

**FABRIKASI MEMBRAN *NANOFIBERS***  
**SELULOSA ASETAT TERMODIFIKASI  $\text{TiO}_2$**   
**DENGAN METODE *ELECTROSPINNING* UNTUK**  
**DEGRADASI ZAT WARNA**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat  
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Sains  
dalam Ilmu Fisika



Diajukan oleh:

**MARATUS SHOLIKHAH**

NIM : 1808026025

**PROGRAM STUDI FISIKA**  
**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**  
**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG**  
**2022**

**FABRIKASI MEMBRAN *NANOFIBERS*  
SELULOSA ASETAT TERMODIFIKASI  $\text{TiO}_2$   
DENGAN METODE *ELECTROSPINNING* UNTUK  
DEGRADASI ZAT WARNA**

SKRIPSI



Diajukan oleh :

**MARATUS SHOLIKHAH**

NIM : 1808026025

**PROGRAM STUDI FISIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG  
2022**

# PERNYATAAN KEASLIAN

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Maratus Sholikhah

NIM : 1808026025

Jurusan : Fisika

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

**FABRIKASI MEMBRAN *NANOFIBER* SELULOSA ASETAT  
TERMODIFIKASI  $\text{TiO}_2$  DENGAN METODE  
*ELECTROSPINNING* UNTUK DEGRADASI ZAT WARNA**

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

Semarang,

Pembuat pernyataan



**MARATUS SHOLIKHAH**

**NIM : 1808026025**

iii

 Dipindai dengan CamScanner

iii



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
Jl. Prof. Dr. Hamka Ngaliyan Semarang  
Telp.024-7601295 Fax.7615387

### PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:


Judul : Fabrikasi Membran *Nanofibers* Selulosa  
Asetat Termodifikasi  $TiO_2$  Dengan Metode  
*Electrospinning* Untuk Degradasi Zat Warna  
Nama : maratus sholikhah  
NIM : 1808026025  
Jurusan : Fisika

Telah diujikan dalam sidang *munaqosah* oleh Dewan Penguji  
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo dan dapat  
diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana  
dalam Ilmu Fisika.


Semarang, 28 Juni 2022

### DEWAN PENGUJI

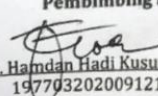
Ketua

  
Agus Sudarmanto, M.Si  
197708232009121001

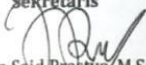
Penguji I

  
Heni Sumarti, M.Si  
198710112019032009

Pembimbing I

  
Dr. Hamdan Hadi Kusuma, M.Sc  
197703202009121002


Sekretaris

  
Irman Said Prastowo, M.Sc  
199112282019031009

Penguji II

  
Alwiyah Nuphayati, M.Si  
198112112011012006

Pembimbing II

  
Dr. Ervin Tri Suryandari, M.Si  
197407162009122001

## NOTA DINAS

### NOTA DINAS

Semarang, 25/06/2022

Yth. Ketua Program Studi Fisika  
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 : Fabrikasi Membran *Nanofiber* Selulosa Asetat  
Termodifikasi  $\text{TiO}_2$  Dengan Metode  
*Electrospinning* Untuk Degradasi Zat Warna

Nama : **Maratus Sholikhah**

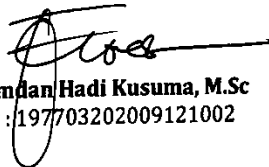
NIM : 1808026025

Jurusan : Fisika

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

*Wassalamu'alaikum. wr. wb*

Pembimbing I,



**Dr. Hamdan Hadi Kusuma, M.Sc**

NIP.:197703202009121002

## NOTA DINAS

### NOTA DINAS

Semarang, 25/06/2022

Yth. Ketua Program Studi Fisika  
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 : Fabrikasi Membran *Nanofiber* Selulosa Asetat  
Termodifikasi  $TiO_2$  Dengan Metode  
*Electrospinning* Untuk Degradasi Zat Warna

Nama : **Maratus Sholikhah**

NIM : 1808026025

Jurusan : Fisika

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

*Wassalamu'alaikum. wr. wb*

Pembimbing II,



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

## ABSTRAK

Membran *nanofibers* selulosa asetat (CA) dapat dimanfaatkan dalam pengolahan limbah salah satunya dengan fotodegradasi menggunakan fotokatalis  $\text{TiO}_2$ . Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi optimum, karakteristik dan aplikasi membran *nanofibers* CA dalam mendegradasi zat warna. *Nanofibers* selulosa asetat berhasil disintesis menggunakan *electrospinning* dengan kondisi optimum CA konsentrasi 14%, tegangan 10,5 kV, jarak 10 cm dan laju alir 0,02 mL/jam. membran dikarakterisasi dengan SEM-EDX, FTIR, sudut kontak dan uji degradasi zat warna. Dari data SEM-EDX menunjukkan bahwa penambahan  $\text{TiO}_2$  pada *nanofibers* CA dapat menurunkan diameter *nanofibers* dari ukuran diameter rata-rata 662,4 nm menjadi 297,03 nm. Dari hasil FTIR muncul gugus fungsi baru pada rentang bilangan gelombang  $556,17 \text{ cm}^{-1}$  yang mengindikasikan adanya ikatan Ti-O-Ti pada CA- $\text{TiO}_2$ . Penambahan  $\text{TiO}_2$  1% mampu menurunkan sifat hidrofobilitas pada membran. Berdasarkan hasil penelitian, penambahan  $\text{TiO}_2$  pada CA mampu meningkatkan kemampuan mendegradasi zat warna *methyl red* dari 0,0058% menjadi 0,0358%.

Kata kunci : *Membran Nanofibers*,  $\text{TiO}_2$ , Selulosa Asetat, *Electrospinning*,

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kehadirat Allah SWT karena atas berkat Rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan Laporan Skripsi yang berjudul **“Fabrikasi Membran Nanofibers Selulosa Asetat Termodifikasi TiO<sub>2</sub> Dengan Metode *Electrospinning* Untuk Degradasi Zat Warna”** yang merupakan salah satu syarat kelulusan bagi mahasiswa Fisika. Keberhasilan penulisan Laporan Skripsi ini tidak lepas dari dorongan dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Prof. Dr. Imam Taufiq, M.Ag, selaku rektor Universitas Islam Negeri Walisongo.
2. Dr. H. Ismail, M.Ag., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
3. Agus Sudarmanto M.Si selaku Ketua program studi Fisika Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang dan Muhammad Izaatul, M.Pd Faqih selaku Sekretaris program studi Fisika Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
4. Dr. Hamdan Hadi Kusuma, M.Sc dan Dr. Ervin Tri Suryandari, M.Si selaku dosen pembimbing yang senantiasa membimbing dan memberikan masukan



kepada kami selama proses penyusunan tugas akhir ini.

5. Sheilla Rully Anggita, S.Pd., M.Si selaku dosen di mata kuliah material yang selalu memberikan dukungan dan motivasinya kepada mahasiswa Fisika Material.
6. Widiyasturi, S.Pd., selaku PLP Laboratorium Fisika dan Anita Kurnia Z. S.Si., selaku PLP Laboratorium Kimia yang telah mengizinkan untuk melakukan riset di Laboratorium Fisika dan Kimia UIN Walisongo Semarang.
7. Segenap dosen, pegawai, dan civitas akademika di lingkungan Fakultas Sains Dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.
8. Bapak Sarmidin dan ibu Suryani yang telah mendidik dan membesarkan penulis dengan penuh kasih sayang, ketulusan, keikhlasan dan serta senantiasa memberikan semangat dan doa sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
9. Adikku tercinta dan saya sayangi, Aulia Dwi Cahyati.
10. Rekan saya, Intan Dyah Fulanjari yang telah memberikan semangat dan saran dalam penyelesaian skripsi ini.
11. Eksa Ramadana Saputra yang telah memberikan semangat dan support kepada penulis.

12. Teman-teman villa ngaliyan G3 yang telah menemani saya selama 4 tahun ini. Terutama rekan sealumni dan seperjuangan ayu, shinta dan ridha.
13. Teman-teman EPSILON dan warga Fisika lainnya yang telah memberikan dukungan do'a dan semangat kepada penulis.
14. Dan semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari akan adanya kekurangan dalam penulisan laporan ini karena keterbatasan wawasan dan pengetahuan. Untuk itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak agar lebih baik di masa yang akan datang. Semoga laporan penelitian Tugas Akhir ini dapat berguna dan dimanfaatkan dengan baik sebagai referensi bagi yang membutuhkan serta menjadi sarana pengembangan kemampuan ilmiah bagi semua pihak yang bergerak dalam bidang Fisika Material. Aamiin Ya Rabbal Alamiin.

Semarang, 15 Juli 2022

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>PERNYATAAN KEASLIAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>PENGESAHAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>NOTA DINAS.....</b>	<b>v</b>
<b>NOTA DINAS.....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>vii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR SINGKATAN.....</b>	<b>xvii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah .....	5
C. Tujuan Penelitian .....	5
D. Batasan Masalah .....	6
E. Manfaat Penelitian.....	6
<b>BAB II LANDASAN PUSTAKA .....</b>	<b>7</b>
A. Kajian Pustaka .....	7
1. Membran .....	7
2. <i>Nanofibers</i> .....	9
3. Nanofiltrasi.....	9
4. Selulosa Asetat .....	10
5. Titanium Dioksida (TiO <sub>2</sub> ).....	13
6. <i>Methyl red</i> .....	14
7. Aseton.....	16

8. N,N-Dimetilacetamida (DMAc) .....	16
9. <i>Electrospinning</i> .....	17
10. Karakterisasi .....	20
B. Kajian Penelitian Yang Relevan .....	25
C. Kerangka Berfikir .....	26
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>28</b>
A. Waktu dan Tempat Penelitian .....	28
B. Alat dan Bahan .....	28
1. Alat.....	28
2. Bahan .....	29
C. Rancangan Penelitian .....	29
D. Prosedur Penelitian.....	30
1. Penyiapan Larutan Selulosa Asetat .....	30
2. Pembuatan Membran <i>Nanofibers</i> Selulosa Asetat dengan Metode <i>Electrospinning</i> .....	30
3. Kondisi Optimum <i>Electrospinning</i> .....	31
4. Penyiapan Larutan CA-TiO <sub>2</sub> .....	32
E. Karakterisasi .....	33
1. Karakterisasi Morfologi Permukaan Menggunakan SEM .....	33
2. Karakterisasi Gugus Fungsi Menggunakan FTIR.....	33
3. Uji Sudut Kontak Membran .....	33
4. Degradasi Zat Warna <i>Methyl red</i> .....	34
F. Diagram Alir Penelitian .....	37
<b>BAB IV PEMBAHASAN .....</b>	<b>38</b>
A. Preparasi Larutan CA.....	38
B. Sintesis Membran <i>Nanofibers</i> CA.....	39

1. Konsentrasi Larutan CA.....	39
2. Tegangan .....	41
3. Jarak Spinneret dengan Kolektor.....	44
4. Laju Alir .....	46
C. Kondisi Optimum Membran <i>Nanofibers</i> CA .....	47
D. Preparasi Larutan CA-TiO <sub>2</sub> .....	48
E. Hasil Karakterisasi Membran.....	50
1. Karakterisasi SEM .....	50
2. Hasil Analisa Gugus Fungsi (FTIR).....	53
F. Uji Sudut Kontak Membran .....	55
G. Penentuan Panjang Gelombang Maksimum <i>Methyl red</i> .....	57
H. Hasil Analisis Kurva Kalibrasi .....	58
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>63</b>
A. Kesimpulan.....	63
B. Saran.....	64
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>65</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>84</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Proses pemisahan pada membran.....	7
Gambar 2. 2	Struktur selulosa .....	11
Gambar 2. 3	Struktur selulosa asetat.....	11
Gambar 2. 4	Struktur kristal TiO <sub>2</sub> .....	13
Gambar 2. 5	Struktur <i>Methyl red</i> .....	15
Gambar 2. 6	Struktur DMAc.....	17
Gambar 2. 7	Alat <i>electrospinning</i> .....	18
Gambar 2. 8	Skema pengaturan <i>electrospinning</i> .....	19
Gambar 2. 9	Skema dasar SEM.....	21
Gambar 2. 10	Alat pengujian FTIR.....	22
Gambar 2. 11	Sudut kontak pada permukaan membran (a) hidrofilik dan (b) hidrofobik.....	23
Gambar 2. 12	Spektrofotometer UV-Vis .....	25
Gambar 3. 1	Diagram alir penelitian.....	37
Gambar 4. 1	Larutan selulosa asetat.....	38
Gambar 4. 2	Hasil optimasi kensentrasi larutan CA (a) 12%, (b) 14%, (c) 16% dan (d) 18%.....	40
Gambar 4. 3	Hasil optimasi tegangan <i>electrospinning</i> (a) 7 kV, (b) 7,5 kV, (c) 8 kV, (d) 8,5 kV (e) 9 kV, (f) 9,5 kV, (g) 10 kV, (h) 10,5 kV dan (i) 11 kV....	43
Gambar 4. 4	Hasil optimasi jarak spinnert dengan kolektor (a) 10 cm, (b) 11 cm (c) 12 cm dan (d) 13cm	45

Gambar 4. 5	Hasil optimasi laju alir <i>electrospinning</i> (a) 0,02 mL/jam, (b) 0,04 mL/jam dan (c) 0,06 mL/jam .....	46
Gambar 4. 6	Kondisi optimum membran <i>nanofibers</i> CA .....	48
Gambar 4. 7	Larutan selulosa asetat-TiO <sub>2</sub> .....	49
Gambar 4. 8	Morfologi membran (a) CA 14% (b) CA-TiO <sub>2</sub> 1%, (c) CA-TiO <sub>2</sub> 3% dan (d) CA-TiO <sub>2</sub> 5% .....	50
Gambar 4. 9	Grafik distribusi serat membran <i>nanofibers</i> (a) CA 14%, (b) CA-TiO <sub>2</sub> 1%, (c) CA-TiO <sub>2</sub> 3% dan (d) CA-TiO <sub>2</sub> 5% .....	52
Gambar 4. 10	Spektrum FTIR CA 14%, CA TiO <sub>2</sub> 1%, CA TiO <sub>2</sub> 3% dan CA TiO <sub>2</sub> 5% .....	54
Gambar 4. 12	Gambar profil tetesan untuk sudut kontak pada permukaan membran a) CA 14%, b) CA-TiO <sub>2</sub> 1%, c) CA-TiO <sub>2</sub> 3% dan d) CA-TiO <sub>2</sub> 5% .....	56
Gambar 4. 13	Panjang gelombang maksimum <i>methyl red</i> ....	58
Gambar 4. 14	Grafik kurva larutan standart <i>methyl red</i> .....	60

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Kelebihan dan kekurangan membran selulosa asetat.....	12
Tabel 3.1	Komposisi massa selulosa asetat dan $TiO_2$ .....	32
Tabel 4. 1	Hasil pengujian EDX.....	53
Tabel 4. 2	Bilangan gelombang dan jenis ikatan CA-CA- $TiO_2$ .....	54
Tabel 4. 3	Hasil pengukuran sudut kontak.....	56
Tabel 4. 4	Data hasil pengukuran kurva kalibrasi standart <i>methyl red</i> .....	59
Tabel 4. 5	Hasil pengukuran sample setelah degradasi.....	61
Tabel 4. 6	Persentase absorpsi sampel setelah degradasi...	61



## DAFTAR SINGKATAN

CA : *Cellulose Acetate*

TiO<sub>2</sub> : Titanium Dioksida

DMAc : N, N-Dimetilacetamida

LS : Larutan Standart

FTIR : *Furier Transform Infrared*

SEM : *Scanning Electron Microscopy*

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Kemajuan teknologi yang pesat di Indonesia mempengaruhi perkembangan industri khususnya industri tekstil. Sebagian besar limbah industri tekstil berasal dari proses pewarnaan kain yang menggunakan pewarna tekstil dan berdampak signifikan terhadap lingkungan perairan. Pewarna banyak digunakan dalam industri pencelupan, karena terikat kuat pada kain yang menjadikan kain tidak mudah pudar (Setiyawati 2020).

Salah satu penyebab tingginya pencemaran adalah banyak limbah cair pewarna yang digunakan dalam industri pencelupan dan pencapan. Limbah industri tekstil mengandung zat warna dengan konsentrasi sekitar (20-30) mg/L sehingga sulit terurai secara alami, merusak ekosistem perairan dan beracun. Salah satu zat warna yang sering digunakan dalam industri tekstil adalah zat warna *methyl red*. Zat pewarna merah atau *Methyl red* ini berbahaya karena dapat menyebabkan alergi, iritasi kulit, dan kanker. Oleh Karena itu, diperlukan pengolahan limbah zat warna tekstil secara tepat dan efektif (Manurung, Hasibuan, and Irvan 2004; Widjajanti, Tutik, and Utomo 2011; Ahmad Sukron, Rika Endara Safitri 2019).

Tujuan pengolahan limbah adalah untuk menguraikan kandungan zat berbahaya seperti mikroba patogen, padatan tersuspensi dan senyawa yang tidak terurai oleh senyawa organik. Beberapa metode seperti klorinasi, biodegradasi, pengolahan ozon dan metode modern seperti koagulasi, oksidasi elektrokimia, reverse osmosis dan absorpsi menggunakan karbon aktif. Metode-metode tersebut cukup efektif namun membutuhkan biaya operasional yang cukup mahal sehingga kurang efisien untuk diterapkan (Fatimah and Wijaya 2005; Haryadi Aditya, Dwi Kartika 2012).

Metode yang sedang dikembangkan saat ini untuk mendegradasi zat warna pada limbah cair industri tekstil adalah fotodegradasi menggunakan fotokatalis. Titanium dioksida ( $\text{TiO}_2$ ) dikenal sebagai fotokatalis yang banyak digunakan untuk menguraikan permasalahan lingkungan seperti pencemaran limbah industri yang mengandung zat warna dan fenol. Beberapa keunggulan  $\text{TiO}_2$  dibandingkan fotokatalis lainnya adalah  $\text{TiO}_2$  memiliki sifat aktif dan stabil terhadap proses biologi dan kimia, tidak beracun, harganya murah, melimpah di alam, memiliki stabilitas kimia tinggi pada kisaran pH yang besar, katalis dan bahan kimia berbiaya rendah, tidak ada atau penghambatan rendah dengan keberadaan ion yang

umumnya berada di air, memerlukan kondisi reaksi yang relatif ringan dan berhasil menguraikan beberapa polutan beracun yang sulit untuk terurai (Wijaya, Tahir, and Dhamayanti 2005; Utubira et al. 2010; Bayarri et al. 2005).

TiO<sub>2</sub> sulit untuk dipulihkan kembali dalam pengolahan air limbah, karena memiliki sifat koloid dalam pelarut. Sehingga, diperlukan media membran yang mampu membawa TiO<sub>2</sub> mudah untuk dipisahkan dari hasil reaksinya. Sifat membran yang fleksibel membuatnya mudah diaplikasikan pada kondisi apapun. Selulosa asetat dapat digunakan sebagai membran karena ketangguhannya yang sangat baik, biokompatibilitas yang tinggi, potensi fluks yang tinggi, dan biaya yang relatif murah (Zhang et al. 2008; Lee et al. 2001; Prawithasari et al. 2015).

Keunggulan selulosa asetat sebagai bahan membran adalah mudah dibuat dan bahan bakunya dapat diperbaharui (*renewable*). Selulosa merupakan polimer yang tidak berbahaya dan dapat diproses ulang yang banyak digunakan dalam industri, baik dalam bentuk selulosa alami maupun yang dimodifikasi secara kimia untuk membuat turunannya. Membran yang terbuat dari bahan selulosa asetat dapat bekerja kisaran pH 2-10, pada suhu maksimum 50°C tetapi bersifat

hidrofilik karena adanya gugus rantai polimer yang dapat berinteraksi dengan molekul air melalui ikatan hidrogen, bersifat ramah lingkungan, biodegradable, dan harganya jauh lebih murah dibanding harga polimer lain seperti polisulfon dan polieter sulfon (Suhas et al. 2016; I. Wenten, Aryanti, and Hakim Diktat 2000; Raja 2016).

Membran berstruktur nano terutama *nanofibers* menjadi perhatian saat ini karena mampu memenuhi kebutuhan teknologi filtrasi yang efektif dan hemat biaya. *Nanofibers* adalah serat *ultrafine*, karena memiliki diameter dengan ukuran puluhan hingga ratusan nanometer. Studi tentang *nanofibers* sering dilakukan karena luas permukaan yang besar, ukuran pori yang kecil, dan sifat mekanik yang sangat baik (Sari 2018). *Nanofibers* pada dasarnya dapat dibuat dengan berbagai metode seperti teknik pemintalan serat multikomponen, *Melt Blowing* dan *electrospinning* (A.A. Almetwally et al. 2017). *Electrospinning* adalah salah satu metode untuk menghasilkan serat dengan memancarkan muatan listrik dari suatu larutan atau cairan polimer. Teknik ini dipatenkan oleh Formhals pada tahun 1934 (Marno et al. 2018). Serat nano yang dihasilkan dari metode ini rentang ukuran paling kecil yaitu 0,04 – 2 mikron (A.A. Almetwally et al. 2017).

Berdasarkan latar belakang di atas, maka pada penelitian ini akan dilakukan pembuatan membran *nanofibers* selulosa asetat termodifikasi  $\text{TiO}_2$  dengan metode *electrospinning* untuk degradasi zat warna

## **B. Rumusan Masalah**

Adapun permasalahan yang akan diteliti adalah:

1. Bagaimana penentuan kondisi optimum sintesis membran *nanofibers* selulosa asetat termodifikasi  $\text{TiO}_2$  pada *electrospinning*?
2. Bagaimana karakteristik membran *nanofibers* selulosa asetat termodifikasi  $\text{TiO}_2$ ?
3. Bagaimana kemampuan membran *nanofibers* selulosa asetat termodifikasi  $\text{TiO}_2$  dalam mendegradasi zat warna?

## **C. Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Untuk mengetahui kondisi optimum sintesis membran *nanofibers* selulosa asetat termodifikasi  $\text{TiO}_2$  pada *electrospinning*.
2. Untuk mengetahui karakteristik membran *nanofibers* selulosa asetat termodifikasi  $\text{TiO}_2$ .
3. Untuk mengetahui kemampuan membran *nanofibers* selulosa asetat termodifikasi  $\text{TiO}_2$  dalam mendegradasi zat warna.

#### **D. Batasan Masalah**

Mengingat banyaknya masalah yang berpengaruh pada penelitian ini, maka perlu adanya batasan masalah sebagai berikut :

1. Bahan yang digunakan dalam pembuatan membran adalah selulosa asetat dengan berat molekul yang digunakan yaitu 30.000 Da.
2. Ukuran partikel  $\text{TiO}_2$  yang digunakan 25 nm.
3. Karakterisasi membran ditentukan dengan pengujian SEM, FTIR, Sudut Kontak dan spektrofotometer UV-Vis.
4. Zat warna yang digunakan adalah *Methyl red*.
5. Pembuatan membran dilakukan dengan metode *electrospinning*.

#### **E. Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap perkembangan ilmu membran, khususnya untuk material membran *nanofibers* selulosa asetat yang di aplikasikan dalam berbagai macam proses filtrasi.

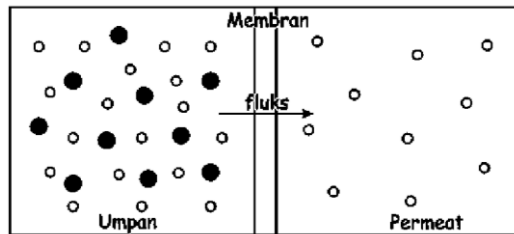
## BAB II

### LANDASAN PUSTAKA

#### A. Kajian Pustaka

##### 1. Membran

Membran berasal dari bahasa Latin "*membrana*" yang berarti kulit kertas. Istilah "*membran*" telah diperluas untuk menggambarkan suatu lembaran tipis fleksibel atau film yang bertindak sebagai pemisah selektif antara dua fase karena bersifat semipermeabel. Bersifat semipermeabel berarti membran tersebut dapat menahan spesies tertentu tetapi dapat melewatkan spesies lain.



Gambar 2. 1 Proses pemisahan pada membran (Mulder, 1996)

Membran adalah lapisan tipis yang karena permeabilitasnya dapat digunakan dalam proses pemisahan berbagai komponen. Proses pemisahan membran pada Gambar 2. 1 dapat terjadi karena perbedaan ukuran pori, bentuk dan struktur kimia.



Fase campuran yang akan dipisahkan disebut umpan (*feed*), dan hasil pemisahan disebut permeat (I. Wenten, Aryanti, and Hakim Diktat 2000; Baker 2004; Hidayat 2017).

Membran dibagi menjadi dua yaitu membran alami dan membran sintetis. Membran alami biasanya terbuat dari selulosa dan turunannya (seperti selulosa nitrat dan selulosa asetat). Membran sintetis contohnya poliamida, polisulfon, dan polikarbonat (Rautenbach, 1989 dalam (Widayanti 2013)).

Membran berfungsi untuk memisahkan material berdasarkan ukuran, bentuk molekul, menahan komponen dari umpan yang memiliki ukuran lebih besar serta melewatkan komponen yang mempunyai ukuran yang lebih kecil. Filtrasi membran berfungsi sebagai bahan pemisah, pemekatan dan pemurnian larutan (Muthia 2017).

Keunggulan teknologi membran adalah pemisahannya kontinu, biaya produksi rendah karena konsumsi energi rendah dan membran dapat disesuaikan dengan senyawa tambahan (Agustina 2005).

## 2. *Nanofibers*

Salah satu material tekstil yang dihasilkan oleh prinsip nanoteknologi adalah *nanofibers*. *nanofibers* dalam didefinisikan sebagai serat yang memiliki diameter sebesar 100 nm – 1  $\mu$ m (Wahyudi and Sugiyana 2011).

Menurut (Ramakrishna et al. 2005) *nanofibers* adalah membran tipis yang terbentuk pada kolektor selama proses *electrospinning* dari penguapan jet.

*Nanofibers* memiliki keunggulan diantaranya : luas permukaan yang tinggi, berpori dan tingkat modulus elastisitas. *Nanofibers* diaplikasikan dalam bidang energi dan listrik, kesehatan (himodialisis, drug release), tekstil, wound dressing dan lain-lain (Ramakrishna et al. 2005; Wahyudi and Sugiyana 2011).

## 3. Nanofiltrasi

Nanofiltrasi merupakan proses pemisahan membran yang menggunakan selaput tipis dengan ukuran pori 0,001 sampai 0,01  $\mu$ m. proses nanofiltrasi biasanya bekerja pada tekanan dari 0,3 hingga 1,4 MPa. Nanofiltrasi dapat didefinisikan sebagai gabungan dari ultrafiltrasi dan reverse osmosis. Oleh karena itu, nanofiltrasi memiliki selektivitas yang lebih baik daripada ultrafiltrasi dan memiliki tekanan operasi yang

lebih rendah daripada reverse osmosis (Buckley L 2004; Wahyu Rachmi Pusparini 2010).

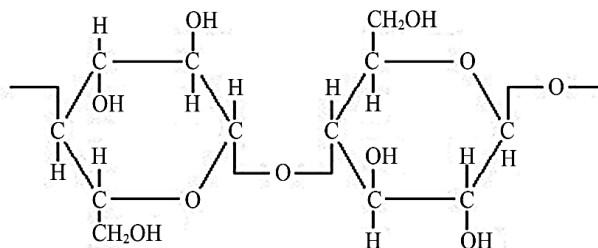
Nanofiltrasi memiliki beberapa keunggulan, antara lain tekanan operasi rendah dan fluks yang relatif tinggi, biaya operasi dan *maintenance* yang relatif rendah (Hilal et al. 2004).

Prinsip kerja membran nanofiltrasi didasarkan pada membran *semipermeable*, yang mana memisahkan komponen terlarut dengan melewatkan larutan melalui membran. Kemudian *permeate* terbentuk dan menahan yang lain untuk membentuk *retentate* (Buckley L 2004).

Nanofiltrasi banyak digunakan dalam berbagai aplikasi pada proses pemurnian air seperti pelunakan air, degradasi zat warna, penghilangan mikropolutan, desalinasi dan demineralisasi (Muliawati 2012; Damayanti 2013).

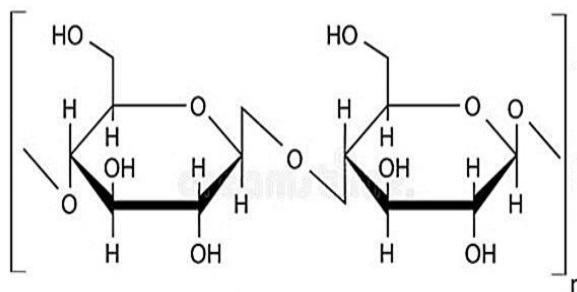
#### **4. Selulosa Asetat**

Selulosa adalah senyawa organik dengan rumus molekul  $(C_6H_{10}O_5)_n$  diperoleh dari serat dinding sel tumbuhan. Struktur selulosa berasal dari unit *anhidro glukopiranos* yang berikatan  $\beta$ -1,4 glikosidik dan membentuk rantai makromolekul yang tidak bercabang (Richards, Baker, and Iwuoha 2012). Struktur selulosa dapat dilihat pada Gambar 2. 2.



Gambar 2. 2 Struktur selulosa (Richards, Baker, and Iwuoha 2012)

Selulosa asetat adalah ester organik selulosa dalam bentuk padatan putih, tidak berbau, tidak berasa dan merupakan ester terpenting yang berasal dari asam organik yang digunakan sebagai membran filter, bahan kemasan, plastik, dan biodegradable. Struktur selulosa asetat dapat dilihat pada Gambar 2. 3.



Gambar 2. 3 Struktur selulosa asetat (Seto and Sari 2013)

Selulosa asetat adalah polimer pertama yang secara spesifik memenuhi untuk proses desalinasi bahan polimer lainnya seperti polivinil pirolidon

(PVP), polivinil alkohol (PVA), dan poliamida (Souhoka and Latupeirissa 2018; Merta 2015; Syahbanu 2015).

Membran yang terbuat dari polimer selulosa asetat bersifat hidrofilik karena rantai polimer memiliki gugus yang dapat berinteraksi dengan molekul air. Melalui ikatan hidrogen, selulosa asetat tidak cocok untuk pemisahan air seperti polisulfon dan polieter sulfon. Polimer Selulosa asetat banyak disintesis, tetapi Selulosa asetat yang baik untuk bahan membran harus mengandung setidaknya 39,5% Asetil (Raja 2016). Kelebihan dan kekurangan membran selulosa asetat dijelaskan pada Tabel 2. 1.

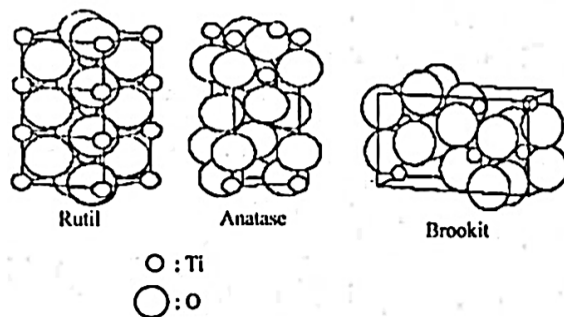
Tabel 2. 1 Kelebihan dan kekurangan membran selulosa asetat (Merta 2015)

<b>Parameter</b>	<b>Membran Selulosa Asetat</b>
Permeabilitas	Rendah
Surface hydrophilicity	Sangat hidrofilik
Surface roughness	Halus
Maksimum temperature	30°C
Ketahanan terhadap hidrolisis	Rendah, tidak stabil
Ketahanan terhadap biodegradasi	Rendah
Ketahanan terhadap klorin	Stabil (Klorin < 1 ppm)

Selulosa asetat memiliki keunggulan sebagai bahan dasar pembuatan membran karena memiliki struktur asimetris dengan lapisan aktif yang sangat tipis, mudah dibuat, bahan bakunya dapat diperbaharui (*renewable*), tahan terhadap pengendapan dan menciptakan keseimbangan sifat hidrofilik dan hidrofobik (Nakao et al. 2021).

## 5. Titanium Dioksida ( $\text{TiO}_2$ )

Titanium dioksida ( $\text{TiO}_2$ ) adalah kristal putih dengan indeks bias yang sangat tinggi dan titik leleh  $1855^\circ\text{C}$ , tersusun atas ion  $\text{Ti}^{4+}$  dan  $\text{O}^{2-}$  dengan bentuk senyawa oktahedral (Nurdin et al. 2010). Setiap ion  $\text{Ti}^{4+}$  dikelilingi oleh enam atom oksigen.  $\text{TiO}_2$  mempunyai tiga macam struktur kristal yaitu *rutile*, *anatase* dan *brookite* (Gambar 2. 4) (Khusnan 2014).



Gambar 2. 4 Struktur kristal  $\text{TiO}_2$  (Pataya, Gareso, and Juarlin 2016)

*Anatase* sering digunakan untuk katalis fotodegradasi. Struktur kristal *anatase* memiliki struktur tetragonal dengan parameter kisi kristal dan sifat fisika yang berbeda (Linsebigler, Lu, and Yates 1995). Pada penelitian ini digunakan  $\text{TiO}_2$  dengan fase *anatase*.

Penambahan  $\text{TiO}_2$  pada membran sintesis dapat memperbaiki sifat fisik membran sehingga membran tidak mudah terurai, meningkatkan hidrofilitas membran dan fluks serta menambah efektifitas selulosa asetat- $\text{TiO}_2$  (Setyawan 2012).

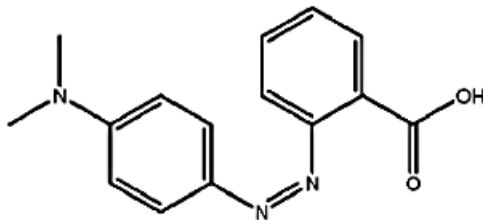
## 6. *Methyl red*

*Methyl red* banyak digunakan sebagai pewarna azo pada laboratorium, industri tekstil dan di industri lainnya. Zat warna azo merupakan jenis pewarna sintesis dan memiliki sistem kromofor dari gugus azo (-N=N-) yang terikat pada gugus aromatik (Manurung, Hasibuan, and Irvan 2004).

*Methyl red* atau metil merah merupakan senyawa organik dengan rumus kimia  $\text{C}_{15}\text{H}_{15}\text{N}_3\text{O}_2$ , senyawa ini banyak digunakan sebagai indikator titrasi asam basa. Indikator berwarna merah pada pH dibawah 4,4 dan berwarna kuning di atas 6,2 transisi warna yang

dihasilkan berwarna orange (Riana 2005). Struktur molekul *methyl red* dapat dilihat pada Gambar 2. 5.

Larutan *methyl red* dapat membedakan antara larutan asam dan larutan netral. Larutan asam yang ditetesi *methyl red* akan berwarna merah, sedangkan larutan netral tetap berwarna merah. Namun, *methyl red* juga menyebabkan larutan basa berwarna kuning. *Methyl red* tidak dapat digunakan untuk menentukan suatu larutan bersifat basa atau netral (Purnomo 2010).



Gambar 2. 5 Struktur *Methyl red* (Mas Haris and Sathasivam 2009)

*Methyl red* digunakan sebagai pewarna dalam tekstil, kertas, kulit, keramik, kosmetik, tinta dan makanan. *Methyl red* sangat beracun bagi makhluk hidup karena limbah cair yang dihasilkan tahan terhadap dekomposisi, stabil terhadap cahaya, suhu dan oksidasi (Mahmoud et al. 2009). Penggunaan *methyl red* dapat menyebabkan iritasi mata dan kulit, iritasi saluran pencernaan dan tenggorokan jika



terhirup atau tertelan (Badr, Abd El-Wahed, and Mahmoud 2008).

## 7. **Aseton**

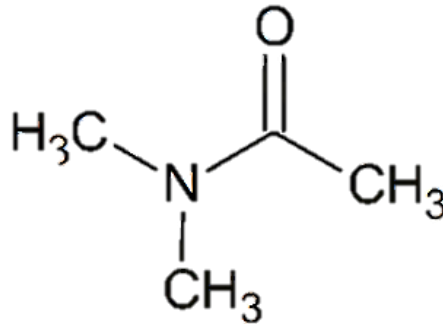
Aseton merupakan senyawa keton yang paling sederhana berupa cairan yang tidak berwarna dan mudah terbakar yang dapat larut dalam berbagai perbandingan seperti air, etanol, dietil eter dan lain sebagainya. Aseton adalah senyawa karbonil dengan gugus fungsi keton (-CO). (Prasetyo et al. 2020).

Aseton memiliki kerapatan 0,79 g/cm<sup>3</sup> dimana larut dalam air dan memiliki titik didih 56,2°C. Pembuatan membran selulosa asetat menggunakan aseton sebagai pelarut menghasilkan membran dengan pori yang rapat (I. Wenten, Aryanti, and Hakim Diktat 2000).

## 8. **N,N-Dimetilacetamida (DMAc)**

Pelarut yang memiliki sifat pelarut yang tinggi dan sering digunakan untuk melarutkan polimer polisulfon dan membran selulosa asetat adalah N, N-dimetilacetamida (DMAc). DMAc memiliki rumus molekul C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>NO yang merupakan senyawa yang terbuat dari tris (N,N-dimetilamina) fosfat dan asam asetat anhidrida yang mampu melarutkan polisulfon dengan baik hingga larutan menjadi homogen

(Strecher, 1960 dalam (Putra 2017)). Struktur N,N-dimetilacetamida ditunjukkan pada Gambar 2. 6.



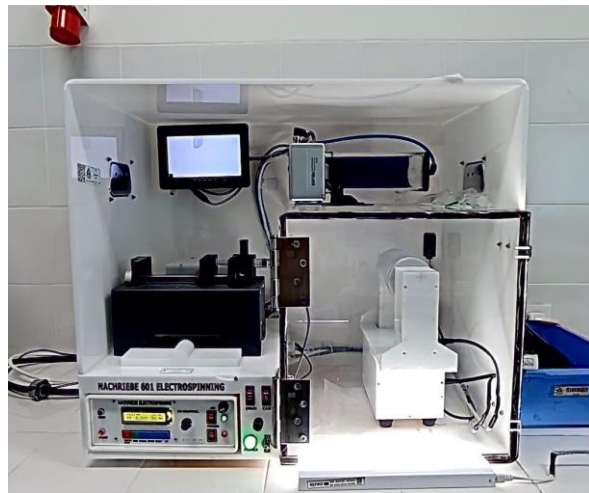
Gambar 2. 6 Struktur DMAc (Brandrup, Immergut, and Grulke 1999)

DMAc memiliki berat jenis 0,94 kg/L yang sangat baik dalam melarutkan polisulfon, memiliki titik didih yang tinggi yaitu di atas 164,5°-166°C, titik leleh -20°C, tidak mudah menguap, beracun serta dapat menyebabkan iritasi kulit dan mata (Baker 2004; Brandrup, Immergut, and Grulke 1999).

## 9. *Electrospinning*

*Electrospinning* adalah proses yang terjadi ketika ada beda potensial antara larutan dan kolektor. Medan listrik eksternal sering digunakan untuk mengontrol jet *electrospinning* yang digunakan. Prinsip kerja *electrospinning* adalah mengalir cairan polimer (dalam bentuk larutan atau lelehan) dengan medan listrik bertegangan tinggi hingga menghasilkan untaian jet

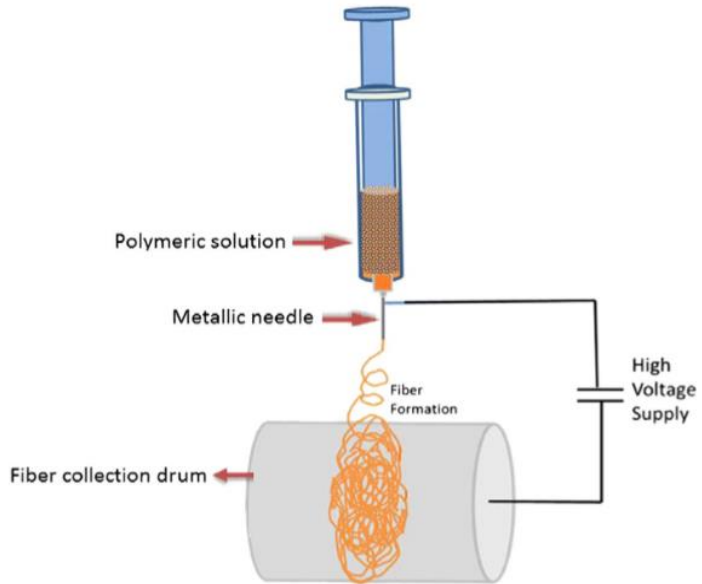
yang keluar terus menerus secara kontinyu dari nosel menuju *grounded* kolektor yang memiliki muatan listrik berlawanan. Hasil dari proses ini menghasilkan serat polimer dengan diameter dalam kisaran sub *micron* (Prestisya 2016; Marno et al. 2018). Alat *electrospinning* dapat dilihat pada Gambar 2. 7



Gambar 2. 7 Alat *electrospinning*

Proses *electrospinning* menggunakan larutan polimer yang masuk dalam tabung semprot (*syringe*). Larutan ini didorong ke ujung jarum oleh pompa *syringe* sehingga terbentuk tetesan berbentuk setengah bola. Ketika tegangan listrik sebesar 5-40 kV dialirkan, ujung jarum yang terbentuk tetesan setengah bola akan meregang dan membentuk jet (*taylor cone*). Selama proses ini, larutan akan menguap dan jet akan

memadat membentuk jaringan *nanofibers* pada kolektor (He et al. 2008). Mekanisme *electrospinning* dapat dilihat pada Gambar 2. 8.



Gambar 2. 8 Skema pengaturan *electrospinning* (Ahmed, Lalia, and Hashaikeh 2015)

Keuntungan dari *electrospinning* adalah dapat mengontrol morfologi, keseragaman dan porositas untuk menghasilkan serat nano yang sangat panjang atau kontinyu, serta prosesnya juga mudah dilakukan, tetapi tingkat produksinya masih rendah (He et al. 2008).

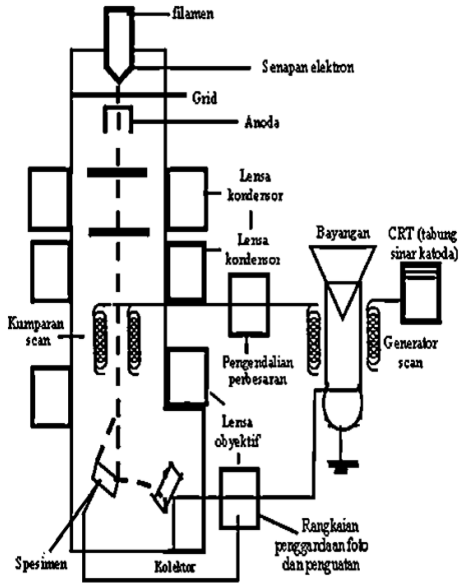
## 10. Karakterisasi

### a. *Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersiv X-Ray (SEM-EDX)*

*Scanning Electron Microscopy* (SEM) adalah jenis mikroskop elektron yang menggunakan berkas elektron untuk menggambarkan bentuk permukaan material yang akan dianalisis (Anggara 2016).

Prinsip kerja SEM adalah dimulai dengan berkas elektron primer dengan energi kinetik 1-25 kV mengenai sampel membran. Setelah mengenai membran, elektron tersebut dipantulkan atau dipancarkan. Elektron yang dipantulkan ini disebut dengan *secondary electron* yang akan muncul dan menentukan Gambar yang teramati pada layar *micrograph* pada alat SEM (Nugroho 2014).

Karakteristik bahan menggunakan SEM dimanfaatkan untuk mengidentifikasi struktur topografi permukaan, ukuran butir, cacat struktural, dan komposisi pencemaran suatu bahan. Hasil yang diperoleh berupa *scanning electron micrograph* yang menyajikan bentuk tiga dimensi berupa Gambar (Lestari 2016). Berikut skema dasar SEM pada Gambar 2. 9.



Gambar 2. 9 Skema dasar SEM (Bishop, 2000)

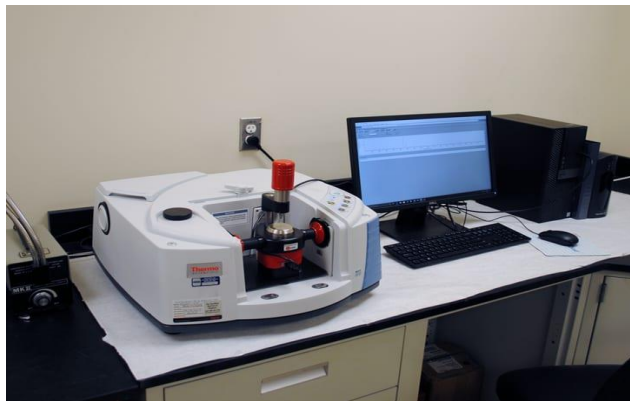
Sebagian besar perangkat SEM dilengkapi dengan kemampuan *Energy Dispersive X-Ray* (EDX) Untuk menentukan komposisi kimia pada permukaan sampel. EDX dihasilkan dari sinar-X, yaitu dengan menembakkan sinar-X pada posisi yang diinginkan maka akan muncul puncak-puncak tertentu yang mewakili unsur yang terkandung (Anshori 2009).

**b. Fourier Transform Infrared (FTIR)**

Salah satu metode spektroskopi yang sering digunakan adalah metode spektroskopi FTIR (*Fourier Transform Infrared*), yaitu metode

spektroskopi inframerah modern yang dilengkapi dengan teknik transformasi Fourier untuk mendeteksi dan menganalisis hasil spektrumnya. FTIR merupakan salah satu teknik spektroskopi optik yang secara efektif dapat memberikan informasi tentang komposisi bahan kimia pada tingkat molekul (Cholifah 2009; Putera 2012). Berikut alat pengujian FTIR pada Gambar 2. 10.

Keuntungan menggunakan FTIR adalah dapat menganalisis senyawa organik atau non organik dalam berbagai bentuk fisik (padat, cair dan gas) tanpa merusak sampel yang dianalisis dan memiliki referensi standart untuk berbagai senyawa kimia yang telah diterbitkan di seluruh dunia sehingga dapat digunakan sebagai referensi ketika menganalisis spektrum (Uddin 2012).

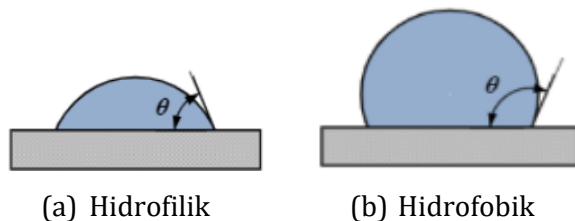


Gambar 2. 10 Alat pengujian FTIR (Aprianto 2018)

### c. Uji Sudut Kontak

Uji sudut kontak air (*contact angle*) dilakukan untuk mengetahui sifat hidrofobik permukaan film/membran. Sifat hidrofobik merupakan sifat anti air sedangkan, hidrofilik sebaliknya. Sudut kontak ( $\theta$ ) adalah sudut yang dibentuk oleh sebuah garis singgung terhadap cairan pada garis kontak dan sebuah garis yang melewati bagian bawah tetesan (I. G. Wenten et al. 2015).

Permukaan membran yang bersifat hidrofobik memiliki sudut kontak antara  $90^\circ$ - $150^\circ$  dan bersifat hidrofilik memiliki sudut kontak antara  $10^\circ$ - $90^\circ$  (Marmur et al. 2017). Berikut Gambar 2. 10 sudut kontak pada permukaan hidrofobik dan hidrofilik .



Gambar 2. 11 Sudut kontak pada permukaan membran (a) hidrofilik dan (b) hidrofobik (Karthick and Maheshwari 2008)



#### **d. Spektrofotometer *Uv-vis***

Degradasi zat warna dapat menyebabkan reduksi suatu zat warna. Berkurangnya konsentrasi zat warna dapat dianalisis dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Spektrofotometer UV-Vis didefinisikan sebagai metode analisis kimia berdasarkan pengukuran jumlah energi radiasi yang diserap oleh suatu zat sebagai fungsi panjang gelombang (Prameswari 2013).

Spektrofotometer UV-Vis digunakan untuk mempelajari sifat absorpsi suatu material pada rentang panjang gelombang UV 200 nm-700 nm hingga mencakup semua panjang gelombang cahaya tampak (Abdullah and Khairurrijal 2009).

Prinsip dasar spektrofotometer UV-Vis adalah terjadinya transisi elektronik yang disebabkan oleh penyerapan sinar UV-Vis sehingga dapat mengeksitasi elektron dari orbit kosong (Praistia 2012). Pengukuran dengan spektrofotometer UV-Vis dapat memberikan informasi berupa absorbansi suatu larutan (Gunadi 2008).



Gambar 2. 12 Spektrofotometer UV-Vis

Spektrofotometer UV-Vis beroperasi pada sekitar 200-1000 nm. Sampel spektrofotometer UV-Vis biasanya berupa larutan, tetapi dapat juga mengukur penyerapan gas dan padatan. Sampel biasanya ditempatkan dalam kuvet transparan. Ketika radiasi atau cahaya putih melewati larutan pewarna, maka radiasi dengan panjang gelombang tertentu akan diabsorpsi secara selektif dan radiasi lainnya akan diteruskan (Gunadi 2008).

## **B. Kajian Penelitian Yang Relevan**

Penelitian oleh (Rahmiati, Wafiroh, and Pudjiastuti 2018) mensintesis membran fotokatalitik *hollow fiber* selulosa asetat-TiO<sub>2</sub> dengan metode inversi fasa untuk degradasi *remazol red 198*. Membran *hollow fiber* selulosa asetat-TiO<sub>2</sub> efektif dalam mendegradasi zat warna remazol red.

Sintesis membran selulosa asetat dengan metode *electrospinning* dilakukan oleh (Homayoni, Ravandi, and Valizadeh 2009). Hal ini juga dilakukan oleh (Prestisya 2016) mensintesis membran *nanofibers* selulosa asetat dengan metode *electrospinning*. membran *nanofibers* yang dihasilkan belum dapat diaplikasikan dalam proses hemodialisis kreatinin disebabkan dari hasil uji kinetik membran, memiliki nilai fluks yang terlalu tinggi dan koefisien rejeksi.

Sintesis membran fotokatalitik dari selulosa diasetat serat daun nanas dan  $\text{TiO}_2$  juga dilakukan oleh (Sofiana 2011) yang digunakan untuk degradasi *congo red*. Pembuatan membran dilakukan dengan metode inversi fasa menggunakan campuran selulosa diasetat, formamida, aseton dan  $\text{TiO}_2$ . Membran dengan sifat mekanik dan kinerja optimum diperoleh pada membran dengan komposisi  $\text{TiO}_2$  1% dengan waktu penguapan 30 detik. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa membran mampu mendegradasi *congo red*.

### **C. Kerangka Berfikir**

Penelitian ini mensintesis selulosa asetat dengan modifikasi  $\text{TiO}_2$  menjadi membran *nanofibers*. metode yang digunakan adalah metode *electrospinning*. Serbuk selulosa asetat dilarutkan pada pelarut aseton/DMAC, kemudian difabrikasi menggunakan *electrospinning*

untuk mengetahui kondisi optimumnya dan karakterisasi menggunakan SEM untuk mengetahui morfologi permukaan serta karakterisasi FTIR untuk mengetahui gugus fungsinya.

Membran selulosa asetat dimodifikasi dengan Titanium Dioksida ( $\text{TiO}_2$ ) dan difabrikasi dengan menggunakan *electrospinning* untuk mengetahui kondisi optimumnya dan dikarakterisasi menggunakan SEM, FTIR dan sudut kontak. Dilakukan Uji degradasi zat warna menggunakan zat warna *methyl red* pada Membran selulosa asetat- $\text{TiO}_2$  hasil yang didapatkan berupa data absorbansi dari masing-masing sampel. Sehingga persen asorpsi yang terserap oleh membran *nanofibers*.

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **A. Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilakukan pada bulan April 2022 sampai Juni 2022. Pembuatan membran CA dan CA-TiO<sub>2</sub> dengan *electrospinnig* dilakukan di Laboratorium Fisika Material Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang. Pengamatan Microskop optic dilakukan di laboratorium Biologi fakultas sains dan teknologi UIN Walisongo semarang. Analisa gugus fungsi dengan FTIR dilakukan di Laboratorium Fisika Material Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang, analisa morfologi permukaan dengan SEM-EDX dilakukan di Laboratorium MIPA Universitas Negeri Semarang, Uji sudut kontak dilakukan di Laboratorium Terpadu Universitas Diponegoro dan uji degradasi zat warna dilakukan di Laboratorium Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.

#### **B. Alat dan Bahan**

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

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain gelas beker, hot plate, timbangan analitik, *syringe*, kertas saring, *erlenmeyer*, penggaris, pipet, *Aluminium Foil*, selotip, *Magnetic Stirrer*, batang

pengaduk, labu ukur, kaca preparat, *Mikroskop optic* binokuler, FTIR, SEM (Phenom Pro-X), Sudut Kontak (OCA 25), Spektrofotometer Uv-Vis (PRO801ES) dan *Electrospinning* (Dinamo Ex Printer 12-24V serial STD MTR QK1-4677 speed rate 3200 rpm).

## 2. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain (Mehrabi et al. 2017) *Cellulose Acetate* (CA; Sigma Aldric; *Acetyl Content*; 39,8 %; Berat Molekul; 30.000 Da), *Titanium Dioksida* (TiO<sub>2</sub>; Aldrich), Aquades, *N,N-Dimethylacetamide* (DMAc; Sigma Aldrich), Zat warna (*Methyl red*; Sigma Aldrich), Aseton.

## C. Rancangan Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian yang bersifat eksperimental laboratorium. Penelitian ini meliputi dua tahapan yaitu tahap sintesis membran *nanofibers* selulosa asetat Titanium Dioksida (TiO<sub>2</sub>) dan tahap pengujian degradasi zat warna pada membran serta karakterisasi struktur permukaan dengan SEM, karakterisasi gugus fungsi menggunakan FTIR dan uji hidrofobilitas membran dengan sudut kontak.

## **D. Prosedur Penelitian**

### **1. Penyiapan Larutan Selulosa Asetat**

Sejumlah bubuk CA dilarutkan dalam 3:1 v/v aseton/DMAC sehingga diperoleh larutan CA dengan konsentrasi tertentu. bahan tersebut diaduk dengan *magnetic stirrer* selama 24 jam hingga homogen (Mehrabi et al. 2017).

### **2. Pembuatan Membran *Nanofibers* Selulosa Asetat dengan Metode *Electrospinning***

Selulosa asetat yang sudah disintesis selanjutnya diproses menjadi membran *nanofibers* dengan metode *electrospinning*. Larutan CA dimasukkan ke dalam *syringe* bervolume 10 mL, kemudian larutan dialirkan melalui selang silikon menuju spinneret. Pada saat larutan CA mengalir ke dalam selang hingga ujung spinneret harus dipastikan tidak terdapat gelembung udara yang terperangkap dalam selang silikon. Ujung logam spinneret kemudian dihubungkan dengan tegangan tinggi DC (*direct current*) dengan cara mengencangkan ulir yang terdapat pada penyangga spinneret tersebut (Wahyudi and Sugiyana 2011). Kemudian lembaran aluminium foil diletakkan di atas kolektor. Ketika gaya elektrostatik cukup besar dan mampu mengatasi tegangan permukaan, maka jet

polimer (*Taylor's cone*) akan terbentuk. Jet polimer akan mengalami proses penguapan pelarut selama perjalanan menuju kolektor, sehingga *nanofibers* polimer kering akan terbentuk di kolektor (Irfan and Sosiati 2020).

### 3. **Kondisi Optimum *Electrospinning***

Pengamatan yang dilakukan terhadap parameter *electrospinning* yang berpengaruh pada pembentukan serat nano meliputi: konsentrasi larutan polimer, jarak spinneret terhadap kolektor, tegangan listrik yang digunakan dan laju alir.

#### a. Konsentrasi larutan

Konsentrasi CA dibuat sebanyak 4 sampel dengan variasi 12, 14, 16, dan 18% ( $b/v$ ) (Mehrabi et al. 2017).

#### b. Tegangan

Tegangan yang digunakan dalam penentuan kondisi optimum membran CA menggunakan variasi 7; 7,5 ; 8; 8,5 ; 9; 9,5; 10; 10,5 dan 11 kV.

#### c. Jarak spinneret dengan kolektor

Jarak diukur dari ujung spinneret hingga kolektor menggunakan penggaris dengan variasi 10, 11, 12 dan 13 cm.



d. Laju alir

Untuk melakukan pengontrolan morfologi nanoserat, laju alir diubah-ubah dari 0,02 ; 0,04 dan 0,06 mL/jam.

*Nanofibers* yang terbentuk dilepas dari *Aluminium foil* dan kemudian dikarakterisasi.

#### 4. Penyiapan Larutan CA-TiO<sub>2</sub>

Penyiapan larutan CA-TiO<sub>2</sub> sama seperti penyiapan larutan membrane *nanofibers* selulosa asetat. Selulosa asetat dengan konsentrasi optimum dilarutkan dalam 3:1 v/v aseton/DMAC (Mehrabi et al. 2017) dan ditambahkan bubuk TiO<sub>2</sub>. Bahan tersebut diaduk dengan pengadukan konstan selama 24 jam hingga homogen. Komposisi perbandingan massa selulosa asetat dan TiO<sub>2</sub> yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 3. 1 :

Tabel 3.1 Komposisi massa selulosa asetat dan TiO<sub>2</sub> (Mehrabi et al. 2017; Setyawan 2012)

Sampel	CA Optimum (b/v)	TiO <sub>2</sub> (b/b)
S1	CA	0,0%
S2	CA	1%
S3	CA	3%
S4	CA	5%

## **E. Karakterisasi**

### **1. Karakterisasi Morfologi Permukaan Menggunakan SEM**

Karakterisasi morfologi permukaan selulosa asetat dianalisis menggunakan SEM. Sample ditempatkan dan diletakkan di atas SEM *specimen holder*. Divakumkan ruang sample hingga  $10^{-6}$  toor. Setelah itu dilakukan pengoprasian alat (Sujatno et al. 2017). Analisa *Scanning Electron Microscope* (SEM) dilakukan di Laboratorium Sains dan Teknologi UIN Walisongo

### **2. Karakterisasi Gugus Fungsi Menggunakan FTIR**

Karakterisasi FTIR pada membran bertujuan untuk mengetahui dan melihat gugus fungsi apa saja yang terdapat pada membran *nanofibers* selulosa asetat dan membran *nanofibers* selulosa asetat-TiO<sub>2</sub>. Pengukuran dilakukan pada rentang bilangan gelombang 4000 - 400 cm<sup>-1</sup> (Mehrabi et al. 2017).

### **3. Uji Sudut Kontak Membran**

Membran dianalisis sifatnya terhadap air dengan sudut kontak ( $\theta$ ). Sudut kontak diukur menggunakan alat *Optical Contact Angle* (OCA) disuhu 25°C pada sisitem sudut kontak. Air 1 $\mu$ L diteteskan perlahan ke permukaan membran dan sudut kontak dinamis

ditentukan menggunakan sistem analisis optimal dari nilai rata-rata pengukuran 3 kali dan kesalahan pengukuran adalah  $\pm 3^\circ$  (Agustina 2005).

#### **4. Degradasi Zat Warna *Methyl red***

##### **a. Preparasi Larutan Zat Warna *Methyl red***

Larutan induk 100 ppm dibuat dengan cara menimbang zat warna *methyl red* sebanyak 1,000 gram, dilarutkan dengan aquades pada labu ukur 1000 mL (Prameswari 2013).

##### **b. Penentuan Panjang Gelombang Maksimum**

Penentuan panjang gelombang maksimum untuk zat warna *methyl red* dilakukan dengan mengukur absorbansi salah satu larutan standart pada range panjang gelombang 200-900 nm, dengan menggunakan alat spektrofotometer UV-Vis (Ratnawati 2021). Hasil absorbansi maksimum yang diperoleh merupakan panjang gelombang optimum yang digunakan dalam penelitian.

##### **c. Pembuatan Kurva Kalibrasi**

Larutan zat warna *methyl red* dibuat dengan konsentrasi 0,0001% ; 0,0005% ; 0,001% ; 0,0025% dan 0,005%. Kemudian diukur absorbansi masing-masing konsentrasi larutan zat warna *methyl red* dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang

gelombang maksimum (Agus Imam Ghozali, Warlan Sugiyo 2012). Kemudian dibuat kurva standart dengan sumbu  $x$  adalah konsentrasi, sumbu  $y$  adalah absorbansi,  $a$  sebagai slope/kemiringan dan  $b$  sebagai *intercept*. Maka diperoleh persamaan garis (Irviyanti 2019).

$$y = ax + b \quad (3.1)$$

**d. Preparasi Larutan**

Konsentrasi zat warna *methyl red* yang digunakan adalah 40 ppm. Larutan dibuat dengan cara menimbang zat warna *methyl red* sebanyak 40 mg kemudian dilarutkan dalam akuades hingga volumenya mencapai 1000 mL pada labu ukur 1000 mL. sehingga didapatkan larutan zat warna *methyl red* dengan konsentrasi 40 ppm (Purnomo 2010).

**e. Proses Degradasi**

Proses degradasi zat warna *methyl red* dilakukan dengan cara memasukkan *Nanofibers* yang sudah dipotong dengan ukuran 3x3 cm dimasukkan ke dalam gelas ukur yang berisi larutan zat warna *methyl red* dengan konsentration 40 ppm, kemudian di aduk menggunakan magnetic stirrer selama 4 jam. Setelah proses degradasi maka *nanofibers* dipisahkan dari larutannya

menggunakan kertas saring dan larutan diukur menggunakan Spektrofotometer UV-Vis.

**f. Pengukuran Kandungan Atau Kadar *Methyl red* Setelah Degradasi**

Larutan hasil degradasi diukur absorbansinya pada  $\lambda$  maks dengan spektrofotometer UV-Vis. Data yang diperoleh berupa Absorbansi dari masing-masing sampel. Kemudian disubstitusikan ke persamaan garis lurus yang didapatkan pada pembuatan kurva standart, dengan sumbu  $x$  adalah konsentrasi larutan dan absorbansi sebagai sumbu  $y$  sehingga konsentrasi sampel dapat diketahui (Chandra, Syah, and Widati 2012). Dari persamaan 3.1 maka konsentrasi larutan dapat dihitung dengan persamaan

$$x = \frac{y-b}{a} \quad (3.2)$$

Dimana  $x$  adalah konsentrasi larutan dan  $y$  sebagai absorbansi ( $A$ ). Maka absorpsi yang terserap dapat dihitung dengan persamaan ((wang et al., 2019) dalam (Prayitno and Wahyuni 2021)):

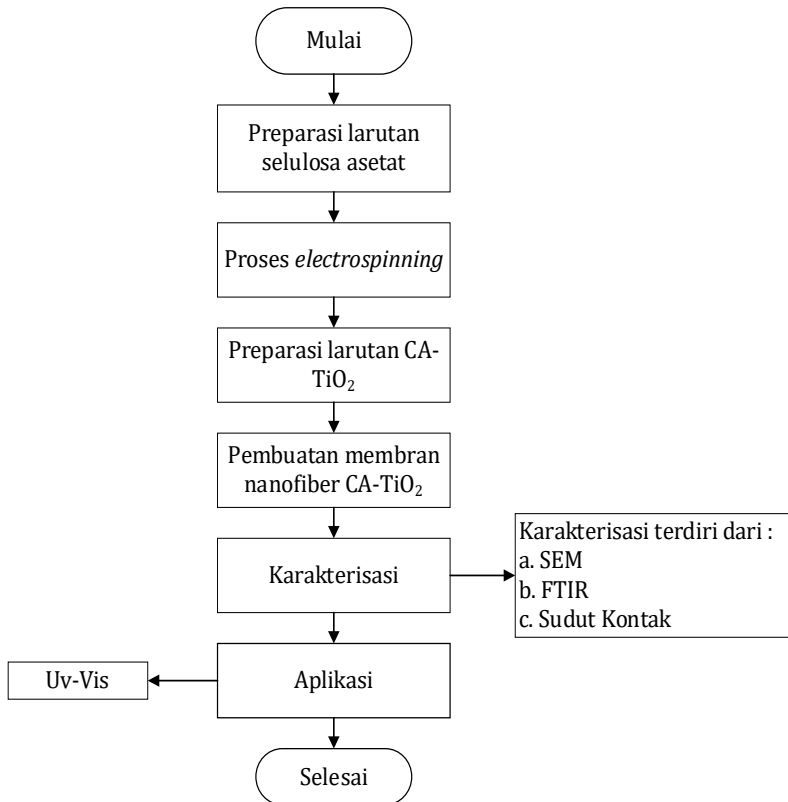
$$\text{Absorpsi terserap \%} = \frac{x_0 - x_1}{x_0} \times 100\% \quad (3.3)$$

Dimana  $x_0$  adalah konsentrasi awal larutan dan  $x_1$  adalah konsentrasi akhir larutan

## F. Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian dapat dilihat pada gambar

3. 1.



Gambar 3. 1 Diagram alir penelitian

## BAB IV

### PEMBAHASAN

#### A. Preparasi Larutan CA

Pada pembuatan larutan CA, bubuk CA dilarutkan dalam DMAc/Aseton secara perlahan agar polimer CA larut. Proses pelarutan dibantu dengan pengadukan menggunakan *magnetic stirrer* agar larutan homogen, dilakukan dalam *erlenmeyer* tertutup yang ditunjukkan pada Gambar 4. 1 selama 24 jam untuk menghindari larutan mengguap (Yuniar 2019). Setelah larutan CA larut, larutan selanjutnya dimasukkan ke dalam *syringe*. Larutan didiamkan pada suhu ruangan tetap dengan kondisi yang tertutup rapat, hal ini bertujuan untuk menghilangkan gelembung udara yang disebabkan pengadukan. Dari preparasi larutan selulosa selulosa asetat didapatkan larutan selulosa asetat dengan konsentrasi 12%, 14% 16% dan 18%.



Gambar 4. 1 Larutan selulosa asetat

## **B. Sintesis Membran *Nanofibers* CA**

Dalam pembuatan membran *nanofibers* untuk menghasilkan *nanofibers* yang baik perlu dilakukan optimasi *electrospinning*. Optimasi *electrospinning* yaitu menentukan parameter jarak ujung jarum ke kolektor, tegangan dan laju alir *electrospinning* serta konsentrasi larutan yang sesuai, sehingga menghasilkan nonofiber yang teratur dan memiliki serat yang berdiameter kecil. Ketika optimasi larutan CA, larutan CA dipintal dan dikumpulkan pada kaca preparat yang kemudian diamati permukaannya menggunakan mikroskop seperti yang dilakukan oleh Suryandari et al. 2019. Sampel yang dibuat sebanyak 212 sampel, kondisi optimum membran dilihat dari Gambar hasil *microscope* yang terlampir pada lampiran 1 optimasi *electrospinning* .

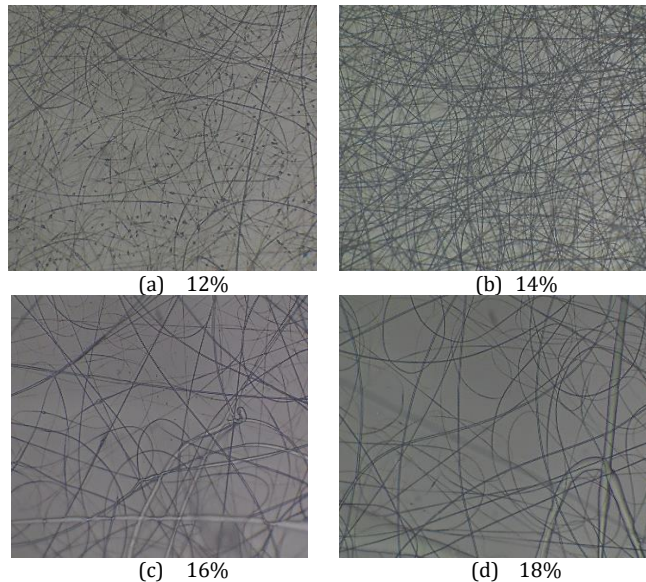
Pada optimasi konsentrasi larutan, dilakukan optimasi dengan variasi jarak, tegangan dan laju alir. Ketika laju alir, jarak dan konsentrasi larutan tetap maka yang divariasikan adalah tegangan, begitu pula seterusnya.

### **1. Konsentrasi Larutan CA**

Konsentrasi larutan dalam pembuatan membran sangat mempengaruhi sifat fisik membran. Larutan yang digunakan dalam *electrospinning* harus



mempunyai viskositas larutan. Viskositas larutan pada proses *electrospinning* berfungsi untuk membantu menyeimbangkan larutan saat terkena medan listrik (Saehana, Iskandar, and Abdullah 2013). Adapun konsentrasi larutan CA yang digunakan yaitu 12, 14, 16 dan 18%.



Gambar 4. 2 Hasil optimasi konsentrasi larutan CA (a) 12%, (b) 14%, (c) 16% dan (d) 18%

Berdasarkan Gambar 4. 1 (a) konsentrasi 12%, serat yang terbentuk terdapat banyak *beads*. Hal ini karena, konsentrasi larutan yang rendah tidak cukup mampu untuk mencegah pecahnya jet yang disebabkan oleh gaya coulomb antara jarum *syringe (metallic needle)* dan kolektor sehingga menimbulkan

*electrospraying*. Oleh karena itu, hasil yang didapatkan berupa *beads* (Haider, Haider, and Kang 2015). Pada Gambar 4. 1 (b) konsentrasi 14%, serat yang dihasilkan seragam dan tidak ada *beads*. Hal ini karena, konsentrasi yang digunakan sesuai sehingga menghasilkan serat yang seragam tanpa adanya *beads*.

Sedangkan pada Gambar 4.2 (c) konsentrasi 16% dan (d) konsentrasi 18%, serat yang terbentuk tidak memiliki *beads* akan tetapi ukuran serat yang dihasilkan tidak seragam. Hal ini karena, konsentrasi yang terlalu tinggi mengakibatkan gaya viskoelastik susah untuk menarik droplet menuju taylor (H. Liu and Tang 2007). Sehingga droplet mengalami pemanjangan dan penipisan jet kurang sempurna dan fiber yang dihasilkan memiliki diameter yang besar (Sari 2018).

Pada optimasi konsentrasi larutan CA, konsentrasi larutan yang optimal terdapat pada Gambar 4. 2 (b) yaitu pada konsentrasi 14% dimana serat yang dihasilkan seragam dan tidak ada *beads*.

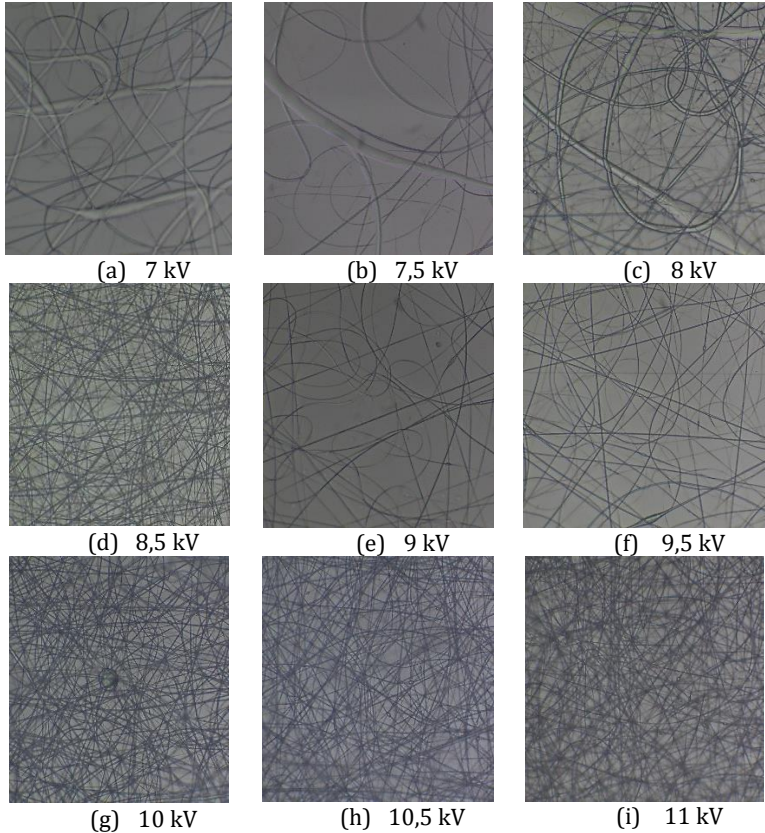
## **2. Tegangan**

Salah satu parameter yang berpengaruh pada pembentukan *nanofibers* salah satunya adalah tegangan. Besarnya tegangan yang diberikan akan mempengaruhi morfologi dan diameter serat yang

dihasilkan. Tegangan yang digunakan dalam penentuan kondisi optimum membran CA adalah 7; 7,5 ; 8 ; 8,5 ; 9 ; 9,5 ; 10 ; 10,5 dan 11 kV. Hasil optimasi tegangan *electrospinning* dapat dilihat pada Gambar 4.3.

Pada Gambar 4. 3 (a) tegangan 7, (b) tegangan 7,5 dan (c) tegangan 8 kV, serat yang dihasilkan bentuknya tidak seragam. Hal ini karena, tegangan yang diberikan kecil maka, gaya elektrostatisnya lemah, sehingga serat yang dihasilkan tidak seragam (Suryandari et al. 2019). Pada Gambar 4. 3 (d) tegangan 8,5 kV serat yang dihasilkan seragam akan tetapi masih tebal. Hal ini karena, tegangan yang digunakan sesuai, sehingga serat yang dihasilkan seragam akan tetapi masih tebal. Pada Gambar 4. 3 (e) tegangan 9 dan (f) 9,5 kV serat yang dihasilkan seragam dan tipis, akan tetapi seratnya tidak kontinyu. Hal ini karena, kenaikan tegangan tinggi mempersingkat waktu larutan dari ujung spinneret ke kolektor (Patil et al. 2017) Pada Gambar 4. 3 (g) tegangan 10 dan (i) tegangan 11 kV, serat yang dihasilkan seragam, tipis dan kontinyu, tetapi di beberapa titik terdapat *beads*. Hal ini karena, tegangan yang tinggi dapat menimbulkan *beads* dengan diikuti penipisan jet (Haider, Haider, and Kang 2015). Pada Gambar 4. 3 (h) tegangan 10,5 kV, serat yang dihasilkan

bentuknya seragam, tipis, kontinyu dan tidak ada *beads*. Hal ini karena, tegangan yang digunakan sesuai sehingga serat yang dihasilkan seragam, tipis dan tidak ada *beads*.



Gambar 4. 3 Hasil optimasi tegangan *electrospinning* (a) 7 kV, (b) 7,5 kV, (c) 8 kV, (d) 8,5 kV (e) 9 kV, (f) 9,5 kV, (g) 10 kV, (h) 10,5 kV dan (i) 11 kV

Pada optimasi tegangan *electrospinning*, tegangan yang optimal terdapat pada Gambar 4. 3 (h)

yaitu pada tegangan 10,5 kV dimana serat yang dihasilkan bentuknya seragam, tipis, kontinyu dan tidak ada *beads*.

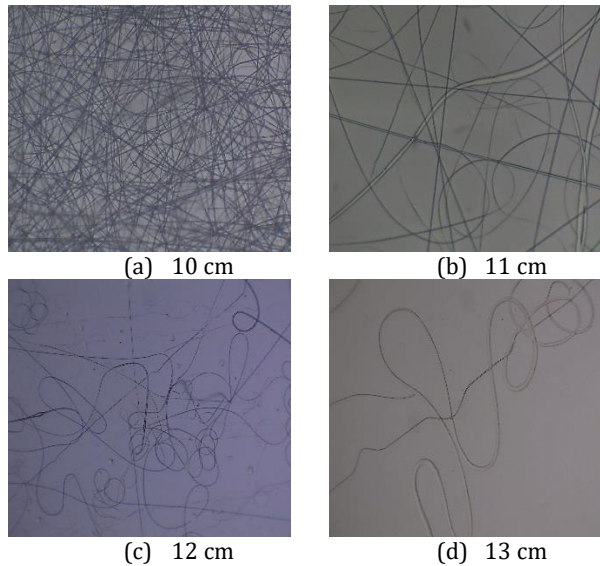
### **3. Jarak Spinneret dengan Kolektor**

Diameter dan morfologi *nanofibers* pada dasarnya dipengaruhi oleh jarak spinneret dengan kolektor. Jarak mempengaruhi diameter dan morfologi serat karena dapat menentukan waktu deposisi, laju penguapan dan ketidakstabilan jet polimer (Sari 2018). Apabila jarak spinneret ke kolektor terlalu pendek (dekat), maka serat tidak akan memiliki cukup waktu untuk memadat sebelum mencapai kolektor. Akan tetapi, jika jarak spinneret ke kolektor terlalu jauh maka serat yang dihasilkan berupa tetesan-fiber (W. Liu et al. 2009). Oleh karena itu, jarak yang optimal antara spinneret dan kolektor dibutuhkan untuk membentuk *nanofibers* dengan diameter dan morfologi serat yang diinginkan.

Adapun jarak spinneret dengan kolektor yang digunakan yaitu : 10, 11, 12 dan 13 cm. Hasil optimasi jarak spinneret dengan kolektor dapat dilihat pada Gambar 4. 4.

Berdasarkan pada Gambar 4. 4 (a) jarak 10 cm, serat yang dihasilkan seragam dan kontinyu, hal ini

karena serat memiliki cukup waktu untuk memadat hingga sampai ke kolektor sehingga serat yang dihasilkan seragam dan kontinyu. Sedangkan, pada Gambar 4. 4 (b), (c) dan (d) jarak 11, 12 dan 13 cm, serat yang dihasilkan bentuknya tidak seragam dan putus-putus. Hal ini karena kenaikan jarak membuat diameter serat menurun namun, ketidakstabilan jet polimer meningkat dan serat yang dihasilkan putus putus (Haider, Haider, and Kang 2015).



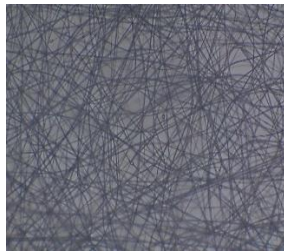
Gambar 4. 4 Hasil optimasi jarak spinnert dengan kolektor (a) 10 cm, (b) 11 cm (c) 12 cm dan (d) 13cm

Berdasarkan optimasi jarak spinneret dengan kolektor, jarak yang optimal terdapat pada Gambar 4. 4

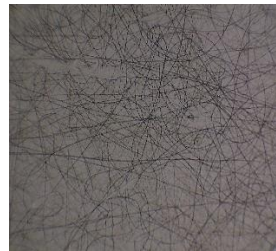
(a) yaitu pada jarak 10 cm, dimana serat yang dihasilkan seragam dan kontinyu.

#### 4. Laju Alir

Laju alir mempengaruhi laju transfer bahan, kecepatan jet dan morfologi serat. Laju alir yang digunakan dalam optimasi *electrospinning* adalah 0,02 ; 0,04 dan 0,08 mL/jam. berikut Gambar 4. 5 optimasi laju alir pada *electrospinning*.



(a) 0,02 mL/jam



(b) 0,04 mL/jam



(c) 0,06 mL/jam

Gambar 4. 5 Hasil optimasi laju alir *electrospinning* (a) 0,02 mL/jam, (b) 0,04 mL/jam dan (c) 0,06 mL/jam

Pada Gambar 4. 5 (a) laju alir 0,02 mL/jam, serat yang dihasilkan seragam dan kontinyu. Hal ini karena, laju alir yang rendah memberi larutan lebih banyak waktu untuk memadat (K. S. Yang, Kim, and Kim 2015).

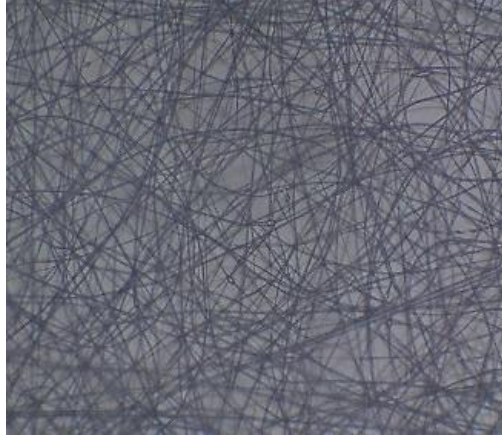
Sedangkan, pada Gambar 4. 5 (b) dan (c) laju alir 0,04 dan 0,06 mL/jam, serat yang dihasilkan tidak seragam seiring dengan peningkatan laju alir. Hal ini disebabkan, penguapan yang tidak sempurna dan peregangan minimum larutan dari spinneret dengan kolektor, selain itu kenaikan dan penurunan laju alir larutan dapat mempengaruhi serat yang dihasilkan. laju alir yang minimum lebih efektif dalam menghasilkan *nanofibers* dan *taylor cone* yang stabil (Haider, Haider, and Kang 2015).

Berdasarkan optimasi laju alir, kondisi laju alir yang optimal terdapat pada Gambar 4. 5 (a) yaitu pada 0,02 mL/jam dimana serat yang dihasilkan seragam dan kontinyu.

### **C. Kondisi Optimum Membran *Nanofibers* CA**

Berdasarkan penentuan kondisi optimum pada *electrospinning* didapatkan membran dengan kondisi optimum pada konsentrasi larutan CA 14%, tegangan 10,5 kV, jarak 10 cm dan laju alir 0,02 mL/jam. kondisi optimum membran *nanofibers* CA dapat dilihat pada Gambar 4. 6.





Gambar 4. 6 Kondisi optimum membran nanofibers CA

#### **D. Preparasi Larutan CA-TiO<sub>2</sub>**

Sintesis larutan CA-TiO<sub>2</sub> dilakukan dengan metode *electrospinning*. Selulosa asetat (CA) dengan konsentrasi 14% dilarutkan dalam 3:1 v/v aseton/DMAc secara perlahan agar memudahkan polimer CA larut. Proses pelarutan dibantu dengan pengadukan menggunakan *magnetic stirrer* agar homogen yang dilakukan dalam gelas beker yang ditutup dengan aluminium untuk menghindari larutan menguap seperti pada Gambar 4. 7 (Prestisya 2016).



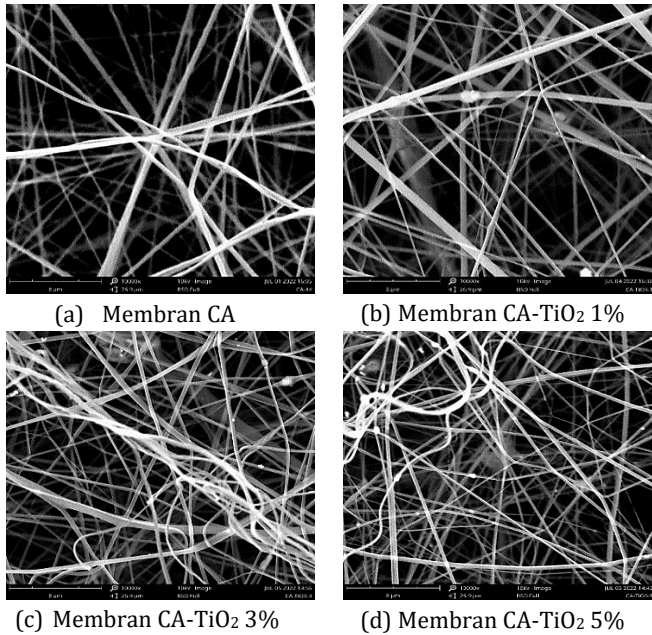
Gambar 4.7 Larutan selulosa asetat-TiO<sub>2</sub>

Setelah larutan CA terlarut sempurna, kemudian ditambahkan dengan TiO<sub>2</sub>. Komposisi perbandingan konsentrasi larutan CA dan TiO<sub>2</sub> dapat dilihat pada Tabel 3. 1. larutan CA-TiO<sub>2</sub> yang telah larut kemudian dimasukkan ke dalam *syringe* dan didiamkan untuk menghilangkan gelembung udara yang diakibatkan proses pengadukan (Khayet and Essalhi 2015). Dari preparasi larutan CA-TiO<sub>2</sub> didapatkan larutan CA-TiO<sub>2</sub> dengan konsentrasi 1%, 3% dan 5%. Setelah preparasi larutan CA-TiO<sub>2</sub> kemudian larutan disintesis menggunakan *electrospinning*.

## E. Hasil Karakterisasi Membran

### 1. Karakterisasi SEM

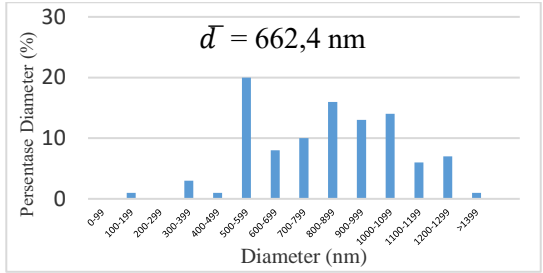
Pengujian SEM-EDX pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bentuk morfologi serta komposisi unsur yang terkandung pada membran CA dan CA-TiO<sub>2</sub>. Pengujian sampel dilakukan di laboratorium MIPA Universitas Negeri Semarang. Gambar morfologi hasil SEM digunakan perbesaran 10.000x agar diameter serat terlihat lebih jelas. Gambar morfologi membran CA dan CA-TiO<sub>2</sub> dapat dilihat pada Gambar 4. 8.



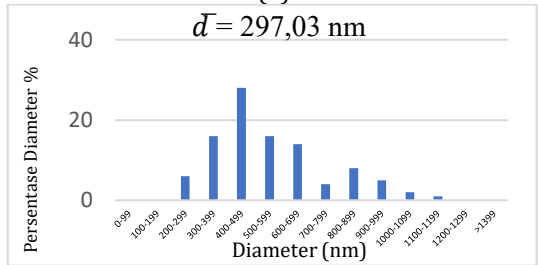
Gambar 4. 8 Morfologi membran (a) CA 14% (b) CA-TiO<sub>2</sub> 1%, (c) CA-TiO<sub>2</sub> 3% dan (d) CA-TiO<sub>2</sub> 5%

Berdasarkan Gambar 4. 8 (a) CA 14% dan (b) CA-TiO<sub>2</sub> 1% serat yang dihasilkan halus tanpa adanya *beads*, akan tetapi bentuk seratnya tidak seragam sedangkan pada Gambar 4. 8 (c) CA-TiO<sub>2</sub> 3% dan (d) CA-TiO<sub>2</sub> 5%, serat yang dihasilkan tidak lurus hal ini karena sifat TiO<sub>2</sub> yang kecenderungan mudah menggumpal pada konsentrasi tinggi (Asiltürk and Şener 2012).

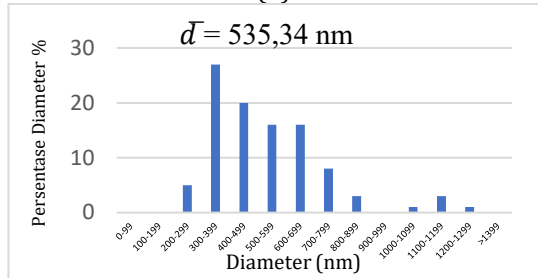
Ukuran diameter CA 14% mengalami penurunan ketika ditambahkan dengan TiO<sub>2</sub> 1% dari 662,4 nm menjadi 297,03 nm. Akan tetapi, mengalami peningkatan ketika penambahan TiO<sub>2</sub> sebesar 3% dan 5% yaitu 535,34 nm dan 550,14 nm . Berdasarkan hasil diatas menunjukkan bahwa, dengan penambahan TiO<sub>2</sub> berhasil menurunkan rata-rata diameter dari *nanofibers* yang dihasilkan, tetapi dengan penambahan TiO<sub>2</sub> yang terlalu banyak akan menyebabkan TiO<sub>2</sub> membentuk agregat/menggumpal, sehingga menyebabkan diameter serat akan menjadi lebih besar. Adapun grafik persebaran distribusi serat membran *nanofibers* CA dan CA-TiO<sub>2</sub> pada Gambar 4. 9.



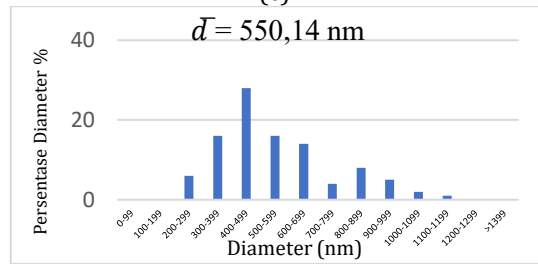
(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 4. 9 Grafik distribusi serat membran nanofibers (a) CA 14%, (b) CA-TiO<sub>2</sub> 1%, (c) CA-TiO<sub>2</sub> 3% dan (d) CA-TiO<sub>2</sub> 5%

Berikut Tabel 4. 1 unsur-unsur penyusun pada membran CA dan CA-TiO<sub>2</sub>.

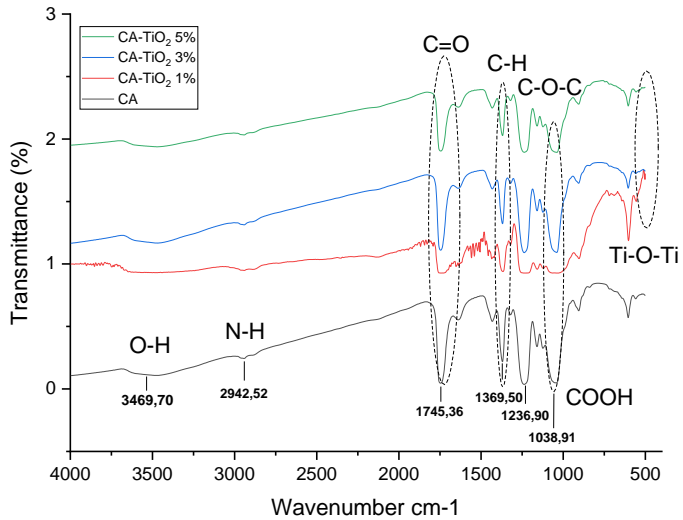
Tabel 4. 1 Hasil pengujian EDX

Sample	Atomic Concentration %		
	C	O	Ti
CA 14%	66,27	33,73	-
CA-TiO <sub>2</sub> 1%	64,78	35,13	0,09
CA-TiO <sub>2</sub> 3%	61,48	38,41	0,11
CA-TiO <sub>2</sub> 5%	59,49	52,22	0,17

Berdasarkan hasil uji EDX menunjukkan bahwa terdapat unsur C dan O sebagai unsur utama penyusun CA sedangkan pada CA-TiO<sub>2</sub> terdapat unsur Ti yang menunjukkan bahwa Ti sudah berhasil ditambahkan pada membran CA.

## 2. Hasil Analisa Gugus Fungsi (FTIR)

Karakterisasi menggunakan FTIR dilakukan untuk mengetahui gugus fungsi dari membran CA dan CA-TiO<sub>2</sub> yang ditampilkan pada Gambar 4.10 dimana selulosa asetat dengan konsentrasi 14% ditunjukkan oleh spektrum warna hitam, CA-TiO<sub>2</sub> 1% ditunjukkan dengan warna merah, CA-TiO<sub>2</sub> 3% ditunjukkan dengan warna biru dan CA-TiO<sub>2</sub> 5% ditunjukkan dengan warna hijau. Berdasarkan spektra FTIR pada Gambar 4.10 sampel selulosa asetat memiliki gugus fungsi O-H, N-H, C=O, C-H, dan C-O-C.



Gambar 4. 10 Spektrum FTIR CA 14%, CA TiO<sub>2</sub> 1%, CA TiO<sub>2</sub> 3% dan CA TiO<sub>2</sub> 5%

Berikut bilangan gelombang dan jenis ikatan pada CA dan CA-TiO<sub>2</sub> dapat dilihat pada Tabel 4. 2.

Tabel 4. 2 Bilangan gelombang dan jenis ikatan CA-CA-TiO<sub>2</sub>

Jenis Ikatan	Bilangan Gelombang			
	CA	CA-TiO <sub>2</sub> 1%	CA-TiO <sub>2</sub> 3%	CA-TiO <sub>2</sub> 5%
<b>O-H</b>	3475,59	3469,50	3468,39	3469,70
<b>N-H</b>	2942,37	2882,77	2941,89	2942,52
<b>C=O</b>	1747,11	1744,93	1745,78	1745,36
<b>C-H</b>	1369,89	1366,46	1369,60	1369,50
<b>C-O-C</b>	1237,27	1229,96	1236,95	1236,90
<b>COOH</b>	1045,71	1034,82	1039,30	1038,91
<b>Ti-O-Ti</b>	-	555,97	558,46	556,17

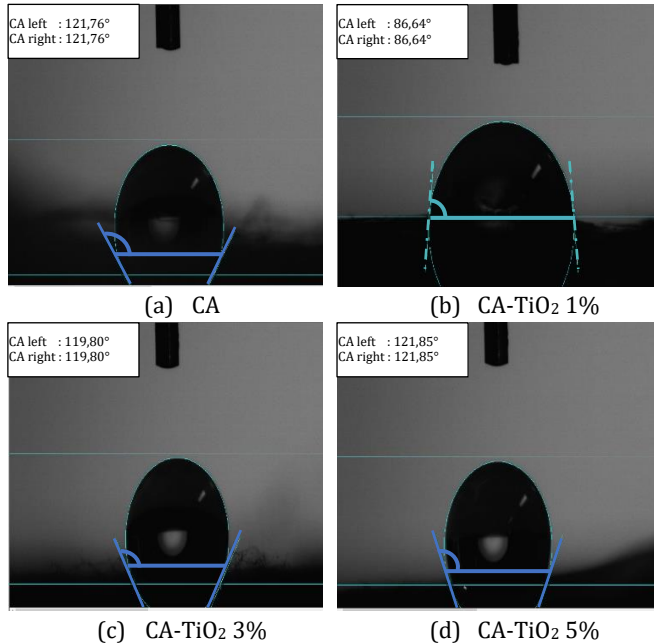
Pada CA-TiO<sub>2</sub> muncul peak baru yang menandakan adanya gugus fungsi baru yaitu Ti-O-Ti. Pada puncak gelombang CA-TiO<sub>2</sub> mengalami pergeseran karena interaksi antara CA dan TiO<sub>2</sub> (Y. Yang et al. 2007).

#### **F. Uji Sudut Kontak Membran**

Penentuan sudut kontak dilakukan menggunakan metode tetesan air pada permukaan membran. Pengujian sudut kontak ini bertujuan untuk menentukan sifat permukaan membran hidrofobik atau hidrofilik. Hasil sudut kontak membran CA 14%, CA-TiO<sub>2</sub> 1%, 3% dan 5% dapat dilihat pada Gambar 4. 11.

Berdasarkan pengujian sudut kontak, membran CA 14%, CA-TiO<sub>2</sub> 3% dan CA-TiO<sub>2</sub> 5% bersifat hidrofobik karena nilai sudut kontak yang lebih dari 90° sedangkan pada CA-TiO<sub>2</sub> 1% bersifat hidrofilik karena nilai sudut kontak yang kurang dari 90°. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Barzin et al. (2004) bahwa membran yang baik adalah membran yang bersifat hidrofilik (Barzin et al. 2004)





Gambar 4. 11 Gambar profil tetesan untuk sudut kontak pada permukaan membran a) CA 14%, b) CA-TiO<sub>2</sub> 1%, c) CA-TiO<sub>2</sub> 3% dan d) CA-TiO<sub>2</sub> 5%

Hasil pengukuran sudut kontak pada membran CA dan CA-TiO<sub>2</sub> dapat dilihat pada Tabel 4. 3.

Tabel 4. 3 Hasil pengukuran sudut kontak

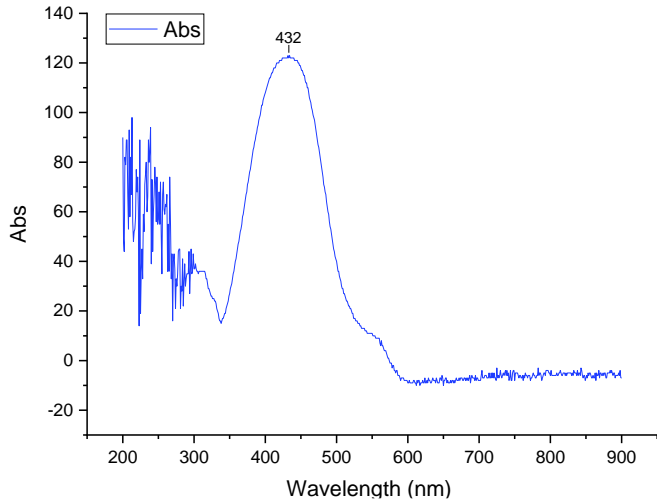
<b>Membran</b>	<b>Sudut Kontak (°)</b>
<b>CA 14%</b>	121,76
<b>CA-TiO<sub>2</sub> 1%</b>	86,64
<b>CA-TiO<sub>2</sub> 3%</b>	119,80
<b>CA-TiO<sub>2</sub> 5%</b>	121,85

Dari Tabel 4. 3 menunjukkan bahwa penambahan  $\text{TiO}_2$  mampu menurunkan sifat hidrofobilitas membran. Akan tetapi, penambahan  $\text{TiO}_2$  yang terlalu banyak akan meningkat sudut kontakanya, karena  $\text{TiO}_2$  yang berlebih akan mengalami penggumpalan (agregat) sehingga menutup pori-pori yang terbentuk (Agustina, Yuliwati, and Mardwita 2019).

#### **G. Penentuan Panjang Gelombang Maksimum *Methyl red***

Penentuan panjang gelombang maksimum pada penelitian ini dilakukan pada sinar ultraviolet 200 nm sampai sinar tampak 900 nm. Penentuan panjang gelombang maksimum bertujuan untuk menentukan absorbansi maksimum dari *methyl red*. Berdasarkan hasil penelitian, panjang gelombang maksimum *methyl red* ditunjukkan pada Gambar 4. 12.

Berdasarkan Gambar 4. 12 menunjukkan panjang gelombang maksimum *methyl red* yaitu 432 nm yang terdapat pada puncak tertinggi dari spektra. Panjang gelombang maksimum digunakan untuk pengukuran absorbansi kurva standart *methyl red* sesudah didegradasi.



Gambar 4. 12 Panjang gelombang maksimum *methyl red*

## H. Hasil Analisis Kurva Kalibrasi

Penentuan kurva standart *methyl red* dimulai dari pembuatan larutan induk *methyl red* 100 ppm. Kemudian dari larutan tersebut dibuat larutan standart konsentrasi 0,0001% ; 0,0005% ; 0,001% ; 0,0025% dan 0,005%. Larutan standart diukur absorbansinya menggunakan panjang gelombang maksimum 432 nm dengan menggunakan akuades sebagai blanko. Data hasil pengukuran kurva kalibrasi standart *methyl red* pada Tabel 4. 4.

Tabel 4. 4 Data hasil pengukuran kurva kalibrasi standart *methyl red*

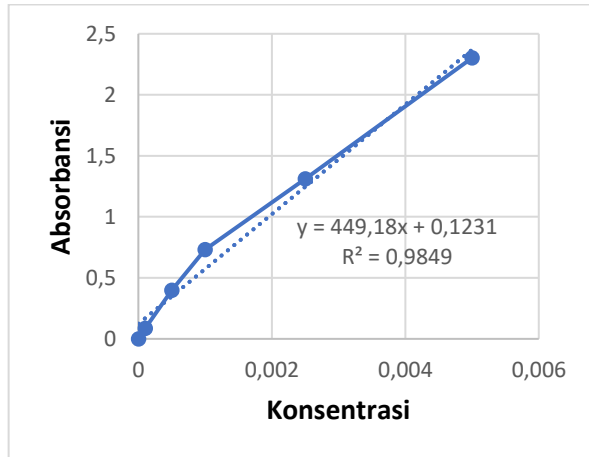
Konsentrasi	Absorbansi			Rata-Rata
	1	2	3	
Blanko	0,000	0,000	0,000	0,000
LS 1 (0,0001%)	0,086	0,086	0,086	0,086
LS 2 (0,0005%)	0,398	0,398	0,398	0,398
LS 3 (0,001%)	0,730	0,730	0,730	0,730
LS 4 (0,0025%)	1,309	1,310	1,312	1,31033
LS 5 (0,005%)	2,302	2,300	2,303	2,302

Nilai hasil absorbansi larutan *methyl red* dibuat grafik hubungan antara konsentrasi *methyl red* dengan absorbansi larutan standart *methyl red*. Dari kurva kalibrasi tersebut akan diperoleh persamaan regresi kurva kalibrasi larutan *methyl red* yang dinyatakan dalam persamaan 3.1. Dimana  $y$  adalah absorbansi dan  $x$  adalah konsentrasi *methyl red*. Dari gambar kurva kalibrasi *methyl red* pada Gambar 4. 13 maka diperoleh persamaan garis regresi *methyl red*

$$y = 449,18x + 0,1231 \quad (4.1)$$

Dari persamaan (4. 1) digunakan untuk menghitung besarnya *methyl red* sisa setelah dilakukan degradasi

dengan CA dan CA-TiO<sub>2</sub>. Berikut grafik kurva larutan standar *methyl red* dapat dilihat pada Gambar 4. 13.



Gambar 4. 13 Grafik kurva kalibrasi *methyl red*

Dengan mensubstitusikan persamaan 4.1 yang didapatkan dari pembuatan kurva standart, maka nilai  $x$  dapat diketahui dengan menggunakan persamaan 3.2. Dimana  $x$  adalah konsentrasi larutan dan absorbansi ( $A$ ) sebagai sumbu  $y$ .

Berikut Tabel 4. 5 hasil pengukuran sampel CA 14%, CA-TiO<sub>2</sub> 1%, 3% dan 5% yang dilakukan pada panjang gelombang 432 nm.

Tabel 4. 5 Hasil pengukuran sample setelah degradasi

<i>Nanofibers</i>	<b>Absorbansi</b>			<b>Rata-rata</b>	<b>X</b>
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>		
Larutan induk	3.422	3.422	3.421	3.421	0,007342
CA 14%	3.402	3.402	3.406	3.402	0,007300
CA-TiO <sub>2</sub> 1%	3.410	3.424	3.419	3.417	0,007333
CA-TiO <sub>2</sub> 3%	3.412	3.418	3.405	3.409	0,007315
CA-TiO <sub>2</sub> 5%	3.310	3.302	3.297	3.303	0,007079

Berdasarkan Tabel 4. 5 hasil pengukuran sampel setelah degradasi disubstitusikan ke dalam persamaan 3.2, sehingga persentase absorpsi yang terserap dapat dihitung dengan persamaan 3.3. Dimana  $x_0$  adalah konsentrasi awal larutan (larutan induk) dan  $x_1$  adalah konsentrasi akhir larutan (CA, CA-TiO<sub>2</sub> 1%, 3% dan 5%). Berikut Tabel 4. 6 data persentase konsentrasi sampel setelah degradasi.

Tabel 4. 6 Persentase absorpsi sampel setelah degradasi

<i>Nanofibers</i>	<b>X<sub>0</sub></b>	<b>X<sub>1</sub></b>	<b>% Abs</b>
CA 14%	0,007342	0,007300	0,0058
CA- TiO <sub>2</sub> 1%	0,007342	0,007333	0,0012
CA- TiO <sub>2</sub> 3%	0,007342	0,007315	0,0036
CA- TiO <sub>2</sub> 5%	0,007342	0,007079	0,0358

Berdasarkan perhitungan persentase absorpsi sampel dapat disimpulkan bahwa, dengan penambahan TiO<sub>2</sub> mampu meningkatkan kemampuan membran CA

dalam mendegradasi zat warna *methyl red*. Hal ini karena, penambahan  $\text{TiO}_2$  pada CA mampu meningkatkan luas permukaan  $\text{TiO}_2$  dan keberadaan  $\text{TiO}_2$  lebih terdistribusi (Wardhani, Damayanti, and Purwonugroho 2014). Sehingga membran CA- $\text{TiO}_2$  mampu mendegradasi zat warna *methyl red* lebih baik dari pada membran CA. Berdasarkan hasil data tersebut, persentase absorpsi paling tinggi terdapat pada CA- $\text{TiO}_2$  5% yang mampu mendegradasi sebesar 0,0358% sedangkan membran CA 14% mampu mendegradasi sebesar 0,0058%.

## BAB V

### PENUTUP

#### A. Kesimpulan

Berdasarkan data yang diperoleh maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Kondisi optimum *electrospinning* pada konsentrasi 14% dengan tegangan 10,5 kV, jarak 10 cm dan laju alir 0,02 mL/ jam.
2. Membran *nanofibers* CA dan CA-TiO<sub>2</sub> berhasil disintesis, dibuktikan dengan data FTIR muncul gugus fungsi O-H, N-H, C=O, C-H, C-O-C, COOH pada membran CA dan muncul gugus fungsi Ti-O-Ti pada membran CA-TiO<sub>2</sub>. Dari data SEM diperoleh data bahwa penambahan TiO<sub>2</sub> pada *nanofibers* CA dapat menurunkan diameter *nanofibers*, dari ukuran diameter rata-rata CA adalah 662,4 nm menjadi 297,03 nm, penambahan TiO<sub>2</sub> 1% mampu menurunkan sifat hidrofobilitas membran, akan tetapi penambahan TiO<sub>2</sub> yang terlalu banyak akan meningkatkan sudut kontak.
3. membran CA mampu mendegradasi sebesar 0,0058% sedangkan CA-TiO<sub>2</sub> 5% mampu mendegradasi sebesar 0,0358%.



## B. Saran

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, maka disarankan

1. Perlu adanya pengukuran diameter serat untuk menentukan kondisi optimum membran nanofiber ketika melakukan pengamatan optik.
2. Pembuatan membran *nanofibers* CA dengan penambahan  $\text{TiO}_2$  perlu dilakukan penelitian lebih lanjut agar dapat meningkatkan sifat mekanik pada membran serta kemampuan membran dalam mendegradasi zat warna.

## DAFTAR PUSTAKA

- A.A. Almetwally, Mohamed El-Sakhawy, M.H. Elshakankery, And M.H. Kasem. 2017. "Technology Of Nano-Fibers: Production Techniques And Properties - Critical Review." *Journal Of The Textile Association* 78 (1): 5–14. [https://www.researchgate.net/publication/322774945\\_Technology\\_Of\\_NanoFibers\\_Production\\_Techniques\\_And\\_Properties\\_-\\_Critical\\_Review](https://www.researchgate.net/publication/322774945_Technology_Of_NanoFibers_Production_Techniques_And_Properties_-_Critical_Review).
- Abdullah, M, And K Khairurrijal. 2009. "Review: Karakterisasi Nanomaterial." *J. Nano Sainstek* 2 (1): 1–9.
- Agus Imam Ghozali, Warlan Sugiyono, Dan Latifah. 2012. "Fotodegradasi Zatwarna Remazol Red Menggunakan Katalis  $\delta\text{-Fe}_2\text{O}_3/\text{Fe}_3\text{O}_4$  Core-shell Nanostruktur." *Indonesian Journal Of Chemical Science* 1 (2252): 1–6.
- Agustina, Siti. 2005. "Penggunaan Teknologi Membran Pada Pengolahan Air Limbah Industri Kelapa Sawit." *Workshop Teknologi Industri Dan Keemasan* 2: 48–61. <https://doi.org/10.2307/j.ctt46nrzt.12>.
- Agustina, Erna Yuliyati, And Mardwita. 2019. "Membran Komposit Polyvinylidene Fluoride/ Titanium Dioksida Untuk Pengolahan Limbah Cair Industri Kelapa Sawit." *Jurnal Inovator* 2 (2): 1–6.

<https://doi.org/10.37338/ji.v2i2.86>.

Ahmad Sukron, Rika Endara Safitri, Eko Malis. 2019. "Pengaruh Massa Titanium Dioksida ( $TiO_2$ ) Terhadap Pengembangan Membran Nata De Soya Pada Proses Fotodegradasi Pewarna Tekstil." *Journal Of Artificial Intelligence And Capsule Networks* 01 (02): 34–44.  
<https://doi.org/10.36548/jaicn.2019.1>.

Ahmed, Farah Ejaz, Boor Singh Lalia, And Raed Hashaikheh. 2015. "A Review On Electrospinning For Membrane Fabrication: Challenges And Applications." *Desalination* 356: 15–30.  
<https://doi.org/10.1016/j.desal.2014.09.033>.

Anggara, Teguh Smedi Bayu. 2016. "Pengaruh Media Gelatinasi (Perendaman) Air Terhadap Nilai Permeabilitas Polyethersulfone (Pes) Dengan Berat Molekul 5900." *Applied Microbiology And Biotechnology*. Universitas Islam Muhammdiyah Yogyakarta.

Anshori, Jamaludin Al. 2009. "Siklisasi Intramolekuler Sitronelal Dikatalisis Zeolit Dan Bahan Mesoporus." Universitas Padjadjaran.

Aprianto, Ms. 2018. "Karakterisasi FTIR Membran Komposit Nilon-Arang Berbahan Dasar Limbah Jaring Benang Nilon

*Dan Ampas Tebu.” Skripsi Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember. Universitas Jember.*

Asiltürk, Meltem, And Şadiye Şener. 2012. *“TiO<sub>2</sub>-Activated Carbon Photocatalysts: Preparation, Characterization And Photocatalytic Activities.” Chemical Engineering Journal* 180: 354–63.  
<https://doi.org/10.1016/j.cej.2011.11.045>.

Badr, Y., M. G. Abd El-Wahed, And M. A. Mahmoud. 2008. *“Photocatalytic Degradation Of Methyl Red Dye By Silica Nanoparticles.” Journal Of Hazardous Materials* 154 (1–3): 245–53.  
<https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2007.10.020>.

Baker, Richard W. 2004. *Membrane Technologies And Applications*. Edited By John Wiley & Sons Inc. *Membrane Technologies And Applications*. 2nd Ed. Menlo Park: California: Mcgraw-Hill.  
<https://doi.org/10.1002/0470020393>.

Barzin, Jalal, C. Feng, K. C. Khulbe, T. Matsuura, S. S. Madaeni, And H. Mirzadeh. 2004. *“Characterization Of Polyethersulfone Hemodialysis Membrane By Ultrafiltration And Atomic Force Microscopy.” Journal Of*

*Membrane Science* 237 (1-2): 77-85.

<https://doi.org/10.1016/j.memsci.2004.02.029>.

Bayarri, B., J. Giménez, D. Curc6, And S. Esplugas. 2005.

*“Photocatalytic Degradation Of 2,4-Dichlorophenol By TiO<sub>2</sub>/UV: Kinetics, Actinometries And Models.”* *Catalysis Today* 101 (3-4 Spec. Iss.): 227-36.

<https://doi.org/10.1016/j.cattod.2005.03.019>.

Brandrup, J., E. H. Immergut, And E. A. Grulke. 1999. *Polymer Handbook*. Edited By An D E . A . Grulk E J . Brandrup , E .

H . Immergut. *Fourt H Editio N*. 4th Editio. New York: John Wiley & Sons.

Buckley L, Bushart S. 2004. *Application Of Membrane*

*Technologies For Liquid Radioactive Waste Processing*.  
*Language Curriculum Design*.

Chandra, Dyah Ayu Puspita, Yusuf Syah, And Alfa Akustia

Widati. 2012. *“Degradasi Fotokatalitik Zat Warna Tekstil Rhodamin B Menggunakan Zeolit Terimpregnasi TiO<sub>2</sub>.”*  
*Adln Perpustakaan Universitas Airlangga*.

Cholifah, Siti. 2009. *“Penggunaan Metode FTIR (Fourier*

*Transform Infra Red ) Untuk Studi Analisis Gugus Fungsi Sampel Minyak Goreng.”* *Jurusan Fisika Fmipa Undip*.

- Damayanti, Aufiyah Dan Alia. 2013. *"Pengolahan Limbah Laundry Menggunakan Membran Nanofiltrasi Aliran Cross Flow Untuk Menurunkan Kekeruhan Dan Fosfat."* *Teknik Pomits* 2 (2): 113–17.
- Fatimah, Is, And Karna Wijaya. 2005. *"Sintesis  $TiO_2$ /Zeolit Sebagai Fotokatalis Pada Pengolahan Limbah Cair Industri Tapioka Secara Adsorpsi-Fotodegradasi."* *Teknoin* 10 (4): 257–67.  
<https://doi.org/10.20885/Teknoin.Vol10.Iss4.Art4>.
- Gunadi, Natalia. 2008. *"Degradasi Fotokatalitik Zat Warna Remazol Red Rb 133 Dalam Sistem  $TiO_2$  Suspensi."* Universitas Indonesia.
- Haider, Adnan, Sajjad Haider, And Inn Kyu Kang. 2015. *"A Comprehensive Review Summarizing The Effect Of Electrospinning Parameters And Potential Applications Of Nanofibers In Biomedical And Biotechnology."* *Arabian Journal Of Chemistry* 11 (8): 1165–88.  
<https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2015.11.015>.
- Haryadi Aditya, Dwi Kartika, Eva Vaulina Y.D Dan Puji Lestari. 2012. *"Sintesis  $ZnO-TiO_2$ /Zah Dan Aplikasinya Sebagai Fotokatalis Untuk Mendegradasi Zat Warna Limbah Cair Industri Tekstil."* *Prosiding Seminar Nasional Kimia Dan*

*Pendidikan Kimia 3 (1): 222–27.*

He, Ji-Huan, Yong Liu, Lu-Feng Mo, Yu-Qin Wan, And Lan Xu. 2008. *Electrospun Nanofibres And Their Biomedical Applications. Research Journal Of Pharmacy And Technology.* United Kingdom: Ismithers. <https://doi.org/10.5958/0974-360x.2020.00972.5>.

Hidayat, M. Fikri. 2017. *“Penurunan Kandungan Zat Warna Pada Limbah Songket Menggunakan Membran Komposit Pva Secara Ultrafiltrasi.”* Politeknik Negeri Sriwijaya. <http://eprints.polsri.ac.id/id/eprint/967>.

Hilal, Nidal, H. Al-Zoubi, N. A. Darwish, A. W. Mohammad, And M. Abu Arabi. 2004. *“A Comprehensive Review Of Nanofiltration Membranes: Treatment, Pretreatment, Modelling, And Atomic Force Microscopy.”* *Desalination* 170 (3): 281–308. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2004.01.007>.

Homayoni, Homa, Seyed Abdolkarim Hosseini Ravandi, And Masoumeh Valizadeh. 2009. *“Electrospinning Of Chitosan Nanofibers: Processing Optimization.”* *Carbohydrate Polymers* 77 (3): 656–61. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2009.02.008>.

Irfan, Abdullah, And Harini Sosiati. 2020. *“Strategi Peningkatan*

*Ion-Ion Logam Berat Dalam Air Pada Membran Nanofiber : A Review.*" In *Proceedings The 1st Umygrace 2020*, 315–27. Yogyakarta: Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Irviyanti, Anastika Suri. 2019. *"Modifikasi Batang Jagung Menggunakan Asam Sitrat Sebagai Biosorben Methylene Blue."* Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.

Karthick, B., And Ramesh Maheshwari. 2008. *"Lotus-Inspired Nanotechnology Applications."* *Resonance* 13 (12): 1141–45. <https://doi.org/10.1007/S12045-008-0113-Y>.

Khayet, M., And M. Essalhi. 2015. *"Effects Of Surface Modifying Macromolecules On The Structural Characteristics Of Different Structured And Nanofibrous Membranes."* *Proceedings Of The 7th International Conference On Textile Composites And Inflatable Structures, Structural Membranes 2015*, 512–23.

Khusnan, Mustofa. 2014. *"Sintesis Dan Karakterisasi Titanium Dioksida (TiO<sub>2</sub>) Anatas Terdoping Vanadium (V) Menggunakan Metode Reaksi Padatan."* Uin Malik Ibrahim Malang.

Lee, Sang Hyeun, Misook Kang, Sung M. Cho, Gui Young Han, Byung Woo Kim, Ki June Yoon, And Chan Hwa Chung. 2001. *"Synthesis Of TiO<sub>2</sub> Photocatalyst Thin Film By*



*Solvothermal Method With A Small Amount Of Water And Its Photocatalytic Performance.” Journal Of Photochemistry And Photobiology A: Chemistry* 146 (1-2): 121-28. [https://doi.org/10.1016/S1010-6030\(01\)00553-6](https://doi.org/10.1016/S1010-6030(01)00553-6).

Lestari, Wahyu. 2016. *“Preparasi Dan Karakterisasi Lapisan Tipis Sn(S<sub>0,5</sub> Te<sub>0,5</sub>) Dengan Teknik Evaporasi Vakum.”* Universitas Negeri Yogyakarta.

Linsebigler, Amy L., Guangquan Lu, And John T. Yates. 1995. *“Photocatalysis On TiO<sub>2</sub> Surfaces: Principles, Mechanisms, And Selected Results.” Chemical Reviews* 95 (3): 735-58. <https://doi.org/10.1021/Cr00035a013>.

Liu, Haiqing, And Chunyi Tang. 2007. *“Electrospinning Of Cellulose Acetate In Solvent Mixture N,N-Dimethylacetamide (DMAc)/Acetone.” Polymer Journal* 39 (1): 65-72. <https://doi.org/10.1295/Polymj.Pj2006117>.

Liu, Wenlong, Yongyi Yao, Yi Lin, Bin Wang, Yang Luo, Nan Li, Qiyi Zhang, Yurong Wu, And Anjian Niu. 2009. *“Electrospinning Assisted By Gas Jet For Preparing Ultrafine Poly(Vinyl Alcohol) Fibres.” Iranian Polymer Journal* 18 (1): 89-96. <https://doi.org/10.1002/App.26445>.

- Mahmoud, M. A., A. Poncheri, Y. Badr, And M. G. Abd El Waned. 2009. "*Photocatalytic Degradation Of Methyl Red Dye.*" *South African Journal Of Science* 105 (7-8): 299-303. <https://doi.org/10.4102/Sajs.V105i7/8.86>.
- Manurung, R., R. Hasibuan, And Irvan. 2004. "*Perombakan Zat Warna Azo Secara Anaerob-Aerob.*" <http://repository.usu.ac.id/handle/123456789/1363>.
- Marmur, Abraham, Claudio Della Volpe, Stefano Siboni, Alidad Amirfazli, And Jaroslaw W. Drelich. 2017. "*Contact Angles And Wettability: Towards Common And Accurate Terminology.*" *Surface Innovations* 5 (1): 3-8. <https://doi.org/10.1680/jsuin.17.00002>.
- Marno, Eri Widiyanto, Jojo Sumarjo, And Aa Santoso. 2018. "*Perancangan Dan Pengembangan Sistem Electrospinning Sebagai Teknologi Dalam Pembuatan Nanofiber.*" *Invotek: Jurnal Inovasi Vokasional Dan Teknologi* 18 (2): 101-8. <https://doi.org/10.24036/Invotek.V18i2.394>.
- Mas Haris, Mas Rosemal H., And Kathiresan Sathasivam. 2009. "*The Removal Of Methyl Red From Aqueous Solutions Using Banana Pseudostem Fibers.*" *American Journal Of Applied Sciences* 6 (9): 1690-1700. <https://doi.org/10.3844/Ajassp.2009.1690.1700>.

- Mehrabi, Fatemeh, Tayebeh Shamspur, Ali Mostafavi, Asma Saljooqi, And Fariba Fathirad. 2017. "Synthesis Of Cellulose Acetate Nanofibers And Its Application In The Release Of Some Drugs." *Nanomedicine Research Journal* 2 (3): 199–207. <https://doi.org/10.22034/Nmrj.2017.03.008>.
- Merta, I Made Pendi Adi. 2015. "Sintesis Polimer Membran Selulosa Asetat Dan Polietilen Glikol Dengan Nanopartikel Silika Sebagai Bahan Aditif Untuk Reverse Osmosis." Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Muliawati, E. C. 2012. "Pembuatan Dan Karakterisasi Membran Nanofiltrasi Untuk Pengolahan Air." *Nano Material*. Universitas Diponegoro Semarang.
- Muthia, Elma. 2017. *Proses Pemisahan Menggunakan Teknologi Membran*. *Journal Of Chemical Information And Modeling*. Vol. 53.
- Nakao, Takahito, Yuki Miura, Kenji Furuichi, And Masahiro Yasukawa. 2021. "Cellulose Triacetate (Cta) Hollow-Fiber (Hf) Membranes For Sustainable Seawater Desalination: A Review." *Membranes* 11 (3): 1–29. <https://doi.org/10.3390/Membranes11030183>.
- Nugroho, Andriono Sapto. 2014. "Uji Kinerja Membran Nanofiltrasi Zeolit Untuk Menapis Nitrat Dan Amonium Air

*Limbah Produksi Tahu.*” *Jurnal Purifikasi*, No. April: 107–17. <https://doi.org/10.12962/j25983806.v14.i2.16>.

Nurdin, M., W. Wibowo, . Supriyono, M. B. Febrian, H. Surahman, Y. K. Krisnandi, And J. Gunlazuardi. 2010. *“Pengembangan Metode Baru Penentuan Chemical Oxygen Demand (COD) Berbasis Sel Fotoelektrokimia: Karakterisasi Elektroda Kerja Lapis Tipis TiO<sub>2</sub>/ITO.”* *Makara Journal Of Science* 13 (1): 1–8. <https://doi.org/10.7454/mss.v13i1.345>.

Pataya, Stefanie Amni, Paulus Lobo Gareso, And Eko Juarlin. 2016. *“Karakterisasi Lapisan Tipis Titanium Dioksida (TiO<sub>2</sub>) Yang Ditumbuhkan Dengan Metode Spin Coating Diatas Substrat Kaca.”* *Ophthalmology* 104 (11): 1785–93.

Patil, Jyoti V., Sawanta S. Mali, Archana S. Kamble, Chang K. Hong, Jin H. Kim, And Pramod S. Patil. 2017. *“Electrospinning: A Versatile Technique For Making Of 1d Growth Of Nanostructured Nanofibers And Its Applications: An Experimental Approach.”* *Applied Surface Science* 423: 641–74. <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2017.06.116>.

Praistia, Novita. 2012. *“Degradasi Fotoelektrokatalitik Methyl Orange Pada Elektroda Lapis Tipis TiO<sub>2</sub> Tersensitisasi.”* Universitas Sebelas Maret.

Prameswari, Tania. 2013. *"Sintesis Membran Kitosan-Silika Abu Sekam Padi Untuk Dekolorisasi Zat Warna Congo Red."* Universitas Negeri Semarang.

Prasetyo, Gigih Lintang, Sri Endah Fitriani, Dhimas Pratama Sihotang, Prodi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, And Universitas Islam Indonesia. 2020. *"Potensi Kandungan Aseton Dari Limbah Puntung Rokok."* *Khazanah : Jurnal Mahasiswa* 10 (2): 1–6. <https://journal.uii.ac.id/khazanah/article/view/16650>.

Prawithasari, Roro Ernia, Ilma Fadilah, Mudjijono Mudjijono, Teguh Endah Saraswati, And Dwidjono Hadi Darwanto. 2015. *"Photocatalytic Activity Of TiO<sub>2</sub> Nano Supported On Membrane Cellulose Acetate/Nata De Coco (CA/NDC) In Photodegradation Of Methylene Blue."* *Alchemy Jurnal Penelitian Kimia* 11 (1): 90. <https://doi.org/10.20961/alchemy.v11i1.113>.

Prayitno, Teguh, And Sri Wahyuni. 2021. *"Thin Film TiO<sub>2</sub> Nanorod-Pdms On Glass Substrate For Self-Cleaning Surface."* *Indo. J. Chem. Res* 10 (2): 118–28. <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ljcs>.

Prestisya, Iqlima Ayu. 2016. *"Pembuatan Dan Karakterisasi*

*Membran Nanofiber Selulosa Asetat Dengan Teknik Electrospinning Sebagai Hemodialisis Kreatinin.*  
Universitas Airlangga.  
<https://Repository.Unair.Ac.Id/54365/13/Mpk>. 65-16  
Pre P-Min.Pdf.

Purnomo, Dwi. 2010. *"Degradasi Senyawa Metil Merah Dengan Metode Elektrolisis Menggunakan Elektroda Platina (Pt)."*  
Universitas Islam Indonesia.

Putera, Rizky Dirga Harya. 2012. *"Ekstraksi Serat Selulosa Dari Tanaman Eceng Gondok (Eichornia Crassipes) Dengan Variasi Pelarut."* Universitas Indonesia.

Putra, Dana Iswara. 2017. *"Blending Polymer Selulosa Asetat/ Polisulfon Terhadap Ketahanan Fouling Protein."*  
Universitas Jember.

Rahmiati, Mevitri, Siti Wafiroh, And Pratiwi Pudjiastuti. 2018.  
*"Pembuatan Dan Karakterisasi Membran Fotokatalitik Hollow Fiber Selulosa Asetat- TiO<sub>2</sub> Untuk Degradasi Remazol Red 198."* *Jurnal Kimia Riset* 3 (1): 20.  
<https://doi.org/10.20473/jkr.v3i1.8238>.

Raja, Pada Mulia. 2016. *"Pemanfaatan Membran Selulosa Asetat Termodifikasi Mikro Zeolit Alam Untuk Filtrasi Air Sungai."*  
*Jurnal Sainika* 1 (6): 37-42.

- Ramakrishna, Seeram, Kazutoshi Fujihara, Wee-Eong Teo, Teik-Cheng Lim, And Zuwei Ma. 2005. *An Introduction To Electrospinning And Nanofibers. Polymers: Last Achievements And Prospects, In Honour Of Professor Jérôme*. Singapore: World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd. [Http://Hdl.Handle.Net/2268/11512](http://hdl.handle.net/2268/11512).
- Ratnawati, Singgih. 2021. "Aplikasi (Pt-  $TiO_2$ )/ Cds Untuk Fotodegradasi Zat Warna Tekstil Base Red 218." Institut Teknologi Indonesia.
- Riana, Lina Mei. 2005. "Fotodegradasi Zat Warna Methyl Red Dengan Fotokatalis  $TiO_2$ -Montmorillonit." Universitas Islam Indonesia.
- Richards, Heidi Lynn, Priscilla G. L. Baker, And Emmanuel Iwuoha. 2012. "Metal Nanoparticle Modified Polysulfone Membranes For Use In Wastewater Treatment: A Critical Review." *Journal Of Surface Engineered Materials And Advanced Technology* 02 (03): 183–93. [Https://Doi.Org/10.4236/jseamat.2012.223029](https://doi.org/10.4236/jseamat.2012.223029).
- Saehana, S, F Iskandar, And M Abdullah. 2013. "Optimization Of Electrospinning Parameter By Employing Genetic Algorithm In Order To Produce Desired Nanofiber Diameter." *International Journal Of Chemical, Nuclear,*

*Metallurgical And Materials Engineering* 7 (1): 78–83.

Sari, Tri Ilma. 2018. “Optimasi Nanofiber Hasil Electrospinning.” Institut Teknologi Sepuluh November.

Setiyawati, Dewik. 2020. “Fotodegradasi Zat Warna Limbah Cair Industri Pencelupan Dengan Katalis Zeolit Alam/  $TiO_2$  Dan Sinar UV.” *Cakra Kimia Indonesia* 8 (1): 16–25.

Seto, Adityo Sawong, And Alvika Meta Sari. 2013. “Pembuatan Selulosa Asetat Berbahan Dasar Nata De Soya.” *Konversi* 2: 1–12.

Setyawan, Hery. 2012. “Kajian Fluks Dan Sifat Mekanik Membran Selulosa Asetat Yang Didadah Titanium Dioksida.” Institut Pertanian Bogor.

Sofiana, Nani Dian. 2011. “Pembuatan Membran Fotokatalitik Dari Selulosa Diasetat Serat Daun Nanas (*Ananas Comosus*) Dan  $TiO_2$  Untuk Mendegradasi Congo Red.” Universitas Airlangga.

Souhoka, Fensia Analda, And Jolantje Latupeirissa. 2018. “Synthesis And Characterization Of Cellulose Acetate (CA).” *Indo. J. Chem. Res* 5 (2): 58–62.  
<https://doi.org/10.30598//ijcr.2018.5-Fen>.

Suhas, V. K. Gupta, P. J.M. Carrott, Randhir Singh, Monika



- Chaudhary, And Sarita Kushwaha. 2016. *"Cellulose: A Review As Natural, Modified And Activated Carbon Adsorbent."* *Bioresource Technology* 216: 1066–76. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2016.05.106>.
- Sujatno, Agus, Rohmad Salam, Bandriyana Bandriyana, And Arbi Dimiyati. 2017. *"Studi Scanning Electron Microscopy (Sem) Untuk Karakterisasi Proses Oxidasi Paduan Zirkonium."* *Jurnal Forum Nuklir* 9 (1): 44. <https://doi.org/10.17146/jfn.2015.9.1.3563>.
- Suryandari, Ervin Tri, M A Zulfikar, Rino R Mukti, And M Nasir. 2019. *"Preparation And Characterization Of Poly ( Methyl Methacrylate ) ( Pmma ) Fibers By Electrospinning."* *Key Engineering Materials* 811: 163–69. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/kem.811.163>.
- Syahbanu, Intan. 2015. *"Sintesis Dan Studi Sifat Termal Selulosa Asetat Dari Selulosa Bakterial."* In *Prosiding Seminar Nasional Penelitian & Pengabdian Pada Masyarakat*, 5–8.
- Uddin, Jamal. 2012. *Macro To Nano Spectroscopy*. Intech Janeza Trdine 9, 51000 Rijeka, Croatia.
- Utubira, Yeslia, Karna Wijaya, Triyono Triyono, And Eko Sugiharto. 2010. *"Preparation And Characterization Of*

*TiO<sub>2</sub>-Zeolite And Its Application To Degrade Textille Wastewater By Photocatalytic Method.” Indonesian Journal Of Chemistry 6 (3): 231–37.*  
<https://doi.org/10.22146/ijc.21724>.

Wahyu Rachmi Pusparini, Isyuniarto. 2010. *“Teknologi Pemisahan Zr-Hf Menggunakan Metode Kompleksasi-Membran Nanofiltrasi.”* In *Prosiding Ppi - Pdiptn 2010*, 179–88. Yogyakarta: Pustek Akselerator Dan Proses Bahan - Batan.

Wahyudi, Tatang, And Doni Sugiyana. 2011. *“Pembuatan Serat Nano Menggunakan Metode Electrosinning.”* *Arena Tekstil* 26 (1): 29–34.  
<https://doi.org/10.31266/At.V26i1.1439>.

Wardhani, Sri, C. Adi Damayanti, And Danar. Purwonugroho. 2014. *“Pengaruh Konsentrasi TiO<sub>2</sub> Dalam Zeolit Terhadap Degradasi.”* *Kimia Student Journal* 1 (1): 8–14.

Wenten, I G, Nurul F. Himma, Sofiatun Anisah, And Nicholas Prasetya. 2015. *“Membran Superhidrofobik - Pembuatan, Karakterisasi Dan Aplikasi.”* Bandung: Institut Teknologi Bandung.

Wenten, Ig, Ptp Aryanti, And An Hakim Diktat. 2000. *Pengantar Teknologi Membran.* Bandung: Insitut Teknologi

Bandung.

Widayanti, Nanda. 2013. *"Karakterisasi Membran Selulosa Asetat Dengan Variasi Komposisi Pelarut Aseton Dan Asam Format."* Universitas Jember.

Widjajanti, Endang, Regina Tutik, And M Pranjoto Utomo. 2011. *"Pola Adsorpsi Zeolit Terhadap Pewarna Azo Metil Merah Dan Metil Jingga."* In *Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan Dan Penerapan Mipa, Fakultas Mipa, Universitas Negeri Yogyakarta*, 115–22. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.

Wijaya, Karna, Iqmal Tahir, And Yuni Dhamayanti. 2005. *"Fotodegradasi Zat Warna Methyl Orange Menggunakan Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>."* In *Prosiding Seminar Nasional Dies Ke 50 Fmipa Ugm*, 22–29. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.

Yang, Kap Seung, Chang Hyo Kim, And Bo Hye Kim. 2015. *"Preparation And Electrochemical Properties Of RuO<sub>2</sub>-Containing Activated Carbon Nanofiber Composites With Hollow Cores."* *Electrochimica Acta* 174: 290–96. <https://doi.org/10.1016/j.electacta.2015.05.176>.

Yang, Yanan, Huixuan Zhang, Peng Wang, Qingzhu Zheng, And Jun Li. 2007. *"The Influence Of Nano-Sized TiO<sub>2</sub> Fillers On The Morphologies And Properties Of Psf Uf Membrane."*

*Journal Of Membrane Science* 288 (1-2): 231-38.  
<https://doi.org/10.1016/j.memsci.2006.11.019>.

Yuniar, Rizka Ayu. 2019. "*Sintesis Carbon-MnO<sub>2</sub> Nanofiber Dengan Metode Electrospinning.*" Institut Teknologi Sepuluh November.

Zhang, Xiwang, Alan Jianhong Du, Peifung Lee, Darren Delai Sun, And James O. Leckie. 2008. "*TiO<sub>2</sub> Nanowire Membrane For Concurrent Filtration And Photocatalytic Oxidation Of Humic Acid In Water.*" *Journal Of Membrane Science* 313 (1-2): 44-51.  
<https://doi.org/10.1016/j.memsci.2007.12.045>.

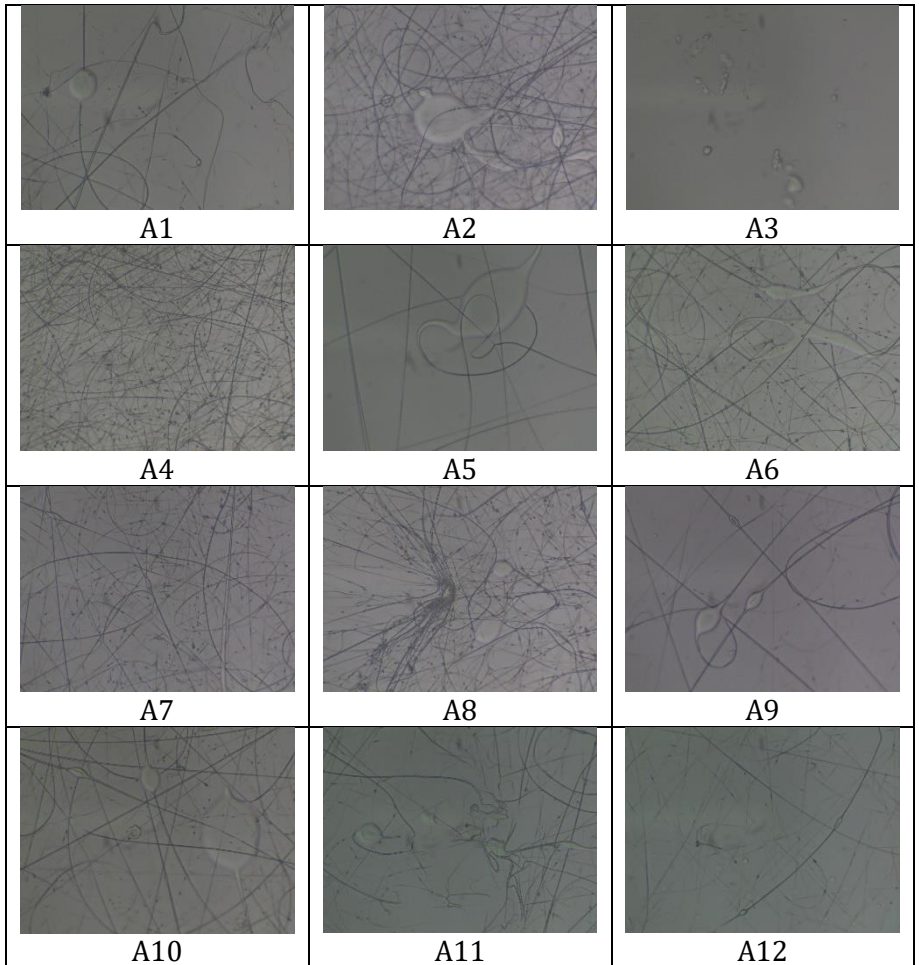
## LAMPIRAN

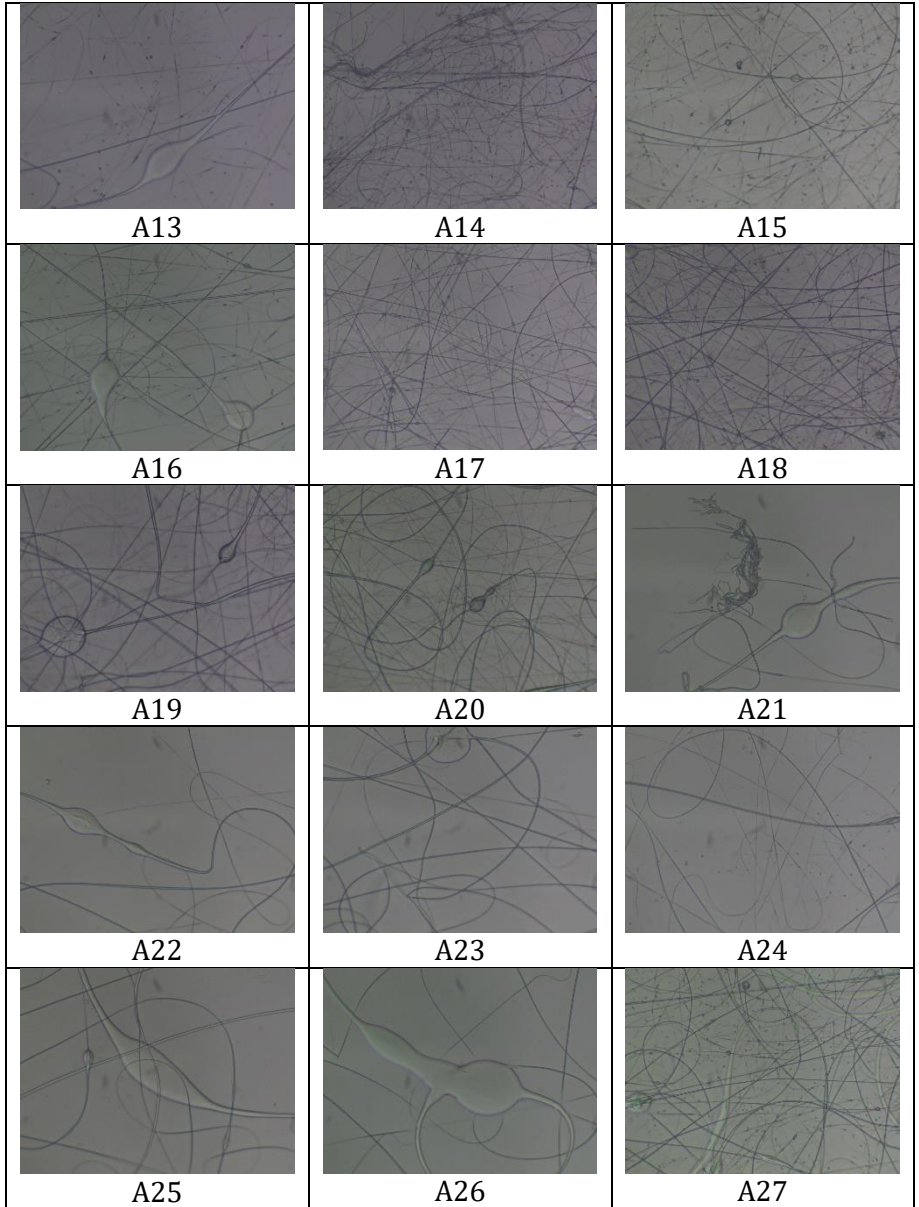
### Data Optimasi Sampel CA

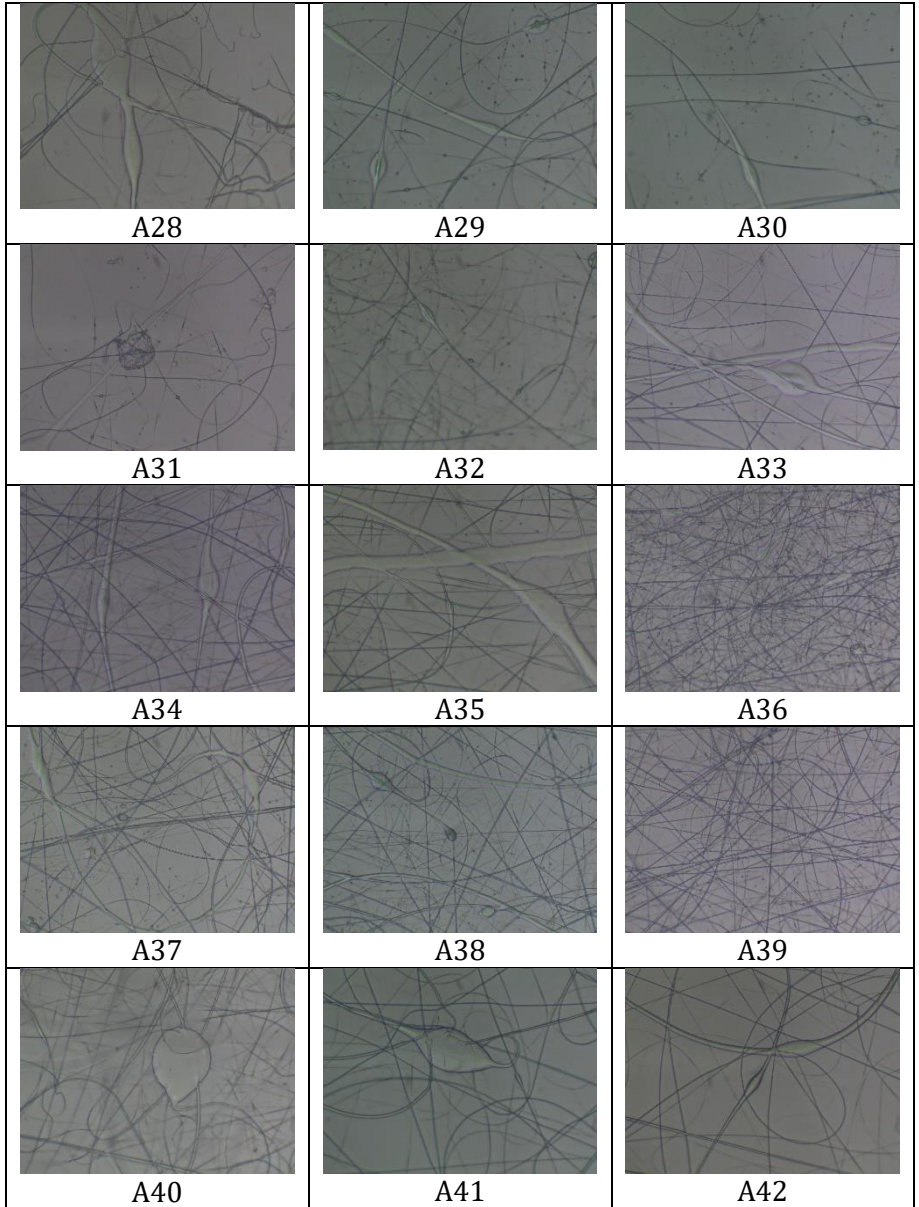
Membran *nanofibers* CA tegangan 7 sampai 8,5 kV

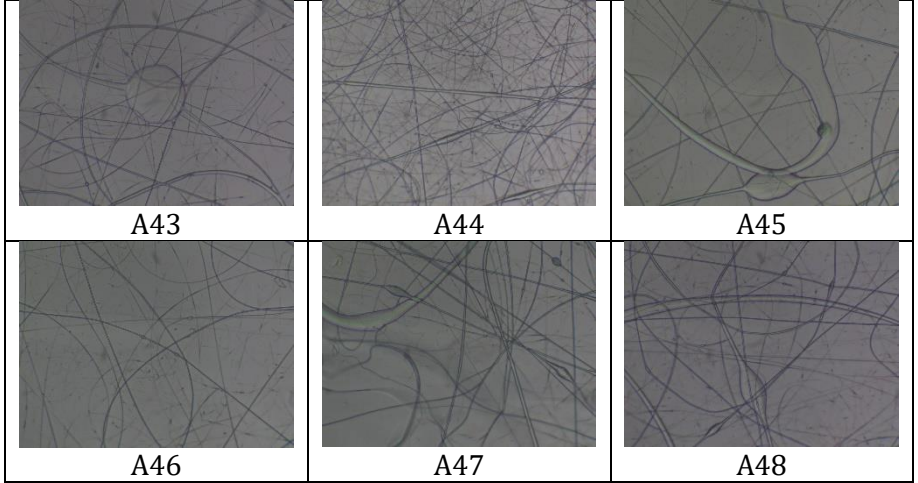
A = konsentrasi 12%

Lampiran 1



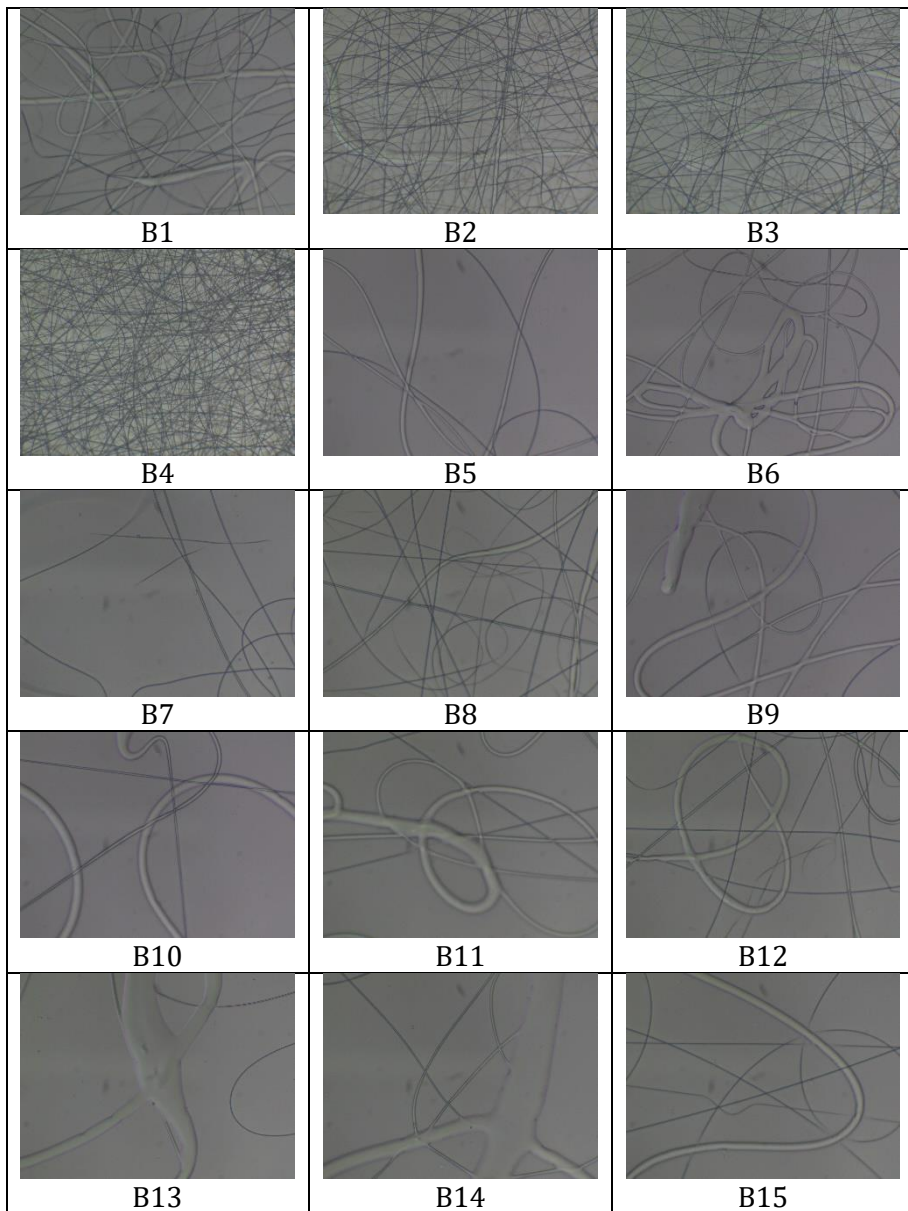


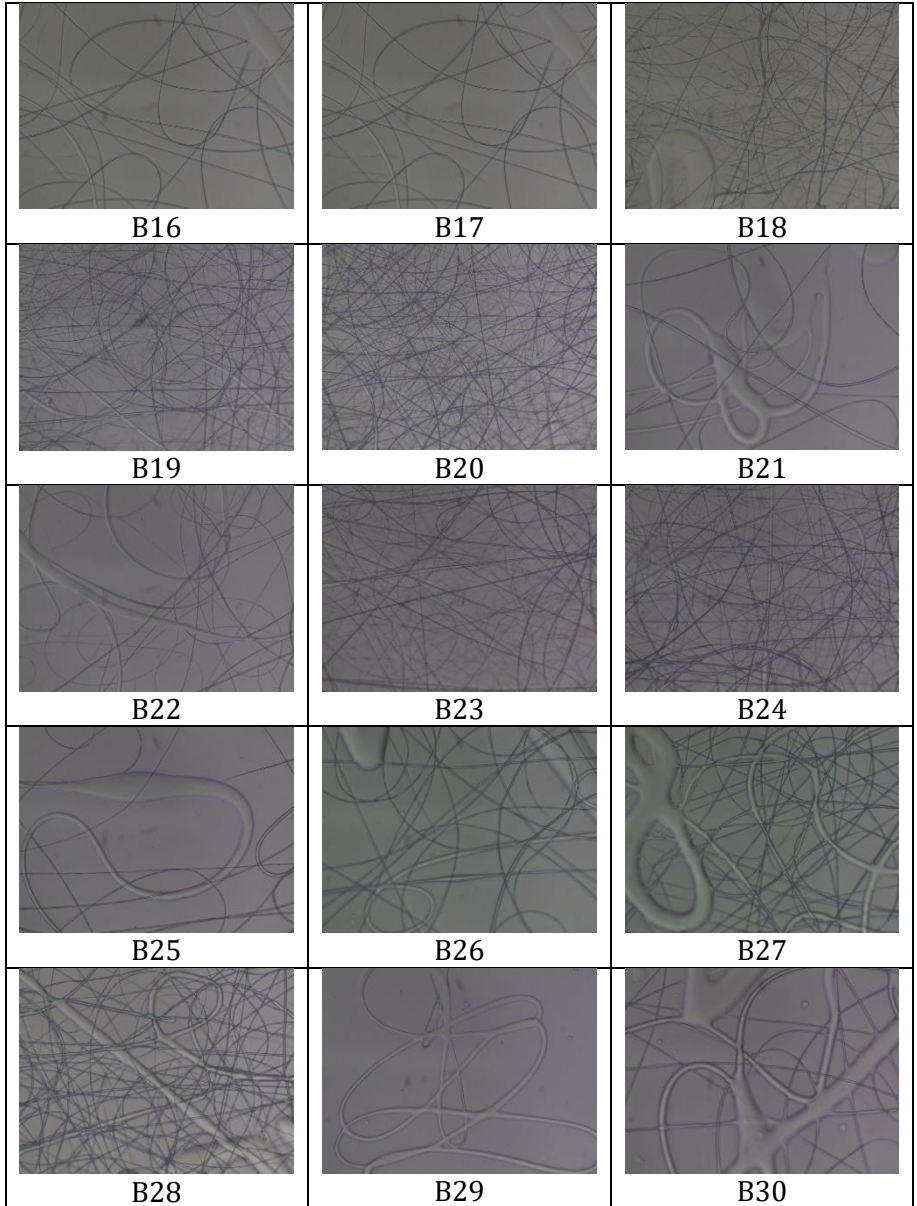


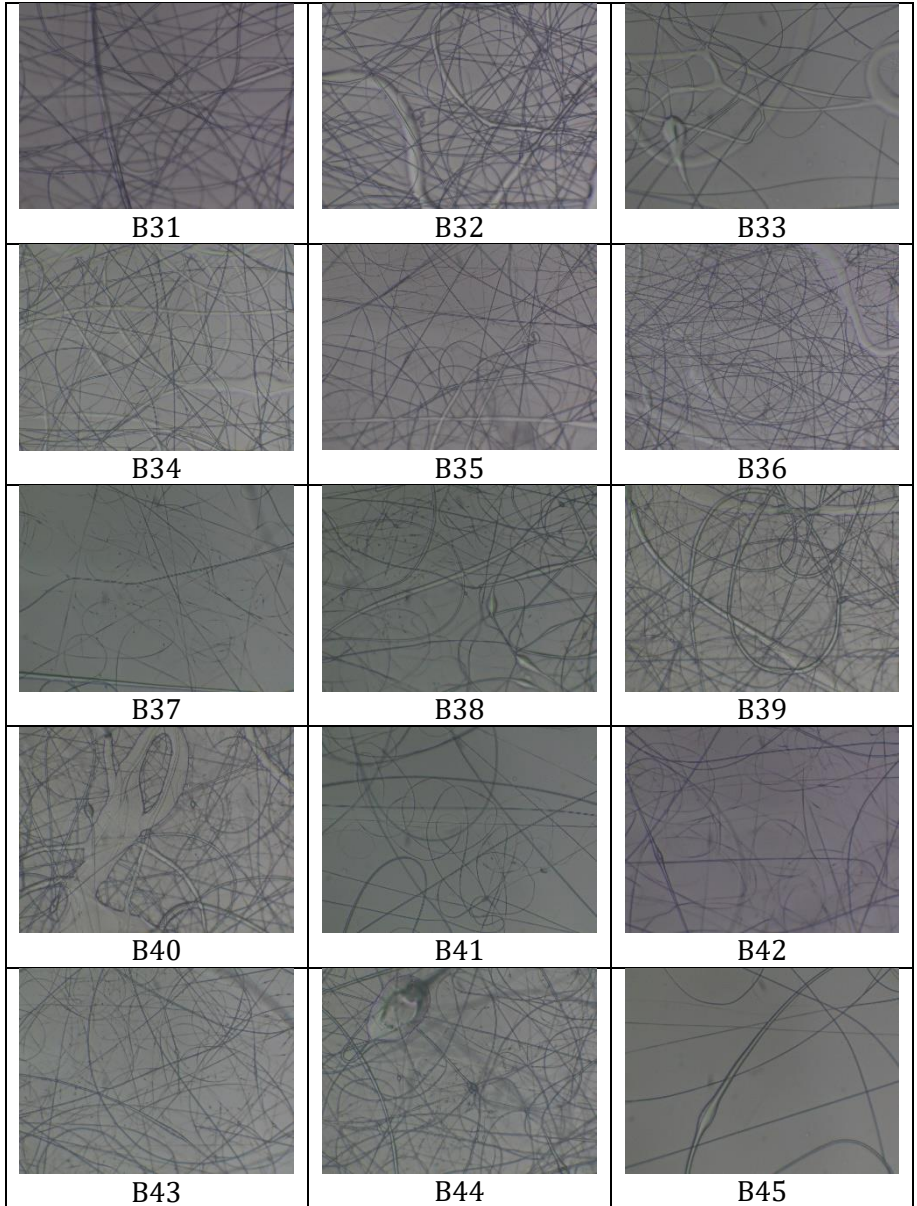


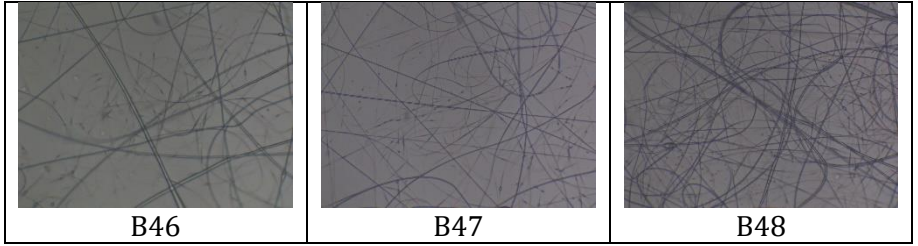


B = Konsentrasi 14%

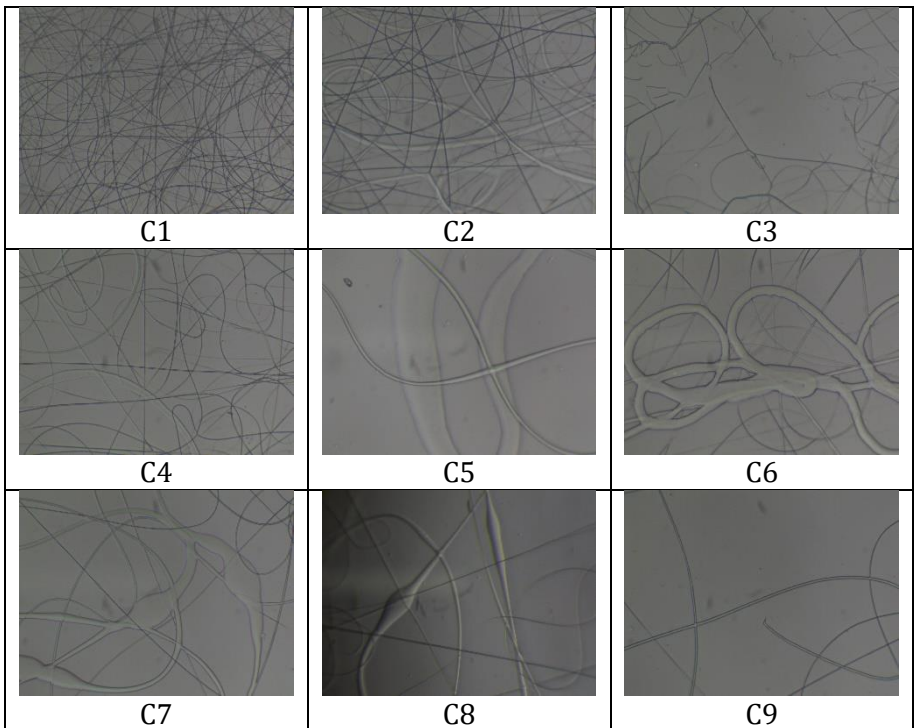


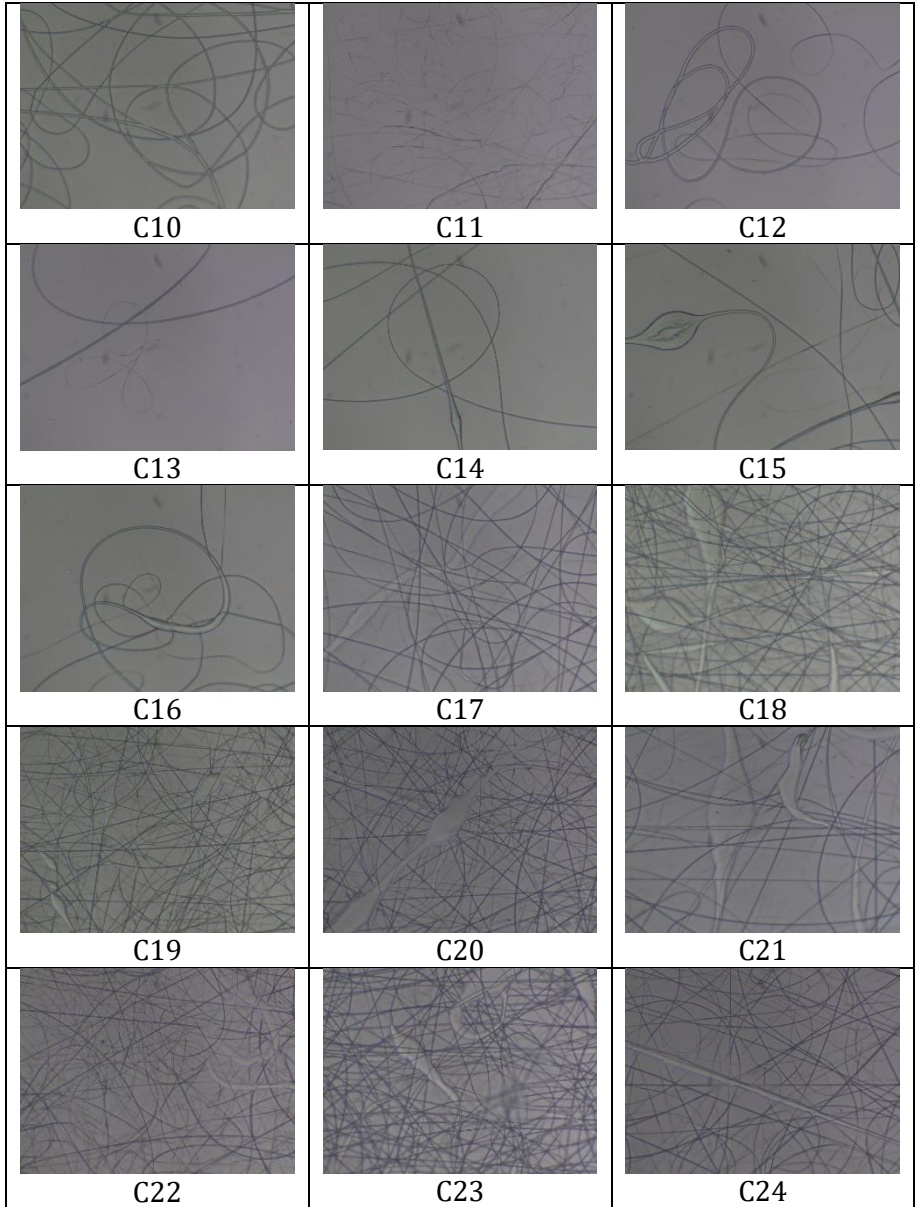


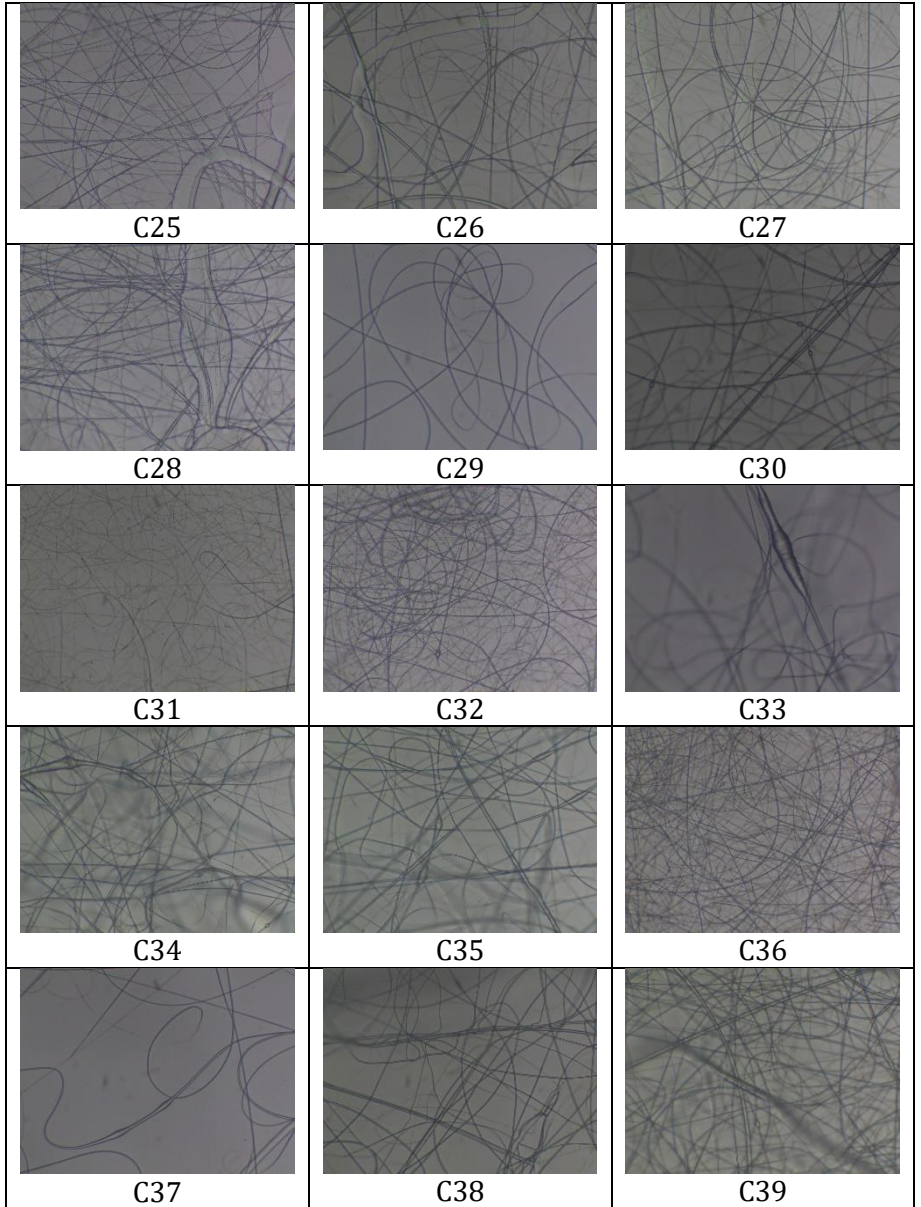


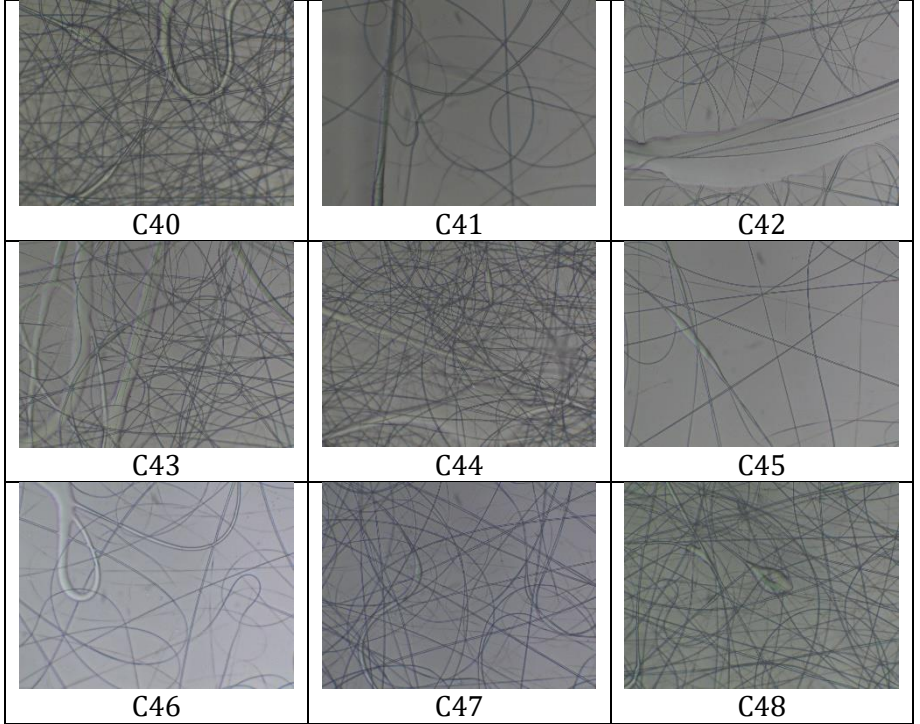


C = Konsentrasi 16%

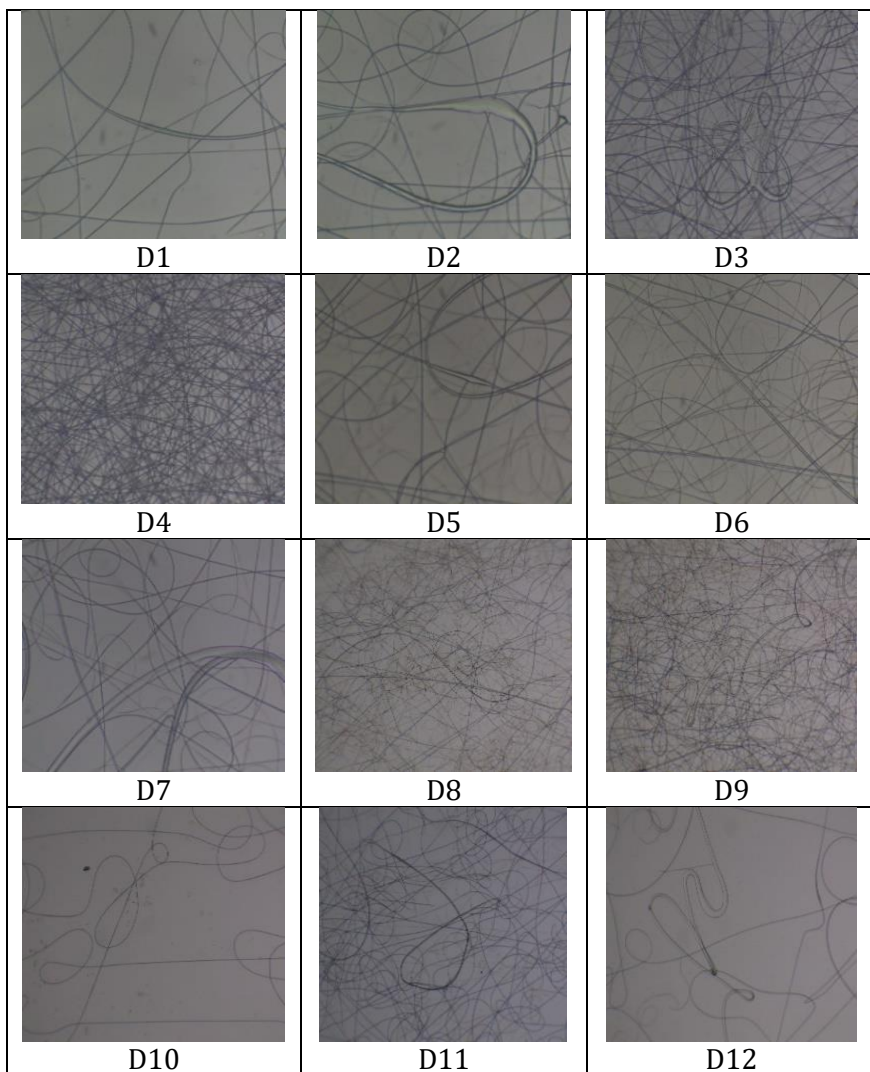




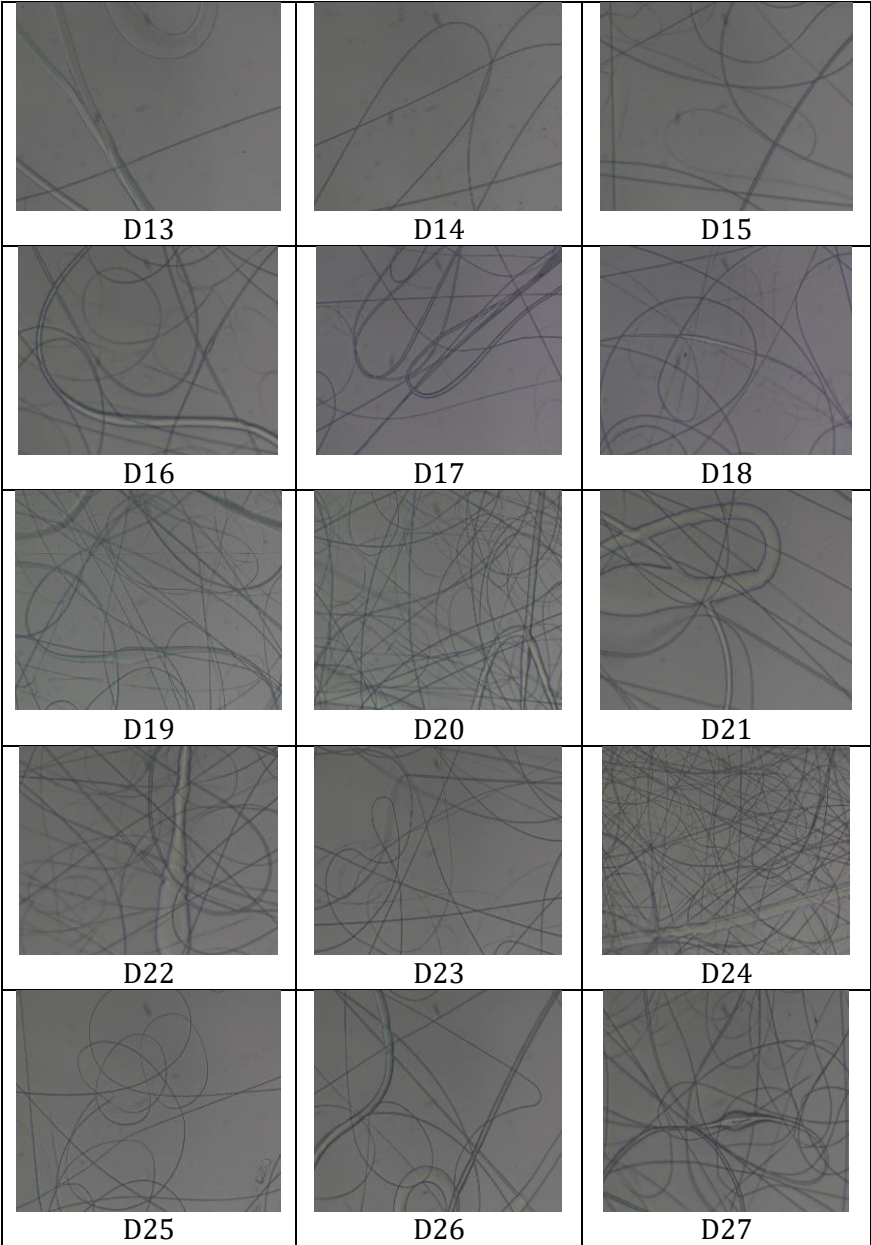


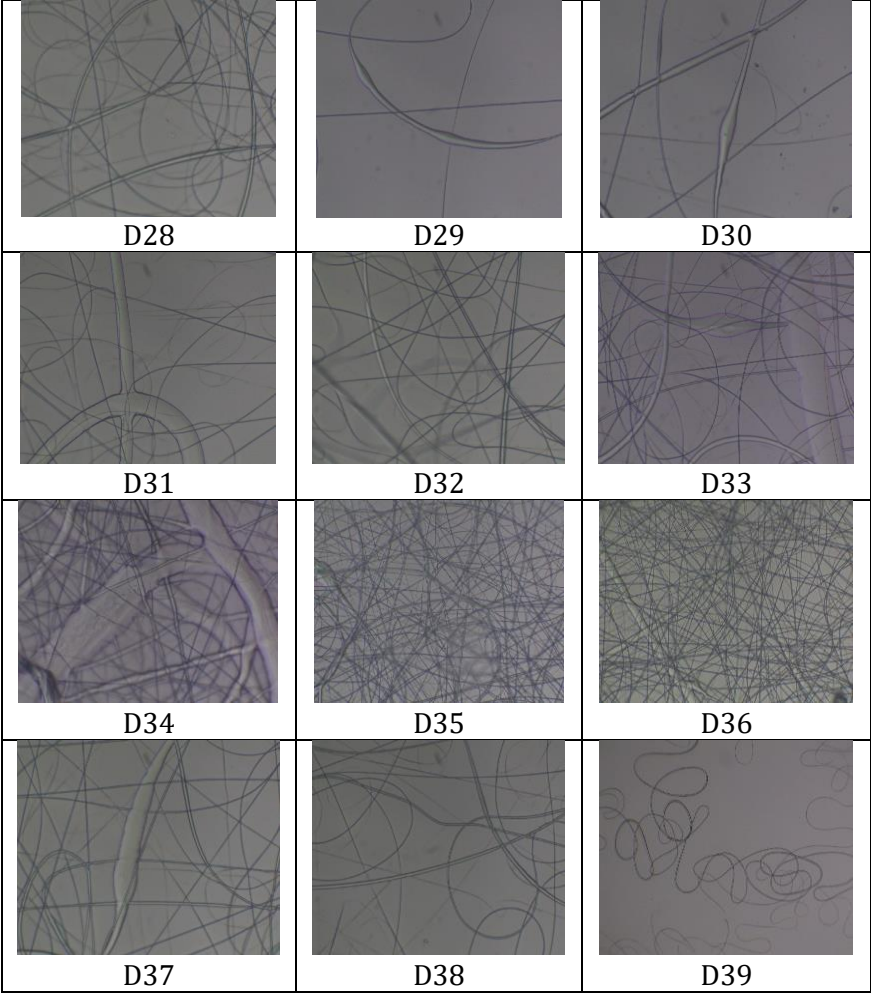


D = konsentrasi 18%









## Lampiran Optimasi *Electrospinning*

<b>Sampel</b>	<b>Konsentrasi (%)</b>	<b>Tegangan (kV)</b>	<b>Laju alir (mL/jam)</b>	<b>Jarak (cm)</b>
A1	12	7	0,02	10
A2	12	7,5	0,02	10
A3	12	8	0,02	10
A4	12	8,5	0,02	10
A5	12	7	0,02	11
A6	12	7,5	0,02	11
A7	12	8	0,02	11
A8	12	8,5	0,02	11
A9	12	7	0,02	12
A10	12	7,5	0,02	12
A11	12	8	0,02	12
A12	12	8,5	0,02	12
A13	12	7	0,02	13
A14	12	7,5	0,02	13
A15	12	8	0,02	13
A16	12	8,5	0,02	13
A17	12	7	0,04	10
A18	12	7,5	0,04	10
A19	12	8	0,04	10

A20	12	8,5	0,04	10
A21	12	7	0,04	11
A22	12	7,5	0,04	11
A23	12	8	0,04	11
A24	12	8,5	0,04	11
A25	12	7	0,04	12
A26	12	7,5	0,04	12
A27	12	8	0,04	12
A28	12	8,5	0,04	12
A29	12	7	0,04	13
A30	12	7,5	0,04	13
A31	12	8	0,04	13
A32	12	8,5	0,04	13
A33	12	7	0,06	10
A34	12	7,5	0,06	10
A35	12	8	0,06	10
A36	12	8,5	0,06	10
A37	12	7	0,06	11
A38	12	7,5	0,06	11
A39	12	8	0,06	11
A40	12	8,5	0,06	11
A41	12	7	0,06	12
A42	12	7,5	0,06	12

A43	12	8	0,06	12
A44	12	8,5	0,06	12
A45	12	7	0,06	13
A46	12	7,5	0,06	13
A47	12	8	0,06	13
A48	12	8,5	0,06	13

<b>Sampel</b>	<b>Konsentrasi (%)</b>	<b>Tegangan (kV)</b>	<b>Laju alir (mL/jam)</b>	<b>Jarak (cm)</b>
B1	14	7	0,02	10
B2	14	7,5	0,02	10
B3	14	8	0,02	10
B4	14	8,5	0,02	10
B5	14	7	0,02	11
B6	14	7,5	0,02	11
B7	14	8	0,02	11
B8	14	8,5	0,02	11
B9	14	7	0,02	12
B10	14	7,5	0,02	12
B11	14	8	0,02	12
B12	14	8,5	0,02	12
B13	14	7	0,02	13
B14	14	7,5	0,02	13
B15	14	8	0,02	13
B16	14	8,5	0,02	13
B17	14	7	0,04	10
B18	14	7,5	0,04	10
B19	14	8	0,04	10
B20	14	8,5	0,04	10

B21	14	7	0,04	11
B22	14	7,5	0,04	11
B23	14	8	0,04	11
B24	14	8,5	0,04	11
B25	14	7	0,04	12
B26	14	7,5	0,04	12
B27	14	8	0,04	12
B28	14	8,5	0,04	12
B29	14	7	0,04	13
B30	14	7,5	0,04	13
B31	14	8	0,04	13
B32	14	8,5	0,04	13
B33	14	7	0,06	10
B34	14	7,5	0,06	10
B35	14	8	0,06	10
B36	14	8,5	0,06	10
B37	14	7	0,06	11
B38	14	7,5	0,06	11
B39	14	8	0,06	11
B40	14	8,5	0,06	11
B41	14	7	0,06	12
B42	14	7,5	0,06	12
B43	14	8	0,06	12

B44	14	8,5	0,06	12
B45	14	7	0,06	13
B46	14	7,5	0,06	13
B47	14	8	0,06	13
B48	14	8,5	0,06	13



<b>Sampel</b>	<b>Konsentrasi (%)</b>	<b>Tegangan (kV)</b>	<b>Laju alir (mL/jam)</b>	<b>Jarak (cm)</b>
C1	16	7	0,02	10
C2	16	7,5	0,02	10
C3	16	8	0,02	10
C4	16	8,5	0,02	10
C5	16	7	0,02	11
C6	16	7,5	0,02	11
C7	16	8	0,02	11
C8	16	8,5	0,02	11
C9	16	7	0,02	12
C10	16	7,5	0,02	12
C11	16	8	0,02	12
C12	16	8,5	0,02	12
C13	16	7	0,02	13
C14	16	7,5	0,02	13
C15	16	8	0,02	13
C16	16	8,5	0,02	13
C17	16	7	0,04	10
C18	16	7,5	0,04	10
C19	16	8	0,04	10
C20	16	8,5	0,04	10

C21	16	7	0,04	11
C22	16	7,5	0,04	11
C23	16	8	0,04	11
C24	16	8,5	0,04	11
C25	16	7	0,04	12
C26	16	7,5	0,04	12
C27	16	8	0,04	12
C28	16	8,5	0,04	12
C29	16	7	0,04	13
C30	16	7,5	0,04	13
C31	16	8	0,04	13
C32	16	8,5	0,04	13
C33	16	7	0,06	10
C34	16	7,5	0,06	10
C35	16	8	0,06	10
C36	16	8,5	0,06	10
C37	16	7	0,06	11
C38	16	7,5	0,06	11
C39	16	8	0,06	11
C40	16	8,5	0,06	11
C41	16	7	0,06	12
C42	16	7,5	0,06	12
C43	16	8	0,06	12


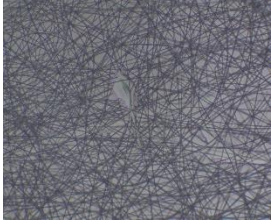
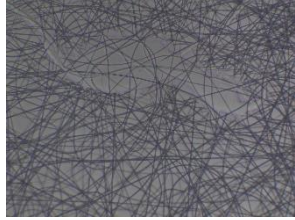
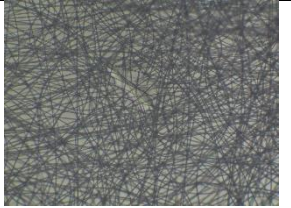
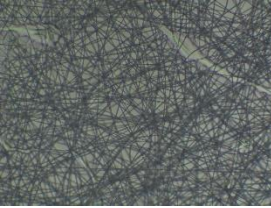
C44	16	8,5	0,06	12
C45	16	7	0,06	13
C46	16	7,5	0,06	13
C47	16	8	0,06	13
C48	16	8,5	0,06	13


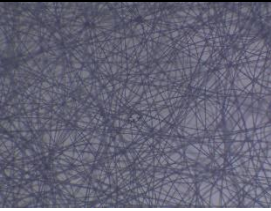
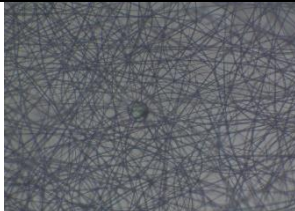
<b>Sampel</b>	<b>Konsentrasi (%)</b>	<b>Tegangan (kV)</b>	<b>Laju alir (mL/jam)</b>	<b>Jarak (cm)</b>
D1	18	7	0,02	10
D2	18	7,5	0,02	10
D3	18	8	0,02	10
D4	18	8,5	0,02	10
D5	18	7	0,02	11
D6	18	7,5	0,02	11
D7	18	8	0,02	11
D8	18	8,5	0,02	11
D9	18	7	0,02	12
D10	18	7,5	0,02	12
D11	18	8	0,02	12
D12	18	8,5	0,02	12
D13	18	7	0,02	13
D14	18	7,5	0,02	13
D15	18	8	0,02	13
D16	18	8,5	0,02	13
D17	18	7	0,04	10
D18	18	7,5	0,04	10
D19	18	8	0,04	10
D20	18	8,5	0,04	10


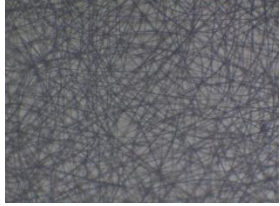
D21	18	7	0,04	11
D22	18	7,5	0,04	11
D23	18	8	0,04	11
D24	18	8,5	0,04	11
D25	18	7	0,04	12
D26	18	7,5	0,04	12
D27	18	8	0,04	12
D28	18	8,5	0,04	12
D29	18	7	0,04	13
D30	18	7,5	0,04	13
D31	18	8	0,04	13
D32	18	8,5	0,04	13
D33	18	7	0,06	10
D34	18	7,5	0,06	10
D35	18	8	0,06	10
D36	18	8,5	0,06	10
D38	18	7	0,06	11
D39	18	7,5	0,06	11


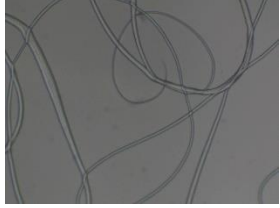
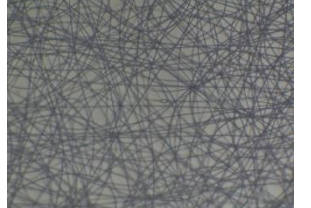
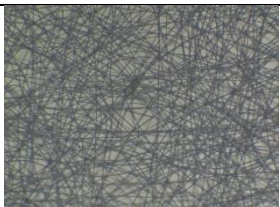
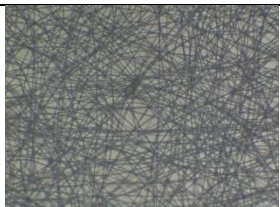


Membran *nanofibers* CA tegangan 8,5 sampai 11 kV

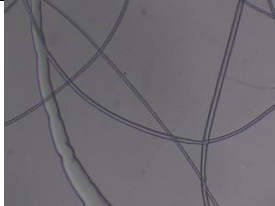

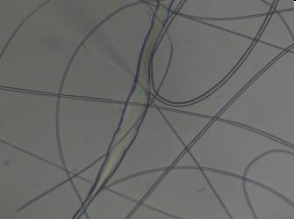


		
A49	A50	A51
		Konsentrasi 12% Laju alir 0,02 ml/H Jarak 10 cm
A52	A53	

		
B49	B50	B51

		<p>Konsentrasi 12%</p> <p>Laju alir 0,02 ml/H</p> <p>Jarak 10 cm</p>
<p>B52</p>	<p>B53</p>	

		
<p>C49</p>	<p>C50</p>	<p>C51</p>
		<p>Konsentrasi 12%</p> <p>Laju alir 0,02 ml/H</p> <p>Jarak 10 cm</p>
<p>C52</p>	<p>B53</p>	

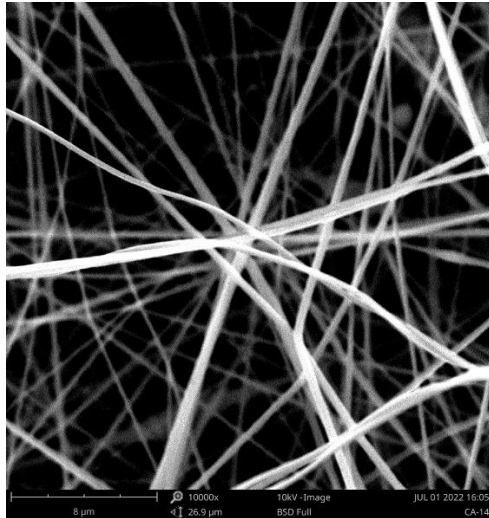


		
<p>D49</p>	<p>D50</p>	<p>D51</p>
		<p>Konsentrasi 12%</p> <p>Laju alir 0,02 ml/H</p> <p>Jarak 10 cm</p>
<p>D52</p>	<p>D53</p>	

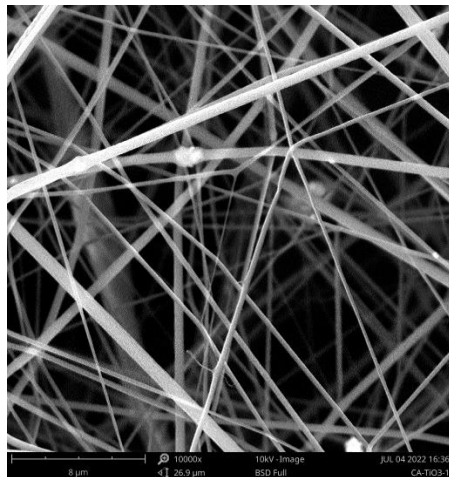
## Hasil Uji SEM

Lampiran 2

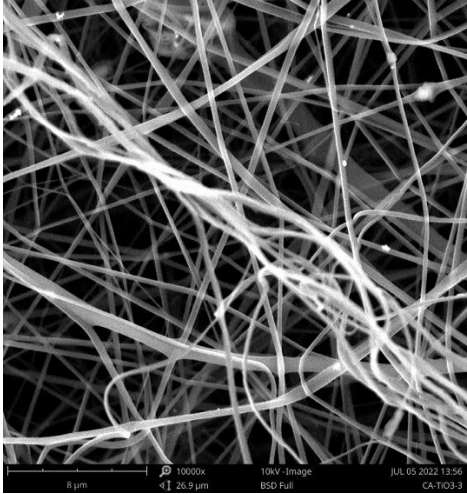
Sampel CA 14%



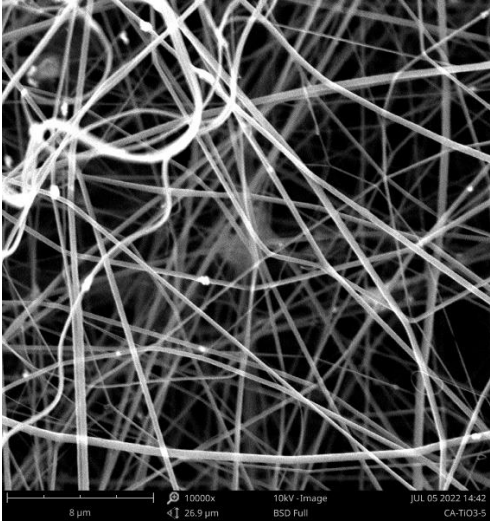
Sample CA-TiO<sub>2</sub> 1%



Sample CA-TiO<sub>2</sub> 3%



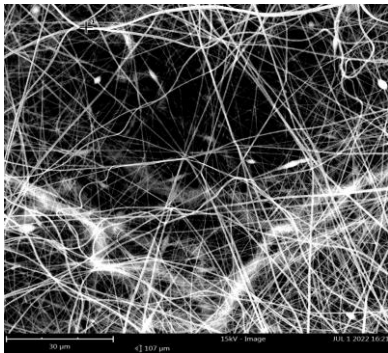
Sample CA-TiO<sub>2</sub> 5%



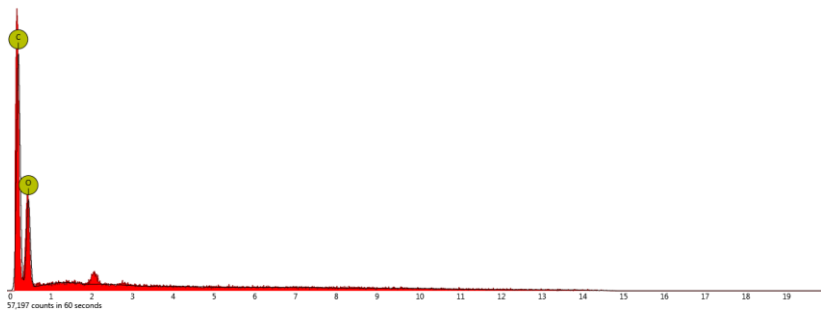
## Hasil Uji EDX

Sampel CA 14%

Element Symbol	Atomic Conc.	Weight Conc.	Oxide Symbol	Stoich. wt Conc.
C	66.27	59.60		
O	33.73	40.40		

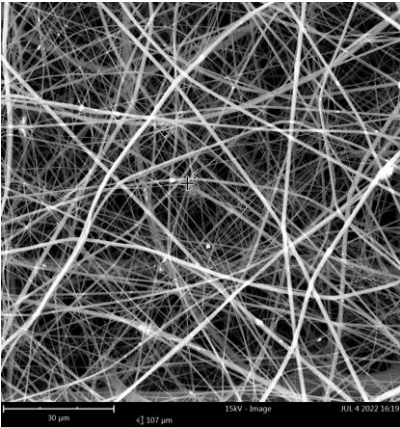


FOV: 107 μm, Mode: 15kV - Image, Detector: BSD Full, Time: JUL 1 2022 16:21

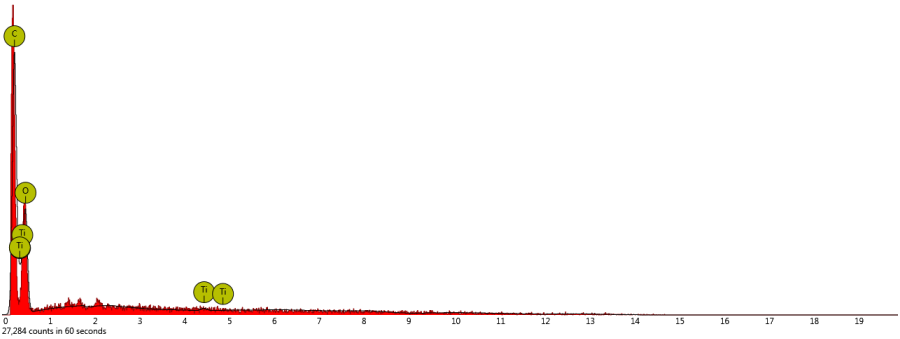


Sampel CA-TiO<sub>2</sub> 1%

Element Symbol	Atomic Conc.	Weight Conc.	Oxide Symbol	Stoich. wt Conc.
C	64.78	57.87		
O	35.13	41.80		
Ti	0.09	0.32		

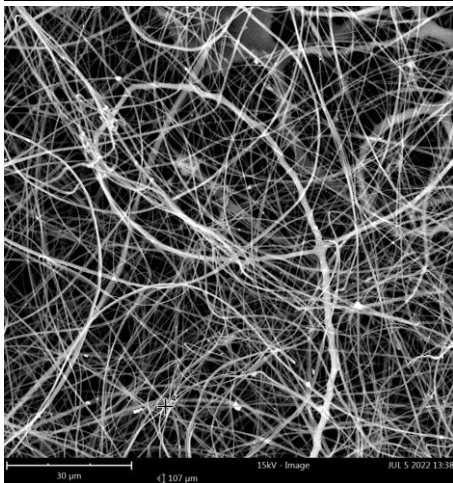


FOV: 107 µm, Mode: 15kV - Image, Detector: BSD Full, Time: JUL 4 2022 16:19

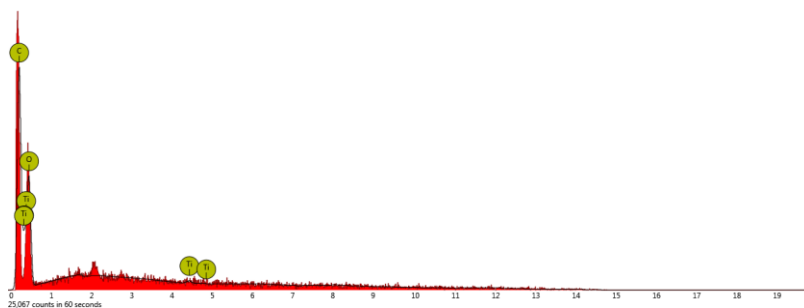


Sampel CA-TiO<sub>2</sub> 3%

Element Symbol	Atomic Conc.	Weight Conc.	Oxide Symbol	Stoich. wt Conc.
C	61.48	54.38		
O	38.41	45.25		
Ti	0.11	0.38		

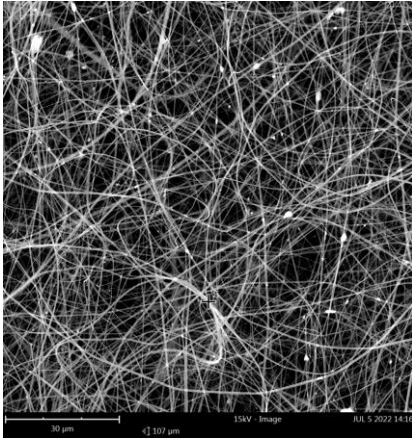


FOV: 107 μm, Mode: 15kV - Image, Detector: BSD Full, Time: JUL 5 2022 13:38

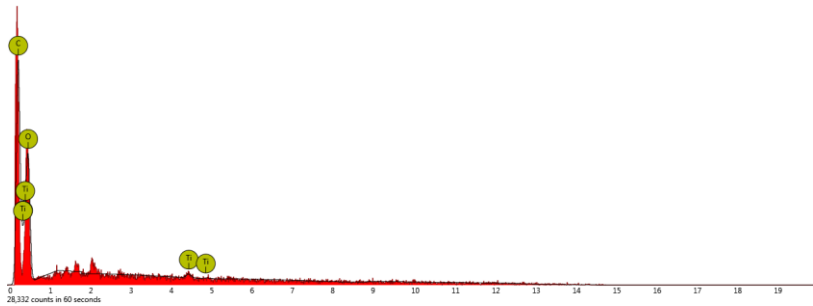


Sampel CA-TiO<sub>2</sub> 5%

Element Symbol	Atomic Conc.	Weight Conc.	Oxide Symbol	Stoich. wt Conc.
C	59.49	52.22		
O	40.34	47.17		
Ti	0.17	0.61		



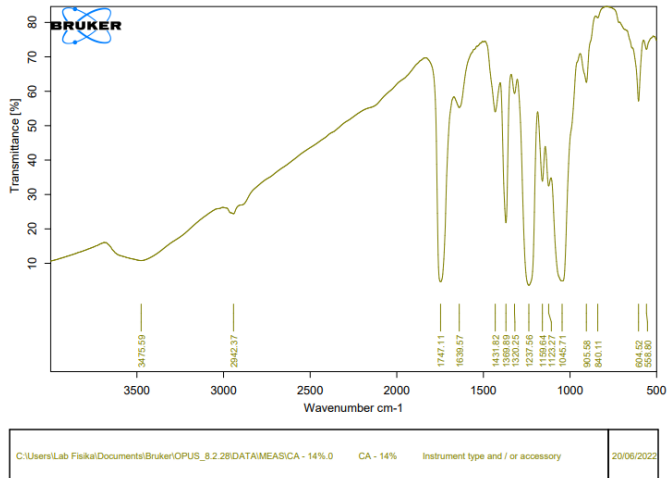
FOV: 107 μm, Mode: 15kV - Image, Detector: BSD Full, Time: JUL 5 2022 14:16



# Hasil Uji FTIR

## Lampiran 3

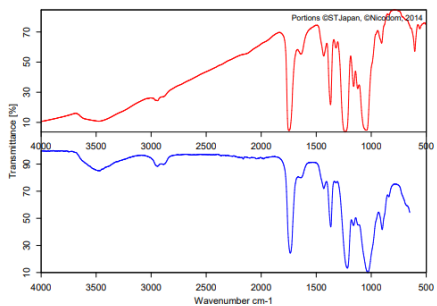
### Sampel CA 14%



Page 1/1

Wavenumber cm-1	Transmittance [%]
3997.816421	0.106515
3995.758873	0.106777
3993.701324	0.107012
3991.643776	0.107296
3989.586228	0.107616
3987.528679	0.107892
3985.471131	0.108113
3983.413583	0.108253
3981.356034	0.108420
3979.298486	0.108869
3977.240938	0.109149
3975.183389	0.109475
3973.125841	0.109790
3971.068393	0.110063
3969.010744	0.110291
3966.953196	0.110497
3964.895648	0.110737
3962.838099	0.111021
3960.780551	0.111295
3958.723003	0.111559
3956.665454	0.111872
3954.607906	0.112271
3952.550358	0.112725
3950.492809	0.113124
3948.435261	0.113422
3946.377712	0.113712
3944.320164	0.114073
3942.262616	0.114415
3940.205067	0.114644
3938.147519	0.114859
3936.089971	0.115156
3934.032422	0.115484
3931.974874	0.115797
3929.917326	0.116118
3927.859777	0.116484

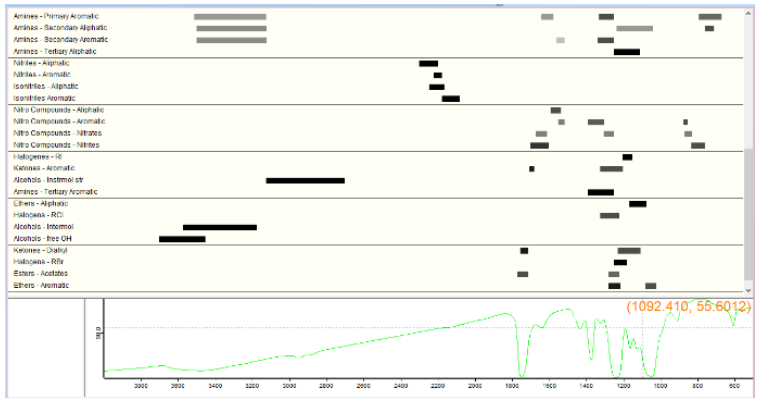
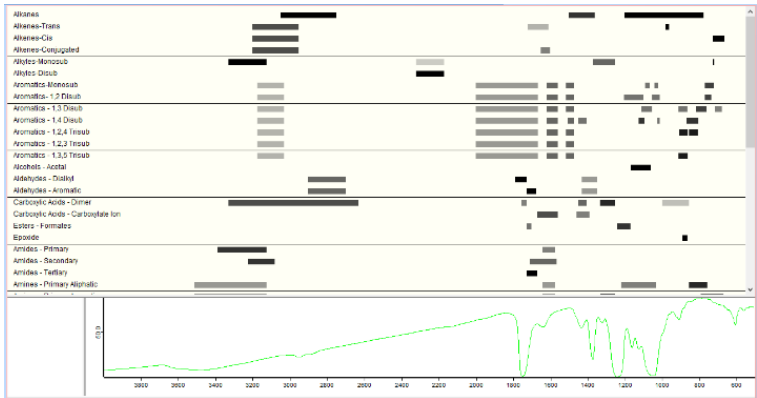




Compound Name	CELANESE, ACETATE FIBER
Molecular Formula	
Molecular Weight	
CAS Registry Number	
Boiling Point	Celanese
Sample Preparation	ATR single bounce
Reference	F1050/ FIB0051
Copyright	Public Domain Spectrum
Entry No.	1532
Library name	ATR-LIB-COMPLETE-3-472-2-501

Color	Hit Quality	Compound name	CAS Number	Molecular formula	Molecular weight
Blue	887	CELANESE, ACETATE FIBER			

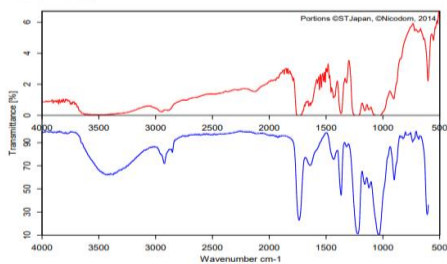
Color	File	Path	Spectrum Type
Red	CA - 14%.0	C:\Users\Lab-Fisika\Documents\Bruker\OPUS_8.2.28\DATA\MEAS	Query Spectrum



# Sampel CA-TiO<sub>2</sub> 1%

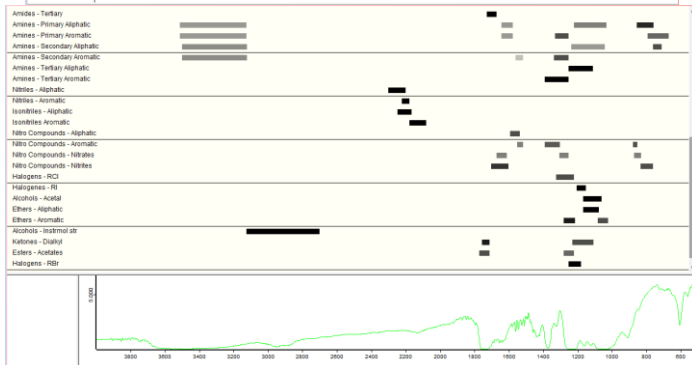
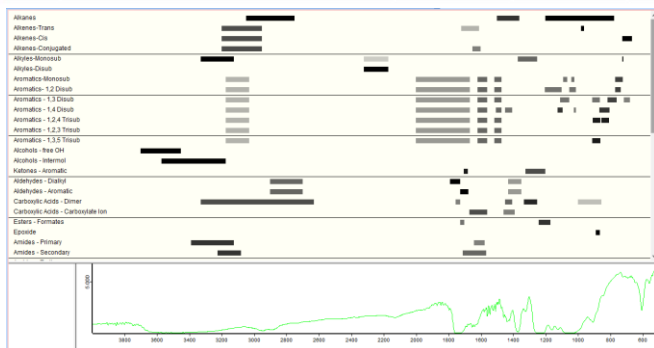
Search Library

07/07/2022 14:22:03



Compound Name	REGULAR
Molecular Formula	
Molecular Weight	
CAS Registry Number	
Sample Preparation	ATR single bounce
Manufacturer	Celanese
Comment	as above
Reference	FB332/ FB332
Copyright	(c) 2014 Nicodrom
Entry No.	263

Color	IRI Quality	Compound name	CAS Number	Molecular formula	Molecular weight
	37.3	REGULAR			



# Sampel CA-TiO<sub>2</sub> 3%

Search Library 20/06/2022 14:06:48

Compound Name	CELANESE, ACETATE FIBER
Molecular Formula	
Molecular Weight	
CAS Registry Number	
Boiling Point	Celanece
Sample Preparation	ATR single bounce
Reference	F01050/ FIB0051
Copyright	Public Domain Spectrum
Entry No.	1532
Library name	ATR-LIB-COMPLETE-3-472-2-501

Color	Hit Quality	Compound name	CAS Number	Molecular formula	Molecular weight
■	902	CELANESE, ACETATE FIBER			

Color	File	Path	Spectrum Type
■	CATiO2 - 3%.0	C:\Users\Falka\Documents\Bruker\OPUS_8.2.28\DATA\MEAS	Query Spectrum

C:\Users\Falka\Documents\Bruker\OPUS_8.2.28\DATA\MEAS\CATiO2 - 3%.0	CATiO2 - 3%	Instrument type and / or accessory	20/06/2022
---	-------------	------------------------------------	------------



# Sampel CA-TiO<sub>2</sub> 5%

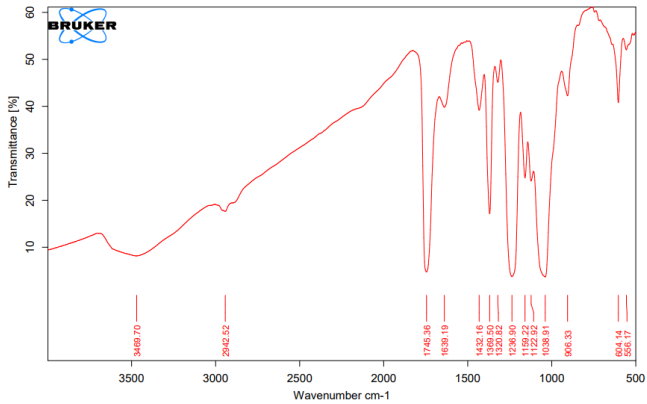
**Search Library** 20/06/2022 13:48:41

Compound Name	CELANESE, ACETATE FIBER
Molecular Formula	
Molecular Weight	
CAS Registry Number	
Boiling Point	Celanece
Sample Preparation	ATR single bounce
Reference	FD1050/ FIB0001
Copyright	Public Domain Spectrum
Entry No.	1512
Library name	ATR-LIB-COMLETE-3-472-2-501

Color	Hit Quality	Compound name	CAS Number	Molecular formula	Molecular weight
	906	CELANESE, ACETATE FIBER			

Color	File	Path	Spectrum Type
	CAT02 - 5% 1.0	C:\Users\Lab Fisika\Documents\Bruker\OPUS_8.2\DATA\MEAS	Query Spectrum

**Page 1 of 1**





## Lampiran Hasil Uji Degradasi Zat Warna

1. data pengukuran konsentrasi sampel setelah degradasi

x = konsentrasi larutan (LS 1, 2, 3, 4 dan 5)

y = absorbansi

$$\begin{aligned}y &= ax + b \\ &= 449,18x + 0,1231\end{aligned}$$

$$x = \frac{y - b}{a}$$

- b) Larutan Induk

$$\begin{aligned}x \text{ induk} &= \frac{3,421 - 0,1231}{449,18} \\ &= 0,007342\end{aligned}$$

- c) *Nanofibers* CA 14%

$$\begin{aligned}x \text{ CA 14\%} &= \frac{3,402 - 0,1231}{449,18} \\ &= 0,007300\end{aligned}$$

- d) *Nanofibers* CA-TiO<sub>2</sub> 1%

$$\begin{aligned}x \text{ CA - TiO}_2 \text{ 1\%} &= \frac{3,417 - 0,1231}{449,18} \\ &= 0,007333\end{aligned}$$

- e) *Nanofibers* CA-TiO<sub>2</sub> 3%

$$\begin{aligned}x \text{ CA - TiO}_2 \text{ 3\%} &= \frac{3,409 - 0,1231}{449,18} \\ &= 0,007315\end{aligned}$$



f) *Nanofibers* CA-TiO<sub>2</sub> 5%

$$\begin{aligned}x \text{ CA} - \text{TiO}_2 \text{ 5\%} &= \frac{3,303 - 0,1231}{449,18} \\ &= 0,007079\end{aligned}$$

2. data persentase absorpsi sampel setelah degradasi

$$\% \text{ absorpsi terserap} = \frac{x_0 - x_1}{x_0} \times 100\%$$

X<sub>0</sub> = konsentrasi awal (larutan induk)

X<sub>1</sub> = konsentrasi akhir (CA, CA-TiO<sub>2</sub> 1%, 3% dan 5%)

a) CA 14%

$$\begin{aligned}\text{CA 14\%} &= \frac{0,007342 - 0,007300}{0,007342} \times 100\% \\ &= 0,0058\%\end{aligned}$$

b) CA-TiO<sub>2</sub> 1%

$$\begin{aligned}\text{CA} - \text{TiO}_2 \text{ 1\%} &= \frac{0,007342 - 0,007333}{0,007342} \times 100\% \\ &= 0,0012\%\end{aligned}$$

c) CA-TiO<sub>2</sub> 3%

$$\begin{aligned}\text{CA} - \text{TiO}_2 \text{ 3\%} &= \frac{0,007342 - 0,007315}{0,007342} \times 100\% \\ &= 0,0036\%\end{aligned}$$

d) CA-TiO<sub>2</sub> 5%

$$\begin{aligned}\text{CA} - \text{TiO}_2 \text{ 5\%} &= \frac{0,007342 - 0,007079}{0,007342} \times 100\% \\ &= 0,0358\%\end{aligned}$$

## Lampiran Hasil Uji Degradasi Membran CA dan CA-TiO<sub>2</sub>



## Maratus Sholikhah-Skripsi

### ORIGINALITY REPORT

**23%**  
SIMILARITY INDEX

**23%**  
INTERNET SOURCES

**2%**  
PUBLICATIONS

**4%**  
STUDENT PAPERS

### PRIMARY SOURCES

1	<a href="https://repository.its.ac.id">repository.its.ac.id</a> Internet Source	4%
2	<a href="https://etheses.uin-malang.ac.id">etheses.uin-malang.ac.id</a> Internet Source	3%
3	<a href="https://repository.unair.ac.id">repository.unair.ac.id</a> Internet Source	2%
4	<a href="https://docplayer.info">docplayer.info</a> Internet Source	2%
5	<a href="https://lib.unnes.ac.id">lib.unnes.ac.id</a> Internet Source	1%
6	<a href="https://ejournal.unibabwi.ac.id">ejournal.unibabwi.ac.id</a> Internet Source	1%
7	<a href="https://repository.usu.ac.id">repository.usu.ac.id</a> Internet Source	1%
8	<a href="https://semuanyaadasaja.blogspot.com">semuanyaadasaja.blogspot.com</a> Internet Source	1%
9	<a href="https://123dok.com">123dok.com</a> Internet Source	1%
10	<a href="https://id.scribd.com">id.scribd.com</a> Internet Source	1%
11	<a href="https://Dspace.Uii.Ac.Id">Dspace.Uii.Ac.Id</a> Internet Source	1%

12	ejournal.kemenperin.go.id Internet Source	1 %
13	uisi.ac.id Internet Source	<1 %
14	eprints.ulm.ac.id Internet Source	<1 %
15	adoc.pub Internet Source	<1 %
16	ejurnal.ubharajaya.ac.id Internet Source	<1 %
17	prosiding.umy.ac.id Internet Source	<1 %
18	dokumen.tech Internet Source	<1 %
19	Submitted to POLITEKNIK KEUANGAN NEGARA STAN Student Paper	<1 %
20	alumni.unair.ac.id Internet Source	<1 %
21	Submitted to Politeknik Negeri Bandung Student Paper	<1 %
22	mafiadoc.com Internet Source	<1 %
Submitted to Universitas Diponegoro		

23	Student Paper	<1 %
24	www.scribd.com Internet Source	<1 %

## RIWAYAT HIDUP

### A. Identitas Diri

Nama : Maratus Sholikhah  
Tempat, Tanggal Lahir : Samarinda, 27 Maret 2000  
Alamat : Jl. SMP 32 Makroman, Kec.  
Sambutan, Kota Samarinda  
No. HP : +6281259282595  
E-mail : [maratussholikhah473@gmail.com](mailto:maratussholikhah473@gmail.com)

### B. Riwayat Pendidikan

#### Pendidikan Formal

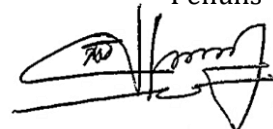
1. SDN Bakung (2007-2012)
2. Mts Islamiyah ATTANWIR (2012-2015)
3. MA Islamiyah ATTANWIR (2015-2018)

#### Pendidikan Non-Formal

1. PP. Langitan Widang Tuban (2015)
2. TPQ Al-Jihad (2007-2018)

Semarang, 14 Juli 2022

Penulis



**Maratus Sholikhah**  
**NIM. 1808026025**