

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI MEMBRAN
(POLYVINYLIDENE DIFLUORIDE) PVDF-Fe₂O₃ UNTUK
FILTRASI ION LOGAM Cr⁶⁺**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh Gelar Sarjana
Sains dalam Ilmu Kimia



Oleh:

NISA ISTIANI

1808036014

**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG**

2022

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI MEMBRAN
(POLYVINYLIDENE DIFLUORIDE) PVDF-Fe₂O₃ UNTUK
FILTRASI ION LOGAM Cr⁶⁺**

SKRIPSI

Oleh

Nisa Istiani

1808036014

**Untuk Memenuhi Syarat Melaksanakan Skripsi
Strata Satu Program Studi Kimia
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang**

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

2022

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya, yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nisa Istiani

NIM : 1808036014

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi saya berjudul :

Sintesis Dan Karakterisasi Membran (*Polyvinylidene Difluoride*) PVDF-Fe₂O₃ Untuk Filtrasi Ion Logam Cr⁶⁺

Secara keseluruhan adalah hasil penelitian atau karya sendiri dan bukan hasil jiplakan karya orang lain, kecuali bagian tertentu yang dirujuk sumbernya.

Semarang, 20 Oktober 2022
Pembuat Pernyataan



Nisa Istiani
1808036014

PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul : **Sintesis Dan Karakterisasi Membran
(Polyvinylidene Difluoride) PVDF-Fe₂O₃ Untuk
Filtrasi Ion Logam Cr⁶⁺**

Penulis : Nisa Istiani

NIM :1808036014

Jurusan : Kimia


Telah diujikan dalam sidang munaqosyah oleh Dewan Penguji Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo dan dapat diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana dalam bidang ilmu kimia.


Semarang,

DEWAN PENGUJI

Ketua Sidang

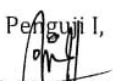
Sekretaris Sidang


Dr. Ervin Tri Suryandari, S.Si, M. Si
NIP.19740716200912 2 001


Ana Mardiyah, M.Si
NIP.19890525201903 2 019

Penguji I,

Penguji II,


Dyah Fitasari, M.Si

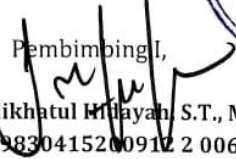

Ika Nur Fitriani, M.Sc


NIP.19850102201903 2 017

NIP.19930331201903 2 018

Pembimbing I,

Pembimbing II,


Dr. Hj. Maikhatul Hidayah, S.T., M. Pd
NIP.19830415200912 2 006


Dr. Ervin Tri Suryandari, S.Si, M. Si
NIP.19740716200912 2 001



NOTA DINAS

Semarang, 20 Oktober 2022

Yth. Ketua Program Studi Kimia

Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum. wr. wb.

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

Judul : **Sintesis Dan Karakterisasi Membran (Polyvinylidene Difluoride) PVDF-Fe₂O₃ Untuk Filtrasi Ion Logam Cr⁶⁺**

Nama : Nisa Istiani

NIM : 1808036014

Jurusan: Kimia

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diajukan dalam Sidang Munaqosah.

Wassalamu'alaikum. wr. wb.

Dosen Pembimbing I



Dr. Hj. Malikhatul Hidayah, S.T., M. Pd

NIP. 19830415200912 2 006

NOTA DINAS

Semarang, 20 Oktober 2022

Yth. Ketua Program Studi Kimia

Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum. wr. wb.

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

Judul : **Sintesis Dan Karakterisasi Membran (Polyvinylidene Difluoride) PVDF-Fe₂O₃ Untuk Filtrasi Ion Logam Cr⁶⁺**

Nama : Nisa Istiani

NIM : 1808036014

Jurusan: Kimia

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diajukan dalam Sidang Munaqosah.

Wassalamu'alaikum. wr. wb.

Dosen Pembimbing II



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

NIP. 19740716200912 2 001

ABSTRAK

Judul : **Sintesis dan Karakterisasi Membran (Polyvinylidene Difluoride) PVDF-Fe₂O₃ Untuk Filtrasi Ion Logam Cr⁶⁺**

Nama : Nisa Istiani

Nim : 1808036014

Sintesis dan karakterisasi membran (*Polyvinylidene Difluoride*)PVDF-Fe₂O₃ telah berhasil dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan Fe₂O₃ terhadap karakteristik dan kinerja membran PVDF-Fe₂O₃ dalam memfiltrasi ion logam cr⁶⁺. Membran PVDF dan PVDF-Fe₂O₃ dikarakterisasi sifat hidrofilisitas, kekuatan mekanik, gugus fungsi, dan morfologinya. Membran PVDF 18% memiliki karakteristik mekanik dengan nilai *modulus young* terbesar 0,155 MPa dan penambahan Fe₂O₃ mampu meningkatkan nilai *modulus young* menjadi 1,095 MPa. Penambahan Fe₂O₃ pada membran PVDF dapat menurunkan sudut kontak dari 95,9° menjadi 69,9°. Karakterisasi FTIR (*Fourier Transform Infrared*) membran PVDF-Fe₂O₃ menunjukkan adanya puncak gugus Fe-O dari Fe₂O₃ pada bilangan gelombang 532,78 cm⁻¹. Karakterisasi SEM (*Scanning Electron Microscopy*) diketahui penambahan Fe₂O₃ membuat pori-pori lebih besar dan struktur seperti jari yang memanjang. Membran PVDF-Fe₂O₃ dengan penambahan Fe₂O₃ 1% mampu menurunkan konsentrasi ion logam Cr⁶⁺ dari 20 ppm menjadi 11,93 ppm dengan nilai fluks 23,10 L/m².jam dan koefisien rejeksi sebesar 40,35%.

Kata kunci : Membran, PVDF, Fe₂O₃, dan ion logam Cr⁶⁺

TRANSLITERASI ARAB - LATIN

Penulisan transliterasi huruf-huruf Arab Latin dalam skripsi ini berpedoman pada SKB Menteri Agama dan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan R.I. Nomor : 158/1987 dan Nomor : 0543b/U/1987. Penyimpangan penulisan kata sandang [al-] disengaja secara konsisten supaya sesuai teks Arabnya.

ء = '	ز = z	ق = q
ب = b	س = s	ك = k
ت = t	ش = sy	ل = l
ث = ts	ص = sh	م = m
ج = j	ض = dl	ن = n
ح = h	ط = th	و = w
خ = kh	ظ = zh	ه = h
د = d	ع = '	ي = y
ذ = dz	غ = gh	
ر = r	ف = f	

Bacaan Mad		Bacaan Diftong	
َ -	a	اي	ay
ِ -	i	او	aw
ُ -	u		

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena berkat rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Sintesis Dan Karakterisasi Membran (*Polyvinylidene Difluoride*) PVDF-Fe₂O₃ Untuk Filtrasi Ion Logam Cr⁶⁺ ”.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari sempurna karena keterbatasan pengetahuan dan kemampuan yang penulis peroleh. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis mohon maaf atas segala kekurangan.

Penyusunan skripsi ini tidak akan berhasil tanpa bantuan serta dukungan dari pihak lain. Untuk itu dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. Imam Taufiq, M.Ag, selaku Rektor UIN Walisongo Semarang.
2. Dr. Ismail, M.Ag, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi.
3. Dr. Hj. Malikhatul Hidayah, M.Pd selaku Ketua Jurusan Kimia dan Pembimbing pertama yang telah memberikan arahan, dukungan serta motivasi dalam proses terciptanya skripsi ini.

4. Dr. Ervin Tri Suryandari, M.Si selaku dosen pembimbing kedua yang telah memberikan arahan, masukan, dan semangat dalam proses terciptanya skripsi ini.
5. Ibu Anita Karunia Z., S.Si , Ahmad Mughis, S.Pd.I, dan segenap asisten laboratorium yang telah membantu dalam proses penelitian penulis di Laboratorium Kimia UIN Walisongo Semarang.
6. Bapak/Ibu dosen khususnya Program Studi Kimia, pegawai dan seluruh civitas akademik Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.
7. Kedua orang tua penulis Bapak Suparjo dan Ibu Suirah yang senantiasa memberikan doa, dukungan, serta semangat sehingga penulis dapat menyelesaikan pendidikan di UIN Walisongo Semarang.
8. Kakakku Supriyanto, Didik Wijoyo, dan Muhammad Romadhon yang telah memberikan dukungan, doa serta materi.
9. Sahabatku yang selalu memberikan hiburan dan semangat disaat semuanya terasa sulit, terutama Wanda Syarolina, Inka Felisia N., dan Noviarin.
10. Patner sepermembranku Yusrin Gandinis S. dan Dewi Salsabila patner tidurku yang selalu menemani, membantu dan memberi semangat penulis.

11. Teruntuk Yoga Mady Kumara yang selalu membantu, memberikan dukungan dan semangat penulis dalam segala suasana.
12. Teman-teman mantan kos J9 terutama Niken, Isna dan Cusnul yang selalu membantu dan memberikan dukungan kepada penulis.
13. Teman-teman seperjuangan Kimia 2018 yang telah memberikan semangat selama perkuliahan.
14. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan dan masih perlu disempurnakan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak. Dengan segala harapan dan doa, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Semarang, 20 Oktober 2022

Penulis,

Nisa Istiani

1808036014

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
PERNYATAAN KEASLIAN	iii
PENGESAHAN	iv
NOTA DINAS	v
NOTA DINAS	vi
ABSTRAK	vii
TRANSLITERASI	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	6
C. Tujuan	7
D. Manfaat Penelitian	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
A. Membran	9
B. PVDF	16
C. Fe ₂ O ₃	19
D. N,N-Dimetilasetamida (DMAc)	20
E. Karakteristik Limbah Cair Industri	21

F. Kromium	23
H. Kajian Pustaka	32
I. Hipotesis Penelitian.....	34
BAB III METODE PENELITIAN.....	35
A. Alat dan Bahan.....	35
B. Cara Kerja	35
BAB IV PEMBAHASAN	41
A. Pembuatan membran	41
B. Karakterisasi Membran	44
BAB V PENUTUP	63
A. Kesimpulan	63
B. Saran	64
DAFTAR PUSTAKA	65
LAMPIRAN	71
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	89

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1	Kuat Tarik Membran PVDF	45
Tabel 4. 2	Kuat Tarik Membran PVDF-Fe ₂ O ₃	46
Tabel 4. 3	Analisis gugus fungsi membran PVDF dan PVDF- Fe ₂ O ₃	49
Tabel 4. 4	Hasil uji sudut kontak.....	51
Tabel 4. 5	Komposisi unsur membran PVDF, PVDF-Fe ₂ O ₃ 1%, dan PVDF- Fe ₂ O ₃ 3%.....	56
Tabel 4. 6	Hasil Fluks Membran PVDF dan PVDF-Fe ₂ O ₃	58
Tabel 4. 7	Hasil Filtrasi Ion Logam Cr ⁶⁺	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Struktur Membran	13
Gambar 2. 2	Struktur N,N-Dimetilasetamida.....	20
Gambar 2. 3	Gejala <i>Fouling</i>	26
Gambar 2. 4	Skema alat FTIR	30
Gambar 4. 1	Membran PVDF 18%.....	42
Gambar 4. 2	Membran PVDF-Fe ₂ O ₃ 1%.....	43
Gambar 4. 3	Spektra FTIR Membran a)PVDF, b)PVDF-Fe ₂ O ₃ 1%, c)PVDF-Fe ₂ O ₃ 2%, dan d)PVDF-Fe ₂ O ₃ 3%.....	47
Gambar 4. 4	Sudut Kontak a)PVDF, b)PVDF-Fe ₂ O ₃ 1%, c) PVDF-Fe ₂ O ₃ 2%, dan d) PVDF-Fe ₂ O ₃ 3%.....	50
Gambar 4. 5	Morfologi penampang lintang dari membran a)PVDF, b)PVDF-Fe ₂ O ₃ 1%, dan c)PVDF-Fe ₂ O ₃ 3% dengan pembesaran 1000X, d)PVDF e)PVDF-Fe ₂ O ₃ 1%, dan f)Fe ₂ O ₃ 3% dengan pembesaran 2500X	53
Gambar 4. 6	Spektrum EDX dari membran a) PVDF, b) PVDF-Fe ₂ O ₃ 1%, dan c) PVDF-Fe ₂ O ₃ 3%	55
Gambar 4. 7	Pengaruh Konsentrasi Fe ₂ O ₃ terhadap Fluks membran (A) PVDF-Fe ₂ O ₃ 0%, (B) PVDF-Fe ₂ O ₃ 1%, (C) PVDF-Fe ₂ O ₃ 2%, (D) PVDF-Fe ₂ O ₃ 3%..	58
Gambar 4. 8	Pengaruh Konsentrasi Fe ₂ O ₃ terhadap rejeksi membran (A) PVDF-Fe ₂ O ₃ 0%, (B) PVDF-Fe ₂ O ₃ 1%, (C) PVDF-Fe ₂ O ₃ 2%, (D) PVDF-Fe ₂ O ₃ 3%..	60

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Pembuatan dan Karakterisasi Membran	71
Lampiran 2 : Pengukuran Kadar Ion Logam Cr ⁶⁺	72
Lampiran 3 : Penggunaan Membran untuk Analisis Ion Logam Cr ⁶⁺	73
Lampiran 4 : Pengukuran Kadar Ion Logam Cr ⁶⁺ Hasil Filtrasi	73
Lampiran 5 : FTIR Membran PVDF dan PVDF-Fe ₂ O ₃	74
Lampiran 6 : SEM Membran PVDF dan PVDF-Fe ₂ O ₃ dengan Pembesaran 1000X dan 2500X	76
Lampiran 7 : Hasil Uji Sudut Kontak.....	79
Lampiran 8 : Data Pengukuran Fluks Membran.....	80
Lampiran 9 : Perhitungan Pembuatan Larutan Cr ⁶⁺	82
Lampiran 10 : Data Pengujian Larutan Cr ⁶⁺	83
Lampiran 11 : Perhitungan Koefisien Rejeksi Membran	84
Lampiran 12 : Dokumentasi Pembuatan Membran PVDF dan PVDF-Fe ₂ O ₃	87
Lampiran 13 : Dokumentasi Proses Filtrasi Membran	88

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan industri yang semakin pesat di Indonesia dapat memberikan banyak manfaat tetapi juga memberikan dampak buruk. Salah satunya yaitu pembuangan limbah. Limbah yang dibuang secara langsung dapat menyebabkan pencemaran tanah dan sungai di sekitarnya. Sungai merupakan salah satu bentuk sumber daya alam yang sangat dibutuhkan oleh masyarakat karena sungai merupakan salah satu sumber air yang diperlukan bagi kehidupan manusia.

Pencemaran sungai dapat menimbulkan dampak negatif tidak hanya pada manusia tetapi juga pada lingkungan. Pembuangan limbah tanpa pengolahan dapat mencemari air sungai sehingga dapat menurunkan kualitas air sungai (Muhfudloh & Lestari, 2017). Adapun dalam Al-qur'an QS. Al-A'raf ayat 56 menjelaskan tentang larangan berbuat kerusakan alam.

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا وَادْعُوهُ خَوْفًا وَطَمَعًا
إِنَّ رَحْمَتَ اللَّهِ قَرِيبٌ مِّنَ الْمُحْسِنِينَ

"Dan janganlah kamu berbuat kerusakan di muka bumi, setelah (diciptakan) dengan baik. Berdoalah kepadanya dengan rasa takut dan penuh harap. Sesungguhnya rahmat Allah sangat dekat kepada orang yang berbuat kebaikan".

Logam berat merupakan penyebab pencemaran lingkungan yang diakibatkan oleh kegiatan industri. Logam berat bersifat sulit terdegradasi dan dapat terakumulasi melalui rantai makanan. Kromium merupakan salah satu logam berat yang berasal dari industri pewarna. Misalnya, kandungan yang terdapat dalam limbah cair industri batik itu mengandung logam berat Cr yang berasal dari zat pewarna (CrCl_3 atau *chromium chloride*, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ atau *pottasium dichromate*) maupun berasal dari zat mordan yaitu pengikat zat warna meliputi $\text{Cr}(\text{NO}_3)_2$ (Baryatik, 2015). Logam kromium merupakan salah satu logam berat yang mencemari air. Kromium yang terdapat dalam air bisa menurunkan kualitas air dan membahayakan lingkungan dan kehidupan akuatik. Kromium dapat terakumulasi di dalam tubuh, bersifat kronis, dan pada akhirnya berakibat fatal pada organisme akuatik, tetapi pada manusia dapat menyebabkan ulkus pada hidung dan kulit, pigmentasi kulit, kanker kulit, dan kerusakan ginjal, dan indikator nekrosis tubulus (Puspita et al., 2016). Hal tersebut

menunjukkan perlu adanya solusi untuk mengurangi kadar logam kromium. Berbagai teknik atau metode untuk mengatasi pencemaran logam berat kromium telah dilaporkan. Menurut Suharto et al., (2013), penggunaan enceng gondok dengan metode fitoremediasi mampu menghasilkan penurunan COD, Cu, dan Cr berturut-turut sebesar 42,36%, 68,73%, dan 42,40%. Menurut Shafirinia et al., (2016), pemanfaatan kulit pisang sebagai karbon aktif mampu menurunkan logam Cr dan Cu secara berturut-turut sebesar 58% dan 96%. Menurut Kartika et al., (2015), menyatakan bahwa metode elektrokoagulasi mampu menurunkan konsentrasi kromium yang terdapat pada limbah cair sarung sebesar 31,25 ppm dengan konsentrasi awal 50,65 ppm dan hasil ini diperoleh dengan waktu kontak optimum 30 menit. Salah satu alternatif pengolahan limbah cair industri yang cepat, efisien dan ramah lingkungan adalah menggunakan teknologi membran (Kiswanto et al., 2019)

Teknologi membran telah berkembang pesat, baik dalam skala laboratorium maupun komersial. Membran bisa terbuat dari bahan alami dan sintesis. Bahan alami merupakan bahan yang berasal dari alam, seperti pulp dan kapas. Sedangkan bahan sintesis merupakan bahan yang terbuat dari bahan kimia, misalnya polimer. Contoh bahan

polimer yang umum digunakan antara lain yaitu *polysulfone*, *polyetersulfone* (PES), *polyvinylidene difluoride* (PVDF), *poly akrilonitrile* (PAN), selulosa asetat, poli amida, poli eter keton, dan sebagainya (Syarifah et al., 2015).

PVDF merupakan salah satu jenis material membran yang ideal dikarenakan memiliki ketahanan termal tinggi, ketahanan kimia yang baik dan memiliki kemampuan sangat baik dalam membentuk membran. PVDF tahan terhadap sebagian besar senyawa anorganik dan asam organik dan dapat digunakan pada rentang pH yang luas. PVDF juga tahan terhadap hidrokarbon aromatik, alkohol, tetrahidrofuran, dan pelarut terhalogenasi (Wicaksono & Kusumawati, 2019). Membran PVDF memiliki kelebihan seperti sifat fisik dan mekanik yang tinggi, serta banyak diaplikasikan untuk air limbah dan penghilang zat pencemar. PVDF memiliki kelemahan yaitu bersifat hidrofobik. Sifat hidrofobik seringkali menghambat kinerja membran dan bisa menyebabkan penyumbatan (*fouling*) (Suryandari, 2020). Salah satu cara untuk meningkatkan kinerja membran adalah dengan menambahkan bahan tambahan atau pengisi pada saat proses pembuatan membran. Penggunaan bahan material anorganik sebagai bahan aditif dalam membran polimer seperti *nanotube*, Fe_2O_3 , TiO_2 , ZnO , Al_2O_3 , dan SiO_2 telah dilaporkan (Fathanah

& Meilina, 2021). Penggunaan nanopartikel TiO_2 sebagai bahan aditif pada membran PVDF mampu meningkatkan ketahanan *fouling* pada membran. Penambahan Al_2O_3 berukuran nano tidak dapat mengubah ukuran pori, jumlah pori, atau pembentukan kristal dari membran PVDF, tetapi meningkatkan permukaan hidrofilitas (Hong & He, 2012). Penambahan Fe_2O_3 dan MWCNT (*multi-walled carbon nanotubes*) secara bersamaan pada membran PVDF mendapatkan hasil membran PVDF dengan MWCNT saja tidak mengubah hidrofilitas membran, namun dengan tambahan Fe_2O_3 mampu meningkatkan hidrofilitas dan laju fluks pada kombinasi optimal 0,2% MWCNT dan 1% Fe_2O_3 (Alpatova et al., 2015).

Fe_2O_3 banyak digunakan karena memiliki kelebihan dapat meningkatkan struktur pori dan hidrofilitas membran PVDF (Ismail et al., 2019). Menurut Arisandi et al., (2020), penambahan Fe_2O_3 pada membran PES menghasilkan nilai fluks sebesar $58,67 \text{ L.m}^2.\text{jam}^{-1}$. Menurut Demirel et al., (2017), penambahan 1% Fe_2O_3 ke dalam membran PVC menggunakan metode inversi fasa menghasilkan struktur membran yang hidrofilik dan halus, serta struktur seperti jari yang lebih memanjang dan lebih tinggi porositas dan ukuran pori, sehingga mampu meningkatkan fluks air sebesar $782 \text{ L/m}^2\text{h}$, rejeksi Natrium

Alginate (SA) (91,90%), dan *antifouling* yang lebih baik. Menurut Pan et al., (2020) membran Fe_2O_3 -PAN menghasilkan kinerja adsorpsi fosfat yang sangat baik dan mampu mereduksi fosfat hingga kurang dari 20 gP/L. Menurut Sethupathy et al., (2014) membran nanofiber PVDF-PAN- Fe_2O_3 yang dibuat dari larutan PVDF dan PAN dengan memasukkan Fe_2O_3 3%, 5%, dan 7% secara elektrospinning mampu meningkatkan porositas dan meningkatkan penyerapan elektrolit.

Berdasarkan latar belakang diatas yang sudah dijelaskan, penggunaan Fe_2O_3 pada membran PVDF yang diharapkan mampu menurunkan sifat hidrofobik pada PVDF menjadi lebih hidrofilik. Oleh karena itu, penelitian ini akan dilakukan sintesis dan karakterisasi membran PVDF dengan Fe_2O_3 untuk filtrasi ion logam Cr^{6+} . Karakterisasi seperti SEM, FTIR, dan kuat tarik digunakan untuk mengetahui karakteristik pada membran PVDF- Fe_2O_3 .

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana karakteristik dari membran PVDF dan membran PVDF- Fe_2O_3 ?
2. Bagaimana kinerja membran PVDF- Fe_2O_3 untuk filtrasi ion logam Cr^{6+} ?

C. Tujuan

1. Untuk mengetahui karakteristik dari membran PVDF dan membran PVDF-Fe₂O₃.
2. Untuk mengetahui kinerja membran PVDF- Fe₂O₃ untuk filtrasi ion logam Cr⁶⁺.

D. Manfaat Penelitian

1. Memberikan informasi bagaimana karakteristik dari membran PVDF dan membran PVDF-Fe₂O₃.
2. Memberikan informasi tentang kinerja membran PVDF- Fe₂O₃ untuk filtrasi ion logam Cr⁶⁺.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Membran

1. Pengertian Membran

Membran dapat didefinisikan sebagai media berpori, film tipis, semipermeabel yang berfungsi untuk memisahkan partikel berukuran molekul (spesies) dalam suatu sistem larutan. Proses pemisahan membran terjadi karena membran memiliki kemampuan untuk memindahkan beberapa komponen lebih cepat dari yang lain berdasarkan perbedaan sifat fisik dan komponen yang dipisahkannya. Perpindahan membran dapat disebabkan oleh gaya dorong pada umpan yang dapat berupa perbedaan tekanan (ΔP), perbedaan konsentrasi (ΔC), perbedaan potensial (ΔE), dan perbedaan suhu (ΔT), serta selektivitas membran rejeksi (R) dan hasil pemisahan berupa permeat (bagian campuran yang melewati membran). Kelemahan dari teknologi membran ialah fluks (hasil akhir penghilangan air murni dari membran) dan selektivitas (kemampuan membran untuk menyaring). Hal ini disebabkan karena fluks dalam proses membran

umumnya terjadi berbanding terbalik dengan selektivitas. Semakin tinggi fluks, semakin rendah selektivitas dan sebaliknya (Mulder, 1996).

Penggunaan membran tidak hanya memiliki banyak keuntungan, tetapi juga memiliki keterbatasan yaitu terjadinya *fouling* dan polarisasi konsentrasi pada membran, sehingga membran harus dicuci secara berkala, hal ini merupakan masalah utama pada membran mikrofiltrasi dan ultrafiltrasi (Hidayah et al., 2019).

2. Macam-macam membran

a. Berdasarkan bahannya:

1) Membran Polimer

Membran polimer pada dasarnya dapat digunakan sebagai bahan penghalang atau membran, tetapi hanya polimer tertentu yang dapat digunakan dalam percobaan, karena sifat fisik dan kimianya yang sangat berbeda. Membran polimer diklasifikasikan menjadi membran berpori dan tidak berpori. Membran berpori digunakan untuk mikrofiltrasi dan ultrafiltrasi, sedangkan membran tidak berpori digunakan untuk pemisahan dan penguapan gas. Ukuran pori

dan distribusi ukuran pori serta stabilitas kimia dan termal membran merupakan faktor utama yang menentukan pemisahan material dalam membran berpori. Sedangkan membran tidak berpori digunakan untuk pemisahan atau pervaporasi gas yang ditentukan oleh kinerja membran yaitu selektivitas dan fluks. Pada umumnya menggunakan membran asimetrik (Elma, 2016).

2) Membran Anorganik

Membran anorganik memiliki stabilitas kimia dan termal yang berhubungan dengan material polimer. Pembagian tipe membran anorganik dibedakan menjadi 3, yaitu:

- a) Membran keramik
- b) Membran gelas
- c) Membran Metalik

Membran keramik dibentuk dengan perpaduan sebuah logam dengan non logam sehingga membentuk oksida, nitrida, atau karbida. Membran gelas (silika, SiO_2) menggunakan teknik *demixed glasses*. Sedangkan membran metalik ditentukan

dengan sintering bubuk logam, namun penjelasan mengenai membran ini masih terbatas (Elma, 2016).

3) Membran Biologi

Struktur dan fungsi dari membran biologi sangat berbeda dengan membran sintetik. Membran biologi atau membran sel mempunyai struktur yang sangat kompleks. Karakteristik beberapa membran sel mengandung struktur *lipid bilayer* (Elma, 2016).

b. Berdasarkan Strukturnya

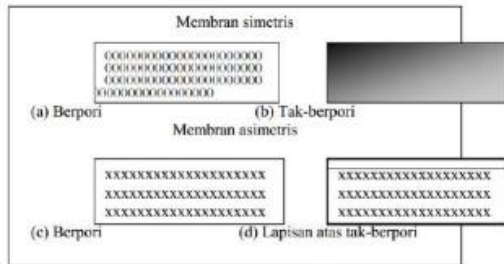
1) Membran simetris

Membran simetris tersusun dari satu lapisan (homogen) dengan ketebalan ketebalan 10-200 μm . Membran simetris mampu menahan hampir semua partikel umpan dalam pori-pori sehingga dapat menyumbat dan menurunkan kinerja membran (permeabilitas) (Mulder, 1996).

2) Membran asimetris

Membran asimetris terdiri dari lapisan tipis yang aktif dan beberapa lapisan pendukung yang berpori di bawahnya

(heterogen). Ukuran dan kerapatan porinya tidak sama antara bagian atas dan bagian bawah. Ketebalan lapisan tipisnya adalah 0,1-0,5 μm dan lapisan pendukungnya 50-150 μm (Mulder, 1996).



Gambar 2. 1 Struktur Membran (Mulder, 1996)

3) *Carrier membrane* (Membran pembawa)

Membran pembawa adalah membran yang prinsip pemisahannya tidak ditentukan oleh membran atau bahan membran, tetapi oleh molekul pembawa yang sangat spesifik. Cairan yang mengandung media pembawa diendapkan di dalam pori-pori membran. Komponen yang dipisahkan adalah gas atau cairan ionik atau non-ionik (Mulder, 1996).

c. Berdasarkan Gaya Dorong Tekanan

1) Mikrofiltrasi (MF)

Membran ini bekerja pada tekanan mulai dari 0,1–2 bar dan memiliki permeabilitas lebih besar dari 50 L/m².jam.bar.

2) Ultrafiltrasi (UF)

Membran ini bekerja pada tekanan mulai dari 1-5 bar dan memiliki permeabilitas 10 – 50 L/m².jam.bar.

3) Nanofiltrasi

Membran ini bekerja pada tekanan mulai dari 5–20 bar dan memiliki permeabilitas mencapai 1,4 – 12 L/m².jam.bar.

4) Reverse Osmosis (RO)

Membran ini bekerja pada tekanan mulai dari 10–100 bar dan memiliki permeabilitas mencapai 0,005 – 1,4 L/m².jam.bar (Elma, 2016).

3. Metode Sintesis Membran

Beberapa teknik pembuatan membran antara lain *sintering*, *stretching*, *track-etching*, *template leaching*, pelapisan (*coating*), dan inversi fasa.

a. Sintering

Sintering adalah teknik yang sangat sederhana yang dapat dilakukan pada bahan organik dan anorganik. Berbentuk bubuk dan memiliki ukuran tertentu yang dikompresi dan disinter pada suhu tinggi. Pada teknik sintering biasanya menghasilkan membran yang memiliki ukuran pori antara 0,1 sampai 10 μm (Pinem & Angela, 2011).

b. Stretching

Stretching merupakan proses pembuatan membran di mana film yang diekstrusi atau film yang terbuat dari bahan polimer kristal sebagian diregangkan ke arah proses ekstrusi sehingga molekul kristal sejajar satu sama lain. Saat terkena tekanan mekanis, membran akan pecah dan membentuk struktur pori dengan ukuran 0,1-0,3 μm (Pinem & Angela, 2011).

c. Track-Etching

Track-Etching adalah proses di mana lembaran atau film dipancarkan oleh partikel radiasi berenergi tinggi tegak lurus terhadap arah lembaran. Partikel akan membentuk jalur dan merusak matriks polimer. Kemudian film

diletakkan dalam penangas asam atau basa untuk mengikis matriks polimer di sepanjang jalur untuk terus membentuk pori-pori silinder identik dengan distribusi pori yang sempit (Pinem & Angela, 2011).

d. *Template-Leaching*

Template-Leaching merupakan suatu metode lain untuk mendapatkan membran berpori dengan cara menghilangkan salah satu komponennya (*leaching*). Sebuah membran kaca berpori dapat diproduksi dengan metode ini (Pinem & Angela, 2011).

e. Inversi fasa

Inversi fasa adalah proses di mana bentuk polimer berubah dari fasa cair menjadi fasa padat dalam kondisi terkendali. Proses solidifikasi ini dimulai dengan transisi dari fasa cair ke fasa dua-cair (*liquid-liquid separation*). Pada titik tertentu selama proses pemisahan, salah satu fasa cair (fasa polimer sangat pekat) memadat, sehingga terbentuk matriks padat (Pinem & Angela, 2011).

B. *Polyvinylidene Difluoride (PVDF)*

Polyvinylidene Difluoride (PVDF) merupakan suatu senyawa yang tidak larut dalam air (hidrofobik), berbentuk

semi crystal, tahan terhadap asam dan salah satu senyawa kimia yang berifat inert. PVDF termasuk kategori polimer *semicrystalline* dengan rumus molekul $(C_2H_2F_2)_n$. Membran PVDF secara umum digunakan sebagai proses pemisahan yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai proses pemisahan seperti ultrafiltrasi, mikrofiltrasi, nanofiltrasi, destilasi membran dan pemisahan gas (Suhartono et al., 2017)

Meskipun stabil pada sebagian besar pelarut organik, PVDF dapat larut dalam N-metil pirolidon (NMP), dimetil formamida, dimetil asetamida (DMAc), dan dimetilsulfoksida. Seperti polisulfon, PVDF merupakan polimer yang sangat hidrofobik, namun telah banyak studi literatur yang telah membuat PVDF lebih bersifat hidrofilik. Salah satu caranya adalah ditreatmen dengan menggunakan larutan basa kuat atau dengan inisiator polimer dan monomer seperti asam akrilik. Adapun cara lain untuk memperbaiki sifat membran adalah dengan menggunakan campuran polimer. Seperti PVDF yang dicampur dengan PVT, *poly etilena glikol* (PEG), *sulfonated polystyrene*, *polyvinyl acetate* dan *poly methyl methacrylate* telah digunakan dalam proses membran mikropori (Elma, 2016).

PVDF banyak digunakan dalam berbagai aplikasi karena sifat kimianya. Polimer PVDF bersifat inert (sangat

stabil) dan tahan terhadap reaksi kimia. Kesulitan reaksi kimia dengan menggunakan polimer PVDF ini dapat membuat umur membran menjadi lebih lama daripada menggunakan bahan polimer lainnya. PVDF dapat digunakan dalam aplikasi yang membutuhkan kemurnian, kekuatan, ketahanan pelarut, ketahanan asam, dan ketahanan panas (Humairo, 2015).

Membran PVDF memiliki sifat yang lebih unggul sebagai polimer, seperti stabilitas termal yang tinggi, kristalinitas yang baik, ketahanan kimia, dan bisa diaplikasikan pada rentang pH yang jauh lebih luas. Pengaplikasian membran PVDF dapat digunakan sebagai bahan membran polimer untuk pengolahan air (Humairo, 2015).

Gugus fungsi dari membran PVDF dapat dilihat dengan menggunakan karakterisasi FTIR (*Fourier Transform Infrared*). Pada membran PVDF dapat ditemukan gugus seperti CF_2 *bending* dengan bilangan gelombang $507,93 \text{ cm}^{-1}$ (Eka et al., 2014). Puncak α dan β PVDF yang terdapat pada serapan pita lebar $750\text{-}981 \text{ cm}^{-1}$, gugus C-F *stretching* pada bilangan gelombang 1070 cm^{-1} , gugus C-C pada bilangan gelombang 1182 cm^{-1} (Alpatova et al., 2015) dan gugus C-N pada bilangan gelombang 1400 cm^{-1} (Suryandari, 2020).

C. Besi (III) oksida (Fe_2O_3)

Besi (III) oksida (Fe_2O_3) atau oksida besi juga dikenal sebagai bijih besi (bentuk alfa) atau maghemite (bentuk gamma) dalam bentuk mineral. Hematite berwarna merah, memiliki sifat paramagnetik serta mempunyai fasa yang stabil pada suhu tinggi. Sifat magnetiknya dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti ukuran partikel, tekanan, dan intensitas medan magnet (Nailazzulfa, 2014).

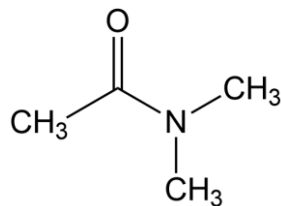
Fe_2O_3 dapat digunakan dalam membran sebagai bahan tambahan atau pengisi pada membran. Penambahan Fe_2O_3 dapat meningkatkan kekuatan mekanik, permeabilitas air, dan kinerja antifouling (Arisandi et al., 2020). Menurut Alpatova, 2015 penambahan Fe_2O_3 pada membran mampu meningkatkan sifat hidrofilitas membran (Alpatova et al., 2015).

Selain itu, oksida besi (Fe_2O_3) yang berukuran nanometer secara luas telah aplikasikan dalam berbagai bidang diantaranya sebagai katalis, pigmen (zat pewarna), serta sebagai material keramik dan perekaman magnetik, dimana selama dua dekade yang lalu telah banyak atensi yang diberikan untuk pembuatan Fe_2O_3 dengan berbagai ukuran, morfologi serta fasa kristalnya. (Nuayi, 2017).

D. N,N-Dimetilasetamida (DMAc)

N,N-Dimetilasetamida (DMAc) merupakan basa lemah organik dengan rumus molekul C_4H_9NO dan memiliki sifat fisik tidak berwarna, larut dalam air, dan biasa digunakan sebagai pelarut polar karena titik didihnya yang tinggi. DMAc adalah pelarut yang tidak mudah menguap dan mempunyai titik didih $166^\circ C$, bersifat racun dan dapat menimbulkan iritasi pada kulit dan digunakan dalam membran sebagai pelarut untuk polimer PVDF (Riani, 2014).

DMAc memiliki sifat higroskopis yang harus disimpan diruang inert, karena sifatnya yang tidak mudah menguap dan stabil. DMAc memiliki ketahanan suhu yang relatif luas dengan dengan titik didih di atas $164,5-166^\circ C$ dan titik leleh $-20^\circ C$. DMAc memiliki parameter kelarutan $10,8 (Cal/cm^3)^{0,5}$, larut dalam air dan indeks kepolaran 6,8 (Putra, 2017).



Gambar 2. 2 Struktur N,N-Dimetilasetamida (Riani, 2014)

E. Karakteristik Limbah Cair Industri

Limbah industri cair adalah limbah proses/sisa dari kegiatan/usaha industri berupa cairan yang keberadaannya tidak baik bagi lingkungan. Karakteristik air limbah meliputi sifat-sifat fisik dan kimia:

1. Karakteristik fisik

- a. *Total Solid* (TS) ialah padatan di dalam air yang terdiri dari bahan organik maupun anorganik yang larut, mengendap, atau tersuspensi dalam air.
- b. *Total Suspended Solid* (TSS) ialah total padatan tersuspensi di dalam air.
- c. Warna, air pada dasarnya bersih dan tidak berwarna, tetapi seiring dengan waktu dan meningkatnya kondisi anaerob, warna limbah berubah dari yang abu-abu menjadi kehitaman.
- d. Kekeruhan disebabkan karena adanya partikel koloid yang terdiri dari kwartz, tanah liat, sisa bahan-bahan industri, protein dan ganggang yang terdapat dalam limbah.
- e. Temperatur merupakan yang penting karena memiliki efek terhadap reaksi kimia, laju reaksi, kehidupan organisme air dan penggunaan yang digunakan dalam aktivitas sehari-hari.

- f. Bau dapat disebabkan karena zat-zat organik yang telah terurai dan mengeluarkan gas-gas seperti Sulfida dan Amoniak (Muljadi, 2013).

2. Karakteristik Kimia

- a. BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) merupakan banyaknya oksigen dalam ppm atau mg/l yang diperlukan untuk menguraikan bahan organik oleh mikroorganisme secara biokimiawi. Pengujian sampel BOD dibutuhkan inkubasi kurang lebih lima hari lamanya (Muljadi, 2013).
- b. COD (*Chemical Oxygen Demand*) merupakan banyaknya oksigen dalam ppm atau mg/l yang dibutuhkan untuk menguraikan bahan organik secara kimiawi. Pengujian sampel COD lebih singkat dibandingkan dengan sampel BOD. Pengujian COD dilakukan dengan cara memanaskan sampel dengan menggunakan reaktor khusus COD dalam kurun waktu 2 jam (Muljadi, 2013).
- c. DO (*Dissolved Oxygen*) merupakan kadar oksigen terlarut. Oksigen terlarut digunakan sebagai derajat pengotoran limbah yang ada. Semakin besar oksigen terlarut, maka derajat pengotoran semakin kecil (Muljadi, 2013).

- d. Derajat keasaman (pH) dapat mempengaruhi kehidupan biologi dalam air. Bila terlalu rendah atau terlalu tinggi dapat mematikan kehidupan mikroorganisme. pH normal untuk kehidupan air adalah 6– 8 (Muljadi, 2013).
- e. Logam Berat, bila konsentrasinya berlebih dapat bersifat toksik sehingga diperlukan pengukuran dan pengolahan limbah yang mengandung logam berat (Muljadi, 2013). Industri tekstil mengandung senyawa kromium yang digunakan dalam proses pencelupan dengan pewarna langsung dan mordan. Pencelupan kain dengan pewarna langsung menggunakan kromium berupa senyawa dikromat untuk mengikat pewarna pada serat kain, sedangkan pencelupan dengan pewarna menggunakan mordan kromium berupa garam Cr^{3+} . Contoh pewarna langsung adalah *Congo Red* dan contoh pewarna mordan adalah *Erichrome Black* (Baryatik, 2015).

F. Kromium

Kromium adalah logam kristalin yang putih, tidak begitu liat dan tidak dapat ditempa. Krom melebur pada suhu 1765°C . Dalam system periodik termasuk golongan VI–B dengan lambang atom Cr, nomor atom 24, massa atom

relative 51,996. Logam ini larut dalam asam klorida encer atau pekat. Kromium merupakan logam tahan korosi (tahan karat) dan dapat dipoles menjadi mengkilat (Sahala, 1997).

Sifat kimia senyawa logam krom memberikan bilangan oksidasi +2, +3, dan +6. Logam kromium cair teroksidasi dalam jumlah yang sangat kecil ketika dipanaskan, tetapi logam kromium tidak dapat dioksidasi di udara lembab, tetapi di udara yang mengandung karbon dioksida (CO_2) konsentrasi tinggi, logam kromium mengalami peristiwa oksidasi membentuk Cr_2O_3 . Kromium adalah logam yang sangat reaktif. Logam ini dapat bereaksi langsung dengan hidrogen, karbon, asam silikat dan boron, tergantung pada valensinya. Ion logam dan ion kromium yang membentuk senyawa memiliki sifat yang berbeda tergantung pada ionitasnya. Senyawa yang terbentuk dari ion logam Cr^{2+} memiliki sifat basa, ion logam Cr^{3+} memiliki sifat elektroaktif, dan ion logam Cr^{6+} memiliki sifat asam (Baryatik, 2015).

Kromium dapat masuk ke semua lapisan lingkungan yaitu air, tanah dan udara (lapisan atmosfer). Kromium dapat masuk ke badan air dengan dua cara yaitu alami dan non-alami. Secara alami kromium dapat disebabkan oleh beberapa faktor fisika seperti erosi yang terjadi pada

batuan mineral. Debu dan partikel kromium di udara terbawa oleh hujan. Masuknya kromium yang tidak terjadi secara alami adalah efek dari aktivitas manusia. Sumber kromium yang terkait dengan aktivitas manusia dapat berupa limbah industri atau rumah tangga (Setiyono & Gustaman, 2017).

Logam Kromium merupakan bahan kimia yang sangat persisten, bioakumulatif, dan beracun yang tidak dapat terdegradasi di lingkungan dan akhirnya terakumulasi dalam tubuh manusia melalui rantai makanan. Sebagai logam berat, kromium merupakan logam yang sangat beracun. Toksisitas Cr ditentukan oleh valensi ion. Cr^{6+} lebih beracun daripada Cr^{3+} . Toksisitas logam Cr dapat menyebabkan keracunan akut dan kronis. Pencernaan makanan yang mengandung Cr^{6+} tinggi dapat menyebabkan dispepsia berupa sakit perut, muntah dan pendarahan, sakit maag, kejang-kejang, kerusakan ginjal dan hati, bahkan kematian (Setiyono & Gustaman, 2017).

G. Karakterisasi Membran

1. Permeabilitas

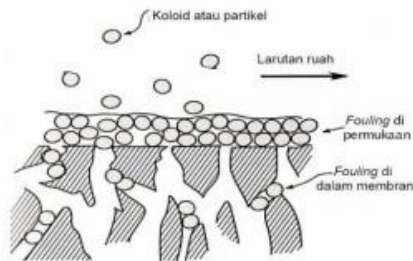
Permeabilitas suatu membran merupakan ukuran kecepatan dari suatu spesi/konstituen untuk menembus membran. permeabilitas sering disebut fluks atau koefisien permeabilitas. Fluks adalah jumlah

volume permeat yang melewati satu satuan permukaan luas membran dalam waktu tertentu dengan adanya gaya dorong dalam hal ini tekanan (Mulder, 1996).

Nilai fluks dihitung menggunakan persamaan:

$$J = \frac{v}{a.t} \dots\dots\dots(II.1)$$

J adalah fluks (L.m² .jam), V adalah volume permeat (liter), A adalah luas permukaan membran (m²) dan t adalah waktu (jam). Suatu membran dikatakan efektif dan efisien yaitu apabila membran mempunyai nilai fluks yang tinggi. Penurunan nilai fluks dalam proses filtrasi dapat dipengaruhi oleh adanya *fouling*. *Fouling* terjadi akibat adanya molekul-molekul yang terakumulasi pada permukaan membran yang menempati pori-pori membran dan terjebak di dalamnya.



Gambar 2. 3 Gejala *Fouling* (Handayani, 2009)

2. Selektivitas

Selektivitas membran merupakan ukuran kemampuan suatu membran menahan spesi atau melewatkan spesi tertentu. Selektivitas membran tergantung pada ukuran spasing yang melewatinya, interaksi antar muka dengan spasi, ukuran spasi dan ukuran pori-pori membran. Parameter yang digunakan untuk menggambarkan selektivitas membran adalah koefisien rejeksi (Mulder, 1996). Rejeksi merupakan fraksi konsentrasi zat terlarut yang tidak menembus membran. Rejeksi yang diamati adalah rejeksi yang tidak melibatkan molekul yang menempel pada membran atau tanpa terjadi akumulasi.

Nilai koefisien rejeksi (R) dihitung menggunakan persamaan:

$$\%R = \left(1 - \left(\frac{c_p}{c_f} \right) \right) \times 100\% \dots \dots \dots (II.2)$$

R adalah koefisien rejeksi, C_p adalah konsentrasi zat terlarut dalam permeat dan C_f adalah konsentrasi zat terlarut dalam umpan. Penentuan nilai rejeksi membran berkaitan dengan porositas membran. Porositas membran adalah perbandingan antara volume pori dengan volume total membran. Apabila nilai rejeksi membran menunjukkan nilai 100% maka membran

tersebut mengalami rejeksi sempurna dan sebaliknya jika nilainya 0%, maka larutan dan zat terlarut melewati membran dengan bebas (Notodarmojo et al., 2004).

3. *Scanning Electron Microscope (SEM)*

SEM (*Scanning Electron Microscopy*) adalah instrumen jenis mikroskop yang digunakan untuk mengamati bentuk, struktur, dan sebaran pori pada permukaan material dengan resolusi tinggi yang menggunakan elektron sebagai pengganti cahaya.

SEM merupakan salah satu jenis mikroskop elektron yang menggunakan berkas elektron untuk menggambar profil permukaan benda. Prinsip kerja SEM adalah menembakkan permukaan benda dengan berkas elektron berenergi tinggi, dari interaksi tersebut dapat menentukan diameter partikel yang menyusun benda tersebut. Keuntungan SEM adalah menghasilkan gambar beresolusi tinggi, akan tetapi SEM memiliki kelemahan yaitu SEM tidak bisa mengamati ukuran partikel dalam orde beberapa nanometer. Oleh karena itu instrumen SEM biasanya dilengkapi dengan *Energy Dispersive X-ray (EDX)*, yang memungkinkan analisis komposisi unsur dalam sampel menggunakan mikroskop elektron. Prinsip analisis unsur oleh EDX

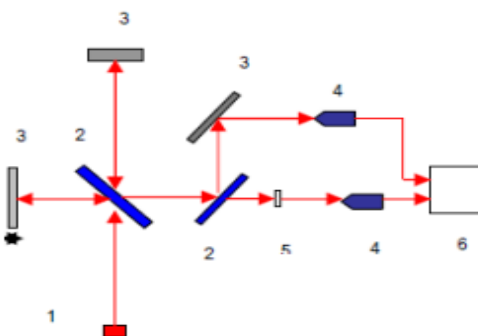
adalah untuk mendeteksi sinar-X yang dipancarkan dari sampel. Elektron berenergi tinggi ditembakkan pada elektron atom dalam sampel, sehingga elektron akan mengalami eksitasi kembali ke orbital yang lebih tinggi. Elektron tereksitasi mencoba untuk kembali ke orbit yang lebih rendah dengan memancarkan sinar-X, tetapi sinar-X yang dipancarkan dicirikan oleh struktur atom dari elemen yang dipancarkan. Radiasi sinar-X dapat mengidentifikasi unsur-unsur dalam sampel berdasarkan panjang gelombangnya. Hasil yang diperoleh dari analisis sampel menggunakan EDX adalah spesies dan persentase dalam sampel yang diperoleh dari intensitas tinggi (Saptono, 2004).

4. *Spektroskopi Fourier Transform Infrared (FTIR)*

Spektroskopi FTIR merupakan salah satu instrumen yang menggunakan prinsip spektroskopi. Spektroskopi adalah spektroskopi inframerah yang dilengkapi dengan transkopi fourier untuk deteksi dan analisis hasil spektrum. Spektrofotometri inframerah adalah teknik yang dapat mengidentifikasi kandungan gugus fungsi senyawa organik dan membandingkannya dengan luas sidik jari, tetapi tidak dapat menentukan komposisi molekul komponen. Karakterisasi dengan FTIR dapat dilakukan dengan menganalisis spektrum

yang diperoleh sesuai dengan puncak-puncak yang dibentuk oleh gugus fungsi. Spektrum inframerah senyawa organik bersifat unik, sehingga setiap senyawa memiliki spektrum yang berbeda. Daerah inframerah berada pada spektrum $4000\text{-}200\text{ cm}^{-1}$ (Elma, 2016).

Skema alat spektroskopi FTIR secara sederhana ditunjukkan seperti gambar 2.3



Gambar 2. 4 Skema alat FTIR (Silviah et al., 2019)

Keterangan : (1) adalah sumber inframerah, (2) adalah pembagi berkas (*beam splitter*), (3) adalah kaca pemantul, (4) adalah sensor inframerah, (5) adalah sampel, dan (6) adalah display (Silviah et al., 2019).

5. Kuat Tarik

Uji kuat tarik merupakan salah satu pengujian untuk mengetahui sifat-sifat suatu bahan. Menarik suatu bahan dapat mengetahui bagaimana bahan

tersebut bereaksi terhadap tenaga tarikan dan mengetahui sejauh mana material itu bertambah panjang. Pada pengukuran kuat tarik akan mendapatkan hasil tegangan (*stress*), regangan (*strain*) dan *modulus young* (Lestari et al., 2018).

Tegangan (*stress*) merupakan perbandingan antara gaya dengan luasan yang mendapat gaya, bila dinyatakan dalam persamaan ditulis sebagai :

$$\sigma = \frac{F}{A} \dots\dots\dots (II.3)$$

Keterangan : σ = tegangan (MPa), F = gaya (N), A = luas penampang (mm²).

Regangan (*strain*) merupakan perbandingan antara perubahan panjang terhadap panjang semula, untuk menghitung regangan dapat dihitung dengan rumus :

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{l_0} \dots\dots\dots (II.4)$$

Keterangan : ε = regangan, ΔL = perubahan panjang (mm), l_0 = panjang awal (mm).

Modulus young merupakan perbandingan antara besaran tegangan dan besaran regangan. makin besar nilai *modulus young* maka semakin baik kekuatan mekanik membran. Secara perhitungan, untuk

dan air suling sebagai non-pelarut. Sedangkan membran komposit PVDF- Zeolit dibuat dengan menambahkan zeolit sebesar 20% (b/b) ke dalam larutan PVDF. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa kedua membran memiliki tingkat rejeksi yang optimal pada pH 5 yaitu sebesar 76,45%, permeabilitas sebesar $8,921 \text{ Lm}^{-2}\text{h}^{-1}\text{bar}^{-1}$ pada membran PVDF, dan 82,65% dengan nilai permeabilitas $19,19 \text{ Lm}^{-2}\text{h}^{-1}\text{bar}^{-1}$ pada membran komposit PVDF-Zeolit.

Penelitian yang dilakukan oleh (Demirel et al., 2017) tentang membran Ultrafiltrasi campuran PVC/ Fe_2O_3 yang dibuat dengan metode inversi fasa, dengan memvariasi Fe_2O_3 (0-2% berat), menghasilkan struktur membran yang hidrofilik dan halus, serta struktur seperti jari yang lebih memanjang dan lebih tinggi porositas dan ukuran pori, sehingga mampu meningkatkan fluks air sebesar $782 \text{ L/m}^2\text{h}$, rejeksi Natrium Alginat (SA) (91,90%), dan *antifouling* yang lebih baik.

Penelitian (Alpatova et al., 2015) tentang membran PVDF dengan penambahan Fe_2O_3 dan MWCNT secara bersamaan mendapatkan hasil membran PVDF dengan MWCNT saja tidak mengubah hidrofilisitas membran, Namun dengan tambahan Fe_2O_3 mampu meningkatkan hidrofilisitas dan laju fluks pada kombinasi optimal 0,2% MWCNT dan 1% Fe_2O_3 .

Penelitian (Hidayah et al., 2021) tentang membran membran nanokomposit PES-ZnO yang dibuat dengan konsentrasi PES 18% wt% dan ZnO 0,5; 1; 1,5% berat dengan pengaruh sinar UV pada membran selama 1 menit, 5 menit, dan 10 menit pada suhu 180°C. Hasil SEM menunjukkan terbentuknya membran asimetris dengan struktur lapisan membran berpori. Nilai fluks tertinggi pada membran PES nano-ZnO 0,5% wt dengan waktu penyinaran 10 menit, semakin lama waktu filtrasi maka nilai rejeksi membran semakin tinggi.

Penelitian (Noralia & Maharani, 2013) tentang membran komposit kitosan silika untuk menurunkan kadar ion logam Cr^{6+} mendapatkan hasil dengan nilai *modulus young* paling baik 86,80 N/mm² dan koefisien rejeksi tertinggi membran komposit kitosan silika untuk filtrasi Cr^{6+} yaitu 45,30% dengan konsentrasi awal Cr^{6+} 20 ppm.

I. Hipotesis Penelitian

Penambahan Fe_2O_3 pada membran PVDF diharapkan mampu menurunkan sifat hidrofobik dari PVDF menjadi lebih hidrofilik. Selain itu, penambahan Fe_2O_3 diharapkan mampu meningkatkan struktur pori membran PVDF, sehingga mampu meningkatkan kinerjanya dalam penurunan kadar ion logam Cr^{6+} .

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Alat dan Bahan

1. Alat

Batang pengaduk, pipet volume, *hotplate*, neraca analitik, *beaker glass*, labu ukur, spatula, *magnetic stirrer*, *magnet barr*, plat kaca, lakban, bak koagulasi, satu set alat uji filtrasi, *Brookfield CT 3 4500*, *Optical Contact Angele* (OCA 25), *Atomic Absorption Spektrofotometer* (AAS) (*Thermo Scientific iCE 3000 AA05194702*), instrumen *Fourier Transform Infra-red* (FTIR) (*Alpa II Bruker*), dan instrumen SEM (*Jeol Jsm-6510 La*).

2. Bahan

Polyvinylidene difluoride (PVDF), *Dimethylacetamide* (DMAc) for sintesis, Fe_2O_3 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (p.a), aseton (p.a), dan aquades.

B. Cara Kerja

1. Pembuatan Membran

a. Membran PVDF

Preparasi membran dilakukan dengan metode inversi fasa. Pembuatan membran PVDF

dengan konsentrasi larutan *dope* yang digunakan adalah 16%, 18%, 20%, 22%, 24% (b/v) polimer dalam DMAc yang dibuat dengan cara menimbang 1,6 gram, 1,8 gram, 2 gram, 2,2 gram, dan 2,4 gram berat PVDF lalu masing-masing dilarutkan dengan 10 mL DMAc. Larutan kemudian diaduk selama 24 jam sampai homogen, dan setelah terbentuk gel, sebelum dicetak pelat kaca harus dibersihkan dengan aseton. Kemudian, membran dicetak di atas pelat kaca dan didiamkan selama 30 menit lalu di masukkan dalam bak koagulasi yang berisi aquades, dikeringkan dan dikarakterisasi (Suryandari, 2020).

b. Membran PVDF-Fe₂O₃

Pembuatan membran PVDF-Fe₂O₃ dimulai dengan menyiapkan berat PVDF optimum dengan penambahan Fe₂O₃ dengan variasi 1%, 2% dan 3% (b/b). Semua bahan membran dan aditif dilarutkan dalam 10 mL pelarut DMAc. Larutan kemudian diaduk selama 24 jam sampai homogen dan setelah terbentuk gel, sebelum dicetak pelat kaca harus dibersihkan dengan aseton. Kemudian, membran dicetak di atas pelat kaca dan didiamkan selama 30 menit lalu di masukkan

dalam bak koagulasi yang berisi aquades, dikeringkan dan dikarakterisasi (Suryandari, 2020).

2. Karakterisasi Membran

a. Penentuan morfologi penampang lintang membran menggunakan SEM-EDX

Scanning electron microscopy (SEM) digunakan untuk mengetahui morfologi membran. Sampel membran direndam selama beberapa detik atau direndam dalam nitrogen cair sampai mengeras. Lalu, membran dijepit pada kedua sisinya dengan pinset dan dipatahkan. Sampel kemudian ditentukan morfologi penampang dan dilanjutkan oleh EDX untuk mengidentifikasi unsur-unsur yang terkandung dalam membran (Suryandari, 2020).

b. Penentuan gugus fungsi menggunakan uji FTIR (*Fourier Transform Infra Red*)

Analisa dengan FTIR digunakan untuk mengetahui gugus fungsi yang ada dalam membran PVDF dan membran PVDF-Fe₂O₃ diperoleh berdasarkan data serapan yang dihasilkan. Diukur pada bilangan gelombang 400-4000 cm⁻¹. Analisis spektrofotometri FTIR

dilakukan di Laboratorium Kimia Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.

c. Uji Kuat Tarik

Membran PVDF dan PVDF-Fe₂O₃ dipotong dengan ukuran 5 x 0,5 cm untuk diuji kuat tarik. Dikedua ujung membran dijepit pada alat autograph. Selanjutnya alat uji tarik dijalankan untuk menarik sampel hingga putus. Saat sampel tepat putus, monitor uji tarik akan menampilkan perubahan panjang dan nilai besarnya beban yang dibutuhkan untuk memutuskan membran. Dari hasil ini dapat diperoleh nilai tegangan (*stress*) dengan dihitung menggunakan persamaan II.3, regangan (*strain*) dengan menggunakan persamaan II.4 dan *modulus young* dengan menggunakan persamaan II.5 (Ayusnika et al., 2014). Karakterisasi kuat tarik dilaksanakan di Universitas Diponegoro Semarang.

d. Uji Sudut Kontak

Membran PVDF dan PVDF-Fe₂O₃ dipotong dengan ukuran 2 x 2 cm untuk diuji sudut kontak. Uji sudut kontak dilakukan di Universitas Diponegoro Semarang.

3. Uji Filtrasi Membran

Membran PVDF dan membran PVDF-Fe₂O₃ dipotong melingkar dengan diameter 42 mm sesuai sel filtrasi membran dan kertas saring, kemudian membran dan kertas saring dimasukkan kedalam alat filtrasi (reaktor). Lalu di masukkan sampel limbah logam Cr⁶⁺ dengan konsentrasi 20 ppm dan ditutup rapat, diberi tekanan 2-4 bar sampai larutan menembus. Diukur nilai fluks membran dan koefisien rejeksi dengan mengukur konsentrasi limbah sebelum dan setelah melewati membran. Untuk mendapatkan nilai fluks menggunakan persamaan II.I sedangkan untuk koefisien rejeksi menggunakan persamaan II.II (Lestari et al., 2018).

4. Pengukuran Kadar Cr⁶⁺

a. Pembuatan Larutan Baku Cr⁶⁺ 1000 ppm

Ditimbang 2,828 gram K₂Cr₂O₇ dimasukkan ke dalam labu ukur 1000 mL, kemudian ditambahkan dengan aquades hingga tanda batas dan dihomogenkan (SNI 6989.17-2009).

b. Pembuatan Larutan Cr⁶⁺ 20 ppm

Dipipet 20 mL larutan standar kromium 1000 ppm dimasukkan dalam labu ukur 1000 mL, kemudian diencerkan dengan akuadest hingga

tanda batas dan dihomogenkan (SNI 6989.17-2009).

c. Pembuatan Kurva Standar

Larutan standar Cr^{6+} dengan konsentrasi 0; 0,25; 0,5; 1,0; 2,0 dan 4,0 ppm dianalisis dengan menggunakan spektrofometer AAS. Kemudian dibuat kurva kalibrasi dengan memplotkan absorbansi vs konsentrasi sehingga diperoleh persamaan garis lurus $y=ax+b$. (SNI 6989.17-2009).

d. Pengukuran Ion Logam Cr^{6+}

Larutan Cr^{6+} hasil filtrasi dianalisis dengan menggunakan spektrofotometer AAS. Kemudian absorbansi yang diperoleh digunakan untuk menghitung konsentrasi Cr^{6+} dengan menggunakan persamaan garis lurus yang diperoleh dari kurva standar (SNI 6989.17-2009).

BAB IV

PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil dan pembahasan pembuatan membran PVDF dan PVDF-Fe₂O₃ dan karakterisasinya yang meliputi kuat tarik, sudut kontak, identifikasi gugus fungsional dengan spektroskopi FTIR dan identifikasi morfologi permukaan dengan instrument SEM-EDX. Kemudian dilanjutkan dengan filtrasi membran untuk mengetahui nilai fluks dan rejeksi membran.

A. Pembuatan membran

1. Membran PVDF

Membran dapat didefinisikan sebagai media berpori, film tipis, dan semipermeabel. Membran memiliki fungsi untuk memisahkan partikel yang berukuran molekul dalam suatu sistem. Membran *Polyvinylidene fluoride* (PVDF) dalam proses pembuatannya dimulai dengan membuat larutan *dope* yang terdiri dari PVDF dan pelarut *Dimethylacetamide* (DMAc), dengan variasi komposisi 16%, 18%, 20%, 22%, dan 24% yang bertujuan untuk mengetahui kondisi optimum membran PVDF. Sebelum dicetak menjadi membran, larutan *dope* didiamkan selama 30

menit untuk mengurangi gelembung pada larutan. Sebelum larutan dicetak, plat kaca dibersihkan dengan aseton. Hal ini dilakukan supaya membran tidak terkontaminasi oleh pengotor yang ada pada plat kaca. Membran kemudian dicetak menggunakan metode inversi fasa. Metode ini dilakukan dengan cara mencetak membran diatas plat kaca lalu ditarik dengan menggunakan batang pengaduk untuk meratakan membran. Membran yang telah dicetak diatas plat kaca kemudian dicelupkan ke dalam bak koagulasi. Membran PVDF dikeringkan pada suhu kamar kemudian dikarakterisasi kuat tarik, sudut kontak, FTIR dan SEM untuk mengetahui sifat membran. Membran PVDF dapat dilihat dalam gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Membran PVDF 18%

2. Membran PVDF-Fe₂O₃

Membran PVDF-Fe₂O₃ dalam proses pembuatannya sama seperti pembuatan membran PVDF. Tetapi, dalam pembuatan membran PVDF-Fe₂O₃ dimulai dengan membuat larutan *dope* yang terdiri dari PVDF optimum. Konsentrasi optimum dari membran PVDF yaitu membran dengan konsentrasi 18%. Hal ini dapat dilihat dari hasil uji kuat tarik membran. Kemudian larutan *dope* PVDF 18% ditambahkan dengan Fe₂O₃ yang bertindak sebagai aditif untuk mengurangi hidrofobilitas membran PVDF, sehingga memudahkan air melewati membran dan jumlah permeat yang dihasilkan semakin meningkat. Membran PVDF-Fe₂O₃ dapat dilihat dalam gambar 4.2.



Gambar 4. 2 Membran PVDF-Fe₂O₃ 1%

B. Karakterisasi Membran

1. Uji Kuat Tarik Membran

Sifat mekanik membran dapat digambarkan melalui pengukuran uji tarik. Pengukuran sifat mekanik membran dilakukan untuk mengetahui kekuatan membran terhadap gaya yang berasal dari luar yang dapat merusak kekuatan membran. Kekuatan mekanik membran dinyatakan dalam *modulus young*, yaitu perbandingan tegangan terhadap regangan. Nilai *modulus young* akan berpengaruh ketika membran diaplikasikan dalam proses pemisahan (Wiliansa et al., 2022). Pada saat pengujian kuat tarik sampel membran harus dipotong dengan ukuran 5 x 0,5 cm, kemudian sampel diuji dengan menggunakan alat *Brookfield CT 3 4500*. Dalam uji kuat tarik membran akan diperoleh nilai kuat tarik, persen elongasi, dan *modulus young*. Hasil ini dapat dilihat dalam tabel 4.1 yang menunjukkan bahwa membran dengan konsentrasi 18%, 20%, 22% dan 24% memiliki nilai *modulus young* yang tidak jauh berbeda, namun membran dengan konsentrasi 18% memiliki nilai *modulus young* yang paling besar. Hal ini disebabkan karena susunan partikel pada membran konsentrasi 18% tersebar secara merata sehingga saat dilakukan uji tarik membran tidak mudah rapuh

sehingga memiliki nilai *modulus young* yang jauh lebih besar dari konsentrasi yang lain. Semakin besar nilai *modulus young* maka semakin baik sifat mekanik membran tersebut (Galih et al., 2015).

Tabel 4. 1 Kuat Tarik Membran PVDF

No	Sampel	Kuat Tarik σ (MPa)	Persen Elongasi ϵ (%)	<i>Modulus Young E</i> (MPa) = σ/ϵ
1.	16 %	1,76	26,7	0,066
2.	18 %	3,85	24,7	0,155
3.	20 %	3,93	34,0	0,115
4.	22 %	4,18	38,3	0,109
5.	24 %	5,29	45,0	0,117

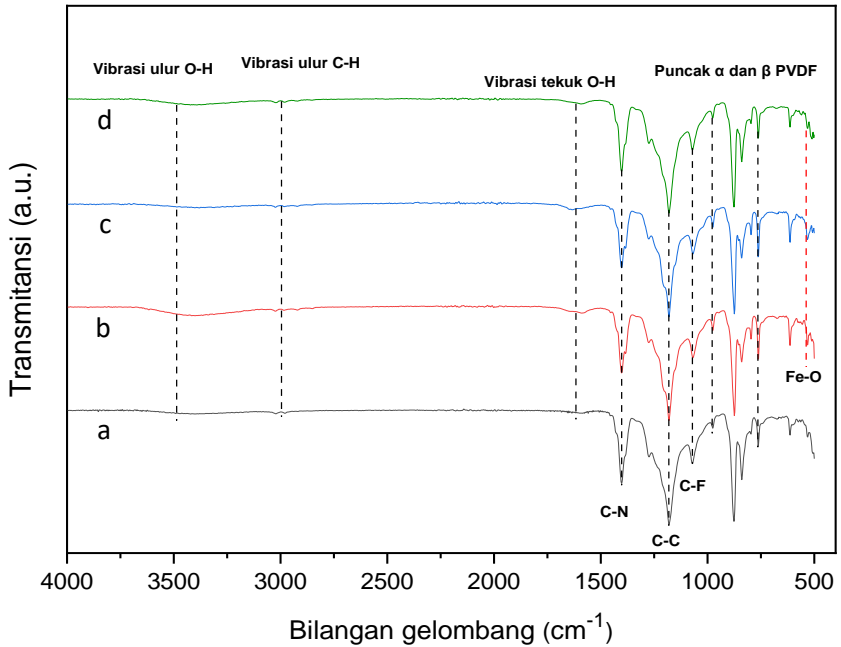
Sedangkan, pada tabel 4.2 dapat disimpulkan bahwa membran dengan sifat mekanik yang paling baik yaitu membran dengan penambahan Fe_2O_3 1%. Hal tersebut dapat disebabkan karena susunan partikel dalam membran PVDF- Fe_2O_3 1% tersebar secara merata sehingga memiliki nilai *modulus young* yang paling besar yaitu 1,092 Mpa. Semakin besar nilai *modulus young* maka semakin baik sifat mekanik membran tersebut (Galih et al., 2015).

Tabel 4. 2 Kuat Tarik Membran PVDF-Fe₂O₃

No	Sampel	Kuat Tarik σ (MPa)	Persen Elongasi ϵ (%)	Modulus Young E (MPa) = σ/ϵ
1.	PVDF-Fe ₂ O ₃ 1%	2,52	2,3	1,095
2.	PVDF-Fe ₂ O ₃ 2%	3,06	8,0	0,382
3.	PVDF-Fe ₂ O ₃ 3%	4,08	38,3	0,106

2. Karakterisasi gugus fungsi membran menggunakan FTIR

Spektroskopi FTIR merupakan salah satu instrumen yang menggunakan prinsip spektroskopi. Karakterisasi dengan FTIR dapat dilakukan dengan menganalisis spektrum yang diperoleh sesuai dengan puncak-puncak yang dibentuk oleh gugus fungsi. Analisis membran PVDF dan PVDF-Fe₂O₃ dengan menggunakan spektrofotometer FTIR digunakan untuk mengidentifikasi gugus fungsi yang terdapat di dalam membran tersebut. Hasil analisis FTIR membran ditunjukkan dalam gambar 4.3



Gambar 4. 3 Spektra FTIR Membran a)PVDF, b)PVDF-Fe₂O₃ 1%, c)PVDF-Fe₂O₃ 2%, dan d)PVDF-Fe₂O₃ 3%

Hasil analisis gugus fungsi membran PVDF dan PVDF-Fe₂O₃ ditunjukkan dalam gambar 4.3 yang menunjukkan bahwa adanya gugus fungsi O-H, C-H, C-N, C-C, C-F, dan Fe-O. Membran PVDF-Fe₂O₃ ditemukan serapan Fe-O pada bilangan gelombang 532,78, 532,23, dan 614,03 cm⁻¹ yang menunjukkan adanya peregangan gugus Fe-O yang berasal dari ikatan dalam molekul Fe₂O₃

(Sethupathy et al., 2014). Munculnya gugus Fe-O pada puncak baru artinya membuktikan bahwa Fe_2O_3 sudah berhasil ditambahkan ke dalam membran. Serapan pita lebar pada daerah $760\text{-}980\text{ cm}^{-1}$ merupakan puncak yang berasal dari α dan β PVDF. Bilangan gelombang $1068,65\text{-}1070,98\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya peregangan C-F dan bilangan gelombang $1180,27\text{-}1180,58\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya ikatan C-C yang berasal dari getaran PVDF (Alpatova et al., 2015). Bilangan gelombang $1402,550\text{-}1402,96\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya gugus C-N, bilangan gelombang $1600,45\text{-}1608,68\text{ cm}^{-1}$ merupakan vibrasi tekuk dari gugus O-H. Serapan pita lebar pada bilangan gelombang $2900\text{-}3200\text{ cm}^{-1}$ merupakan adanya vibrasi ulur C-H dan pada bilangan gelombang $3400\text{-}3500\text{ cm}^{-1}$ merupakan adanya vibrasi ulur dari gugus O-H (Suryandari, 2019)

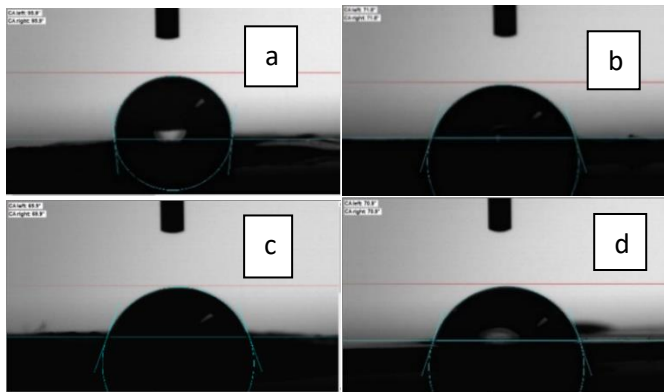
Tabel 4. 3 Analisis gugus fungsi membran PVDF dan PVDF-Fe₂O₃

Jenis Serapan	Bilangan gelombang membran PVDF dan PVDF-Fe ₂ O ₃ (Cm ⁻¹)			
	PVDF-Fe ₂ O ₃ 0%	PVDF-Fe ₂ O ₃ 1%	PVDF-Fe ₂ O ₃ 2%	PVDF-Fe ₂ O ₃ 3%
Vibrasi ulur O-H	3458,05	3460,10	3468,33	3466,28
Vibrasi ulur C-H	2979,27	2983,86	2982,93	2981,71
Vibrasi tekuk O-H	1604,56	1602,51	1608,68	1600,45
C-N	1402,66	1402,55	1402,96	1402,65
C-C	1180,27	1180,47	1180,50	1180,58
C-F	1070,98	1068,65	1068,68	1070,67
Fe-O	-	531,78	532,23	614,03

3. Uji Sudut Kontak Membran

Sudut kontak merupakan karakterisasi untuk mengetahui sifat hidrofobik atau hidrofilik dari suatu membran. Pengukuran sudut kontak dilakukan untuk mengetahui sifat kebasahan dari suatu membran ketika berinteraksi dengan air. Suatu membran dinyatakan sebagai membran hidrofobik yaitu apabila nilai sudut kontaknya diatas 90° yang artinya tingkat kebasahan yang rendah. Sedangkan, membran dinyatakan sebagai membran hidrofilik yaitu apabila nilai sudut kontaknya dibawah 90° yang artinya tingkat kebasahan yang tinggi

(Fathanah & Meilina, 2021b). Pengujian sudut kontak dilakukan pada membran PVDF, PVDF-Fe₂O₃ dengan variasi 1%, 2%, dan 3%. Sebelum uji sampel membran dipotong 2 x 2 cm, kemudian diuji menggunakan alat *Optical Contact Angele* (OCA 25). Pengujian sudut kontak dilakukan di lab terpadu Universitas Diponegoro Semarang. Hasil karakterisasi uji sudut kontak pada membran PVDF dan membran PVDF-Fe₂O₃ dapat dilihat pada gambar 4.4 dan tabel 4.4



Gambar 4. 4 Sudut Kontak a)PVDF, b)PVDF-Fe₂O₃ 1%, c) PVDF-Fe₂O₃ 2%, dan d) PVDF-Fe₂O₃ 3%.

Perbandingan uji sudut kontak membran PVDF dan PVDF- Fe₂O₃ dapat ditunjukkan pada tabel 4.4 yang membuktikan bahwa membran PVDF mempunyai nilai sudut kontak terbesar yaitu 95,9° yang artinya membran PVDF bersifat hidrofobik, sedangkan untuk

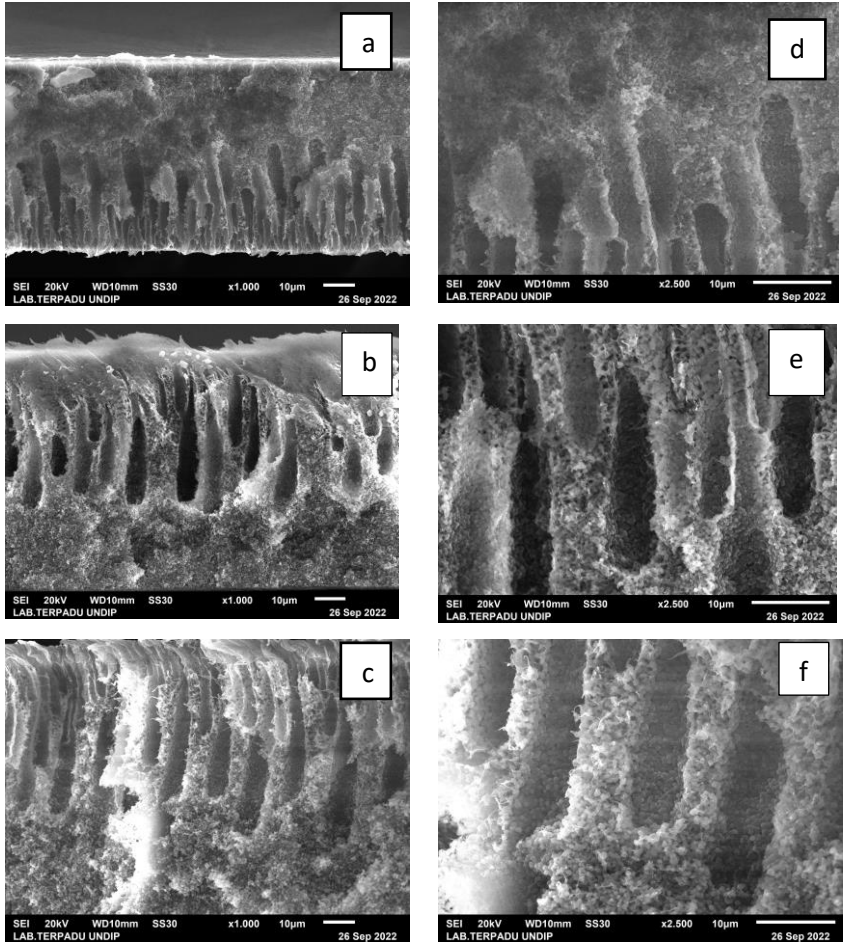
membran PVDF yang ditambahkan dengan Fe_2O_3 dapat meningkatkan sifat hidrofilik membran yang dibuktikan dengan menurunnya nilai sudut kontak pada masing-masing membran PVDF- Fe_2O_3 dengan variasi 1%, 2%, dan 3% yaitu masing-masing adalah $71,8^\circ$, $69,9^\circ$, dan $70,9^\circ$. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Alpatova et al., 2015, yang menyatakan bahwa penambahan Fe_2O_3 dapat meningkatkan sifat hidrofilik membran yang dibuktikan dengan menurunnya nilai sudut kontak dari $95,6^\circ$ menjadi $60-70^\circ$. Membran yang bersifat hidrofilik artinya tidak membutuhkan gaya dorong yang besar untuk membuat air meresap ke dalam membran, sehingga akan berpengaruh terhadap fluks air yang akan dihasilkan pada saat proses filtrasi membran.

Tabel 4. 4 Hasil uji sudut kontak

Membran	Sudut kontak ($^\circ$)
PVDF	95,9
PVDF- Fe_2O_3 1%	71,8
PVDF- Fe_2O_3 2%	69,9
PVDF- Fe_2O_3 3%	70,9

4. Karakterisasi morfologi penampang lintang membran menggunakan SEM-EDX

SEM (*Scanning Electron Microscope*) merupakan salah satu jenis mikroskop elektron yang menggunakan berkas elektron untuk menggambar profil permukaan benda. Sedangkan, *Energy Dispersive X-Ray* (EDX) merupakan sinar-X yang dipancarkan dari sampel untuk mengidentifikasi unsur-unsur yang terdapat dalam sampel berdasarkan panjang gelombangnya. Karakterisasi membran menggunakan instrumen *Scanning Electron Microscope* (SEM) bertujuan untuk mengetahui bagaimana struktur morfologi penampang lintang membran dan *Energy Dispersive X-Ray* (EDX) bertujuan untuk mengetahui komposisi unsur membran tersebut. Membran yang dikarakterisasi SEM-EDX dalam penelitian ini yaitu membran PVDF, PVDF-Fe₂O₃ 1%, dan PVDF-Fe₂O₃ 3%. Hasil dari analisis SEM dan EDX dari membran PVDF dan PVDF-Fe₂O₃ seperti yang disajikan pada gambar 4.5

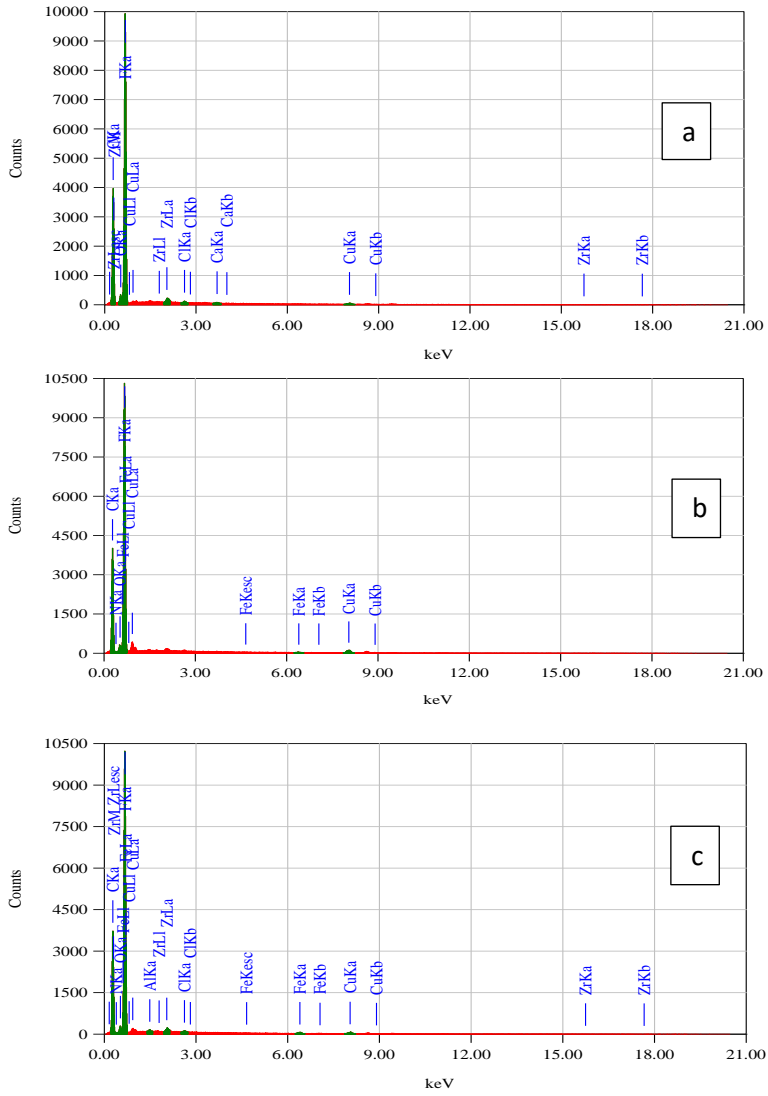


Gambar 4. 5 Morfologi penampang lintang dari membran a)PVDF, b)PVDF-Fe₂O₃ 1%, dan c)PVDF-Fe₂O₃ 3% dengan pembesaran 1000X, d)PVDF e)PVDF-Fe₂O₃ 1%, dan f)Fe₂O₃ 3% dengan pembesaran 2500X

Hasil SEM pada gambar 4.5 memperlihatkan bahwa adanya perbedaan pada penampang membran

PVDF dan membran PVDF-Fe₂O₃. Penampang membran PVDF menunjukkan pori-pori dan struktur seperti jari yang kecil. Sedangkan pada membran PVDF yang ditambahkan dengan Fe₂O₃ dengan konsentrasi 1% maupun 3% menunjukkan pori-pori yang besar dan struktur jari yang lebih memanjang. Hal ini sesuai dengan penelitian Elif, 2017 dimana penambahan Fe₂O₃ ke dalam membran PVC menghasilkan struktur seperti jari yang lebih memanjang (Demirel et al., 2017). Selain itu untuk membuktikan bahwa Fe₂O₃ telah berhasil ditambahkan pada membran maka dibuktikan dengan menggunakan EDX yang dapat dilihat pada gambar 4.6 dan tabel 4.5.

Berdasarkan gambar 4.6 dan tabel 4.5 menunjukkan bahwa terdapat komponen berupa karbon, oksigen, dan fluorin yang terdapat dalam membran PVDF. Sedangkan pada membran PVDF-Fe₂O₃ terdapat komponen karbon, oksigen, fluorin dan besi. Hal tersebut menandakan bahwa penambahan Fe₂O₃ telah berhasil ditambahkan ke dalam membran PVDF, yang dapat dibuktikan dengan meningkatnya %massa komposisi unsur Fe seiring dengan meningkatnya konsentrasi Fe₂O₃.



Gambar 4. 6 Spektrum EDX dari membran a) PVDF, b) PVDF-Fe₂O₃ 1%, dan c) PVDF-Fe₂O₃ 3%

Tabel 4. 5 Komposisi unsur membran PVDF, PVDF-
Fe₂O₃ 1%, dan PVDF- Fe₂O₃ 3%

Komponen Unsur	% Massa		
	PVDF	PVDF- Fe ₂ O ₃ 1%	PVDF- Fe ₂ O ₃ 3%
C	47,59	46,93	46,44
O	2,50	2,27	2,07
F	48,53	49,04	49,56
Cl	0,10	0,00	0,09
Ca	0,07	0,00	0,00
Cu	0,60	1,64	0,82
Zr	0,61	0,00	0,57
Al	0,00	0,00	0,10
Fe	0,00	0,12	0,35

5. Fluks dan Rejeksi Membran

Penelitian ini variasi konsentrasi Fe₂O₃ yang ditambahkan dengan PVDF 18% yaitu sebesar 1%, 2%, dan 3%. Dengan adanya perbedaan konsentrasi Fe₂O₃ diharapkan mampu menunjukkan bagaimana pengaruh Fe₂O₃ terhadap kinerja membran.

a. Fluks Membran

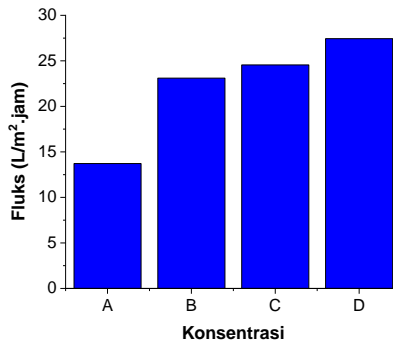
Fluks membran merupakan ukuran kecepatan dari suatu spesi atau konstituen untuk menembus membran. Pengujian Fluks atau permeabilitas bertujuan untuk mengetahui jumlah volume permeat yang mampu dilewatkan dari luas permukaan suatu membran dalam waktu tertentu. Salah satu cara

untuk mengetahui bagaimana pengaruh penambahan Fe_2O_3 terhadap kinerja membran yaitu dengan dilihat dari nilai fluks membran. Nilai fluks pada membran PVDF dan PVDF- Fe_2O_3 dapat dilihat pada tabel 4.6 Berdasarkan tabel 4.6 menunjukkan bahwa penambahan Fe_2O_3 dapat berpengaruh terhadap nilai fluks membran. Penambahan Fe_2O_3 mampu meningkatkan nilai fluks membran. sedangkan membran PVDF murni tanpa modifikasi memiliki nilai fluks paling rendah yaitu 13,72 $\text{L}/\text{m}^2.\text{jam}$. Hal ini dikarenakan Fe_2O_3 dapat meningkatkan sifat hidrofilisitas pada membran, sehingga pori-pori pada membran juga semakin besar. Sifat hidrofilik yang disebabkan oleh Fe_2O_3 dapat membuat permeat lebih mudah menembus membran. Dari data yang diperoleh, menunjukkan bahwa membran tersebut merupakan membran ultrafiltrasi yang memiliki nilai fluks kisaran 10-50 $\text{L}/\text{m}^2.\text{jam}$ (Elma, 2016).

Tabel 4. 6 Hasil Fluks Membran PVDF dan PVDF-Fe₂O₃

No	Membran	Volume permeat (L)	Luas permukaan membran (m ²)	Waktu (jam)	Fluks (L/m ² .jam)
1.	PVDF	0,0095	1,3847 x 10 ⁻³	0,5	13,72
2.	PVDF-Fe ₂ O ₃ 1%	0,016	1,3847 x 10 ⁻³	0,5	23,10
3.	PVDF-Fe ₂ O ₃ 2%	0,017	1,3847 x 10 ⁻³	0,5	24,55
4.	PVDF-Fe ₂ O ₃ 3%	0,019	1,3847 x 10 ⁻³	0,5	27,44

Pengaruh antara konsentrasi dan nilai fluks membran dapat dilihat pada Gambar 4.7



Gambar 4. 7 Pengaruh Konsentrasi Fe₂O₃ terhadap Fluks membran (A) PVDF-Fe₂O₃ 0%, (B) PVDF-Fe₂O₃ 1%, (C) PVDF-Fe₂O₃ 2%, (D) PVDF-Fe₂O₃ 3%.

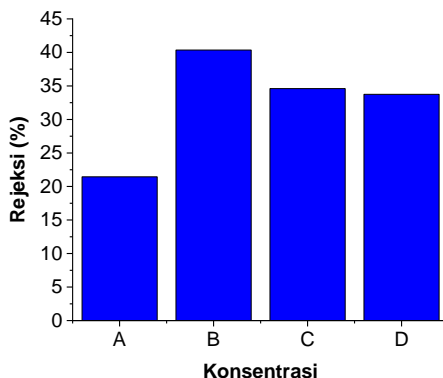
b. Rejeksi Membran

Rejeksi merupakan fraksi konsentrasi zat terlarut yang tidak menembus membran. Pengujian rejeksi atau selektivitas dilakukan untuk menentukan kemampuan membran dalam menahan atau melewati spesies tertentu. Kinerja membran dapat diketahui dengan menghitung nilai rejeksi membran. Saat menghitung rejeksi membran, perlu dipertimbangan antara konsentrasi sebelum filtrasi dan konsentrasi setelah filtrasi. Perhitungan rejeksi yang diperoleh pada masing-masing membran terhadap ion logam Cr^{6+} dapat ditunjukkan pada tabel 4.7.

Tabel 4. 7 Hasil Filtrasi Ion Logam Cr^{6+}

No	Membran	Konsentrasi awal (ppm)	Konsentrasi akhir (ppm)	Koefisien Rejeksi (%)
1.	PVDF	20	15,71	21,45
2.	PVDF- Fe_2O_3 1%	20	11,93	40,35
3.	PVDF- Fe_2O_3 2%	20	13,08	34,60
4.	PVDF- Fe_2O_3 3%	20	13,25	33,75

Pengaruh antara konsentrasi dan %rejeksi dari ion logam Cr^{6+} dapat dilihat pada Gambar 4.8



Gambar 4. 8 Pengaruh Konsentrasi Fe_2O_3 terhadap rejeksi membran (A) PVDF- Fe_2O_3 0%, (B) PVDF- Fe_2O_3 1%, (C) PVDF- Fe_2O_3 2%, (D) PVDF- Fe_2O_3 3%.

Tabel 4.7 dapat diketahui bahwa dengan adanya penambahan Fe_2O_3 dapat meningkatkan nilai rejeksi pada membran PVDF. Hal ini dikarenakan penambahan Fe_2O_3 menyebabkan pori-pori dari membran semakin besar dan meningkatkan sifat hidrofilisitas membran, sehingga semakin banyak ion logam yang tertahan dan menutupi pori membran yang menyebabkan nilai rejeksi dari membran akan semakin tinggi. Namun, dalam penambahan Fe_2O_3 yang terlalu banyak dapat menyebabkan agregat dan

permukaan membran tidak homogen. Permukaan membran yang tidak homogen dapat menyebabkan kinerja membran tidak sama di setiap permukaan, sehingga kemampuan membran untuk menahan partikel pada setiap sisi permukaan tidak sama. Hal ini sesuai dengan sifat mekanik membran, dimana membran dengan penambahan Fe_2O_3 1% memiliki sifat mekanik yang paling baik dimana sifat mekanik yang baik akan menghasilkan kinerja membran yang tinggi.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Membran PVDF dan PVDF-Fe₂O₃ telah berhasil disintesis. Membran PVDF 18% memiliki karakteristik kuat tarik dengan nilai *modulus young* terbesar 0,155 MPa dan setelah penambahan Fe₂O₃ mampu meningkatkan nilai *modulus young* menjadi 1,095 MPa. Penambahan Fe₂O₃ pada membran PVDF dapat menurunkan sudut kontak dari 95,9° menjadi 69,9°. Karakterisasi FTIR membran PVDF-Fe₂O₃ menunjukkan adanya puncak gugus Fe-O pada bilangan gelombang 532,78 cm⁻¹. Dari data SEM menunjukkan penambahan Fe₂O₃ membuat pori-pori lebih besar dan struktur seperti jari yang memanjang.
2. Membran PVDF-Fe₂O₃ dengan penambahan Fe₂O₃ 1% mampu menurunkan konsentrasi ion logam Cr⁶⁺ dari 20 ppm menjadi 11,93 ppm dengan koefisien rejeksi 40,35% dan nilai fluks sebesar 23,10 L/m².jam.

B. Saran

Penelitian berikutnya diharapkan untuk menggunakan aditif yang lain guna meningkatkan kinerja membran dalam menurunkan konsentrasi ion logam Cr^{6+} serta perlu dilakukan karakterisasi porositas untuk mengetahui kondisi optimum pada membran.

DAFTAR PUSTAKA

- Alpatova, A., Meshref, M., McPhedran, K. N., & Gamal El-Din, M. (2015). *Composite polyvinylidene fluoride (PVDF) membrane impregnated with Fe₂O₃ nanoparticles and multiwalled carbon nanotubes for catalytic degradation of organic contaminants*. *Journal of Membrane Science*, 490, 227–235.
<https://doi.org/10.1016/j.memsci.2015.05.001>
- Arisandi, R., Fathurrahman, A., Fahrina, A., Razi, F., Jalil, Z., & Arahman, N. (2020). *Morphology and filtration performances of polyether sulfone membrane modified with carbon and Fe₂O₃*. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 845(1).
<https://doi.org/10.1088/1757-899X/845/1/012018>
- Ayusnika, R., Gunawan, H., Ismawati, Nugroho, M. W., Apriliani, R. N., & Widyaningsih, S. (2014). *Membran Komposit CA-PS Pemisah Limbah Batik (Rodamine B) Dengan “Dead-End” Membrane Reactor*. *Pharmacy*, 11(564), 1–73.
- Baryatik, P. (2015). *Pemanfaatan Arang Aktif Ampas Kopi Sebagai Adsorben Logam Kromium (Cr) Pada Limbah Cair Batik*. 58.
<http://repository.unej.ac.id/handle/123456789/78995>
- Demirel, E., Zhang, B., Papakyriakou, M., Xia, S., & Chen, Y. (2017). *Fe₂O₃ nanocomposite PVC membrane with enhanced properties and separation performance*. *Journal of Membrane Science*, 529(September 2016), 170–184.
<https://doi.org/10.1016/j.memsci.2017.01.051>
- Eka, D., Arifin, S., Zainuri, M., & Fisika, J. (2014). *Karakterisasi Sifat Separator Komposit PVDF/poli(dimetilsiloksan) Dengan Metode Pencampuran Membran (Blending Membrane)*. 3(2), 36–40.

- Elma, M. (2016). *Proses Pemisahan Menggunakan Teknologi Membran*. In *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952.
- Fathanah, U., & Meilina, H. (2021). *Karakterisasi dan Kinerja Membran Polyethersulfone Termodifikasi Aditif Anorganik secara Blending Polimer*. *Serambi Engineering*, VI(4), 2407–2414.
- Galih, T., Aurora, I., & Kusuma, N. (2015). *Pengaruh Komposisi Blending dan Non Pelarut Terhadap Kinerja Membran Polyvinylidene fluoride (PVDF) - Kitosan Dalam Pemisahan Pewarna Rhodamin-B*. *UNESA Journal of Chemistry*, 4(1), 7–16.
- Hidayah, M., Kusworo, T. D., Islam, U., Walisongo, N., & Diponegoro, U. (2019). *Modification of Polyethersulfone Membranes to Remove Produced Water Dirt into Clean Water*. <https://doi.org/10.4108/eai.2-5-2019.2284692>
- Hidayah, M., Kusworo, T. D., & Susanto, H. (2021). *Improvement of PES Nanocomposit Membrane Performance Through UV and ZNO Concentration for Refinery Waste Water Purification*. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1053/1/012021>
- Hong, J., & He, Y. (2012). *Effects of nano sized zinc oxide on the performance of PVDF micro filtration membranes*. *Desalination*, 302, 71–79. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2012.07.001>
- Humairo, F. Y. (2015). *Preparasi dan Karakterisasi Membran Serat Berongga PVDF/PEG-400-TiO₂ Untuk Pemisahan Limbah Sintetik Air-Minyak*. *Tesis*, 1–136.
- Ismail, N. H., Norharyati, W., Salleh, W., Rosman, N., & Asikin, N. (2019). *PVDF / Fe₂O₃ mixed matrix membrane for oily wastewater treatment*. *Malaysian Journal of Fundamental*

and *Applied Science*, 15(5), 703–707.
<https://mjfas.utm.my/index.php/mjfas/article/view/1468>

Kartika, Y., Panggabean, A. S., & Gunawan, R. (2015). *Penurunan Kadar Ion Logam Kromium Pada Limbah Industri Sarung*. *Jurnal Kimia Mulawarman*, 13(1), 45.
<http://jurnal.kimia.fmipa.unmul.ac.id/index.php/JKM/article/view/45>

Kiswanto, Rahayu, L. N., & Wintah. (2019). *Pengolahan Limbah Cair Batik Menggunakan Teknologi Membran Nanofiltrasi di Kota Pekalongan*. *Jurnal Lintang Kota Pekalongan*, 17, 72–82.

Lestari, I., Sabda, D., Prasetya, B., & Pangga, D. (2018). *Uji Mekanik Membran Kitosan Berbahan Dasar Cangkang Kepiting*. *Lensa : Jurnal Kependidikan Fisika*, 6(1), 23–28.

Muhfudloh, & Lestari, H. (2017). *Strategi Penanganan Limbah Batik Di Kota Pekalongan*. *Journal Of Public Policy and Management Review*, 6(5).

Mulder, M. (1996). *Basic Principles of Membrane Technology*. In *Kluwer Academic Publishers* (Issue 1).
<https://doi.org/10.3917/spec.015.0003>

Muljadi, M. (2013). *Pengolahan Limbah Batik Cetak Dengan Menggunakan Metode Filtrasi-Elektrolisis Untuk Menentukan Efisiensi Penurunan Parameter COD, BOD, dan Logam Berat (Cr) Setelah Perlakuan Fisika-Kimia*. *Ekuilibrium*, 12(1), 27–36.
<https://doi.org/10.20961/ekuilibrium.v12i1.2176>

Nailazzulfa, K. (2014). *Sintesis Nanopartikel Fe₂O₃ Dari Batu Besi Dengan Metode Kopresipitasi Dalam Ph Bervariasi*.

Noralia, E., & Maharani, D. K. (2013). *Filtrasi Ion Logam Cr⁶⁺ Dengan Membran Komposit Kitosan Silika*. *UNESA Journal*

of Chemistry, 2(1), 24–28.

- Notodarmojo, S., Mayasanthi, D., & Zulkarnain, T. (2004). *Pengolahan Limbah Cair Emulsi Minyak dengan Proses Membran Ultrafiltrasi Dua-tahap Aliran Cross-flow*. *ITB Journal of Sciences*, 36(1), 45–62. <https://doi.org/10.5614/itbj.sci.2004.36.1.4>
- Nuayi, A. W. (2017). *Sintesis Nanopartikel Besi (III) Oksida (Fe₂O₃) dengan Menggunakan Salt-Assisted Combustion Method (SACM)*. *Jurnal Entropi*, 12(1), 1–6.
- Pan, S., Zhang, X., Wang, Y., Liu, J., & Pan, B. (2020). *Mesoporous polyacrylonitrile membrane with ultrahigh loading of well-dispersed Fe₂O₃ nanoparticles: A powerful phosphate scavenger Enabling inhibition of microbial regrowth in Treated Water*. *Journal of Membrane Science*, 603, 118048. <https://doi.org/10.1016/j.memsci.2020.118048>
- Pinem, A. J., & Angela, R. (2011). *Sintesis Dan Karakterisasi Membran Hibrid PMMA / TEOT: Pengaruh Konsentrasi Polimer*. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia “Kejuangan” Pengembangan Teknologi Kimia Untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia*, 1–7. http://repository.upnyk.ac.id/291/1/Sintesis_Dan_Karakterisasi_Membran_Hibrid_PMMATEOT.pdf
- Puspita, U. R., Siregar, A. S., & Hidayati, N. V. (2016). *Kemampuan Tumbuhan Air sebagai Agen Fitoremediator Logam Berat Kromium (Cr) yang Terdapat Pada Limbah Cair Industri Batik*. *Berkala Perikanan Terubuk*, 39(July), 1–23.
- Putra, D. I. (2017). *Blending Polymer Selulosa Asetat/Polisulfon Terhadap Ketahanan Fouling Protein*. In *Skripsi*.
- Riani, P. (2014). *Preparasi dan Karakterisasi Membran Polisulfon Dengan Pengisi Mikrobentonit Sebagai Penyaring Air Gambut*. In *Universitas Sumatera Utara* (Vol.

1, Issue 3).

- Sethupathy, M., Pandey, P., & Manisankar, P. (2014). *Evaluation of photovoltaic efficiency of dye-sensitized solar cells fabricated with electrospun PVDF-PAN-Fe₂O₃ composite membrane. Journal of Applied Polymer Science, 131(22), 1–8.* <https://doi.org/10.1002/app.41107>
- Setiyono, A., & Gustaman, R. A. (2017). *Pengendalian Kromium (Cr) Yang Terdapat Di Limbah Batik Dengan Metode Fitoremediasi. Unnes Journal of Public Health, 6(3), 155.* <https://doi.org/10.15294/ujph.v6i3.15754>
- Shafirinia, R., Wardana, I. W., & Oktiawan, W. (2016). *Pengaruh Variasi Ukuran Adsorben Dan Debit Aliran Terhadap Penurunan Khrom (Cr) Dan Tembaga (Cu) Dengan Arang Aktif Dari Limbah Kulit Pisang Pada Limbah Cair Industri Pelapisan Logam (Elektroplating) Khrom. Jurnal Teknik Lingkungan, 5(1), 1–9.*
- Silviah, S., S, C., & Masrurroh. (2019). *Penggunaan Metode FT-IR untuk mengidentifikasi gugus fungsi pada proses pembaluran penderita mioma. Pharmaceutical Research, 0274, 1–9.*
- Suharto, B., Wirosodarmo, R., & Sulanda, R. H. (2013). *Pengolahan Limbah Batik Tulis Dengan Fitoremediasi Menggunakan Tanaman Eceng Gondok (Eichornia Crassipes) Batik Waste Reduction With Phytoremediation Using Water Hyacinth Plants (Eichornia Crassipes). Jurnal Sumberdaya Alam Dan Lingkungan, 14–19.*
- Suhartono, J., Putra, M. T. R., D, A. N., Pertiwi, D. S., & Noersalim, C. (2017). *Penyisihan Logam Fe Menggunakan Membran Polyvinylidene Fluoride / Carbon Nanotube (PVDF / CNT). Itenas, 27–34.*
- Suryandari, E. T. (2019). *Sintesis Membran Komposit PVDF-Zeolit untuk Penghilangan Metilen Biru. Al-Kimiya, 6(2),*

58-66. <https://doi.org/10.15575/ak.v6i2.6491>

Suryandari, E. T. (2020). *Sintesis Membran Komposit PVDF-Zeolit untuk Penghilangan Metilen Biru*. *Al-Kimiya*, 6(2), 58-66. <https://doi.org/10.15575/ak.v6i2.6491>

Syarifah, U., S, R. M., Muthmainnah, & Mulyono, A. (2015). *Analisis fisis membran biofilter rokok dengan variasi daun, biji dan kulit delima*. *Jurnal Neutrino*, 7(2), 112-118.

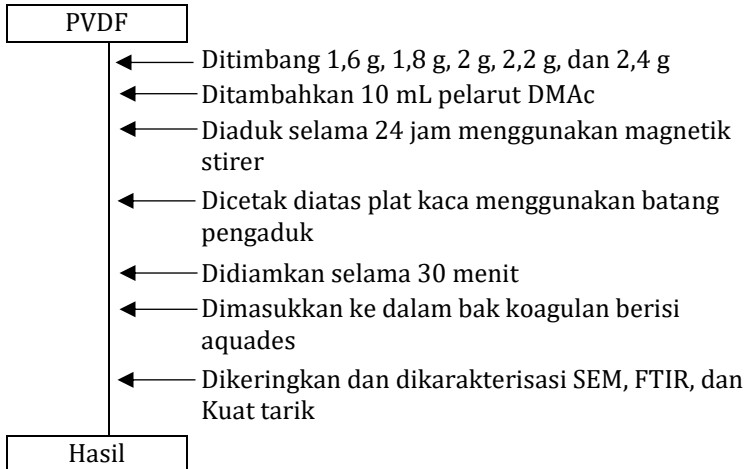
Wicaksono, A. H., & Kusumawati, N. (2019). *Pengaruh Ion Al 3 + dalam Larutan Asam Humat terhadap Permeabilitas dan Selektivitas Membran Polyvinylidene Fluoride*. 115-121.

Wiliana, D., Alaa, S., & Ardianto, T. (2022). *Fabrikasi Membran Biopolimer Kitosan Dari Cangkang Kerang Mutiara (Pinctada maxima) Sebagai Adsorben Metilen Biru*. *Jurnal Kimia & Pendidikan Kimia*, 4(62), 48-57. <https://doi.org/10.20414/spin.v4i1.5371>

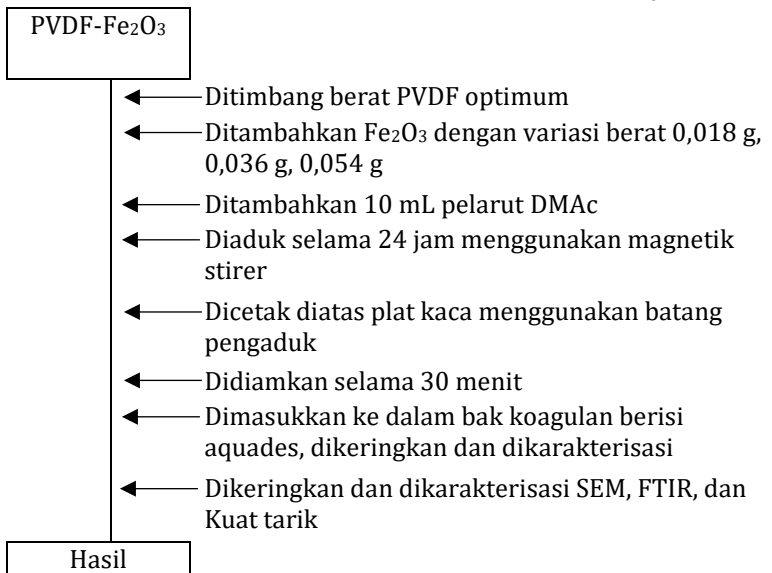
LAMPIRAN

Lampiran 1 : Pembuatan dan Karakterisasi Membran

1. Pembuatan dan Karakterisasi Membran PVDF

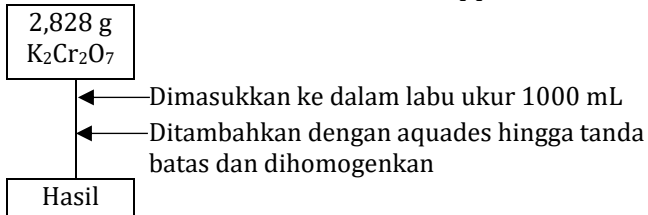


2. Pembuatan dan Karakterisasi Membran PVDF-Fe₂O₃

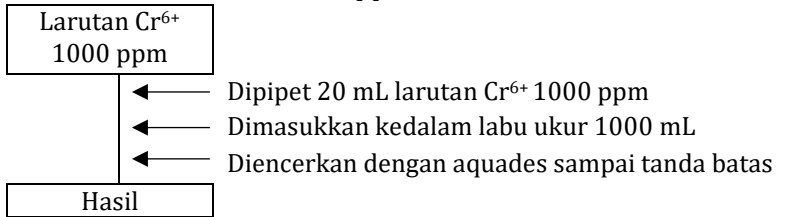


Lampiran 2 : Pengukuran Kadar Ion Logam Cr⁶⁺

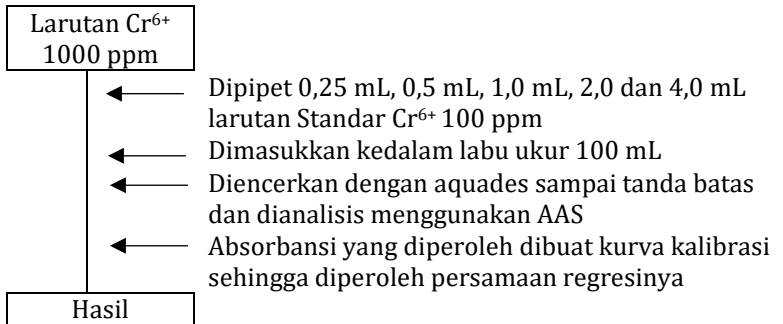
1. Pembuatan Larutan Baku Cr⁶⁺ 1000 ppm



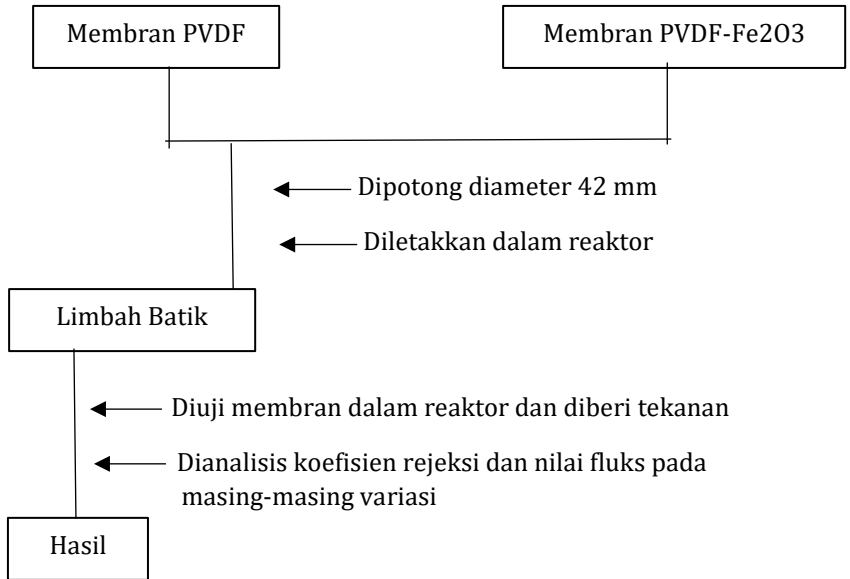
2. Pembuatan Larutan Cr⁶⁺ 20 ppm



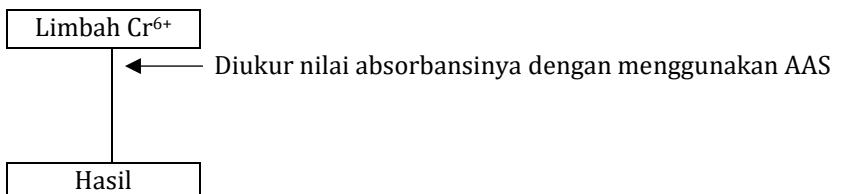
3. Pembuatan Larutan Standar



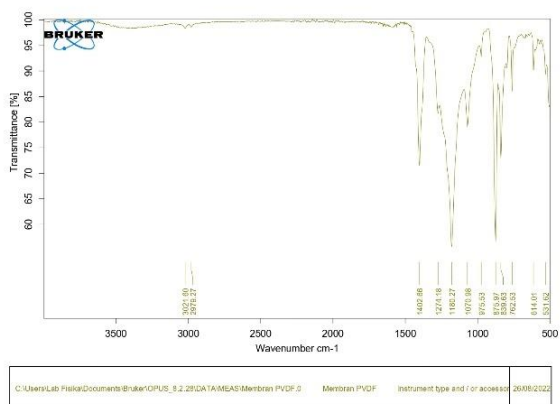
Lampiran 3 : Penggunaan Membran untuk Analisis Ion Logam Cr^{6+}



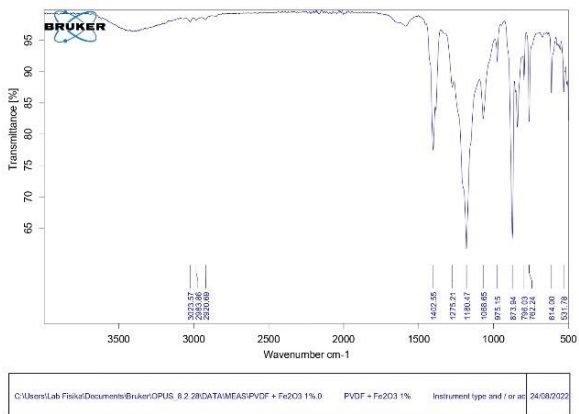
Lampiran 4 : Pengukuran Kadar Ion Logam Cr^{6+} Hasil Filtrasi



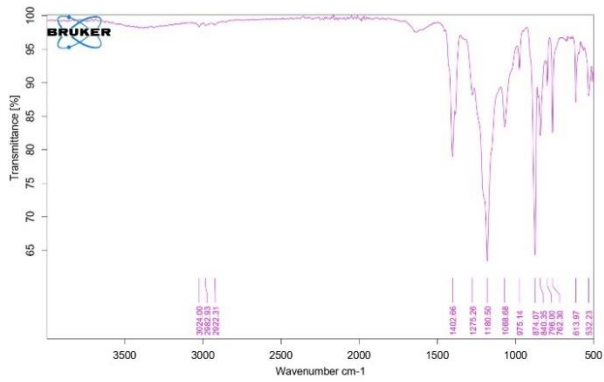
Lampiran 5 : FTIR Membran PVDF dan PVDF-Fe₂O₃



Page 1/1

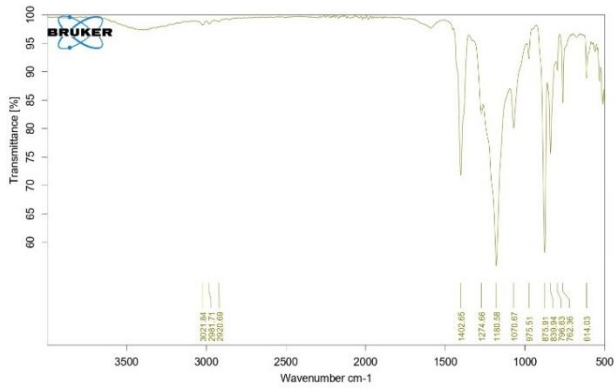


Page 1/1



C:\Users\Lab Fiskal\Documents\Bruker\OPUS_8.2.28\DATA\MEAS\PVDF + Fe2O3 2%.1 PVDF + Fe2O3 2% Instrument type and / or ac 24/08/2022

Page 1/1

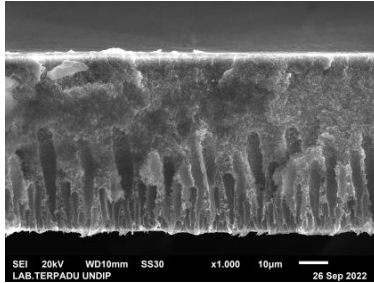


C:\Users\Lab Fiskal\Documents\Bruker\OPUS_8.2.28\DATA\MEAS\PVDF + Fe2O3 3%.0 PVDF + Fe2O3 3% Instrument type and / or ac 24/08/2022

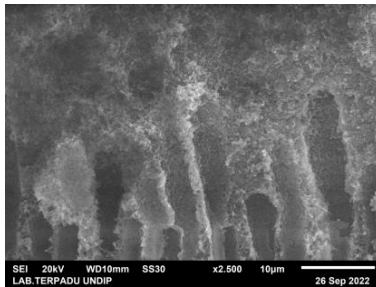
Page 1/1

Lampiran 6 : SEM Membran PVDF dan PVDF-Fe₂O₃ dengan Pembesaran 1000X dan 2500X

a) Membran PVDF

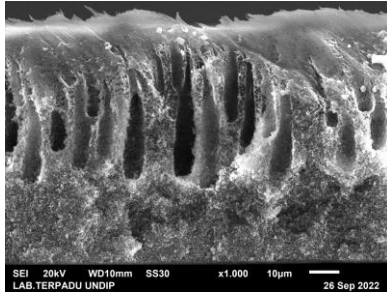


1000X

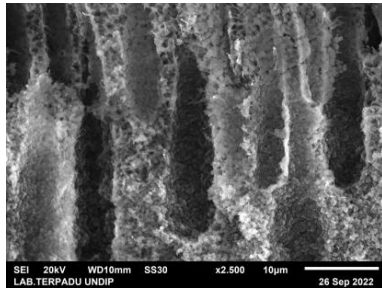


2500X

b) Membran PVDF-Fe₂O₃ 1%

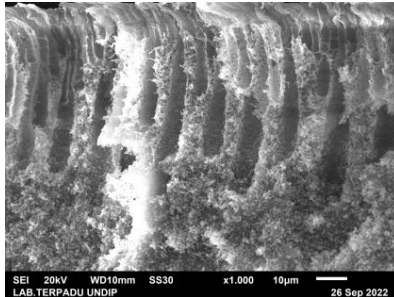


1000X

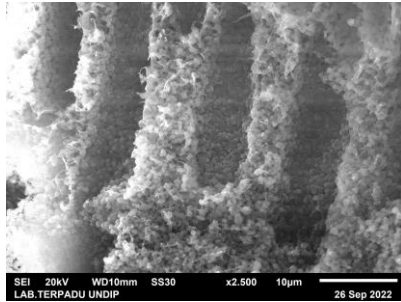


2500X

c) Membran PVDF-Fe₂O₃ 3%



1000X



2500X

Lampiran 7 : Hasil Uji Sudut Kontak

Run-No	CA(M)[°]	Comment
1	98.05	PVDF
2	95.89	PVDF
3	97.03	PVDF
4	74.45	PVDF + Fe ₂ O ₃ 1%
5	73.55	PVDF + Fe ₂ O ₃ 1%
6	71.83	PVDF + Fe ₂ O ₃ 1%
7	68.74	PVDF + Fe ₂ O ₃ 2%
8	73.80	PVDF + Fe ₂ O ₃ 2%
9	69.93	PVDF + Fe ₂ O ₃ 2%
10	68.70	PVDF + Fe ₂ O ₃ 3%
11	71.93	PVDF + Fe ₂ O ₃ 3%
12	70.90	PVDF + Fe ₂ O ₃ 3%
13	0.00	

Lampiran 8 : Data Pengukuran Fluks Membran

Perhitungan fluks menggunakan rumus

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

Dengan ; J = nilai fluks (L/m².jam)

A= Luas Permukaan (m²)

V= Volume Permeat (L)

t = Waktu (Jam)

No	Membran	Volume permeat (L)	Luas permukaan membran (m ²)	Waktu (jam)	Fluks (L/m ² .jam)
1.	PVDF	0,0095	1,3847 x 10 ⁻³	0,5	13,72
2.	PVDF- Fe ₂ O ₃ 1%	0,016	1,3847 x 10 ⁻³	0,5	23,10
3.	PVDF- Fe ₂ O ₃ 2%	0,017	1,3847 x 10 ⁻³	0,5	24,55
4.	PVDF- Fe ₂ O ₃ 3%	0,019	1,3847 x 10 ⁻³	0,5	27,44

Diketahui :

$$t = 30 \text{ menit} = 0,5 \text{ jam}$$

$$A = \pi r^2$$

$$= 3,14 \times (0,021)^2$$

$$= 1,3847 \times 10^{-3}$$

➤ PVDF

$$\text{Volume permeat} = 9,5 \text{ ml} = 0,0095 \text{ L}$$

$$J = \frac{0,0095}{1,3847 \times 10^{-3} \times 0,5}$$
$$= 13,72 \text{ L/m}^2 \cdot \text{jam}$$

➤ PVDF-Fe₂O₃ 1%

$$\text{Volume permeat} = 16 \text{ ml} = 0,016 \text{ L}$$

$$J = \frac{0,016}{1,3847 \times 10^{-3} \times 0,5}$$
$$= 23,10 \text{ L/m}^2 \cdot \text{jam}$$

➤ PVDF-Fe₂O₃ 2%

$$\text{Volume permeat} = 17 \text{ ml} = 0,017 \text{ L}$$

$$J = \frac{0,017}{1,3847 \times 10^{-3} \times 0,5}$$
$$= 24,55 \text{ L/m}^2 \cdot \text{jam}$$

➤ PVDF-Fe₂O₃ 3%

$$\text{Volume permeat} = 19 \text{ ml} = 0,019 \text{ L}$$

$$J = \frac{0,019}{1,3847 \times 10^{-3} \times 0,5}$$
$$= 27,44 \text{ L/m}^2 \cdot \text{jam}$$

Lampiran 9 : Perhitungan Pembuatan Larutan Cr⁶⁺

a) Perhitungan Larutan baku Cr⁶⁺ 1000 ppm

$$\text{Mr K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 = 294,184 \text{ g/mol}$$

$$\text{Ar Cr} = 51,996 \text{ g/mol}$$

$$\text{Massa}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 = \frac{M \times V \times \text{Mr K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7}{2 \times \text{Ar Cr}}$$

$$= \frac{1000 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \times 1 \text{L} \times 294,184 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{2 \times 51,996 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}$$

$$= 2828,90 \text{ mg}$$

$$= 2,828 \text{ g}$$

b) Pembuatan Larutan Standar

- 20 ppm

$$M_1 \cdot V_1 = M_2 \cdot V_2$$

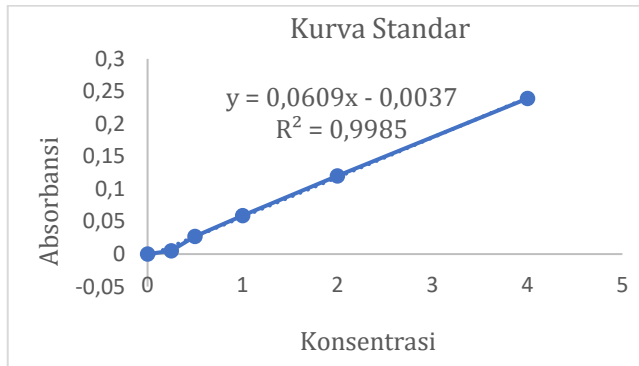
$$1000 \text{ ppm} \cdot V_1 = 20 \text{ ppm} \cdot 1000 \text{ mL}$$

$$V_1 = 20 \text{ mL}$$

Lampiran 10 : Data Pengujian Larutan Cr⁶⁺

a) Kurva Kalibrasi Larutan Standar Cr⁶⁺

Konsentrasi	Absorbansi
0,0	0,0
0,25	0,005
0,5	0,027
1,0	0,059
2,0	0,120
4,0	0,239



b) Data Absorbansi Membran Hasil Filtrasi

Membran	Absorbansi
PVDF	0,092
PVDF-Fe ₂ O ₃ 1%	0,069
PVDF-Fe ₂ O ₃ 2%	0,076
PVDF-Fe ₂ O ₃ 3%	0,077

Lampiran 11 : Perhitungan Koefisien Rejeksi Membran

Perhitungan % rejeksi membran menggunakan rumus

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

Dengan R = koefisien rejeksi (%)

C_p = Konsentrasi zat terlarut dalam permeat

C_f = konsentrasi zat terlarut dalam umpan

➤ PVDF

Absorbansi : 0,092

$$y = 0,0609x + 0,0037$$

$$0,092 = 0,0609x + 0,0037$$

$$0,0957 = 0,0609x$$

$$X = 1,571 \text{ ppm}$$

$$X = 1,571 \text{ ppm} \times 10 \text{ kali faktor pengenceran}$$

$$X = 15,71 \text{ ppm}$$

Konsentrasi akhir : 15,71 ppm

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

$$= \left(1 - \frac{15,71}{20}\right) \times 100\%$$

$$= 21,45\%$$

- PVDF-Fe₂O₃ 1%

Absorbansi : 0,069

$$y = 0,0609x + 0,0037$$

$$0,069 = 0,0609x + 0,0037$$

$$0,0727 = 0,0609x$$

$$X = 1,193 \text{ ppm}$$

X = 1,193 ppm x 10kali faktor pengenceran

$$X = 11,93 \text{ ppm}$$

Konsentrasi akhir : 11,93 ppm

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

$$= \left(1 - \frac{11,93}{20}\right) \times 100\%$$

$$= 40,35\%$$

- PVDF-Fe₂O₃ 2%

Absorbansi :

$$y = 0,0609x + 0,0037$$

$$0,076 = 0,0609x + 0,0037$$

$$0,0797 = 0,0609x$$

$$X = 1,308 \text{ ppm}$$

X = 1,308 ppm x 10kali faktor pengenceran

$$X = 13,08 \text{ ppm}$$

Konsentrasi akhir : 13,2 ppm

$$\begin{aligned}\%R &= \left(1 - \frac{C_p}{C_f}\right) \times 100\% \\ &= \left(1 - \frac{13,08}{20}\right) \times 100\% \\ &= 34,60\%\end{aligned}$$

➤ PVDF-Fe₂O₃ 3%

Absorbansi : 0,077

$$y = 0,0609x + 0,0037$$

$$0,077 = 0,0609x + 0,0037$$

$$0,0807 = 0,0609x$$

$$X = 1,325 \text{ ppm}$$

X = 1,325 ppm x 10kali faktor pengenceran

$$X = 13,25 \text{ ppm}$$

Konsentrasi akhir : 13,24 ppm

$$\begin{aligned}\%R &= \left(1 - \frac{C_p}{C_f}\right) \times 100\% \\ &= \left(1 - \frac{13,25}{20}\right) \times 100\% \\ &= 33,75\%\end{aligned}$$

Lampiran 12 : Dokumentasi Pembuatan Membran PVDF dan PVDF-Fe₂O₃



PVDF + DMAc



PVDF + DMAc + Fe₂O₃

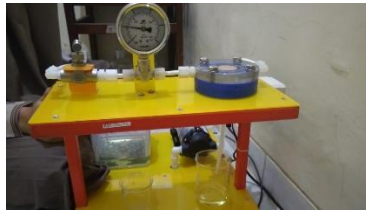


Membran PVDF



Membran PVDF + Fe₂O₃

Lampiran 13 : Dokumentasi Proses Filtrasi Membran



Reaktor Membran



Larutan Cr⁶⁺
Sebelum Filtrasi



Limbah Setelah di Filtrasi

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Identitas Diri

Nama Lengkap : Nisa Istiani
Tempat, Tgl Lahir : Pemalang, 23 Januari 2001
Alamat : Ds. Kendalsari Rt 03, Rw 06,
Kec. Petarukan, Kab.
Pemalang
Telepon : 085200087941
Email : nisaistiani01@gmail.com

Riwayat Pendidikan

1. SD N 03 KENDALSARI
2. SMP N 03 PETARUKAN
3. SMA N 1 PETARUKAN
4. UIN WALISONGO SEMARANG

Semarang, 21 Oktober 2022

Nisa Istiani
1808036014