

**PENGOLAHAN LIMBAH CAIR INDUSTRI PERIKANAN
CV. NOVIRA ABADI DENGAN TEKNOLOGI MEMBRAN
MENGUNAKAN POLIMER *POLYETHERSULFON* (PES)**

TUGAS AKHIR

Diajukan Oleh:

MELLY NESILYIA

NIM.170702127

**Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Teknik Lingkungan**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH
2022 M / 1444 H**

**PENGOLAHAN LIMBAH CAIR INDUSTRI PERIKANAN
CV. NOVIRA ABADI DENGAN TEKNOLOGI MEMBRAN
MENGUNAKAN POLIMER *POLYETHERSULFON* (PES)**

TUGAS AKHIR

Diajukan Kepada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri (UIN) Ar-raniry Banda Aceh
Sebagai Salah Satu Beban Studi Memperoleh Gelar Sarjana (S1)
dalam Ilmu/Prodi Teknik Lingkungan

Oleh:

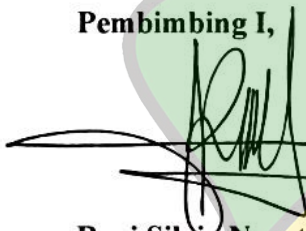
MELLY NESILYIA

170702127

**Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Teknik Lingkungan**

Disetujui untuk Dimunaqasyahkan Oleh:

Pembimbing I,



Reni Silvia Nasution, M.Si

NIP. 198902222014032005

Pembimbing II,



M. Faisi Khwali, M.Emg

NIDN. 2008109101

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Lingkungan



Husnawati Yahya, M.Sc
NIP. 198311092014032002

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

**PENGOLAHAN LIMBAH CAIR INDUSTRI PERIKANAN
CV. NOVIRA ABADI DENGAN TEKNOLOGI MEMBRAN
MENGUNAKAN POLIMER *POLYETHERSULFON* (PES)**


TUGAS AKHIR

Telah Diuji oleh Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh dan Dinyatakan Lulus
serta Diterima Sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1)
dalam Ilmu Teknik Lingkungan

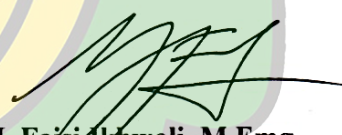
Pada Hari/Tanggal: Selasa, 20 Desember 2022
28 Jumadil Awal 1444
di Darussalam, Banda Aceh

Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir:

Ketua,


Reni Silvia Nasution, M.Si
NIP. 198902222014032005


Sekretaris,


M. Faisi Ikhwal, M.Eng
NIDN. 2008109101

Penguji I,


Dr. Ir. Elvitriana, M.Eng
NIDN. 0129016601

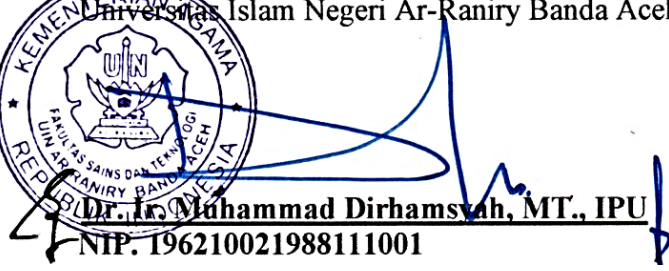
Penguji II,


Arief Rahman, M.T
NIDN. 2010038901

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh




Dr. Ir. Muhammad Dirhamsyah, MT., IPU
NIP. 196210021988111001

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Melly Nesilyia

NIM : 170702127

Program Studi : Teknik Lingkungan

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul : Pengolahan Limbah Cair Industri Perikanan CV. Novira Abadi

Dengan Teknologi Membran Menggunakan Polimer

Polyethersulfon (PES)

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan tugas akhir/skripsi ini, saya:

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggungjawabkan:
2. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain:
3. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya:
4. Tidak memanipulasi dan memalsukan data:
5. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggungjawab atas karya ini.

Bila dikemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggungjawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya telah melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

A R - R A N I R Y Banda Aceh 10 Desember 2022

Yang Menyatakan




(Melly Nesilyia)

ABSTRAK

Nama : Melly Nesilyia
Nim : 170702127
Program Studi : Teknik Lingkungan
Judul : Pengolahan Limbah Cair Industri Perikanan Cv. Novira Abadi Dengan Teknologi Membran Menggunakan Polimer *Polyethersulfon* (PES)
Tanggal Sidang : 20 Desember 2022
Jumlah Halaman : 64
Pembimbing I : Reni Silvia Nasution, M.Si.
Pembimbing II : M. Faisi Ikhwal, M.Eng.
Kata Kunci : Membran *Polyethersulfon* (PES), Pengolahan Limbah Cair Industri Perikanan, Unit Filtrasi

Sektor industri pembekuan perikanan di Indonesia saat ini berkembang sangat pesat. Bertambahnya peningkatan produksi pembekuan perikanan mengakibatkan peningkatan terhadap limbah yang dihasilkan. Teknik filtrasi membran adalah salah satu jenis metode pengolahan air yang sangat memiliki keunggulan dari segi kualitas air yang dihasilkan. Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui kemampuan penyisihan menggunakan membran *polyethersulfon* (PES) dalam menurunkan kadar pencemaran *Total Suspended Solid* (TSS) dan *Chemical Oxygen Demand* (COD) pada pengolahan limbah cair industri perikanan. Adapun pada pembuatan membran ini digunakan bahan utama ialah polimer *polyethersulfon* (PES) dengan menambahkan pelarut *n-methyl pyrrolidone* (NMP). Hasil penelitian ini dalam pengujian parameter TSS menggunakan unit filtrasi membran mendapatkan hasil persentase sebesar 58% dan pada parameter COD mendapatkan hasil persentase sebesar 45%. Kemudian membran PES dilakukan pengujian karakteristik *Scanning Elektron Microscope* (SEM) untuk melihat morfologi yang dihasilkan pada membran yang telah dibuat, yang mana memiliki nilai porositas sebesar 0,074 μm dan pengujian *Fourier-transform Infrared* (FTIR) untuk melihat gugus fungsi yang terdapat pada membran PES. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan membran *polyethersulfon* (PES) dalam pengolahan limbah cair industri perikanan efektif dalam menurunkan kadar pencemaran TSS dan COD.

Kata Kunci: Membran *Polyethersulfon* (PES), Pengolahan Limbah Cair Industri Perikanan dan Unit Filtrasi

ABSTRACT

Nama : Melly Nesilyia
Nim : 170702127
Program Studi : Teknik Lingkungan
Judul : Pengolahan Limbah Cair Industri Perikanan Cv. Novira Abadi Dengan Teknologi Membran Menggunakan Polimer *Polyethersulfon (PES)*
Tanggal Sidang : 20 Desember 2022
Jumlah Halaman : 64
Pembimbing I : Reni Silvia Nasution, M.Si.
Pembimbing II : M. Faisi Ikhwali, M.Eng.
Kata Kunci : *Membrane Polyethersulfon (PES), Fishery Industry Wastewater, Filtration*

The fishery freezing industry sector in Indonesia is currently developing very rapidly. The increase of the freezing fish being produced has resulted in an increase of the waste being produced. Membrane filtration technique is a type of water treatment method that is very superior in terms of the water quality produced. This research was conducted with the aim to determine the removal ability of polyethersulfone membranes (PES) in reducing Total Suspended Solid (TSS) and Chemical Oxygen Demand (COD) pollution levels in the processing of fishery industry wastewater. During the process of making this membrane, the main ingredient was the polymer polyethersulfon (PES) with an addition of n-methyl pyrrolidone (NMP) solvent. The results of this study are a percentage of 52% when the TSS parameter was tested using a membrane filtration unit and a percentage of 48% for the COD parameter. Then the PES membrane was characteristics tested with the Scanning Electron Microscope (SEM) to see the resulting morphology of the membrane that had been made, which had a porosity value of 0.074 μm , and the Fourier-transform Infrared (FTIR) test found functional groups contained in a PES membrane. This shows that the use of polyethersulfone (PES) membranes in the treatment of fishery industry wastewater is effective in reducing TSS and COD pollution levels.

Keywords: *Membrane Polyethersulfon (PES), Fishery Industry Wastewater and Filtration*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah Swt, yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul “Pengolahan Limbah Cair Industri Perikanan CV. Novira Abadi Dengan Teknologi Membran Menggunakan Polimer *Polyethersulfon* (PES)” dapat menyelesaikan dengan baik. Salawat dan salam senantiasa tercurah kepada junjungan Nabi Besar Muhammad SAW sebagai suri tauladan untuk seleruh umat manusia. Selama melakukan proses penyusunan tugas akhir ini penulis telah menyusun dengan maksimal dan mendapatkan banyak dukungan, bimbingan, bantuan serta do’a dari berbagai pihak baik itu secara langsung maupun tidak langsung sehingga dapat memperlancar pembuatan tugas akhir ini. Ungkapan terima kasih yang tidak terhingga penulis ucapkan kepada:

1. Ibu Husnawati Yahya, M.Sc. selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
2. Bapak Teuku Muhammad Ahsari, M.Sc. selaku Dosen Pengasuh Akademik.
3. Ibu Reni Silvia Nasution, M.Si. selaku Dosen Pembimbing I tugas akhir.
4. Bapak M. Faisi Ikhwal, M.Eng. selaku Dosen Pembimbing II tugas akhir.
5. Ibu Dr. Ir. Elvitriana, M.Eng. selaku Dosen Penguji I tugas akhir.
6. Bapak Arief Rahman, M.T. selaku Dosen Penguji II tugas akhir.
7. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Lingkungan yang telah memberikan ilmunya selama ini.
8. Serta seluruh sahabat dan teman-teman yang selalu memberikan doa dan semangat kepada penulis.

Ucapan terimakasih dan syukur tak terhingga kepada Almarhum Bapak M. Zaini dan Ibu Musnaini selaku orang tua penulis. Dan tidak lupa juga kepada Muhammad Samir, S.T. selaku Abangnda penulis yang telah memberikan dukungan moral maupun materil dan doa tiada henti untuk penulis.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa masih ada kekurangan baik dari segi susunan kalimat maupun tata bahasa dalam tugas akhir ini. Oleh karena itu dengan tangan terbuka penulis menerima segala saran dan kritik yang membangun dari

semua pihak untuk kesempurnaan tugas akhir ini. Dan akhir kata penulis ucapkan banyak terima kasih.

Banda Aceh, 5 November 2022

Penulis,

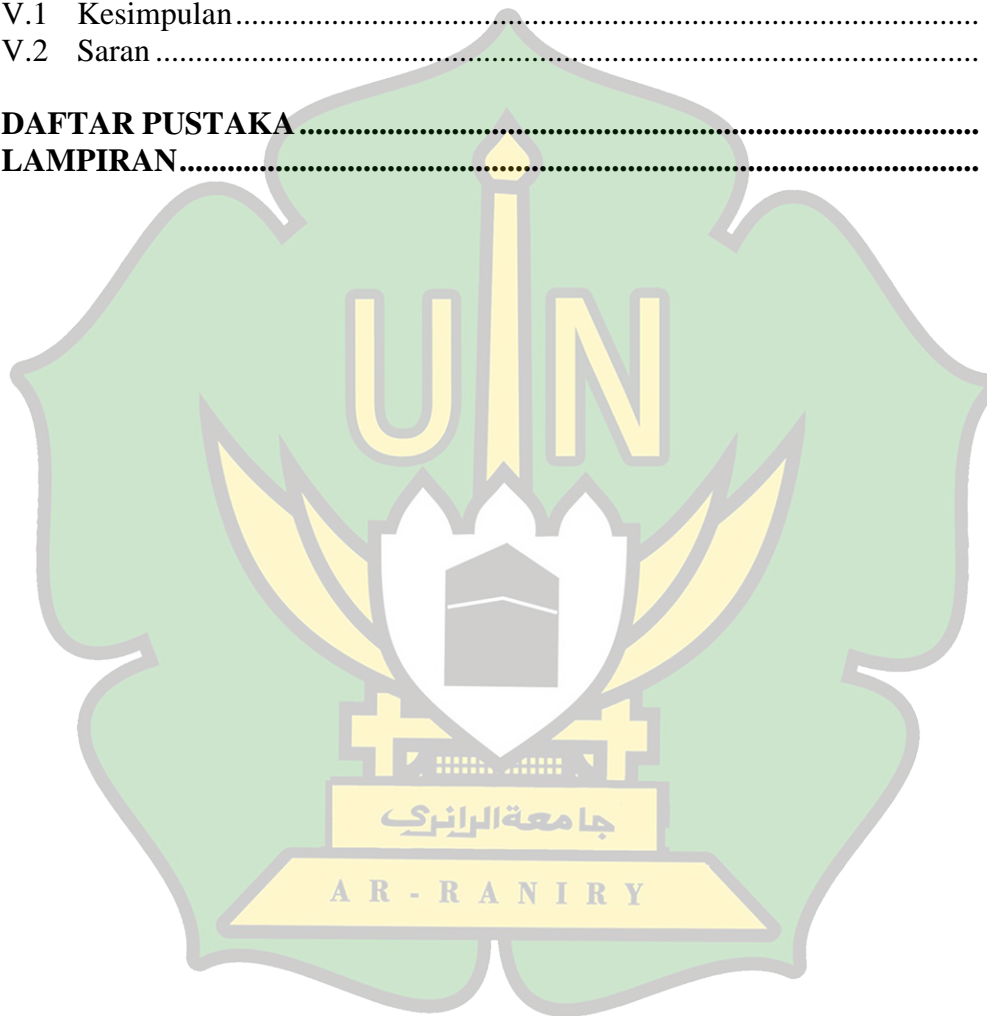
Melly Nesilyia



DAFTAR ISI

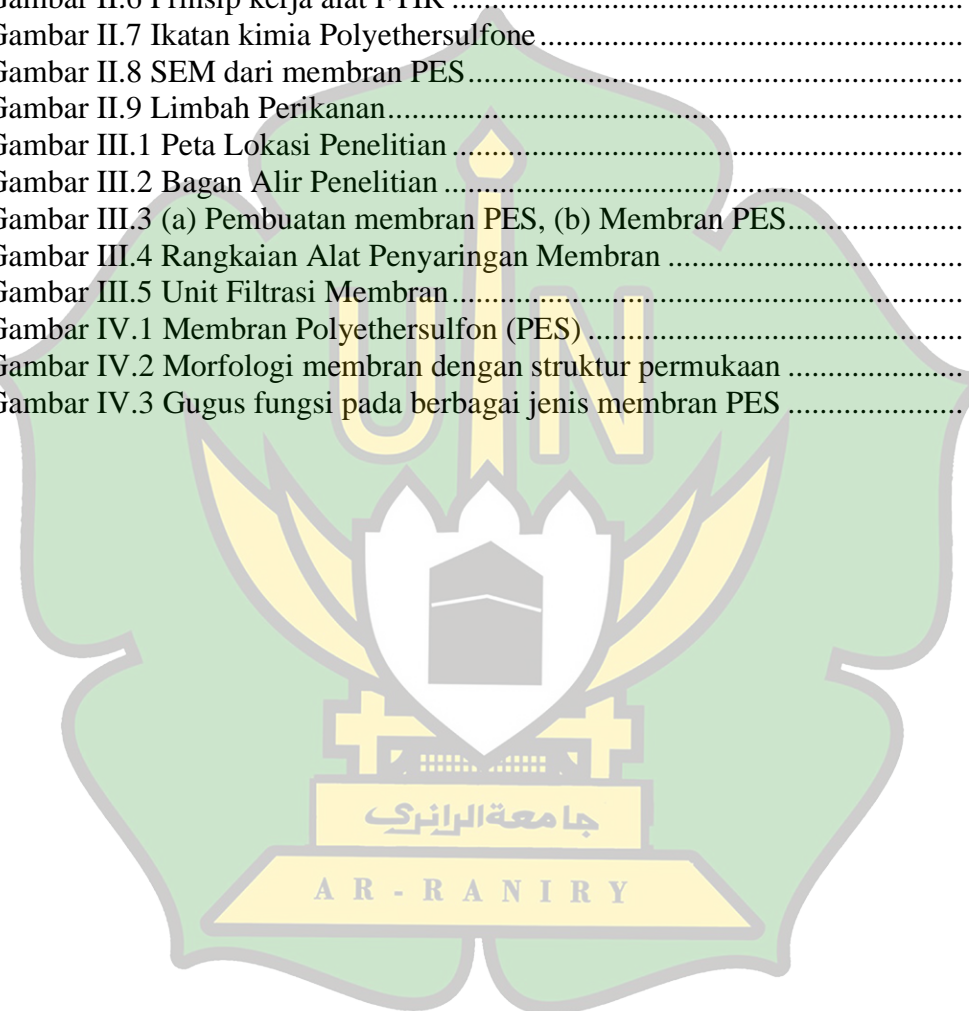
	Halaman
ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG	x
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Rumusan Masalah.....	4
I.3 Tujuan Penelitian.....	4
I.4 Manfaat Penelitian.....	4
I.5 Batasan Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
II.1 Membran.....	6
II.1.1 Klasifikasi Membran.....	8
II.1.2 Teknik Pembuatan Membran.....	12
II.1.3 Material Membran.....	15
II.1.4 Karakteristik Membran.....	15
II.1.4.1 SEM (scanning electron microscopy).....	15
II.1.4.2 FTIR (<i>fourier-transform infrared</i>).....	17
II.2 Membran <i>Polyethersulfone</i> (PES).....	18
II.3 Limbah Industri Perikanan.....	19
II.3.1 Karakteristik limbah cair industri perikanan.....	20
II.3.2 Parameter Pencemaran.....	21
II.3.3 Pengolahan limbah cair industri perikanan.....	23
BAB III METODE PENELITIAN	25
III.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	25
III.2 Alat dan Bahan.....	25
III.2.1 Alat.....	25
III.2.2 Bahan.....	26
III.3 Rancangan Penelitian.....	26
III.4 Pembuatan Membran <i>Polyethersulfone</i> (PES).....	27
III.5 Karakteristik dan Kinerja Membran.....	28
III.5.1 Scanning electron microscopy (SEM).....	28
III.5.2 <i>Fourier-transform infraRed</i> (FTIR).....	28
III.5.3 Pengaplikasian membran <i>Polyethersulfone</i> (PES) pada proses pengolahan limbah cair industri perikanan.....	29

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	32
IV.1 Membran Polyethersulfon (PES).....	32
IV.1.1 Analisis struktur morfologi membran menggunakan SEM.....	33
IV.1.2 Analisis gugus fungsi pada membran menggunakan FTIR	34
IV.2 Pengaplikasian membran <i>Polyethersulfon</i> (PES) dalam pengolahan limbah cair industri Perikanan.....	35
BAB V PENUTUP.....	38
V.1 Kesimpulan.....	38
V.2 Saran	38
DAFTAR PUSTAKA.....	39
LAMPIRAN.....	46



DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Proses pemisahan dengan membran	7
Gambar II.2 Membran berpori	9
Gambar II.3 Membran non-pori.....	10
Gambar II.4 Membran simetrik.....	10
Gambar II.5 Membran asimetrik.....	11
Gambar II.6 Prinsip kerja alat FTIR	18
Gambar II.7 Ikatan kimia Polyethersulfone	18
Gambar II.8 SEM dari membran PES.....	19
Gambar II.9 Limbah Perikanan.....	20
Gambar III.1 Peta Lokasi Penelitian	25
Gambar III.2 Bagan Alir Penelitian	27
Gambar III.3 (a) Pembuatan membran PES, (b) Membran PES.....	28
Gambar III.4 Rangkaian Alat Penyaringan Membran	30
Gambar III.5 Unit Filtrasi Membran.....	30
Gambar IV.1 Membran Polyethersulfon (PES)	32
Gambar IV.2 Morfologi membran dengan struktur permukaan	33
Gambar IV.3 Gugus fungsi pada berbagai jenis membran PES	34



DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Karakteristik Limbah Cair Perikanan.....	20
Tabel II.2 Baku Mutu Limbah Cair Industri Perikanan	21
Tabel III.1 Hasil Pengujian Pendahuluan Awal Limbah Cair Industri Perikanan	29
Tabel IV.1 Analisis Pengolahan Limbah Cair Industri Perikanan Menggunakan Membran <i>Polyethersulfon</i> (PES).....	35



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran. 1 Skema Kerja	44
Lampiran. 2 Data Hasil Analisis Porositas Membran PES	45
Lampiran. 3 Perhitungan Persentase Rejeksi	46
Lampiran. 4 Dokumentasi Penelitian	47



DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

SINGKATAN	Nama
KAPET	Kawasan Pengembangan Ekonomi Terpadu
UKM	Usaha Kecil Menengah
BPS	Badan Pusat Statistik
PES	<i>Polythersulfone</i>
PVP	<i>Polyvinylpyrrolidone</i>
NMP	<i>n-Methyl pyyrolidone</i>
MF	<i>Mikrofiltrasi</i>
UF	<i>Ultrafiltrasi</i>
NF	<i>Nanofiltrasi</i>
RO	<i>Reverse osmosis</i>
SEM	<i>Scanning Electron Microscopy</i>
FTIR	<i>Fourier-transform Infrared</i>
pH	<i>Potential of Hydrogen</i>
COD	<i>Chemical Oxygen Demand</i>
TSS	<i>Total Suspended Solid</i>



BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Secara geografi, Provinsi Aceh memiliki lokasi yang sangat strategis dan juga merupakan pintu gerbang Republik Indonesia yang terletak di bagian sebelah barat. Situasi ini merupakan keuntungan yang sangat besar baik secara alamiah maupun ekonomi, dan apabila dengan adanya dukungan kebijakan dari pengembangan KAPET (Kawasan Pengembangan Ekonomi Terpadu) dibuka kembali Pelabuhan Bebas Sabang dan berbagai peluang di era globalisasi (Dinas Kelautan dan Perikanan Aceh, 2019). Sektor perikanan membantu warga dengan menyerap tenaga kerja dalam kegiatannya yaitu mulai dari penangkapan ikan, pembudidayaan, industri pengolahan, pendistribusian hingga perdagangan. Dengan demikian, sektor perikanan merupakan sektor yang tidak dapat ditinggalkan oleh pemerintah Indonesia (Triarso, 2012). Selain itu, dengan harga yang murah dan mudah didapatkan, ikan juga mengandung banyak unsur anorganik dan organik yang bermanfaat bagi manusia (Mareta & Amawi, 2011). Kekayaan laut tersebut dimanfaatkan oleh para pengusaha dengan mengolahnya menjadi suatu produk dalam industri pangan. Pada tahun 2019 di Kota Banda Aceh sendiri yang terletak di Provinsi Aceh terdapat kegiatan industri kecil dengan jumlah usaha kecil menengah (UKM) sebanyak 160 buah industri, usaha dari sektor ini berkembang pesat pada Tahun 2014 - 2018, untuk Industri Perikanan sendiri tersedia 20 buah (BPS Kota Banda Aceh, 2020). Salah satunya CV. Novira Abadi Fish & Friend yang mengolah hasil laut dengan proses pengolahan ikan segar dan ikan beku. Ikan yang diolah menjadi ikan beku dengan metode pembekuan dapat mengawetkan bahan pangan untuk waktu yang lama.

Sektor industri pembekuan perikanan di Indonesia saat ini berkembang sangat pesat, dari perkembangan ini tentunya memberikan dampak positif maupun dampak negatif. Dampak positif dari sektor industri perikanan dapat meningkatkan devisa negara, sedangkan dampak negatif yang ditimbulkan ialah berupa limbah

hasil produksi. Limbah hasil dari kegiatan tersebut dapat berupa limbah padat dan limbah cair. Industri usaha kecil menengah dikelompokkan sebagai industri dengan tingkat efisien energi rendah dan tingkat pencemaran yang tinggi karena pengolahan limbah cair industri yang tidak tersedia (Indah, dkk., 2014). Efek dari limbah yang dihasilkan itu tentu bisa mengganggu keseimbangan lingkungan karena limbah cair yang dihasilkan dari industri perikanan mengandung bahan organik yang cukup tinggi, jadi jika limbah tersebut langsung dibuang ke perairan dapat menyebabkan mikroorganisme didalamnya terintegrasi yang dapat menghabiskan oksigen (O_2) dalam perairan. Masing-masing limbah memiliki cara pengolahan yang berbeda-beda sesuai dengan karakteristiknya.

Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Pengolahan Hasil Perikanan, pencemaran lingkungan hidup adalah ukuran batas atau kadar kedalam lingkungan hidup oleh kegiatan manusia sehingga melampaui baku mutu lingkungan hidup yang telah ditentukan. Pencemaran lingkungan dapat mempengaruhi sumber daya alam yang ada, meningkatkan kepunahan beberapa spesies organisme, dan menjadi kerusakan global (Pitoyo, dkk., 2016). Air limbah pembekuan perikanan mengandung banyak protein dan lemak sehingga dapat meningkatkan konsentrasi pH, TSS, Amonia, Klor bebas, BOD, COD, Minyak lemak dan Kuantitas Air Limbah (m^3/ton). Apabila keseluruhan parameter tersebut dibuang langsung ke badan air, maka dapat mengakibatkan pencemaran air. Oleh karena itu, salah satu aspek yang harus diperhatikan dalam penyelenggaraan penyediaan air bersih atau air minum adalah pencegahan terhadap penyakit bawaan air (Slamet, 2000). Koagulasi, sedimentasi dan filtrasi proses pengolahan yang sering digunakan dalam pengolahan limbah cair industri dan mampu mengolah air, namun kadar zat organik hasil olahannya masih di atas standar yang ditetapkan oleh Departemen Kesehatan. Selain itu penggunaan koagulan yang sangat banyak pada proses konvensional, selain memerlukan biaya yang cukup besar juga berdampak negatif pada lingkungan (Schafer, dkk., 1998).

Menurut Shannon & Bohn (2008) pada beberapa tahun terakhir penggunaan teknologi membran telah banyak digunakan karena membran mempunyai beberapa keuntungan serta mudah untuk dioperasikan. Teknik filtrasi membran adalah salah satu jenis metode pengolahan air yang sangat memiliki keunggulan dari segi kualitas air yang dihasilkan. Proses operasi filtrasi dengan membran lebih mudah/ sederhana dan biaya yang relatif lebih rendah untuk operasi maupun pemeliharaan alat, *lay out* proses lebih kecil, serta mampu merejeksi bakteri patogen hingga 98% (Pearce, 2007). Dengan keunggulan tersebut teknologi membran digunakan dalam aplikasi luas, salah satunya Dari hasil *survey* menurut Maulana dan Bowo (2021) dari Departemen Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) menunjukkan bahwa industri tahu yang menggunakan teknologi membran MBR dengan konfigurasi membran terendam menggunakan jenis ultrafiltrasi, dapat menurunkan kadar zat limbah cair industri tahu yang mengandung zat organik TSS dan COD yang tinggi.

Membran yang digunakan pada penelitian ini adalah membran dari polimer *polyethersulfone* (PES). Sebagai bahan yang sering digunakan dalam pembuatan membran, polimer PES memiliki ketahanan dan stabilitas kimia serta sifat mekanik yang baik (Xiang, dkk., 2013). Dapat dilihat pada hasil *survey* menurut Fachrul., dkk (2019) dari Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala menunjukkan bahwa penyisihan kandungan *fosfolipid* dalam minyak mentah kelapa sawit (CPO) menggunakan membran ultrafiltrasi *polyethersulfon* (PES) mengalami penurunan konsentrasi dan hasil kinerja penyisihan *fosfolipid* tertinggi menghasilkan umpan larutan CPO dengan komposisi 60% CPO:40% heksana (b/b) dimana persen penyisihan *fosfolipid* mencapai 97%. Pembuatan membran pada penelitian ini dilakukan menggunakan teknik inversi fasa. Teknik inversi fasa merupakan salah satu teknik yang dapat digunakan dalam pembuatan membran yang prinsipnya berdasarkan pada perubahan fasa larutan *dope* dari cair ke padat.

Pada penelitian ini dilakukan penekanan pembuatan membran polimer *Polyethersulfon* (PES) yang digunakan untuk penyaringan pada proses pengolahan limbah cair industri perikanan dengan memperhatikan standar baku mutu limbah

cair industri perikanan mengacu kepada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Pengolahan Hasil Perikanan. Tujuan pengujian air limbah perikanan untuk mengetahui kemampuan pengolahan limbah cair industri perikanan menggunakan teknologi membran dengan polime *Polyethersulfon* (PES), serta karakteristik dan kinerja membran. Sehingga sebelum air hasil pengolahan limbah cair industri perikanan yang akan dialirkan ke perairan dapat mengurangi kadar pencemarnya lingkungan sekitar, dan diharapkan pengolahan menggunakan teknologi membran mampu mengurangi nilai kadar pencemar bagi industri skala kecil.

I.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan yang telah diungkapkan maka dapat dirumuskan permasalahan dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana kemampuan membran *polyethersulfon* (PES) terhadap penyisihan kadar pencemaran parameter TSS dan COD pada pengolahan limbah cair industri perikanan di CV. Novira Abadi?
2. Bagaimana karakteristik membran *polyethersulfon* (PES) yang dihasilkan dengan pengujian menggunakan *Scanning Elektron Microscope* (SEM) dan *Fourier-transform Infrared* (FTIR)?

I.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari rumusan permasalahan dalam penelitian adalah:

1. Untuk mengetahui kemampuan perlakuan penyisihan menggunakan membran *polyethersulfon* (PES) dalam pencemaran parameter TSS dan COD pada pengolahan limbah cair industri perikanan.
2. Untuk mengetahui struktur morfologi yang dihasilkan serta gugus fungsi yang terdapat pada membran *polyethersulfon* (PES).

I.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari hasil penelitian ini ialah untuk mengetahui bagaimana kinerja membran *polyethersulfon* (PES) dengan penambahan pelarut *n-Methyl pyrrolidone* (NMP) dalam menurunkan kadar pencemaran TSS dan COD pada pengolahan limbah cair industri perikanan.

I.5 Batasan Penelitian

Membran yang digunakan dalam penelitian ini adalah membran dari polimer *Polyethersulfon* (PES) sebagai bahan utama membran, *n-Methyl pyrrolidone* (NMP) digunakan sebagai bahan pelarut. Metode yang digunakan dalam pembuatan membran ialah menggunakan metode teknik inversi fasa. Selain itu karakteristik dari membran *polyethersulfon* (PES) diantaranya dilakukan pengujian *Scanning Elektron Microscope* (SEM) dan *Fourier-transform Infrared* (FTIR). Serta untuk pengujian kinerja membran dilakukan uji air limbah cair industri perikanan.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Membran

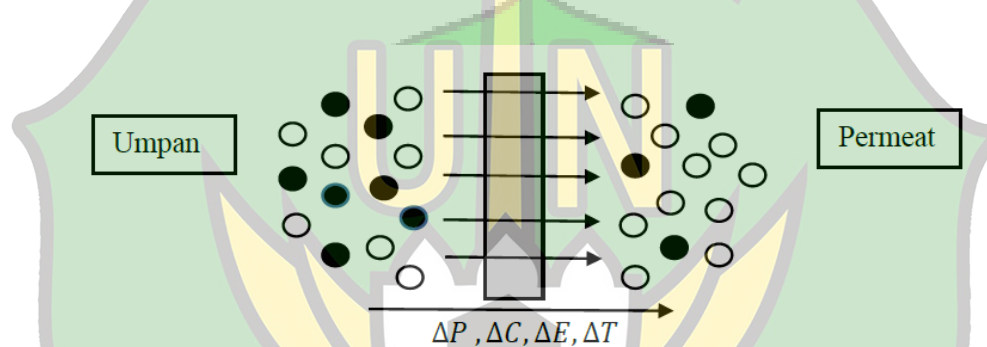
Kata membran berasal dari bahasa Latin “*membrane*” yang berarti kulit kertas. Saat ini kata membran telah diperluas untuk menggambarkan suatu lembaran tipis fleksibel, bertindak sebagai pemisah selektif antara dua fase karena sifat semipermeabelnya. Membran dapat didefinisikan sebagai suatu lapisan yang memisahkan dua fasa dan mengatur perpindahan massa dari kedua fasa yang dipisahkan (Roza, dkk., 2013). Membran mempunyai sifat semipermeabel yang berbentuk film untuk memisahkan partikel dengan ukuran molekuler (spesi) dalam suatu sistem larutan (Kesting, 1971). Membran ini merupakan lapisan tipis yang bersifat semipermeabel yaitu dapat melewatkan molekul tertentu sekaligus mencegah molekul lainnya diantara dua fasa yang berbeda sifatnya. Sifat fasa yang pertama berupa larutan umpan (*feed*) dan sifat fasa yang kedua berupa hasil saringan (*permeat*) (Zulfi, dkk., 2014).

Penyaringan membran didefinisikan sebagai teknik pemisahan dua komponen atau lebih dengan menggunakan membran yang diposisikan di antara dua fasa. Penyaringan membran tidak memerlukan panas tetapi komponennya terpisahkan berdasarkan perbedaan ukuran partikel serta bentuknya dengan bantuan tekanan dan selaput semipermeabel. Adanya gaya dorong yang bekerja pada komponen salah satu fasa, menyebabkan terjadinya perpindahan melalui membran. Proses penyaringan suatu zat padat dengan menggunakan medium berpori pada suatu fluida (cairan atau gas) disebut sebagai filtrasi. Media berpori berfungsi untuk menghilangkan zat padat yang tersuspensi serta koloid dari suatu fluida yang ingin dipisahkan. Media yang digunakan dalam proses filtrasi adalah lembaran tipis (Setiawan, dkk., 2015).

Prinsip pemisahan dengan teknologi membran yaitu dengan melewatkan sebagian material serta menahan sebagian material lainnya (Arifin & Aprilia, 2014). Ini merupakan pemisahan zat terlarut dari pelarut, di mana zat terlarut yang

tertahan pada membran disebut *retentat*, sedangkan pelarut lolos melewati membran dan disebut sebagai *permeat*. Terdapat dua jenis filtrasi yang terjadi jika membran digunakan sebagai media pemisah. Jenis pertama disebut filtrasi laminar dan filtrasi ini tidak menghasilkan *retentat*. Sedangkan jenis yang kedua disebut sebagai filtrasi tangensial (*cross flow*) dimana pada jenis ini terdapat *retentat* dan juga sebagian pelarut tidak berubah menjadi *permeat* (Angmalini, dkk., 2013).

Membran memiliki sifat ketahanan kimia, stabilitas termal, stabilitas mekanik, permeabilitas tinggi, selektivitas tinggi dan operasi dalam kondisi seimbang dan stabil. Secara umum proses pemisahan membran dapat dilihat pada Gambar II.1.



Gambar II.1 Proses pemisahan dengan membran
(Sumber: Wenten, 1999)

Membran telah diterapkan dalam kehidupan sehari-hari di berbagai bidang, diantaranya untuk pemurnian air, pada industri makanan dan obat-obatan dan proses pengolahan limbah industri (Mulyati, 2017). Dalam aplikasi untuk pemisahan, pemurnian, dan pemekatan, teknologi membran mempunyai berbagai keunggulan dibandingkan metoda pemisahan yang konvensional, diantaranya (Kusumawati & Tania, 2012):

- Dalam proses dilakukan secara kontinyu
- Tidak diperlukan penambahan zat kimia
- Konsumsi energi sangat rendah
- Pemisahan dilakukan dengan kondisi yang mudah
- Dapat dilangsungkan pada temperatur rendah sehingga dapat digunakan untuk pemisahan senyawa yang tidak tahan temperatur tinggi
- Mudah dalam *scale up*

- Tidak membutuhkan kondisi yang ekstrim (pH dan temperatur)
- Material membran bervariasi
- Mudah dikombinasikan dengan proses pemisahan lainnya.

Selain itu teknologi membran tidak hanya memiliki beberapa keunggulan saja, tetapi teknologi membran juga mempunyai kelemahan, yaitu (Mulder, 1996):

- Mudahnya terbentuk polarisasi konsentrasi atau lazimnya disebut *fouling*
- Tidak bisa tahan lama, dan
- Selektivitas yang rendah.

Proses membran dapat didefinisikan sebagai proses pemisahan suatu komponen dari aliran fluida melalui suatu membran. Membran berfungsi sebagai penghalang yang selektif, hanya dapat melewatkan komponen tertentu dan menahan komponen lain dari suatu aliran fluida yang dilewatkan melalui membran. Pemisahan membran berupa perpindahan materi secara selektif karena adanya penggerak yang berupa perbedaan konsentrasi, tekanan, potensial listrik atau suhu.

Dalam operasi membran terdapat dua jenis aliran umpan, adalah aliran *dead-end* dan aliran *cross-flow*. Pada aliran *dead end*, fluida melewati membran sebagai media filter dan partikel tertahan pada membran, sehingga umpan bisa melalui membran dan menumpukkan partikel. Aliran *cross flow* sejajar pada permukaan membran atau arah aliran umpan paralel. Aliran paralel ini menghasilkan gaya geser/turbulensi dekat permukaan membran sehingga pembentukan *filter cake* (deposisi partikel yang menumpuk pada permukaan) relatif kecil (Notodarmojo, dkk., 2011)

II.1.1 Klasifikasi Membran

Membran dibedakan berdasarkan eksistensi (organik: alami, sintetis, dan anorganik: keramik, gelas, metal, zeolit), morfologi (asimetrik dan simetrik), dan fungsi (mikrofiltrasi, ultrafiltrasi, nanofiltrasi, osmosis balik). Berdasarkan material asal, membran dapat dibagi menjadi dua jenis (Mulder, 1996) yaitu:

1. Membran alami adalah membran yang terdapat pada jaringan tubuh makhluk hidup dan berbentuk secara alami yang tersusun dari protein dan lipida.

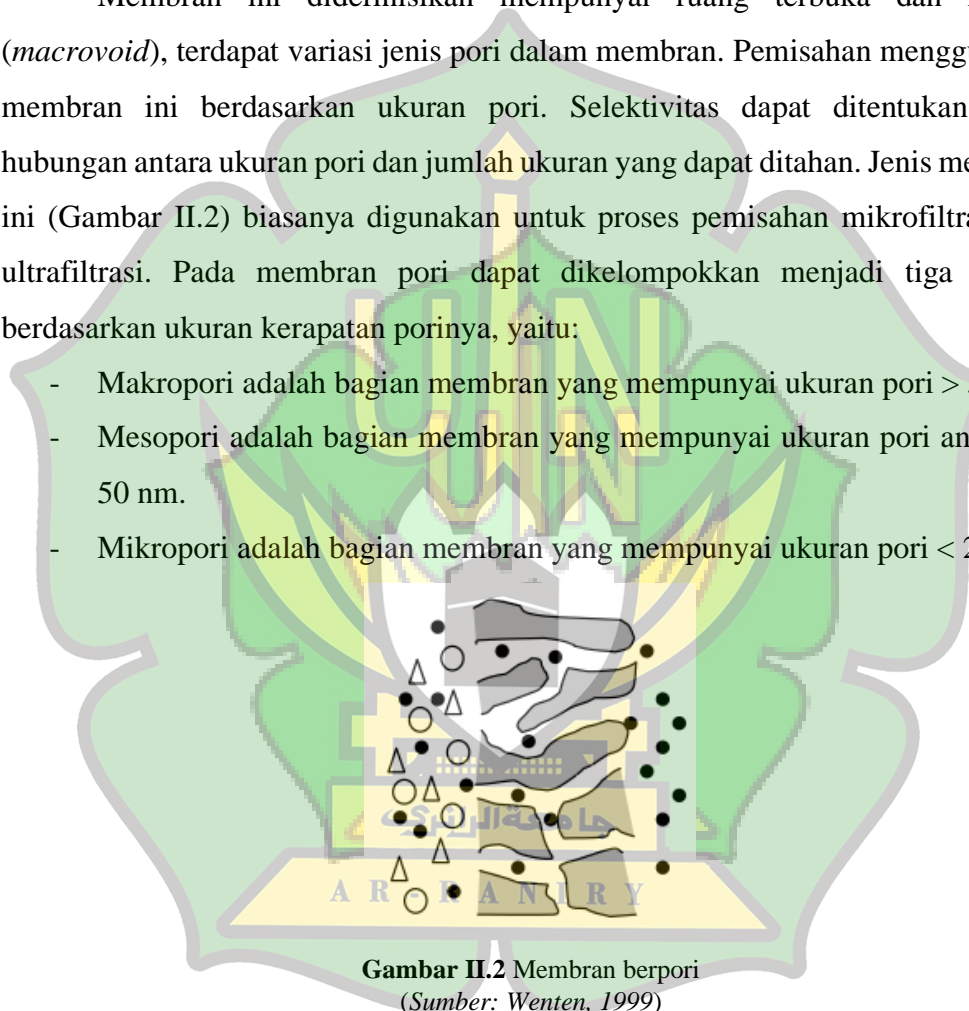
2. Membran sintetik adalah membran yang sesuai dengan sifatnya dan juga tersusun dari bahan organik maupun anorganik.

Berdasarkan struktur dan prinsip pemisahannya, membran dapat dibagi menjadi:

1. Membran Berpori

Membran ini didefinisikan mempunyai ruang terbuka dan kosong (*macrovoid*), terdapat variasi jenis pori dalam membran. Pemisahan menggunakan membran ini berdasarkan ukuran pori. Selektivitas dapat ditentukan lewat hubungan antara ukuran pori dan jumlah ukuran yang dapat ditahan. Jenis membran ini (Gambar II.2) biasanya digunakan untuk proses pemisahan mikrofiltrasi dan ultrafiltrasi. Pada membran pori dapat dikelompokkan menjadi tiga bagian berdasarkan ukuran kerapatan porinya, yaitu:

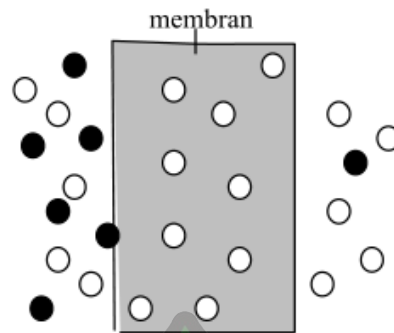
- Makropori adalah bagian membran yang mempunyai ukuran pori > 50 nm.
- Mesopori adalah bagian membran yang mempunyai ukuran pori antara 2–50 nm.
- Mikropori adalah bagian membran yang mempunyai ukuran pori < 2 nm.



Gambar II.2 Membran berpori
(Sumber: Wenten, 1999)

2. Membran Non-pori (*Dense*)

Membran non-pori didefinisikan berupa lapisan tipis yang memiliki ukuran pori dari $0,0001 \mu\text{m}$ sehingga dapat dikatakan membran *dense* (Gambar II.3). Tekanan operasi yang dibutuhkan untuk membran *dense* berkisar antara 10-100 bar. Membran non-pori ini biasa digunakan untuk pemisahan gas dan pervaporasi (Mulder, 1996).



Gambar II.3 Membran non-pori
(Sumber: Mulder, 1996)

3. Membran Komposit

Bagian atas membran ini memiliki pori berukuran kecil dan rapat, dengan ketebalan lapisan 0,1-1 μm . Sedangkan bagian bawah membran (lapisan penyangga) memiliki pori berukuran besar, dengan ketebalan 1-150 μm . Membran ini mengkombinasikan selektifitas yang tinggi dari membran rapat dan laju permeasi yang tinggi dari membran yang sangat tipis.

Perbedaan membran asimetrik dan simetrik menurut struktur geometri pori membran:

a. Membran Simetrik

Jenis membran simetrik ini memiliki pori dengan ukuran 10-200 μm (Gambar II.4). Pada membran ini juga mempunyai bentuk pori yang sama di seluruh segmen membran. Namun, jenis membran ini termasuk yang kurang cocok dikarenakan kemungkinan akan lebih cepat terjadinya *fouling* (penyumbatan pori) pada membran (Mulder, 1996) - R A N I R Y



Gambar II.4 Membran simetrik
(Sumber: Mulder, 1996)

b. Membran asimetrik

Membran asimetrik ini terdiri dari dua lapisan, yaitu lapisan rapat dan lapisan selektif (*active layer*) dengan ukuran 0,1-0,5 μm serta lapisan pendukung (*support layer*) dengan ukuran 50-150 μm (Gambar II.5). Membran jenis asimetrik ini dapat membuat selektivitas yang lebih tinggi yang disebabkan oleh rapatnya lapisan bagian atas membran (Mulder, 1996)



Gambar II.5 Membran asimetrik
(Sumber: Mulder, 1996)

Sedangkan berdasarkan tekanan yang digunakan sebagai gaya, membran dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis, sebagai berikut:

a. Mikrofiltrasi (MF)

Membran mikrofiltrasi ini merupakan membran dengan ukuran pori sebesar 0,1–0,01 μm . Proses filtrasi dapat dilaksanakan pada tekanan atmosfer berkisar 0,1–2 bar dengan fluks rata-rata 50 $\text{L}/\text{m}^2 \cdot \text{jam} \cdot \text{bar}$. Membran mikrofiltrasi ini dapat dibuat dari berbagai jenis-jenis bahan, baik organik maupun anorganik. Membran anorganik sering digunakan karena mempunyai ketahanannya pada suhu tinggi (Japonika, 2015).

b. Ultrafiltrasi (UF)

Proses ultrafiltrasi digunakan untuk memisahkan koloid dari larutannya, mengurangi konsentrasi, pemurnian dan fraksionasi makromolekul. Membran ultrafiltrasi merupakan membran berpori dimana ukuran porinya berkisar 0,01–0,001 μm dengan fluks rata-rata 10–50 $\text{L}/\text{m}^2 \cdot \text{jam} \cdot \text{bar}$ (Japonika, 2015).

c. Nanofiltrasi (NF)

Nanofiltrasi merupakan membran yang digunakan dalam pengolahan limbah dan pemurnian air karena murah, efisiensinya tinggi, ringan dan ramah lingkungan. Khususnya, nanofiltrasi memiliki sifat yang sangat baik dan juga selektif untuk memisahkan pewarna organik dan ion garam. Nanofiltrasi memungkinkan molekul yang lebih kecil (air) untuk melewati membran, sambil menolak molekul besar (pewarna organik dan ion logam berat). Membran yang baik adalah yang memiliki *fluks* permeat tinggi, selektif, diperkuat dengan sifat mekanik dan memiliki stabilitas jangka panjang dalam larutan kimia keras. Selanjutnya, membran nanofiltrasi juga harus memiliki karakteristik anti-*fouling* yang sangat baik selama proses operasi. Nanofiltrasi menolak partikel dengan rentang 0,001-0,0001 μm (Japonika, 2015).

Nanofiltrasi memiliki sifat di antara ultrafiltrasi (UF) dan *reverse osmosis* (RO). Seperti membran RO, membran nanofiltrasi sangat kuat dalam pemisahan garam anorganik dan molekul organik kecil. Membran nanofiltrasi memiliki penolakan rendah terhadap ion monovalen, penolakan tinggi terhadap ion divalen, dan *fluks* yang lebih tinggi dibandingkan membran RO. Sifat inilah yang memungkinkan nanofiltrasi banyak diaplikasikan di berbagai bidang terutama untuk pengolahan air dan limbah, farmasi dan bioteknologi, serta pengolahan makanan (Mohammad, dkk., 2015)

d. *Reverse osmosis* (RO)

Fungsi membran RO ini bertujuan untuk memisahkan zat terlarut yang memiliki berat molekul yang rendah seperti ion-ion monovalent dan garam. Membran RO biasa juga disebut dengan membran dense karena porinya yang sangat kecil $< 0,0001 \mu\text{m}$. Oleh karena itu, dibutuhkan tekanan hidrodinamik yang lebih besar untuk proses ini yaitu berkisar 10-100 bar dan *fluks* rata-rata sebesar 0,05–1,4 $\text{L}/\text{m}^2 \cdot \text{jam} \cdot \text{bar}$ (Wenten, dkk., 2014).

II.1.2 Teknik Pembuatan Membran

Terdapat beberapa teknik pembuatan membran yang sangat penting diantaranya, sebagai berikut (Pinem & Angela, 2011).

1. *Sintering*

Metode *sintering* biasanya digunakan dalam pembuatan membran organik dan anorganik. Kerjanya dengan penekanan pada polimer yang dibentuk serta pemanasan pada suhu yang tinggi, sehingga akan timbul pori-pori akibat menghilangnya antarmuka partikel yang berdekatan. Ukuran diameter yang dihasilkan biasanya berkisar antara 0,1–10 μm .

2. *Stretching*

Stretching menggunakan polimer semikristalik, dimana polimer ditarik searah aliran internal yang terletak sejajar dengan arah permukaan bumi. Metode ini akan menghasilkan porositas membran yang lebih besar dibandingkan dengan metode *sintering*. Pori yang terbentuk berukuran antara 0,1 sampai 3 μm .

3. *Track-etching*

Nama lain dari metode ini adalah metode percetakan di atas permukaan licin (litografi). Proses pengerjaan secara *track-etching* yaitu dengan menembakkan film dari suatu polimer menggunakan partikel pancaran energi yang tinggi melalui suatu ruang dalam bentuk gelombang dengan arah tegak lurus terhadap film. Lintasan pada matriks film akan terbentuk karena partikel radiasi. Pori membran akan terbentuk ketika film dimasukkan ke dalam bak asam atau basa. Hasil dari metode ini yaitu pori dengan ukuran yang seragam (simetri), dan terbentuk berukuran pori tersebut berkisar antara 0,02 sampai 10 μm .

4. *Template leaching*

Metode ini biasanya digunakan dengan cara melepas sebagian film sehingga menghasilkan suatu membran berpori. Salah satu contohnya yaitu proses pemisahan leburan homogen dari tiga sistem komponen ($\text{Na}_2\text{O}-\text{B}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$). Komponen tersebut akan didinginkan dan sistemnya akan berpisah menjadi dua fasa. Fasa pertama adalah fasa yang tidak larut dan mengandung SiO_2 , sedangkan fasa kedua adalah fasa yang larut. Untuk melepaskan fasa yang kedua ini perlu digunakan penambahan asam atau basa. Ukuran pori yang dihasilkan berbeda-beda, tetapi untuk ukuran minimumnya sekitar 5 nm.

5. *Coating*

Proses *coating* dapat dilakukan melalui beberapa cara seperti cara *dip coating*, polimerisasi antarmuka, polimerisasi *in-situ* dan polimerisasi plasma. Kerapatan membran akan menentukan nilai *fluks*. Jika polimer membran memiliki kerapatan yang tinggi maka nilai *fluks* nya akan menjadi sedikit. Untuk membentuk membran komposit maka perlu tingkatkan nilai *fluks* sehingga ketebalan membran diharuskan berukuran kecil.

6. Inversi Fasa

Metode yang paling umum digunakan untuk membuat membran adalah metode inversi fasa. Inversi fasa merupakan proses dimana sebuah polimer diubah secara terkendali dari fasa cair menjadi fasa padat. Awal proses saat terjadinya pemadatan dalam perubahan satu fasa cair menjadi dua fasa cair yang saling bercampur atau sering disebut sebagai pemisahan cair-cair (*liquid-liquid demixing*). Fasa yang mengandung polimer merupakan salah satu jenis fasa cair. Selama proses inversi fasa, fasa tersebut akan memadat dan membentuk matriks padat yang disebut sebagai membran.

Teknik inversi fasa akan menghasilkan membran asimetrik dengan beragam ukuran pori. Terdapat beberapa tahap yang perlu dilakukan dalam pembuatan membran melalui metode ini. Pertama, larutan cetak (*dope*) dicampur dan kemudian diaduk hingga homogen. Kedua, akan terjadi sebagian penguapan pelarut pada lembaran tipis di bagian atas. Proses yang terakhir, polimer akan diendapkan di dalam bak koagulasi yang berisi tanpa menggunakan pelarut. Agar proses tersebut berjalan dengan baik maka perlu digunakan polimer yang memiliki kelarutan yang rendah di dalam tanpa menggunakan pelarut. Hal ini disebabkan karena kelarutan polimer di dalam tanpa menggunakan pelarut sangat menentukan kondisi pori yang akan terbentuk. Jika kelarutan polimer di dalam tanpa menggunakan pelarut tinggi maka polimer yang tersusun juga akan semakin besar. Selain itu, konsentrasi polimer juga mempengaruhi pori yang terbentuk. Pori yang terbentuk pada suatu membran akan semakin rapat apabila konsentrasi polimer yang diberikan tinggi (Pinem & Angela, 2011).

II.1.3 Material Membran

Teknologi membran sebagai proses pemisahan telah berkembang dengan sangat pesat. Membran mikrofiltrasi (MF) dan ultrafiltrasi (UF) merupakan membran yang digunakan untuk pengolahan air limbah, penjernihan air untuk produksi air minum, serta produksi minuman sari buah. Membran dapat dibuat dari berbagai jenis material polimer seperti *polyvinylidene fluoride* (PVDF), *polypropylen* (PP), *polysulfone* (PS) dan *polyethersulfone* (PES) (Razi, dkk., 2012).

Polimer lain yang digunakan dalam pembuatan membran seperti *polialkohol*, *polivinil alkohol*, selulosa asetat, dan *poliakrilonitril* (PAN) (Madaeni, dkk., 2015). Membran-membran tersebut termasuk membran yang memiliki sifat hidrofilik. Akan tetapi, karena bersifat hidrofilik membran tersebut mudah terkena *fouling* dan tidak akan tahan pada tekanan tinggi. Membran-membran hidrofobik bersifat lebih kuat dan tidak mudah mengalami *fouling*.

II.1.4 Karakteristik Membran

Untuk dapat digunakan dengan baik dalam industri pemisahan, setidaknya membran harus memiliki karakteristik sebagai berikut (Arahman, 2012).

- Memiliki *fluks* dan rejeksi yang tinggi.
- Memiliki sifat mekanik yang baik.
- Memiliki sifat resisten yang tinggi terhadap *fouling*
- Memiliki sifat resisten yang tinggi terhadap klorin
- Biaya pembuatan yang rendah, dan
- Dapat dirancang dalam modul dengan luas permukaan yang tinggi.

Untuk mengetahui sifat dan kinerja membran, perlu dilakukan pengujian terhadap karakteristiknya. Karakteristik yang akan diuji antara lain sebagai berikut:

II.1.4.1 SEM (scanning electron microscopy)

Scanning Electron Microscopy (SEM) dapat digunakan untuk mengetahui morfologi membran sehingga dapat diinformasikan mengenai struktur morfologi membran. Dengan SEM dapat diperoleh data mengenai ukuran pori membran,

sehingga dari hasil ini dapat ditentukan standar keseragaman struktur membran yang dapat digunakan (Mulder, 1996).

SEM yaitu salah satu metode karakterisasi dan penelitian struktur pori pada membran mikrofiltrasi. Prinsip SEM secara keseluruhan garis besar, yaitu seberkas elektron dengan energi kinetik 1-25 kV ditembakkan pada sampel membran. Elektron yang ditembakkan disebut elektron primer atau energi tinggi, dan yang disebarkan oleh atom pada permukaan adalah elektron sekunder atau energi rendah. Akibatnya membentuk gambaran pada layar atau mikrograf (Mulder, 1996). Analisis SEM ini dilakukan pada membran yang telah digunakan serta permukaan membran bersih. Selain itu, untuk melihat deformasi, analisis juga dilakukan pada potongan membran sebelum dan setelah digunakan (Notodarmojo, dkk., 2011).

SEM merupakan mikroskop elektron untuk melihat objek padat dengan perbesaran 10-3.000.000 kali, *depth of field* 4-0,4 mm, serta resolusi 1-10 nm. SEM digunakan dalam penelitian dan industri karena memiliki resolusi yang baik, menghasilkan kombinasi dalam jumlah yang sangat besar, *depth of field* yang besar, serta mampu mengetahui komposisi dan informasi kristalografi dengan baik (Sujatno, dkk., 2015).

SEM termasuk salah satu jenis mikroskop elektron yang dapat menghasilkan resolusi tinggi dari gambaran suatu permukaan sampel. Elektron digunakan sebagai pengganti cahaya dalam penentuan permukaan sampel, sehingga gambar yang dihasilkan memiliki karakteristik kualitatif dalam dua dimensi. Material yang berbentuk lapisan tipis dan memiliki ketebalan 20 μm dari permukaan adalah material yang dapat dikarakterisasi menggunakan SEM. Gambar topografi permukaan yang dihasilkan SEM berupa lekukan, tonjolan, dan ketebalan lapisan dari penampang melintangnya. SEM memiliki beberapa jenis tipe, sehingga digunakan untuk analisis komposisi dengan kecepatan yang tinggi, studi morfologi, kekasaran permukaan, porositas, distribusi ukuran partikel, homogenitas material, atau sensitifitas material. Adapun prinsip kerja dari SEM adalah sebagai berikut (Piluharto, dkk., 2013):

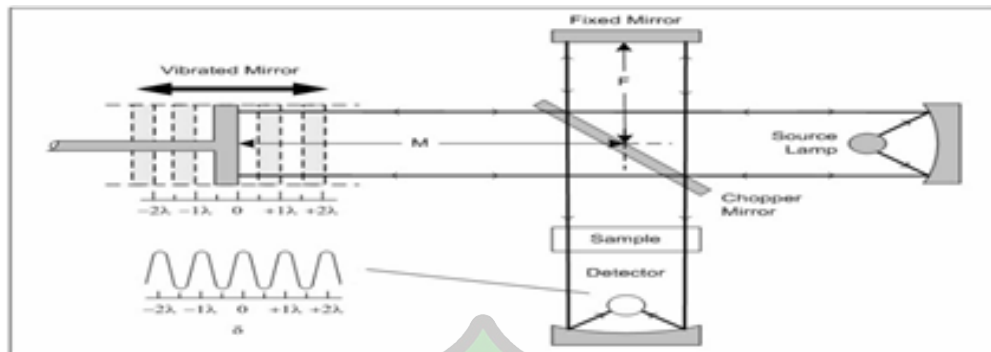
- *Elektron gun* dapat menghasilkan *electron beam* dari filament. Jenis *electron gun* yang umum sering digunakan adalah *tungsten hairpin gun* dengan *filament*

berupa lilitan *tungsten* yang berfungsi sebagai katoda. Tegangan yang diberikan kepada lilitan akan terjadinya enam pemanasan.

- Elektron difokuskan menuju suatu titik pada permukaan sampel dengan menggunakan lensa magnetik.
- Sinar elektron akan diarahkan oleh koil pemindah yang terfokus untuk memindai (*scan*) keseluruhan sampel.
- Ketika elektron mengenai sampel akan terjadi proses hamburan elektron. Hamburan elektron ada dua, yaitu *Back Scattered Electron* dan *Secondary Electron* dari permukaan sampel, dideteksi oleh detektor dan muncul dalam bentuk gambar pada monitor CRT.

II.1.4.2 FTIR (*fourier-transform infrared*)

Analisis gugus fungsi dilakukan dengan menggunakan alat *fourier transform infrared* (FTIR). Analisis ini dilakukan untuk mengetahui komposisi permukaan (gugus fungsi) dari suatu membran. FTIR adalah suatu instrumen dengan menggunakan prinsip spektroskopi. Spektroskopi disini yaitu spektroskopi inframerah yang dilengkapi dengan transformasi *fourier* untuk deteksi dan analisis hasil spektrumnya. Prinsip kerja FTIR yaitu dengan memfokuskan *infrared* (IR) pada sampel membran yang akan diuji (Gambar III.6). Molekul akan menyerap sinar radiasi ketika frekuensi dari radiasi IR sama dengan getaran spesifik dari molekul sampel. Radiasi ini akan melewati sampel yang terdeteksi, dan menghasilkan spektrum inframerah yang menunjukkan perubahan intensitas radiasi IR. Fungsi panjang gelombang adalah pengukuran intensitas radiasi dilakukan menggunakan detektor dan dibandingkan dengan intensitas tanpa sampel. Hasil spektrum inframerah yang diperoleh kemudian diplot sebagai intensitas fungsi energi, panjang gelombang (m) atau bilangan gelombang (cm^{-1}) (Thomas, dkk., 2017). Membran PES komersial memiliki serapan 1323,9 dan $1137,3 \text{ cm}^{-1}$ untuk jenis getaran SO_2 serta $1265,4 \text{ cm}^{-1}$ untuk jenis getaran C-O-C.

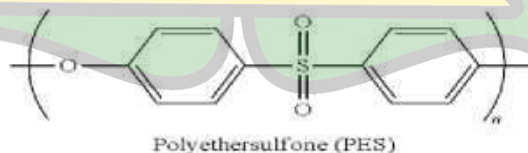


Gambar II.6 Prinsip kerja alat FTIR
(Sumber: Thomas, dkk., 2017)

II.2 Membran *Polyethersulfone* (PES)

Polyethersulfon (PES) adalah sejenis bahan membran ultrafiltrasi yang umum dan sering digunakan, karena stabilitas termal dan kekuatan mekanis yang dimilikinya. Namun, permukaan hidrofobik dan banyak pori-pori membran PES sangat mudah untuk menyerap polutan organik di dalam air menghasilkan pembatasan selaput (Wang, dkk., 2018). Namun hal yang perlu diperhatikan pada membran PES adalah tingkat sifat hidrofobilitas yang menyebabkan terjadinya *fouling*.

Untuk alternatif supaya membran PES tidak terjadi *fouling* maka dilakukan modifikasi terhadap membran tersebut. Modifikasi membran PES dapat dilakukan dengan menambahkan zat aditif seperti aminolisis dan imobilisasi *carboxymethylcellulose* dan *carboxymethylcellulose* sulfat (Hoseinpour, dkk., 2018). Tujuan untuk memperkuat permukaan membran dan meningkatkan hidrofilitas.



Gambar II.7 Ikatan kimia Polyethersulfone
(Sumber: Yanto dan Restu, 2016)

Karakter terbaik dari PES adalah memiliki ketahanan suhu tinggi yang sangat baik jika dibandingkan dengan plastik rekayasa konvensional. PES akan tetap dalam bentuk yang memuaskan pada penggunaan jangka panjang tanpa

menyebabkan perubahan dimensi atau kerusakan fisik jika di bawah suhu 200°C (Yanto dan Restu, 2016).

Beberapa penelitian telah menghasilkan data gambar melalui SEM untuk struktur membran PES (Gambar II.8). Gambar SEM membuktikan bahwa PES membran memiliki porositas berukuran nano yang dapat berfungsi sebagai sistem filtrasi.



Gambar II.8 SEM dari membran PES
(Sumber: Gunawan, 2015)

II.3 Limbah Industri Perikanan

Limbah industri perikanan berpotensi menimbulkan pencemaran karena mengandung protein dan lemak yang bersifat terlarut, tersuspensi, dan mudah terurai. Bentuk pencemaran yang timbul adalah pencemaran air tanah dan air permukaan, pencemaran udara berupa bau busuk, perubahan peruntukan badan air (terutama air sungai untuk kebutuhan minum, mandi, dan budidaya biota air) dan bentuk pencemaran lainnya (Sahubawa, 2011).

Limbah industri pembekuan ikan terdiri dari dua jenis, yaitu limbah padat dan limbah cair. Dari kedua jenis limbah tersebut, limbah cair merupakan bagian yang terbesar dan berpotensi mencemari lingkungan. Sumber limbah cair yang dihasilkan berasal dari proses pembersihan dan pencucian ikan tersebut. Menurut Ibrahim (2005), Limbah cair berupa lendir, darah dan air hasil pencucian ikan dan limbah padat berupa tulang, daging, sirip, saluran pencernaan atau insang. Adapun limbah hasil pengolahan perikanan dapat dilihat pada Gambar II.9 berikut ini:



Gambar II.9 Limbah Perikanan

II.3.1 Karakteristik limbah cair industri perikanan

Limbah cair industri perikanan mengandung banyak protein dan lemak, sehingga mengakibatkan nilai COD dan BOD cukup tinggi. Limbah cair industri perikanan memiliki karakteristik yang berbeda-beda tergantung pada jenis proses produksi yang dilakukan dan jenis produk yang dihasilkan. Namun pada limbah industri perikanan jarang ditemukan bahan beracun ataupun logam berat. Sehingga kebanyakan analisis dipusatkan pada konsentrasi pH, TSS, Amonia, Klor bebas, BOD, COD, Minyak lemak dan Kuantitas Air Limbah (m^3/ton) (Priambodo, 2011). Secara umum karakteristik limbah cair perikanan dapat dilihat pada **Tabel II.1** berikut:

Tabel II.1 Karakteristik Limbah Cair Perikanan

Parameter	Satuan	Industri pengalengan dan pembekuan ikan	Industri minyak dan tepung ikan	Industri pengasinan ikan
Amonia	mg/L	37	1,569	101
BOD	mg/L	35	204	127
COD	mg/L	34	196	360
Lemak dan minyak	mg/L	1,401	12,750	1,305

(Sumber: Priambodo, 2011)

Baku mutu air limbah adalah ukuran batas atau kadar unsur pencemar dan/atau jumlah unsur pencemar yang di tengah keberadaannya dalam air limbah yang akan dibuang atau dilepas ke dalam badan air dari suatu usaha dan/atau

kegiatan industri yang dapat mencemari lingkungan serta mempengaruhi sumber daya alam yang ada (Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Pengolahan Hasil Perikanan). Baku mutu limbah cair pengolahan perikanan dapat dilihat pada **Tabel II.2** berikut:

Tabel II. 2 Baku Mutu Limbah Cair Industri Perikanan

Parameter	Kegiatan Pembekuan				Kegiatan Pengalengan				Pembuatan Tepung Ikan	
	Kadar (mg/L)	Beban Pencemaran (kg/ton)			Kadar (mg/L)	Beban Pencemaran (kg/ton)			Kadar (mg/L)	Beban Pencemaran (kg/ton)
		Ikan	Udang	Lain-lain		Ikan	Udang	Lain-lain		
pH	6 – 9									
TSS	100	1	3	1,5	100	1,5	3	2	100	1,2
Sulfida	-	-	-	-	1	0,015	0,03	0,02	1	0,012
Amonia	10	0,1	0,3	0,15	5	0,075	0,15	0,1	5	0,06
Klor bebas	1	0,01	0,03	0,015	1	0,015	0,03	0,02	-	-
BOD	100	1	3	1,5	75	1,125	2,25	1,5	100	1,2
COD	200	2	6	3	150	2,25	4,5	3	300	3,6
Minyak-lemak	15	0,15	0,45	0,225	15	0,225	0,45	0,3	15	0,18
Kuantitas Air Limbah (m ³ /ton)		10	30	15		15	30	20		12

(Sumber: Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No.5, 2014)

II.3.2 Parameter Pencemaran

Pada pengolahan air limbah industri dikenal tiga parameter utama yaitu parameter kimia, fisika, dan biologi. Parameter kimia terdiri atas oksigen terlarut atau *Dissolved Oxygen* (DO) Kebutuhan Oksigen Biologis atau *Biological Oxygen Demand* (BOD) dan Kebutuhan Oksigen Kimia atau *Chemical Oxygen Demand* (COD) serta pH. Parameter fisika yang diamati terdiri dari TSS, kekeruhan, bau, warna. Parameter biologi yang biasa diamati adalah jenis dan deskripsi mikrobial secara morfologis (Kordi, 2005). Pada penelitian ini dilakukan pengujian dalam beberapa parameter diantaranya sebagai berikut:

1. pH

Derajat keasaman (pH) adalah suatu ukuran dari konsentrasi ion hidrogen dan menunjukkan suasana air tersebut bereaksi asam atau basa. Ion hidrogen ini selalu dalam keadaan seimbang yang dinamis dengan air yang membentuk suasana untuk semua reaksi kimia. pH perairan dipengaruhi oleh konsentrasi karbondioksida dan senyawa bersifat asam. Fitoplankton dan tumbuhan air akan mengambil karbondioksida dalam air selama proses fotosintesis sehingga pH akan naik pada siang hari dan menurun pada malam hari. Pengukuran pH dilakukan menggunakan pH meter dengan cara memasukan bagian ujung pH meter yang sudah dikalibrasi ke dalam sampel air maka di *screen* pH meter akan menunjukan nilai pH dari sampel air yang diuji. Jika pH dalam perairan $< 4,5$ maka air bersifat racun bagi ikan, sedangkan pH $> 9,0$ pertumbuhan ikan sangat terhambat. Maka dari itu pH yang diperlukan agar ikan mengalami pertumbuhan yang optimal yaitu 6,5 – 9,0 (Kordi, 2005).

2. COD

COD adalah oksigen (mg O_2) yang diperlukan untuk mengoksidasi senyawa organik secara kimawi, yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat organik dalam 1 liter air dengan menggunakan oksidator kalium dikromat selama 2 jam pada suhu 150°C . Hasil analisis COD menunjukkan bahwa kandungan senyawa organik yang terdapat dalam limbah. Pengoksidasi ion bikromat $\text{K}_2\text{R}_2\text{O}_7$ yang digunakan sebagai sumber oksigen (*oxidizing agent*), COD menjadi angka yang menjadi sumber pencemaran bagi zat-zat organis secara alamiah dan dapat dioksidasi dengan proses mikrobiologis yang menyebabkan oksigen terlarut berkurang didalam air (Effendi, 2003).

3. TSS

TSS adalah padatan yang tersuspensi di dalam air berupa bahan-bahan organik dan anorganik yang dapat disaring dengan kertas *millipore* berpori $0,45 \mu\text{m}$. Materi yang tersuspensi mempunyai dampak buruk terhadap kualitas air karena mengurangi penetrasi matahari ke dalam badan air, kekeruhan air meningkat yang menyebabkan gangguan pertumbuhan bagi organisme produser. Padatan

tersuspensi terdiri atas lumpur, pasir halus, dan jasad-jasad renik, terutama disebabkan oleh kikisan atau erosi tanah yang terbawa ke dalam perairan (Effendi, 2003).

II.3.3 Pengolahan limbah cair industri perikanan

Selain melakukan penanganan agar tidak terjadi pencemaran pada lingkungan, limbah cair juga dapat dimanfaatkan mengingat kandungan nutrient yang tinggi pada limbah tersebut. Dan ada beberapa cara pengolahan limbah cair yang dapat dilakukan di industri yaitu:

1. Pengolahan limbah secara fisika

Dengan memisahkan material-material pengotor yang kasat mata serta berukuran cukup besar dengan menggunakan penyaringan atau perlakuan fisik. Prosesnya meliputi sedimentasi, floatasi, absorbs, dan penyaringan (*screening*);

2. Pengolahan limbah secara kimia

Adanya penambahan bahan kimia untuk mengendapkan/memisahkan/menghilangkan zat-zat pengotor dalam limbah cair tersebut. Prosesnya meliputi koagulasi, oksidasi, penukar ion, degradasi, ozonisasi, dan lain-lain.

3. Pengolahan limbah secara biologi

Menggunakan biota hidup atau mikroba untuk menguraikan zat-zat pencemar didalam limbah cair. Prosesnya meliputi aerobik, anaerobik, fakultatif.

Salah satunya limbah ikan dapat digunakan sebagai pupuk organik yang berbentuk cair dan padat. Menurut Aditya (2015) yang mana dalam penelitian tersebut memanfaatkan limbah ikan sebagai pupuk organik padat dengan menggunakan 0,5 kg dedak padi 25 ml molase 10% air dan EM4 sebagai bioaktivator dengan menggunakan tiga taraf perlakuan dan penambahan limbah ikan yang berbeda antara lain perlakuan 1, 2 kg, perlakuan 2, 3 kg, perlakuan 3, 4 kg. Hasil peneltian tersebut menunjukkan bahwa pada perlakuan 3 dengan menggunakan 4 kg limbah ikan adalah perlakuan terbaik dalam pembuatan pupuk

organik padat dengan rata-rata nilai pH 6,85, kadar air 32,86%, total nitrogen 2,26%, dan total fosfor 1,44% dan total kalium 0,95%.

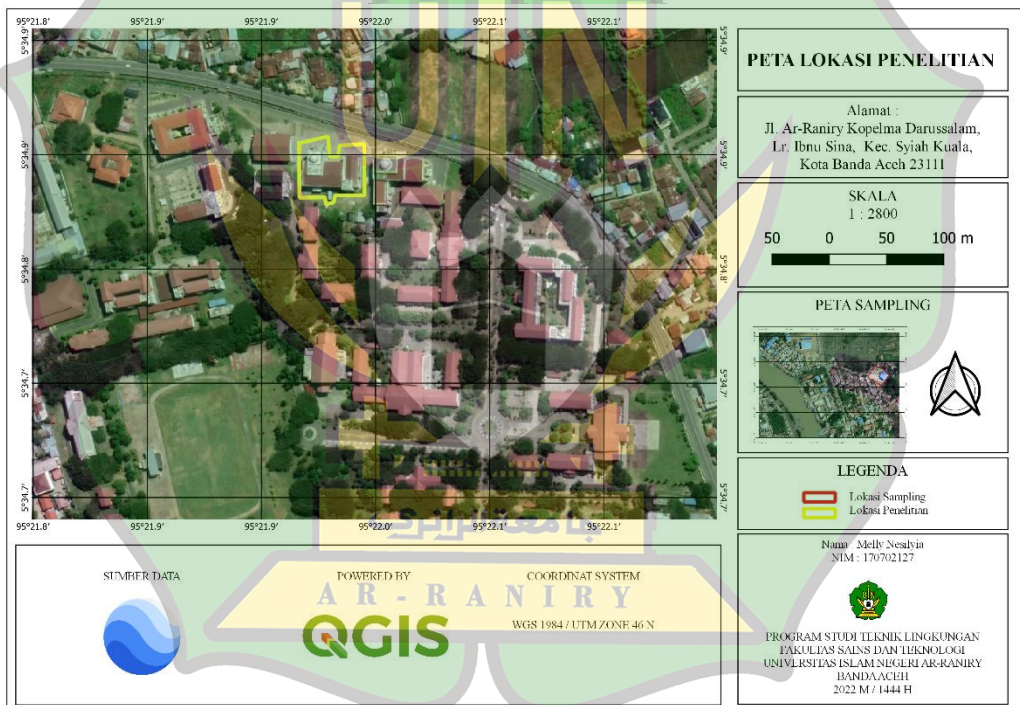


BAB III

METODE PENELITIAN

III.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Multifungsi UIN Ar-Raniry dan Laboratorium pusat survey geologi ITB. Jangka waktu penelitian dimulai pada tanggal 18 September s/d 10 November 2022. Pengambilan sampel diambil dari CV. Novira Abadi yang berada di Jl. Sisingamangaraja, Gp. Lamdingin, Kec.Kuta Alam, Banda Aceh dan dilakukan pengambilan sampel air limbah pada proses dari hasil pembuangan pengolahan awal pencucian ikan. Berikut adalah peta lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar III.1 di bawah ini:



Gambar III.1 Peta Lokasi Penelitian

III.2 Alat dan Bahan

III.2.1 Alat

Peralatan untuk pembuatan membran dan unit filtrasi membran dalam penelitian ini meliputi pipet ukur, timbangan analitik, plat kaca, gelas ukur 10 mL, erlenmeyer 50 mL, *magnetic stirrer*, neraca analitik, aplikator, oven, *hot plate*, bak

kaca, jerigen, pipa, lem pipa, sudut pipa, tutup pipa, kran, kawat, gelas ukur 500 mL, botol kaca, pH meter, COD reator, Tabung COD, TSS meter, kertas saring *Scanning Electron Microscopy* (SEM) (FEI: Inspect-S5-), dan *Fourier Transform InfraRed* (FTIR) (Perkin Elmer).

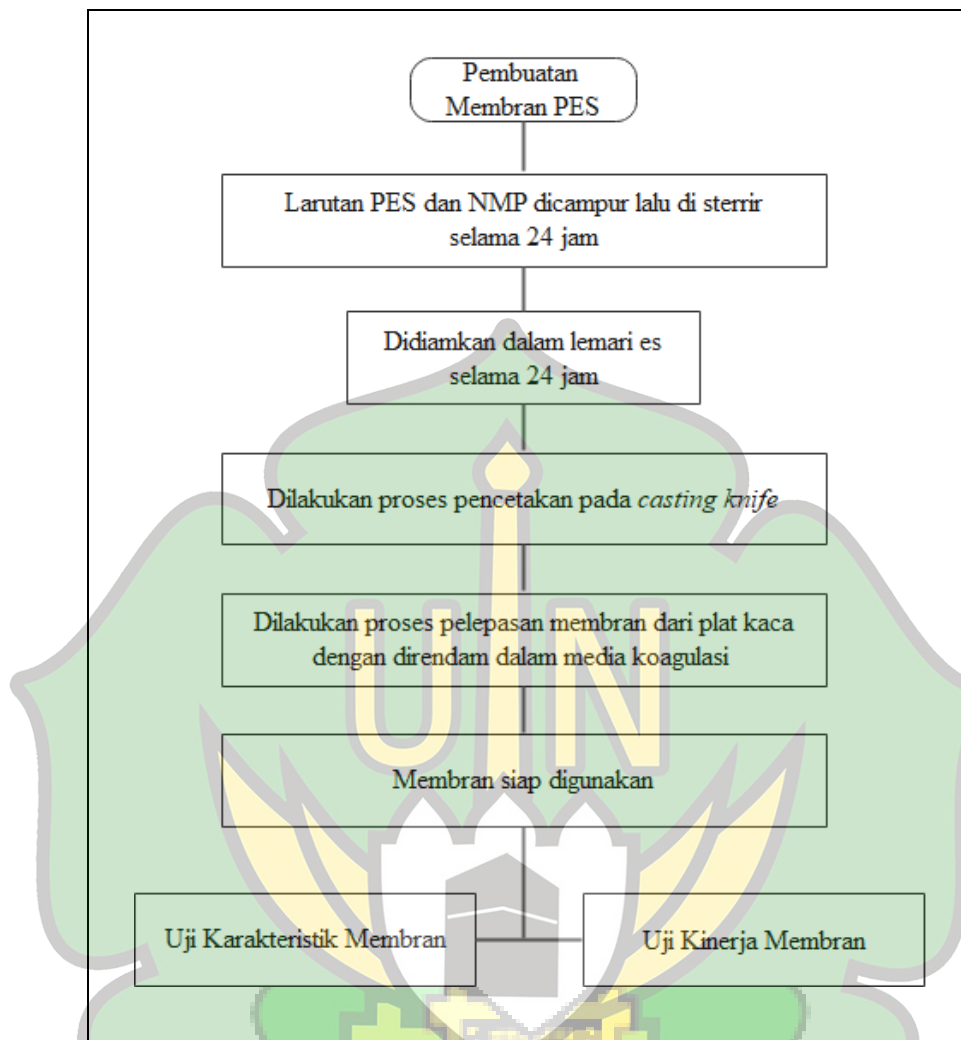
III.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu membran PES yang dibentuk menggunakan polimer *Polyethersulfone* (PES) sebagai bahan utama membran, *n-Methyl pyrrolidone* (NMP) digunakan sebagai bahan pelarut, serta Sampel air limbah industri perikanan CV. Novira Abadi sebanyak 20 liter, aquades, pasir kerikil yang berukuran 4-8 mens, $K_2CR_2O_7$ dan H_2SO_4 .

III.3 Rancangan Penelitian

Penelitian Tugas Akhir ini dilakukan pengujian karakteristik membran menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) untuk uji morfologi membran, *Fourier Transform InfraRed* (FTIR) untuk mengetahui gugus fungsi yang terdapat pada membran *Polyethersulfon* (PES) yang telah dibuat. Parameter yang akan diuji sebelum dan sesudah pengujian menggunakan penyaringan membran *Polyethersulfon* (PES) adalah pH, TSS dan COD untuk memperoleh data-data mengenai karakteristik dan kinerja membran dalam melakukan proses penyaringan air limbah.

Penelitian Tugas Akhir ini terdiri dari tahapan-tahapan seperti pada bagan alir penelitian yang dapat dilihat pada Gambar III.2 berikut:



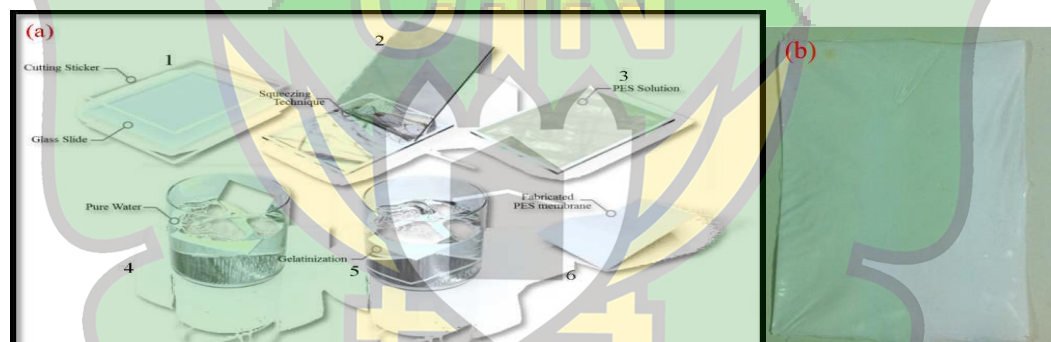
Gambar III.2 Bagan Alir Penelitian

III.4 Pembuatan Membran *Polyethersulfone* (PES)

Pembuatan membran dilakukan dengan menggunakan metode teknik inversi fasa dan merujuk pada penelitian Mulyati, (2017) dan Yanto, (2015) dengan sedikit modifikasi. Membran *Polyethersulfone* (PES) dibentuk menggunakan dua bahan yaitu polimer PES dan pelarut NMP. Dan berikut ini tahapan yang dilakukan untuk pembuatan membran diantaranya sebagai berikut:

1. Pembuatan larutan membran dilakukan dengan mencampur PES dan NMP dengan perbandingan komposisi 15:85 (w/v).
2. Kedua campuran tersebut kemudian diaduk hingga homogen menggunakan *hot plate* selama 24 jam dengan kecepatan pengadukan 200 rpm.

3. Kemudian setelah dilakukan proses pengadukan larutan *dope* PES dan NMP tersebut disimpan dalam lemari es selama ± 24 jam untuk menghilangkan gelembung udara.
4. Sebelum dilakukan pencetakan larutan *dope* PES dan NMP dikeluarkan dari dalam lemari es, lalu didiamkan hingga mencapai suhu ruang.
5. Selanjutnya dilakukan proses pencetakan menggunakan *casting knife* dengan ukuran membran 1 mm di atas plat kaca.
6. Lalu lapisan yang masih tertempel di permukaan kaca dicelupkan ke dalam bak koagulasi yang berisi media pengendap berupa air murni yang berfungsi sebagai non pelarut pada proses presipitasi.
7. Terakhir dilakukan proses *annealing* pada membran PES dan NMP yang terbentuk dengan cara dipanaskan secara perlahan hingga suhu 70°C selama 10 menit, selanjutnya membran siap digunakan untuk proses pemisahan.



Gambar III.3 (a) Pembuatan membran PES, (b) Membran PES
(Sumber: Yanto, 2015)

III.5 Karakteristik dan Kinerja Membran

III.5.1 Scanning electron microscopy (SEM)

Struktur morfologi membran dilihat dengan menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) dengan tipe FEI: Inspect-S50 dan pengujian dilakukan di Laboratorium pusat survey geologi ITB.

III.5.2 *Fourier-transform infraRed* (FTIR)

Analisis gugus fungsi membran menggunakan *Fourier-transform InfraRed* (FTIR) dengan tipe Perkin Elmer dan pengujian dilakukan di Laboratorium Kimia, Multifungsi UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

III.5.3 Pengaplikasian membran *Polyethersulfone* (PES) pada proses pengolahan limbah cair industri perikanan

Maka pada penelitian ini digunakan pengaplikasian membran *Polyethersulfon* (PES) pada proses pengolahan limbah cair industri perikanan untuk menurunkan kadar tercemar air limbah yang akan dibuang langsung ke lingkungan dengan dilakukan pengujian pada beberapa parameter di antaranya pH, TSS dan COD yang mengacu pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No.5 (2014) yaitu Baku Mutu Limbah Cair Industri Perikanan.

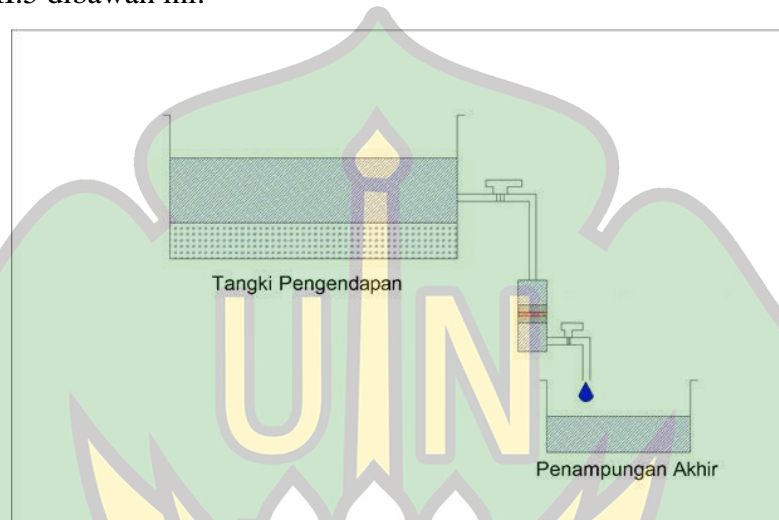
Sebelum dilakukan pengujian penyaringan menggunakan membran, limbah cair industri perikanan dilakukan uji pendahuluan awal terlebih dahulu, setelah mendapatkan hasil baru dilakukan pengujian menggunakan membran. Untuk pengujian parameter merujuk pada SNI 2004 yaitu Metode Cara Uji Derajat Keasaman (pH), SNI 2009 yaitu Metode Cara Uji *Total Suspended Solid* (TSS) dan SNI 2009 yaitu Metode Cara Uji *Chemical Oxygen Demand* (COD) Berikut Tabel III.1.

Tabel III.1 Hasil Pengujian Pendahuluan Awal Limbah Cair Industri Perikanan

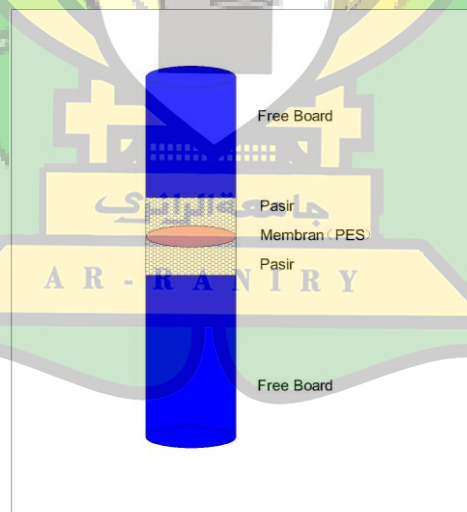
No.	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisis
1.	pH	mg/L	6-9	6,7
2.	TSS	mg/L	100	400
3.	COD	mg/L	200	664

Setelah dilakukan pengujian pendahuluan awal berikutnya dilakukan pengaplikasian membran pada pengolahan limbah cair industri perikanan sebagai penyisihan air limbah. Dimulai dengan diambil sampel air limbah sebesar 20 liter dimasukkan kedalam tangki pengendapan yang didiamkan selama 24 jam, setelah didiamkan selama 24 jam, sampel air limbah tersebut dialirkan dengan menggunakan gaya gravitasi menuju ke unit filtrasi membran. Kemudian penyaringan air yang telah melewati unit filtrasi membran ditampung menuju penampungan akhir. Setelah dilakukannya pengaplikasian membran *Polyethersulfone* (PES) pada proses pengolahan limbah cair industri perikanan yang menggunakan rangkaian alat penyaringan membran, air limbah yang sudah

terkumpul akan dilakukan uji kinerja membran dalam pengolahan limbah cair industri perikanan berdasarkan parameter yang akan diuji. Dan hasil uji menggunakan membran ini mengacu pada baku mutu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup (2014). Rangkaian alat penyaringan menggunakan membran dapat dilihat pada Gambar III.4 dan Unit Filtrasi Membran dapat dilihat pada Gambar III.5 dibawah ini:



Gambar III.4 Rangkaian Alat Penyaringan Membran



Gambar III.5 Unit Filtrasi Membran

Unit filtrasi membran dibuat dengan pipa pvc yang berdiameter 2 inch dengan panjang pipa sebesar 70 cm. Di dalam unit filtrasi membran pada bagian atasnya terdapat pasir kerikil yang dimasukkan ke dalam unit filtrasi tersebut, lalu

diletakkan membran *polyethersuln* (PES) yang berdiameter sebesar 2 inch, sebelum dimasukan bahan tahap terakhir pada membran diberi kawat penyaring guna untuk menahan membran agar tidak mudah terkontaminasi oleh bahan lainnya seperti pasir kerikil dan juga sebagai pengamanan membran agar tidak mudah sobek saat dilakukam proses penyisihan dan kemudian ditahap terakhir dimasukkan kembali pasir kerikil selanjutnya dibagian bawah dan atas alat unit filtrasi ditutup menggunakan penutup pipa yang kemudian diberi tanda untuk penyambung setiap pipa yang akan dilalui proses pengolahan air limbah yang dialirkan ke bak penampungan. Dan setiap pipa kecil untuk penyambung aliran proses pengolahan air limbah berukuran sepanjang 10 cm dan dibagian awal proses aliran air limbah dilakukan pengendapan di bak pengendapan selama 24 jam yang kemudian dialirkan menggunakan gaya grafitasi.



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1 Membran Polyethersulfon (PES)

Hasil dari pembuatan membran pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan bahan utamanya dari polimer PES dengan penambahan pelarut NMP dengan perbandingan komposisi 15:85 (w/v). Pembentukan membran dibuat dengan menyiapkan polimer PES sebanyak 3 gr dan larutan NMP sebanyak 17 mL dan kemudian kedua campuran bahan tersebut di *stirrer* selama 24 jam sampai homogen hingga menjadi larutan *dope*. Selanjutnya larutan *dope* tersebut dimasukkan ke dalam lemari es selama 24 jam untuk menghilangkan gelembung. Setelah dikeluarkan dan dibiarkan dalam suhu ruangan selama 15 detik dan kemudian dicetak menggunakan *casting knife* dengan ukuran membran 1 mm. Selanjutnya lapisan *dope* yang masih menempel dicelupkan ke dalam bak koagulasi hingga membran terlepas. Kemudian membran PES siap untuk digunakan pada proses penyisihan kadar pencemaran pengolahan limbah cair industri perikanan. Membran *polyethersulfon* (PES) dapat dilihat pada Gambar IV.1 dibawah ini:



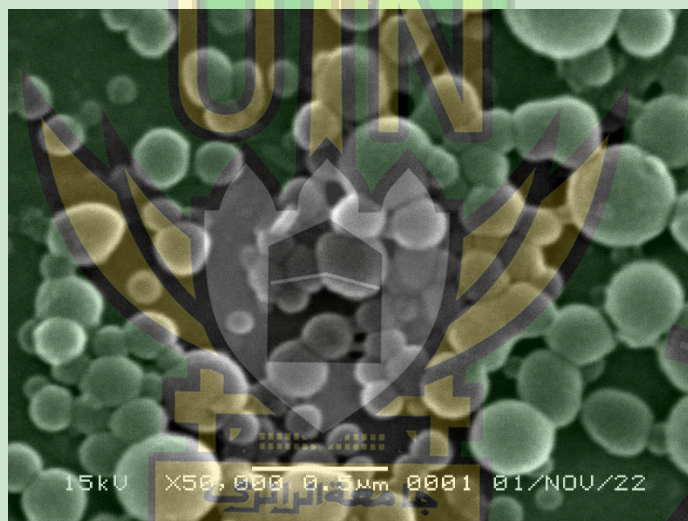
Gambar IV.1 Membran Polyethersulfon (PES)

Membran *polyethersulfon* (PES) ini memiliki nilai porositas sebesar $0,074 \mu\text{m}$. Membran PES ini dapat diklasifikasikan dalam membran ultrafiltrasi, menurut Nasir (2010) menyatakan bahwa membran ultrafiltrasi memiliki ukuran pori sebesar $0,001 - 0,1 \mu\text{m}$. Dimana membran tersebut dapat di aplikasikan untuk proses penyaringan air limbah, dikarenakan memiliki ukuran pori yang tinggi.

Pengujian karakteristik membran meliputi uji struktur morfologi membran menggunakan SEM, uji gugus fungsi membran menggunakan pengujian FTIR dan dilakukan pengaplikasian membran PES sebagai penyisihan penurunan kadar pencemaran untuk menurunkan kadar pencemar TSS dan COD pada pengolahan limbah cair industri perikanan Cv. Novira Abadi.

IV.1.1 Analisis struktur morfologi membran menggunakan SEM

Struktur morfologi membran diuji menggunakan alat *Scanning Electron Microscope* (SEM). Dapat dilihat membran PES dengan penambahan pelarut NMP dengan perbandingan 15:85 (w/v). Hasil pengujian SEM pada struktur permukaan membran PES dan pelarut NMP dengan ukuran pembesaran 50.000 kali yang menunjukkan ukuran pori yang dapat dilihat pada Gambar IV.2 dibawah ini:



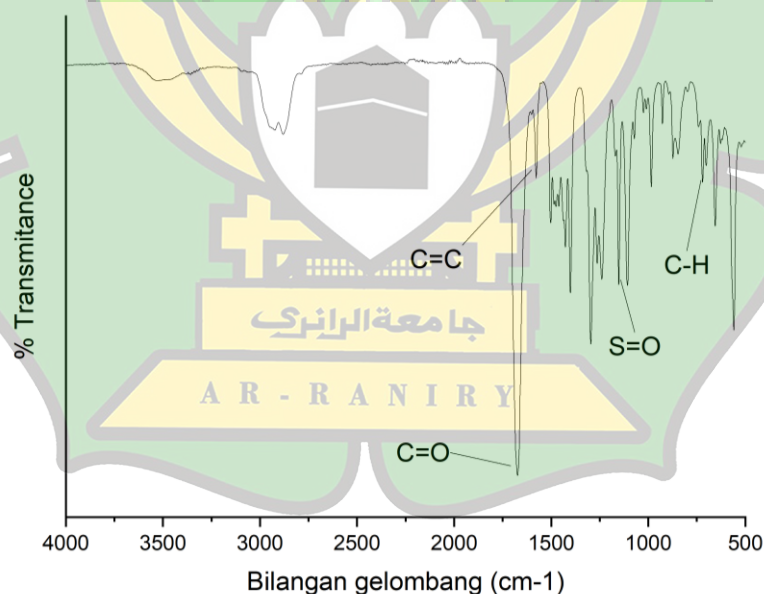
Gambar IV.2 Morfologi membran dengan struktur permukaan

Analisis struktur morfologi membran merupakan salah satu parameter dalam melihat karakteristik membran. Menurut Pinem & Angela (2011) metode yang sederhana dan cepat untuk menganalisis morfologi membran ialah dengan menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM). Hal ini juga untuk melihat pengaruh penambahan pelarut terhadap ukuran pori membran yang dihasilkan sehingga dapat berpengaruh pada kinerja membran dalam pengolahan limbah cair industri perikanan. Hal ini sesuai dengan yang dinyatakan oleh Fathanah & Hesti (2021) yaitu kinerja membran yang ditambahkan adiktif atau pelarut memberikan nilai permeabilitas yang tinggi pada membran PES sehingga dapat digunakan untuk

filtrasi. Berdasarkan Gambar IV.2 dapat dilihat bahwa polimer PES dengan penambahan pelarut NMP memiliki nilai porositas sebesar $0,074 \mu\text{m}$ yang dimana membran PES ini dapat digunakan dalam proses penyisihan pengolahan limbah cair industri perikanan karena memiliki ukuran pori yang tinggi. Menurut Fitri (2013) kemampuan penyaringan ditentukan oleh tingkat porositas yang dihasilkan, semakin tinggi tingkat porositas yang dihasilkan akan menghasilkan proses penyisihan yang tinggi juga.

IV.1.2 Analisis gugus fungsi pada membran menggunakan FTIR

Alat yang digunakan untuk menganalisis gugus fungsi suatu membran yaitu *Fourier Transform Infrared* (FTIR) menurut Hidayati & Murrkmiyadi (2018). Tujuannya untuk menunjukkan komponen yang terkandung di dalam sampel dan untuk membuktikan bahwa membran yang telah dibuat adalah membran PES. Pada Gambar 4.3 merupakan hasil pengujian FTIR dari polimer PES dan pelarut NMP. Hasil pengujian FTIR dapat dilihat pada Gambar IV.3 dibawah ini:



Gambar IV.3 Gugus fungsi pada berbagai jenis membran PES

Berdasarkan Gambar 4.3 dapat dilihat bahwa spektrum yang ditunjukkan memiliki gugus cincin aromatik (C=C) pada bilangan gelombang 1580 cm^{-1} . Gugus sulfon (S=O) pada gelombang 1150 cm^{-1} . Gugus eter aromatik (C=O) dengan bilangan gelombang 1678 cm^{-1} dan C-H aromatik pada gelombang gugus 723 cm^{-1}

yang dimana pada penambahan pelarut NMP hal ini menunjukkan bahwa terjadinya interaksi antara pelarut dan polimer yang berhasil di *blending* (Mustabsyirah, dkk., 2022). Menurut Fathanah & Hesti (2021) menyatakan bahwa kelompok gugus sulfon yang muncul pada pengujian FTIR tersebut adalah getaran atom dalam material yang merupakan ciri khas adanya PES.

IV.2 Pengaplikasian membran *Polyethersulfon* (PES) dalam pengolahan limbah cair industri Perikanan

Pengaplikasian membran dalam pengolahan limbah cair industri perikanan bertujuan untuk melihat kemampuan membran sebagai penyisihan dalam menurunkan kadar pencemaran yang dihasilkan. Sebelum air limbah dilakukan penyisihan menggunakan unit filtrasi membran, terlebih dahulu sampel air limbah dianalisis awal pada parameter pH, TSS dan COD. Dapat dilihat pada Tabel IV.1 dibawah ini:

Tabel IV.1 Analisis Pengolahan Limbah Cair Industri Perikanan Menggunakan Membran *Polyethersulfon* (PES)

No.	Parameter	Baku Mutu	Analisis Sebelum Disaring	Analisis Sesudah Disaring	Persentase rejeksi (%)
1.	pH	6-9	6,8	7,1	-
2.	TSS (mg/L)	100	700	300	58
3.	COD (mg/L)	200	652	360	45

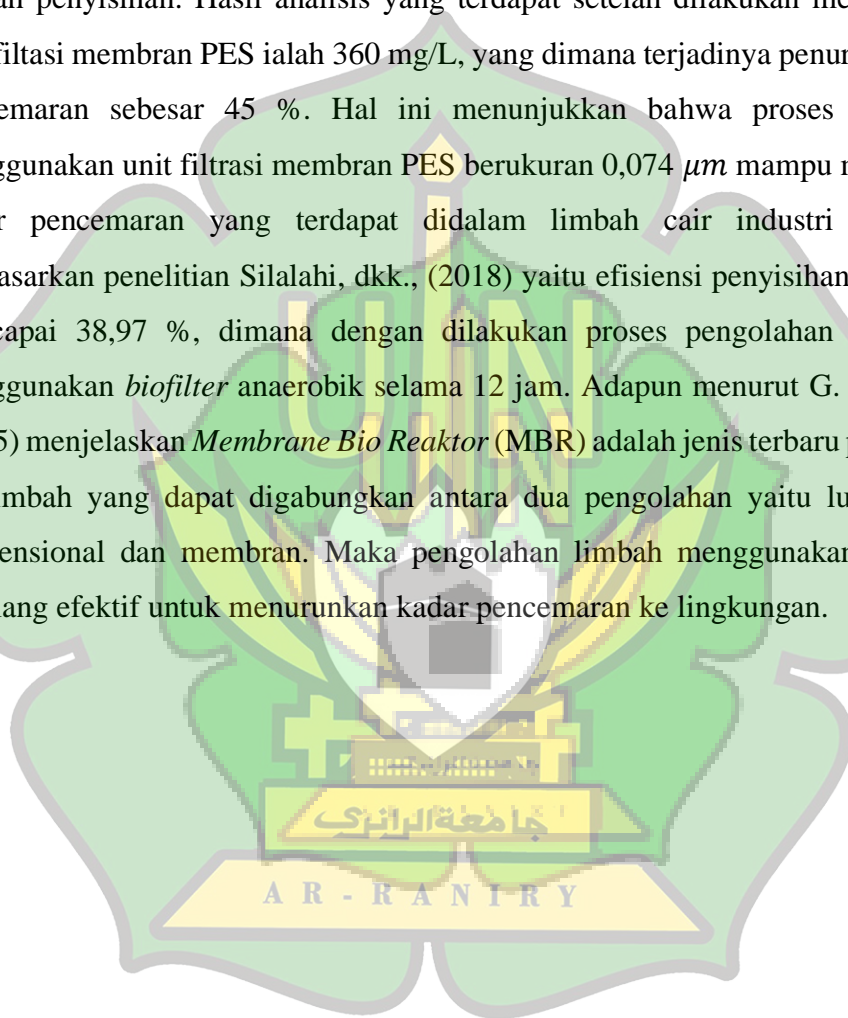
Bahwasanya analisis awal sampel air limbah cair industri perikanan dari proses pencucian awal memiliki nilai derajat keasaman (pH) sebesar 6,8 dengan warna merah kecoklatan keruh serta bau. Munculnya warna merah kecoklatan keruh tersebut didapat dari campuran darah dan sisaan ikan yang saat dilakukan proses pencucian awal. Proses ini akan menyebabkan turunnya kandungan oksigen terlarut dalam air, sehingga ketersediaan oksigen bagi organisme dapat berkurang bahkan dapat menyebabkan kematian organisme. Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No.5 (2014) yaitu nilai pH limbah cair industri perikanan pada angka 6-9. Dengan demikian hasil pengujian limbah cair industri perikanan memiliki nilai pH yang mendekati netral sesuai dengan standart baku mutu limbah cair industri perikanan. Dan setelah dilakukan proses pengendapan selama 24 jam

serta penyisihan menggunakan unit *filtrasi* membran nilai derajat keasaman (pH) naik sebesar 7,1 yang tergolong masih dibatas baku mutu. Menurut Retnosari., dkk (2013) yang menyatakan proses degradasi senyawa organik oleh mikroorganism dapat meningkatkan nilai pH pada limbah. Kenaikan nilai pH juga dapat disebabkan oleh menurunnya jumlah oksigen yang digunakan oleh bakteri saat menguraikan bahan organik dalam proses sedimentasi (Nugrahini, dkk., 2008).

Pada pengujian *Total Suspended Solid* (TSS) menunjukkan kadar analisis awal 700 mg/L, Dimana materi yang tersuspensi mempunyai dampak buruk terhadap kualitas air karena dapat mengurangi penetrasi matahari masuk ke dalam badan air, sehingga kekeruhan air dapat meningkat dan menyebabkan gangguan pertumbuhan bagi organisme yang berada di dalam air (Indrayani & Rahmah, 2018). Dan juga menurut Kristanto (2004) yaitu padatan tersuspensi adalah padatan yang menyebabkan kekeruhan air dan tidak terlarut yang dapat mengendap. Maka dari itu dilakukan proses pengolahan air limbah cair industri perikanan dengan menggunakan unit filtrasi membran. Tahapan ini dimulai dengan proses pengendapan selama 24 jam kemudian dilakukan proses penyisihan pengolahan air limbah cair industri perikanan menggunakan unit filtrasi membran PES yang berukuran pori 0,074 μm . Setelah itu air yang sudah terkumpul di dalam bak penampungan diambil sebanyak 500 mL dan dilakukan pengujian analisis TSS. Hasil analisis TSS setelah menggunakan unit *filtrasi* membran mendapatkan 300 mg/L, yang di mana terjadi penurunan kadar pencemaran sebesar 58 %. Hal ini menunjukkan bahwa proses penyisihan menggunakan unit filtrasi membran PES berukuran 0,074 μm mampu menahan sebagian besar padatan yang berada pada air sisa pengolahan limbah cair industri perikanan.

Chemical Oxygen Demand (COD) adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan buangan yang ada dalam air yang dapat menyebabkan teroksidasi melalui reaksi kimia (Wardhana, 2001). Pada pengujian COD menunjukkan kadar analisis awal 652 mg/L, yang dimana jika air limbah industri perikanan ini dibuang langsung ke badan pembuang akhir dapat menyebabkan terjadinya pencemaran. Sehingga dilakukan proses pengolahan limbah cair industri

perikanan menggunakan unit filtrasi membran yang berukuran pori sebesar 0,074 μm . Pada tahapan ini dimulai dengan dilakukan proses pengendapan terlebih dahulu selama 24 jam agar partikel-partikel berukuran besar terendap, kemudian air limbah cair industri perikanan dialirkan ke unit filtrasi membran PES yang dimana dilakukannya proses penyisihan terhadap air limbah untuk dilakukan analisis setelah penyisihan. Hasil analisis yang terdapat setelah dilakukan menggunakan unit filtrasi membran PES ialah 360 mg/L, yang dimana terjadinya penurunan kadar pencemaran sebesar 45 %. Hal ini menunjukkan bahwa proses penyisihan menggunakan unit filtrasi membran PES berukuran 0,074 μm mampu mengurangi kadar pencemaran yang terdapat didalam limbah cair industri perikanan. Berdasarkan penelitian Silalahi, dkk., (2018) yaitu efisiensi penyisihan nilai COD mencapai 38,97 %, dimana dengan dilakukan proses pengolahan air limbah menggunakan *biofilter* anaerobik selama 12 jam. Adapun menurut G. Wen, dkk., (2015) menjelaskan *Membrane Bio Reaktor* (MBR) adalah jenis terbaru pengolahan air limbah yang dapat digabungkan antara dua pengolahan yaitu lumpur aktif konvensional dan membran. Maka pengolahan limbah menggunakan membran terbilang efektif untuk menurunkan kadar pencemaran ke lingkungan.



BAB V

PENUTUP

V.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa pembuatan membran yang dilakukan dengan bahan utama polimer *polyethersulfon* (PES) dengan penambahan pelarut *n-Methyl pyrrolidone* (NMP) dengan komposisi yang digunakan yaitu 15:85 (w/w) mendapatkan hasil optimal dengan menghasilkan membran *polyethersulfon* (PES) yang dapat digunakan ke dalam pengolahan limbah cair industri perikanan sebagai alat penyisihan air limbah. Dengan hasil analisis porositas sebesar $0,074 \mu\text{m}$ yang masuk ke dalam klasifikasi membran ultrafiltrasi. Penggunaan unit filtrasi membran PES dapat menurunkan kadar pencemaran limbah industri perikanan dengan TSS sebelum penyisihan 700 mg/L dan setelah penyisihan 300 mg/L dengan persentase penurunan kadar pencemaran sebesar 58% dan kadar pencemaran limbah industri perikanan yang dihasilkan COD sebelum penyisihan 652 mg/L dan setelah penyisihan 360 mg/L dengan persentase penurunan kadar pencemaran sebesar 45%. Dimana pengolahan limbah cair industri perikanan menggunakan unit filtrasi membran terbilang efisien untuk digunakan.

V.2 Saran

Saran yang dapat penulis berikan adalah:

1. Penelitian menggunakan unit filtrasi membran ini perlu adanya pengolahan tambahan agar dalam proses penyisihan menggunakan unit filtrasi membran PES ini lebih optimal.
2. Untuk penelitian selanjutnya disarankan melakukan pengujian morfologi membran setelah digunakan dalam proses pengolahan limbah cair bertujuan untuk melihat perbandingan porositas pada membran PES setelah pelakuan penyisihan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, S., Suparmi, S., & Edison, E. (2015) *Study Of Manufacture Solid Organic Fertilizer From Fisheries Waste* (Doctoral dissertation, Riau University).
- Agmalini, S., Lingga, N. N., & Nasir, S. (2013). Peningkatan Kualitas Air Rawa Menggunakan Membran Keramik Berbahan Tanah Liat Alam dan Abu Terbang Batubara. *Jurnal Teknik Kimia*, 19(2), 59–68.
- Aprilia, S. & Arahman, N. (2016). Pembuatan membran serat berongga polietersulfon/2-(metakrilolosi) etil posporil klorin dan aplikasinya untuk pengolahan air sumur tercemar limbah tsunami di Banda Aceh. *Manusia Dan Lingkungan*, 23(2), 149–155.
- Arahman, N., Aprilia, S., & Maimun, T. (2014). Studi Solidifikasi Polietersulfon Dalam Pelarut N-Metil. *Jurusan Teknik Kimia USU*, 3(3), 18–23.
- Arahman, N. (2012). Konsep dasar proses pembuatan membran berpori dengan metode non-solvent INDUCEDDD phase separation - penentuan cloud point dan diagram tiga fasa. *Jurnal Rekayasa Kimia & Lingkungan*, 9(2), 68–73.
- Arifin, B., & Aprilia, S. (2014). Membran Polisulfon untuk Pengolahan Air : Dengan dan Tanpa Pra Perlakuan Koagulasi secara Ultrafiltrasi. *Jurnal Rekayasa Kimia Dan Lingkungan*, 10(1), 49–54.
- Badan Standarisasi Nasional. 2004. *Metode Cara Uji Derajat Keasaman (pH) dalam Air dan Air Limbah Dengan Menggunakan Alat pH Meter*. SNI No. 06-6989. 11-2004. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2009. *Metode Cara Uji COD (Chemical Oxygen Demand)*. SNI No. 06-6989.2-2009. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2009. *Metode Cara Uji TSS (Total Suspended Solid)*. SNI No. 06-6989.3-2009. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- BPS Kota Banda Aceh. (2020). Kota Banda Aceh Dalam angka 2019. In BPS Kota Banda Aceh.

- Dinas Kelautan dan Perikanan Aceh. (2019). Profil Peluang Usaha dan Investasi Kelautan dan Perikanan Provinsi Aceh. *Kementrian Kelautan Dan Perikanan Republik Indonesia*, 1–25.
- Effendi. (2003). *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*, Yogyakarta.
- Fachrul, R., Fathanah, U., & Novia, M. Erfiza. (2019). Fabrikasi Membran PES Ultrafiltrasi Dan Kinerjanya Pada Penyisihan Fosfolipid Minyak CPO. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*. Vol. 14, No. 1, Hlm. 88-96. ISSN 1412-5064.
- Fathanah, U., & Hesti, M. (2021). Karakteristik dan Kinerja Membran *Polyethersulfone* Termodifikasi Aditif Anorganik Secara Blending Polimer. *Jurnal Teknik Kimia*. 4(4).
- Fitri, I. T., Samudro, G., & Sumiyati, S. (2013). Studi Penurunan Parameter TSS dan Turbidity Dalam Air Limbah Dosmetik Artifisial Menggunakan Kombinasi Vertical Roughing Filter dan Horizontal Roughing Filter. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 2(2), 1-7.
- Gunawan, B. (2015). Karakteristik IR dan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) Sensor Gas Dari Bahan Polimer *Polyether glycol* (PEG). *Jurnal Sains dan Teknologi*, 6(2), 289-294.
- G. Wen, J. Ma, L. Zhang & G. Yu. (2010). Membrane Bioreactor In Water Treatment. *Jurnal Engineering*, 1(9).
- Hidayati, N., & Murrukmihadi, M. (2018). Karakterisasi Kompleks Inklusi Ketoprofen- β -Siklodekstrin Dengan Analisis FTIR Dan DSC. *Jurnal Ilmu Farmasi*, 9(1).
- Hoseinpour, V., Ghaee, A., Vatanpour, V., & Ghaemi, N. (2018). Surface modification of PES membran via aminolysis and immobilization of carboxymethylcellulose and sulphated carboxymethylcellulose for hemodialysis. *Carbohydrate Polymers*, 18(8). 37–47.

- Husnah. (2005). Evaluasi Kinerja Filter Keramik Dengan Proses Koagulasi Pada Air Rawa. *Jurnal Media Teknik*.12(1).
- Ibrahim, B. (2005). Kaji Ulang Sistem Pengolahan Limbah Cair Industri Hasil Perikanan Secara Biologis Dengan Lumpur Aktif. *Buletin Teknologi Hasil Perikanan*. 8(1).
- Indah, L. S., Soedarsono, P., & Hendarto, B. (2014). Kemampuan *Eceng Gondok* (*Eichhornia Sp.*), *Kangkung Air* (*Ipomea Sp.*), dan *Kayu Apu* (*Pistia Sp.*) dalam Menurunkan Bahan Organik Limbah Industri Tahu (Skala Laboratorium). 3(1), 1–6.
- Indrayani, L. & dan Rahmah, N. (2018). Nilai Parameter Kadar Pencemaran Sebagai Penentu Tingkat Efektivitas Tahapan Pengolahan Limbah Cair Industri Batik. *Rekayasa Proses*. 12, Hal: 41-50.
- Japonika, H. (2015). Pemisahan dengan membran ultrafiltrasi dalam industri bioproses. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 4(1), 1–8.
- Kesting, R.E. (1971) *Synthetic Polymeric Membrans*. McGraw-Hill Book Company. New York.
- Kordi, K. M. G. H. (2005). *Pengelolaan Kualitas Air Dalam Budidaya Perairan*. Rineka Cipta, Jakarta.
- Kristianto, P. (2004). *Ekologi Industri Air Limbah*. Yogyakarta. 7. Hal: 33-42.
- Kusumawati, N., & Tania, S. (2012). Pembuatan Dan Uji Kemampuan Membran Kitosan Sebagai Membran Ultrafiltrasi Untuk Pemisahan Zat Warna Rhodamin Bno Title No Title. *Mipa Kimia Uns*, 1, 43–52.
- Madaeni, S.S., Ghaemi, N., Rajabi, H. (2015). Advances in Polymeric Membranes for Water Treatment. *Advances in Membrane Technologies for Water Treatment*, 80, 3–41.
- Mareta, D. T., & Amawi, S. N. (2011). Pengawetan Ikan Bawal Dengan Pengasapan dan Pemanggangan. *Ilmu-Ilmu Pengetahuan*, 7(2), 33–47.

- Maulana, M.R & Bowo, D.M. (2021). Penerapan Teknologi Membran untuk Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu (Studi Kasus: UKM Sari Bumi, Kabupaten). *Jurnal Teknik ITS*, 10(2).
- Meriam, dkk., (2004). Membrane Ultrafiltrasi Of Treated Plam Oil Mill Effluent (POME). *Jurnal Teknologi Malaysia*, 4(1).
- Mohammad, A.W., Teow, Y.H., Ang, W.L., Chung, Y.T., Oatley-Radcliffe, D.L., & Hilal, N. (2015), Nanofiltration membranes review: recent advances and future prospects, *Desalination*, 1(29).
- Mulder, M. (1996). Basic Principles of Membrane Technology. In *Zeitschrift für Physikalische Chemie* (p. 564).
- Mulyati, S., Razi, F., & Zuhra, Z. (2017). Karakteristik Membran Asimetris Polietersufone (PES) dengan Pelarut Dimetil Formamide dan N-Metil-2-Pyrolidone. *Biopropal Industri*, 8(1), 55–62.
- Mustabsyirah, Ardhila, S., Mirna, R. L., Sofyana, Mukramah, Mukhriza, W. R., & Fathanah, U. (2022). Peningkatan Kinerja Membran *Polyethersulfon* (PES) dengan Modifikasi Menggunakan Aditif Hidrofilik. 6(1). 2656 – 2662.
- Nasir, S., Dahlan, H., & Bahrin, D. (2010). Perancangan limbah dengan metode filtrasi menggunakan membran keramik berbahan tanah liat dan abu terbang batu bara. Penelitian Hibah Strategis Nasional Unsri Nomor : 0460.a/H9/PL/2010. *A R - R A N I R Y*
- Notodarmojo, S., Zulkarnain, T., Mayasanthi, D. & Irsyad, M. (2011) Efek pretreatment terhadap pembentukan lapisan cake dan struktur membran pada membran ultrafiltrasi aliran cross-flow dalam pengolahan limbah cair emulsi minyak. *ITB Journal of Sciences*, 36(2), 127–144.
- Nugrahini P, Habibi TMR & Safitri A.D. (2008). *Penentuan Parameter Kinektika Proses Anaerobik Campuran Limbah Cair Industri Menggunakan Reaktor Up Flow Anaerobic Sludge Blanket (UASB)*. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi II*.

- Pearce, G. (2007). Introduction to membranes: Filtration for water and wastewater treatment. *Filtration and Separation*, 44(2), 24–27.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup, (2014). Baku Mutu Limbah Bagi Usaha Dan/Atau Kegiatan Pengolahan Hasil Perikanan. No.5
- Piluharto, B., Sjaifullah., Rahmawati, I., & Maryanto. (2013) Membran polisulfon dengan teknik UV-fotografting dan aplikasinya pada proses filtrasi susu kedelai, *Ilmu Dasar*, 14(1), 39–44.
- Pinem, J.A. & Angela, R. (2011) Sintesis dan karakterisasi membran hibrid PMMA/TEOT: Pengaruh konsentrasi polimer, *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia “Kejuangan”*, 1(7).
- Pitoyo, P. N., Arthana, I., & Sudarma, I. (2016). Kinerja Pengelolaan Limbah Hotel Peserta Proper Dan Non Proper Di Kabupaten Badung, Provinsi Bali. *ECOTROPHIC: Jurnal Ilmu Lingkungan (Journal of Environmental Science)*, 10(1), 33.
- Priambodo, G. (2011). Technical and Social Impacts of Wastewater from Fish Processing Industry in Kota Muncar of Indonesia. *JATES* 1(1): 1-17
- Razi, F., Sawada, I., Ohmukai, Y., Maruyama, T., & Matsuyama, H. (2012). The improvement of antibiofouling efficiency of polyethersulfone membrane by functionalization with zwitterionic monomers. *Journal of Membrane Science*, 4(1).
- Retnosari, A.A., & Shovitri M. (2013). Kemampuan Isolat *Bacillus* sp Dalam Mendegrasi Limbah Tangki Septik. *Jurnal Sains dan Seni Pomils*. 2(1): 2337-3220.
- Rizky, M., dkk. (2021). Penerapan Teknologi Membran untuk Mengolah Limbah Cair Industri Tahu (Studi Kasus: UKM Sari Bumi, Kabupaten). *Jurnal Teknik ITS*, 10(2)
- Roza, M., Gusnedi, & Ratnawulan. (2013). N. *PILLAR OF PHYSICS*, 1(4),

60-67.

- Sahubawa, L. (2011). Analisis dan Beban Pencemaran Limbah Cair Pabrik Pengalengan Ikan. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*. 18(1). 9–18
- Schafer, A. I., Fane, A. G., & Waite, T. D. (1998). Chemical Addition Prior to Membrane Processes for Natural Organic Matter (NOM) Removal. *Chemical Water and Wastewater Treatment V*, 2(5).
- Setiawan, D. A., Argo, B. D., & Hendrawan, Y. (2015). Pengaruh Konsentrasi dan Preparasi Membran Terhadap Karakterisasi Membran Kitosan. *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis Dan Biosistem*, 3(1), 95-99
- Shannon, P.W. Bohn, M. Elimelech, J.G. Georgiadis, B.J. & Marinas, A.M. (2008). Science and technology for water purification in the coming decades, *Nature* 4(52). 301–310.
- Shi, X., Tal, G., Hankins, N. P., & Gitis, V. (2014). Fouling and cleaning of ultrafiltration membranes: A review. *Journal of Water Process Engineering*, 1 (2), 121–138.
- Slamet, J. S. (2000). *Kesehatan Lingkungan*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Silalahi, F.T.T., Halimatuddahlia & Amir Husin. (2017). Pengolahan Limbah Cair Tahu Menggunakan Bioreaktor Anaerob Satu Tahap Dan Dua Tahap Secara Batch. *Jurnal Kimia*, 7(1).
- Sujatno, A., Salam, R., Bandriyana, & Dimiyati, A. (2015) Studi scanning electron microscopy (SEM) untuk karakterisasi proses oksidasi paduan zirkonium, *Jurnal Forum Nuklir (JFN)*, 9(2), 44–50.
- Thomas, S., Raju, T., Ajesh, K.Z., & Raghvendra, K.M. (2017). *Spectroscopic Methods For Nanomaterials Characterization*. Amsterdam: Matthew Deans.
- Triarso, I. (2012). Potensi dan Peluang Pengembangan Usaha Perikanan Tangkap Di Pantura Jawa Tengah. *SAINTEK PERIKANAN: Indonesian Journal of*

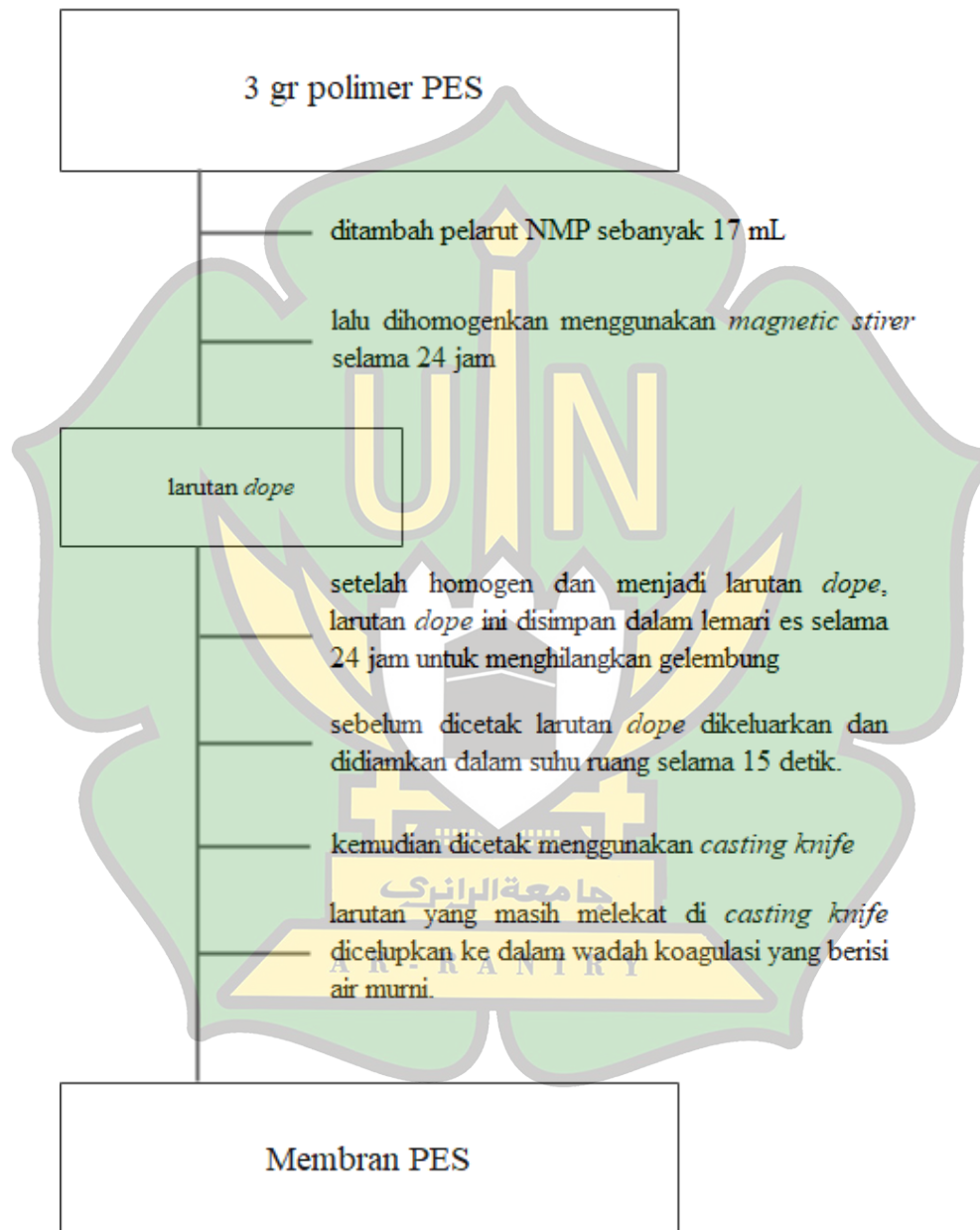
Fisheries Science and Technology, 8(1), 65–73.

- Wang, W., Zhu, L., Shan, B., Xie, C., Liu, C., Cui, F., & Li, G. (2018). Preparation and characterization of SLS-CNT/PES ultrafiltration membran with antifouling and antibacterial properties. *Journal of Membran Science*, 548, 459–469.
- Wardhana, W.A., (2001). *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Wenten, I.G. (1999). *Teknologi Membran Industrial*. Bandung: ITB.
- Wenten, I. G., Hakim, A. N., Khoiruddin, & Aryanti, P.T.P. (2014). *Desain Proses Berbasis Membran*. Bandung: ITB.
- Xiang. T., You, W., Wang, R., Liang, S., Sun, S. & Zhao, C. (2013). Surface hydrophilic modification of polyethersulfone membranes by surface-initiated ATRP with enhanced blood compatibility. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 1(10), 15–21.
- Yanto & Restu, A. (2016). *Pengembangan Membran Polyethersulfone (PES) Sebagai Filtrasi Pada Sistem Desalinasi*. Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Yogyakarta.
- Zulfi, F., Dahlan, K., & Sugita, P. (2014). Karakteristik Fluks Membran Dalam Proses Filtrasi Limbah Cair Industri Pelapisan Logam. *Jurnal Biofisika*, 10(1), 19–29.

LAMPIRAN

Lampiran. 1 Skema Kerja

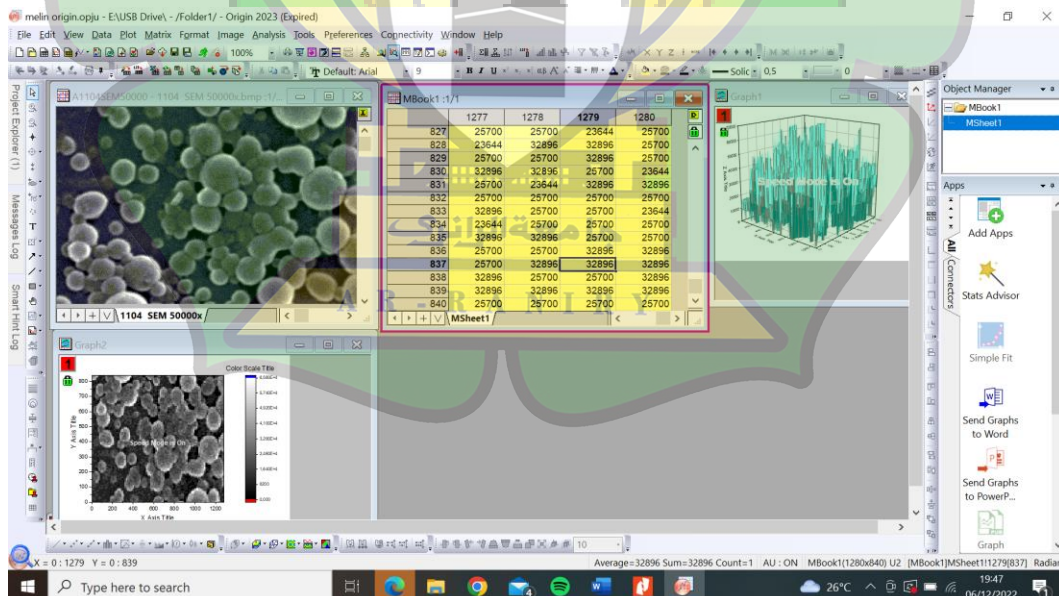
Pembuatan Membran *Polyethersulfon* (PES)



Lampiran. 2 Data Hasil Analisis Porositas Membran PES

Tabel hasil analisis porositas membran PES

Input dari	Parameter	Nilai
Origin	H max	65600
Origin	H min	0
Origin	X	1280
Origin	Y	840
	V total	7,053E+10
	V solid	2,082E+10
Origin	V integral	2,082E+10
	V pori	4,972E+10
	Porositas	0,0748733



Gambar hasil origin membran PES

Lampiran. 3 Perhitungan Persentase Rejeksi

❖ Persentase rejeksi TSS

Dik : konsentrasi akhir (c_p) = 300 mg/L

Konsentrasi awal (c_f) = 700 mg/L

Dit : R ?

Penyelesaian :

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

$$R = \left(1 - \frac{300}{700}\right) \times 100 \%$$

$$R = (1 - 0,42) \times 100 \%$$

$$R = 0,58 \times 100 \%$$

$$R = 58 \%$$

❖ Persentase rejeksi COD

Dik : konsentrasi akhir (c_p) = 360 mg/L

Konsentrasi awal (c_f) = 652 mg/L

Dit : R ?

Penyelesaian :

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

$$R = \left(1 - \frac{369}{652}\right) \times 100 \%$$

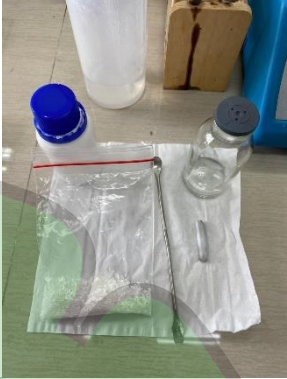


$$R = (1 - 0,55) \times 100 \%$$




$$R = 0,45 \times 100 \%$$

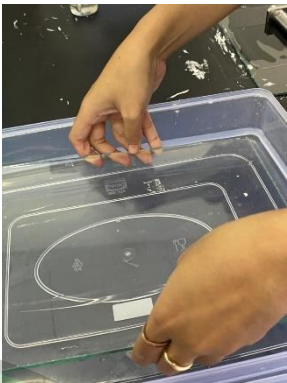


$$R = 45 \%$$


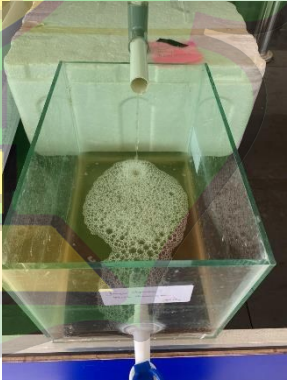
Lampiran. 4 Dokumentasi Penelitian

Tahapan Persiapan Pembuatan Membran PES sampai Reaktor




No	Kegiatan	Gambar
1.	Persiapan alat dan bahan pembuatan membran PES	
2.	Penimbangan bahan yang akan digunakan untuk pembuatan larutan membran PES	
3.	Larutan yang telah ditimbang kemudian di stirrer selama 24 jam menggunakan <i>magnetic stirrer</i> hingga homogen	

4.	Setelah kedua bahan tersebut homogen, larutan <i>dope</i> kemudian disimpan dalam lemari es selama ± 24 jam guna menghilangkan gelembung yang berada di dalam larutan	
5.	Sebelum dilakukan proses pencetakan, larutan <i>dope</i> didiamkan selama 15 detik dalam suhu ruangan dan disiapkan terlebih dahulu wadah kaogulasi yang berfungsi sebagai non pelarut	
6.	Kemudian dilakukan proses pencetakan, larutan <i>dope</i> dituang ke atas plat kaca lalu diratakan ke seluruh permukaan menggunakan <i>casting knife</i>	

7.	Selanjutnya larutan <i>dope</i> yang masih tertempel dicelupkan ke dalam wadah koagulasi hingga membran terlepas dengan sendirinya dari plat kaca	
8.	Membran siap digunakan untuk proses penyisihan air limbah.	
9.	Persiapan bak pengedapan dan unit filtrasi membran	

10.	Pengambilan sampel sebanyak 20 liter yang berlokasi di Cv. Novira Abadi	
11.	Dilakukan proses pengedapan terlebih dahulu selama 24 jam sebelum dilakukan penyisihan menggunakan unit filtrasi membran	
12.	Air limbah cair setelah dilakukan penyisihan menggunakan unit filtrasi membran PES	

13.	Perbedaan antara sampel air limbah sebelum dan sesudah dilakukan penyisihan menggunakan membran PES	
14.	Pelakuan pengujian sampel air limbah sesudah dan sebelum dilakukan penyisihan menggunakan reaktor membran PES	
15.	Hasil analisis pH sebelum dilakukan penyisihan menggunakan reaktor membran PES	

16.	Hasil analisis pH sesudah dilakukan penyisihan menggunakan reaktor membran PES	
17.	Hasil analisis TSS sebelum dilakukan penyisihan menggunakan reaktor membran PES	
18.	Hasil analisis TSS sesudah dilakukan penyisihan menggunakan reaktor membran PES	

19.	Hasil analisis COD sebelum dilakukan penyisihan menggunakan reaktor membran PES	
20.	Hasil analisis COD sesudah dilakukan penyisihan menggunakan reaktor membran PES	

