

**PENGARUH NILAI FLUKS DAN REJEKSI TERHADAP
MEMBRAN KITOSAN YANG DIMODIFIKASI
DENGAN POLIETILEN GLIKOL (PEG)**

SKRIPSI

Diajukan Oleh:

AFRINA AZZAHRA

NIM. 170704008

Mahasiswa Program Studi Kimia

Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH
2021 M / 1442 H**

LEMBARAN PERSETUJUAN SKRIPSI

**PENGARUH NILAI FLUKS DAN REJEKSI TERHADAP MEMBRAN
KITOSAN YANG DIMODIFIKASI DENGAN POLIETILEN GLIKOL
(PEG)**

SKRIPSI

**Diajukan Kepada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh
Sebagai Beban Studi Memperoleh Gelar Sarjana dalam Ilmu Kimia**

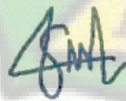
Oleh:

**AFRINA AZZAHRA
NIM. 170704008**

**Mahasiswa Program Studi Kimia
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry**


Disetujui Oleh :

Pembimbing I,



**(Febrina Arfi, M.Si)
NIDN. 2021028601**

Pembimbing II,



**(Bhayu Giṭa Bhernama, M.Si)
NIDN. 2023018901**

**Mengetahui:
Ketua Program Studi,**



**(Khairun Nisah, M.Si.)
NIDN. 2016027902**

LEMBARAN PENGESAHAN PENGUJI SKRIPSI

**PENGARUH NILAI FLUKS DAN REJEKSI TERHADAP MEMBRAN
KITOSAN YANG DIMODIFIKASI DENGAN POLIETILEN GLIKOL
(PEG)**

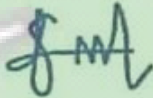
SKRIPSI

Telah diuji oleh Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Ar-Raniry dan dinyatakan Lulus
Serta diterima sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1) Dalam Ilmu
Kimia

Pada Hari/Tanggal : Rabu, 12 Januari 2022
10 Jumadil Akhir 1443

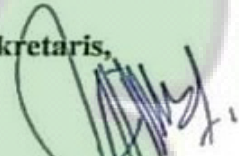
Panitia Ujian Munaqasah Skripsi

Ketua,



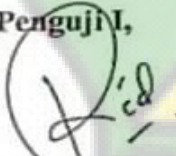
(Febrina Arfi, M.Si)
NIDN. 2021028601

Sekretaris,



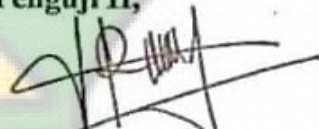
(Bhayu Gita Bhernama, M.Si)
NIDN. 2023018901

Penguji I,



(Muhammad Ridwan Harahap, M.Si)
NIDN. 2027118603

Penguji II,



(Reni Silvia Nasution, M.Si)
NIDN. 2022028901

Mengetahui:

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



(Dr. H. Azhar Amsal, M.Pd)
NIDN. 2001066802

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH/SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Afrina Azzahra
NIM : 170704008
Program Studi : Kimia
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Skripsi : Pengaruh Nilai Fluks dan Rejeksi Terhadap Membran Kitosan yang Dimodifikasi dengan Polietilen Glikol (PEG)

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan skripsi ini, saya :

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggung jawabkan;
2. Tidak melakukan plagiat 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 bertanggung jawab 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 dikenakan sanksi berdasarkan aturan berlaku di Fakultas Sains Dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

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

Banda Aceh, 14 Januari 2021

Yang Menyatakan,



Afrina Azzahra

ABSTRAK

Nama : Afrina Azzahra
NIM : 170704008
Program : Kimia
Judul : Pengaruh Nilai Fluks dan Rejeksi Terhadap Membran Kitosan yang Dimodifikasi dengan Polietilen Glikol (PEG)
Tanggal Sidang : 12 Januari 2022
Tebal Skripsi : 55 Lembar
Pembimbing I : Febrina Arfi, M.Si
Pembimbing II : Bhayu Gita Bhernama, M.Si
Kata Kunci : Membran Kitosan, inversi fasa, nilai fluks dan nilai rejeksi

Kitosan merupakan salah satu jenis polimer dan gabungan dari kopolimer glukosamin dan N-asetilglukosamin. Kitosan memiliki gugus amina ($-NH_2$) dan hidroksil (OH) sehingga bersifat polielektrolit yang bermanfaat untuk mengikat logam berat. Kitosan dimodifikasi dalam bentuk membran sehingga dapat meningkatkan daya jerap pada kitosan. Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui bagaimana penyerapan logam Fe(III) dengan membran kitosan menggunakan variasi Polietilen Glikol (PEG) 5%, 7% dan 9% (v/v). Metode pembuatan membran kitosan menggunakan metode inversi fasa, kemudian diuji dengan penyerapan logam Fe(III). Karakteristik membran sebelum penyerapan logam Fe(III) dilakukan uji tarik, uji FTIR dan SEM. Adapun karakteristik setelah penyerapan logam Fe(III) yaitu fluks, rejeksi dan SEM. Hasil uji tarik dari membran kitosan PEG 5% (v/v) yaitu 2,6871 MPa dan pada membran kitosan PEG 7% (v/v) sebesar 7,58 MPa. Pada karakteristik FTIR membran kitosan terdapat gugus -OH, C-O, C-N dan amina primer ($-NH_2$) yang menunjukkan adanya gugus kitosan. Hasil fluks setelah penyerapan logam Fe(III) pada membran kitosan PEG 5% (v/v) ialah $33,87 \text{ L.m}^{-2}.\text{jam}^{-1}$, membran kitosan PEG 7% (v/v) $29,84 \text{ L.m}^{-2}.\text{jam}^{-1}$ dan membran kitosan PEG 9% (v/v) ialah $43,40 \text{ L.m}^{-2}.\text{jam}^{-1}$, hasil termasuk golongan membran ultrafiltrasi. Pada karakteristik nilai rejeksi setelah penyerapan Fe(III) didapati hasil membran kitosan PEG 5% (v/v) yaitu 60,63%, membran kitosan PEG 7%(v/v) sebesar 60,85% dan membran kitosan PEG 9% (v/v) yaitu 60,74%. Pada karakteristik SEM membran kitosan sebelum penyerapan logam Fe(III) memiliki ukuran pori 0,46 - 0,98 μm . Terdapat kitosan yang tidak homogen disebabkan serbuk kitosan tidak larut sempurna, sedangkan setelah penyerapan logam Fe(III) membran kitosan menjadi tidak berpori-pori. Kesimpulan penelitian hasil nilai paling optimal pada membran kitosan PEG 7% (v/v), pada nilai fluks sebesar $29,84 \text{ L.m}^{-2}.\text{jam}^{-1}$ dan nilai rejeksi sebesar 60,95%.

ABSTRACT

Name : Afrina Azzahra
NIM : 170704008
Study Program : Chemistry
Title : Effect of Flux and Rejection Values on Chitosan Membrane Modified with Polyethylene Glycol (PEG)
Trial Date : 12 January 2022
Thesis Thickness : 55 sheet
Supervisor I : Febrina Arfi, M.Si
Supervisor II : Bhayu Gita Bhernama, M.Si
Keywords : Chitosan membrane, phase inversion, flux value and rejection value

Chitosan is one type of polymer and a combination of glucosamine and N-acetylglucosamine copolymers. Chitosan has amine (-NH₂) and hydroxyl (OH) so that it is a polyelectrolyte which is useful for binding heavy metals. Chitosan is modified in the form of a membrane so that it can increase the adsorption capacity of chitosan. This research was conducted to determine how the absorption of Fe(III) metal with chitosan membrane using variations of Polyethylene Glycol (PEG) 5%, 7% and 9% (v/v). The chitosan membrane was made using the phase inversion method, then tested by the absorption of Fe(III) metal. The characterization of the membrane before the absorption of Fe(III) metal were carried out by tensile test, FTIR test and SEM. The characterization after absorption of Fe(III) are flux, rejection and SEM. The results of the tensile test on 5% (v/v) PEG chitosan membrane was 2.6871 MPa and 7.58 MPa on PEG chitosan membrane 7% (v/v). The characterization FTIR test of chitosan membrane, there were -OH, C-O, C-N and primary amine (-NH₂) groups showed that there were chitosan groups. The result of flux after absorption of Fe(III) metal on 5% (v/v) PEG chitosan membrane was 33,87 L.m⁻².hours⁻¹, 7% (v/v) PEG chitosan membrane 29,84 L.m⁻².hours⁻¹ and 9% (v/v) chitosan PEG membrane was 43,40 L.m⁻².hours⁻¹ including the type of microfiltration membrane. The characterization rejection, the yield of 5% (v/v) PEG chitosan membrane was 60,63%, 7% (v/v) PEG chitosan membrane was 60,85% and 9% (v/v) chitosan PEG membrane was 60,74%. In the SEM characterization of the chitosan membrane before the absorption of Fe(III) metal has a pore size of 0,46-0,98 μm including the type of microfiltration membrane, there is an inhomogeneous chitosan due to the chitosan not being completely dissolved, while after absorption of Fe(III) metal, the chitosan membrane becomes no pores. The conclusion of the research was that the the most optimal value on 7% (v/v) PEG chitosan membrane, at a flux value of 29.84 L.m⁻².hours⁻¹ and a rejection value of 60.95%.

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah menganugerahkan Al-Qur'an sebagai *Hudan li an-nas* (petunjuk bagi seluruh manusia) dan *rahmatan lil al-'alamiin* (rahmat bagi segenap alam), sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi. Shalawat dan salam semoga tercurahkan kepada junjungan Nabi Besar Muhammad SAW beserta keluarganya, para sahabatnya dan seluruh umatnya yang selalu istiqomah hingga akhir zaman.

Penulis dalam kesempatan ini mengambil judul skripsi "*Pengaruh Nilai Fluks dan Rejeksi terhadap Membran Kitosan yang Dimodifikasi dengan Polietilen Glikol (PEG)*". Penulisan skripsi bertujuan untuk melengkapi tugas-tugas dan memenuhi syarat-syarat untuk menyelesaikan pendidikan tahap terakhir pada Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam membuat dan menyelesaikan proposal skripsi, penulis juga mendapatkan banyak pengetahuan dan wawasan baru yang sangat berarti. Oleh karena itu, penulis tidak lupa mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Azhar Amsal, M.Pd., selaku dekan Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
2. Ibu Khairun Nisah, M.Si., selaku ketua Prodi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
3. Ibu Febrina Arfi, M.Si., selaku dosen pembimbing pertama Prodi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
4. Ibu Bhayu Gita Bhernama, M.Si., selaku dosen pembimbing kedua Prodi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
5. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Prodi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
6. Seluruh Bapak/Ibu staf laboratorium di Prodi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
7. Orang tua dan keluarga saya yang telah memberikan dukungan dan untaian doanya selama ini.

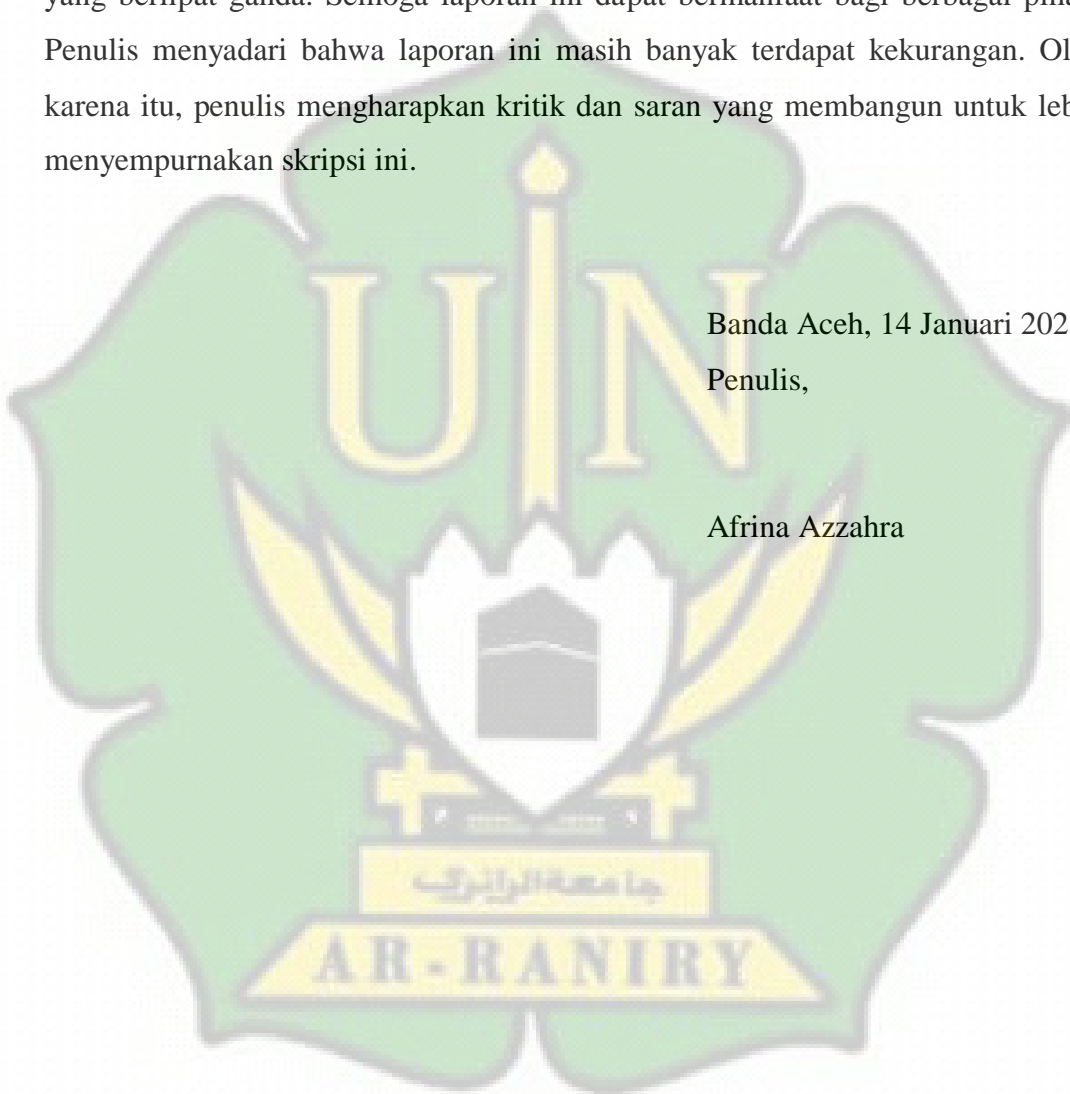
8. Semua teman-teman seperjuangan angkatan 2017 yang telah memberikan dukungan dan motivasi selama penulis membuat dan menyelesaikan skripsi.
9. Semua pihak yang turut membantu dalam penyusunan skripsi ini.

Semoga amal baik mereka mendapatkan balasan dari Allah SWT dengan balasan yang berlipat ganda. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak. Penulis menyadari bahwa laporan ini masih banyak terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk lebih menyempurnakan skripsi ini.

Banda Aceh, 14 Januari 2021

Penulis,

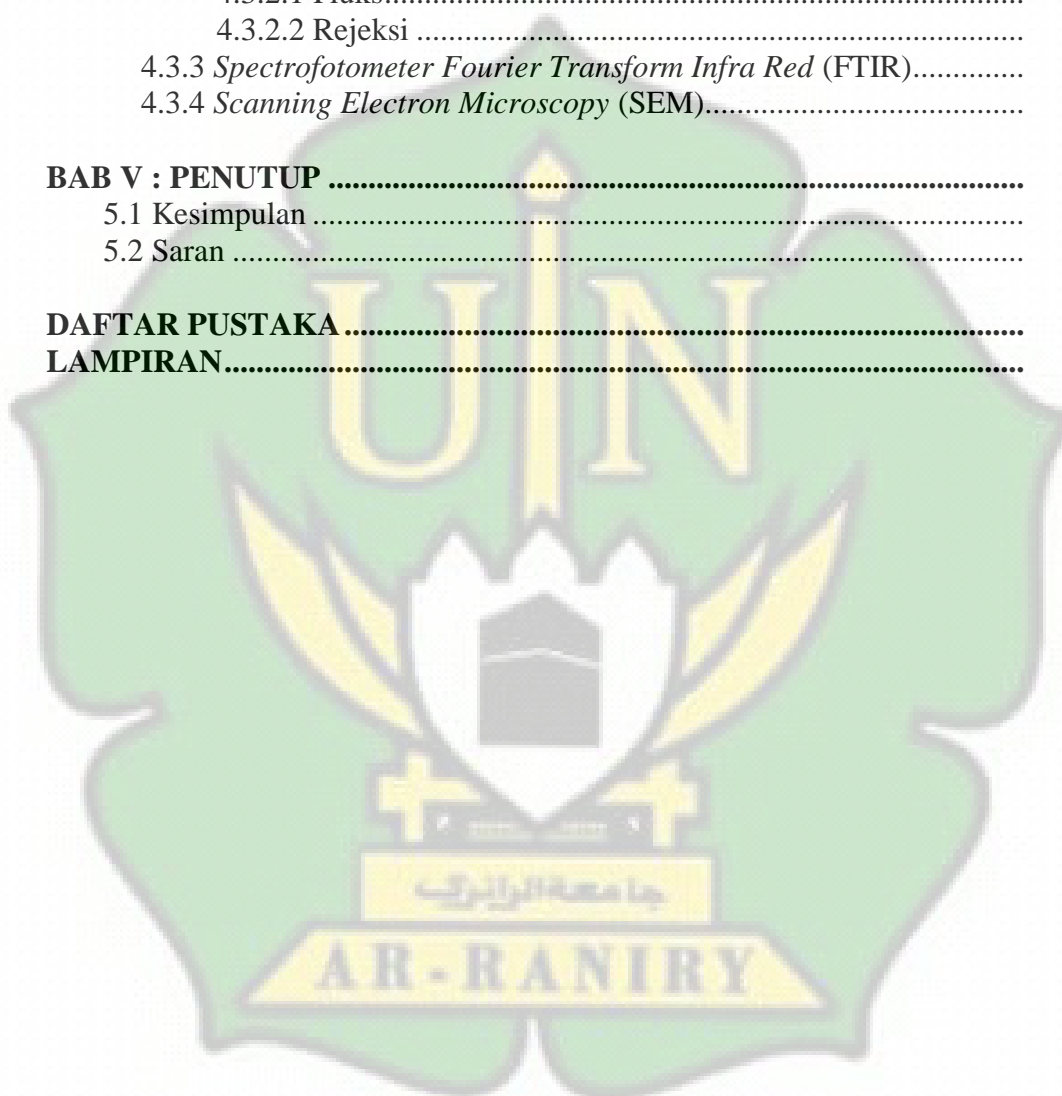
Afrina Azzahra



DAFTAR ISI

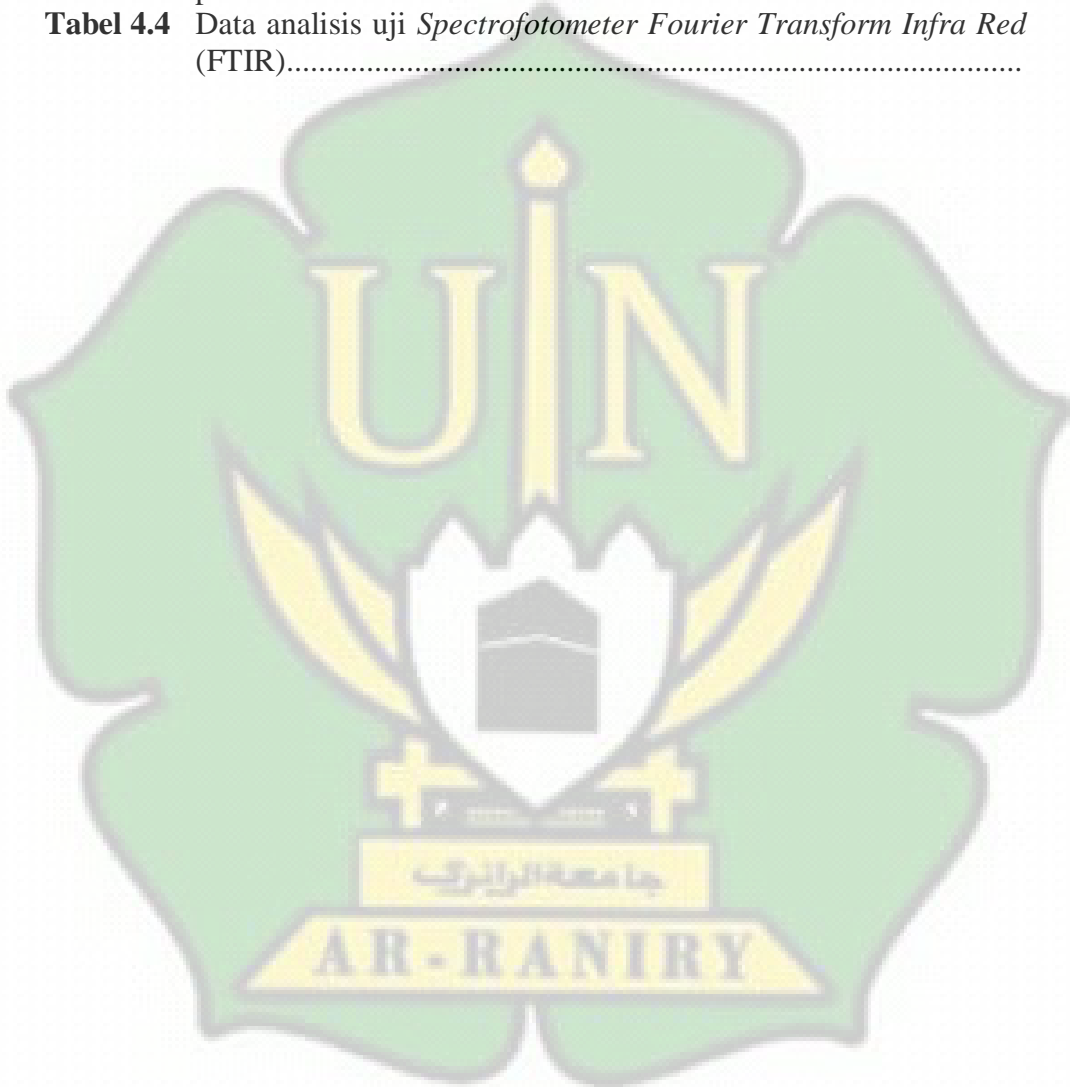
LEMBARAN PERSETUJUAN SKRIPSI	i
LEMBARAN PENGESAHAN PENGUJI SKRIPSI	ii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I : PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Penelitian	4
BAB II : TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Logam Besi (Fe)	5
2.2 Polietilen Glikol (PEG)	5
2.3 Kitosan	6
2.4 Pengertian Membran	7
2.5 Klasifikasi Membran	9
2.5.1 Jenis Membran Berdasarkan Bahan Dasar Pembuatan	9
2.5.2 Jenis Membran Berdasarkan Fungsi	9
2.6 Karakteristik Membran	11
2.6.1 Uji Tarik	11
2.6.2 Fluks dan Rejeksi	11
2.6.3 <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM)	12
2.6.4 <i>Fourier Transform Infra Red</i> (FTIR)	14
BAB III : METODOLOGI PENELITIAN	16
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	16
3.2 Alat dan Bahan	16
3.2.1 Alat	16
3.2.2 Bahan	16
3.3 Cara Kerja	16
3.3.1 Pembuatan Membran Kitosan	16
3.3.2 Karakteristik membran	17
3.3.2.1 Uji tarik	17
3.3.2.2 <i>Spectrofotometer Fourier Transform Infra Red</i> (FTIR) ..	17
3.3.3 Aplikasi Membran pada Penyerapan Logam Fe(III)	17
3.3.4 Karakteristik Membran Pada Penyerapan Logam Fe(III)	17
3.3.4.1 Fluks dan Rejeksi	17
3.3.4.2 <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM)	18

BAB IV : DATA HASIL PENGAMATAN DAN PEMBAHASAN.....	19
4.1 Data Hasil Pengamatan Pembuatan Membran Kitosan	19
4.2 Data Hasil Pengamatan Karakteristik Membran.....	19
4.2.1 Fluks dan Rejeksi pada Penyerapan Logam Fe(III)	19
4.2.2 <i>Spectrofotometer Fourier Transform Infra Red (FTIR)</i>	20
4.3 Pembahasan.....	20
4.3.1 Uji Tarik	21
4.3.2 Fluks dan Rejeksi	22
4.3.2.1 Fluks.....	22
4.3.2.2 Rejeksi	23
4.3.3 <i>Spectrofotometer Fourier Transform Infra Red (FTIR)</i>	24
4.3.4 <i>Scanning Electron Microscopy (SEM)</i>	26
 BAB V : PENUTUP	 29
5.1 Kesimpulan	29
5.2 Saran	29
 DAFTAR PUSTAKA	 30
LAMPIRAN.....	34



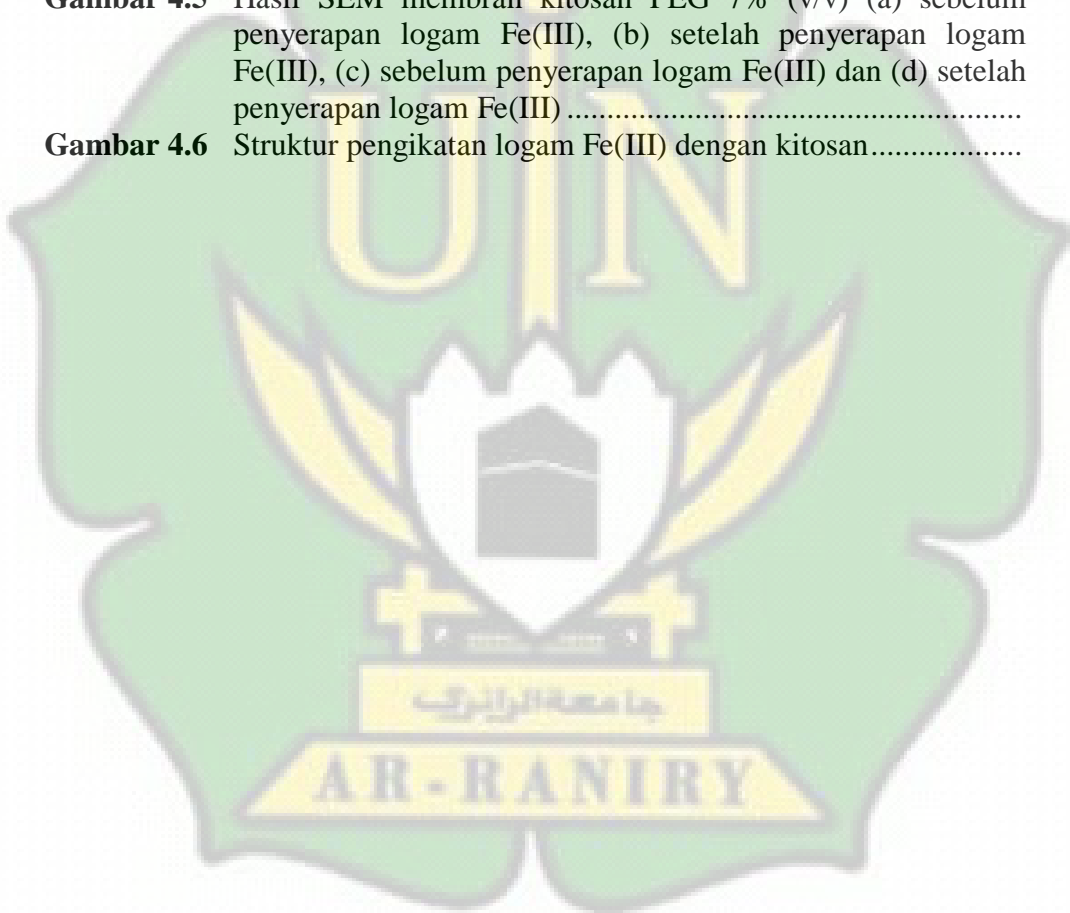
DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Jenis membran berdasarkan fungsi	9
Tabel 2.2	Nilai fluks.....	11
Tabel 4.1	Data hasil pengamatan uji tarik pada membran kitosan.....	18
Tabel 4.2	Data hasil pengukuran fluks setelah penyerapan logam Fe(III) pada membran kitosan.....	18
Tabel 4.3	Data hasil pengukuran rejeksi setelah penyerapan logam Fe(III) pada membran kitosan.....	18
Tabel 4.4	Data analisis uji <i>Spectrofotometer Fourier Transform Infra Red</i> (FTIR).....	19



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Struktur Polietilen Glikol (PEG)	6
Gambar 2.2	Struktur Kitosan.....	7
Gambar 2.3	Alat <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM).....	14
Gambar 2.4	Diagram <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM).....	14
Gambar 2.5	Alat <i>Fourier Transform Infra Red</i> (FTIR)	15
Gambar 4.1	Grafik perbandingan konsentrasi membran kitosan PEG 5,7 dan 9 (%) (v/v) terhadap nilai fluks ($L \cdot m^2 \cdot Jam^{-1}$)	22
Gambar 4.2	Grafik perbandingan konsentrasi membran kitosan PEG 5,7 dan 9 (%) (v/v) terhadap nilai rejeksi (%)	24
Gambar 4.3	Spektrum FTIR membran kitosan	25
Gambar 4.4	Spektrum FTIR membran kitosan PEG 5%, 7% dan 9%	25
Gambar 4.5	Hasil SEM membran kitosan PEG 7% (v/v) (a) sebelum penyerapan logam Fe(III), (b) setelah penyerapan logam Fe(III), (c) sebelum penyerapan logam Fe(III) dan (d) setelah penyerapan logam Fe(III)	26
Gambar 4.6	Struktur pengikatan logam Fe(III) dengan kitosan.....	27



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan	34
Lampiran 2. Grafik	38
Lampiran 3. Foto Hasil Penelitian.....	39



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Keberadaan logam berat dalam perairan merupakan masalah lingkungan yang hingga kini belum dapat diatasi dengan baik, khususnya logam besi yang keberadaannya sangat melimpah di alam. Dalam jumlah kecil zat besi dapat menghilangkan racun dalam tubuh. Senyawa besi dalam jumlah kecil di dalam tubuh manusia dapat berfungsi sebagai pembentuk sel-sel darah merah, namun akan berbanding terbalik saat kadar ion logam besi yang melebihi dosis dari yang diperlukan oleh tubuh dapat menimbulkan masalah kesehatan. Besi dalam dosis besar dapat merusak dinding usus, yang selanjutnya mengakibatkan kematian (Lestari & Maharani, 2013).

Kemampuan penyerapan logam berat menggunakan kitosan dinilai lebih efektif karena memiliki satu kumpulan amina linier dalam setiap unit glukosanya. Kitosan memiliki kumpulan amina yang memiliki pasangan elektron bebas yang dapat membentuk ikatan dengan kation logam, sehingga kitosan dimanfaatkan sebagai salah satu metode untuk mengatasi pencemaran logam berat (Herwanto & Santoso, 2016). Menurut teori HSAB (*Hard Soft Acid Base*) oleh Pearson besi yang terdapat di alam dalam bentuk Fe(III) adalah golongan asam keras yang dapat diadsorpsi dengan baik oleh adsorben yang memiliki gugus aktif yang termasuk dalam golongan basa keras (Lestari & Maharani, 2013).

Teknologi membran merupakan suatu teknologi modern dan mempunyai keunggulan yang dimiliki sehingga banyak digunakan pada proses pemisahan. Kelebihan pemisahan dengan menggunakan teknologi membran diantaranya yaitu pemisahan dapat dijalankan secara kontinu, penggunaan energi yang pada umumnya rendah, proses membran dapat secara mudah dikombinasikan dengan proses pemisahan lainnya, pemisahan dapat digunakan pada keadaan temperatur yang luas, pembesaran skala dapat dilakukan dengan mudah dan sifat membran yang cenderung berubah-ubah (Arahman, 2017).

Kitosan merupakan salah satu jenis polimer alam dan gabungan dari kopolimer glukosamin dan N-asetilglukosamin (Kurniasih & Kartika, 2011). Gugus amina (-NH₂) dan hidroksil (OH) pada kitosan yang menjadikan kitosan

bersifat polielektrolit sehingga dimanfaatkan sebagai adsorben untuk mengikat logam berat. Gugus amina pada kondisi asam akan mengikat ion hidrogen (H^+) menjadi (NH^{3+}), pada gugus hidroksil akan mengikat logam yang bermuatan positif. Meningkatkan daya jerap pada kitosan terhadap logam berat, kitosan dimodifikasi dalam bentuk membran (Sulistyawati, Wijaya, & Tantriyani, 2018). Kitosan adalah padatan amorf putih yang tidak larut dalam alkali dan asam mineral kecuali pada keadaan tertentu. Kitosan dapat larut dengan baik dalam larutan asam asetat 1%, asam format 10% dan asam sitrat 10% (Setiawan, Argo, & Hendrawan, 2015).

Kitosan sering digunakan sebagai bahan dasar pembuatan membran, karena memiliki sifat yang hidrofilisitas, tidak beracun dan biodegradabel. Karena bersifat biodegradabel membran kitosan mempunyai senyawa untuk industri ramah lingkungan. Dalam proses pembuatan membran kitosan relatif lebih sederhana dan membutuhkan waktu yang lebih singkat. Pemisahan dengan membran kitosan tidak membutuhkan bahan kimia aditif, dapat beroperasi secara isothermal pada suhu kamar, dan konsumsi energi yang lebih rendah. Namun, membran kitosan memiliki ketahanan fisik yang kurang baik sehingga diperlukan modifikasi membran dengan menggunakan Polietilen Glikol (PEG) (Nurratri, Khabibi, Lusiana, Haris, & Nuryanto, 2020).

Polietilen Glikol (PEG) merupakan golongan senyawa polieter dari etilen oksida. PEG memiliki sifat-sifat yang baik, termasuk kelarutan yang baik di dalam air dan pelarut organik, sifat toksik yang rendah, tidak bersifat antigen dan imunogen, serta bersifat hidrofilik atau mudah berikatan dengan air. Untuk pembentukan dan penyeragaman pori-pori membran dapat dilakukan penambahan PEG sebagai porogen (Nurratri et al., 2020). Penambahan PEG pada membran dapat menghasilkan membran dengan pori yang lebih kecil (Husni, Rahim, & Ruslan, 2018).

Muliawati (2012) melakukan penelitian dengan hasil yang diperoleh pada variasi penambahan PEG 2,5%, 3,5%, dan 5% ialah membran dengan kerja optimum didapatkan pada komposisi selulosa asetat 23%, PEG 5% dan aseton 72% dengan penambahan air 1% pada waktu penguapan 25 detik menghasilkan

nilai fluks $34,426 \text{ L. m}^2. \text{ Jam}^{-1}$, rejeksi kekeruhan 92%, rejeksi pada ion Ca 82% dan modulus young 12433 N/cm^2 .

Sulistiyawati *et al* (2018) melakukan penelitian dengan hasil membran diperoleh pada pembuatan membran dengan konsentrasi kitosan 2% (b/v) dalam larutan asam asetat dan didapatkan nilai rata-rata fluks $3,37 \text{ L/m}^2.\text{jam}$ dengan ukuran pori $0,8 - 3,0 \mu\text{m}$ dan ketebalan membran $0,045 - 0,138 \text{ mm}$. Daya jerap relatif baik diperoleh pada waktu adsorpsi 30 menit dengan penurunan kadar air sumur dari 1,298 ppm menjadi 0,970 ppm.

Hidayat (2015) melakukan penelitian dengan judul sintesis membran kitosan-PEG (Polietilen Glikol) dan aplikasinya sebagai adsorben ion Cr^{6+} dan ion Ni^{2+} dalam larutan. Hasil penelitian ini menunjukkan membran variasi kitosan-PEG (1;0,45 b/v) (A) memiliki kuat tarik 48,26 MPa, variasi kitosan-PEG (1,35;0,5 b/v) (B) nilai kuat tarik 46,76 MPa. Ion Cr^{6+} dan Ni^{2+} pada membran 4,45 mg/g lebih besar daripada membran B 4,36 mg/g. Pada uji SEM menghasilkan pada membran kitosan-PEG lebih berpori daripada membran kitosan tanpa PEG.

Lestari & Maharani (2013) melakukan penelitian dengan hasil sifat mekanik semakin meningkat dengan penambahan gliserol, membran kitosan memiliki *modulus young* 2,5 MPa sedangkan membran kitosan-gliserol menghasilkan 4,1 MPa. Membran kitosan-gliserol dapat menurunkan kadar ion logam Fe(III) pada konsentrasi 40 ppm didapati nilai rejeksi 98,446%.

Berdasarkan beberapa hasil penelitian diatas maka dilakukan penelitian tentang penyerapan logam Fe(III) dengan menggunakan membran kitosan dengan variasi Polietilen Glikol (PEG) 5%, 7% dan 9% (v/v).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana pengaruh variasi Polietilen Glikol (PEG) terhadap nilai fluks dan rejeksi pada membran kitosan ?
2. Bagaimana penyerapan logam Fe(III) terhadap membran kitosan dengan variasi Polietilen Glikol (PEG) ?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari rumusan masalah adalah :

1. Untuk mengetahui bagaimana pengaruh variasi Polietilen Glikol (PEG) terhadap nilai fluks dan rejeksi pada membran kitosan.
2. Untuk mengetahui bagaimana penyerapan logam Fe(III) terhadap membran kitosan dengan variasi Polietilen Glikol (PEG).

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Memberikan informasi pengaruh variasi Polietilen Glikol (PEG) terhadap nilai fluks dan rejeksi pada membran kitosan.
2. Memberikan informasi bagaimana penyerapan logam Fe(III) terhadap membran kitosan dengan variasi Polietilen Glikol (PEG).

1.5 Batasan Penelitian

Adapun batasan-batasan pada penelitian ini adalah :

1. Membran dari kitosan udang windu.
2. Karakteristik membran kitosan terdiri dari uji tarik, nilai fluks dan rejeksi, *Scanning Electron Microscope* (SEM) dan *Fourier Transform Infra Red* (FTIR).
3. Konsentrasi polietilen glikol (PEG) dengan variasi 5%; 7% dan 9% (v/v).
4. Konsentrasi larutan umpan FeCl₃ 40 ppm.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Logam Besi (Fe)

Logam adalah suatu unsur jika larut dalam air maka dapat melepaskan satu atau lebih elektron kemudian menjadi kation. Logam berat merupakan suatu unsur yang memiliki densitas $>5 \text{ g/cm}^3$. Logam berat dengan logam-logam lain memiliki perbedaan yang terletak pada pengaruh terhadap tubuh organisme hidup. Logam berat dapat menjadi bahan beracun yang dapat meracuni makhluk hidup dan sebagian logam-logam berat yang dibutuhkan makhluk hidup (Nabila, 2017).

Besi (Fe) merupakan logam transisi dan memiliki nomor atom 26. Bilangan oksidasi besi (Fe) adalah +3 dan +2. Fe memiliki berat atom 55,845 g/mol, titik leleh $1.538 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Fe menempati urutan sepuluh besar sebagai unsur di bumi. Fe menyusun 5-5,6% dari kerak bumi dan menyusun 35% dari massa bumi. Beberapa tempat di bumi biasa mengandung Fe mencapai 70%. Mineral yang sering berada dalam air dengan jumlah besar adalah kandungan Fe. Apabila Fe tersebut berada dalam jumlah banyak akan muncul berbagai gangguan lingkungan. Untuk mengurangi pencemaran logam berat Fe, biasa dilakukan bioabsorpsi, yang merupakan bagian dari bioremoval, yaitu sebagai terkonsentrasi dan terakumulasinya polutan (Nabila, 2017).

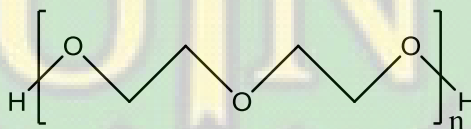
Logam besi adalah jenis logam yang kelimpahannya cukup banyak di alam. Zat besi sangat dibutuhkan oleh tubuh manusia yang dimanfaatkan sebagai penghilang racun dalam tubuh. Senyawa besi di dalam tubuh manusia dalam jumlah kecil bermanfaat sebagai pembentuk sel-sel darah merah, senyawa besi yang berlebihan yang terdapat dalam tubuh dapat mengakibatkan timbulnya masalah kesehatan (Lestari & Maharani, 2013).

2.2 Polietilen Glikol (PEG)

Polietilen Glikol (PEG) merupakan golongan senyawa polieter dari etilen oksida. Polietilen glikol memiliki sifat-sifat yang baik, termasuk kelarutan yang baik di dalam air dan pelarut organik, sifat toksik yang rendah. Untuk pembentukan dan penyeragaman pori-pori membran dapat dilakukan penambahan PEG sebagai porogen (Nurratri *et al.*, 2020).

PEG larut dalam air dan beberapa pelarut organik meliputi toluena, metil klorida, etanol dan aseton. PEG tidak larut dalam heksana dan hidrokarbon alifatik yang serupa, dietil eter serta etilen glikol. Kelarutan ini banyak digunakan untuk turunan PEG mulai reaksi dengan menggunakan pelarut organik seperti toluen, dan pemisahan produk dilakukan dengan menambahkan bahan yang tidak larut seperti heksan atau etil eter (Muliawati, 2012).

PEG biasa digunakan sebagai pengemulsi, pelembab, pemlastis, dan pelumas pada industri tekstil. PEG sebagai pemlastis memiliki beberapa kelebihan seperti tidak beracun, tidak berbau, tidak mengiritasi kulit, dan tidak mudah menguap. PEG secara dagang dibuat dari reaksi antara etilena oksida dengan air atau reaksi antara etilena glikol ($\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$) dengan sejumlah kecil katalis natrium klorida, dan jumlah etilena glikol menentukan bobot molekul dari PEG (Hidayat, 2015).



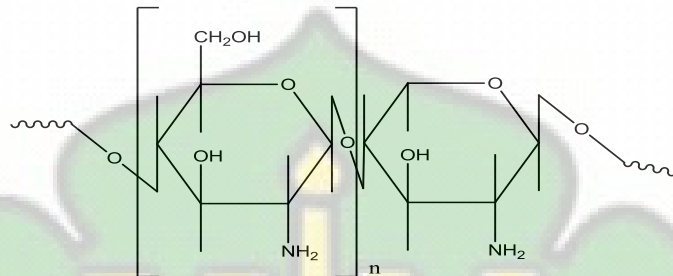
Gambar 2.1 Struktur Polietilen Glikol (PEG) (Sumber : Nurratri *et al.*, 2020)

2.3 Kitosan

Kitosan adalah padatan amorf putih yang tidak larut dalam alkali dan asam mineral kecuali pada keadaan tertentu. Keterlarutan kitosan yang paling baik ialah dalam larutan asam asetat 1%, asam format 10% dan asam sitrat 10%. Kitosan tidak dapat larut dalam asam piruvat, asam laktat dan asam-asam anorganik pada pH tertentu, walaupun setelah dipanaskan dan diaduk dengan waktu yang agak lama. Keterlarutan kitosan dalam larutan asam format ataupun asam asetat dapat membedakan kitosan dan kitin karena kitin tidak dapat larut dalam keadaan pelarut asam tersebut (Setiawan *et al.*, 2015).

Kitosan merupakan salah satu jenis polimer alam dan gabungan dari kopolimer glukosamin dan N-asetilglukosamin (Kurniasih & Kartika, 2011). Kitosan dibuat dari limbah kulit hewan bercangkang seperti udang, kepiting, rajungan hasil deasetilasi kitin dan mudah larut dalam asam organik. Kitosan mengandung gugus amina ($-\text{NH}_2$) dan hidroksil (OH), yang menjadikannya

bersifat polielektrolit sehingga dapat digunakan sebagai adsorben untuk mengikat logam berat. Saat kondisi asam, gugus amina akan mengikat ion hidrogen (H^+) menjadi NH^{3+} sedangkan gugus hidroksil akan mengikat ion logam yang bermuatan positif. Untuk meningkatkan daya jerap kitosan terhadap logam berat, kitosan dimodifikasi dalam bentuk membran (Sulistiyawati *et al.*, 2018).



Gambar 2.2 Struktur Kitosan (Sumber : Sugita, Wukisari, Sjahriza, & Wahyono, 2009)

Kitosan merupakan produk hasil proses deasetilasi kitin dengan alkali kuat. Kitosan adalah polimer linier yang memiliki nama (1-4)-2-amino-2-deoksi- β -D- glukosa. Kitosan berbentuk spesifik dan mengandung gugus amino dalam rantai karbonnya. Hal ini menyebabkan kitosan bermuatan positif yang berlawanan dengan polisakarida lainnya (Vania, 2016).

Kitosan sering digunakan sebagai bahan dasar pembuatan membran, karena memiliki sifat yang hidrofilisitas, tidak beracun dan biodegradabel. Karena bersifat biodegradabel membran kitosan mempunyai senyawa untuk industri ramah lingkungan. Dalam proses pembuatan membran kitosan relatif lebih sederhana dan membutuhkan waktu yang lebih singkat. Pemisahan dengan membran kitosan tidak membutuhkan bahan kimia aditif, dapat beroperasi secara isothermal pada suhu kamar, dan konsumsi energi yang lebih rendah (Nurratri *et al.*, 2020).

2.4 Pengertian Membran

Membran merupakan suatu lapisan tipis antara dua fasa fluida yaitu fasa umpan (*feed*) dan fasa *permeat* yang bersifat sebagai penghalang (*barrier*) terhadap suatu spesi tertentu, yang dapat memisahkan zat dengan ukuran yang berbeda serta membatasi transpor dari berbagai spesi berdasarkan sifat fisik dan

kimianya. Membran berfungsi memisahkan material berdasarkan ukuran dan bentuk molekul, menahan komponen dari umpan yang mempunyai ukuran lebih besar dari pori-pori membran dan melewatkan komponen yang mempunyai ukuran yang lebih kecil (Vania, 2016).

Membran yaitu penghalang atau pembatas selektif yang diletakkan diantara dua fasa. Membran memiliki kemampuan untuk melewatkan suatu komponen dengan mudah dan cepat dari pada komponen lain. Hal ini disebabkan oleh adanya perbedaan sifat fisik atau kimia diantara komponen yang tertahan (*retentat*) dengan komponen yang berpermeasi (*permeat*). Perpindahan melalui membran dapat berlangsung apabila ada gaya dorong (*driving force*) yang bekerja pada komponen yang berada di fasa satu (Setiawan *et al.*, 2015).

Membran bersifat semipermeabel, sehingga dapat menahan spesi-spesi tertentu yang lebih besar dari ukuran pori membran dan melewatkan spesi-spesi lain dengan ukuran lebih kecil. Sifat selektif dari membran ini dapat digunakan dalam proses pemisahan (Sulistyawati *et al.*, 2018). Membran berbentuk padatan maupun campuran yang berfungsi sebagai media pemisah yang selektif berdasarkan perbedaan koefisien difusivitas, muatan listrik maupun perbedaan kelarutan (Hidayat, 2015).

Menurut Vania (2016) teknologi membran memiliki kelebihan diantaranya:

- a. Biaya kapital yang lebih rendah dibandingkan dengan teknologi pemisahan yang konvensional.
- b. Biaya operasional lebih rendah dibandingkan dengan proses sentrifugasi yang membutuhkan energi yang tinggi.
- c. Penggandaan skala dapat dengan mudah dilakukan dan dipasang dengan cepat.
- d. Merupakan pemisahan yang bersih dan sedikit menimbulkan kerusakan produk.

Pemisahan dengan membran merupakan teknologi yang banyak dikembangkan sebagai alternatif pengganti proses pemisahan konvensional. Teknologi tersebut memiliki kelebihan dibandingkan dengan teknik konvensional, seperti energi yang dibutuhkan rendah, dapat berlangsung secara kontinu,

prosesnya dapat dikombinasikan dengan proses pemisahan yang lain, tidak membutuhkan banyak zat aditif, cocok untuk senyawa-senyawa yang tidak tahan panas, dan tidak menghasilkan limbah (Husni *et al.*, 2018)

2.5 Klasifikasi Membran

2.5.1 Jenis Membran Berdasarkan Bahan Dasar Pembuatan

Membran berdasarkan bahan dasar pembuatannya dibagi menjadi dua jenis, yaitu :

1. Membran biologis

Membran biologis merupakan membran yang sangat kompleks pada struktur dan fungsinya. Banyak dijumpai dalam sel makhluk hidup yang terdiri atas struktur dasar dari dua lapisan lemak. Contoh : sel kulit, ginjal, jantung, dan lain sebagainya.

2. Membran sintesis

Membran sintesis merupakan membran yang dibuat dengan sengaja untuk kepentingan tertentu. Membran sintesis terbagi menjadi dua jenis yaitu membran organik dan membran anorganik (Muliawati, 2012). Membran organik merupakan membran yang dibuat dengan bahan utamanya polimer. Sejumlah material polimer yang dapat digunakan untuk membuat membran adalah *polycrylonitrile* (PAN), *poly(vinylidene fluoride)* (PVDF), *celulose acetate* (CA) dan *polysulfone* (PSf) (Arahman, 2017). Biopolimer yang umum dikembangkan sebagai bahan dasar pembuatan membran yakni kitosan, agar-agar dan selulosa (Husni *et al.*, 2018). Membran anorganik adalah membran yang dibuat dari susunan senyawa anorganik. Membran yang dibuat dari bahan anorganik disebut *ceramic membrane*. Bahan anorganik yang digunakan untuk pembuatan membran yaitu alumina, *borosilicate glass*, *pyrolyzed carbon* dan zirconia (Arahman, 2017).

2.5.2 Jenis Membran Berdasarkan Fungsi

Terdapat empat jenis membran berdasarkan fungsinya yaitu (Afrianty, Gustin, & Dewi, 2012):

1. Membran Mikrofiltrasi (MF)
2. Membran Ultrafiltrasi (UF)

3. Membran Nanofiltrasi (NF)

4. *Reverse Osmosis* (RO)**Tabel 2.1** Jenis membran berdasarkan fungsi (Aini, 2017)

Membran	Pori	Tekanan	Kelebihan	Kekurangan	Aplikasi
Mikrofiltrasi (MF)	0,05-10 μm	<2 bar	Membutuhkan konsumsi energi yang rendah karena dioperasikan pada tekanan rendah	Belum bisa menghilangkan ion multivalent maupun ion monovalent serta virus yang terdapat pada air	Penghilangan padatan terlarut, protozoa, dan bakteri
Ultrafiltrasi (UF)	1-100 nm	1-10 bar	Menghilangkan zat terlarut dengan ukuran > 1-100 nm dengan menggunakan membran semipermeable seperti RO, namun tekanan operasi yang lebih rendah	Belum bisa menghilangkan mikromolekul	Penghilangan virus dan koloid
Nanofiltrasi (NF)	< 2nm	20-40 bar	Bahan organik dengan berat molekul yang rendah dapat dihilangkan. Untuk proses pelunakan air, NF tidak memerlukan bahan kimia lain seperti proses ion exchange	Air hasil penyaringan masih mengandung ion monovalen	Penghilangan material organik terlarut, logam berat dan menghilangkan <i>hardness</i>
<i>Reverse Osmosis</i> (RO)	< 2nm	30-60 bar	Mempunyai efisiensi yang baik, aplikasi diberbagai bidang, menghilangkan banyak kontaminan termasuk	Bisa terjadi degradasi membran, harus ada penggantian secara periodik, membutuhkan energi dan	Desalinasi, air <i>re-use</i> , dan produksi air minum

			mineral	biaya operasi yang tinggi	
--	--	--	---------	---------------------------	--

2.6 Karakteristik Membran

2.6.1 Uji Tarik

Uji kuat tarik ialah salah satu pengujian sifat fisik yang melibatkan deformasi material dibawah tekanan tertentu. Beberapa besaran fisika yang digunakan untuk menentukan sifat fisik material yakni regangan (*strain*), tegangan (*stress*) dan *modulus young*. Besaran tersebut diperoleh dari dilakukannya uji tarik pada material yang akan diukur. Regangan (*strain*) adalah perbandingan antara mula-mula akibat suatu gaya dengan arah sejajar perubahan panjang. Tegangan (*stress*) yakni besaran gaya (F) yang diberikan pada material yang diuji persatuan luas material (A). Sedangkan *modulus young* adalah kemiringan kurva dari tegangan-regangan sebelum mencapai hasil tegangan (Muliawati, 2012).

Uji tarik perlu dilakukan untuk mengetahui kekuatan membran terhadap gaya dari luar yang dapat merusak membran. Semakin rapat struktur membran maka jarak antara molekul pada membran semakin rapat, sehingga memiliki kekuatan tarik yang kuat (Hidayat, 2015).

Persamaan : Kuat Tarik = $\frac{F_{maks}}{A_0}$

$$\sigma = \frac{F_{maks}}{A_0} \text{ Kg/cm}^2$$

2.6.2 Fluks dan Rejeksi

Fluks adalah ukuran kecepatan suatu spesi melewati membran persatuan luas dan waktu dengan gradien tekanan sebagai gaya pendorong. Faktor yang mempengaruhi fluks adalah jumlah dan ukuran pori, interaksi antara membran dan larutan umpan, viskositas larutan dan tekanan dari luar (Afrianty, Gustin & Dewi, 2012).

Persamaan (1) $J = \frac{V}{A.t}$

dengan : J = Nilai fluks ($L.m^{-2}.jam^{-1}$)

t = waktu (jam)

V = Volume permeat (L)

A = Luas permukaan membran (m^2)

Harga fluks menunjukkan kecepatan alir permeat saat melewati membran. Harga fluks sangat tergantung pada jumlah dan ukuran pori-pori membran (Muliawati, 2012).

Tabel 2.2 Nilai Fluks (Maharani & Damayanti, 2013)

Membran	Nilai Fluks ($L \cdot m^{-2} \cdot jam^{-1}$)
Mikrofiltrasi	>50
Ultrafiltrasi	10 - 50
Nanofiltrasi	1,40 - 12
<i>Reverse Osmosis</i> (RO)	0,05 – 1,40

Rejeksi adalah ukuran kemampuan membran menahan spesi. Faktor yang mempengaruhi rejeksi adalah besarnya ukuran partikel yang akan melewatinya, interaksi antara membran, larutan umpan dan ukuran pori (Afrianty *et al.*, 2012).

Persamaan (2)

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

dengan : R = Koefisien rejeksi (%)

C_p = Konsentrasi zat terlarut dalam permeat

C_f = konsentrasi zat terlarut dalam umpan (*feed*)

Nilai rejeksi sangat bervariasi antara 100% (dimana zat terlarut tertahan oleh membran, sehingga diperoleh membran semipermeabel yang ideal) dan 0% (dimana zat terlarut dan pelarut mengalir bebas melalui membran). Oleh karena itu, harga efisiensi rejeksi sangat ditentukan oleh ukuran pori-pori membran (Muliawati, 2012).

2.6.3 Scanning Electron Microscope (SEM)

Scanning Electron Microscope (SEM) merupakan jenis mikroskop elektron yang menggambar spesimen dengan memindainya menggunakan sinar elektron berenergi tinggi dalam scan pola raster. Elektron memiliki resolusi yang

lebih tinggi daripada cahaya. Cahaya hanya mampu mencapai 200 nm sedangkan elektron bisa mencapai resolusi sampai 0,1 – 0,2 nm. Elektron berinteraksi dengan atom-atom sehingga spesimen menghasilkan sinyal yang mengandung informasi tentang topografi permukaan spesimen, komposisi, dan karakteristik lainnya seperti konduktivitas listrik (Wijayanto & Bayuseno, 2014).

SEM merupakan sebuah alat mikroskop elektron yang digunakan untuk menyelidiki permukaan dari objek solid secara langsung, yang memiliki perbesaran 10 – 3000000x, *depth of field* 4 – 0.4 mm dan resolusi sebesar 1 – 10 nm (Lubis, 2015). Pengamatan yang menggunakan SEM bertujuan untuk melihat struktur mikro permukaan material atau sebuah bahan serta mineral. Pengukuran dengan menggunakan SEM dapat menghasilkan data yang berkaitan dengan morfologi, topografi, fase dan komposisi elemental pada bahan (Sulistiawaty, Arsyad, & Ihsan, 2018).

Prinsip kerja dari SEM sebagai berikut (Wijayanto & Bayuseno, 2014) :

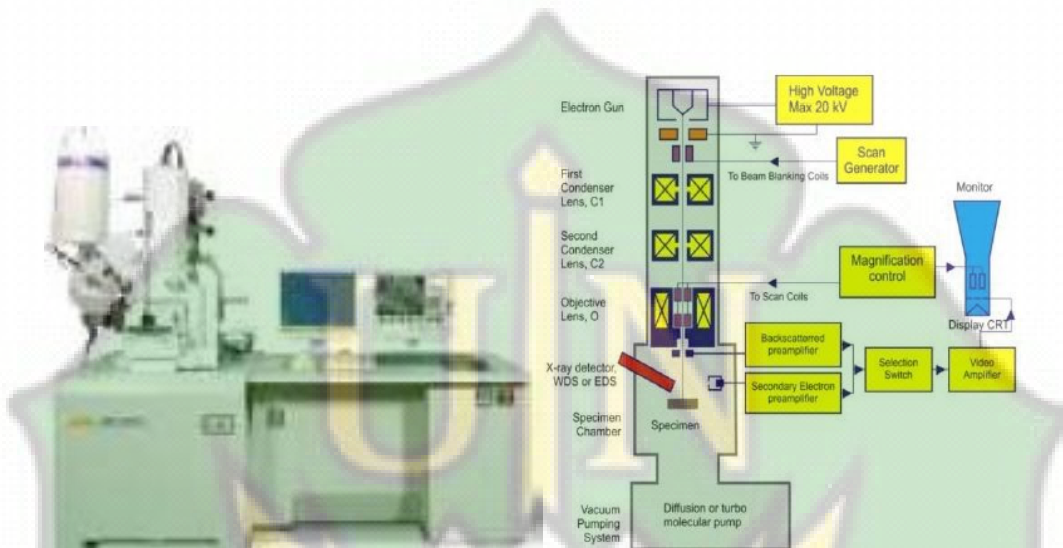
- Sebuah pistol elektron memproduksi sinar elektron dan dipercepat dengan anoda.
- Lensa magnetik memfokuskan elektron menuju ke sampel.
- Sinar elektron yang terfokus memindai (scan) keseluruhan sampel dengan diarahkan oleh koil pemindai.
- Ketika elektron mengenai sampel maka sampel akan mengeluarkan elektron baru yang akan diterima oleh detektor dan dikirim ke monitor (CRT).

Beberapa keuntungan dari penggunaan teknik SEM yaitu (Wibisono, 2017) :

- Jangkauan kedalaman SEM tinggi, sehingga permukaan akan mudah terdeteksi walaupun permukaannya kasar.
- Pembesaran SEM hingga 10 – 3000000x, *depth of field* 4 – 0.4 mm dan resolusi sebesar 1 – 10 nm
- SEM dapat mengidentifikasi topologi permukaan dan juga dapat mengidentifikasi struktur kristal, komposisi kimia, dan sifat listrik material.
- Diameter bahan uji SEM sebesar 200 mm.
- SEM merupakan teknik analisis *non-destructive*.
- Pengopersian SEM hanya memerlukan waktu beberapa detik.

Terdapat juga kelemahan dari teknik SEM yakni (Lubis, 2015) :

- Memerlukan kondisi vakum.
- Hanya mampu menganalisa permukaan saja.
- Memiliki resolusi yang lebih rendah dari TEM.
- Sampel yang digunakan harus bahan yang konduktif, jika tidak konduktor maka sampel perlu dilapisi dengan logam seperti emas.



Gambar 2.3 Alat *Scanning Electron Microscope* (SEM)
(Sumber : Lubis, 2015)

Gambar 2.4 Diagram *Scanning Electron Microscope* (SEM) (Sumber : Sujatno, Salam, Bandriyana, & Dimiyati, 2015)

2.6.4 *Fourier Transform Infra Red* (FTIR)

FTIR adalah suatu teknik yang digunakan untuk mengamati interaksi molekul dengan menggunakan radiasi elektromagnetik yang berada pada panjang gelombang 0,75-1000 μm atau pada bilangan gelombang 13.000-10 cm^{-1} (Lubis, 2015). FTIR ialah salah satu alat instrumen yang banyak digunakan untuk mengetahui spektrum vibrasi molekul yang dapat digunakan untuk memprediksi struktur senyawa kimia (Sulistiyani & Huda, 2017).

FTIR merupakan teknik spektroskopis yang menggunakan gelombang cahaya yang sering digunakan sebagai alat identifikasi senyawa kimia yang tidak merusak (*non-destructive identification*). Dalam eksperimen infra merah terdapat dua tipe interaksi yang sangat penting yaitu absorpsi (*absorption*) dan transmisi (*transmission*) (Chandrabakty, 2014).

Prinsip dari FTIR yakni mengenali gugus fungsi suatu senyawa dari absorbansi inframerah yang dilakukan terhadap senyawa tersebut. Pola absorbansi yang diserap oleh tiap-tiap senyawa berbeda-beda, sehingga senyawa-senyawa dapat dibedakan dan dikuantifikasikan (Sjahfirdi, Aldi, Maheshwari, & Astuti, 2015). Jika sinar inframerah dilewatkan melalui sampel senyawa organik, maka terdapat sejumlah frekuensi yang diserap dan ada yang diteruskan atau ditransmisikan tanpa diserap. Serapan cahaya oleh molekul tergantung pada struktur pada struktur elektronik dari molekul tersebut. Molekul yang menyerap energi tersebut terjadi perubahan energi vibrasi dan perubahan tingkat energi rotasi. Setiap ikatan mempunyai frekuensi yang karakteristik untuk terjadinya vibrasi ulur (*stretching vibrations*) dan vibrasi tekuk (*bending vibrations*) dimana sinar inframerah dapat diserap pada frekuensi tersebut. Energi ulur (*stretch*) suatu ikatan lebih besar daripada energi tekuk (*bend*) sehingga serapan ulur suatu ikatan muncul pada frekuensi lebih tinggi dalam spektrum inframerah daripada serapan tekuk dari ikatan yang sama (Suseno & Firdausi, 2008).



Gambar 2.5 Alat *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) (Sumber: Lubis, 2015)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan 24 Mei 2021 sampai dengan selesai di Laboratorium Kimia Multifungsi Universitas Islam Ar-Raniry. Karakteristik membran dilaksanakan di Laboratorium Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Negeri Ar-Raniry, Laboratorium Penguji Baristand Industri Banda Aceh (LABBA), Laboratorium Universitas Prasetiya Mulya dan Laboratorium Pengujian Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Lhokseumawe.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah AAS (*Atomic Absorption Spectroscopy*), alat-alat gelas, batang pengaduk, timbangan, kaca petri dan magnetik stirer. Alat yang digunakan untuk karakteristik membran yaitu *Universal Testing Machine*, *Scanning Electron Microscopy* (SEM) dan *Spectrofotometer Fourier Transform Infra Red* (FTIR).

3.2.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah kitosan, polietilen glikol cair BM 400 (PEG BM 400), aquades, asam asetat 1%, dan FeCl_3 .

3.3 Cara Kerja

3.3.1 Pembuatan Membran Kitosan

Sebanyak 0,3 gram kitosan dilarutkan dalam 10 mL asam asetat 1% (v/v). Kemudian diaduk sampai homogen. Setelah itu ditambahkan polietilen glikol (PEG) 5% (v/v). Kemudian diaduk selama 6 jam dengan kecepatan 800 rpm dan didiamkan selama 1 malam. Larutan *dope* dituangkan diatas kaca petri, kemudian dibiarkan selama 3 hari dalam suhu ruang (Erviana & Mariyamah, 2019). Membran kemudian dilepaskan dari cawan petri, dilakukan pengulangan untuk

membran kitosan PEG 7% dan 9% (v/v). Kemudian membran dikarakterisasi *Spectrofotometer Fourier Transform Infra Red* (FTIR).

3.3.2 Karakteristik Membran

3.3.2.1 *Spectrofotometer Fourier Transform Infra Red* (FTIR)

Pengujian karakteristik membran pada uji *Spectrofotometer Fourier Transform Infra Red* (FTIR) dilakukan di Laboratorium Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Negeri Ar-Raniry.

3.3.3 Aplikasi Membran pada Penyerapan Logam Fe(III)

Penyerapan logam Fe(III) dengan membran kitosan dilakukan dengan dimasukkan membran kitosan PEG 5% (v/v) ke dalam corong *buchner*. Kemudian dimasukkan sampel larutan umpam dengan konsentrasi 40 ppm (Lestari & Maharani, 2013) sebanyak 50 ml ke dalam corong *buchner* yang telah berisi membran kitosan. Dilewatkan dengan dan dimasukkan ke dalam botol sampel untuk dianalisis dengan menggunakan AAS (*Atomic Absorption Spectroscopy*) untuk mengetahui kadar Fe(III). Dilakukan pengulangan untuk membran kitosan PEG 7% dan 9% (v/v) (Rapierna, Latifah, & Mahatmanti, 2012). Membran kemudian dikarakterisasi fluks, rejeksi, uji tarik dan *Scanning Electron Microscopy* (SEM).

3.3.4 Karakteristik Membran Setelah Penyerapan Logam Fe(III) pada Membran kitosan

3.3.4.1 Fluks dan Rejeksi

Nilai fluks dihitung dengan perbandingan volume permeat per satuan luas membran per satuan waktu seperti persamaan :

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

dengan : J = Nilai fluks ($L.m^{-2}.jam^{-1}$)

t = Waktu (jam)

V = Volume permeat (L)

A = Luas permukaan membran (m^2)

Penentuan koefisien rejeksi dilakukan dengan menentukan konsentrasi sebelum dan sesudah melewati membran seperti pada persamaan :

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

dengan : R = Koefisien rejeksi (%)

C_p = Konsentrasi zat terlarut dalam permeat

C_f = Konsentrasi zat terlarut dalam umpan (*feed*)

3.3.4.2 Uji Tarik

Pengujian karakteristik membran pada uji tarik pada membran kitosan PEG 5% dan 7% (v/v) sebelum diaplikasi dengan logam Fe(III) dilakukan di Laboratorium Penguji Baristand Industri Banda Aceh (LABBA) dan Laboratorium Universitas Prasetiya Mulya.

3.3.4.3 *Electron Microscopy* (SEM)

Pengujian karakteristik membran pada uji *Scanning Electron Microscopy* (SEM) dilakukan sebelum dan sesudah diaplikasi dengan menggunakan Fe(III) di Laboratorium Pengujian Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Lhokseumawe.

BAB IV

DATA HASIL PENGAMATAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Pengamatan Uji Tarik pada Membran Kitosan

Tabel 4.1 Data hasil pengamatan uji tarik pada membran kitosan

No	Kitosan (gram)	Asam Asetat 1% (v/v) (mL)	PEG (%)(v/v)	Pengadukan		Kuat Tarik (MPa)
				Kecepatan (rpm)	Waktu (jam)	
1	0,3	10	5	800	6	2,6871
2	0,3	10	7	800	6	7,58
3	0,3	10	9	800	6	0

4.2 Data Hasil Pengujian Karakteristik Membran Sebelum dan Setelah Penyerapan Logam Fe(III)

4.2.1 Fluks dan Rejeksi Setelah Penyerapan Logam Fe(III) pada Membran Kitosan

Tabel 4.2 Data hasil pengukuran fluks setelah penyerapan logam Fe(III) pada membran kitosan

No	Membran Kitosan PEG (v/v)	Volume Permeat (L)	Waktu (Jam)	Fluks ($L \cdot m^{-2} \cdot Jam^{-1}$)
1	5%	0,046	0,174	33,87
2	7%	0,041	0,175	29,84
3	9%	0,046	0,135	43,40

Tabel 4.3 Data hasil pengukuran rejeksi setelah penyerapan logam Fe(III) pada membran kitosan

No	Membran Kitosan PEG (v/v)	Konsentrasi Awal Fe(III) (ppm)	Konsentrasi Akhir Fe(III) (ppm)	Rejeksi (%)
1	5%	40	15,7473	60,63
2	7%	40	15,6194	60,95
3	9%	40	15,8082	60,47

4.2.2 Spectrofotometer Fourier Transform Infra Red (FTIR)

Tabel 4.4 Data analisis uji *Spectrofotometer Fourier Transform Infra Red* (FTIR)

No	Panjang Gelombang (cm ⁻¹)			Gugus Fungsi
	Membran Kitosan PEG 5% (v/v)	Membran Kitosan PEG 7% (v/v)	Membran Kitosan PEG 9% (v/v)	
1	3396,77	3369,22	3369,37	O-H
2	2875,35	2874,41	2874,23	C-H Alifatik
3	1645,93	1651,74	1649,06	N-H Amina Primer
4	1454,93	1453,90	1454,24	C-H Alkana
5	1349,86	1349,89	1349,70	O-H
6	1250,06	1251,03	1250,42	C-O Alkil Aril Eter
7	1068,44	1065,56	1066,87	C-N
8	1032,35	1030,37	1031,72	C-N

4.3 Pembahasan

Kitosan merupakan biopolimer yang diperoleh dari deasetilasi kitin. Pemanfaatan kitosan banyak digunakan dalam berbagai industri. Proses utama dalam pembuatan kitosan, meliputi penghilangan protein dan kandungan mineral melalui proses deproteinasi dan demineralisasi (Kurniasih & Kartika, 2011). Pembuatan membran kitosan pada penelitian ini menggunakan larutan kitosan 3% (g/v), dengan melarutkan kitosan kedalam asam asetat 1% (v/v). Asam asetat berfungsi sebagai pelarut, dikarenakan keterlarutan kitosan yang paling baik ialah dalam larutan asam asetat 1% (v/v). Kemudian dihomogenkan sampai kitosan larut. Setelah itu ditambahkan larutan PEG (polietilen glikol) 5% (v/v) dan dihomogenkan selama 6 jam dengan kecepatan 800 rpm. PEG berfungsi sebagai bahan aditif yang dapat membentuk pori-pori membran. Selain itu, PEG juga berfungsi sebagai pelarut tidak sempurna bagi kitosan karena dapat meningkatkan daya larut kitosan (Muliawati, 2012). Kemudian larutan *dope* didiamkan selama 1 malam untuk menghilangkan gelembung udara. Kemudian larutan *dope* dituang

ke dalam cawan petri dan didiamkan pada suhu ruang selama 3 hari 2 malam. Membran kitosan yang terbentuk dilepaskan dari cawan petri, dilakukan pengulangan untuk variasi PEG 7% dan 9% (v/v). Kemudian membran dikarakterisasi FTIR (*Spectrofotometer Fourier Transform Infra Red*).

4.3.1 Uji Tarik

Penelitian ini dikarakteristik dengan uji tarik. Uji tarik merupakan salah satu uji fisik pada membran dibawah tekanan tertentu. Pengukuran uji tarik bertujuan untuk mengetahui besarnya suatu gaya yang diperlukan untuk mencapai tarikan maksimum pada membran (Hidayat, 2015). Uji tarik dilakukan untuk mengetahui kekuatan regangan atau elastisitas pada suatu membran. Uji tarik perlu dilakukan agar mengetahui kekuatan dari membran terhadap gaya yang berasal dari luar yang dapat merusak membran, semakin rapat struktur membran maka jarak antar molekul membran semakin rapat sehingga menghasilkan membran yang memiliki kekuatan tarik yang kuat (Meriatna, 2008). Dimana kekuatan tarik merupakan parameter penting karena menjadi pertimbangan dalam pemilihan membran dan beberapa aplikasi lain seperti membran untuk pemisahan logam.

Uji tarik hanya dilakukan pada membran kitosan PEG 5% dan 7% (v/v), dikarenakan konsentrasi membran kitosan PEG 5% dan 7% (v/v) menghasilkan daya jerap yang yang terbaik. Sedangkan pada membran kitosan PEG 9% (v/v) mengalami kerusakan membran pada saat diaplikasikan dengan menggunakan logam Fe(III) sehingga tidak dilakukan uji tarik. Penambahan PEG pada konsentrasi tinggi dapat menurunkan kekuatan mekanik membran. Membran kitosan-PEG dengan perbandingan konsentrasi yang tepat akan menghasilkan membran padat dengan susunan pori-pori yang bagus (Hidayat, 2015). Pada pengujian uji tarik membran kitosan PEG 5% (v/v) menghasilkan kuat tarik 2,6871 MPa. Sedangkan kuat tarik pada membran kitosan PEG 7% (v/v) sebesar 7,58 MPa, ini dikarenakan membran yang terbentuk lebih elastis dan memiliki struktur molekul yang lebih rapat, sehingga nilai kuat tarik lebih besar. Membran yang elastis harus memiliki daya regang yang tinggi jika diberikan sejumlah gaya terhadapnya. Menurut Nurratri *et al* (2020) elastisitas pada membran lebih

menguntungkan dari pada membran yang mudah retak. Semakin kecil nilai kuat tarik maka semakin kecil kekuatan mekanik pada membran. Semakin besar kuat tarik maka semakin baik membran untuk mengurangi kerusakan mekanik pada membran (Husni *et al.*, 2018). Penambahan PEG membuat membran lebih berpori dan jarak antar molekul semakin rapat sehingga saat ditarik dengan gaya akan mengalami peregangan yang lebih besar daripada membran yang tidak berpori (Nurratri *et al.*, 2020).

4.3.2 Fluks dan Rejeksi

4.3.2.1 Fluks

Fluks adalah ukuran kecepatan suatu spesi melewati membran persatuan luas dan waktu dengan gradien tekanan sebagai gaya pendorong. Faktor yang mempengaruhi fluks adalah jumlah dan ukuran pori, interaksi antara membran dan larutan umpan, viskositas larutan dan tekanan dari luar (Afrianty *et al.*, 2012). Fluks membran diukur dengan menggunakan alat pompa vakum untuk mengukur laju alir membran per satuan luas per satuan waktu. Dilakukan pengukuran fluks membran dengan dilewatkan larutan umpan dengan konsentrasi FeCl_3 40 ppm. Luas membran $78,5 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ dengan ukuran jari-jari membran $5 \times 10^{-2} \text{ m}$. Nilai fluks dihitung dengan menggunakan rumus persamaan(1).



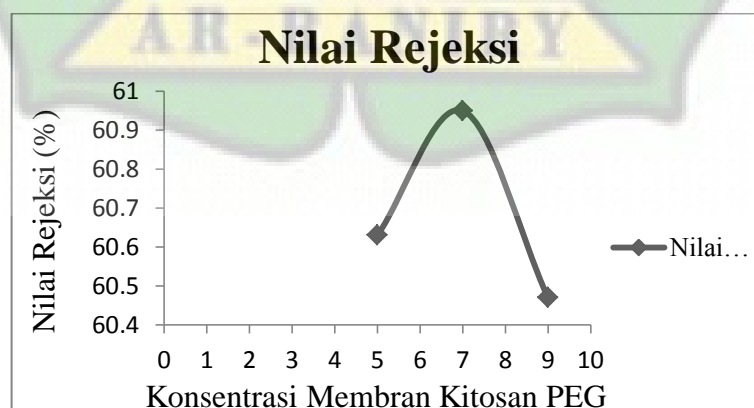
Gambar 4.1 Grafik perbandingan konsentrasi membran kitosan PEG 5,7 dan 9 (%) (v/v) terhadap nilai fluks ($\text{L.m}^{-2}.\text{Jam}^{-1}$)

Berdasarkan gambar 4.1 diatas dapat dilihat nilai fluks pada membran kitosan PEG 5% (v/v) diperoleh $33,87 \text{ L.m}^{-2}.\text{Jam}^{-1}$ dan kitosan PEG 9% (v/v) mengalami peningkatan yaitu $43,40 \text{ L.m}^{-2}.\text{Jam}^{-1}$. Menurut hasil penelitian Muliawati (2012) mengatakan pada pembuatan membran dengan penambahan

PEG mempunyai pengaruh yaitu meningkatnya nilai fluks karena PEG merupakan bahan organik pembentuk pori pada membran. Sedangkan pada kitosan PEG 7% (v/v) mengalami penurunan nilai fluks yaitu $29,84 \text{ L.m}^{-2}.\text{Jam}^{-1}$, dikarenakan pada membran kitosan PEG 7% (v/v) dapat dilihat bahwa semakin lama waktu yang diperlukan larutan umpan untuk melewati membran, maka nilai fluks akan semakin kecil. Semakin tinggi konsentrasi polimer pembentuk membran maka akan menghasilkan membran yang semakin padat sehingga nilai fluks semakin kecil. Peningkatan konsentrasi polimer juga dapat membentuk konsentrasi membran yang tinggi sehingga jumlah pori menurun dan fluks menjadi rendah (Vania, 2016). Hasil uji fluks pada penelitian ini termasuk jenis membran ultrafiltrasi. Menurut Maharani & Damayanti (2013) nilai fluks $10\text{--}50 \text{ L.m}^{-2}.\text{Jam}^{-1}$ termasuk dalam jenis membran ultrafiltrasi.

4.3.2.2 Rejeksi

Rejeksi adalah ukuran kemampuan membran menahan spesi. Faktor yang mempengaruhi rejeksi adalah besarnya ukuran partikel yang akan melewatinya, interaksi antara membran, larutan umpan dan ukuran pori (Afrianty *et al.*, 2012). Kadar Fe(III) sebelum dilewatkan membran kitosan sebesar 40 ppm. Setelah dilewatkan dengan membran kitosan kadar Fe(III) mengalami penurunan. Membran kitosan PEG 5% (v/v) dapat menurunkan kadar Fe(III) dari 40 ppm menjadi 15,7473 ppm. Pada membran kitosan PEG 7% (v/v) mengalami penurunan menjadi 15,6194 ppm dan pada membran PEG 9% (v/v) ialah 15,8082 ppm. Kemudian dihitung nilai rejeksi menggunakan persamaan (2).

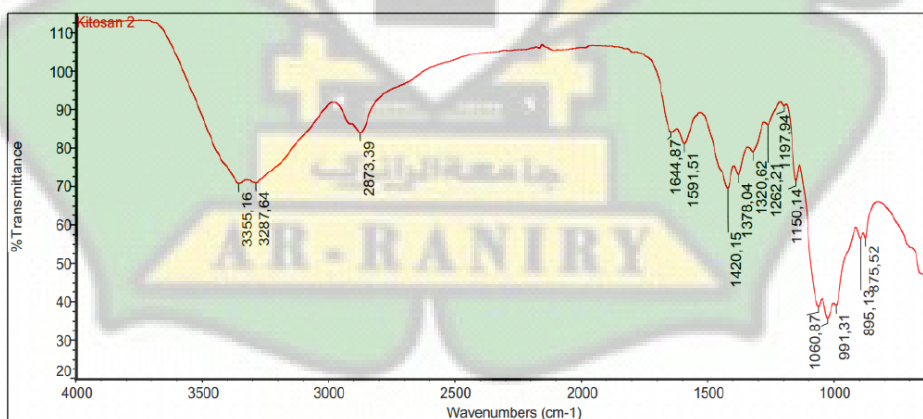


Gambar 4.2 Grafik perbandingan konsentrasi membran kitosan PEG 5,7 dan 9 (%) (v/v) terhadap nilai rejeksi (%)

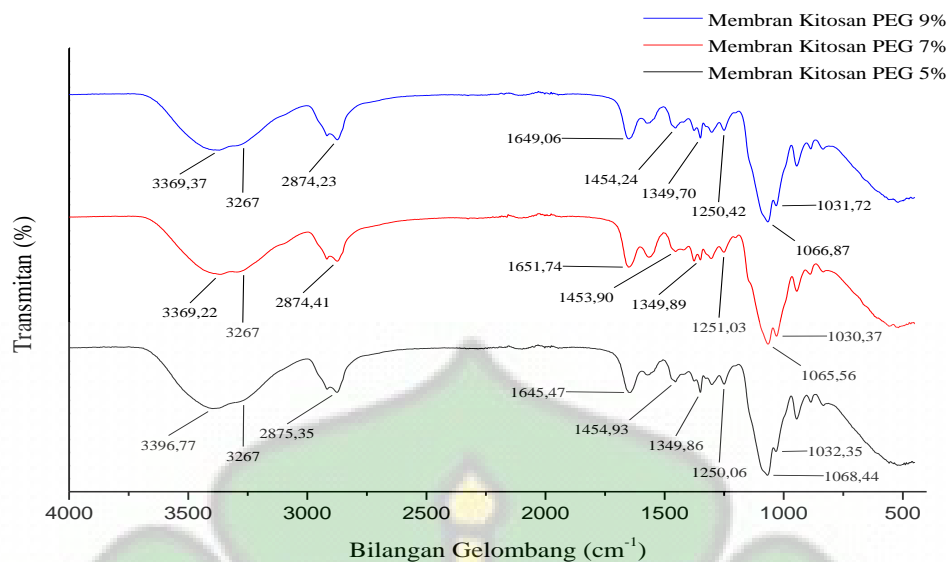
Berdasarkan gambar 4.2 diatas dapat dilihat nilai rejeksi membran kitosan PEG 5% (v/v) yaitu 60,63% dan membran kitosan PEG 7% (v/v) nilai rejeksi meningkat menjadi 60,95%. Menurut Erviana & Mariyamah (2019) apabila nilai rejeksi pada membran semakin meningkat, maka membran akan semakin selektif dalam menahan atau melewatkan partikel pada larutan umpan. Sedangkan pada membran kitosan PEG 9% (v/v) mengalami penurunan yaitu 60,47%. Ini disebabkan membran PEG 9% (v/v) pada mengaplikasikan dengan menggunakan Fe(III) mengalami kerusakan membran sehingga nilai rejeksi pada membran kitosan PEG 9% (v/v) mengalami penurunan. Mungkin pada membran kitosan PEG 9% (v/v) komposisi membrannya kurang bagus, sehingga menurunkan kekuatan mekanik membran. Penambahan PEG pada konsentrasi tinggi dapat menurunkan kekuatan mekanik membran. Membran kitosan-PEG dengan perbandingan konsentrasi yang tepat akan menghasilkan membran padat dengan susunan pori-pori yang bagus (Hidayat, 2015).

4.3.3 FTIR (*Spectrofotometer Fourier Transform Infra Red*)

FTIR ialah salah satu alat instrumen yang banyak digunakan untuk mengetahui spektrum vibrasi molekul yang dapat digunakan untuk mengetahui gugus fungsi dan memprediksi struktur senyawa kimia (Sulistiyani & Huda, 2017).



Gambar 4.3 Spektrum FTIR membran Kitosan (Sumber : Sulistyawati *et al.*, 2018)



Gambar 4.4 Spektrum FTIR membran kitosan PEG 5%, 7% dan 9% (v/v)

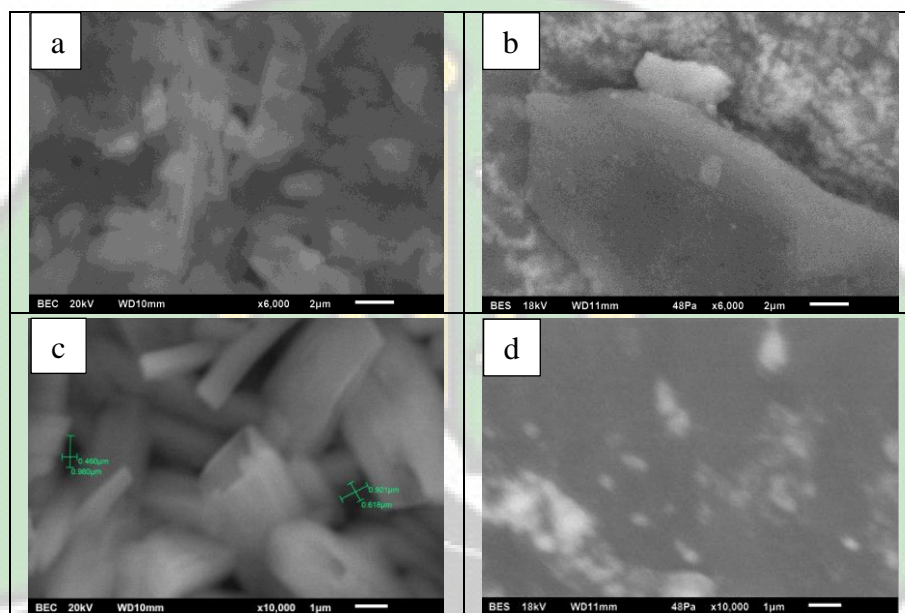
Berdasarkan spektrum FTIR kitosan pada gambar 4.4 menunjukkan adanya teridentifikasi puncak-puncak serapan sebagai puncak gugus fungsional dari membran kitosan, tidak ada pergeseran yang spesifik pada spektra FTIR membran kitosan. Pada bilangan gelombang 3396-1651 cm^{-1} sebagai vibrasi ulur gugus –OH dengan lebarnya serapan dan pergeseran bilangan gelombang ini disebabkan adanya tumpang tindih dengan gugus N-H dari amina. Menurut Sulistyawati *et al* (2018) kitosan berdasarkan struktur molekulnya mempunyai gugus fungsi hidroksil -OH dan gugus amino -NH₂.

Hasil uji FTIR ditunjukkan pada gambar 4.3 dan diperoleh gugus hidroksil –OH dan amina –NH₂ masing-masing terletak pada angka gelombang 1655-3450 cm^{-1} . Terdapat bilangan gelombang pada 2874-2875 cm^{-1} menunjukkan vibrasi ulur C-H alifatik. Panjang gelombang 1651-1645 cm^{-1} terdapat gugus N-H amina primer. Pada bilangan gelombang 1658 cm^{-1} merupakan vibrasi bengkokan N-H adalah gugus amina primer (-NH₂) (Fitriah, Mahatmanti, & Wahyuni, 2012). Gugus C-H alkana terdapat pada panjang gelombang 1454-1453 cm^{-1} dan bilangan gelombang 1349 cm^{-1} untuk gugus O-H. Vibrasi ulur C-O alkil aril eter teridentifikasi pada bilangan gelombang 1250-1251 cm^{-1} . Pada serapan panjang gelombang 1068-1065 cm^{-1} adanya gugus C-O-C dari PEG. Penambahan PEG memberikan sedikit perbedaan serapan, serapan yang cukup tajam pada daerah 1095,57 cm^{-1} , yang menunjukkan adanya gugus C-O-C dari PEG yang terikat

pada kitosan (Nurratri *et al.*, 2020). Serapan 1032-1030 cm^{-1} untuk ulur vibrasi untuk gugus C-N amina.

4.3.4 Scanning Electron Microscopy (SEM)

SEM (*Scanning Electron Microscopy*) merupakan sebuah alat mikroskop elektron yang digunakan untuk menyelidiki permukaan dari morfologi membran (Lubis, 2015). Pengamatan yang menggunakan SEM bertujuan untuk melihat struktur mikro permukaan material (Sulistiawaty, Arsyad, & Ihsan, 2018).



Gambar 4.5 Hasil SEM membran kitosan PEG 7% (v/v) (a) sebelum penyerapan logam Fe(III), (b) setelah penyerapan logam Fe(III), (c) sebelum penyerapan logam Fe(III) dan (d) setelah penyerapan logam Fe(III)

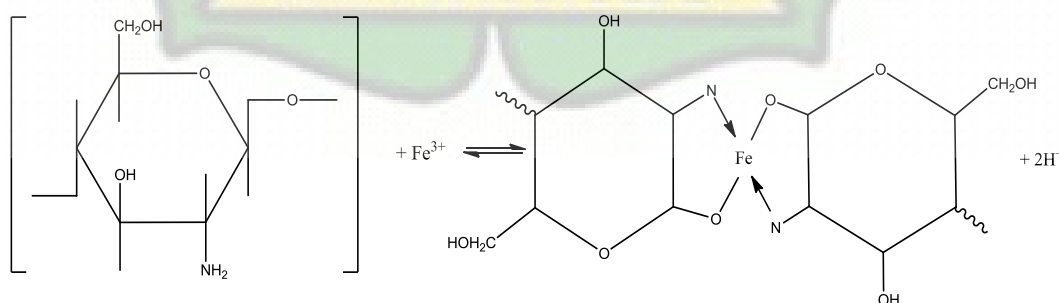
Berdasarkan hasil analisis morfologi membran kitosan PEG 7% pada Gambar 4.5 (a) dan (c) hasil SEM membran kitosan sebelum penyerapan Fe(III) pada perbesaran 6.000x dan 10.000x dengan menggunakan SEM menunjukkan bahwa membran kitosan memiliki struktur yang tidak homogen. Ketidak homogenan ini disebabkan serbuk kitosan tidak larut sempurna. Pada gambar (a) pori-pori belum terlihat, sedangkan gambar (c) lapisan membran berpori dengan ukuran yang diperoleh 0,46 - 0,98 μm . Berdasarkan ukuran diameter pori tersebut, membran yang dihasilkan pada penelitian ini dapat dikategorikan sebagai membran mikrofiltrasi. Membran mikrofiltrasi merupakan membran yang memiliki ukuran diameter pori antara 0,05 μm – 10 μm (Erviana dan Mariyamah,

2019). Wahyuni & Damayanti (2016) melakukan penelitian dengan menggunakan kitosan-PEG dengan kecepatan pengaduk 300 rpm menghasilkan ukuran pori 1,4 μm hingga 6,1 μm dan memiliki permukaan membran yang tidak homogen.

Berdasarkan analisis SEM pada gambar 4.5 (b) perbesaran 6.000x hasil analisis morfologi membran kitosan PEG 7% (v/v) setelah diaplikasikan dengan logam Fe(III) terlihat permukaan membran yang tidak halus, ini dikarenakan permukaan membran setelah diaplikasi memiliki permukaan membran yang tidak teratur. Menurut Laksono (2017) pembentukan kompleks permukaan amina-ion logam dapat menyebabkan permukaan membran menjadi tidak teratur.

Gambar 4.5 (d) perbesaran 10.000x menunjukkan struktur kitosan yang sudah mengikat Fe(III), hal ini dilihat dari hasil morfologi yang tidak terdapat lagi pori-pori pada membran. Hal ini disebabkan logam Fe(III) sudah terjerat pada pori-pori membran. Menurut Lestari & Maharani (2013) yakni penurunan kadar Fe(III) pada membran kitosan disebabkan karena adanya interaksi antara gugus aktif kitosan dengan logam Fe(III) pada proses filtrasi. Logam Fe(III) akan tertahan pada permukaan membran kitosan diakibatkan adanya interaksi antara ion logam dengan gugus aktif yang terdapat pada membran kitosan yaitu gugus amina (NH_2) dan gugus hidroksil (OH).

Gugus NH_2 dan OH pada membran kitosan akan bertindak sebagai ligan yang memiliki pasangan elektron bebas dan dapat mendonorkan pasangan elektronnya. Ligan NH_2 dan OH ialah basa keras yang dapat dengan kuat mempolarisasi ion logam Fe(III) yang merupakan asam keras yang akan membentuk senyawa kompleks kitosan-logam. Reaksi antara kitosan dengan logam Fe(III) dapat dilihat pada gambar 4.6 dibawah ini.



Gambar 4.6 Struktur pengikatan logam Fe(III) dengan kitosan (Sumber : Karelius, 2012)

Berdasarkan gambar 4.6 menjelaskan tentang reaksi kitosan dengan logam Fe(III). Sisi aktif pada kitosan terdapat pada atom N dari gugus amina (-NH₂) dan atom O dari gugus hidroksil (-OH), kedua atom tersebut memiliki elektron bebas yang dapat mengikat proton atau ion logam Fe(III) membentuk senyawa kompleks. Interaksi pasangan elektron bebas pada atom O lebih kuat daripada interaksi pasangan elektron bebas pada atom N, sehingga atom N cenderung mudah menyumbangkan pasangan elektron bebas daripada atom O. Pasangan elektron bebas dari atom N akan berikatan dengan ion logam Fe(III). Pada saat berikatan terjadinya protonasi dan deprotonasi gugus amino dalam kitosan (Laksono, 2017).



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Nilai fluks membran kitosan dengan variasi PEG didapati hasil pada membran kitosan PEG 5% (v/v) yaitu $33,87 \text{ L.m}^{-2}.\text{Jam}^{-1}$ dan membran kitosan PEG 9% (v/v) menghasilkan $43,40 \text{ L.m}^{-2}.\text{Jam}^{-1}$, sedangkan pada membran kitosan PEG 7% (v/v) didapati hasil $29,84 \text{ L.m}^{-2}.\text{Jam}^{-1}$, pada hasil nilai fluks membran kitosan PEG tergolong dalam membran ultrafiltrasi. Pada nilai rejeksi mengalami kenaikan pada membran kitosan PEG 5% (v/v) sebesar 60,63% dan membran kitosan PEG 7% (v/v) sebesar 60,95%, sedangkan pada membran kitosan PEG 9% (v/v) mengalami penurunan sebesar 60,47%. Nilai rejeksi paling optimal pada membran kitosan PEG 7% (v/v).
2. Berdasarkan penyerapan logam Fe(III) terhadap membran kitosan didapati hasil bahwa komposisi kitosan dengan variasi PEG yang tepat menghasilkan nilai rejeksi yang tinggi. Pada penelitian ini ialah pada membran kitosan PEG 7% (v/v).

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka saran yang dapat diberikan bahwa :

1. Pada pengaplikasian dengan menggunakan FeCl_3 , sebaiknya menggunakan konsentrasi yang sesuai dengan karakteristik kekuatan mekanik pada membran, sehingga tidak terjadi kerusakan membran pada saat pengaplikasian.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrianty, C., Gustin, L., & Dewi, T. K. (2012). Pengolahan Limbah Air Asam Tambang Menggunakan Teknologi Membran Keramik. *Jurnal Teknik Kimia*, 18(3), 16–25.
- Aini, A. P. (2017). Pengolahan Air dengan Membran Karbon Nanomaterial. *Jurnal Sains Dan Seni*, 2(1), 1–12.
- Arahman, N. (2017). *Teknologi Membran : Material, Pembuatan, Modifikasi dan Karakteristik*. Banda Aceh : Syiah Kuala University Press.
- Chandrabakty, S. (2014). *Fourrier Transform Infra-Red (FTIR) Spectroscopy dan Kekuatan Tarik Serat Kulit Batang Melinjo Menggunakan Modifikasi Distribusi Weibull*. *Jurnal Mekanikal*, 5(1), 434–442.
- Erviana, D., & Mariyamah. (2019). Perbandingan Daya Serap Membran Kitosan dan Membran Kitosan-Silika terhadap Penurunan Kadar Fosfat pada Limbah Detergen. *Prosiding Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan*, 2(1), 1–12.
- Fitriah, H., Mahatmanti, F. W., & Wahyuni, S. (2012). Pengaruh Konsentrasi pada Pembuatan Membran Kitosan Terhadap Selektivitas Ion Zn(II) dan Fe(II). *Indonesia Journal of Chemical Science*, 1(2), 104–109.
- Herwanto, B., & Santoso, E. (2016). Adsorpsi Ion Logam Pb(II) pada Membran Selulosa-Khitosan Terikat Silang. *Akta Kimia Indonesia*, 2(1), 9–24.
- Hidayat, T. (2015). Sintesis Membran Kitosan-PEG (Polietilen Glikol) dan Aplikasinya Sebagai Adsorben Ion Cr⁶⁺ dan Ion Ni²⁺ dalam Larutan. *Skripsi. Semarang : Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang*.
- Husni, D. A. P., Rahim, E. A., & Ruslan. (2018). Pembuatan Membran Selulosa Asetat dari Selulosa Pelepeh Pohon Pisang. *Jurnal Riset Kimia*, 4(1), 41–52.

- Karelius. (2012). Pemanfaatan Kitosan Sebagai Adsorben Ion Logam Fe pada Air Gambut Yang Akan Digunakan Sebagai Air Minum. *Jurnal Ilmiah Kanderang Tingang*, 3(2), 33–39.
- Kurniasih, M., & Kartika, D. (2011). Sintesis dan Karakteristik Fisika-Kimia Kitosan (*Synthesis and Physicochemical Characterization of Chitosan*). *Jurnal Inovasi*, 5(1), 42–48.
- Laksono, E. W. (2017). Kajian Terhadap Aplikasi Kitosan Sebagai Adsorben Ion Logam dalam Limbah Cair. *Jurdik Kimia*, FMIPA, UNY.
- Lestari, Y. I., & Maharani, D. K. (2013). Filtrasi Ion Logam Fe(III) dengan Membran Komposit Kitosan-Gliserol. *UNESA Journal of Chemistry*, 2(1), 125–130.
- Lubis, K. (2015). Metoda-Metoda Karakteristik Nanopartikel Perak. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 21(79), 50–55. Retrieved from <https://doi.org/10.24114/jpkm.v21i79.4653>
- Maharani, R. M., & Damayanti, A. (2013). Pengolahan Limbah Cair Rumah Makan Menggunakan Membran Nanofiltrasi Silika Aliran *Cross Flow* untuk Menurunkan Fosfat dan Amonium. *Jurnal Teknik Pomits*, 2(2), 92–97.
- Meriatna. (2008). Penggunaan Membran Kitosan untuk Menurunkan Kadar Logam Krom (Cr) dan Nikel (Ni) dalam Limbah Cair Industri Pelapisan Logam. *Tesis Universitas Sumatera Utara, Medan*.
- Muliawati, E. C. (2012). Pembuatan dan Karakteristik Membran Nanofiltrasi untuk Pengolahan Air. *Tesis Magister Teknik Kimia Universitas Diponegoro Semarang*.
- Nabila, D. T. (2017). Penggunaan Kitosan Nanopartikel dari Tulang Rawan Cumi-Cumi (*Loligo Pealli*) sebagai Adsorben Terhadap Ion Logam Besi (Fe^{3+}), Seng (Zn^{2+}), dan Kadmium (Cd^{2+}). *Skripsi. Medan: Departemen Kimia Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara*.

- Nurratri, A. M., Khabibi, Lusiana, R. A., Haris, A., & Nuryanto, R. (2020). Pembuatan dan Karakteristik Membran Paduan Kitosan-Polietilenglikol6000. *Jurnal Media Bina*, 14(9), 3261–3270.
- Rapierna, A., Latifah, & Mahatmanti, F. W. (2012). Sintesis dan Pemanfaatan Membran Kitosan-Silika Sebagai Membran Pemisah Ion Logam Fe^{2+} . *Indonesian Journal of Chemical Science*, 1(1), 37–42. Retrieved from <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ijcs>
- 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.
- Sjahfirdi, L., Aldi, N., Maheshwari, H., & Astuti, P. (2015). Aplikasi *Fourier Transform Infrared* (FTIR) dan Pengamatan Pembengkakan Genital pada Spesies Primata, Lutung Jawa (*Trachypithecud Auratus*) untuk Mendeteksi Masa Subur. *Jurnal Kedokteran Hewan*, 9(2), 156–160.
- Sugita, P., Wukisari, T., Sjahriza, A., & Wahyono, D. (2009). *Kitosan : Sumber Biomaterial masa Depan*. Bogor : IPB Press.
- Sujatno, A., Salam, R., Bandriyana, & Dimiyati, A. (2015). Studi *Scanning Electron Microscopy* (SEM) Untuk Karakterisasi Proses *Oxidasi* Paduan Zirkonium. *Jurnal Forum Nuklir*, 9(2), 44–50.
- Sulistiawaty, Arsyad, M., & Ihsan, N. (2018). Analisis Struktur Tanah pada Mata Air Dusun Salenrang Kawasan Karst Kabupaten Maros. *Jurnal Geosains Kutai Basin*, 1(1), 1–6.
- Sulistiyani, M., & Huda, N. (2017). Optimasi Pengukuran Spektrum Vibrasi Sampel Protein Menggunakan Spektrofotometer *Fourier Transform Infrared* (FT-IR). *Indonesia Journal of Chemical Science*, 6(2), 173–180.
- Sulistiyawati, E., Wijaya, N. D., & Tantriyani. (2018). Membran Kitosan Sebagai Adsorben Logam Besi (Fe) pada Air Sumur di Lingkungan Teknik Kimia UPN “ Veteran ” Yogyakarta. *Jurnal Teknik Kimia*, 10(4), 1–7.

- Suseno, J. E., & Firdausi, K. S. (2008). Rancang Bangun Spektroskopi FTIR (*Fourier Transform Infrared*) untuk Penentuan Kualitas Susu Sapi. *Jurnal Berkala Fisika*, 11(1), 23–28.
- Vania, V. (2016). Studi Penyisihan Logam Seng (ZN^{2+}) pada Limbah Elektroplating Menggunakan Membran Kitosan dan Zeolit. *Skripsi. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh November Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan*.
- Wahyuni, S., & Damayanti, A. (2016). Pengaruh Konsentrasi dan Kecepatan Pengadukan Terhadap Karakteristik Membran Komposit *Chitosan*. *Jurnal Purifikasi*, 16(1), 44–53.
- Wibisono, Y. (2017). *Biomaterial dan Bioproduk*. Malang : Universitas Brawijaya Press.
- Wijayanto, S. O., & Bayuseno, A. . (2014). Analisis Kegagalan Material Pipa *Ferrule Nickel Alloy N06025* pada *Waste Heat Boiler* Akibat Suhu Tinggi Berdasarkan Pengujian : Mikrografi dan Kekerasan. *Jurnal Teknik Mesin*, 2(1), 33–39. Retrieved from <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jtm>

LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan sampel

Pembuatan Larutan Asam Asetat (CH_3COOH) 1% (v/v)

$$N_1 = 100 \% ; N_2 = 1\%$$

$$V_2 = 100 \text{ mL}$$

$$V_1 = ?$$

Jawab :

$$V_1 \cdot N_1 = V_2 \cdot N_2$$

$$V_1 \cdot 100\% = 100 \text{ mL} \cdot 1\%$$

$$V_1 = 1 \text{ mL}$$

Pembuatan Larutan PEG (Polietilen Glikol) 5%; 7% dan 9% (v/v)

- Pembuatan larutan PEG 5% (v/v)

$$N_1 = 100 \% ; N_2 = 5\%$$

$$V_2 = 100 \text{ mL}$$

$$V_1 = ?$$

Jawab :

$$V_1 \cdot N_1 = V_2 \cdot N_2$$

$$V_1 \cdot 100\% = 100 \text{ mL} \cdot 5\%$$

$$V_1 = 5 \text{ mL}$$

- Pembuatan larutan PEG 7% (v/v)

$$N_1 = 100 \% ; N_2 = 7\%$$

$$V_2 = 100 \text{ mL}$$

$$V_1 = ?$$

Jawab :

$$V_1 \cdot N_1 = V_2 \cdot N_2$$

$$V_1 \cdot 100\% = 100 \text{ mL} \cdot 7\%$$

$$V_1 = 7 \text{ mL}$$

- Pembuatan larutan PEG 9% (v/v)

$$N_1 = 100 \% ; N_2 = 9\%$$

$$V_2 = 100 \text{ mL}$$

$$V_1 = ?$$

Jawab :

$$V_1 \cdot N_1 = V_2 \cdot N_2$$

$$V_1 \cdot 100\% = 100 \text{ mL} \cdot 9\%$$

$$V_1 = 9 \text{ mL}$$

Pembuatan Larutan FeCl_3 40 ppm

$$1 \text{ M} = 1000 \text{ ppm}$$

$$N_1 = 1000 \text{ ppm} ; N_2 = 40 \text{ ppm}$$

$$V_2 = 100 \text{ mL}$$

$$V_1 = ?$$

Jawab :

$$V_1 \cdot N_1 = V_2 \cdot N_2$$

$$V_1 \cdot 1000 = 100 \text{ mL} \cdot 40$$

$$V_1 = 4 \text{ mL}$$

Data Perhitungan Fluks

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

Dengan : J = Nilai Fluks ($\text{L} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{Jam}^{-2}$)

V = Permeat (L)

A = Luas Permukaan Membran (m^2)

t = Waktu (Jam)

- V. Permeat membran kitosan PEG 5% (v/v) = 46 mL = 46×10^{-3} L
- V. Permeat membran kitosan PEG 7% (v/v) = 41 mL = 41×10^{-3} L
- V. Permeat membran kitosan PEG 9% (v/v) = 46 mL = 46×10^{-3} L
- Waktu membran kitosan PEG 5% (v/v) = 10,38 menit = 0,173 Jam
- Waktu membran kitosan PEG 7% (v/v) = 10,50 menit = 0,175 Jam
- Waktu membran kitosan PEG 9% (v/v) = 8,10 menit = 0,135 Jam
- L. Permukaan = $\pi r^2 = 3,14 (5 \times 10^{-2})^2 = 78,5 \times 10^{-4} \text{ m}^2$

- **Membran kitosan PEG 5% (v/v)**

$$J = \frac{V}{A \cdot t} = \frac{46 \times 10^{-3} \text{ L}}{78,5 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \times 0,173 \text{ Jam}} = 33,87 \text{ L} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{Jam}^{-1}$$

- **Membran kitosan PEG 7% (v/v)**

$$J = \frac{V}{A \cdot t} = \frac{41 \times 10^{-3} \text{ L}}{78,5 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \times 0,175 \text{ Jam}} = 29,84 \text{ L} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{Jam}^{-1}$$

- **Membran Kitosan PEG 9% (v/v)**

$$J = \frac{V}{A \cdot t} = \frac{46 \times 10^{-3} \text{ L}}{78,5 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \times 0,135 \text{ Jam}} = 43,40 \text{ L} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{Jam}^{-1}$$

Data Perhitungan Rejeksi

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

Dengan : R = Koefisien rejeksi (%)

C_p = Konsentrasi zat terlarut dalam permeat

C_f = Konsentrasi zat terlarut dalam umpan (*feed*)

- Konsentrasi Fe(III) umpan = 40 ppm
- Konsentrasi Fe(III) permeat Membran kitosan PEG 5% (v/v) = 15,7473 ppm
- Konsentrasi Fe(III) permeat Membran kitosan PEG 7% (v/v) = 15,6194 ppm
- Konsentrasi Fe(III) permeat Membran kitosan PEG 9% (v/v) = 15,8082 ppm

- **Membran kitosan PEG 5% (v/v)**

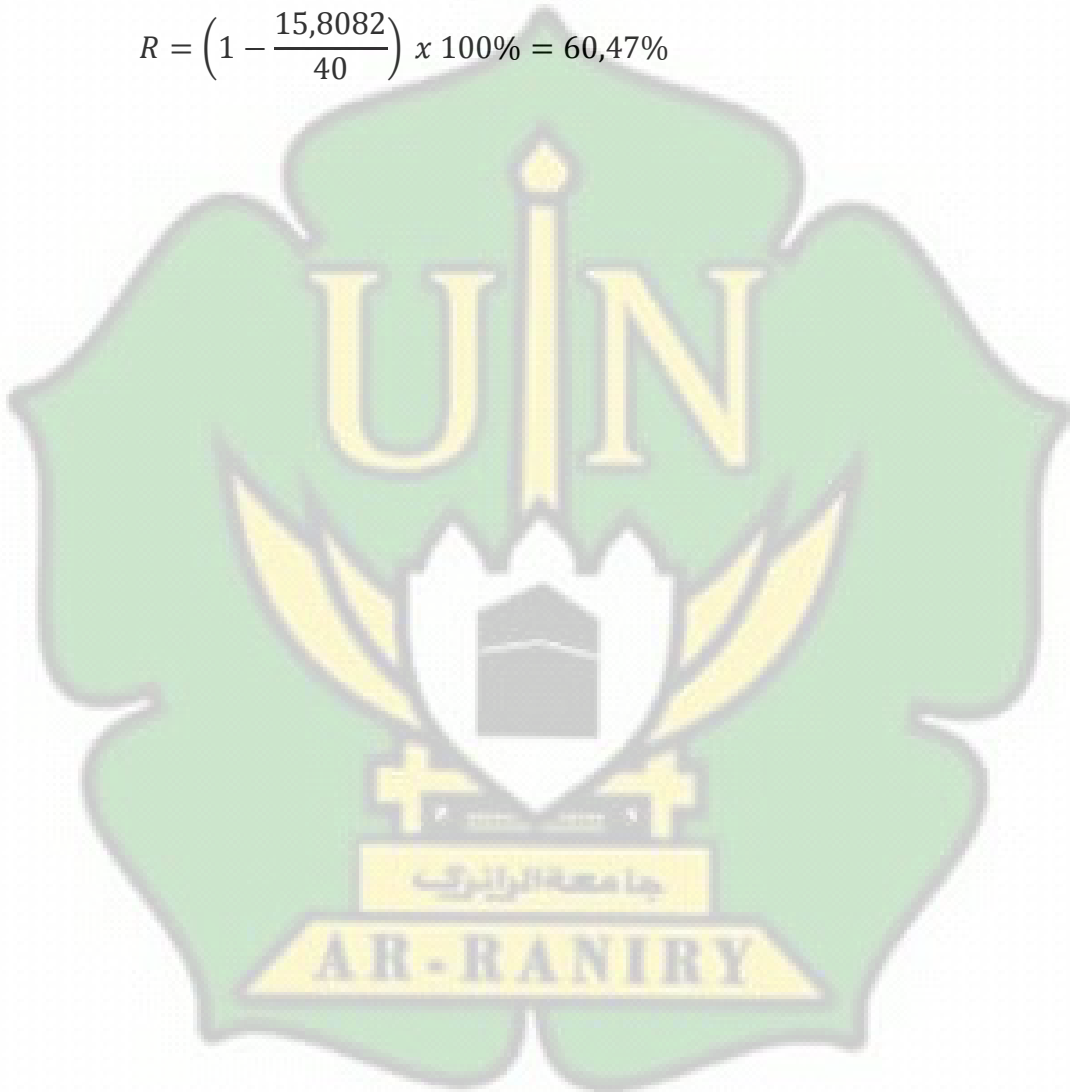
$$R = \left(1 - \frac{15,7473}{40}\right) \times 100\% = 60,63\%$$

- **Membran kitosan PEG 7% (v/v)**

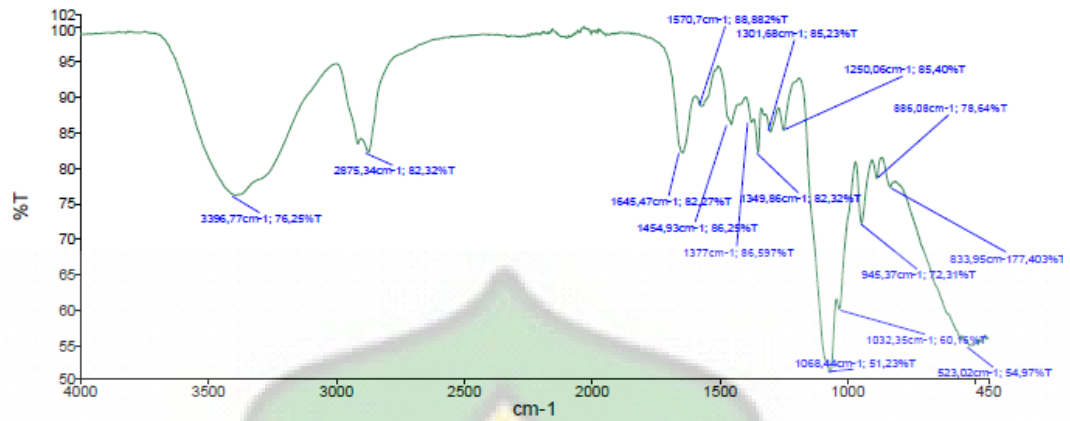
$$R = \left(1 - \frac{15,694}{40}\right) \times 100\% = 60,95\%$$

- **Membran kitosan PEG 9% (v/v)**

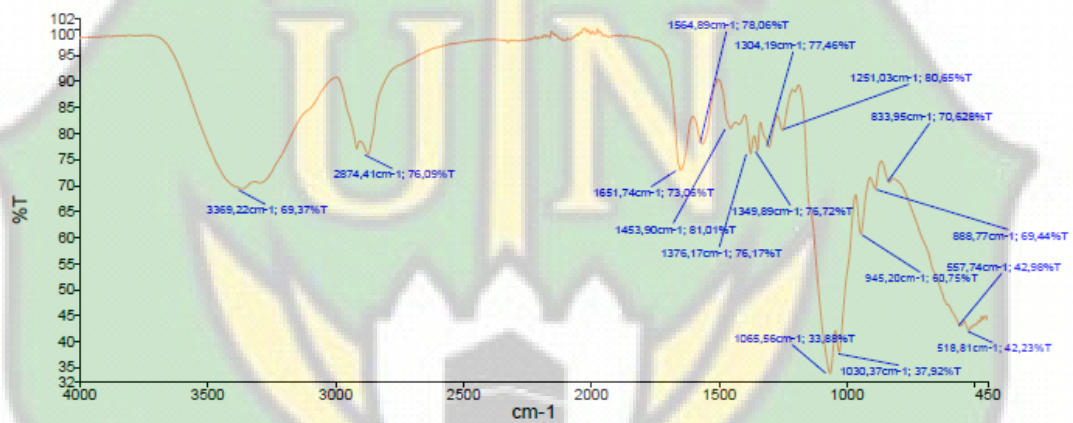
$$R = \left(1 - \frac{15,8082}{40}\right) \times 100\% = 60,47\%$$



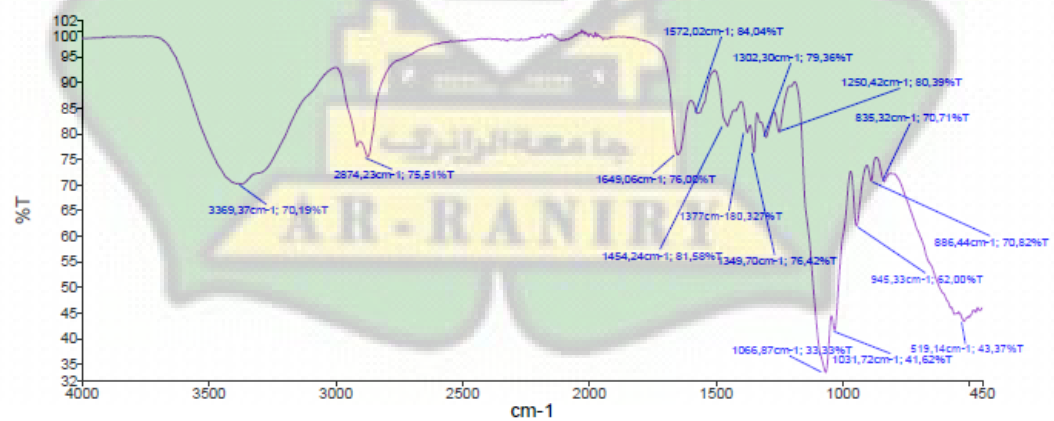
Lampiran 2. Grafik



Gambar 1. Spektrum FTIR Membran Kitosan PEG 5% (v/v)



Gambar 2. Spektrum FTIR Membran Kitosan PEG 7% (v/v)



Gambar 3. Spektrum FTIR Membran Kitosan PEG 9% (v/v)

Lampiran 3. Foto Hasil Penelitian

Gambar 4. Proses penyerapan logam Fe(III) dengan membran kitosan PEG 5%, 7% dan 9% (v/v)



Gambar 5. Membran Kitosan PEG 5% (v/v)



Gambar 6. Membran Kitosan PEG 7% (v/v)



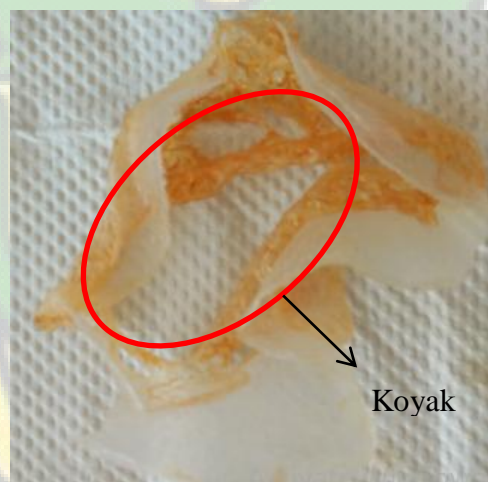
Gambar 7. Membran Kitosan PEG 9% (v/v)



Gambar 8. Membran Kitosan PEG 5% (v/v) Setelah Penyerapan Fe(III)



Gambar 9. Membran Kitosan PEG 7% (v/v) Setelah Penyerapan Fe(III)



Gambar 10. Membran Kitosan PEG 9% (v/v) Setelah Penyerapan Fe(III)

