

**Sintesis dan Karakterisasi Membran PoliSulfon  
(PSF)-Seng Oksida (ZnO) untuk Filtrasi Ion Cl<sup>-</sup>  
pada Limbah Laboratorium**

**SKRIPSI**

Diajukan untuk Memenuhi Syarat Memperoleh Gelar  
Sarjana Sains dalam Ilmu Kimia



**Oleh :**

**Siti Zulaekah**

**1608036005**

**JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG  
2021**



## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Siti Zulaekah

NIM : 1608036002

Jurusan : Kimia

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

**“Sintesis dan Karakterisasi Membran PoliSulfon  
(PSF)-Seng Oksida (ZnO) untuk Filtrasi Ion  $Cl^-$   
pada Limbah Laboratorium”**

Secara keseluruhan adalah hasil penelitian/karya saya sendiri, kecuali bagian tertentu yang dirujuk sumbernya.

Semarang, 25 November 2021

Pembuat Pernyataan, \_



**Siti Zulaekah**

NIM : 1608036005



## PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini :

Judul : Sintesis dan Karakterisasi Membran PoliSulfon (PSF)- Seng Oksida (ZnO) untuk Filtrasi Ion Cl<sup>-</sup> pada Limbah Laboratorium

Penulis : **Siti Zulaekah**

NIM : 1608036002

Jurusan : Kimia

Telah diujikan dalam sidang munaqosyah oleh dewan penguji Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo dan dapat diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana dalam ilmu Kimia.

Semarang, 25 November 2021

### DEWAN PENGUJI

Ketua Sidang

**Dr. Hj. Malikhatul Hidayah, S.T., M. Pd.**  
NIP. 19830415 200912 2 006

Sekretaris Sidang

**Rais Nur Latifah, M. Si.**  
NIP. 19920304 201903 2 019

Penguji I

**Wirda Udaibah, M. Si.**  
NIP. 19850104 200912 2 003

Penguji II

**Anissa Adiwena Putri, M.Sc.**  
NIP. 19850405 201101 2 015

Pembimbing I

**Dr. Hj. Malikhatul Hidayah, S.T., M. Pd.**  
NIP. 19830415 200912 2 006

Pembimbing II

**Dr. Ervin Tri Suryandari, M.Si.**  
NIP. 197407162009122001





## NOTA DINAS

Semarang, 25 November 2021

Kepada  
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Walisongo  
Di Semarang

*Assalamu'alaikum.wr.wb.*

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : **Sintesis dan Karakterisasi Membran PoliSulfon (PSF)- Seng Oksida (ZnO) untuk Filtrasi Ion Cl<sup>-</sup> pada Limbah Laboratorium**

Nama : Siti Zulaekah

NIM : 1608036002

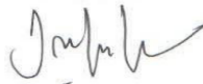
Jurusan : Kimia

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diujikan dalam sidang Munaqosyah.

*Wassalamu'alaikum.wr.wb.*

Semarang, 25 November 2021

Pembimbing I,



**Malikhatul Hidayah, ST, M.Pd**

NIP 19830415 200912 2 006





## NOTA DINAS

Semarang, 25 November 2021

Kepada  
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Walisongo  
Di Semarang

*Assalamu'alaikum.wr.wb.*

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : **Sintesis dan Karakterisasi Membran PoliSulfon (PSF)-  
Seng Oksida (ZnO) untuk Filtrasi Ion Cl<sup>-</sup> pada Limbah  
Laboratorium**

Nama : Siti Zulaekah

NIM : 1608036002

Jurusan : Kimia

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diujikan dalam sidang Munaqosyah.

*Wassalamu'alaikum.wr.wb.*

Semarang, 25 November 2021

Pembimbing II,



**Dr. Ervin Tri Suryandari, M.Si.**

NIP : 19740716 200912 2001



## ABSTRAK

Sintesis dan karakterisasi membran polisulfon (PSF)-seng oksida (ZnO) untuk Filtrasi Ion  $\text{Cl}^-$  pada Limbah Laboratorium. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan ZnO sebagai zat aditif pada membran PSF-ZnO dalam memfiltrasi ion  $\text{Cl}^-$  pada limbah laboratorium. Membran PSF dan membran PSF-ZnO dikarakterisasi menggunakan FTIR dan SEM. Hasil *contact angel* menunjukkan bahwa penambahan ZnO meningkatkan sifat hidrofilitas membran yang ditandai dengan menurunnya nilai *contact angel* dari 64,5 menjadi 52,65°. Hasil SEM menunjukkan bahwa membran memiliki pori yang tidak seragam. Hasil karakterisasi FTIR menunjukkan adanya gugus fungsi  $\text{O}=\text{S}=\text{O}$  pada bilangan gelombang 1035,32, 1027,87, 1021,67 dan 1016,98 yang menunjukkan adanya kandungan PSF dan adanya gugus fungsi Zn-O pada bilangan gelombang 542,7, 553,6 dan 548,79. Penambahan ZnO pada membran mampu meningkatkan nilai fluks dan rejeksi membran. Komposisi penambahan ZnO terbaik diperoleh pada 0,5 wt% dengan nilai fluks sebesar 32,126 L/m<sup>2</sup> jam dan %rejeksi sebesar 37,7%. Hal tersebut diperkuat dengan menurunnya konsentrasi ion  $\text{Cl}^-$  dari 2.449,5 ppm menjadi 1526,5 ppm.

Kata kunci: Membran, Polisulfon, ZnO, ion  $\text{Cl}^-$



## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillahrabibil 'Alamin puji syukur kehadirat Allah SWT, atas limpahan Rahmat dan Karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul: Sintesis dan Karakterisasi Membran PoliSulfon (PSF)- Seng Oksida (ZnO) untuk Filtrasi Ion  $Cl^-$  pada Limbah Laboratorium. Sholawat dan salam semoga tetap terlimpahkan kepada baginda Rasulullah Muhammad SAW yang senantiasa memupuk rasa semangat dan keyakinan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Skripsi ini untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan studi serta dalam rangka memperoleh gelar Sarjana studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh sebab itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini.

Terselesainya skripsi ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak, sehingga pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati dan penuh rasa hormat penulis menghaturkan terima kasih yang sebesar-besarnya bagi semua pihak yang telah memberikan bantuan moril maupun -materil baik langsung maupun tidak langsung dalam

penyusunan skripsi ini hingga selesai, terutama kepada yang saya hormati:

1. Prof. Dr. Imam Taufiq, M.Ag selaku Rektor Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
2. Bapak Dr. Ismail, M.Ag selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi.
3. Ibu Hj. Malikhatul Hidayah, ST, M.Pd selaku Ketua Jurusan Kimia Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
4. Ibu Mulyatun, S.Pd., M.Si selaku Sekretaris Jurusan Kimia Universitas Islam Negeri Walisongo
5. Ibu Wirda Udaibah, M.Si selaku dosen wali yang telah memberikan arahan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
6. Ibu Hj. Malikhatul Hidayah, ST, M.Pd selaku dosen pembimbing pertama skripsi yang telah memberikan kritik, saran, bimbingan maupun arahan yang sangat berguna dalam penyusunan skripsi.
7. Ibu Dr. Ervin Tri Suryandari, M.Si selaku dosen pembimbing kedua skripsi yang telah memberikan kritik, saran, bimbingan maupun arahan yang sangat berguna dalam penyusunan skripsi.
8. Seluruh Bapak/Ibu dosen dan staf di lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo

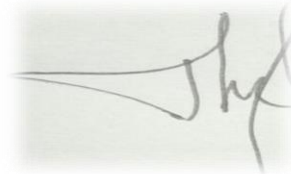
Semarang, khususnya Jurusan Kimia yang telah banyak membantu kami untuk dapat melaksanakan penulisan dalam studi.

9. Teristimewa kepada orang tua penulis, bapak Bawi Ahmad dan Ibu Siti Mastiyah yang selalu mendoakan, memberikan motivasi dan pengorbanannya baik dari segi moril maupun materil kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini, serta Adek Ari Widiyanto Nugroho yang selalu memberikan do'a dan semangat kepada penulis.
10. Muhammad Khoirul Imam yang selalu memberikan dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
11. Teman-teman seperjuangan Kimia 2016 yang telah memberikan warna dan semangat setiap harinya selama perkuliahan.
12. Sahabat yang selalu memberikan semangat dan hiburan disaat semua terasa sulit, terutama nunuk Parwati dan Likah.
13. Teman-teman KKN MIT DR ke X kelompok 7 yang selalu memberi suport dalam hal apapun.
14. Serta semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu yang turut memberikan dukungan, bantuan dan semangat selama penyelesaian skripsi.



Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini belumlah sempurna. Karena itu, penulis mengharap kritik dan saran yang bersifat membangun guna memperbaiki dan menyempurnakan skripsi ini. Penulis juga berharap, Semoga skripsi yang telah disusun dapat memberikan manfaat, sehingga dapat membantu dalam pengembangan riset dan ilmu pengetahuan.

Semarang, 25 November 2021

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Siti Zulaekah', is centered on the page. The signature is written in a cursive style with a long horizontal stroke extending to the left.

Siti Zulaekah  
NIM. 1608036002

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>PENGESAHAN .....</b>	<b>v</b>
<b>NOTA DINAS .....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>xi</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xxi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xxii</b>

### **BAB I : PENDAHULUAN**

A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	8
C. Tujuan Penelitian .....	8
D. Manfaat penelitian.....	8

### **BAB II : TINJAUAN PUSTAKA**

A. Membran.....	9
1. Definisi Membran.....	12
2. Macam-Macam membran .....	12
1) Berdasarkan jenisnya.....	12
2) Berdasarkan Morfologinya.....	13

3)	Berdasarkan Struktur dan Pemisahannya.....	15
4)	Berdasarkan Asal.....	16
5)	Berdasarkan Kerapatan pori .....	17
6)	Berdasarkan Bentuk.....	18
7)	Berdasarkan Fungsi.....	19
3.	Instrumentasi.....	21
1)	<i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM) .....	21
2)	Permeabilitas Membran .....	22
3)	<i>Fourier Transform Infrared</i> (FTIR).....	23
4.	Metode Pembuatan Membran .....	25
B.	Limbah Laboratorium .....	30
C.	Polisulfon (PSF).....	31
D.	<i>N-Methyl Pirrolidone</i> (NMP).....	32
E.	<i>Zinc Oxide</i> (ZnO).....	34
F.	Klorin (Cl).....	35
1.	Pengertian Klorin.....	35
2.	Bahaya Klorin.....	38
G.	Kajian Pustaka.....	39
H.	Hipotesis .....	40

### **BAB III : METODE PENELITIAN**

A.	Tempat dan Waktu Penelitian .....	42
B.	Alat dan Bahan .....	42
C.	Metode .....	43

## **BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN**

A. Pembuatan membran.....	46
1. Membran PSF.....	46
2. Membran PSF/PSF-ZnO.....	47
B. Karakterisasi membran.....	48
1. Scanning Electron Microscopy (SEM).....	48
2. Analisis Contact Angel.....	50
3. Karakterisasi Gugus Fungsi membran PSF/PSF-ZnO Menggunakan Spektrofotometer <i>Fourier Transform Infrared (FTIR)</i> .....	52
C. Penentuan kadar Ion $Cl^-$ dalam limbah laboratorium .....	54
D. Pengaruh Konsentrasi ZnO Terhadap Kinerja Membran.....	55
1. Pengaruh Konsentrasi ZnO Terhadap Fluks Membran .....	56
2. Pengaruh Konsentrasi ZnO Terhadap Koefisien Rejeksi Membran .....	58

## **BAB V : PENUTUP**

A. Kesimpulan.....	62
B. Saran .....	63

<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>64</b>
----------------------------	-----------

<b>LAMPIRAN-LAMPIRAN.....</b>	<b>70</b>
-------------------------------	-----------

<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP .....</b>	<b>79</b>
-----------------------------------	-----------



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Judul</b>	<b>Halaman</b>
Tabel 2.1	Kisaran Nilai Fluks	24
Tabel 2.2	Range Panjang Gelombang berbagai Gugus Fungsi	31
Tabel 4.1	Hasil Uji FTIR Membran PSF/PSF-ZnO	51
Tabel 4.2	Hasil perhitungan kadar ion Cl <sup>-</sup>	55
Tabel 4.3	Hasi uji Fluks Membran	56
Tabel 4.4	Hasil Filtrasi Limbah Laboratorium	59



## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Aliran Pada Membran	13
Gambar 2.2	Skema Pemisahan Pada Membran	25
Gambar 2.3	Membran Berdasarkan Morfologi	28
Gambar 2.4	Jenis Membran Berdasarkan Struktur dan Prinsip Pemisahannya	29
Gambar 2.5	Prinsip Kerja Scanning Electron Microscopy (SEM)	33
Gambar 2.6	instrumen FTIR	38
Gambar 2.7	Skema instrumen FTIR	40
Gambar 2.8	Struktur Polisulfon (PSF)	43
Gambar 2.9	Rumus Molekul <i>N-Methyl Pirrolidone</i> (NMP)	45
Gambar 2.10	Struktur <i>Zinc Oxide</i> (ZnO)	48
Gambar 4.1	Gambar membran	56



	PSF	
Gambar 4.2	Gambar Membran PSF-ZnO	47
Gambar 4.3.	Membran PSF/PSF-ZnO sebelum dan Setelah Filtrasi	49
Gambar 4.4	Hasil uji Contact Angle	51
Gambar 4.5	Hasil Uji FTIR Pada membran PSF/PSF-ZnO	52
Gambar 4.6	Pengaruh Konsentrasi ZnO Terhadap Fluks Membran	57
Gambar 4.7	Pengaruh Konsentrasi ZnO Terhadap Koefisien Rejeksi Membran	60





# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Bertambahnya jumlah penduduk dan pertumbuhan ekonomi, kebutuhan akan air bersih meningkat secara kualitatif dan kuantitatif. Beberapa faktor mempengaruhi permintaan air, termasuk budaya atau kebiasaan, ekonomi, pendidikan, kesadaran lingkungan, ketersediaan air, dan waktu dalam setahun. Rata-rata kebutuhan air minum per kapita penduduk Indonesia belum diketahui secara pasti, namun kebutuhan perencanaan pengolahan air bersih sekitar 125-150 liter per orang per hari. Air merupakan kebutuhan pokok manusia dalam segala macam aktivitas. Di rumah, air digunakan untuk minum, memasak, mandi, dan juga untuk mencuci. Air yang digunakan sehari-hari harus memenuhi persyaratan baik secara kualitatif maupun kuantitatif. Dari segi kualitas, air harus tersedia dalam kondisi yang memenuhi syarat kesehatan. Kualitas air dapat dilihat secara fisik, kimia dan biologis (Mega, 2019). Bahkan dalam al-quran QS. Albaqarah ayat 164 menjelaskan bahwa air mampu menghidupkan bumi yang sudah mati.

فِي تَجْرِي اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ وَالْفُلُوكِ وَالنَّهَارِ اللَّيْلِ وَالْأَرْضِ وَالسَّمَاوَاتِ خَلْقٍ فِي إِنَّ  
مَوْتَهَا بَعْدَ الْأَرْضِ بِهِ فَأَحْيَا مَاءً مِنَ السَّمَاءِ مِنَ اللَّهِ أَنْزَلَ وَمَا النَّاسُ يَنْفَعُ بِمَا الْبَحْرُ  
وَالْأَرْضِ السَّمَاءِ بَيْنَ الْمُسْتَحَرِّ وَالسَّحَابِ الرِّيَّاحِ وَتَصْرِيفِ دَابَّةِ كُلِّ مَنْ فِيهَا وَبُنْتُ  
يَعْقِلُونَ لِقَوْمٍ لآيَاتٍ

*“Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, silih bergantinya malam dan siang, bahtera yang berlayar di laut membawa apa yang berguna bagi manusia, dan apa yang Allah turunkan dari langit berupa air, lalu dengan air itu Dia hidupakan bumi sesudah mati (kering)-nya dan Dia sebarkan di bumi itu segala jenis hewan, dan pengisaran angin dan awan yang dikendalikan antara langit dan bumi; sungguh (terdapat) tanda-tanda (keesaan dan kebesaran Allah) bagi kaum yang memikirkan”.*

Selain untuk memenuhi kebutuhan dasar manusia, air juga berperan penting dalam memenuhi kebutuhan kegiatan ekonomi dan sosial seperti industri, rumah sakit, hotel, perdagangan, pendidikan, dll. Jumlah kebutuhan air minum untuk setiap kegiatan berbeda, begitu juga persyaratan mutunya tergantung dengan jenis kegiatannya, namun saat ini di Indonesia banyak air yang tercemar (Kevinnia, 2020). Air limbah adalah limbah cair yang dibuang ke lingkungan oleh suatu perusahaan atau kegiatan yang diyakini dapat menurunkan kualitas kegiatan rumah tangga, air tanah,

air permukaan, dan air limbah laboratorium (Sugiharto, 1987). Limbah cair merupakan salah satu jenis limbah yang dihasilkan oleh laboratorium UIN Walisongo. Limbah cair ini berasal dari hasil atau sisa reaksi kimia, hasil cucian peralatan, bahan habis pakai dari kegiatan yang telah berlangsung. Limbah laboratorium kimia UIN Walisongo termasuk limbah B3 karena salah satunya mengandung berbagai macam logam berat yang banyak dihasilkan dari sisa atau hasil praktikum kimia analitik.

Laboratorium wajib mengolah limbah dengan baik untuk mengatur kadar limbahnya setiap sebelum dibuang ke perairan lepas, Karena di Indonesia peraturan tentang kualitas air limbah, hal ini tertuang dalam Peraturan Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Limbah Cair oleh Kementerian Lingkungan Hidup. Aktivitas laboratorium kerap kaitannya dengan pemakaian bahan kimia yang bersifat asam, korosif dan beracun. Mulai dari persiapan bahan sampai pengujian, baik pengujian kimia, fisika, maupun biologi.

Pengujian yang dilakukan di laboratorium kimia menghasilkan air buangan yang biasa disebut dengan limbah cair laboratorium (Noor Seha, 2017) dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 101 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah Bahan

Berbahaya dan Beracun (B3), air limbah laboratorium tergolong limbah B3, karena terdapat senyawa beresiko dalam limbah laboratorium, salah satunya merupakan logam berat. Limbah dibedakan menjadi tiga berdasarkan karakteristiknya, meliputi limbah analisis asam basa, limbah logam berat, dan limbah organik. Unsur-unsur berbahaya yang ada dalam limbah cair diantaranya adalah logam terlarut seperti besi (Fe), cadmium (Cd), mangan (Mn), krom (Cr), cobalt (Co), tembaga (Cu), seng (Zn), timbal (Pb), dan nikel (Ni). Unsur-unsur berbahaya yang ada dalam limbah cair Salah satunya adalah ion  $\text{Cl}^-$ . Ion  $\text{Cl}^-$  biasanya ditemukan dalam limbah hasil dari praktikum analitik (Yelmida & Chairul, 2015).

Pentingnya dilakukan pengolahan air limbah laboratorium ialah untuk mengatur kualitas limbah agar memenuhi baku mutu sebelum dibuang ke perairan bebas. Limbah diolah dengan menyesuaikan parameter kadar limbah supaya berada dalam batas yang telah ditentukan. Dalam pengolahan limbah cair laboratorium, penurunan kadar logam berat merupakan langkah penting. Kadar logam berat perlu ditindak lanjuti karena apabila tidak segera diatasi dapat berpotensi besar mempengaruhi rantai makanan di ekosistem, seperti halnya ion logam Cl. Dampak terhadap kesehatan yang

ditimbulkan oleh klorin terutama senyawa organoklorin seperti Dioksin, DDT, PCBs dan senyawa lainnya diantaranya dapat merusak ginjal dan hati, mengganggu sistem imunitas tubuh, sistem syaraf dan sistem reproduksi serta dapat menyebabkan keguguran dan kanker (Handoko, C. T., et all, 2015) .

Limbah industri yang mengandung klorin juga dapat menyebabkan pencemaran lingkungan perairan dan mengancam ekosistem yang ada (BPOMRI, 2014). Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan melakukan penjernihan air. Metode yang dapat digunakan untuk mengolah logam berat sangat beragam, seperti adsorpsi, pengendapan, penguapan, ekstraksi pelarut, pertukaran ion, membran dan reverse osmosis (Handoko, C. T., et all, 2015).

Teknologi membran digunakan sebagai metode dalam penelitian ini. Teknologi membran untuk pengolahan air murni merupakan salah satu proses pengolahan air yang berkualitas baik. Saat ini, pengolahan air murni dengan teknologi membran dengan bahan kimia mampu menghasilkan air dengan kualitas baik. Teknologi membran memberikan potensi besar untuk meningkatkan keberlanjutan sumber daya air.



Teknologi membran merupakan salah satu teknologi pengolahan air murni dimana membran dapat memisahkan komponen secara spesifik, dapat beroperasi pada temperatur rendah, kontinyu dan hemat energi, proses tidak merusak zat yang dipisahkan dan tidak menimbulkan efek negatif pada lingkungan. Dalam penelitian ini akan digunakan membran ultrafiltrasi, membran ultrafiltrasi merupakan suatu membran yang memiliki nilai fluks antara 10-50 L.m<sup>2</sup>/jam. Membran UF biasanya akan menghilangkan kotoran dari zat yang mempunyai berat molekul tinggi (Nusa Idaman Said, 2009)

Membran memiliki banyak kelebihan untuk digunakan dalam proses pemisahan. Kelebihan membran diantaranya yaitu : memiliki pemisahan yang sederhana, dapat dilakukan pada suhu kamar, sifatnya tidak merusak, sehingga tidak terjadi perubahan (degradasi) yang disebabkan oleh zat kimia dan fisika yang terpisah, dan membran juga memiliki kelebihan dalam proses pemisahannya yaitu pemisahannya dapat berlangsung terus menerus dan tidak memerlukan energi yang terlalu banyak (Mulder, 1996).

Bahan dasar untuk pembuatan membran ialah suatu polimer. Berbagai macam polimer telah banyak

digunakan sebagai bahan pembuatan membran. Polimer yang umum digunakan antara lain polisulfon, polieter sulfon, selulosa asetat, poli amida, poli eter keton, dan sebagainya.

Ada banyak aditif polimer untuk pembuatan membran, mulai dari yang sangat mahal hingga yang murah. Bahan yang digunakan dalam penelitian antara lain polisulfon (PSF) sebagai polimer, N-metilpirolidin (NMP) sebagai pelarut, dan oksidasi seng (ZnO) sebagai aditif. Polisulfon merupakan polimer yang sering digunakan untuk bahan dasar dalam pembuatan membran. Hal ini karena polisulfon memiliki ketahanan yang baik terhadap suhu tinggi, kisaran pH yang luas yaitu 1-13, ketahanan yang baik terhadap klorin, dan mudan dalam pembuatan. Polisulfon merupakan salah satu bahan membran ultrafiltrasi. Membran polisulfon merupakan membran yang bersifat hidrofobik dan memiliki sifat mekanik yang baik, memiliki pori-pori yang relatif besar, sehingga debit airnya juga besar. Namun, membran jenis ini memiliki kelemahan yaiturentan terhadap fouling. Fouling merupakan kejadian menempelnya partikel-partikel yang yang tidak diinginkan pada saat proses filtrasi (Hartini, A. S., Syahbanu, I., 2018).

ZnO telah banyak banyak digunakan dalam hal ini karena stabilitasnya, ketersediaannya secara komersial, dan mudah didapatkan. Selain itu, ZnO dianggap sebagai pilihan ideal sebagai zat aditif untuk pengolahan air karena oksidasi dayanya yang tinggi, hidrofilisitas yang diinduksi , foto stabilitas jangka panjang, transparansi tinggi, stabilitas termal dan kimia yang baik, dan non-toksisitas (Sotto et al, 2011)

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan diatas, sehingga peneliti akan melakukan penelitian dengan judul “Sintesis dan Karakterisasi Membran PoliSulfon (PSF)-Seng Oksida (ZnO) untuk Filtrasi Ion  $Cl^-$  pada Limbah Laboratorium”.

## **B. Rumusan Masalah**

1. Bagaimana karakteristik membran PSF dan membran PSF-ZnO ?
2. Bagaimana kinerja membran PSF dan PSF- ZnO terhadap ion logam  $Cl^-$  ?

## **C. Tujuan Penelitian**

1. Mengetahui karakteristik membran PSF dan membran PSF-ZnO.
2. Mengetahu kinerja membran PSF dan PSF-ZnO terhadap ion logam  $\text{Cl}^-$ .

#### **D. Manfaat Penelitian**

1. Memberikan pengetahuan mengenai keefektifan membran PSF-ZnO untuk memfiltrasi ion logam  $\text{Cl}^-$
2. Memberikan pengaplikasian ilmu yang diperoleh penulis sewaktu perkuliahan dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan penelitian saat ini.

## **BAB II**

## TINJAUAN PUSTAKA

### A. Membran

#### 1. Definisi Membran

Membran berasal dari bahasa latin “membrana” yang artinya kulit kertas. Saat ini kata membran banyak digunakan untuk menggambarkan lembaran atau film fleksibel tipis, sifat membran yang semi permeable mampu menjadikan membran sebagai pemisah yang selektif antara dua fase (Natalia, 2017). Membran biasa diartikan sebagai media pemisahan berpori berupa lapisan tipis yang bersifat semipermeabel dan berfungsi sebagai pemisah antara partikel-partikel yang berukuran molekul (spesies) dalam suatu larutan. Partikel yang lebih besar dari pori-pori membran maka akan tertahan, namun partikel yang lebih kecil dari pori-pori membran akan mampu menerobos pori-pori membran tersebut. Proses pemisahan membran dapat terjadi karena perbedaan ukuran pori, bentuk, dan struktur kimia. Kelemahan teknologi membran berada pada nilai fluks (hasil akhir aliran air murni keluar dari membran) dan selektivitas (kemampuan membran untuk menyaring) karena fenomena aliran dalam proses membran umumnya berbanding terbalik dengan selektivitas.

Semakin tinggi aliran, semakin rendah selektivitas dan sebaliknya (Asih, 2018)

Secara umum, pemisahan yang terjadi pada membran dapat disimpulkan pada Gambar 2.1. Aliran umpan masuk ke dalam membran sehingga terpisah menjadi dua aliran, yaitu permeat dan retentat. Permeat merupakan hasil pemisahan yang diinginkan, ditunjukkan oleh panah biru dan merah. Retentat ditunjukkan oleh panah kuning dan hijau, seperti yang disajikan pada Gambar 2.1.



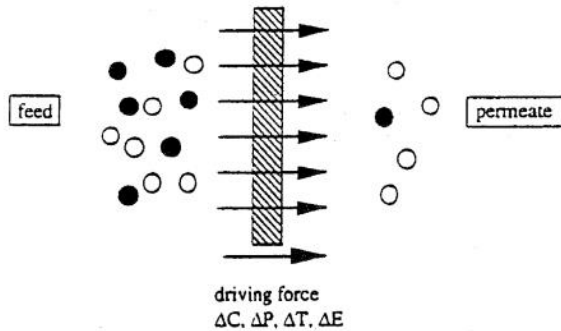
**Gambar 2.1** Aliran pada membran (Asih, 2018)

Membran memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan proses-proses pemisahan yang lain, diantaranya yaitu:

1. Pemisahan dapat berlangsung terus menerus
2. Penggunaan energi yang sangat rendah
3. Teknologi membran dapat dengan mudah digabungkan dengan teknologi pemisahan lainnya (proses hybrid)

4. Teknologi membran dapat dibuat dengan mudah
5. Bahan yang dapat digunakan pada membran sangat banyak sehingga dapat dengan mudah saat digunakan (Nusa Idaman Said, 2009).

Teknologi membran merupakan proses pemisahan pada tingkat molekuler dari partikel-partikel yang sangat kecil. Teknologi pemisahan menggunakan membran karena membran memiliki kemampuan untuk menggerakkan suatu komponen lebih cepat dari komponen lainnya karena perbedaan sifat fisik dan kimia membran dan komponen yang terpisah. Perubahan membran dapat terjadi karena adanya gaya penggerak pada umpan, yang dapat terjadi dalam bentuk perbedaan tekanan ( $\Delta P$ ), perbedaan konsentrasi ( $\Delta C$ ), perbedaan potensial listrik ( $\Delta E$ ), dan perbedaan suhu. ( $\Delta T$ ), serta selektivitas membran, yang disebabkan oleh penolakan dinyatakan rejeksi ( $R$ ). Hasil pemisahan berupa permeat (bagian dari campuran yang melewati membran) seperti yang disajikan pada Gambar 2.2 (Mulder, 1996).



**Gambar 2.2** Skema pemisahan dengan membran (Mulder, 1996)

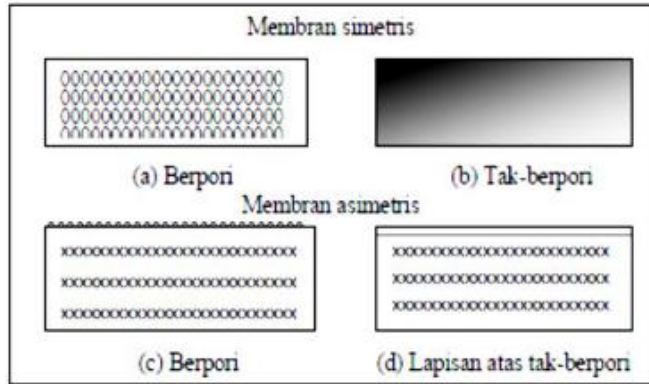
## 2. Macam-macam membran

1. Berdasarkan jenisnya membran terbagi menjadi 2 antara lain:
  - a) Membran non-komposit adalah membran berpori yang terbuat dari polimer yang memiliki sifat buruk seperti selektivitasnya yang biasanya rendah.
  - b) Membran komposit adalah membran asimetris yang terdiri atas lapisan yang memiliki kerapatan pori sangat rapat dan lapisan pembawa dengan bahan yang berbeda. Membran ini dapat memberikan kinerja yang optimal dalam hal selektivitas dan stabilitas termal (Rochmach, 2016).



## 2. Berdasarkan Morfologi

- a) Membran simetrik yaitu membran yang mempunyai ketebalan pori 10-200  $\mu\text{m}$ . Membran simetrik mempunyai struktur pori-pori yang homogen diseluruh bagian membran. Jenis membrane ini kurang efektif karena membran ini memungkinkan dapat lebih cepat terjadinya penyumbatan pori dan mengakibatkan *fouling* atau penyumbatan pori pada suatu yang akan penggunaanya (Mulder, 1996)..
- b) Membran asimetrik yaitu membran yang terdiri dari dua lapisan antara lain: kulit yang tipis dan rapat dengan ketebalan 0,1-0,5  $\mu\text{m}$  dan lapisan pendukung berpori besar dengan ketebalan 50-150  $\mu\text{m}$ . Membran asimetrik menghasilkan selektivitas yang lebih tinggi disebabkan oleh rapatnya lapisan atas membran dan mempunyai kecepatan permeat yang tinggi karena tipisnya membran (Mulder, 1996)..

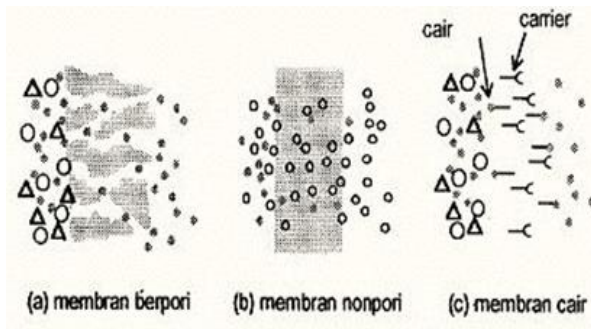


**Gambar 2.3** membran berdasarkan Morfologi (Mulder, 1996).

- c) *Carrier membrane* (Membran pembawa) yaitu membran yang mempunyai prinsip pemisahan yang tak ditentukan oleh membran atau bahan bahan membran, tetapi ditentukan oleh molekul pembawa (*carrier moleculer*) yang sangat spesifik. Cairan yang mengandung media pembawa diletakkan di dalam pori-pori membran. Komponen yang dipisahkan dapat berupa gas atau cairan ionik maupun non ionik (Amiyati et al., 2017).

### 3. Membran Berdasarkan Struktur dan Prinsip Pemisahannya

Skema pemisahan membran berdasarkan struktur dan prinsip pemisahannya tercantum dalam Gambar 2.4 berikut.



**Gambar 2.4** Jenis membran berdasarkan struktur dan prinsip pemisahannya (Amiyati et al., 2017)

- a) Membran berpori yaitu membran yang memiliki pori-pori dan memiliki prinsip pemisahan berdasarkan pada perbedaan ukuran partikel dengan ukuran pori membran. Selektifitas pemisahan ditentukan oleh ukuran pori dan hubungannya dengan partikel yang akan dipisahkan.
- b) Membran tidak berpori adalah membran yang memisahkan molekul-molekul yang tidak dapat dipisahkan oleh membran berpori. Prinsip

pemisahan didasarkan pada perbedaan kelarutan atau difusibilitas(Amiyati et al., 2017).

c) Membran cair adalah membran yang pemisahannya tidak ditentukan oleh membran atau bahan penyusun membran, namun pada sifat spesifik molekul pembawa. Media pembawa adalah cairan yang terkandung dalam pori-pori membran(Amiyati et al., 2017).

#### 4. Berdasarkan Asal

a) Membran alami merupakan membran yang berada pada sel makhluk hidup yang terbentuk dengan sendirinya. Membran ini biasanya terbuat dari selulosa dan derivatnya, contohnya selulosa nitrat dan selulosa asetat.

b) Membran sintetis merupakan membran yang dapat dibuat dari material tertentu. Contoh membran sintetik seperti poliamida, polisulfon dan polikarbonat Membran sintetis terbagi menjadi dua yaitu membran organik, contohnya: polimer dan membran anorganik, contohnya: keramik (Natalia, 2017).

#### 5. Berdasarkan Kerapatan Pori

Berdasarkan pori membran terbagi menjadi 5 yaitu:

- a) Makropori merupakan membran yang memiliki ukuran pori lebih besar dari 50 nm.
  - b) Mesopori merupakan membran yang memiliki pori berukuran antara 2–50 nm,
  - c) Mikropori merupakan membran yang memiliki berukuran kurang dari 2 nm,
  - d) Membran non pori merupakan membran yang dimanfaatkan sebagai pemisah partikel dengan ukuran yang sama baik, yang berbentuk gas ataupun cairan(Widayanti, 2013).
6. Berdasarkan bentuk
- a) Membran datar adalah membran dengan penampang yang besar dan lebar. Saat mengoperasikan membran datar, perbedaan dibuat antara: Membran datar yang terdiri dari satu lembar dan membran datar berlapis yang terdiri dari beberapa lembar yang disusun berlapis-lapis yang menyediakan spacer antara membran yang berdekatan.
  - b) membran spiral adalah membran datar yang berlapis-lapis kemudian dililitkan dengan tabung tengah berbentuk spiral.

c) Membran tubulus adalah membran yang berbentuk tabung memanjang. Membran tubular dibagi menjadi tiga macam, antara lain:

- 1) Membran serat berongga yaitu membran yang memiliki diameter kurang dari 0,5 mm.
- 2) Membran kapiler yaitu membran yang memiliki diameter antara 0,5-5,0 mm.
- 3) Membran tubular yaitu membran yang memiliki diameter lebih dari 5,0 mm (Natalia, 2017).

#### 7. Berdasarkan Fungsi

Membran mikrofiltrasi yaitu membran yang dapat dibedakan menjadi dua antara lain: membran reverse osmosis (RO) dan ultrafiltrasi (UF) berdasarkan ukuran partikel yang dipisahkannya. Membran mikrofiltrasi, tidak dapat merejeksi garam-garam, membran ini berukuran dari 0,1 sampai 10 mikrometer (Mulder, 1996).

- a) Ultrafiltrasi yaitu membran yang memiliki ukuran pori antara 0,1  $\mu\text{m}$  sampai 0,1 nm. Ultrafiltrasi biasanya digunakan untuk memisahkan makropartikel dan koloid dari larutannya. Membran ultrafiltrasi dan makrofiltrasi merupakan membran berpori

dimana rejeksi suatu zat pelarutnya dipengaruhi oleh ukuran dan besar zat terlarut relatif terhadap ukuran pori membran, (Mulder, 1996).

- b) Nanofiltrasi merupakan suatu membran yang akan digunakan jika membran ultrafiltrasi dan mikrifiltrasi tidak dapat memisahkan air secara sempurna sesuai apa yang diharapkan. Nanofiltrasi dapat menghasilkan proses pemisahan yang sangat terjangkau dan ekonomis, tetapi membran ini belum dapat mengolah mineral terlarut warna dan salinitas air. Selain itu, nanofiltrasi dapat memisahkan ion divalensi ( $Mg^{2+}$  dan  $Ca^{2+}$ ), penghilangan kesadahan Tipikal rejeksi (5 bar, 200 ppm): 60 % NaCl, 80 %  $Ca(CO_3)_2$ , 98 %  $MgSO_4$ , Glukosa, Sukrosa. Biasanya nanofiltrasi digunakan untuk memisahkan gula (sumber C-eksternal), eliminasi warna, TOC, TDS, dan kesadahan, logam berat.
- c) Reverse osmosis merupakan proses perpindahan pelarut dengan gaya dorong perbedaan tekanan, dimana beda tekanan yang digunakan harus lebih besar dari beda

tekanan osmosis. Ukuran pori pada proses osmosa balik antara 1-20 dan berat molekul solut yang digunakan antara 100-1000. Dengan adanya pengembangan membran asimetris proses osmosis balik menjadi sempurna, terutama digunakan untuk memproduksi air tawar dari air laut. tekanan operasi pada osmosis balik akan sangat besar untuk menghasilkan fluks yang sama dengan proses mikrofiltrasi dan ultrafiltrasi. Untuk itu pada umumnya, membran osmosis balik memiliki sruktur asimetrik dengan lapisan atas yang tipis dan padat serta matriks penyokong dengan tebal 50sampai 150  $\mu\text{m}$ . Tahanan ditentukan oleh lapisan atas yang rapat .

### **3. Karakterisasi Membran**

Ada beberapa metode karakterisasi membran antara lain:

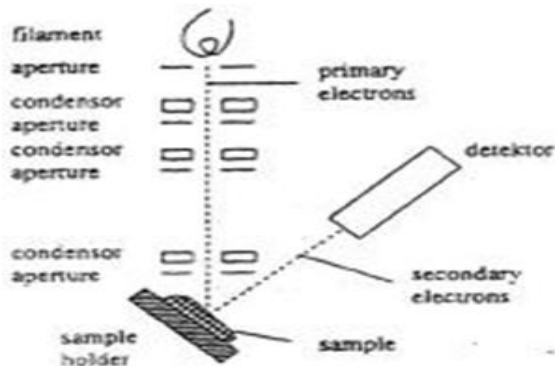
#### **1) Scanning Electrín Microscopy (SEM)**

SEM adalah salah satu alat yang dapat digunakan untuk karakterisasi membran untuk mengetahui struktur pori. SEM dapat mampu mengetahui semua struktur membran, termasuk



struktur permukaan membran dan penampang membran.

Prinsip kerja SEM dimulai dengan berkas elektron primer dengan energi kinetik 125 kV menumbuk sampel membran. Setelah terkena pada membran, elektron dipantulkan atau dipancarkan. Elektron yang dipantulkan ini disebut elektron sekunder yang akan muncul dan menentukan gambar yang terlihat pada layar gambar mikroskop alat SEM. (Mulder, 1996). Prinsip kerja SEM dapat dilihat pada Gambar 2.5.



**Gambar 2.5** Prinsip kerja Scanning Electron Microscopy (Mulder, 1996)

## 1) Permeabilitas

Membran yang baik adalah yang memiliki permeabilitas dan selektivitas yang tinggi. Permeabilitas membran diukur dengan menentukan koefisien tolakannya, rejeksi adalah kemampuan membran untuk menahan partikel terlarut saat pelarut mengalir melalui membran. Karakterisasi ini digunakan untuk mengetahui ketahanan membran terhadap gaya luar yang dapat merusak membran.

Permeabilitas membran adalah kecepatan suatu spesies atau komponen melewati membran. Dalam istilah kuantitatif, permeabilitas membran sering dinyatakan dalam fluks atau koefisien permeabilitas. Pengertian fluks adalah jumlah volume permeat yang melewati satuan luas membran dalam waktu tertentu dengan adanya tekanan.. Secara sistimatis fluks dirumuskan sebagai berikut:

$$J = \frac{V}{A \cdot t} \dots\dots\dots \text{II.I}$$

Dengan

J adalah Fluks ( $L/m^2 \cdot jam$ ),

V adalah volume permeat (ml),

A adalah Luas permukaan membran ( $m^2$ ),

t adalah waktu (jam).

Untuk mengetahui jenis suatu membran dapat dilihat pada Tabel 2.1 yang menerangkan besaran nilai fluks.

**Tabel 2.1** Kisaran nilai Fluks

Proses membran	Besaran nilai Fluks (L.m <sup>2</sup> /jam)
Mikrofiltrasi	>50
Ultrafiltrasi	10-50
Nanofiltrasi	1,40-12
Osnosis Balik	0,05-1,4

Membran yang efektif dan efisien merupakan membran yang memiliki laju alir yang tinggi. Masalah yang biasanya terjadi pada saat penggunaan membran yaitu menurunnya nilai fluks dari waktu ke waktu(Natalia, 2017).

$$\%R = (1 - (C_p/C_f)) \times 100 \dots\dots\dots \text{II.II}$$

Dengan  
R adalah Rejeksi  
C<sub>p</sub> adalah Konsentrasi permeat  
C<sub>f</sub> adalah Konsentrasi umpan.

2) *Fourier Transform Infrared (FTIR)*

Fourier Transform Infrared (FTIR) atau spektroskopi inframerah adalah metode analisis komposisi kimia senyawa organik, coating, polimer, senyawa anorganik, sampelbiologis, dan mineral dengan menggunakan radiasi elektromagnetik pada

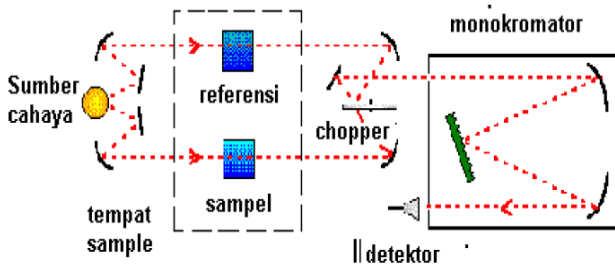
rentang panjang gelombang 0,75 hingga 1000 m atau bilangan gelombang. 13000. -10  $\text{cm}^{-1}$  Alat ini digunakan untuk mengidentifikasi gugus fungsi senyawa, mengetahui kemurnian, menentukan struktur molekul, dan mempelajari reaksi yang sedang berlangsung, instrumen FTIR dapat dilihat pada Gambar 2.6 (V et al., 2011).



**Gambar 2.6** Instrumen FTIR

Spekrofotometer FTIR banyak digunakan untuk mempelajari suatu material senyawa khususnya senyawa organik melalui analisa struktur ataupun gugus fungsinya. Suatu radiasi inframerah yang melewati suatu molekul, maka molekul tersebut akan menyerap sejumlah energi yang dipancarkan sehingga menyebabkan ikatan pada suatu molekul mengalami vibrasi atau getaran. Berbeda dengan serapan ultraviolet dengan energinya yang mampu mengeksitasi sebuah elektron menuju orbital dengan tingkat energi yang lebih tinggi, radiasi inframerah

tidak memiliki cukup energi untuk membuat elektron tereksitasi. Dengan demikian, serapan inframerah dengan energinya hanya mampu menyebabkan bergetarnya atom-atom yang saling berikatan dalam suatu molekul, dimana suatu tipe ikatan atau gugus fungsi tertentu akan mengadsorp radiasi inframerah pada panjang gelombang yang khas atau spesifik (Sari, 2010). Berikut merupakan skema alat FTIR yang disajikan pada Gambar 2.7.



**Gambar 2.7.** Skema Instrumen FTIR (Dachriyanus, 2004).

Perubahan pada momen ikatan mempengaruhi besarnya energi yang dapat diadsorp. Semakin besar perubahan yang terdapat pada momen ikatan, maka semakin besar pula serapan energinya. Pada ikatan non polar (seperti halnya ikatan C-C) tidak terdapat perubahan pada momen ikatan, sehingga ikatan non polar

cenderung memiliki serapan energi yang lemah ataupun tidak mengadsorp radiasi inframerah. Berbeda dengan ikatan polar seperti halnya ikatan C=O yang memiliki serapan energi yang kuat (Sari, 2010) sebagai contoh range panjang gelombang seperti yang disajikan pada Tabel 2.2.

**Tabel 2.2.**Range panjang gelombang

<b>Range (cm<sup>-1</sup>)</b>	<b>Functional Group</b>
3300-3500	<i>N-H stretch,</i>
3500-3500	<i>O=C-N-H Stretch</i>
2260-2220	<i>Nitrile (CN)</i>
2950-2850	<i>C-H stretch</i>
3010-3100	<i>=C-H stretch</i>
1620-1680	<i>C=C Stretch</i>
1740- 1690	<i>Aldehyde C=O</i>
1750-1680	<i>Ketone C=O</i>
1750-1735	<i>Ester C=O</i>
2800-2700	<i>Aldehyde C-H Stretch</i>

(Sumber: (Khan, S.A., Khan, S.b., L. U., Farooq, A., Akhtar, K., and Asiri, 2018)

#### 4. Metode Pembuatan Membran

Teknik yang digunakan dalam proses fabrikasi membran meliputi sintering, stretching, track-etching, coating, dan phase inversion (Widayanti, N; 2013).

##### a. Sintering

Sintering adalah teknik yang sangat sederhana yang dapat dilakukan pada bahan organik dan anorganik. Berbentuk bubuk dan memiliki ukuran tertentu yang dikompresi dan disinter pada suhu tinggi. Pada tenting sintering biasanya menghasilkan membran yang memiliki ukuran pori antara 0,1 sampai 10  $\mu\text{m}$ .

##### b. Stretching

Stretching adalah proses produksi membran di mana film yang diekstrusi atau film yang terbuat dari bahan polimer kristal sebagian diregangkan ke arah proses ekstrusi sehingga molekul kristal sejajar satu sama lain. Saat terkena tekanan mekanis, ia pecah dan membentuk struktur pori dengan ukuran 0,1 sampai 0,3  $\mu\text{m}$ .

##### c. Track-Etching

Track-Etching merupakan proses di mana film atau lembaran dipancarkan oleh partikel

radiasi dengan energi tinggi tegak lurus terhadap arah film. Partikel akan membentuk jalur dan merusak matriks polimer. Film kemudian ditempatkan dalam penangas asam atau basa dan matriks polimer digores sepanjang jalan untuk terus membentuk pori-pori silinder yang sama dengan distribusi pori yang sempit.

d. Template-Leaching

Template-Leaching yaitu metode lain untuk menghasilkan membran berpori dengan menghilangkan salah satu komponennya (leaching). Dengan cara ini, membran kaca berpori dapat diproduksi.

e. Inversi fasa

Inversi fasa merupakan proses di mana bentuk polimer berubah dari fasa cair menjadi fasa padat dalam kondisi terkendali. Proses solidifikasi ini dimulai dengan transisi dari fase cair ke fase dua-cair (liquid-liquid separation). Pada titik tertentu selama proses pemisahan, salah satu fase cair (fase polimer sangat pekat) memadat, sehingga terbentuk matriks padat..



## **B. Limbah Laboratorium**

Laboratorium adalah salah satu tempat yang menghasilkan limbah cair, padat, maupun gas baik yang bersifat B3 ataupun tidak. Kuantitas limbah laboratorium terhitung kecil dibandingkan limbah industri, sedangkan bahan pencemar yang terkandung bervariasi dan ada kandungan bahan berbahaya. Limbah yang dihasilkan oleh laboratorium relatif lebih banyak limbah cair karena sisa-sisa hasil reaksi dan bahan yang digunakan pun kebanyakan zat cair.

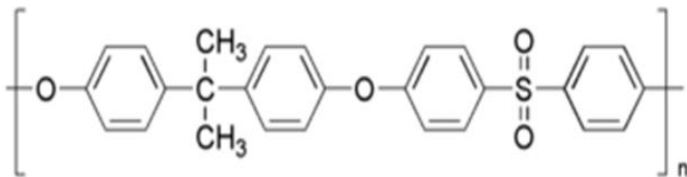
Limbah cair adalah air buangan yang dapat menimbulkan dampak yang buruk dan tidak dapat dimanfaatkan lagi untuk manusia, makhluk hidup lain, serta lingkungan (Mardana dkk, 2007). Limbah cair laboratorium biasanya berasal dari sisa-sisa hasil reaksi atau sisa bahan yang telah kadaluarsa. Salah satu zat bahaya yang ada pada limbah laboratorium adalah logam berat.

Logam berat memiliki toksisitas yang paling tinggi dalam hal parameter toksisitas yang dapat menyebabkan metabolisme makhluk hidup terganggu. Tingginya kadar logam berat dalam tubuh manusia dapat mengakibatkan disfungsi pada metabolisme dan

keracunan. Bahkan hal terburuknya dapat mengakibatkan kematian.

### C. Polisulfon (PSF)

Polisulfon merupakan Polimer termoplastik, Polimer ini dikenal karena keseimbangannya pada temperatur yang tinggi . Polisulfon membawa subunit aril -SO<sub>2</sub>-aril, yang merupakan karakteristik dari gugus sulfon seperti yang disajikan pada Gambar 2.8.



**Gambar 2.8** Struktur polisulfon (Hartini et al., 2018)

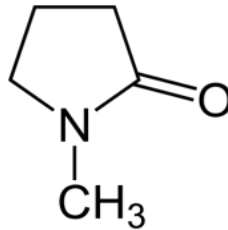
Polysulfon ditemukan pada tahun 1965 oleh Union Carbide. Polysulfon biasanya digunakan dalam aplikasi khusus bahkan sering digunakan sebagai pengganti polikarbonat. Polisulfon merupakan suatu polimer yang memiliki berat molekul besar, mengandung gugus sulfonat dan inti benzene dalam suatu rantai polimer utama. Polisulfon memiliki sifat yang keras, rigid, termoplastis dan punya temperatur

transisi gelas ( $T_g$ ) antara 1800-250 C (Hartini et al., 2018).

#### **D. N-Methyl 2 Pyrolidine (NMP)**

Pelarut yang digunakan pada penelitian ini adalah NMP. NMP adalah senyawa organik yang terdiri dari 5 gugus laktam. NMP berwujud cair tidak berwarna atau bening dan dapat berubah menjadi kuning apabila memiliki impuritas. Bersifat misibel terhadap air dan beberapa pelarut organik lainnya. NMP bersifat dipolar aprotik seperti dimetilformamide. NMP diproduksi secara industrial dengan menggunakan proses esterifikasi (World Health Organization, 2001).

NMP merupakan senyawa polar yang stabil. Zat ini sulit teroksidasi dengan udara namun dapat dengan mudah dimurnikan dengan distilasi bertingkat. NMP yang bersifat higroskopik ini memiliki berat molekul 99.13 g/mol dan densitas 1.028 g/cm<sup>3</sup>. Titik didihnya yaitu 202°C pada 101.2 Pa. NMP banyak digunakan pada industri petrokimia, mikroelektronika serta industri yang bergerak dibidang farmasi, kosmetik, pigmen, insektisida dan herbisida (World Health Organization, 2001) rumus senyawa NMP seperti halnya yang tersaji pada Gambar 2.9.



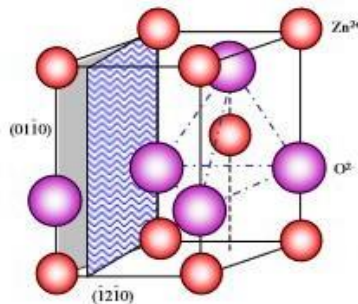
**Gambar 2.9** Rumus Molekul *N-Methyl 2 pyrolidine* (NMP)  
(World Health Organization, 2001)

#### **E. Zinc oxide ( ZnO)**

Seng Oksida (ZnO) adalah senyawa anorganik yang berbentuk bubuk putih hingga putih kekuningan. ZnO biasa digunakan sebagai bahan tambahan pada produk dan bahan seperti plastik, keramik, kaca, semen, karet (misalnya untuk karet ban), pelumas, dan lain sebagainya. Seng oksida merupakan material atau bahan yang unik yang memiliki sifat semikonduktor dan *piezoelectric dual properties*. ZnO merupakan bahan dengan band-gap yang lebar dengan senyawa semikonduktor yang cocok untuk aplikasi opto elektronik panjang gelombang pendek. Seng oksida juga merupakan bahan penyerap polutan yang baik. Saat material yang memiliki kandungan ZnO dan air maka

material tersebut akan meleleh karena bereaksi saat terkena sinar UV dan menghasilkan hydrogen peroksida seperti yang disajikan pada Gambar 2.10.

**Gambar 2.10** Struktur dari *Zinc Oxide* (ZnO)



## F. Klorin

### 1. Pengertian Klorin

Nama *Chlorine* pada awalnya berasal dari bahasa Yunani *khloros* yang berarti hijau. Secara umum, klorin merupakan unsur golongan halogen dengan nomor atom 17 terletak pada periode tiga dengan konfigurasi elektron [Ne] 3s<sup>2</sup> 3p<sup>5</sup>. Sifat klorin sangat reaktif dan merupakan oksidator kuat. Pada suhu -34°C, klorin berwujud cair dan berwujud padatan kristal kekuningan pada suhu -103°C (Hasan, 2006).

Klorin (Cl) adalah salah satu unsur yang terdapat di bumi dan jarang terdapat dalam bentuk bebas, memiliki warna kuning kehijauan dan berbau menyengat. Biasanya, klorin bergabung dengan unsur atau senyawa lain untuk membentuk garam natrium klorida (NaCl) atau ion klorida dalam air laut. Klorin banyak digunakan untuk desinfektan, pemutih, pembersih, atau pendingin (Hasan, 2006).

Klorin biasanya sangat mudah larut dalam air, namun jika terkena dengan uap akan berubah menjadi asam hipoklorit (HClO) dan asam klorida (HCl), yang akan terbentuk trihalometana (THM). Ketidakstabilan asam hipoklorit dapat terjadi pembentukan oksigen bebas, sehingga meningkatkan oksidasi klorin dan menyebabkan efek korosif (Hasan, 2006). Jenis klorin antara lain gas klorin (menyebabkan sensasi terbakar pada kulit, saluran pernapasan, dll), senyawa hipoklorit (tidak stabil saat terkena udara, cahaya, dan kelembaban, sehingga kadar klorin dapat turun secara drastis), kalsium hipoklorit (mudah larut dan bersifat korosif) dan natrium hipoklorit (mudah larut dalam air) Sodium hipoklorit biasa digunakan (Sutrisno, 2010). sekitar 70% dalam pembuatan pemutih, sekitar 5-10% sebagai pembersih dan desinfektan

dalam pengolahan air limbah sedangkan di industri natrium hipoklorit dapat mencapai 50% sebagai pemutih (Health Protection Agency, 2001).

Kandungan klorin pada natrium hipoklorit (NaOCl) berkisar 5-15% dengan konsentrasi klorin maksimum 15-17%. Konsentrasi klorin dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu suhu, cahaya, pH rendah, dan adanya kation logam berat seperti tembaga, nikel, dan kobalt. Residu klorin adalah residu yang dihasilkan dari reaksi senyawa klorin dengan senyawa organik atau anorganik tertentu dalam air.

Klorin dapat dimanfaatkan pada berbagai bidang, diantaranya pada bidang kesehatan dimanfaatkan untuk desinfektan sebagai media pengolahan air, untuk pemutih pada industri tekstil, pulp dan kertas. Dalam bidang pertanian klor juga banyak dimanfaatkan dalam pembuatan pestisida seperti *dikloro difenil trikloroetana* (DDT), *metaksklor*, *aldrin*, dan *dieldrin*. Sedangkan pada industri kimia dan industri lainnya klorin banyak digunakan sebagai bahan pembuatan berbagai produk seperti produk berbahan dasar plastik, seperti *poly vinyl chloride* (PVC). Selain itu dijumpai pula pada produk *dry cleaning*, *solvent*, lem, semen, pembungkus, dan

produk lainnya. Serta dalam bidang pembangkit listrik seperti PLTU dan PLT, klorin digunakan pada sistem pendingin (cooling system) sebagai pengontrol *biological fouling* (BPOMRI, 2014).

## **2. Bahaya dan Dampak Klorin (Cl)**

Klorin selain memiliki banyak manfaat di berbagai bidang, klorin juga memiliki dampak negatif. Klorin merupakan oksidator kuat dan bersifat sangat reaktif sehingga akan sangat mudah untuk bereaksi dengan senyawa lain dan membentuk senyawa-senyawa baru seperti senyawa organoklorin yang merupakan senyawa toksik dan dapat menyebabkan efek karsinogenik bagi manusia. Organoklorin merupakan senyawa unsur berbasis karbon yang mengandung satu atau lebih atom klorin. Penggunaan berbagai produk yang mengandung klorin berpotensi mencemari lingkungan baik udara, air, maupun makhluk hidup yang terdapat dalam lingkungan tersebut. jenis, jumlah kadar, serta tingkat toksisitas senyawa klorin mempengaruhi besarnya dampak yang ditimbulkan (Hasan, 2006).

Dampak terhadap kesehatan yang ditimbulkan oleh klorin terutama senyawa organoklorin seperti Dioksin, DDT, PCBs dan senyawa lainnya diantaranya



dapat merusak ginjal dan hati, mengganggu sistem imunitas tubuh, sistem syaraf (neurological), dan sistem reproduksi serta dapat menyebabkan keguguran dan kanker. Limbah industri yang mengandung klorin juga dapat menyebabkan pencemaran lingkungan perairan dan mengancam ekosistem yang ada. selain itu, cemaran klorin di udara atau atmosfer dapat pula merusak ozon. CFCs beserta komponen yang lain serta solvent klorin juga berkontribusi pada timbulnya efek gas rumah kaca. Senyawa organoklorin seperti trichloroethylene apabila terurai di udara juga turut berkontribusi pada terjadinya hujan asam (BPOMRI, 2014).

#### **G. Kajian Pustaka**

Peneliti terdahulu yang telah melakukan penelitian menggunakan membran diantaranya :

Menurut Sarihan (2017) Dalam penelitiannya dengan menggunakan inversi basa untuk preparasi membran PEF-ZnO. Penelitian ini menunjukkan bahwa ZnO mampu meningkatkan korosifitas dan kadar air membran meningkat hingga 21% dan 8%, ZnO juga mampu menurunkan sudut kontak dari PES murni 70° dan PES-ZnO 55°, dengan penambahan ZnO kinerja

fluks dan rejeksi meningkat. Hal tersebut menandakan bahwa ZnO mampu meningkatkan ketahanan fouling pada membran, namun pada penelitian ini tidak dilakukan uji FTIR untuk mengetahui gugus fungsi pada membran tersebut.

Menurut Riani (2014) dalam penelitiannya menerangkan bahwa membran polisulfon memiliki nilai fluks yang baik dan hasil akhir air gambut yang dihasilkan memenuhi standar air bersih berdasarkan PERMENKES RI, namun pada penelitian ini masih banyak terjadinya *fouling* pada membran.

Menurut Hidayah et al. (2021) dalam penelitiannya menerangkan bahwa penambahan zat aditif ZnO mampu menurunkan nilai sudut kontak secara signifikan, akan tetapi pada konsentrasi ZnO yang berlebih mengakibatkan peningkatan nilai sudut kontak secara signifikan, sedangkan pada nilai fluks diperoleh nilai fluks tertinggi pada konsentrasi zno 0,5% .

## **H. Hipotesis Penelitian**

Berdasarkan beberapa peneliti diatas ZnO dapat digunakan sebagai zat aditif pada membran dengan bahan utama polisulfon (PSF) yang memiliki nilai fluks

yang baik. penambahan ZnO diharapkan dapat mengurangi *hydrophobicity* dari *Psf* dengan variasi ZnO 0,5, 1, 1,5 wt% dan juga meningkatkan *water permeability* dari *Psf*. Selain itu penambahan ZnO juga diharapkan mampu meningkatkan stabilitas *thermal* dari membran *Psf*, sehingga dalam penelitian ini diharapkan membran PSF-ZnO mampu menurunkan kadar ion  $\text{Cl}^-$  yang ada pada limbah laboratorium.

## **BAB III**

### **METODOLOGI**

#### **A. Alat dan Bahan**

##### **1. Alat**

Alat-alat yang digunakan adalah: batang pengaduk, timbangan analitik, beaker erlenmeyer 50 mL, spatula, labu ukur, pengaduk magnet, kertas saring, *centrifuge*, *magnetic stirrer* merk DIAB MS7-H550, *Scanning Electron Microscopy* (SEM) Phenom Pro X yang dimiliki oleh Laboratorium Fisika UNNES), *Faurier Transform Infra Red* (FTIR) Bruker Alpha II.

##### **2. Bahan**

*Polyethersulfone* (PSF) dari merck, *Nmethyl-2-pyrrolidone* (NMP) (yang diperoleh dari toko kimia Jakarta), *Zinc Oxide* (ZnO) dari merck, limbah laboratorium (diambil dari limbah praktikum analitik di UIN Walisongi Semarang),  $\text{AgNO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (yang diperoleh dari toko kimia Indrasari).

## **B. Prosedur Penelitian**

### **1. Pembuatan Membran**

#### **a) Membran Polisulfon**

Pada tahap pembuatan membran polysulfone (PSF) dimulai dengan membuat larutan cetak yang terdiri dari polysulfon (PSF) dengan komposisi 20 %, dicampur pelarut n-methyl-2-pyrrolidone (NMP) 80 % dari total padatan. Membran di cetak menggunakan metode *wet phase investion*. Metode ini dilakukan dengan cara mencetak membran di atas pelat kaca dan diratakan menggunakan batang pengaduk. Kemudian pelat kaca dicelupkan ke dalam bak koagulasi. Membran yang telah dicetak kemudian dibiarkan selama 1 hari dalam air bersih. (Natalia, 2017).

#### **b) Membran PSF-ZnO**

Pada tahap pembuatan membran PSF-ZnO dimulai dengan membuat larutan cetak yang terdiri dari PSF dengan komposisi 20 %, dicampur pelarut n-methyl-2-pyrrolidone (NMP) 80 % dari total padatan kemudian ditambah ZnO dengan Komposisi 0,5wt%, 1wt%, 1,5wt% dari total NMP-ZnO. Membran di cetak menggunakan metode *wet phase invetion*. Metode ini dilakukan dengan caramencetak membran di atas pelat kaca. Kemudian pelat kaca dicelupkan ke dalam

bak koagulasi. Membran yang telah dicetak kemudian dibiarkan selama 1 hari dalam air bersih. (Natalia, 2017)

## **2. Karakterisasi Membran**

### **a) *Scanning Electron Microscopy (SEM)***

Salah satu cara untuk mengetahui struktur morfologi membran adalah dengan analisis *Scanning Electron Microscopy* (SEM). Membran dianalisis SEM untuk mengetahui bagaimana struktur morfologi membran tersebut.

### **b) *Analisis Contact Angle***

Analisis *contact angle* dilakukan untuk mengetahui sifat membran PSF-ZnO terhadap air, analisis *contact angle* dilaksanakan di Universitas Diponegoro Semarang.

### **c) *Analisis Gugus Fungsi FTIR***

Analisa dengan FTIR digunakan untuk mengetahui gugus fungsi yang ada dalam membran SiSK dan Si-Z diperoleh berdasarkan data serapan yang dihasilkan. Karakterisasi FTIR dilaksanakan di Laboratorium Fisika Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.

### **3. Pengujian Membran Untuk Analisis**

Membran PSF dan membran PSF-ZnO dipotong melingkar dengan diameter 47 mm sesuai sel filtrasi membran dan kertas saring, kemudian membran dan kertas saring dimasukkan kedalam alat filtrasi (reaktor) , lalu dimasukkan 5m ml air limbah dan ditutup rapat, diberi tekanan sampai larutan menembus selama 40 menit. Diukur nilai fluks membran dan koefisien rejeksi dengan mengukur konsentrasi limbah sebelum dan setelah melewati membran. Untuk mendapatkan nilai fluks menggunakan persamaan II.I sedangkan untuk koefisien rejeksi menggunakan persamaan II.II (Lestari, 2012).

### **4. Analisis Ion Cl<sup>-</sup> Pada Limbah Laboratorium**

Pada analisa ion Cl<sup>-</sup>, bahan yang digunakan antara lain : larutan AgNO<sub>3</sub> 0,1 N, larutan K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 0,01 N. Pertama, ambil sampel sebanyak 5 ml sebagai bahan titrasi, tambahkan larutan K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 10% sebanyak 3 tetes. Kemudian lakukan titrasi dengan menggunakan AgNO<sub>3</sub> hingga warna coklat/ merah bata pertama yang tidak hilang dengan

pengocokan. Kebutuhan titran yang dihasilkan digunakan sebagai perhitungan kadar Cl<sup>-</sup> dengan menggunakan rumus persamaan:

$$\text{Cl(ppm)} = (V.N) \text{ AgNO}_3 \cdot \text{BMCl} \cdot \frac{1000}{V.\text{Sampei}} \dots\dots\dots \text{III.I}$$



## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini akan dibahas tentang pembuatan membran polisulfon dan membran PSF-ZnO dengan berbagai variasi ZnO, membran yang telah dibuat kemudian diuji sudut kontaknya untuk mengetahui sifat membran, fluks dan persen rejeksinya. Karakterisasi membran menggunakan FTIR untuk mengetahui gugus fungsi yang ada pada membran dan SEM untuk memperoleh informasi tentang morfologi permukaan membran.

#### **A. Pembuatan membran**

##### **1. Membran PSF**

Proses pembuatan membran polisulfon (PSF) dimulai dengan membuat larutan dope yang terdiri dari PSF sebagai polimer utama dengan komposisi 20%, PSF dicampur dengan pelarut 1-methyl-2-pyrrolidone (NMP) 80%. Membran di cetak menggunakan metode *wet phase inversion*. Metode ini dilakukan dengan cara mencetak membran di atas pelat kaca kemudian

diratakan menggunakan batang pengaduk. Sebelum dicetak menjadi membran larutan di diamkan selama 30 menit untuk mengurangi gelembung dalam larutan. Kemudian pelat kaca dicelupkan ke dalam bak koagulasi. Membran yang telah dicetak dibiarkan selama 1 hari dalam air bersih. Hal tersebut bertujuan untuk menghilangkan pengotor yang ada pada pelarut. Membran kemudian dikeringkan pada suhu atmosfer selama 1 hari guna untuk menghilangkan kandungan pelarut pada membran. Membran PSF kemudian dikarakterisasi menggunakan FTIR dan SEM. Membran PSF dapat dilihat pada Gambar 4.1.



**Gambar 4.1.** Membran Polisulfon

## **2. Membran PSF-ZnO**

Proses pembuatan membran PSF-ZnO sama dengan pada proses pembuatan membran PSF. Namun,

pada pembuatan membran PSF-ZnO ditambahkan ZnO yang berperan sebagai zat aditif yang dapat meningkatkan sifat hidrofilik membran sehingga molekul air yang dapat lolos lebih banyak dan dapat meningkatkan nilai fluks. Penambahan ZnO dilakukan dengan 3 komposisi yang berbeda yaitu 0,5wt%, 1wt% dan 1,5wt% yang bertujuan untuk mengetahui kondisi optimum membran dari berbagai variasi. Membran PSF-ZnO dapat dilihat pada Gambar 4.2.

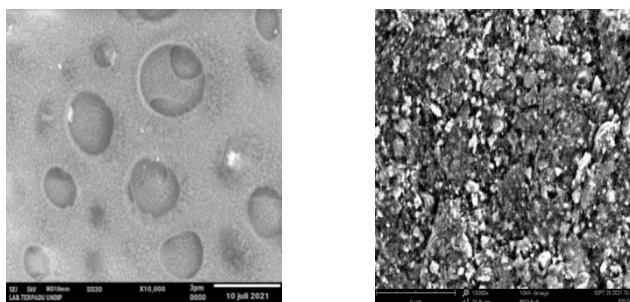


**Gambar 4.2.** Membran PSF-ZnO

## **B. Karakterisasi Membran**

### ***1. Scanning Elektron microscopy (SEM)***

Salah satu cara untuk mengetahui struktur morfologi membran adalah dengan analisis *Scanning Electron Microscopy* (SEM). Membran dianalisis SEM untuk mengetahui bagaimana struktur morfologi membran tersebut. Hasil dari analisis SEM adalah foto permukaan dari membran dengan menggunakan mikroskop elektron seperti yang disajikan pada Gambar 4.3 (Mulder, 1996).



(a)

(b)

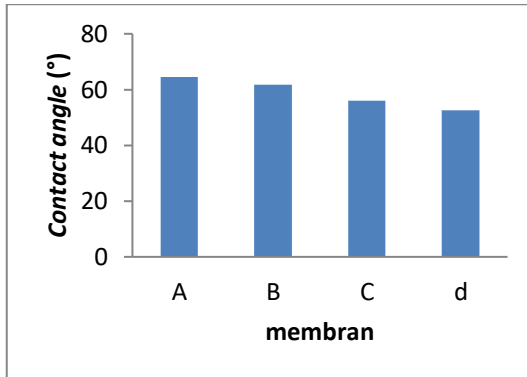
**Gambar 4.3.** Membran PSF-ZnO (a)sebelum filtrasi (b)setelah filtrasi

Pada gambar 4.3. dapat dilihat permukaan membran PSF-ZnO 0,5 wt% antara sebelum filtrasi dan setelah filtrasi pada pembesaran 10.000x. Pada gambar 4.3(a) menunjukkan membran sebelum filtrasi sedangkan pada gambar 4.3(b) menunjukkan membran setelah digunakan untuk filtrasi. Hasil uji SEM pada permukaan

membran sama dengan hasil penelitian Natalia (2017) yang menunjukkan bahwa adanya penutupan pada pori-pori pada permukaan membran dikarenakan terjadinya *fouling* pada saat proses filtrasi. *Fouling* merupakan kejadian menempelnya partikel-partikel yang yang tidak diinginkan pada saat proses filtrasi. Terjadinya *fouling* juga sebagai indikator bahwa membran tersebut berfungsi dengan baik, karena jika membran berfungsi dengan baik maka partikel yang tidak diinginkan akan tertahan dipermukaan membran (Sarihan, 2017b).

## **2. Analisis *Contact angle***

Pengukuran *contact angle* membran dilakukan pada membran PSF, PSF\_ZnO dengan variasi 0,5 wt%, 1wt%, 1,5wt%. Analisis *contact angle* digunakan untuk mengetahui membran terhadap air, apakah membran tersebut bersifat hidrofobik atau hidrofilik yang mana membran tersebut mampu melewati air dengan baik. Hasil uji *contact angle* dapat dilihat pada Gambar 4.4.

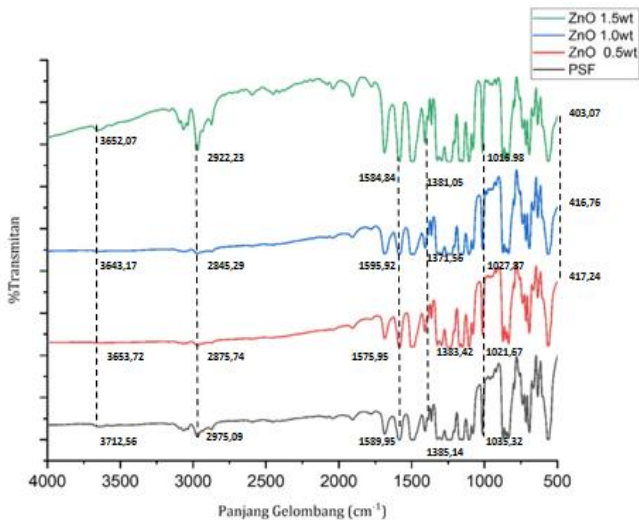


**Gambar 4.4** Hasil nilai *contact angle* membran (A)PSf, (B) PSf-ZnO 0,5wt%,(C) PSF-ZnO 1wt%, (C) PSF-ZnO 1wt%,(D)PSF-ZnO 1,5wt%

*Contact angle* dari berbagai variasi ZnO. Membran PSF memiliki nilai sudut kontak yang paling besar yaitu 63,67 hasil penelitian tersebut sesuai dengan hasil penelitian Natalia (2017) yang menjelaskan bahwa membran PSF lebih bersifat hidrofobik, sedangkan untuk penambahan ZnO mampu meningkatkan sifat hidrofilik pada membran ditandai dengan menurunnya nilai *contact angle* dari 61,17 menjadi 53,1. Hal tersebut dikarenakan ZnO dapat dengan mudah mengabsorpsi gugus hidroksil menjadi hidrofilik (Shen. et al, 2012). Hidroksil merupakan suatu gugus fungsional -OH yang digunakan sebagai substituen disebuah senyawa organik dan gugus ini terdapat pada rantai polimer membran.

### 3. Karakterisasi gugus fungsi membran menggunakan FTIR

Karakterisasi menggunakan FTIR dapat memberikan informasi berupa gugus fungsi yang terdapat dalam membran. Hasil karakterisasi membran PSF dan membran PSF-ZnO menggunakan FTIR seperti yang disajikan pada gambar 4.5.



**Gambar 4.5.** Spektra FTIR

Dari data hasil pengujian FTIR diatas dapat disimpulkan seperti yang disajikan pada Tabel 4.2.

**Tabel 4.1.** Hasil Uji FTIR Membran PSF, PSF-ZnO

Jenis Serapan	Bilangan gelombang membran PSF dan PSF-ZnO (cm <sup>-1</sup> )			
	0wt%	0,5wt%	1wt%	1,5wt%
Zn-O	-	417,24	416,76	403,67
O=S=O	1035,32	1027,87	1021,67	1016,98
C-O-C	1385,45	1383,42	1371,56	1381,05
C-C aromatik	1589,93	1575,59	1595,92	1584,84
C-H peregangan	825,86	843,34	835,98	835,93
C-C	1975,59	1986,59	1923,80	1948,34
C-H	2987,6	2987,56	2993,73	2975,21
O-H	3712,56	3653,72	3643,17	3602,57

Membran PSF dan PSF-ZnO yang telah dianalisis menggunakan FTIR, hasil analisis ditunjukkan pada gambar 4.5 dan interpretasi pola serapan yang ditampilkan pada Tabel 4.2. karakterisasi dengan FTIR dilakukan pada rentang bilangan gelombang 500-4000 cm<sup>-1</sup>. Bilangan gelombang 1035,32, 1027,87, 1021,67 dan 1016,98 serapan tersebut menunjukkan vibrasi O=S=O (Shen. et al, 2012). bilangan gelombang 1329,79, 1337,34, 1337,94 dan 1345,23 merupakan bilangan gelombang dari C-O-C, bilangan gelombang 417,25, 416,76 dan 403,67 menunjukkan gugus gugus dari Zn-O, bilangan gelombang 1589,93, 1575,59, 1595,92 dan 1584,84 merupakan gugus C-C aromatik



dan bilangan gelombang 825,86, 843,34, 835,98 dan 853,93 menunjukkan gugus C-H peregangan. Pada bilangan gelombang 1975,59, 1986,59, 1923,80 dan 1948,34 menunjukkan gugus C-C, sedangkan pada bilangan gelombang 3712,56, 3653,72, 3643,17 dan 3602,57 merupakan gugus O-H dan H<sub>2</sub>O yang diserap (Sarihan, 2017b).

### **C. Penentuan kadar ion Cl dalam limbah laboratorium**

Sampel limbah laboratorium diambil dari limbah praktikum Kimia Analitik di laboratorium UIN Walisongo pada Kamis, 19 Agustus 2021. Pengukuran ion Cl pada penelitian menggunakan metode Mohr, pengukuran ion Cl pada sampel 10 ml sebagai bahan titrasi, ditambahkan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> untuk menetralkan larutan limbah tersebut. Karena tingkat keasaman (pH) yang mengandung NaCl juga berpengaruh pada titrasi, jika pH terlalu asam akan terbentuk HgCr sehingga larutan AgNO<sub>3</sub> lebih banyak digunakan untuk membentuk Ag<sub>2</sub>Cr dan apabila terlalu basa maka Ag<sup>+</sup> akan diendapkan sebagai perak karbonat sehingga larutan AgNO<sub>3</sub> lebih banyak digunakan. Kemudian tambahkan larutan K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 10% sebanyak 3 tetes. lakukan titrasi dengan menggunakan AgNO<sub>3</sub>, dalam proses titrasi

$\text{AgNO}_3$  bereaksi dengan  $\text{AgCl}$  yang berwarna putih, saat  $\text{Cl}$  dalam limbah telah habis maka  $\text{Ag}$  dalam  $\text{AgNO}_3$  akan bereaksi dengan  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_4$  yang ditandai warna coklat/merah bata pertama yang tidak hilang dengan pengocokan. Banyaknya tritan yang dihasilkan digunakan sebagai perhitungan kadar  $\text{Cl}$  dengan menggunakan rumus 3.2, hasil dari perhitungan dapat dilihat pada Tabel 4.3.

**Tabel 4.2** Hasil perhitungan kadar ion  $\text{Cl}^-$

Variasi membran	Sebelum di filtrasi (ppm)	Setelah di filtrasi (ppm)
PSF	2.449,5	1810,9
$\text{PSF-ZnO}$ 0,5	2.449,5	1526,5
$\text{PSF-ZnO}$ 1	2.449,5	1668,5
$\text{PSF-ZnO}$ 1,5	2.449,5	1775

#### **D. Pengaruh Konsentrasi ZnO terhadap Kinerja Membran**

Pada penelitian ini variabel konsentrasi  $\text{ZnO}$  sebesar 0,5 wt%, 1 wt%, dan 1,5 wt% ditambahkan dengan PSF 20 %. Dengan adanya perbedaan konsentrasi dari  $\text{ZnO}$  yang dibuat, diharapkan dapat

menunjukkan bagaimana pengaruh ZnO terhadap kinerja membran.

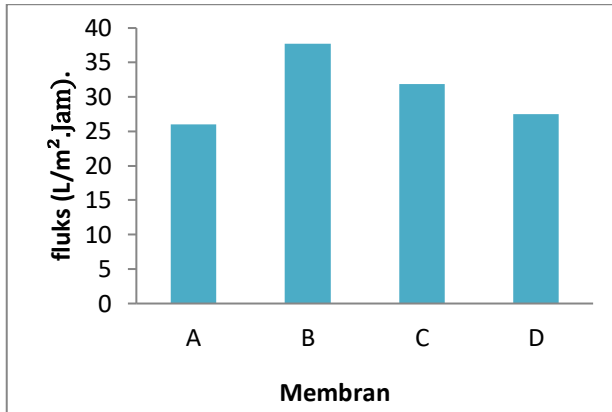
#### 1. Pengaruh Konsentrasi ZnO terhadap Fluks Membran

Penambahan ZnO pada penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari penambahan ZnO, maka perlu dilihat bagaimana kinerja membran dari membran tersebut. Kinerja membran salah satunya dapat dilihat dari nilai fluks membran. Nilai fluks dari suatu membran dapat dihitung dengan cara membandingkan laju alir permeat membran per satuan luas per satuan waktu per satuan tekanan seperti yang disajikan pada Tabel 4.3.

**Tabel 4.3** Hasil Fluks membran PSF-ZnO

Variasi membran	V. permeat (L)	Fluks membran (L/m <sup>2</sup> .jam)
PSF	0,023	19,827
PSF-ZnO 0,5	0,035	32,126
PSF-ZnO 1	0,032	27,586
PSF-ZnO 1,5	0,030	25,862

Perbandingan besaran nilai fluks seperti yang disajikan pada Gambar 4.6.



**Gambar 4.6.** Pengaruh Konsentrasi ZnO terhadap Fluks membran (A)PSf, (B) PSf-ZnO 0,5wt%,(C) PSF-ZnO 1wt%, (C) PSF-ZnO 1wt%,(D)PSF-ZnO 1,5wt%

Dari Gambar 4.6 dapat dilihat bahwa adanya perbedaan nilai fluks dari setiap konsentrasi ZnO, dimana nilai fluks yang ditambah dengan ZnO lebih tinggi dibandingkan tanpa ZnO. Hal ini dikarenakan ZnO dapat meningkatkan hidrofilik membran tersebut. Sifat hidrofilik dari ZnO dibuktikan dengan hasil analisa *contact angle* yang disajikan pada Tabel 4.1, dimana dengan adanya penambahan ZnO maka nilai *contact angle* semakin rendah. Hal tersebut dikarenakan Sifat dari hidrofilik yang disebabkan oleh ZnO membuat limbah laboratorium akan lebih mudah melewati membran, sehingga volume permeat yang dihasilkan akan lebih banyak, dan nilai fluksnya juga akan

meningkat. Namun, penambahan ZnO yang berlebih dapat menyebabkan nilai fluks lebih rendah dibandingkan konsentrasinya (Stefan, 2012). Hal tersebut dapat terjadi karena ZnO yang terlalu banyak akan membuat agregasi ZnO. Agregasi ZnO dapat menyebabkan terjadinya *fouling* pada membran, dimana ZnO akan menumpuk disatu titik atau tidak menyebar secara keseluruhan, sehingga, dalam filtrasi akan menjadi tidak maksimal. Maka sangat penting jika dalam penambahan ZnO harus memperhatikan kondisi optimumnya. Dalam penelitian ini kondisi optimum dari ZnO adalah 0.5 wt%.

Dari data nilai fluks yang diperoleh dapat diketahui bahwa membran PSF dan membran PSF-ZnO tersebut merupakan suatu membran Ultrafiltrasi yang memiliki nilai fluks antara 10-50, hal tersebut ditunjukkan pada tabel 3.2.

## 2. Pengaruh Konsentrasi ZnO terhadap Rejeksi Membran

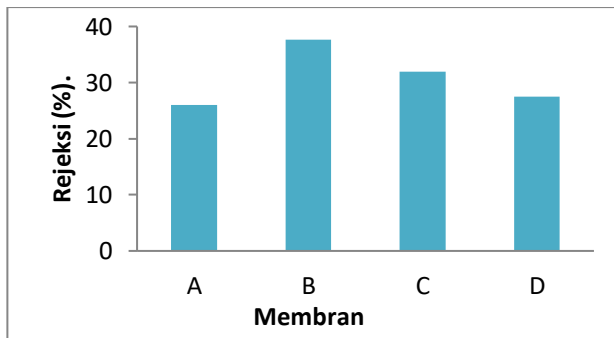
Kinerja membran dapat dilihat juga pada nilai rejeksi membran. Nilai rejeksi membran dapat diukur ketika melakukan proses filtrasi, bersamaan dengan pengukuran fluks membran. Dalam menghitung rejeksi membran yang perlu dilihat adalah konsentrasi permeat setelah filtrasi dan konsentrasi sebelum

filtrasi. Pengukuran rejeksi didasarkan pada rejeksi dari masing-masing membran terhadap ion Cl yang disajikan pada Tabel 4.4.

**Tabel 4.4** Hasil filtrasi limbah laboratorium

Variasi membran	Kosentrasi akhir ( ppm)	% Rejeksi (%)
PSF	1810,9	26
PSF-ZnO 0,5	1526,5	37,7
PsF-ZnO 1	1668,5	31,9
PSF-ZnO1,5	1775	27,5

Hasil perbandingan dari perhitungan %rejeksi dapat dilihat pada Gambar 4.7.



**Gambar 4.7.** Pengaruh konsentrasi Zno terhadap rejeksi membran (A) PSf, (B) PSf-ZnO 0,5wt%, (C) PSF-ZnO 1wt%, (C) PSF-ZnO 1wt%, (D) PSF-ZnO 1,5wt%

Pada Gambar 4.7 dapat dilihat bahwa dengan adanya penambahan ZnO rejeksi dari membran tersebut meningkat. Hal ini dikarenakan penambahan ZnO menyebabkan pori dari membran tersebut akan mengecil. Sehingga dengan pori yang semakin kecil, maka rejeksi dari membran tersebut akan meningkat. Namun, tetap dalam penambahan ZnO harus memperhatikan nilai optimumnya karena apabila ZnO yang ditambahkan tidak sesuai akan menyebabkan agregat pada membran, sehingga kinerja membran ketika proses filtrasi akan berkurang atau menurun. Agregat akan terbentuk pada permukaan membran, sehingga akan membuat permukaan membran tidak homogen. Karena permukaan membran yang tidak homogen akan membuat kinerja membran tidak sama di setiap permukaan, sehingga kemampuan membran untuk menahan partikel pada setiap sisi permukaan tidak sama.

## BAB VI

### PENUTUP

#### A. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Membran PSF dan membran PSF-ZnO telah berhasil disintesis dan dikarakterisasi. Penambahan ZnO pada membran mampu meningkatkan sifat hidrofilitas membran yang dibuktikan dengan menurunnya nilai *contact angle* dari 63,67 menjadi 53,1. Hasil SEM memberikan data bahwa membran memiliki pori yang tidak seragam, sedangkan pada karakterisasi FTIR menunjukkan adanya gugus fungsi O=S=O pada bilangan gelombang 1035,32, 1027,87, 1021,67 dan 1016,98 yang menunjukkan adanya kandungan PSF dan adanya pada penambahan ZnO muncul gugus fungsi pada bilangan gelombang 542,7, 553,6 dan 548,79,
2. Membran PSF mampu menurunkan konsentrasi ion  $\text{Cl}^-$  dari 2.449,5 ppm menjadi 1.810,9 ppm dengan nilai fluks 19,827 L/m<sup>2</sup>.jam dan koefisien rejeksi sebesar 26%, membran PSF-ZnO 0,5wt% mampu menurunkan konsentrasi ion  $\text{Cl}^-$  dari 2.449,5 ppm menjadi 1526,5 ppm dengan nilai



fluks 30,126 L/m<sup>2</sup>.jam dan koefisien rejeksi sebesar 37,7%, membran PSF-ZnO 1wt% mampu menurunkan konsentrasi ion Cl<sup>-</sup> dari 2.449,5 ppm menjadi 1668,5 ppm dengan nilai fluks 27,586 L/m<sup>2</sup>.jam dan koefisien rejeksi sebesar 31,9%, membran PSF-ZnO 1,5 wt% mampu menurunkan konsentrasi ion Cl<sup>-</sup> dari 2.449,5 ppm menjadi 1775 ppm dengan nilai fluks 25,862 L/m<sup>2</sup>.jam dan koefisien rejeksi sebesar 27,5%.

## **B. Saran**

1. Disarankan pada selanjutnya dilakukan variasi suhu untuk mengetahui kondisi optimum pada membran.
2. Disarankan untuk melakukan perbandingan dengan menggunakan zat aditif lain untuk meningkatkan kinerja membran

## DAFTAR PUSTAKA

- Amiyati, D. R., Indarti, D., & Muflihah, Y. M. (2017). Pengaruh Variasi Waktu Penguapan Terhadap Kinerja Membran Selulosa Asetat pada Proses Ultrafiltrasi. *Berkala Sainstek*, 5(1), 7. <https://doi.org/10.19184/bst.v5i1.5368>
- Asih, R. (2018). *Pembuatan Membran Hibrid Dari Tanh Liat Dan TiO<sub>2</sub> Dengan Polimer Polivinil Alkohol Untuk Ultrafiltrasi SKRIPSI*. Universitas Muhammadiyah Purwokerto.
- BPOMRI. (2014). *Sodium hipoklorit*.
- Dachriyanus. (2004). *Analisis Striktur Senyawa organik* (L. U. Andalas (ed.)).
- Handoko, C. T., Yanti, T. B., Syadiyah, H., & Marwati, S. . (2015). Penggunaan Metode Presipitasi untuk Menurunkan Kadar Cu dalam Limbah Cair Industri Perak di Kotagede. *Jurnal Penelitian Sainstek*, 18(2), 51–58.
- Hartini, A. S., Syahbanu, I., & N. (2018). Uji Water Uptake dan Porositas Terhadap Blend Membran Berbasis Polisulfon dan Selulosa Asetat dari Nata De Cco. *Kimia Khatulistiwa*, 7(4), 25–30.
- Hartini, A. S., Syahbanu, I., & Nurlina. (2018). Uji Water Uptake

dan Porositas Terhadap Blend Membran Berbasis Polisulfon dan Selulosa Asetat dari Nata De Cco. *Kimia Khatulistiwa*, 7(4), 25–30.

Hasan. (2006). Dampak Penggunaan Clirin. *Teknik Lingkungan P3TL-BPPT*, 7(1), 90–96.

Health Protection Agency. (2001). *Sodium Hypochlorite General Information*. CHAPD HQ.

Kevinnia, D. (2020). *Efektifitas Zeolit, Karbon Aktif dan Pasir Silika Terhadap Penurunan Logam Besi (Fe) Pada Air Bersih (Literatur Banyu Mas, Bantul Manado dan Ghana)*. POLITEKNIK KESEHATAN KEMENKES BANDUNG.

Khan, S.A., Khan, S.b., L. U., Farooq, A., Akhtar, K., and Asiri, A. . (2018). *Fourier Transform infrared Spektroskopi: fundametals and Application in Functional groups and nanomaterial characterization*.  
[http://doi.org/10.1007/978-3-319-929552\\_9](http://doi.org/10.1007/978-3-319-929552_9)

Lestari, puji. (2012). Pembuatan dan Karakterisasi Membran Komposit Selulosa Asetat–Selulosa Diasetat – TiO<sub>2</sub> Untuk Pengolahan Limbah Detergen. *Skripsi*.

Hidayah, M., Djoko, H. S. (2021). Improvement of PES Nano composit membrane Performance Throught UV and ZnO Concentration For Revinery Waste Water

Purification. *Ilmu Dan Teknik Material*.

Mardana, A., Bai, M., Baruth, A., Ducharme, S., & Adenwalla, S. (2007). Magneto-electric Coupling in Ferromagnetic Cobalt/Ferroelectric Copolymer Multi-layer Films. *Bulletin of the American Physical Society*, 52.

Mega, S. (2019). Variasi Ketebalan Batu Zeolit dalam Menurunkan Kadar Kesadahan Air. *Kemenkes Kesehatan Surabay*.

Mulder, M. (1996). *Basic principles of membrane technology*.  
[https://doi.org/10.1524/zpch.1998.203.part\\_1\\_2.263](https://doi.org/10.1524/zpch.1998.203.part_1_2.263)

Natalia, R. (2017). *No TiPembuatan dan Karakterisasi Nano Hybrid Membran Polyethersulfone (PES-ZNO Untuk Pengolahan Produced Water Menjadi Air Bersih*tle. Universitas Diponegoro Semarang.

Noor, L. (2017). *Pengolahan Limbah Cair Laboratorium dengan Metode Presipitasi dan Fitoremediasi Untuk Penurunan Kadar Logam Berat dan COD*. Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Nusa, Said. (2009). Uji Kinerja Pengolahan Air Siap Minum dengan Proses Biofiltrasi dan RO dengan Air Baku Air Sungai. *Lingkungan*, 5(2).

Riani, P. (2014). *Preparasi dan Karakterisasi Membran*

*Polisulfon dengan Pengisi Mikrobentonit sebagai Penyaring Air gambut.* Universitas Sumantra Utara.

Rochmach, V. (2016). *Adsorpsi Ion Logam Pb Menggunakan Limbah Serbuk Gergaji Kayu Mahoni.* Universitas Negeri Semarang.

Sari, N. K. (2010). *Analisa Instrumen* (Tayasan Humaniora (ed.)).

Sarihan. (2017a). High performance PES/ZnO membranes and resist new impurities for water treatment. *Chemistry, 8*, 563–574.

Sarihan, A. (2017b). *PES / ZnO membranes berperforma tinggi dan tahan pengotoran baru untuk pengolahan air.*

Shen, X. Bian, X. Lu, L. S. dan z. L. (2012). *Preparation and Characterization Of Zno/PES Hybrid membranes.*

Sotto, A., Boromand, A., Zhang, R., Luis, P., Arsuaga, J. M., Kim, J., & Van der Bruggen, B. (2011). (2011). Effect of nanoparticle aggregation at low concentrations of TiO<sub>2</sub> on the hydrophilicity, morphology, and fouling resistance of PES-TiO<sub>2</sub> membranes. *Journal of Colloid and Interface Science, 362*(2), 540–550. <https://doi.org/10.1016/j.jcis.2011.07.089>

Sugiharto. (1987). *Dasar Dasar Pengelolaan air Limbah* (UI

Press (ed.)).

Sutrisno. (2010). *Teknologi Penyediaan Air Bersih*. Rineka Cipta.

V, C.-C., Mul, G., Fernández, J. F., Rubio-Marcos, F., & Bañares, M. A. (2011). ). Monitoring the catalytic synthesis of glycerol carbonate by real-time attenuated total reflection FTIR spectroscopy. *Applied Catalysis A: General*, 409–410(0926-860X).

Widayanti, N. (2013). *Karakterisasi Membran Selulosa Asetat dengan Variasi Komposisi Pelarut Aseton dan Asam Format*. UNIVERSITAS JEMBER.

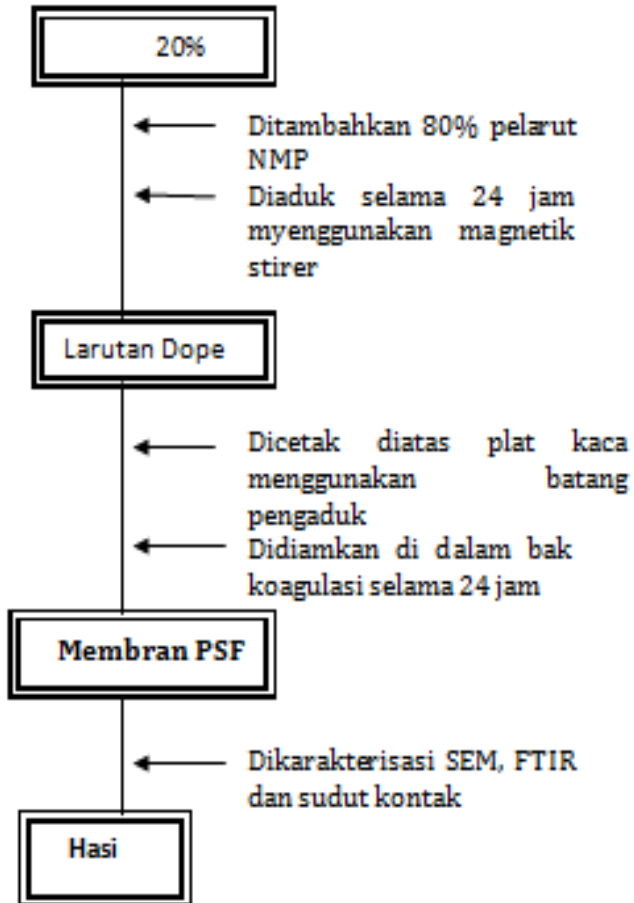
World Health Organization. (2001). *N-Methyl-2-Pyrrolidine*.

Yelmida, W., & Chairul. (2015). Pengolahan Limbah Cair Logam Berat (Limbah B3) Secara Presipitasi dan Koagulasi Di UPT Pengujian Dinas Pekerjaan Umum. *Jom FTEKNIK*, 2, 1–10.



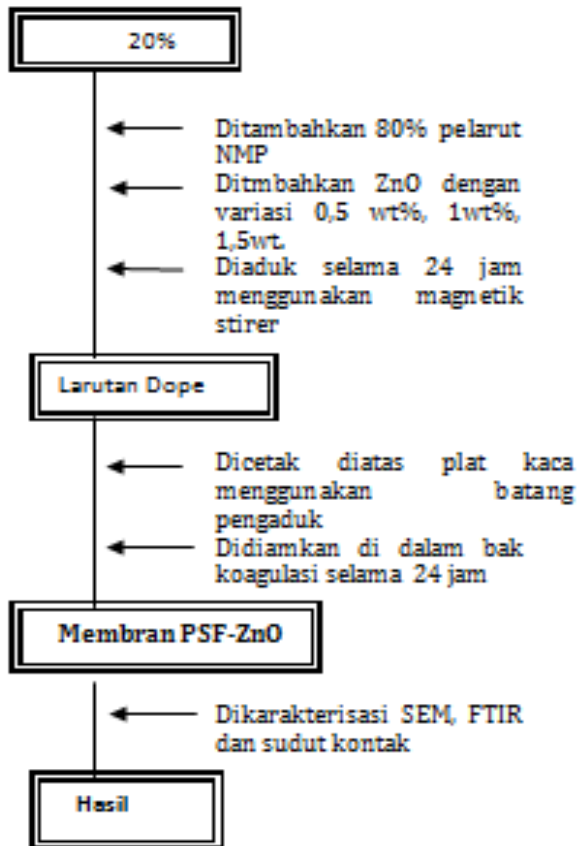
## LAMPIRAN 1. Pembuatan dan karakterisasi membran

### 1. Pembuatan dan Karakterisasi Membran PSF

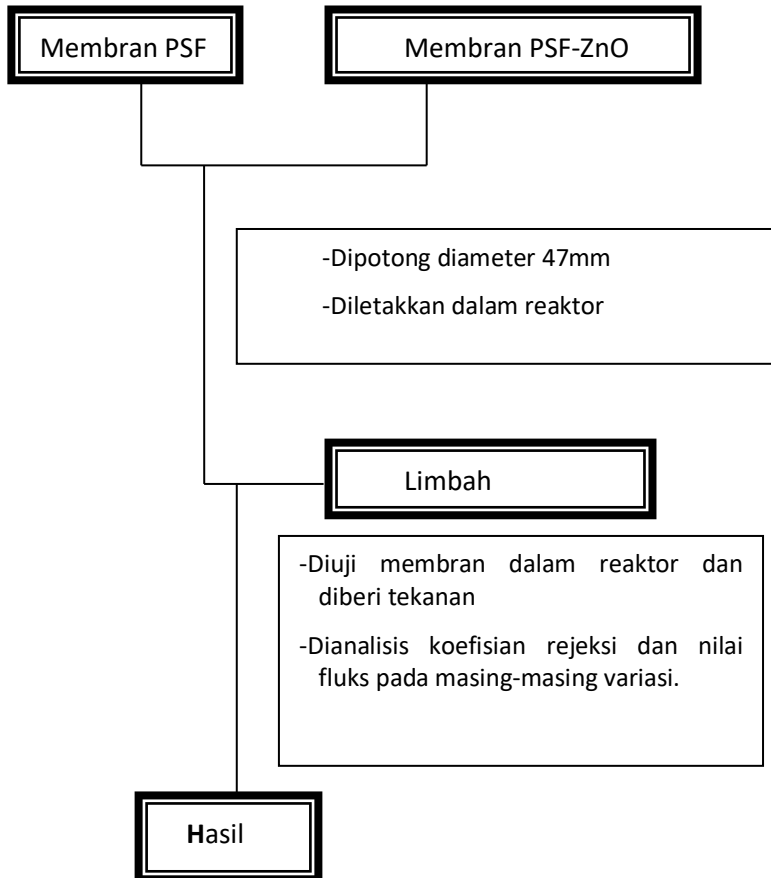




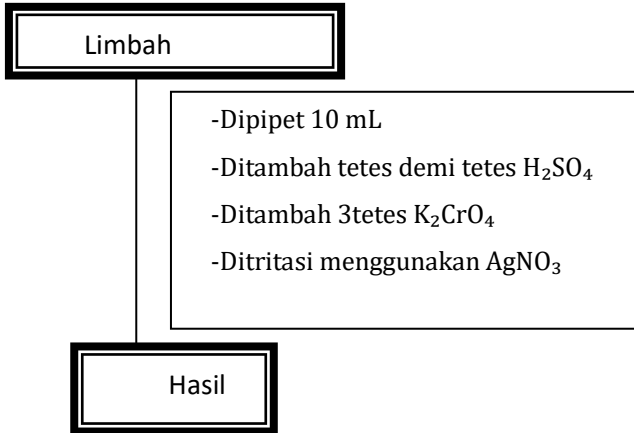
## 2. Pembuatan dan Karakterisasi Membran PSF-ZnO



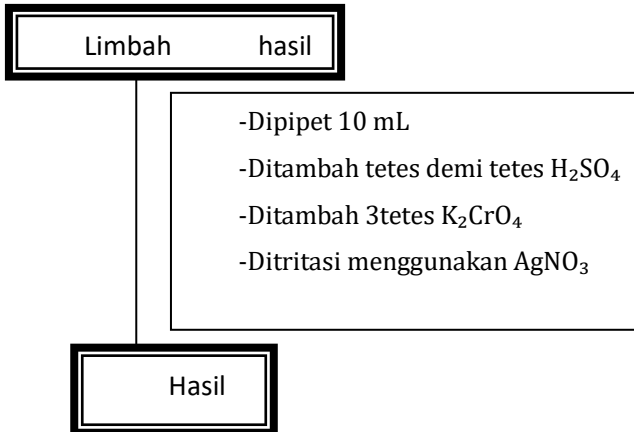
## Lampiran 2 : Penggunaan Membran Untuk Analisis Ion Cl<sup>-</sup>



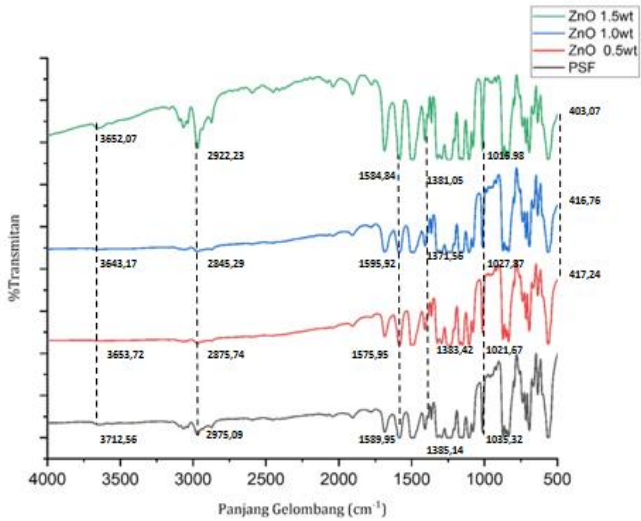
### Lampiran 3: Pengukuran Kadar Ion $\text{Cl}^-$



### Lampiran 4: Pengukuran Kadar Ion $\text{Cl}^-$ Hasil filtrasi



## Lampiran 5: Uji FTIR Membran PSF dan Membran PSF-ZnO



## Lampiran 6: Hasil Uji Contact Angel

Sampel Membran	Kiri (°)	Kanan(°)	Rerata(°)	Jumlah (°)
PSF	62	63	62,5	63,67
	65	66	65,5	
	63	63	63	
PSF-ZnO 0,5t%	61	64	62,5	61,17
	62	59	60,5	
	61	60	60,5	
PSF-ZnO 1wt%	54	56	56,5	55,3
	58	59	57	
	53	52	52,5	
PSF-Zno 1,5wt5	52	57	54,5	53,1
	56	53	54,5	
	49	52	50,5	

## Lampiran 7: Data Pengukuran Fluks Membran

Perhitungan fluks menggunakan rumus

$$J = \frac{V}{A \times t}$$

Dengan ;

J = nilai fluks (L/m<sup>2</sup>.jam)

A= Luas Permukaan (m<sup>2</sup>)

V= Volume Permeat (L)

t = Waktu (Jam)

Variasi membran	Volume permeat (L)	Fluks membran (L/m <sup>2</sup> .jam)
PSF	0,023	19,827
PSF-ZnO 0,5	0,035	32,126
PSF-ZnO 1	0,032	27,586
PSF-ZnO 1,5	0,030	25,862

diketahui

$$t = 40 \text{ menit} = 0,67 \text{ jam}$$

$$A = \pi r^2$$

$$= 3,14 \times (0,0235)^2$$

$$= 1,734 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

➤ PSF

$$\text{Volume permeat} = 23 \text{ ml} = 0,023 \text{ L}$$

$$J = \frac{0,023 \text{ L}}{1,734 \times 10^{-3} \text{ m}^2 \times 0,67 \text{ jam}}$$

$$= 19,827 \text{ L/m}^2 \cdot \text{jam}$$

➤ PSF-ZnO 0,5

Volume permeat = 35 ml = 0,035 ml

$$\begin{aligned} J &= \frac{0,035 \text{ L}}{1,734 \times 10^{13} \text{ m}^2 \times 0,67 \text{ jam}} \\ &= 30,126 \text{ L/m}^2 \cdot \text{jam} \end{aligned}$$

➤ PSF-ZnO 1

Volume permeat = 32 ml = 0,032 ml

$$\begin{aligned} J &= \frac{0,032 \text{ L}}{1,734 \times 10^{13} \text{ m}^2 \times 0,67 \text{ jam}} \\ &= 27,586 \text{ L/m}^2 \cdot \text{jam} \end{aligned}$$

➤ PSF-ZnO 1,5

Volume permeat = 30 ml = 0,030 ml

$$\begin{aligned} J &= \frac{0,030 \text{ L}}{1,734 \times 10^{13} \text{ m}^2 \times 0,67 \text{ jam}} \\ &= 25,862 \text{ L/m}^2 \cdot \text{jam} \end{aligned}$$

## Lampiran 8: Perhitungan Koefisien Rejeksi Membran

Perhitungan % rejeksi membran menggunakan rumus

$$\%R = \left(1 - \frac{C_p}{C_f}\right) \times 100\%$$

Dengan

R = koefisien rejeksi (%)

C<sub>p</sub> = Konsentrasi zat terlarut dalam permeat

C<sub>f</sub> = konsentrasi zat terlarut dalam umpan

$$(Cl) = (V.N) AgNO_3 \times Ar.Cl \times \frac{1000}{v.sampel}$$

$$= (6,9 \text{ ml} \times 0,1) 35,5 \times \frac{1000}{10 \text{ ml}}$$

$$= 2.449,5 \text{ ppm}$$

Variasi membran	C <sub>f</sub> ( ppm)	% Rejeksi (%)
PSF	1810,9	26
PSF-ZnO 0,5	1526,5	37,7
PsF-ZnO 1	1668,5	31,9
PSF-ZnO1,5	1775	27,5

➤ PSF

V.titran = 5,1 ml

$$C_f (Cl) = (5,1 \text{ ml} \times 0,1) 35,5 \times \frac{1000}{10 \text{ ml}}$$

$$= 1810,5 \text{ ppm}$$

$$\text{Rejeksi} = \left(1 - \frac{1810,5}{2449,5}\right) \times 100\%$$

$$= 26\%$$

➤ PSF-ZnO 0,5wt%

$$\begin{aligned} \text{Cf (Cl)} &= (4,3 \text{ ml} \times 0,1) 35,5 \times \frac{1000}{10 \text{ ml}} \\ &= 1526,5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rejeksi} &= \left(1 - \frac{1526,5}{2449,5}\right) \times 100\% \\ &= 37,7\% \end{aligned}$$

➤ PSF-ZnO 1wt%

$$\begin{aligned} \text{Cf (Cl)} &= (4,7 \text{ ml} \times 0,1) 35,5 \times \frac{1000}{10 \text{ ml}} \\ &= 1668,5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rejeksi} &= \text{Rejeksi} = \left(1 - \frac{1668,5}{2449,5}\right) \times 100\% \\ &= 31,9\% \end{aligned}$$

➤ PSF-ZnO 1,5wt%

$$\begin{aligned} \text{Cf (Cl)} &= (5 \text{ ml} \times 0,1) 35,5 \times \frac{1000}{10 \text{ ml}} \\ &= 1775 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rejeksi} &= \left(1 - \frac{1526,5}{2449,5}\right) \times 100\% \\ &= 27,5\% \end{aligned}$$



## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

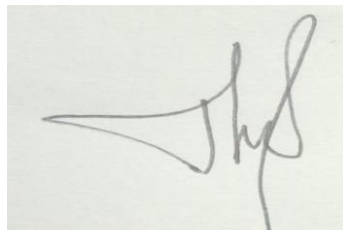
### A. Identitas Diri

1. Nama Lengkap : Siti Zulaekah
2. Tempat dan Tgl Lahir : Demak, 6 Juli 1998
3. Alamat Rumah : Dusun Ganem Desa Tugu RT 04  
RW 05 Kec.Sayung, Demak.
4. Telepon/HP : 0821-3753-3688
5. Email : ikhazulaeka134@gmail.com

### B. Riwayat Pendidikan

1. Pendidikan Formal :
  - a. PAUD AT-TAMRYYAH Tahun 2003 – 2004
  - b. SDN TUGU 2 Tahun 2004 – 2010
  - c. SMP N 3 SATU ATAP SAYUNG Tahun 2010 – 2013
  - d. SMA N 1 SAYUNG Tahun 2013 – 2016

Semarang, 25 September 2021



**Siti Zulaekah**  
NIM:1608036002