

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI MEMBRAN KOMPOSIT BERBASIS  
POLI(VINILIDEN FLUORIDA)/MWCNT/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>**

**SKRIPSI**

Diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains  
pada Program Studi Kimia



Oleh

Yurin Karunia Apsha Albaina Iasya

NIM 1800935

**PROGRAM STUDI KIMIA**

**DEPARTEMEN PENDIDIKAN KIMIA**

**FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA**

**2022**

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI MEMBRAN KOMPOSIT BERBASIS  
POLI(VINILIDEN FLUORIDA)/MWCNTFe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>**

**Oleh**

**YURIN KARUNIA APSHA ALBAINA IASYA**

**1800935**

**Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat  
memperoleh gelar Sarjana Sain pada Program Studi Kimia  
Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**

©Yurin Karunia Apscha Albaina Iasya  
Universitas Pendidikan Indonesia  
2022

Hak Cipta dilindungi Undang-undang  
Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau Sebagian, dengan dicetak  
ulang, *difotocopy*, atau cara lainnya tanpa izin penulis.

**YURIN KARUNIA APSHA ALBAINA IASYA**

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI MEMBRAN KOMPOSIT BERBASIS  
POLI(VINILIDEN FLUORIDA)/MWCNT/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>**

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Dosen Pembimbing I



Fitri Khoerunnisa, M.Si., Ph.D.

NIP. 197806282001122001

Dosen Pembimbing II



Mita Nurhayati., M.Si

NIP. 920200419950110201

Mengetahui

Ketua Departemen



Dr. Hendrawan, M.Si

NIP. 196039111989011001

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “**Sintesis dan Karakterisasi Membran Komposit Berbasis Poli(viniliden Fluorida)/MWCNT/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>**” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidaksesuai etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi apabila dikemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, Agustus 2022  
Yang Membuat Pernyataan

Yurin Karunia Apsa Albaina Iasya  
NIM 1800935

## KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji dan syukur ke hadirat Allah SWT penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Sintesis dan Karakterisasi Membran Komposit Berbasis Poli(viniliden Fluorida)/MWCNT/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>**”

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains. Skripsi ini merupakan hasil penelitian yang memuat tentang sintesis membran Poli(viniliden Fluorida)/MWCNT/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> yang meliputi tahapan preparasi, sintesis dan karakterisasi, analisis data serta teori pendukung yang dikemukakan oleh para ahli.

Penulis menyadari banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini sehingga dengan segala kerendahan hati penulis berharap adanya kritik dan saran yang mendukung perbaikan dalam penulisan penelitian ini. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat memberi manfaat bagi seluruh pihak.

Bandung, Agustus 2022

Penulis

## UCAPAN TERIMAKASIH

Puji dan Syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan kesehatan, kekuatan dan kemudahan selama penelitian dan penyusunan skripsi. Selama pelaksanaan peneliti hingga tersusunya skripsi, penulis mendapatkan bantuan dari berbagai pihak, baik berupa moril maupun materil. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terimakasih dan penghargaan kepada:

1. Ibu Fitri Khoerunnisa, Ph.D., selaku Pembimbing I dan Ketua Program Studi Kimia yang selalu memberikan motivasi, arahan, saran, nasihat, dan dukungan selama penelitian dan penyusunan skripsi.
2. Ibu Mita Nurhayati, M.Si., selaku Pembimbing II yang telah memberikan motivasi, arahan, saran, nasihat, dan dukungan selama penelitian dan penyusunan skripsi.
3. Bapak Dr. Hendarawan, M.Si., selaku ketua Departemen Pendidikan Kimia FPMIPA UPI.
4. Bapak Dr. Yaya Sonjaya, M.Si., selaku Ketua KBK Kimia Lingkungan.
5. Bapak Hayat Sholihin, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Akademik.
6. Orang tua, Adik, dan Rafliie Fadhilah M yang telah memberikan kasih sayang, dukungan materil dan moril yang tidak ternilai bagi penulis.
7. Teman-teman seperjuangan Riset Putri, Riri, Alya, Yustika, Resti, Ramdhan yang telah memberikan nasihat, dukungan, hiburan, serta motivasi kepada penulis selama penelitian dan penyusunan skripsi.
8. Teman-teman Remaja Masjid Asa, Andin, Evita, Marsya yang telah memberikan dukungan, hiburan, dan motivasi selama proses penyusunan skripsi.
9. Teman-teman Perkomunitasan Falah, Hisyam, Riri yang telah memberikan dukungan, hiburan, dan motivasi selama proses penyusunan skripsi.
10. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan yang telah memberikan dukungan pada penulis selama proses penelitian dan penyusunan skripsi.

Akhir kata, penulis hanya sanggup membalas rasa hormat disertai doa yang ikhlas dan meoga Allah SWT melimpahkan karunia-Nya yang berlipat ganda.  
Amin

Bandung, Agustus 2022

Yurin Karunia Apsha Albaina Iasya

## Abstrak

Teknologi membran merupakan teknik pengolahan air yang banyak digunakan. Kinerja membran komposit yang unggul terletak pada pemilihan bahan, teknik sintesis, dan morfologinya. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh informasi mengenai metode sintesis dan karakteristik membran komposit Poli(Viniliden Fluorida)/MWCNT/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>. Membran komposit disintesis melalui metode inversi fasa dengan komposisi optimum (%w/v) Poli(viniliden Fluorida)/PVDF (18 gram), MWCNT (1 mg), nanopartikel Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> (2 mg), dan pelarut DMAC (100 mL). Membran komposit hasil sintesis dikarakterisasi menggunakan instrumentasi *Fourier Transform Infrared* (FTIR), *X-Ray Diffraction* (XRD), *Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive X-Ray* (SEM-EDX), serta sifat mekanik, sudut kontak dan uji aktivitas antibakteri. Hasil penelitian menunjukkan bahwa interaksi antara PVDF, MWCNT, dan Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> diindikasikan dengan serapan khas spektrum FTIR pada bilangan gelombang 605 cm<sup>-1</sup> untuk vibrasi Fe-O, 3406 cm<sup>-1</sup> dan 2359 cm<sup>-1</sup> untuk vibrasi O-H, 1732 cm<sup>-1</sup> untuk vibrasi C=O, serta 1618 cm<sup>-1</sup> untuk vibrasi C=N. Fotograf SEM menunjukkan bahwa penambahan MWCNT dan Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> menyebabkan modifikasi struktur dan perubahan ukuran pori membran PVDF dari 130 nm menjadi 100 nm. Hasil difraktogram sinar-X menunjukkan adanya pergeseran puncak difraksi pada 2θ 18,09° menjadi 18,18°; 20,26° menjadi 19,96°; dan puncak difraksi baru setelah membran dimodifikasi yaitu pada 2θ 16,01°; 26,96° dan 39,12°. Selain itu kristalinitas membran meningkat dari 38,22% menjadi 42,97% yang mengkonfirmasi modifikasi struktur morfologi dari membran PVDF dengan penambahan MWCNT dan Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>. Hal ini didukung dengan peningkatan kuat tarik membran dari 10 MPa menjadi 24 MPa. Penambahan MWCNT dan Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> juga meningkatkan hidrofilitas membran komposit, ditunjukkan dengan penurunan sudut kontak air dari 73,47° menjadi 61,80°, serta peningkatan aktivitas antibakteri membran terhadap bakteri *S. aureus* (ZOI = 6,2 mm dan %BKR 68,5%) dan *P. aeruginosa* (ZOI = 6,2 mm dan %BKR 51,2%) yang mengindikasikan penambahan MWCNT dan Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> berpotensi dapat mencegah *fouling* pada membran PVDF karena bakteri.

Kata kunci: membran komposit, PVDF/MWCNT/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, sintesis, karakterisasi



## Abstract

Membrane technology is a technique in water treatment that is widely used. The superior performance of composite membranes lies in the selection of materials, synthesis techniques, and morphology. This study aims to obtain information about the synthesis method and the characteristics of the Poly(vinylidene Fluoride)/MWCNT/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> composite membrane. The composite membrane was synthesized using the phase inversion method with the composition optimum (%w/v) Poly(vinylidene Fluoride)/PVDF (18 grams), MWCNT (1 mg), Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> nanoparticles (2 mg), and DMAC solvent (100 mL). The synthesized composite membranes were characterized using Fourier Transform Infrared (FTIR), X-Ray Diffraction (XRD), Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive X-Ray (SEM-EDX), mechanical properties, contact angle and antibacterial activity. The results showed that the interaction between PVDF, MWCNT, and Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> was indicated by the typical absorption spectrum of the FTIR at wave numbers 605 cm<sup>-1</sup> for Fe-O vibrations, 3406 cm<sup>-1</sup> and 2359 cm<sup>-1</sup> for O-H vibrations, 1732 cm<sup>-1</sup> for vibrations C=O, and 1618 cm<sup>-1</sup> for the C=N vibration. SEM photographs showed that the addition of MWCNT and Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> caused structural modifications and changes in the pore size of the membrane PVDF from 130 nm to 100 nm. The results of the X-ray diffractogram showed a shift in the diffraction peak at 2θ 18.09° to 18.18°; 20.26° to 19.96°; and a new diffraction peak after the membrane was modified at 2θ 16.01°; 26.96° and 39.12°. In addition, the crystallinity of the membrane increased from 38.22% to 42.97% which confirmed the modification of the morphological structure of the PVDF membrane with the addition of MWCNT and Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, this was indicated by an increase in the tensile strength of the membrane from 10 MPa to 24 MPa. The addition of MWCNT and Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> also increased the hydrophilicity of the composite membrane, indicated by a decrease in the water contact angle from 73.47° to 61.80°, and a slight increase in the antibacterial activity of the membrane against *S. aureus* bacteria (ZOI = 6.2 mm and %BKR 68.5) and *P. aeruginosa* (ZOI = 6.2 mm and %BKR 51.2%) which indicated that the addition of MWCNT and Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> could prevent fouling due to bacteria.

Keywords: composite membrane, PVDF/MWCNT/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, synthesis, characterization

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
UCAPAN TERIMAKASIH.....	vi
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Batasan Penelitian.....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	4
1.6. Sistematika penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Teknologi Membran.....	5
2.2. Klasifikasi Membran filtrasi.....	6
2.2.1. Berdasarkan Distribusi Pori.....	6
2.2.2. Berdasarkan Ukuran Pori dan Fungsi.....	7
2.2.3. Berdasarkan Homogenitas Struktur dan Pori.....	9
2.3. Desalinasi Air.....	10
2.4. Metode Sintesis Membran.....	11
2.5. Metode Inversi Fasa.....	13
2.5.1. <i>Non-solvent Phase Inversion (NIPS)</i> .....	13
2.5.2. <i>Temperature Induced Phase Separation (TIPS)</i> .....	14
2.5.3. <i>Evaporation Induced Phase Separation (EIPS)</i> .....	14
2.5.4. <i>Vapor Induced Phase Separation (VIPS)</i> .....	15
2.6. Membran Komposit.....	16
2.6.1. Membran Nanokomposit Konvensional.....	16
2.6.2. Membran Nanokomposit di Permukaan.....	17
2.7. <i>Fouling</i> Membran Filtrasi.....	18
2.8. Material Membran.....	19
2.8.1. <i>Polyvinylidene Fluoride (PVDF)</i> .....	19
2.8.2. <i>Carbon Nanotube (CNT)</i> .....	20
2.8.3. Oksida Besi Magnetit ( $Fe_3O_4$ ).....	21
2.9. Karakterisasi.....	21

2.9.1. Interaksi Kimia dan Gugus Fungsi.....	21
2.9.2. Kristalinitas.....	22
2.9.3. Struktur Morfologi dan Komposisi Elemen Membran.....	23
2.9.4. Sudut Kontak Air (Hidrofilisitas) .....	23
2.9.5. Sifat Mekanik.....	24
2.10. Uji Aktivitas Antibakteri.....	25
2.11. Bakteri Uji.....	26
2.11.1. <i>Staphylococcus aureus</i> .....	26
2.11.2. <i>Pseudomonas aeruginosa</i> .....	27
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>28</b>
3.1. Lokasi Penelitian.....	28
3.2. Alat dan Bahan.....	28
3.2.1. Alat.....	28
3.2.2. Bahan.....	29
3.3. Metodologi Penelitian.....	29
3.3.1. Fungsionalisasi MWCNT.....	30
3.3.2. Preparasi Oksida Besi ( $Fe_3O_4$ ).....	30
3.3.3. Sintesis Membran Komposit.....	31
3.3.4. Karakterisasi Membran Komposit.....	32
3.3.5. Uji AKtivitas Antibakteri.....	34
<b>BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>36</b>
4.1. Preparasi Oksida Logam Besi ( $Fe_3O_4$ ).....	36
4.2. Membran Komposit.....	39
4.3. Karakterisasi Membran Komposit.....	40
4.3.1. Interaksi Kimia Antar Prekursor dan <i>Filler</i> pada Membran Komposit.....	41
4.3.2. Fase Kristal dan Kristalinitas Membran Komposit.....	43
4.3.3. Struktur dan Morfologi Membran Komposit.....	45
4.3.4. Sifat Mekanik.....	48
4.3.5. Sudut Kontak Air.....	50
4.4. Aktivitas Antibakteri.....	51
4.4.1. Zona Inhibisi (ZOI).....	51
4.4.2. <i>Bacteria Killing Ration</i> (%BKR).....	53
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>55</b>
5.1. Kesimpulan.....	55
5.2. Saran.....	55
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>57</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>69</b>
<b>RIWAYAT HIDUP.....</b>	<b>85</b>

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Mekanisme Pemisahan Menggunakan Membran.....	5
<b>Gambar 2.2</b> Mekanisme Transfer Massa pada Membran Berpori dan Tidak Berpori.....	7
<b>Gambar 2.3</b> Klasifikasi Proses Pemisahan Membran.....	9
<b>Gambar 2.4</b> Struktur Pori Membran (A) Simetrik (B) Asimetrik.....	10
<b>Gambar 2.5</b> Mekanisme Proses NIPS.....	13
<b>Gambar 2.6</b> Mekanisme Proses TIPS.....	14
<b>Gambar 2.7</b> Mekanisme Proses EIPS.....	15
<b>Gambar 2.8</b> Mekanisme Proses VIPS.....	16
<b>Gambar 2.9</b> Membran Nanokomposit Konvensional.....	17
<b>Gambar 2.10</b> Membran Nanokomposit di Permukaan.....	18
<b>Gambar 2.11</b> Skema Pembentukan Biofouling.....	19
<b>Gambar 2.12</b> Struktur Kimia dan Jenis-Jenis Fase PVDF.....	19
<b>Gambar 2.13</b> Multi walled Carbon Nanotube (MWCNT) dan Single Walled Carbon Nanotube .....	20
<b>Gambar 2.14</b> Struktur Kimia Magnetit.....	21
<b>Gambar 2.15</b> Ilustrasi Sudut Kontak dengan Metode <i>Sessile Drop</i> .....	24
<b>Gambar 2.16</b> Grafik <i>Tensile</i> vs Deformasi ( <i>Elongation</i> ) .....	24
<b>Gambar 3.1</b> Diagram Alir Penelitian.....	30
<b>Gambar 4.1</b> Spektrum FTIR Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> .....	37
<b>Gambar 4.2</b> Difaktogram Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> .....	38
<b>Gambar 4.3</b> Fotograf SEM Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> .....	39
<b>Gambar 4.4</b> Grafik EDX Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> Hasil Sintesis.....	39
<b>Gambar 4.5</b> Fotograf Membran Komposit pada Berbagai Komposisi.....	40
<b>Gambar 4.6</b> Spektra FTIR Membran Komposit.....	41
<b>Gambar 4.7</b> Interaksi Kimia antara PVDF, MWCNT, Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> .....	43
<b>Gambar 4.8</b> Difraktogram Membran Komposit.....	44
<b>Gambar 4.9</b> Fotograf SEM <i>Surface</i> Membran Komposit pada Pembesaran 5000x (A) P, (B) P-1, (C) P-3 dan Perbesaran 35000x (A') P, (B') P-1, (C') P-3.....	45

<b>Gambar 4.10</b> Fotograf SEM Cross Section Membran Komposit.....	47
<b>Gambar 4.11</b> Grafik EDX <i>Surface</i> dan <i>Cross Section</i> Membran Komposit.....	48
<b>Gambar 4.12</b> Grafik Stress vs Strain Membran Komposit.....	50
<b>Gambar 4.13</b> Grafik Kuat tarik, Modulus Elastisitas, dan Total Elongasi.....	50
<b>Gambar 4.14</b> Sudut Kontak Air dari Membran Komposit.....	51
<b>Gambar 4.15</b> Cincin Inhibisi Membran Komposit terhadap Bakteri <i>P.aeruginosadan S.aureus</i> .....	53
<b>Gambar 4.16</b> Hasil Uji Bakteri Menggunakan Metode TPC.....	55
<b>Gambar 4.17</b> Mekanisme Aktivitas Antibakteri Nanopartikel Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> .....	56

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Kelebihan dan Kekurangan Metode Sintesis Membran.....	11
<b>Tabel 3.1</b> Komposisi Membran Komposit.....	25
<b>Tabel 4.1</b> Puncak Difraksi $2\theta$ dari $\text{Fe}_3\text{O}_4$ .....	32
<b>Tabel 4.2</b> Ketebalan Membran Hasil Sintesis.....	40
<b>Tabel 4.3</b> Puncak Serapan dari Spektra Membran Komposit.....	42
<b>Tabel 4.4</b> <i>Crystallite</i> Size Membran Komposit.....	45
<b>Tabel 4.5</b> Komposisi Elemen EDX <i>Surface</i> Membran Komposit.....	48
<b>Tabel 4.6</b> Diameter Zona Inhibisi Membran Komposit terhadap Bakteri <i>P.aureuginosa</i> dan <i>S.aureus</i> .....	53

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1</b> Data Perhitungan Tahap Preparasi.....	71
<b>Lampiran 2</b> Morfologi Membran (SEM).....	71
<b>Lampiran 3</b> Hasil Pengukuran <i>Water Contact Angle</i> Membran Komposit.....	76
<b>Lampiran 4</b> Hasil Pengukuran Kristalinitas.....	82
<b>Lampiran 5</b> Sifat Mekanik Membran Komposit.....	83
<b>Lampiran 6</b> Dokumentasi Penelitian.....	84