali hanya mengumpulkan beberapa refrensi dari penelitian sebelumnya untuk dilakukan pengkajian yang baru. Maka apabila pembaca melihat sesuatu didalam tesis ini, berupa kesalahan dan kekeliruan, maka hal itu dari pemahaman saya yang buruk, maka hal yang dimohonkan dari orang-orang yang mengetahui kesalahan itu agar berkenan memperbaikinya. Karena sesungguhnya pemahaman diri saya tentang ilmu teknik khususnya tentang penelitian PEMBENTUKKAN MEMBRAN *POLYTHERSULFONE* (PES) DENGAN PENCAMPURAN PERAK NITRAT (AgNO3) KARAKTERISTIK, SIFAT MEKANIS DAN KINERJA PENGOLAHAN AIR", sangatlah lemah, kurangnya keyakinan serta sedikitnya waktu dalam belajar. Dan semoga dari

penelitian ini juga dapat memberikan manfaat untuk pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di negara indonesia ini serta menjadi refrensi bagi yang akan mengkaji dimasa yang akan datang

Terima kasih

Wasslamu'alaikum Warohmatullahi Wabarokatuh

.

Palembang , Desember 2024

Penulis

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ilhamsyah

NIM : 03032682327003

Judul : Pembentukan Polythersulfone (PES) Dengan Perak Nitrat (AgNO3) : Karakteristik, Sifat Mekanis dan Kinerja Pengolahan Air

Menyatakan bahwa Tesis saya merupakan hasil karya 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 aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, Desember 2024

Ihamsyah

NIM. 03032682327003

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ilhamsyah

NIM : 03032682327003

Judul : Pembentukan Membran Polythersulfone (PES) Dengan Perak Nitrat (AgNO3) : Karakteristik, Sifat Mekanis dan Kinerja 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 ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, Desember 2024

Penulis,

Ilhamsyah

NIM. 03032682327003

RINGKASAN

Pembentukan Membran Polythersulfone (PES) Dengan Perak Nitrat (AgNO3) : Karakteristik, Sifat Mekanis Dan Kinerja Pengolahan Air

Karya tulis ilmiah berupa Tesis, Desember 2024

Ilhamsyah Dibimbing Oleh Ir. Agung Mataram, S.T, M.T, Ph.D

Formation Of Polythersulfone (PES) Membrane With Silver Nitrate (AgNO3) Mixture Characteristics, Mechanical Properties And Water Treatment Performance

xxv + 48 halaman, 4 tabel, 18 gambar

RINGKASAN

Air merupakan suatu zat yang terpenting di bumi. Semua tumbuhan, hewan harus memiliki air untuk bertahan hidup. Tanpa air, tidak akan ada kehidupan di bumi ini (Brunekreef, 2010). Kebutuhan akan air bersih untuk konsumsi manusia adalah salah satu contoh akan pentingnya air dikehidupan manusia(Nainggolan, 2015). Sumber kehidupan ini persediaannya terbatas dan semakin hari semakin terpolusi oleh kegiatan manusia sendiri, namun masih terlalu banyak orang yang tidak mempunyai akses ke air. Sekalipun air merupakan sumber daya yang terbatas, konsumsi air telah meningkat dua kali lipat dalam 50 tahun terakhir dan kita gagal mencegah terjadinya penurunan mutu air. Untuk menjaga kuantitas dan kualitas air agar tetap memadai bagi manusia dan ekosistem, kita sebagai insan akademis harus bijak dalam mengelola sumber daya yang berharga ini (Putri, 2017). Filtrasi dengan menggunakan membran selain berfungsi sebagai sarana pemisahan juga berfungsi sebagai sarana pemekatan dan pemurnian dari suatu larutan yang dilewatkan pada membran tersebut (Dahlan dkk., 2011). Teknologi membran telah menjadi teknologi pemisahan yang signifikan selama beberapa dekade terakhir. Aplikasi teknologi membran telah menyebar dan menjadi teknologi pemisahan yang esensial. Keunggulan teknologi membran adalah dapat bekerja tanpa penambahan bahan kimia, dengan kebutuhan energi yang lebih rendah, mudah ditangani dan memiliki konduksi proses yang tertata dengan baik (Hikmawan dkk., 2020). Maka pada penelitian ini akan digunakan sebagai bahan baku pembuatan membran polimer Polietersulfon (PES). Sifat-sifat membran diketahui dengan mengetahui karakteristik membran yang dapat mengetahui efektivitas dan efisiensi membran yang dibuat dengan adanya pengujian parameter. Kajian parameter yang digunakan yaitu kuat tarik, struktur mikro, dan permeabilitas membran. Membran ini dibuat dengan menggunakan tiga konsentrasi larutan Polietersulfon (PES) yang berbeda (15%, 20%, 30% berat) dengan penambahan konsentrasi perak nitrat (AgNO3) 1% berat dan N,N-

Dimetilformamida (DMF) sebagai pelarut. Metode pembentukan membran adalah inversi fasa. Metode yang digunakan adalah inversi fasa, di mana polimer, penguat, dan pelarut dicampur secara homogen selama sekitar 2-3 jam, dan membran langsung dicetak pada pelat kaca. Tiga pengujian dilakukan untuk pembentukan membran: uji tarik, uji mikroskopis menggunakan mikroskop elektron pemindaian, dan uji nilai fluks menggunakan permeabilitas air bersih (CWP). Penelitian ini menyimpulkan bahwa ekspansi membran dengan meningkatkan konsentrasi polieterkulfon pada konsentrasi 15 wt%, 20 wt% dan30 wt%, dan 1 wt% Perak nitrat dapat meningkatkan tegangan tarik dan kerapatan pori pada permukaan membran.

Kata kunci: Membran; Polietersulfon; Perak Nitrat; N,N Dimetilformamida, Kekuatan Tarik; SEM; Permeabilitas Air Bersih.

SUMMARY

Formation Of Polythersulfone (PES) Membrane With Silver Nitrate (AgNO3) Mixture Characteristics, Mechanical Properties And Water Treatment Performance
Scientific papers in the form of a thesis, Desember 2024

Ilhamsyah; Supervised by Ir. Agung Mataram, S.T, M.T, Ph.D.

Pembentukan Membran Polythersulfone (PES) Dengan Perak Nitrat (AgNO3) : Karakteristik, Sifat Mekanis Dan Kinerja Pengolahan Air

xxv + 48 pages, 4 table, 14 pictures

SUMMARY

This Water is the most important substance on earth. All plants and animals must have water to survive. Without water, there would be no life on earth (Brunekreef, 2010). The need for clean water for human consumption is one example of the importance of water in human life (Nainggolan, 2015). This source of life is limited in supply and is increasingly polluted by human activities, but there are still too many people who do not have access to water. Even though water is a limited resource, water consumption has doubled in the last 50 years and we have failed to prevent the decline in water quality. To maintain the quantity and quality of water so that it remains adequate for humans and ecosystems, we as academics must be wise in managing this valuable resource (Putri, 2017). Filtration using membranes, in addition to functioning as a means of separation, also functions as a means of concentration and purification of a solution that is passed through the membrane (Dahlan et al., 2011). Membrane technology has become a significant separation technology over the past few decades. The application of membrane technology has spread and become an essential separation technology. The advantages of membrane technology are that it can work without the addition of chemicals, with lower energy requirements, easy to handle and has a well-organized process conduction (Hikmawan et al., 2020). So in this study it will be used as a raw material for making Polyethersulfone (PES) polymer membranes. The properties of the membrane are known by knowing the characteristics of the membrane which can determine the effectiveness and efficiency of the membrane made by testing the parameters. The parameter studies used were tensile strength, microstructure, and membrane permeability. This membrane was made using three different concentrations of Polyethersulfone (PES) solution (15%, 20%, 30% by weight) with the addition of 1% silver nitrate (AgNO3) concentration and N,N-Dimethylformamide (DMF) as a solvent. The membrane formation method is phase inversion. The method used is phase inversion, where the

polymer, reinforcement, and solvent are mixed homogeneously for about 2-3 hours, and the membrane is directly printed on a glass plate. Three tests were conducted for membrane formation: tensile test, microscopic test using scanning electron microscope, and flux value test using clean water permeability (CWP). This study concluded that membrane expansion by increasing the concentration of polyethersulfone at concentrations of 15 wt%, 20 wt% and 30 wt%, and 1 wt% Silver nitrate can increase tensile stress and pore density on the membrane surface.

Keyword : Membrane; Polyethersulfone; Silver Nitrate; N,N Dimethylformamide, Tensile Strength; SEM; Clean Water Permeability

DAFTAR ISI

Hal
HALAMAN PENGESAHAN iii
HALAMAN PERSETUJUAN v
KATA PENGANTAR ix
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS xi
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI xiii
RINGKASAN xv
SUMMARY xvii
DAFTAR ISI xix
DAFTAR GAMBAR xxi
DAFTAR TABEL xxiii
BAB 1 PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 4
1.3 Batasan Masalah 4
1.4 Tujuan Penelitian 5
1.5 Manfaat Penelitian 6
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA 7
2.1 Membran 7
2.1.1 Definisi Membran 7
2.1.2 Kalsifikasi Membran 9
2.1.3 Prinsip Proses Pemisahan Membran 9
2.2 Persiapan Bahan 11
2.2.1 Polythersulfone (PES) 11
2.2.2 N,N-Dimenthylformamide (DMF) 12
2.2.3 Perak Nitrat (AgNO3) 12
2.3 Pengujian Membran 13
2.3.1 Modifikasi Permukaan *(Electric Field)* 13
2.3.2 Analisa Karakteristik Pengamatan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) 15
2.3.3 Pengujian Tarik 17

2.3.4 Clean Water Permeability 18
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN 21
3.1 Diagram Alir Penelitian 21
3.2 Persiapan Bahan 22
3.2.1 Alat 22
3.2.2 Bahan 22
3.2.3 Persiapan Proses Pencampuran Bahan 23
3.2.4 Metode Cetakan (*Flatsheet)* 23
3.3 Tempat dan Waktu Penelitian 24
3.4 Metode Pengujian Membran 24
3.4.1 Pengujian Tarik 25
3.4.2 Scanning Electron Microscopy (SEM) 26
3.4.3 Clean Water Permeability (CWP) 28
3.5 Pengolahan Data 29
3.6 Hasil Yang Diharapkan 29
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN 31
4.1 Hasil Pengujian 31
4.1.1 Pengujian Tarik 31
4.1.2 Pengujian *Scanning Electron Microscope* (SEM) 34
4.1.3 Pengujian Kinerja *Clean Water Permeability* (CWP) 38
BAB 5 KESIMPULAN 41
5.1 Kesimpulan 41
5.2 Saran 42
DAFTAR PUSTAKA 43
LAMPIRAN 47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses Pemisahan pada Membran 8
Gambar 2.2 *Polyethersulfone* (PES) (Nurmalasari et al., 2023) 12
Gambar 2.3 Alat Cetakan Membran Dengan Media *Elctric Field*..... 15
Gambar 2.4 Set Instrumen SEM..... 16
Gambar 2.5 Bagian Kolom SEM 17
Gambar 2.6 Skematik Pengujian Tarik 18
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian..... 21
Gambar 3.2 Proses Pembuatan Membran 24
Gambar 3.3 Skematik Uji *Scanning Electron Microscopy* (SEM) 27
Gambar 3.4 *Clean Water Permeability* (CWP)..... 28
Gambar 4.1 Grafik Tegangan Tarik Rata-rata Membran pada setiap komposisi 33
Gambar 4.2 Hasil SEM Membran PES 15wt%@AgNO3 1wt%..... 35
Gambar 4.3 Hasil SEM Membran PES 30wt%@AgNO3 1wt%..... 35
Gambar 4.4 Grafik Nilai Fluks Membran PES@AgNO3..... 39

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Tarik 32
Tabel 4.2 Perhitungan Nilai Fluks Membran 15wt%@AgNO3 1wt% 38
Tabel 4.3 Perhitungan Nilai Fluks Membran 20wt%@AgNO3 1wt% 38
Tabel 4.4 Perhitungan Nilai Fluks Membran 30wt%@AgNO3 1wt% 39

PEMBENTUKAN MEMBRAN *POLYTHERSULFONE* (PES) DENGAN PENCAMPURAN PERAK NITRAT (AgNO3) KARAKTERISTIK, SIFAT MEKANIS DAN KINERJA PENGOLAHAN AIR

Ilhamsyah, Syamsul Rijal, Ahmad Zamheri, Rizky Yuliandi,
Aneka Firdaus, Amrifan Saladin Mohruni, Muhammad Yanis, Agung Mataram
(Jurusan Teknik Mesin, Universitas Sriwijaya, Sumatera Selatan, Indonesia),
(Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Sriwijaya, Sumatera Selatan, Indonesia)

ABSTRAK

Penelitian ini akan digunakan sebagai bahan baku pembuatan membran polimer *Polythersulfon* (PES). Sifat-sifatmembran diketahui dengan mengetahui karakteristik membran yang dapat mengetahui efektivitas dan efisiensi membran yang dibuat dengan adanya pengujian parameter. Kajian parameter yang digunakan yaitu kuat tarik, struktur mikro, dan permeabilitas membran. Membran ini dibuat dengan menggunakan tiga konsentrasi larutan *Polythersulfon* (PES) yang berbeda (15%, 20%, 30% berat) dengan penambahan konsentrasi perak nitrat (AgNO3) 1% berat dan *N,N-Dimetilformamida* (DMF) sebagai pelarut. Metode pembentukan membran adalah inversi fasa. Metode yang digunakan adalah inversi fasa, di mana polimer, penguat, dan pelarut dicampur secara homogen selama sekitar 2-3 jam, dan membran langsung dicetak pada pelat kaca. Tiga pengujian dilakukan untuk pembentukan membran: uji tarik, uji mikroskopis menggunakan mikroskop elektron pemindaian, dan uji nilai fluks menggunakan permeabilitas air bersih (CWP). Penelitian ini menyimpulkan bahwa ekspansi membran dengan meningkatkan konsentrasi polieterkulfon pada konsentrasi 15 wt%, 20 wt% dan30 wt%, dan 1 wt% Perak nitrat dapat meningkatkan tegangan tarik dan kerapatan pori pada permukaan membran.

Kata Kunci: Membran; *Polythtersulfon*; Perak Nitrat; *N,N Dimetilformamida*, Kekuatan Tarik; SEM; Permeabilitas Air Bersih.

Palembang, Desember 2024

Mengetahui,
Koordinator Program Studi Magister Teknik Mesin

Ir. Agung Mataram, S.T., M.T., Ph.D
NIP. 197901052003121002

Menyetujui,
Pembimbing

Ir. Agung Mataram, S.T., M.T., Ph.D
NIP. 197901052003121002

FORMATION OF POLYTHERSULFONE (PES) MEMBRANE WITH SILVER NITRATE (AGNO3) MIXTURE CHARACTERISTICS, MECHANICAL PROPERTIES AND WATER TREATMENT PERFORMANCE

Ilhamsyah, Syamsul Rijal, Ahmad Zamheri, Rizky Yuliandi,
Aneka Firdaus, Amrifan Saladin Mohruni, Muhammad Yanis, Agung Mataram
(Department of Mechanical Engineering, Sriwijaya University, South Sumatra, Indonesia), (Department of Mechanical Engineering, Sriwijaya State Polytechnic, South Sumatra, Indonesia)

ABSTRACT

This research will be used as raw material for making Polyethersulfone (PES) polymer membranes. The properties of the membrane are known by knowing the characteristics of the membrane which can determine the effectiveness and efficiency of the membrane made by testing the parameters. The parameter studies used are tensile strength, microstructure, and membrane permeability. This membrane was made using three different concentrations of Polyethersulfone (PES) solution (15%, 20%, 30% by weight) with the addition of 1% silver nitrate (AgNO3) concentration and N,N-Dimethylformamide (DMF) as a solvent. The membrane formation method is phase inversion. The method used is phase inversion, in which the polymer, reinforcement, and solvent are mixed homogeneously for about 2-3 hours, and the membrane is directly printed on a glass plate. Three tests were conducted for membrane formation: tensile test, microscopic test using scanning electron microscope, and flux value test using clean water permeability (CWP). This study concluded that membrane expansion by increasing the concentration of polyetherculfones at concentrations of 15 wt%, 20 wt% and 30 wt%, and 1 wt% Silver nitrate can increase the tensile stress and pore density on the membrane surface.

***Keywords**: Membrane; Polyethersulfone; Silver Nitrate; N,N Dimethylformamide, Tensile Strength; SEM; Clean Water Permeability.*

Palembang, Desember 2024

Mengetahui,
Koordinator Program Studi Magister Teknik Mesin

Ir. Agung Mataram, S.T., M.T., Ph.D
NIP. 197901052003121002

Menyetujui,
Pembimbing

Ir. Agung Mataram, S.T., M.T., Ph.D
NIP. 197901052003121002

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam kehidupan makhluk hidup, air merupakan salah satu zat yang terpenting di bumi yang sangat dibutuhkan, termasuk tumbuhan dan hewan untuk bertahan hidup. Kehidupan dibumi tidak mungkin ada tanpa adanya air (Brunekreef, 2010). Bagi manusia, air tidak hanya dibutuhkan untuk bertahan hidup tetapi juga digunakan dalam berbagai aktivitas seperti mencuci, mandi, memasak, dan lainnya. Namun jika air terkontaminasi oleh akteri atau zat berbahaya, hal ini akan menyebabkan penyakit (Rismawati dkk., 2016). Kebutuhan akan air bersih menjadi salah satu bukti pentingnya air dalam kehidupan manusia (Nainggolan, 2015). Sayangnya sumber air bersih semakin terbatas dan terpolusi oleh aktivitas manusia. Saat ini, lebih dari 1,2 miliar orang didunia tidak memilki akses ke air bersih dan hampir dua kali lipat dari jumlah tersebut kekurangan sanitasi yang memadai. Meski konsumsi air meningkat dua kali lipat dalam 50 tahun terakhir, upaya untuk menjaga kualitas dan kuantitas air masih belum memadai, terutama di negara-megara berkembang yang semakin tertinggal dibandingkan negara-negara maju (Herlambang, 2018).

Untuk menjaga keberlanjutan sumber daya air yaitu kuantitas dan kualitas air agar tetap memadai bagi manusia dan ekosistem, sebagai insan akademis hendaklah berpikir kritis dan bijak dalam mengelola sumber daya yang berharga ini (Putri, 2017). Termasuk teknologi filtrasi tidak hanya berfungsi sebagai media pemisahan, tetapi juga berperan dalam proses pemekatan dan pemurnian larutan yang mengalir melaluinya (Dahlan dkk., 2011). Teknologi membran telah berkembang pesat sebagai metode pemisahan yang efisien dengan keunggulan seperti penggunaan bahan kimi, kebutuhan energi yang rendah dan operasi yang sederhana (Hikmawan dkk., 2020). Teknologi ini digunakan dalam pengolahan air limbah, desalinasi dan pengendalian polusi udara, serta dapat meminimalkan limbah dan konsumsi energi (Prihatiningtyas dan Tamrin, 2023).

Seiring perkembangan zaman, Teknologi membran telah tumbuh dan berkembang secara besar-besaran di dalam aplikasinya untuk pengolahan air bersih maupun air limbah. Ada banyak keuntungan dari pemanfaatan membran untuk pengolahan air diantaranya, yaitu sifat membran yang sangat bervariasi sehingga dapat disesuaikan sesuai yang diinginkan, pemisahan membran dapat dilakukan secara berkesinambungan, serta dapat dengan mudah dikombinasikan dengan proses yang lain (*hybrid processing*), dan secara umumnya membran membutuhkan energi yang rendah (Arahman, 2012). Tingkat keberhasilan didalam pengaplikasian teknologi membran tentunya ada faktor yang mempengaruhinya, yaitu material penyusun membran itu sendiri. Bahan utama dalam pembuatan membran pada umumnya terbuat dari bahan alami seperti polimer. Sebagian diantara polimer yang sering digunakan sebagai bahan dasar untuk membuat membran diantaranya *Cellulose acetate* (CA), *Polyethersulfone* (PES), *Polysulfone* (PSF), *Polyethylene Terephtalate* (PET), dan *Polyvinylidenfluoride* (PVDF). *Polyethersulfone* (PES) merupakan polimer yang paling umum digunakan sebagai bahan pembentuk membran. Hal ini dikarenakan dilihat dari kelebihan PES yaitu tahan terhadap suhu tinggi, ketahanan pH yang luas, memiliki kekuatan mekanik dan sintetik yang baik serta mudah untuk dibuat (Fadli dkk., 2021)

Dibalik kelebihannya, namun teknologi membran juga memilki kekurangan, terutama masalah fouling yang dapat menyebabkan mengurangi kinerja membran dalam waktu yang relatif cepat (Fadli dkk., 2021). Salah satu solusi untuk mengatasi fouling adalah dengan memodifkasi struktur membran menggunakan bahan tambahan seperti senyawa organik maupun anorganik (Shahkaramipour dkk., 2017). Modifikasi membran dapat dilakukan dengan beberapa metode yaitu modifikasi permukaan membran (*surface modification*), *chemichal grafting*, dan *polymer blending* atau pencampuran polimer dengan beberapa senyawa (Mustabsyirah dkk., 2022)

Dalam penelitian ini, modifikasi membran dillakukan dengan menambahkan Perak Nitrat (AgNO3) yang terbukti efektif dalam mengurangi biofouling melaui mekanisme pengikatan bakteri coliform. Selain itu, AgNO3 berfungsi sebagai penguat dalam pembuatan membran berbahan dasar polimer

untuk aplikasi penjernihan air. Mekanisme kerjanya melibatkan ion-ion perak yang menempel pada membran, yang menyebabkan pembesaran sel bakteri dan akhirnya mengakibtakan kematian bakteri.

N,N-dimenthylformamide (DMF) adalah pelarut organik yang sangat adaftif dan banyak digunakan di berbagai industri, termasuk industri kimia, farmasi, dan tekstil. Pelarut ini terkenal karena kelarutannya yang luar biasa terutama dalam air. *N, N-Dimetilformamida* (DMF), banyak digunakan sebagai pelarut aprotik polar dan hidrofilik, berfungsi sebagai tempat penyimpanan penting blok penyusun berbagai gugus fungsi (misalnya, H, CHO, HCO2, CO, N(CH3)2) dalam sintesis organik, dan juga memainkan peran penting dalam sintesis farmasi dan material (Yan dkk., 2024)

Pada penelitian ini, proses pembuatan membran melibatkan penggunaan bahan utama berupa polimer membran *Polyethersulfone* (PES). Sebagai pelarut sekaligus penguat, digunakan *N,N-Dimethylformamide* (DMF), serta ditambahkan Perak Nitrat (AgNO3) sebagai komponenen pendukung untuk meningkatkan sifat ani bakteri serta memperkuat struktur membran. Proses pembuatan membran melibatkan metode *Electric Field* dengan arus 30.000V unttuk mengurangi konsentrasi polutan dipermukaan membran, yang diharpakn dapat meningkatkan kinerja membran dalam penyaringan air (A.Mataram, 2024). Dan membran yang telah dibuat dalam penelitian ini akan dianalisis melalui serangkaian pengujian untuk mengevaluasi karakteristik dan kinerjanya. Diantara pengujiaanya yaitu Pengujian sifat mekanis (uji tarik), Pengamata struktur mikro permukaan membran. Struktur mikro permukaan membran dianalisis dengan menggunakan alat pengamatan *Scanning Electron Microscope* (SEM), selain itu, kinerja membran dalam proses penyaringan air dinilai melaui pengujian *Clean Water Permeability* (CWP).

Berdasarkan penelitian ini, penulis mengambil judul “PEMBENTUKAN MEMBRAN *POLYTEHRSULFONE* (PES) DENGAN PENCAMPURAN PERAK NITRAT (AgNO3) KARAKTERISTIK, SIFAT MEKANIS DAN KINERJA PENGOLAHAN AIR”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, fokus utama penelitian ini mencakup hal-hal berikut ini:

1. Menghasilkan membran *Polyethersulfone* (PES) dengan penambahan 1% Perak Nitrat (AgNO3) dan memodifikasi permukaan membran menggunakan metode *Electric Field*..
2. Menganalisis sifat mekanis membran PES yang dicampur dengan perak nitrat (AgNO3) ditinjau dari pengujian tarik
3. Mengevaluasi kinerja permeabilitas membran PES dengan pencampuran Perak Nitrat (AgNO3) dalam proses pengolahan air
4. Menelaah Hubungan antara karakteristik morfologi, sifat mekanis, dan kinerja membran dalam pengolahan air?

1.3 Batasan Masalah

Untuk memastikan pembahasan dalam tesis ini tetap relavan dan terfokus pada penelitian yang dilakukan, batasan masalah telah disusun dengan jelas sebagai beikut:

1. Polimer yang digunakan adalah *Polythersulfone* (PES) sebagai bahan utama dalam pembuatan membran.
2. Zat adiftif yang digunakan adalah Perak Nitrat (AgNO3) sebagai bahan penguat dan antibakteri untuk meningkatkan sifat membran.
3. Pelarut yang digunakan adalah *N,N-Dimenthylformamide* (DMF) untuk melarutkan polimer dan menciptakan larutan membran homogen.
4. Variasi konsentrasi *Polythersulfone* (PES) spesimen dibuat dengan konsentrasi 15wt%, 20wt%, 30wt%.
5. Variasi konsentrasi Perak Nitrat (AgNO3) konsentrasi tetap sebesar 1% pada setiap campuran polimer.

6. Penggunaan Metode *Elecric Field* membran diproses menggunakan medan listrik sebesar 30KV untuk memodifikasi struktur dan morfologi permukaannya.
7. Proses pengadukan dilakukan menggunakan magnetic stirrer selama kurang lebih 8 jam pada suhu dibawah 80ºC untuk memastikan homogenitas larutan.
8. Kecepatan pengadukan parameter *Revolutions Per Minute* (RPM) dan kecepatan pengadukan diabaikan dalam proses ini.
9. Pengujian yang dilakukan untuk evaluasi membran mencakup uji tarik untuk mengukur sifat mekanis, analisis morfologi dengan *Scanning Electron Microscope* (SEM), dan pengujian *Clean Water Permeability* (CWP) untuk menilai kinerja penyaringan air.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan yang menjadi fokus penelitian, tujuan penelitian ini dirumuskan sebagai berikut:

1. Melalukan pengembangan dengan memanfaatkan campuran bahan *Polythersulfone* (PES) dan Perak Nitrat (AgNO3) untuk meningkatkan kualitas kinerjanya.
2. Menganalisa dan memahami sifat anti fouling membran melalui modifikasi permukaan membran menggunakan Metode *Electric Field* untuk meningkatkan ketahanan terhadap biofouling.
3. Mengevaluasi sifat mekanis membran *Polythersulfone* (PES) yang dicampur dengan Perak Nitrat (AgNO3) melalui uji tarik, dengan tujuan mengidentifikasi kekuatan mekanik membran dan karakteristik material membran.
4. Menentukan kinerja membran *Polythersulfone* (PES) dalam pengolahan air berdasarkan pengujian fluks volme dan permeabilitas membran.
5. Menghubungkan hasil karakterisasi morfologi, sifat mekanis, dan kinerja membran untuk mendapatkan hasil optimum dalam pengolahan air.

1.5 Manfaat Penelitian

Menawarkan solusi dalam peningkatan kualitas membran melalui pencampuran Perak Nitrat (AgNO3), sehingga diharapkan dapat memperbaiki kinerja membran untuk mengurangi fouling dan meningkatkan fluks pada membran.

DAFTAR PUSTAKA

A.Mataram, D., 2024. Analisis Karakteristik Membran Pengolahan Air Dari Analysis Of Characteristics Of Water Treatment Membranes From Polyethersulfone Materials With The. 16 (1). Https://Doi.Org/10.53893/Austenit.V16i1.8614

Abdel-Karim, A., El-Kalliny, A.S., Ahmed, S.I.A., Souaya, E.R., Badawy, M.I., Ulbricht, M., Gad-Allah, T.A., 2022. Performance And Characteristics Of Modified Pes-Based Membranes Upon Exposure To Harsh Cleaning Conditions By Sodium Hypochlorite. *Egyptian Journal Of Chemistry*, 65 (2): 315–325. Https://Doi.Org/10.21608/Ejchem.2021.86400.4180

American Society For Testing And Materials, 2016. Astm D638-14, Standard Practice For Preparation Of Metallographic Specimens. *Astm International*, 82 (C): 1–15. Https://Doi.Org/10.1520/D0638-14.1

Arahman, N., 2012. Konsep Dasar Proses Pembuatan Membran Berpori Dengan Metode Non-Solvent Induced Phase Separation-Penentuan Cloud Point Dan Diagram Tiga Phasa. *Jurnal Rekayasa Kimia Dan Lingkungan*, 9 (2): 68–73.

Brunekreef, B., 2010. Air Pollution And Human Health: From Local To Global Issues. *Procedia - Social And Behavioral Sciences*, 2 (5): 6661–6669. Https://Doi.Org/10.1016/J.Sbspro.2010.05.010

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

Dahlan, M.H., Teguh, D., Utama, F., 2011. Kinerja Membran Keramik Dalam Pengolahan Air Sumur Menjadi Air Bersih. *Jurnal Teknik Kimia*, 17 (5): 38–49.

Fadli, M., Khausar, A., Sofyana, S., Fathanah, U., 2021. Karakteristik Membran Komposit Polietersulfon, Polivinilpirolidon Dan Kitosan. *Jurnal Serambi Engineering*, 6 (4): 2310–2319. Https://Doi.Org/10.32672/Jse.V6i4.3476

Hawa, L.C., Putri, R.I., 2011. Penerapan Pulsed Electric Field Pada Pasteurisasi. *Agritech*, 31 (4): 352–358.

Herlambang, A., 2018. Pencemaran Air Dan Strategi Penggulangannya. *Jurnal Air Indonesia*, 2 (1): 16–29. Https://Doi.Org/10.29122/Jai.V2i1.2280

Hikmawan, F.R., Evitasari, E., Bintan Sukono, G.A., Satriawan, D., 2020. Teknologi Membran Untuk Pengolahan Emulsi Minyak: Review. *Jurnal Pengendalian Pencemaran Lingkungan (Jppl)*, 2 (2): 25–32. Https://Doi.Org/10.35970/Jppl.V2i2.348

Louvis, A.R., Silva, N.A.A., 2016. N,N-Dimethylformamide (Cas No. 68-12-2). *Revista Virtual De Quimica*, 8 (5): 1764–1785.

Https://Doi.Org/10.21577/1984-6835.20160117

Mahatmanti, F.W., Wahyuni, S., 2013. Pembuatan Dan Karakterisasi Membran Hibrida Kitosan-Silika-Peg. *Jurnal Sain Dan Teknologi*, 11 (2): 143–154.

Masta, N., 2020. Buku Materi Pembelajaran Scanning Electron Microscopy. *Patra Widya: Seri Penerbitan Penelitian Sejarah Dan Budaya.*, 21 (3): I–Iii.

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. Https://Doi.Org/10.53893/Austenit.V16i1.8614

Mataram, A., Nasution, S., Wijaya, M.L., Septano, G.D., 2017. Physical And Mechanical Properties Of Membrane Polyacrylonitrile. *Matec Web Of Conferences*, 101 1–6. Https://Doi.Org/10.1051/Matecconf/201710101010

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): 2656–2662. Https://Doi.Org/10.32672/Jse.V7i1.3828

Nainggolan, R.P., 2015. Pengendalian Fouling Pada Sistem Pengolahan Air Berbasis Membran Pengendalian Fouling Pada Sistem Pengolahan Air Berbasis Membran (December).

Nugroho, A., Dkk, 2015. Jurnal Kesehatan Masyarakat Terhadap Escherichia Coli Pada Air Minum. 10 (2): 232–238.

Nurbaya, S.R., Budiandari, R.U., Hudi, L., Azara, R., 2024. Ekstraksi Pigmen Betasianin Menggunakan Teknologi Pulsed Electric Fields (Pef) : Review. *Journal Of Food Safety And Processing Technology (Jfspt)*, 1 (2): 44. Https://Doi.Org/10.30587/Jfspt.V1i2.7034

Nurmalasari, E., Ulia, H., Aini, A.P., Yahya, A.K., Fahni, Y., 2023. Metode Modifikasi Membran Polietersulfon (Pes) Untuk Meningkatkan Antifouling−Mini Review Modifikasi Membran. *Eksergi*, 20 (2): 64. Https://Doi.Org/10.31315/E.V20i2.9596

Prihatiningtyas, I., Tamrin, 2023. Aplikasi Membran Teknologi Untuk Pengolahan Limbah Air Dan Penghilangan Polutan Di Udara. *Gunung Djati Conference Series*, 34 (9): 97–105.

Putri, A.N., Munasir, M., 2020. Review : Fabrikasi Membran Berbasis Nanofiber Dengan Metode Electrospinning. *Inovasi Fisika Indonesia*, 9 (2): 47–55. Https://Doi.Org/10.26740/Ifi.V9n2.P47-55

Putri, D.D., 2017. Inovasi Teknologi Pengolahan Air Di Beberapa Negara Dan Perusahaan Terkemuka (December): 0–13.

Rismawati, L., Husaini, Khairiyati, L., 2016. Efektifitas Pengolahan Air Minum Ditinjau Dari Kualitas Air Minum Berdasarkan Parameter Fisik, Kimia, Dan Biologi Di Ipa Ii Pinus Pdam Intan Banjar. *Jurnal Publikasi Kesehatan*

Masyarakat Indonesia, 3 (2): 74–81.

Roy, S., Singha, N.R., 2017. Polymeric Nanocomposite Membranes For Next Generation Pervaporation Process: Strategies, Challenges And Future Prospects. *Membranes*, 7 (3). Https://Doi.Org/10.3390/Membranes7030053

Ruirui, Dkk, 2024. The Application Of Membrane Separation Technology In The Pharmaceutical Industry. *Membranes*, 14 (1): 1–13. Https://Doi.Org/10.3390/Membranes14010024

Saulis, G., 2010. Electroporation Of Cell Membranes: The Fundamental Effects Of Pulsed Electric Fields In Food Processing. *Food Engineering Reviews*, 2 (2): 52–73. Https://Doi.Org/10.1007/S12393-010-9023-3

Shahkaramipour, N., Tran, T.N., Ramanan, S., Lin, H., 2017. Membranes With Surface-Enhanced Antifouling Properties For Water Purification. *Membranes*, 7 (1). Https://Doi.Org/10.3390/Membranes7010013

Sylvani, M.M., Yuneta, Simbolon, W., Susanti, R., 2023. Review: Berbagai Macam Jenis Membran Untuk Pemulihan Air Gambut. *Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 1 (5): 598–609.

Yan, S., Chen, S., Mckee, M., Terry, A., Weisbarth, R., Kornienko, N., 2024. Total Electrosynthesis Of N, N-Dimethylformamide From Co2 And No3−. *Advanced Science*, 2414431 (3): 1–9. Https://Doi.Org/10.1002/Advs.202414431

Zigan, L., 2018. Overview Of Electric Field Applications In Energy And Process Engineering. *Energies*, 11 (6). Https://Doi.Org/10.3390/En11061361