

DEKOLORISASI NIRA TEBU MENGGUNAKAN MEMBRAN NILON/TiO₂

SKRIPSI

Disusun untuk Memenuhi Sebagian Syarat Guna Memperoleh
Gelar Sarjana Sains dalam Ilmu Kimia



Oleh: **INDAH RIFDAH HUWAIDAH**

NIM : 1908036029

**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2023**

**DEKOLORISASI NIRA TEBU MENGGUNAKAN
MEMBRAN NILON/TiO₂**

SKRIPSI

Oleh

INDAH RIFDAH HUWAIDAH

1908036029

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

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

2023

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Indah Rifdah Huwaidah
NIM : 1908036029
Program Studi : Kimia

Menyatakan bahwa skripsi ini yang berjudul:

DEKOLORISASI NIRA TEBU MENGGUNAKAN MEMBRAN NILON/TiO₂

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

Semarang, 20 September 2023
Pembuat Pernyataan,



Indah Rifdah Huwaidah
NIM. 1908036029

PENGESAHAN

Naskah Skripsi berikut ini:

Judul : **Dekolorisasi Nira Tebu Menggunakan Membran Nilon/TiO₂**

Penulis : Indah Rifdah Huwaidah

NIM : 1908036029

Jurusan : Kimia

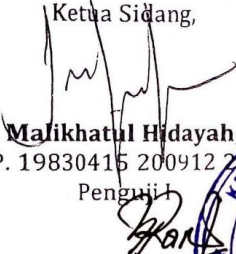
Telah diajukan dalam sidang munaqasyah oleh Dewan Penguji Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo dan dapat diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana dalam Ilmu Kimia.

Semarang, 31 Oktober 2023

DEWAN PENGUJI


Ketua Sidang,

Sekretaris Sidang,


Dr. Hj. Malikhatul Hidayah, M. Si.

NIP. 19830415 200912 2001

Penguji I



Kholidah, M. Sc.

NIP. 19850811 201903 2008

Penguji II


Dr. Ervin Tri Suryandari, M. Si.

NIP. 19740716 200912 2001


Mulyatun, M. Si

NIP. 19830504 201101 2008


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

NIP. 19830415 200912 2006

NOTA DINAS

Yth. Ketua Program Studi Kimia
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum Warohmatullohi Wabarakatuh

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

Judul : Dekolorisasi Nira Tebu Menggunakan Membran Nilon/TiO₂

Penulis : Indah Rifdah Huwaidah

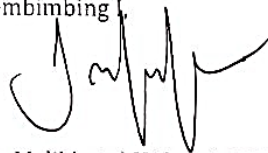
NIM : 1908036029

Jurusan : Kimia

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

Wassalamu'alaikum Warohmatullohi Wabarakatuh

Pembimbing I,



Dr. Malikhatul Hidayah, M.Pd.
NIP. 19830415 200912 2006

ABSTRAK

Judul : **Dekolorisasi Nira Tebu Menggunakan Membran Nilon/TiO₂**

Nama : Indah Rifdah Huwaidah

NIM : 1908036029

Teknologi membran menjadi alternatif untuk pengurangan warna (dekolorisasi) nira tebu dengan harga yang terjangkau dan mudah dilakukan. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui karakteristik dan kinerja membran nilon dan nilon/TiO₂ pada nira tebu. Pembuatan membran nilon menggunakan variasi TiO₂ 0%, 1%, 3% dan 5%. Karakteristik membran diuji dengan FTIR, Kuat Tarik dan SEM. Kinerja membran diuji fluks dan rejeksinya terhadap dekolorisasi nira tebu. Hasil FTIR membran nilon/TiO₂-1%, 3%, dan 5% dengan vibrasi ulur C-H₂ pada puncak sedang pada 2938 cm⁻¹; 2939 cm⁻¹; 2939 cm⁻¹ dan vibrasi ulur dari Ti-O muncul pada 686 cm⁻¹; 682 cm⁻¹; 680 cm⁻¹. Modulus young pada membran variasi TiO₂ 3% sebesar 36,38 MPa. Analisis SEM-EDX membran nilon/TiO₂-3% sebesar 1,36 µm dengan unsur Ti 1,06% dan membran nilon/TiO₂-5% ukuran pori 1,70 µm dengan unsur Ti 1,78%. Aplikasi membran untuk dekolorisasi menghasilkan uji fluks pada membran nilon/TiO₂-3% sebesar 11,15 L/m².jam dengan nilai brix 5° dan menghasilkan nilai rejeksi sebesar 75%. Hasil dekolorisasi membran nilon/TiO₂-0%, 1%, 3%, dan 5% yakni 15,21% ; 24,58% ; 43% ; dan 3,1%. Hasil warna nira tebu awal 9.204,65 IU dan hasil dekolorisasi nira tebu menggunakan membran Nilon/TiO₂-0%, 1%, 3%, 5% sebesar 7.804,92 IU ; 6.941,80 IU ; 5.246,58 IU ; 8.919,10 IU.

Kata kunci: Membran, Nilon, TiO₂, Nira Tebu, Dekolorisasi

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warohmatullohi Wabarokatuh

Alhamdulillah, puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunianya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan skripsi ini sebagaimana mestinya. Shalawat serta salam selalu tercurah kepada Nabi Muhammad SAW beserta para sahabatnya.

Skripsi dengan judul “**DEKOLORISASI NIRA TEBU MENGGUNAKAN MEMBRAN NILON/TiO₂**” disusun untuk memenuhi syarat guna memperoleh gelar sarjana sains dalam Ilmu Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.

Penulis menyadari bahwa dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan skripsi tentunya tidak lepas dari dukungan, arahan, bimbingan, serta motivasi dari banyak pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. H. Ismail, M. Ag, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.
2. Dr. Malikhatul Hidayah, S. T., M. Pd, selaku Ketua Progam Studi Kimia UIN Walisongo Semarang dan dosen

pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu tenaga dan pikiran dalam memberikan bimbingan dan pengarahan kepada penulis.

3. Mulyatun, M. Si, selaku Sekretaris Progam Studi Kimia UIN Walisongo Semarang yang senantiasa memberikan bimbingan, dukungan, serta motivasi kepada penulis selama belajar di UIN Walisongo.
4. Kholidah, M.Sc, selaku dosen Wali yang senantiasa memberikan bimbingan, dukungan, serta motivasi kepada penulis selama belajar di UIN Walisongo.
5. Segenap Bapak dan Ibu Dosen Kimia, Pegawai dan Civitas Akademik Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo yang sudah memberikan ilmu, pengetahuan, pengalaman, motivasi, dan pelajaran berharga bagi penulis.
6. Ibu Anita Karunia Z, S. Si, Ahmad Mughis, S. Pd, dan segenap asisten laboratorium kimia, yang telah berbagi pengalaman berharga bagi penulis selama penulis beraktivitas dan belajar sebagai asisten di Laboratorium Kimia UIN Walisongo.
7. Bapak Iwan Sanjaya dan Ibu Nur Kumala, selaku orang tua kandung penulis dan adik penulis (M Hasbi Sanjaya) yang selalu memberi semangat dan motivasi terutama kasih

sayang serta do'a disetiap harinya.

8. Keluarga Kimia 2019, segenap keluarga KKN MIT 14 kelompok 54, yang telah membentuk pribadi penulis.
9. Semua pihak yang telah memberikan semangat yang tidak bisa disebutkan satu per satu demi terselesaikannya tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini banyak kekurangan dan jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran agar penulis dapat memperbaiki tugas akhir ini. semoga naskah skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan pembaca.

Wassalamu'alaikum Warohmatullohi Wabarokatuh.

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN	ii
NOTA DINAS	iii
ABSTRAK	v
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Perumusan Masalah	7
C. Tujuan Penelitian	7
D. Manfaat Penelitian.....	8
BAB II	9
LANDASAN PUSTAKA	9
A. Teknologi Membran	9
1. Klasifikasi Membran.....	10
2. Teknik Pembuatan Membran	11
B. Polimer Nilon.....	14
C. Bahan Anorganik Titanium Dioksida (TiO ₂)	16

D.	Metode Inversi Fasa	18
1.	Presipitasi dengan Penguapan	19
2.	Presipitasi Fasa Uap	19
3.	Presipitasi dengan Penguapan Terkontrol.....	20
4.	Presipitasi dengan Pencelupan	20
E.	Nira Tebu	20
F.	Karakterisasi Membran Nilon/TiO ₂	23
1.	<i>Fourier Transform Infrared (FTIR)</i>	23
2.	<i>Scanning Electron Microscope (SEM)</i>	24
3.	Spektrofotometer UV-Vis.....	24
4.	Uji Kuat Tarik.....	27
G.	Pengujian Membran	28
H.	Kajian Pustaka	29
BAB III	32
METODE PENELITIAN	32
A.	Alat dan Bahan.....	32
1.	Alat.....	32
2.	Bahan.....	32
B.	Prosedur Penelitian.....	33
1.	Sintesis Membran Nilon.....	33
2.	Sintesis Membran Nilon/TiO ₂	34
3.	Karakterisasi Membran Nilon dan Nilon/TiO ₂	35

4. Aplikasi Membran Nilon/TiO ₂	39
BAB IV	41
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	41
A. Sintesis Membran Nilon.....	41
B. Sintesis Membran Nilon/TiO ₂	43
C. Karakterisasi Membran	45
1. Uji FTIR.....	45
2. Uji Tarik.....	48
3. Uji SEM-EDX Mapping	51
D. Aplikasi Membran untuk Dekolorisasi Nira Tebu	59
1. Uji Fluks Membran	59
2. Uji Rejeksi Membran	61
3. Uji Dekolorisasi Nira Tebu.....	63
BAB V.....	68
PENUTUP.....	68
A. Kesimpulan	68
B. Saran.....	69
DAFTAR PUSTAKA.....	70
LAMPIRAN	84
RIWAYAT HIDUP	113

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tingkatan Warna ICUMSA Gula	22
Tabel 2.2 Spektrum Tampak Dan Warna-Warna Komplementer	27
Tabel 4.1 Kandungan Unsur Membran Nilon/TiO ₂ -3%	55
Tabel 4.2 Kandungan Unsur Membran Nilon/TiO ₂ -5%	56
Tabel 4.3 Koefisien Rejeksi Membran	62
Tabel 4.4 Uji Dekolorisasi Nira Tebu	64

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur Senyawa Nilon 6,6	14
Gambar 2.2 Struktur Kristal TiO ₂	16
Gambar 4.1 Membran Nilon	42
Gambar 4.2 Membran Nilon/TiO ₂	44
Gambar 4.3 Spektra Ftir Nilon, TiO ₂ Dan Nilon/TiO ₂	46
Gambar 4.4 Grafik Uji Tarik Membran Nilon	49
Gambar 4.5 Grafik Pengaruh Konsentrasi TiO ₂ Terhadap Uji Tarik Membran	50
Gambar 4.6 Perbesaran Morfologi Sem 4000 Kali Membran Nilon/TiO ₂ -3%	52
Gambar 4.7 Perbesaran Morfologi Sem 4000 Kali Membran Nilon/TiO ₂ -5%	52
Gambar 4.8 Analisis Edx Membran Nilon/TiO ₂ -3%	54
Gambar 4.9 Analisis Edx Membran Nilon/TiO ₂ -5%	54
Gambar 4.10 Analisis Distribusi Penyebaran Ti Pada Membran Nilon/TiO ₂ -3%	57
Gambar 4.11 Analisis Distribusi Penyebaran Ti Pada Membran Nilon/TiO ₂ -5%	58
Gambar 4.12 Grafik Pengaruh Jumlah TiO ₂ Pada Fluks Membran	60

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Sintesis Membran Nilon	84
Lampiran 2 Sintesis Membran Nilon/TiO ₂	85
Lampiran 3 Analisis Data	86
Lampiran 4 Tabel Hubungan Massa Jenis Dengan °brix Nira Tebu	95
Lampiran 5 Data Pengukuran Diameter Permukaan Pori Membran Menggunakan Imagej	98
Lampiran 6 Dokumentasi	104

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Indonesia memiliki industri gula yang sudah berdiri dan beroperasi sejak zaman Belanda. Industri gula memproduksi gula menggunakan mesin dan peralatan produksi dengan kondisi alat-alat yang lama, sehingga berefek pada efisiensi dan hasil produk pabrik menjadi kurang maksimal. Industri gula kristal putih (GKP) di Indonesia semakin meningkat, tetapi peningkatannya belum mampu menyeimbangkan peningkatan konsumsi. Industri gula di Indonesia memproduksi gula kristal putih (GKP) yang belum dapat mencukupi untuk kebutuhan konsumsi, kualitas gula kristal putih (GKP) yang diproduksi juga masih belum maksimal (Hamzah et al., 2020).

Food and Agriculture Organization (FAO) mencatat ada dua tanaman gula utama di dunia: (1) tebu dan (2) gula bit. Indonesia memproduksi gula utama terbuat dari tebu. Pulau Jawa, salah satu pulau besar di kepulauan Indonesia sebagai produsen dan eksportir

gula tebu terbesar kedua setelah Kuba di awal abad kedua puluh (Sahat, 2017). Industri gula di Indonesia memiliki masalah utama yakni hasil produksi yang rendah dikarenakan kurangnya adopsi teknologi. Industri gula pada umumnya memurnikan nira dengan teknologi sulfitasi, selain itu pemurnian nira memakai teknologi karbonatasi yang diaplikasikan sejak zaman Belanda (Kurniawan et al., 2018). Gula kristal putih diproses melalui pemurnian gula, zat bukan gula dipisahkan dari zat yang mengandung gula. Ada 3 tahapan pemurnian nira tebu di Indonesia, yaitu proses defekasi, proses sulfitasi dan karbonatasi (Sinuhaji, 2017).

Gula berasal dari tebu yang bersifat lembab dan panas, berguna membersihkan lendir tenggorokan, mengobati batuk, memperlancar proses urine, membersihkan kerongkongan, membantu proses muntah, dan menambah stamina (Qayyim et al., 2016). Para medis zaman Usman bin Affan hanya mengenal madu, dan menggolongkannya sebagai obat. Gula yang berasal dari tebu belum pernah diulas oleh kalangan

medis terdahulu. Seorang pakar pengobatan Affan bin Muslim Ash-Shaffar mengatakan:

"Barangsiapa menghisap tebu setelah makan, maka pada hari itu ia akan terus bergembira. "

Gula memiliki khasiat yang sama dengan madu, yakni untuk mengobati lumpuh, memperkuat lambung, melancarkan proses pencernaan, mempertajam pandangan mata, mengobati rabun, sesak napas, dan stroke ringan (Qayyim et al., 2016).

Gula kristal putih yang diproduksi berasal dari nira tebu dari hasil perasan batang tebu yang mengandung kadar sukrosa yang tinggi, vitamin, mineral, nutrisi, dan enzim fitase yang dianggap lebih alami dengan biaya yang lebih terjangkau dibandingkan gula pasir (Rahmani, 2022). Nira tebu mengandung bahan pengotor bukan gula seperti gula pereduksi, asam amino, asam organik dan anorganik, zat pati, protein, mineral (kalium, magnesium, kalsium, dan silika), lilin, gum, dan warna (klorofil) (Makur et al., 2019). Bahan pengotor bukan gula perlu dipisahkan sebelum nira diproses untuk menghindari perubahan warna,

peningkatan viskositas, pembentukan molase yang berlebih, dan inversi sukrosa (Maulina et al., 2018).

Industri gula termasuk salah satu industri makanan yang memiliki proses penggunaan energi yang tinggi. Industri gula menggunakan sistem membran, seperti *pretreatment* sari buah setelah pengapuran dengan ultrafiltrasi (UF), perawatan kekentalan cairan setelah penguapan dengan UF, perawatan molase menggunakan *Electrodialysis* (ED) dan pemanfaatan bahan baku dengan UF (Ines et al., 2016; Kurniawan et al., 2018).

Pemurnian gula dengan teknologi akan menentukan tingkat absorpsi komponen warna sehingga produknya lebih cerah dan bersih. Teknologi penjernihan gula juga mampu menekan kerusakan gula reduksi sehingga dapat menentukan besar kecilnya kehilangan gula pada proses pemurnian. Banyaknya produk dan mutu produk akhir sangat ditentukan oleh efisiensi proses pemisahan bahan pengotor tersebut (Hamzah et al., 2020). Prinsip teknologi tercantum dalam al-Qur'an surah Al'a'la ayat 8.

وَأُسْرِكُ لِلْيُسْرَىٰ ۗ ۸

Kami akan melapangkan bagimu jalan kemudahan (dalam segala urusan).

Ayat tersebut telah dijelaskan juga dalam tafsir Ibnu Katsir, tafsir tersebut mengatakan bahwa Allah SWT telah memberikan jalan yang mudah kepada manusia untuk mengerjakan perilaku dan perkataan yang baik, penuh toleransi, lurus, adil, tidak ada kebengkokan padanya, mensyariatkan kepadamu suatu hukum yang mudah, dan tidak ada beban dan tidak pula kesulitan (Ishaq, 2013).

Teknologi membran telah dilakukan oleh para ilmuwan dalam dekade terakhir untuk meningkatkan efisiensi proses dalam pengolahan gula (Kurniawan et al., 2018; Rafik et al., 2015). Membran nilon bersifat kuat, semikristalin, tahan terhadap suhu tinggi, dan memiliki sifat mekanik yang unggul.

Polimer nilon-6,6 bersifat biodegradabel, biokompatibel dan banyak dimanfaatkan pada berbagai bidang karena harganya murah serta ekonomis sehingga dapat digunakan berulang-ulang, kemampuan membentuk serat yang baik, kualitas

mekanik dan stabilitas termal yang tinggi (Jabur et al., 2017). Penambahan bahan anorganik dapat meningkatkan kinerja membran polimer. *Filler* yang umumnya digunakan dalam membran adalah bahan berpori, salah satunya yaitu titanium dioksida (TiO_2).

Titanium dioksida (TiO_2) sebagai bahan yang digunakan sebagai filler pada membran. TiO_2 sebagai zat aditif yang dapat menghindari adanya fouling. TiO_2 sebagai nanopartikel yang dapat meningkatkan sifat hidrofilitas, *selfcleaning*, dan antibakteri pada membran itu sendiri selain itu TiO_2 mempunyai sifat stabilitas termal dan tidak beracun (Mataram et al., 2020).

Penelitian ini dilakukan untuk menyintesis membran nilon dengan TiO_2 . Nilon yang digunakan pada penelitian ini ialah benang nilon pancing. Penggunaan benang nilon digunakan karena sifat bahannya yang kuat, tahan terhadap suhu tinggi, mudah didapatkan dan ramah lingkungan tetapi nilon bersifat higroskopis sehingga perlu penambahan TiO_2 sebagai bahan tambah pada membran nilon karena bahan titanium dioksida dapat meningkatkan sifat

hidrofilitas, *selfcleaning* dan *antifouling* pada membran.

Penelitian ini akan dilakukan sintesis dan karakterisasi membran nilon/TiO₂ sebagai dekolonisasi nira tebu. Karakterisasi digunakan untuk mengetahui sifat-sifat membran yang akan diaplikasikan pada nira tebu.

B. Perumusan Masalah

1. Bagaimana karakteristik dari membran nilon dan membran Nilon/TiO₂?
2. Bagaimana kinerja membran Nilon/TiO₂ dalam dekolonisasi nira tebu?

C. Tujuan Penelitian

Secara umum, penelitian ini bertujuan untuk menyintesis membran nilon dengan TiO₂, mengarakterisasi dan menguji kinerja membran. Secara khusus, penelitian ini bertujuan untuk :

1. Mengetahui karakteristik dari membran nilon dan membran Nilon/TiO₂
2. Mengetahui kinerja membran Nilon/TiO₂ dalam

dekolorisasi nira tebu.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberi informasi kepada masyarakat maupun industri dalam mendorong pengembangan dan pemanfaatan material alternatif sebagai bahan baku membran.
2. Memberikan kontribusi terhadap perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, khususnya teknologi membran.
3. Memberi informasi mengenai perkembangan teknologi membran, cara pembuatan membran dan dapat digunakan sebagai perbandingan terhadap penelitian yang berkaitan dengan karakteristik efek pemurnian nira tebu.

BAB II

LANDASAN PUSTAKA

A. Teknologi Membran

Teknologi pemisahan membran dalam pengolahan air dapat menggantikan proses pengolahan air konvensional karena lebih sederhana, layout lebih kecil, biaya operasi dan perawatan lebih rendah, dan suhu operasi bekerja pada suhu ruang..

Teknologi pemisahan membran adalah metode alternatif yang bagus untuk menghasilkan air bersih karena dapat menjernihkan air dengan tingkat yang sangat tinggi dan dapat menghilangkan bakteri patogen sepenuhnya. (Fathanah, 2021; Jamshidi et al., 2014). Dalam industri seperti pengolahan makanan, pengolahan air limbah, bioseparasi, dan industri farmasi, telah menggunakan proses pemisahan membran. (Fathanah, 2021; Nie et al., 2015).

Teknologi membran berfokus pada pengangkutan atau penolakan zat melalui atau oleh membran. Teknologi membran digunakan untuk menjelaskan

proses pemisahan mekanis dalam memisahkan aliran cairan atau gas (Lestari, 2020).

Teknologi membran multidisiplinnya, dimanfaatkan di industri pengolahan air untuk pasokan air rumah tangga dan industri, industri makanan dan minuman, kimia, bioteknologi, farmasi, dan industri metalurgi. Teknologi membran memberikan peran dengan standar kinerja yang tinggi, selektifitas tinggi, fluks tinggi, dan fouling rendah sehingga membran telah menarik perhatian dari para peneliti (Fathanah, 2021).

1. Klasifikasi Membran

Membran dapat berasal dari bahan alami atau sintetis; pertama organik, seperti polimer dan makromolekul, dan yang kedua bisa anorganik, seperti keramik dan logam. Struktur membran dapat simetris atau asimetris, dan transpor melintasi membran dapat pasif, aktif, atau reaktif, tergantung pada kemampuan membran untuk mengubah sifat kimiawi bahan yang diserap.

Transpor pasif digerakkan oleh berbagai cara

seperti konsentrasi, tekanan, dan perbedaan listrik. Proses operasi dan pemisahan didasarkan pada sifat fisik atau kimia dari komponen yang akan dipisahkan. Interaksi muatan-saring, kelarutan-difusivitas, dan saringan adalah beberapa mekanisme pemisahannya. Aplikasi teknologi membran dalam bidang dengan fase cair dan gas (industri air, makanan, farmasi, minyak, petrokimia, dan gas) (Lestari, 2020).

2. Teknik Pembuatan Membran

Beberapa teknik pembuatan membran yang paling penting diantaranya:

a. Sintering

Metode ini digunakan untuk menghasilkan membran organik dan anorganik dengan ukuran pori antara 0,1 dan 10 μm dengan menekan dan memanaskan membran pada suhu yang tinggi sehingga antarmuka partikel yang berdekatan menghilang dan menghasilkan pori-pori.

b. *Stretching*

Membran yang disintesis dari polimer semikristal ditarik searah dengan arah bahan membran sehingga bagian kristal dari polimer terletak sejajar dengan arah bahan membran. Pori yang terbentuk berukuran antara 0,1-3 μ m.

c. *Tracketching*

Teknik *tracketching* ialah partikel radiasi berenergi tinggi menembak polimer tegak lurus ke membran, membentuk lintasan di matriks membran. Pori akan terbentuk sepanjang lintasan membran dalam bak asam atau basa. Pori yang dihasilkan memiliki ukuran seragam (simetri) dan berkisar antara 0,02 dan 10 μ m.

d. *Template leaching*

Membran berpori terbentuk ketika salah satu bagian membran dilepas, yang menyebabkan sintesis *template leaching*

dengan menambah asam atau basa, fasa pertama akan terlepas dari fasa yang larut. Ukuran pori yang dihasilkan berkisar dari sekitar 5 nm.

e. *Coating*

Sebuah membran komposit terdiri dari dua material: material yang sangat selektif berada di bagian atas membran, yang menentukan selektivitas membran, dan material berpori besar berada di bagian bawah membran. Polimer membran yang rapat menghasilkan nilai fluks yang rendah. *Dipcoating*, polimerisasi plasma, polimerisasi antarmuka, dan polimerisasi insitu adalah beberapa metode yang dapat digunakan untuk melapisi.

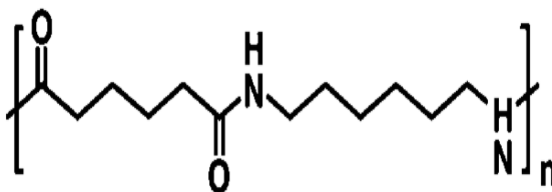
f. Inversi fasa

Proses transisi polimer dari fasa cair ke fasa padat dikenal sebagai inversi fasa. Pada awal proses pepadatan, atau solidifikasi, satu

fasa cair berubah menjadi dua fasa cair yang saling bercampur. Peristiwa ini disebut pemisahan cair-cair. Salah satu fasa cair tersebut adalah fasa yang banyak mengandung polimer. Selama proses inversi fasa, fasa tersebut akan memadat, membentuk matriks (membran).

B. Polimer Nilon

Nilon termasuk senyawa poliamida sintetis yang jika dilihat dari sifat fisik, kimia dan strukturnya pembentukan membran sangat mungkin. Nilon linear dan aromatik berbeda. Nilon aromatik memiliki gugus aromatik pada unit ulangnya, misalnya nilon-6,6 sedangkan nilon linear terdiri dari rantai lurus, misalnya nilon-6. (Apipah et al., 2014).



Gambar 2.1 Struktur Senyawa Nilon 6,6

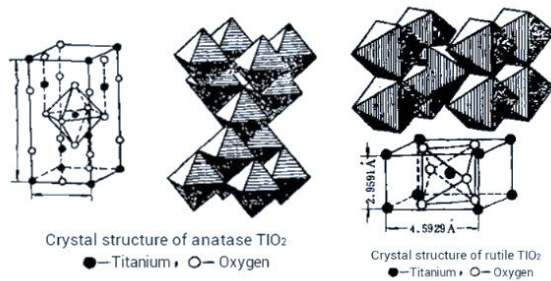
Nilon merupakan polimer hidrofilik, yakni kompatibel terhadap air dan alkohol. Polimer nilon terbentuk dari unit ulangan ikatan peptide (poliamida). Polimer nilon karena sifatnya baik dalam hal mekanik, termal, dan kimia, sifat semikristalin banyak digunakan sebagai polimer dalam industri tekstil dan plastik. Polimer nilon dengan ukuran pori yang kecil dan tahan terhadap pH dan suhu tinggi. (Afifah, 2021).

Membran nilon memiliki keunggulan dibandingkan dengan membran lain karena tahan terhadap pH dan suhu tinggi, dan pori yang kecil. Polimer nilon sebagian besar terbuat dari bahan anorganik seperti batu bara, air, dan udara. Monomer dengan berat molekular rendah ini direaksikan untuk membentuk rantai polimer panjang.

Polimer nilon pada dasarnya bersifat lentur atau ulet, terdiri dari polimer yang sangat tahan terhadap pencampuran dengan bahan kimia lain. Nilon sangat tangguh secara mekanik saat ditarik. (Maulina et al., 2018).

C. Bahan Anorganik Titanium Dioksida (TiO_2)

Titanium dioksida (TiO_2) merupakan salah satu bahan anorganik yang memiliki sifat hidrofilitas, daya tahan yang tinggi terhadap bakteri dan harga yang murah. Titanium dioksida (TiO_2) memiliki tiga fase kristal yang berbeda yaitu rutil, anatase dan brookite.



Gambar 2.2 Struktur Kristal TiO_2

Pemanasan serbuk titanium dioksida (TiO_2) menghasilkan bentuk kristal anatase pada suhu 120°C dan mencapai sempurna pada suhu 500°C . Pada suhu rendah, rutil biasanya lebih stabil pada suhu rendah, sedangkan anatase lebih stabil pada suhu tinggi. Kedua sistem terdiri dari sistem kristal tetragonal. Struktur kristal brookite adalah ortorombik dan sering ditemukan pada mineral.

Anatase adalah yang paling aktif dari ketiga bentuk kristal; itu memiliki struktur kristal yang lebih stabil, tidak beracun, sangat tahan terhadap asam dan basa, serta mempunyai aktivitas fotokatalitik yang luar biasa. Komposisi kristal rutil, anatase, dan brookite digambarkan dalam rantai octahedron titanium dioksida (TiO_2).

Penggunaan TiO_2 banyak digunakan bidang industri, baik dalam bentuk tetragonal rutile maupun anatase, sebagai pigmen pemutih, bahan utama keramik untuk elektronik (BaTiO_3) dan bahan baku untuk pembuatan titanium dioksida (TiO_2) *polimericprecursor*. Titanium dioksida (TiO_2) telah banyak digunakan dalam teknologi membran untuk meningkatkan permeabilitas dan sifat antifouling membran karena efek fotokatalitik dan superhidrofilisitas. Penggunaan titanium dioksida (TiO_2) dapat mencegah terjadinya fouling dengan cara memasukkan nanopartikel titanium dioksida (TiO_2) di atas permukaan membran polimerik (Isrofiyah, 2018).

D. Metode Inversi Fasa

Metode inversi fasa pertama kali diperkenalkan pada akhir tahun 1950 oleh Sidney Loeb dan Srinivasa Sourirajan yang dikenal dengan metode Loeb-Sourirajan. Metode ini menghasilkan membran asimetri dengan ukuran pori yang bervariasi. Sintesis membran dilakukan bertahap. Pertama, pembuatan larutan membran dengan homogen, penguapan pelarut secara sebagian pada lapisan atas dan terakhir pengendapan polimer dalam wadah yang berisi nonpelarut.

Polimer yang digunakan harus memiliki kelarutan yang rendah dalam nonpelarut. Kelarutan polimer dalam nonpelarut mempengaruhi pori-pori yang terbentuk. Jumlah polimer yang terbentuk berkorelasi dengan kelarutan polimer dalam nonpelarut, jumlah polimer yang terbentuk juga dipengaruhi oleh konsentrasi polimer dalam larutan cetak. Konsentrasi polimer yang lebih tinggi dalam larutan cetak menyebabkan pori yang semakin rapat. Menurut Ali (2016), beberapa teknik metode inversi fasa, seperti:

1. Presipitasi dengan Penguapan

Pelarut Polimer dilarutkan dalam pelarut dan kemudian larutan polimer dicetak di atas plat kaca. Setelah itu larutan dibiarkan agar pelarutnya menguap ke atmosfer. Larutan polimer akan semakin pekat selama penguapan dan akhirnya memadat menjadi membran. Membran yang dihasilkan melalui teknik ini adalah membran homogen yang tebal.

2. Presipitasi Fasa Uap

Untuk membuat membran, cetakan larutan dope, yang terdiri dari polimer dan pelarut, diletakkan pada susunan uap. Fasa uap mengandung uap jernih pelarut dan nonpelarut yang sama dengan cetakan larutan dope, sehingga pelarut tidak dapat menguap dari cetakan larutan dope, sehingga terbentuk membran berpori dengan permukaan terbuka (tanpa kulit).

3. Presipitasi dengan Penguapan Terkontrol

Teknik ini menggunakan campuran pelarut dan nonpelarut sebagai pelarut untuk polimernya. Karena pelarut lebih mudah menguap daripada non-pelarut maka kecepatan penguapan dapat dikontrol dengan mengatur komposisi campuran pelarut dan non-pelarut. Setelah pelarut menguap semua akan menghasilkan fasa polimer padat (membran).

4. Presipitasi dengan Pencelupan

Pada teknik ini larutan dicetak di atas plat kaca, setelah itu dicelupkan ke dalam bak koagulan. Pengendapan terjadi karena difusi koagulan (air) ke dalam larutan cetak dan difusi pelarut dari larutan cetak.

E. Nira Tebu

Tebu (*Saccharum officinarum L.*) merupakan tumbuhan rerumputan raksasa yang tergolong dalam keluarga *Poaceae* dan termasuk tanaman penting secara ekonomi. Tebu dibudidayakan di daerah tropis

dan subtropis di dunia. India berada di urutan kedua di antara semua negara penghasil tebu setelah Brasil, dengan persentase pertumbuhan hampir 20,4% area dan 18,6% produksi (Panigrahi et al., 2021).

Kitab Ayurveda India kuno membahas mengenai tebu sebagai obat tunggal serta obat kombinasi dengan herbal dan tanaman lainnya. Tebu banyak tersedia selama musim panen tetapi jarang tersedia di luar musim. Sebagian besar dari hasil panen tebu tetap tidak dimanfaatkan karena kesenjangan yang luas antara produksi dan komersialisasi menimbulkan kerugian besar bagi para petani tanaman.

Warna merupakan parameter penting dalam karakteristik gula. *International Commission for Uniform Methods of Sugar Analysis* (ICUMSA) adalah organisasi yang didirikan untuk mengembangkan metode analisis kualitas gula. Warna ICUMSA menunjukkan kualitas warna gula dalam larutan, salah satu parameter kualitas gula. Warna gula berdasarkan tingkatannya menunjukkan tingkat kemurnian dan kadar kotoran gula (Widiaswanti, 2014). Tingkatan warna ICUMSA gula sebagai berikut.

Tabel 2.1 Tingkatan Warna ICUMSA Gula

Jenis Gula	Warna ICUMSA	Manfaat
Rafinasi	45	Bahan baku gula industri di Indonesia
Ekstra Spesial	100 - 150	Bahan baku kue, minuman, atau konsumsi langsung
Kristal Putih	200 - 300	Bahan baku industri gula, bahan tambah makanan dan minuman
Kristal Mentah untuk konsumsi	600 - 800	Bahan tambah bubur
Kristal Mentah	1600 - 2000	Bahan baku gula rafinasi dan MSG
Mentah	>4600	Bahan utama gula rafinasi dan tidak boleh dikonsumsi

Tebu yang telah digiling dapat menghasilkan larutan yang disebut dengan nira. Nira sebagai bahan baku pembuatan gula, berasal dari tebu yang telah digiling dan menghasilkan warna coklat kehijauan. Warna dari gula tersebut berasal dari warna bahan baku dan warna yang terbentuk selama proses pembuatan gula (Luthfi et al., 2019). Gula dengan warna yang lebih cerah yaitu putih akan memiliki harga jual yang lebih tinggi.

F. Karakterisasi Membran Nilon/TiO₂

1. *Fourier Transform Infrared (FTIR)*

Fourier Transform Infrared (FTIR), salah satu spektrofotometer optik yang paling efektif untuk mendapatkan informasi tentang komposisi kimia bahan pada tingkat molekular. Instrumen ini dapat digunakan untuk menentukan gugus fungsi kimia dalam senyawa organik dan anorganik dengan memanfaatkan radiasi inframerah (Aykas et al., 2022; Mumtahana, 2019). Radiasi inframerah memiliki rentang panjang gelombang antara yang dibagi menjadi tiga bagian daerah panjang gelombang (Mumtahana, 2019).

Molekul organik menyerap radiasi infra merah dengan frekuensi di bawah 100 cm^{-1} atau panjang gelombang di atas 100 cm^{-1} dan mengubahnya menjadi energi rotasi molekul. Bila radiasi infra merah dengan frekuensi dalam kisaran 10000 cm^{-1} sampai 100 cm^{-1} atau dengan panjang gelombang 1 sampai $100\text{ }\mu\text{m}$ diserap oleh molekul organik dan dikonversi ke dalam energi vibrasi molekul.

2. *Scanning Electron Microscope (SEM)*

Ilmu material SEM merupakan ilmu untuk melihat struktur permukaan dan mengevaluasi perbedaan permukaan senyawa yang diperbesar berkali-kali (Goldstein & Newbury, 2017; Ural, 2021). SEM menganalisis sampel dengan berkas elektron yang dihasilkan dalam lingkungan vakum dan ditipiskan dengan lensa elektromagnetik di tempat yang sama untuk menghasilkan gambar dengan resolusi tinggi.

SEM memiliki fasilitas sebuah pistol elektron yang menghasilkan sinar elektron dan anoda mempercepatnya. Koil pemindai mengarahkan sinar elektron yang terfokus ke sampel, dan sinar elektron yang terfokus memindai sampel secara keseluruhan. Ketika elektron mengenai sampel maka sampel akan mengeluarkan elektron baru yang akan diterima oleh detektor dan dikirim ke monitor (Masta, 2020; Ural, 2021).

3. Spektrofotometer UV-Vis

Spektrofotometer UV-Vis berkaitan dengan

eksitasi elektron terluar dari atom, yang terlibat dalam pembentukan molekul (Picollo et al., 2019). Pengukuran UV-Vis biasanya dilakukan dalam mode transmitansi, reflektansi dan fotoluminesensi (fluoresensi dan pendar). Pengukuran transmitansi dan reflektansi terhadap bahan referensi dicatat sebagai akuisisi fotoluminesensi dapat dianggap sebagai pengukuran absolut.

Radiasi UV-Vis yang mengenai permukaan dapat berinteraksi dengan materi dengan cara yang berbeda:

a. Transmisi

Radiasi UV-Vis ditransmisikan dengan cara difus, dipantulkan, diserap, dan dipancarkan sebagai fotoluminesensi (fluoresensi dan pendar).

b. Difusi

Radiasi UV-Vis menyebar secara lateral pada panjang gelombang yang berbeda dari radiasi monokrom insiden (difusi atau efek Raman).

Prinsip UV-Vis secara materi menyerap sebagian dari radiasi yang datang dan tereksitasi ke tingkat energi yang lebih tinggi, keadaan ini tidak stabil dan spesies kembali ke kesetimbangan awalnya. Keadaan dasar ini dapat dicapai melalui proses penonaktifan yang dapat berlangsung dalam beberapa cara yakni tanpa emisi radiasi (misalnya, konversi energi internal untuk memperoleh keseimbangan termal, yaitu disipasi sebagai panas), dengan emisi spontan radiasi dengan energi yang lebih rendah daripada radiasi yang diserap (fluoresensi, fosforesensi), dengan proses fotokimia.

Secara kualitatif absorpsi cahaya dapat diperoleh dengan pertimbangan absorpsi cahaya pada daerah tampak. Jika cahaya polikromatis (cahaya putih) dengan seluruh spektrum panjang gelombang melewati medium tertentu, itu akan menyerap panjang gelombang lain, membuat medium itu berwarna. Panjang gelombang yang diteruskan oleh cahaya sampai ke mata menentukan warna medium. Warna ini dikenal

sebagai warna komplementer untuk warna yang diabsorpsi. (Lusia, 2017). Spektrum tampak dan warna-warna komplementer ditunjukkan dalam Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Spektrum Tampak dan Warna-Warna Komplementer

Panjang Gelombang (nm)	Warna yang diabsorpsi	Warna yang dipantulkan (komplementer)
340 - 450	Lembayung	Kuning - hijau
450 - 495	Biru	Kuning
495 - 570	Hijau	Violet
570 - 590	Kuning	Biru
590 - 620	Jingga	Hijau - biru
620 - 750	Merah	Biru - hijau

4. Uji Kuat Tarik

Karakterisasi mekanis suatu material digunakan sebagai pengukur material untuk merespons gaya yang diberikan. Salah satu cara untuk mencapai mengukur sifat mekanik adalah dengan melakukan laju regangan pada material yang dapat dikontrol dan secara akurat mengukur beban yang diperlukan. Akibatnya, muncul

tegangan regangan material yang dihasilkan dari gaya dan perpindahan yang diukur serta dimensi awal sampel (Wang et al., 2017). Rumus Modulus Young (E) ialah

$$\frac{\sigma}{\varepsilon} \quad \text{Persamaan 2. 1}$$

dengan σ adalah tegangan (Pa) dan ε adalah regangan.

G. Pengujian Membran

Menghitung nilai fluks dan koefisien rejeksi membran ialah untuk menguji kinerjanya. Banyaknya volume yang diperoleh tiap satuan luas dan waktu disebut flux. Rumus Fluks

$$J = \frac{V}{A.t} \quad \text{Persamaan 2. 2}$$

dengan J adalah fluks membran (L/m²jam), A adalah luas membran (m²), dan t adalah waktu (jam).

Koefisien rejeksi adalah kemampuan membran untuk menahan atau meloloskan partikel tertentu. Nilai ini berkisar antara nol persen dan seratus persen. Nilai nol persen terjadi ketika membran mampu memisahkan partikel secara sempurna (Maulina et al., 2018). Rumus koefisien rejeksi

$$R = \left(1 - \frac{C_p}{C_f}\right) \times 100\% \text{ Persamaan 2.3}$$

dengan R adalah koefisien rejeksi (%), C_p adalah konsentrasi permeat, dan C_f adalah konsentrasi umpan.

H. Kajian Pustaka

Penelitian penjernihan nira tebu telah banyak dilakukan, diantaranya Suprihatin (2007) melakukan penelitian penjernihan nira tebu menggunakan membran ultrafiltrasi dengan sistem aliran silang dengan berbagai jenis membran ultrafiltrasi sebagai aplikasi pemurnian nira tebu, termasuk fluks yang dapat dicapai, nilai rejeksi membran ultrafiltrasi terhadap bahan pengotor nira, dan mutu nira yang dihasilkan. Pada penelitian ini, prinsip aliran silang (cross flow) digunakan, dengan tiga tingkat tekanan (0,7, 1,4, dan 2,1 bar) dan laju aliran silang 0,42 m/s.

Pengukuran total padatan terlarut (Brix), kadar sukrosa (polarisasi), warna larutan, kejernihan, dan pH dilakukan. Membran ultrafiltrasi polisulfon yang dibuat sendiri di laboratorium dapat menghasilkan fluks 25-30 L/m².jam pada tekanan 0,7-2,1 bar.

Mereka dapat meningkatkan nilai kejernihan dari 10 menjadi 60% dan menurunkan warna hingga 80-90%, hampir sama dengan kemampuan membran ultrafiltrasi komersial (Suprihatin, 2007).

Maulina (2018) melakukan penelitian tentang membran nilon, yang dapat digunakan sebagai filter dalam proses penjernihan nira tebu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa membran nilon dengan massa benang 4,5 gram memiliki nilai fluks paling tinggi dan koefisien rejeksi paling rendah. Membran dengan massa benang 6,5 gram memiliki efisiensi dan efektivitas penurunan sukrosa yang paling tinggi, dan membran dengan massa benang 4,5 gram memiliki efisiensi dan efektivitas penurunan konsentrasi sukrosa yang paling rendah.

Jabur et. al (2017) melakukan penelitian mengenai uji fluks membran dan aktivitas antibakteri membran hibrid nilon/TiO₂ menggunakan metode *electrospinning* untuk filtrasi larutan garam.. *Electrospinning* merupakan bidang nanoteknologi yang berkembang pesat. Hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa fluks air meningkat

ketika tekanan dinaikkan dan aktivitas antibakteri meningkat dengan bertambahnya jumlah TiO_2 pada membran.

Kajian membran nilon/ TiO_2 juga dipakai dalam uji aktivitas antibakteri oleh Maulina *et al* (2019) dalam pembuatan membran dengan metode inversi fasa, membran hibrid dari nilon dan titanium dioksida (TiO_2) dibuat dengan menggunakan hidrogen klorida (HCl) sebagai prekursor dan asetil aseton sebagai pengikat. Penelitian Maulina *et al* (2019) ialah mengevaluasi efek antibakteri dan permeabilitas aliran yang dihasilkan oleh TiO_2 pada membran hibrid. Membran hibrid nilon/ TiO_2 dengan fraksi massa 70%:30% menunjukkan kinerja antibakteri terbaik dari semua membran yang dibuat (Isrofiyah, 2018; Maulina, 2019).

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Alat dan Bahan

1. Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain labu ukur 100 mL, gelas beaker 100 mL, pipet tetes, batang pengaduk, plat kaca, selotip hitam, reaktor membran, aluminium foil, neraca analitik, *hotplate stirrer (SCIOGEX MS-H280-Pro)*, pH meter (*OHAUS ST20*), *stopwatch*, *refractometer (TEKCOPLUS Refraktometer ATC)*, *Universal Testing Machine (Brookfield CT 3 4500)*, spektrofotometer FTIR (*PerkinElmer Spectrum IR Version 10.6.1*), instrumen SEM (*SEM-EDX JEOL JSM-6510LA*) dan spektrofotometer UV-VIS (*Orion Aquamate 8000*).

2. Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain benang nilon merk *aquasea*, aseton,

titanium dioksida (TiO_2) merk *Merck*, aquades, dan asam klorida (HCl 25%) merk *Mallinckrodt*.

B. Prosedur Penelitian

1. Sintesis Membran Nilon

Sintesis ini dimulai dengan menimbang massa 2 gram, 2,5 gram dan 3 gram nilon. Pembuatan membran selanjutnya dilakukan dengan mencampurkan nilon ke dalam pelarut asam klorida (HCl 25%) sebanyak 10 ml. Larutan dope diaduk dengan suhu 30°C menggunakan *hotplate stirrer* selama 6 jam dengan kecepatan 100 rpm sehingga terbentuk larutan polimer yang homogen.

Setelah terbentuk, larutan dope dicetak pada plat kaca yang sebelumnya pada dua sisi kaca telah dilapisi selotip dan dibersihkan dengan aseton. Larutan dope diratakan dengan batang pengaduk agar menjadi lapisan tipis, proses ini disebut *casting solution*. Waktu penguapan larutan cetak pada plat kaca dengan suhu kamar adalah 120 detik. Larutan cetak direndam selama 10 menit

dalam aquades untuk menghilangkan pelarut yang terperangkap dalam membran. Selanjutnya membran diangkat dari cetakan dan dikeringkan selama 24 jam (Auline et al., 2018). Membran nilon yang sudah kering kemudian dikarakterisasi FTIR dan diuji kuat tarik (*Universal Testing Machine*).

2. Sintesis Membran Nilon/TiO₂

Sintesis ini dimulai dengan menimbang massa 3 gram nilon dengan variasi massa 1%, 3%, dan 5% TiO₂. Larutan dope diaduk dengan suhu 30°C menggunakan *hotplate stirrer* selama 6 jam dengan kecepatan 100 rpm sehingga terbentuk larutan polimer yang homogen. Setelah terbentuk, larutan dope dicetak pada plat kaca yang sebelumnya pada dua sisi kaca telah dilapisi selotip dan dibersihkan dengan aseton.

Setelah terbentuk, larutan dope dicetak pada plat kaca yang sebelumnya pada dua sisi kaca telah dilapisi selotip dan dibersihkan dengan aseton. Larutan dope diratakan dengan batang pengaduk

agar menjadi lapisan tipis, proses ini disebut *casting solution*. Waktu penguapan larutan cetak pada plat kaca dengan suhu kamar adalah 120 detik. Larutan cetak direndam selama 10 menit dalam aquades untuk menghilangkan pelarut yang terperangkap dalam membran. Selanjutnya membran diangkat dari cetakan dan dikeringkan selama 24 jam (Auline et al., 2018). Membran nilon/TiO₂ yang sudah kering kemudian dikarakterisasi menggunakan FTIR, SEM dan diuji kuat tarik (*Universal Testing Machine*).

3. Karakterisasi Membran Nilon dan Nilon/TiO₂

Karakterisasi membran nilon dan nilon/TiO₂ dilakukan menggunakan FTIR, alat uji kuat tarik (*Universal Testing Machine*), SEM, dan reaktor membran.

a. Uji Gugus Fungsi Menggunakan FTIR

Persiapan Instrumen Spektrofotometer FTIR, langkah kerja pertama, penutup instrumen dan komputer dibuka. Instrumen dan komputer dibersihkan dengan tisu kering.

Semua kabel monitor, CPU, dan instrument dirapikan dan dihubungkan ke sumber listrik. Monitor dan CPU dinyalakan. Instrumen FTIR dinyalakan dan dibiarkan selama 10 menit sebelum pengukuran.

1. Sampel Padat

Sampel padat TiO_2 disiapkan sebanyak 2 mg sampel dan 300 mg KBr dicampurkan dan dihaluskan menggunakan mortar khusus. Campuran dicetak membentuk pelet sampel kemudian diletakkan pada *sample holder* FTIR yang sudah dibersihkan menggunakan metanol dan kertas lensa.

2. Sampel Lembaran Tipis (Membran)

Sampel membran nilon dan nilon/ TiO_2 dipotong persegi sesuai ukuran sampel holder (2 cm x 2 cm). Kemudian lembaran membran yang sudah dipotong direkatkan pada bagian *sample holder* dan selanjutnya dilakukan pengukuran FTIR.

Spektrum sampel hasil FTIR akan muncul di layar monitor. Pada tab *Mathematics*, *Find Peaks* dipilih, lalu *Calculate* dipilih untuk menampilkan nilai bilangan gelombang dari setiap puncak spektrum FTIR. Spektrum sampel hasil FTIR disimpan dengan mengklik menu *File*, lalu *Print Preview*, dan simpan. Setelah sampel selesai diuji, kemudian hasil uji disimpan. Kemudian tutup semua software dan file lalu instrumen FTIR dimatikan.

b. Uji Kuat Tarik (*Universal Testing Machine*)

Uji kuat tarik pada membran dilakukan untuk mengetahui kekuatan dan elastisitas membran apabila diberikan beban tertentu. Langkah kerja yang dilakukan pada uji kuat tarik diukur sampel membran nilon dan nilon/TiO₂ (1,5 cm x 1 cm). Sampel dipasang pada pegangan (*grip*) atas dan bawah mesin uji tarik.

Sampel membran dilakukan pembebanan pada sampel hingga putus (*break*). Nilai tegangan dan regangan yang terdapat pada

display mesin uji tarik ditentukan dengan melihat hasil rekaman.

Kemudian amati *video recorder* yang digunakan untuk melihat data pada *display* mesin uji tarik. Kemudian sampel dilepaskan dari mesin uji tarik dan diamati bentuk patahan yang terjadi. Hasil data yang didapatkan dihitung modulus youngnya.

c. Uji Morfologi Menggunakan SEM-EDX

Metode analisis *scanning electron microscopy* (SEM) digunakan untuk memberikan morfologi dan mengidentifikasi struktur pori sampel. Hasil analisis ini menyerupai fotopolaroid dan dapat memfoto dengan perbesaran ukuran mulai dari 35 kali hingga 10.000 kali..

Preparasi sampel membran nilon/TiO₂ menggunakan instrumen SEM-EDX dengan memotong membran nilon/TiO₂-3% dan 5% (1 cm x 1 cm) ditempatkan pada tempat sampel yang telah dilekatkan *carbon tape*, sedangkan. Kemudian dimasukkan ke dalam

sample holder SEM. Sebelum proses analisis berlangsung, penghilangan molekul udara di dalam alat dilakukan dengan menutup gas dan klik *pump* pada computer.

4. Aplikasi Membran Nilon/TiO₂

Membran nilon/TiO₂ yang telah disintesis digunakan untuk dekolorisasi nira tebu. Membran nilon/TiO₂ dengan penambahan TiO₂-0%, 1%, 3% dan 5% dibuat melingkar sesuai alat filtrasi membran (diameter \pm 40 mm).

Sampel nira tebu dimasukkan dalam reaktor sebanyak 100 mL dan ditutup rapat, kemudian diberi tekanan 2 Pa selama 30 menit. Konsentrasi larutan sebelum dan sesudah melewati membran digunakan untuk menentukan nilai fluks menggunakan persamaan 2.2, dan koefisien rejeksi menggunakan persamaan 2.3, di mana konsentrasinya diukur menggunakan *hand refractometer*. Pengujian dilakukan di Laboratorium Terpadu UIN Walisongo.

Sampel nira tebu sebelum dan sesudah

difiltrasi menggunakan membran nilon dan nilon/TiO₂ diuji derajat brix, pH dan nilai warna ICUMSA.

a. Uji Derajat Brix

Sampel nira sebelum dan sesudah filtrasi diuji derajat brixnya menggunakan *hand refractometer*.

b. Uji pH

Sampel nira tebu sebelum dan sesudah filtrasi diuji pH nya menggunakan pH meter (*OHAUS ST20*).

c. Uji Warna ICUMSA

Sampel nira tebu sebelum dan sesudah filtrasi diuji warna menggunakan spektrofotometer UV-Vis tipe *Orion Aquamate 8000* panjang gelombang yang digunakan adalah 420 nm.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini membahas pembuatan membran nilon, membran nilon/TiO₂ serta aplikasi membran nilon/TiO₂ pada dekolonisasi warna nira tebu. Karakterisasi membran dilakukan menggunakan *Fourier Transform Infrared* (FT-IR), *Universal Testing Machine* (uji tarik), *Scanning Electron Microscope-Energy Dispersive X-Ray-mapping* (SEM-EDX *mapping*), serta uji fluks dan persen rejeksi. Sampel nira tebu dilakukan karakterisasi derajat brix, pH dan dekolonisasi.

A. Sintesis Membran Nilon

Sintesis ini dimulai dengan menimbang massa 2 gram, 2,5 gram dan 3 gram nilon. Pembuatan membran selanjutnya dilakukan dengan mencampurkan nilon ke dalam pelarut asam klorida (HCl 25%) sebanyak 10 ml. Larutan dope diaduk dengan suhu 30⁰C menggunakan *hotplate stirrer* selama 6 jam dengan putaran 100 rpm untuk menghasilkan larutan polimer yang homogen.



Gambar 4.1 Membran Nilon

Pada suhu 30°C membran nilon larut pada suhu optimum (Auline et al., 2018). Nilon merupakan bahan yang bersifat semi kristalin. Polimer nilon memiliki karakteristik temperatur transisi *glass* polimer sebesar 47°C. Penggunaan suhu membran nilon melewati temperatur transisi *glass* polimer larutan cetak membran akan menjadi encer dan ketika larutan cetak direndam dalam aquades pada suhu kamar, karakteristik membran yang dihasilkan rapuh (Auline et al., 2018).

Setelah terbentuk, larutan dope dicetak pada plat kaca yang sebelumnya pada dua sisi kaca telah dilapisi selotip dan dibersihkan dengan aseton. Larutan dope diratakan dengan batang pengaduk agar menjadi lapisan tipis, proses ini disebut *casting solution*.

Waktu penguapan larutan cetak pada plat kaca dengan suhu kamar adalah 120 detik. Larutan cetak direndam selama 10 menit dalam aquades untuk menghilangkan pelarut yang terperangkap dalam membran. Selanjutnya membran diangkat dari cetakan dan dikeringkan selama 24 jam (Auline et al., 2018).

B. Sintesis Membran Nilon/TiO₂

Sintesis membran nilon/TiO₂ dimulai dengan menimbang massa 3 gram nilon dengan variasi massa 1%, 3%, dan 5% TiO₂. Larutan dope diaduk dengan suhu 30°C menggunakan *hotplate stirrer* selama 6 jam dengan putaran 100 rpm untuk menghasilkan larutan polimer yang homogen.



Gambar 4.2 Membran Nilon/ TiO_2

Setelah terbentuk, larutan dope dicetak pada plat kaca yang sebelumnya pada dua sisi kaca telah dilapisi selotip dan dibersihkan dengan aseton. Larutan dope diratakan dengan batang pengaduk agar menjadi lapisan tipis, proses ini disebut *casting solution*. Waktu penguapan larutan cetak pada plat kaca dengan suhu kamar adalah 120 detik. Larutan cetak direndam selama 10 menit dalam aquades untuk menghilangkan pelarut dalam membran. Selanjutnya membran diangkat dari cetakan dan dikeringkan selama 24 jam (Auline et al., 2018).

C. Karakterisasi Membran

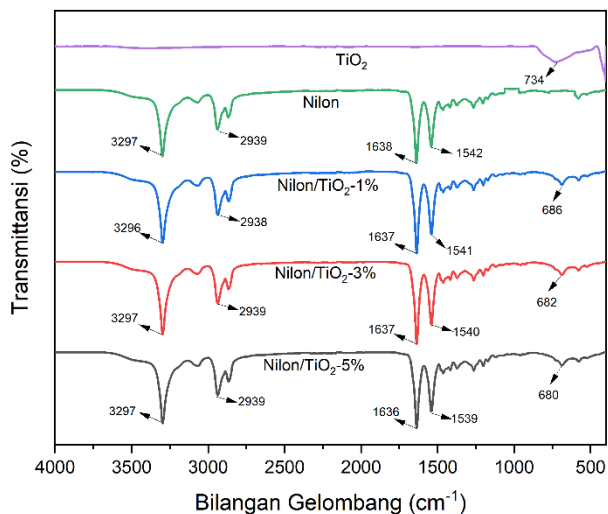
1. Uji FTIR

FTIR merupakan salah satu metode untuk mengidentifikasi dan menentukan gugus fungsi. Gambar 4.3 menunjukkan FTIR spektrum serbuk TiO_2 , membran nilon 6,6, dan membran nilon/ TiO_2 -1%, 3% serta 5%.

Berdasarkan gambar 4.3 hasil FTIR TiO_2 muncul pada puncak 734 cm^{-1} merupakan vibrasi ulur dari Ti-O sesuai dengan penelitian (Vetrivel et al., 2015). Berdasarkan puncak gelombang yang dihasilkan, nilon 6,6 memiliki pita sedang pada puncak 3297 cm^{-1} itu dikaitkan dengan peregangan N-H dari gugus amino. Selanjutnya terjadi vibrasi ulur C-H₂ akibat gugus alkana diamati pada puncak sedang pada 2939 cm^{-1} .

Membran nilon 6,6 menghasilkan puncak 1638 cm^{-1} dan 1542 cm^{-1} , dua puncak kuat terdeteksi. Pada puncak 1638 cm^{-1} , C=O membentang dari gugus karbonil dapat berikatan dengan gugus amino membentuk intra ikatan hidrogen molekuler, menyebabkan C=O meregang biasanya

terbentuk pada panjang gelombang 1760 cm^{-1} hingga 1665 cm^{-1} untuk dialihkan ke 1638 cm^{-1} . Sedangkan pada puncak gelombang 1542 cm^{-1} muncul akibat regangan C-N dan ikatan N-H. Hasil ini sesuai dengan penelitian Jasni, (2017); An T, (2017); dan Khori, (2020).



Gambar 4.3 Spektra FTIR Nilon, TiO₂ dan Nilon/TiO₂

Hasil uji FTIR membran nilon/TiO₂-1% menunjukkan puncak 3296 cm^{-1} itu dikaitkan dengan peregangan N-H dari gugus amino.

Selanjutnya terjadi vibrasi ulur C-H₂ akibat gugus alkana pada puncak sedang pada 2938 cm⁻¹. Pada puncak 1637 cm⁻¹ dan 1541 cm⁻¹, dua puncak kuat terdeteksi C=O. Vibrasi ulur dari Ti-O muncul pada 686 cm⁻¹.

Hasil uji FTIR membran nilon/TiO₂-3% menunjukkan puncak 3297 cm⁻¹ itu dikaitkan dengan peregangan N-H dari gugus amino. Selanjutnya terjadi vibrasi ulur C-H₂ akibat gugus alkana pada puncak sedang pada 2939 cm⁻¹. Pada puncak 1637 cm⁻¹ dan 1540 cm⁻¹, dua puncak kuat terdeteksi C=O. Vibrasi ulur dari Ti-O muncul pada 682 cm⁻¹.

Hasil uji FTIR membran nilon/TiO₂-5% menunjukkan puncak 3297 cm⁻¹ itu dikaitkan dengan peregangan N-H dari gugus amino. Selanjutnya terjadi vibrasi ulur C-H₂ akibat gugus alkana pada puncak sedang pada 2939 cm⁻¹. Pada puncak 1636 cm⁻¹ dan 1539 cm⁻¹, dua puncak kuat terdeteksi C=O. Vibrasi ulur dari Ti-O muncul pada 680 cm⁻¹.

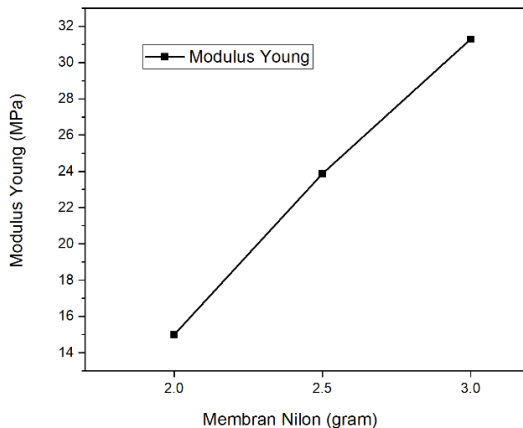
Munculnya ikatan vibrasi Ti-O pada puncak

gelombang 734 cm^{-1} merupakan khas milik TiO_2 . Berdasarkan penelitian Deswardani *et al.*, (2020) puncak gelombang Ti-O muncul pada rentang $729 - 737\text{ cm}^{-1}$ sedangkan Ti-O pada membran nilon/ TiO_2 -1%, 3%, dan 5% yang muncul pada puncak 686 cm^{-1} ; 682 cm^{-1} ; dan 680 cm^{-1} sesuai dengan penelitian Listanti *et al.*, (2018). Hasil karakterisasi FTIR vibrasi Ti-O dapat teridentifikasi pada bilangan gelombang $400 - 850\text{ cm}^{-1}$ (Kaur et al., 2014).

2. Uji Tarik

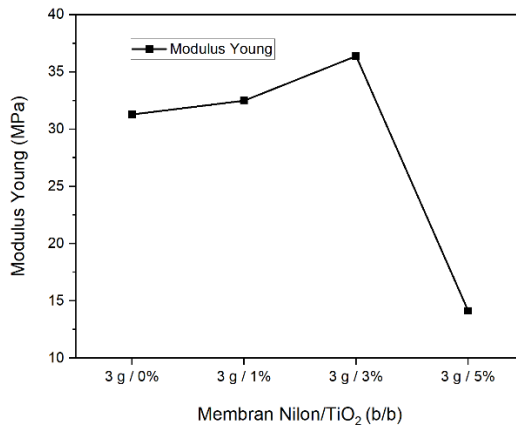
Analisis sifat mekanik dilakukan berdasarkan uji tarik, dan sifat-sifatnya diukur untuk menentukan kekuatan membran ketika mengalami gaya yang dapat mempengaruhinya.

Uji tarik umumnya digunakan untuk mengukur gaya yang dibutuhkan dalam memutuskan membran nilon.



Gambar 4.4 Grafik uji tarik membran nilon

Berdasarkan Gambar 4.4 hasil uji tarik terbaik terjadi pada membran nilon 3 gram dengan memiliki nilai modulus young terbesar yaitu 31,28 MPa. Hasil tersebut sesuai dengan penelitian Alshahrani *et al.*, (2022) dan Syahputra *et al.*, (2023) semakin besar nilai modulus young, maka sifat mekanik membran tersebut semakin baik untuk melakukan filtrasi karena semakin kuat ikatan amida dalam membran.



Gambar 4.5 Grafik pengaruh konsentrasi TiO₂ terhadap uji tarik membran

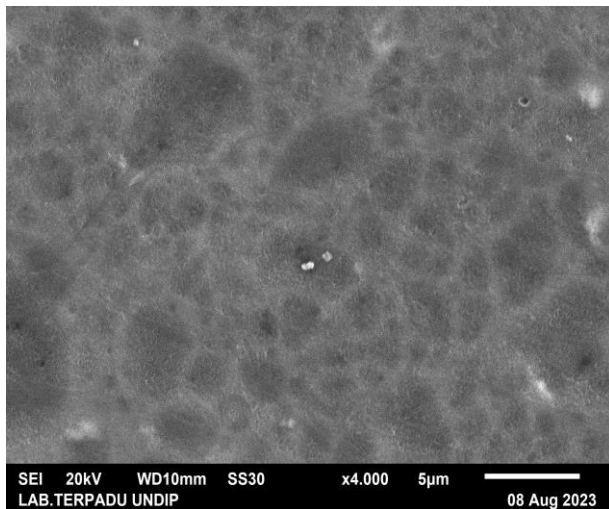
Penelitian Ngobeni *et al* (2021) menunjukkan bahwa membran dengan kekuatan mekanik yang semakin meningkat memiliki masa membran yang lebih lama terhadap kerusakan membran. Membran nilon 3 gram ini yang akan digunakan dalam pembuatan membran nilon/TiO₂.

Berdasarkan Gambar 4.5 hasil uji tarik optimum pada membran nilon/TiO₂-3% dengan memiliki nilai modulus young terbesar yaitu 36,38 MPa. Hasil uji tarik membran meningkat pada

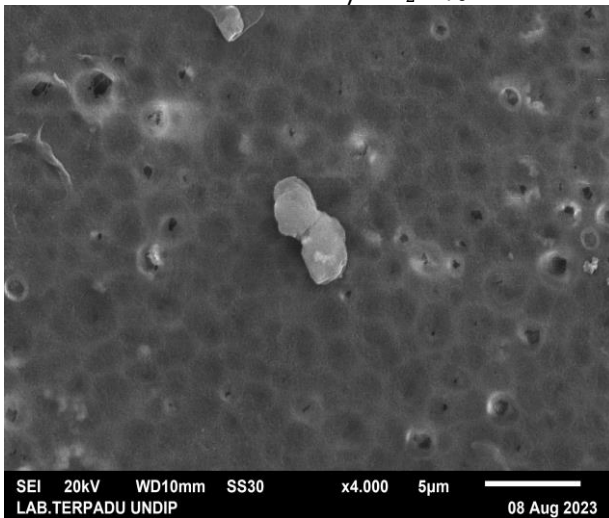
penambahan 1% dan 3% TiO_2 sedangkan pada penambahan 5% TiO_2 uji tarik menurun. Hasil uji tarik optimum pada membran nilon/ TiO_2 -3% menunjukkan penambahan TiO_2 menghasilkan sifat mekanik membran yang lebih kuat (Maqsood et al., 2023). Hasil kuat tarik pada penambahan 5% TiO_2 pada membran nilon/ TiO_2 sudah kurang efektif, hal ini ditandai dengan struktur membran yang lebih kaku dan mudah untuk patah (Firmansyah et al., 2013).

3. Uji SEM-EDX Mapping

Analisis morfologi permukaan membran nilon/ TiO_2 -3% dan membran nilon/ TiO_2 -5% telah dilakukan menggunakan SEM.



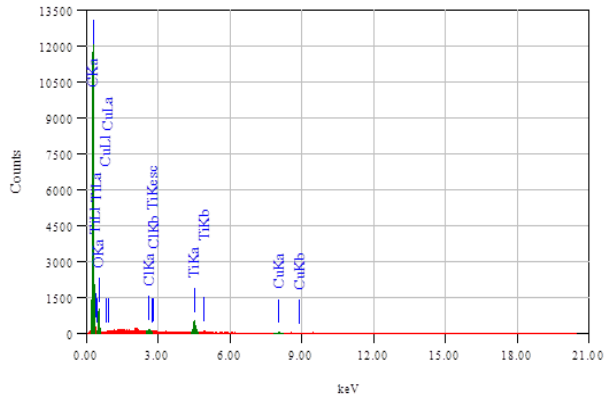
Gambar 4.6 Perbesaran morfologi SEM 4000 kali membran nilon/TiO₂-3%



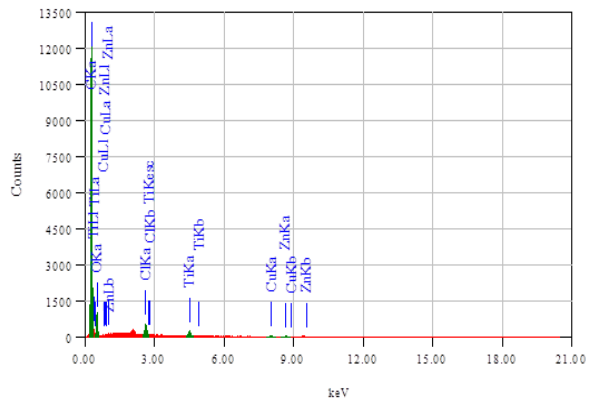
Gambar 4.7 Perbesaran morfologi SEM 4000 kali membran nilon/TiO₂-5%

Membran nilon/TiO₂-3% (Gambar 4.6) melalui SEM dengan perbesaran 4000 kali diketahui memiliki ukuran rata-rata permukaan pori yaitu 1,36 μm . Membran nilon/TiO₂-5% (Gambar 4.7) melalui SEM dengan perbesaran 4000 kali terlihat membran memiliki ukuran rata-rata permukaan pori yaitu 1,70 μm . Berdasarkan hasil ukuran rata-rata permukaan pori membran nilon/TiO₂-3% dan nilon/TiO₂-5% merupakan membran mikrofiltrasi (Hidayah, 2021).

Berdasarkan hasil SEM permukaan membran nilon/TiO₂-5% lebih besar dibandingkan membran nilon/TiO₂-3% disebabkan oleh jumlah TiO₂ yang lebih banyak. Penambahan TiO₂ yang berlebihan menyebabkan penggumpalan pada permukaan membran seperti pada gambar 4.7. Peningkatan TiO₂ menyebabkan peningkatan viskositas larutan dope yang disebabkan oleh besarnya luas permukaan. Peningkatan jumlah TiO₂ mengakibatkan nilai tukar pelarut dan non pelarut menjadi lebih lambat (Kusworo et al., 2021; Qi et al., 2017).



Gambar 4.8 Analisis EDX Membran Nilon/TiO₂-3%



Gambar 4.9 Analisis EDX Membran Nilon/TiO₂-5%

Komposisi unsur dianalisis menggunakan EDX serta persebaran unsur dalam membran nilon/TiO₂-3% dan membran nilon/TiO₂-5% telah

dipetakan menggunakan SEM elemental mapping. Analisis membran nilon/TiO₂ dengan EDX untuk memastikan adanya unsur C, O, Cl dan Ti.

Berdasarkan Gambar 4.8, analisis EDX membran nilon/TiO₂-3% mengandung unsur Ti dan O 1,06% dan 17,81% massa karena jumlah TiO₂ lebih sedikit daripada membran nilon/TiO₂-5% yaitu unsur Ti dan O 1,78% dan 18,24% massa. Pada gambar 4.9, terdapat peningkatan jumlah unsur Ti 1,78%. Penambahan jumlah TiO₂ yang meningkat mengakibatkan TiO₂ beraglomerasi dan meningkatkan viskositas (Man et al., 2020).

Tabel 4.1 Kandungan unsur membran nilon/TiO₂-3%

Unsur	%Massa	%Atom
C	79,93	85,14
O	17,81	14,24
Cl	0,74	0,27
Ti	1,06	0,26
Cu	0,46	0,09

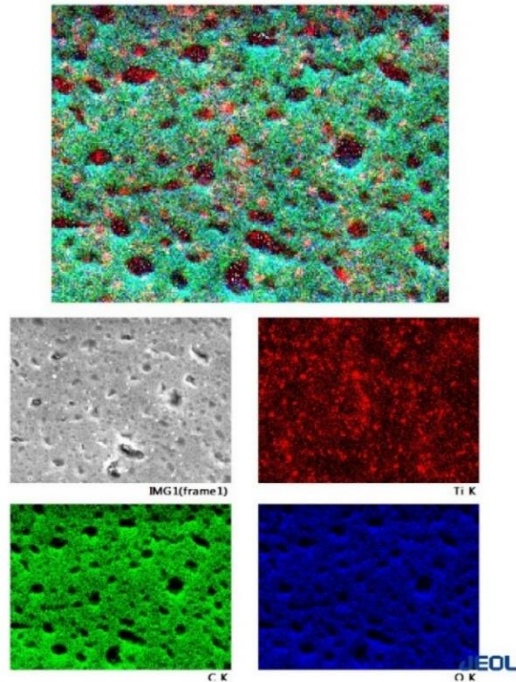
Tabel 4.2 Kandungan unsur membran nilon/TiO₂-5%

Unsur	%Massa	%Atom
C	78,39	83,90
O	18,24	15,45
Cl	0,17	0,06
Ti	1,78	0,48
Cu	0,47	0,08
Zn	0,92	0,03

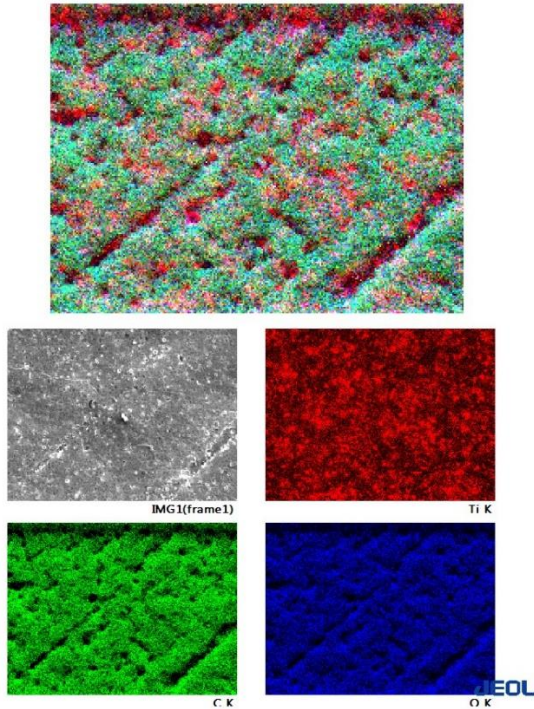
Tabel 4.1 dan 4.2 menunjukkan hasil kuantitatif SEM-EDX dari membran nilon/TiO₂-3% dan membran nilon/TiO₂-5% yang telah ditunjukkan grafiknya pada gambar 4.8 dan gambar 4.9. Analisis SEM dengan penambahan EDX menghasilkan gambar distribusi zat pengotor pada sampel (Ellingham et al., 2017). Berdasarkan tabel 4.2 membran nilon/TiO₂-3% dan membran nilon/TiO₂-5% menunjukkan adanya massa unsur Cu dan Zn pada membran nilon/TiO₂-5% sebagai zat pengotor pada membran nilon/TiO₂.

Analisis mapping EDX dilakukan untuk mengetahui sebaran material TiO₂ pada membran, berdasarkan (Gambar 4.10 dan 4.11) warna hijau

menggambarkan unsur Karbon (C), warna biru menggambarkan unsur Oksigen (O), dan warna merah menggambarkan unsur Titanium (Ti).



Gambar 4.10 Analisis distribusi penyebaran Ti pada membran nilon/TiO₂-3%



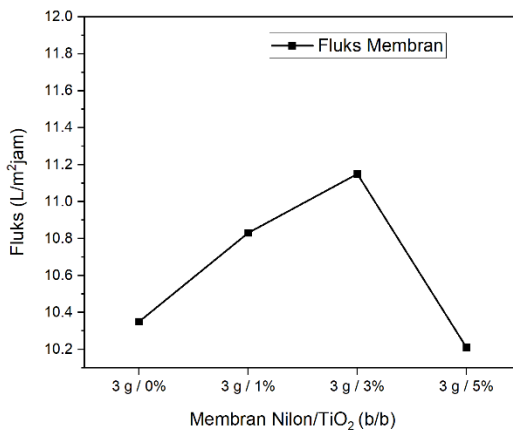
Gambar 4.11 Analisis distribusi penyebaran Ti pada membran nilon/TiO₂-5%

Gambar 4.11 menunjukkan penyebaran unsur Ti lebih merata dibandingkan gambar 4.10 namun terdapat aglomerasi, berdasarkan penelitian Anan *et al*, (2019) distribusi Ti yang baik dengan aglomerasi yang lebih sedikit dapat meningkatkan kinerja membran.

D. Aplikasi Membran untuk Dekolorisasi Nira Tebu

1. Uji Fluks Membran

Uji fluks membran merupakan jumlah permeat yang melewati permukaan membran menggunakan tekanan 2 bar, penggunaan tekanan tersebut karena membran termasuk membran mikrofiltrasi (Hidayah, 2021). Membran dipotong melingkar dengan diameter 40 mm. Membran yang telah dipotong, diletakkan dalam alat filtrasi dengan sistem *cross flow*, lalu dialirkan aquades dahulu agar pori membran stabil. Alat filtrasi aliran *cross flow* ini digunakan untuk meminimalkan fouling pada membran (Sharma, 2020).



Gambar 4.12 Grafik pengaruh jumlah TiO₂ pada fluks membran

Hasil fluks dapat dilihat pada Gambar 4.12. Membran nilon/TiO₂-5% memiliki nilai fluks paling rendah yaitu 10,20 L/m².jam, hal ini terjadi karena membran memiliki aglomerasi TiO₂ yang dapat menimbulkan fouling pada membran sehingga menghambat aliran umpan (Man et al., 2020).

Membran nilon/TiO₂-3% memiliki fluks paling tinggi sebesar 11,15 L/m².jam. Adanya fouling pada membran juga dapat disebabkan oleh

kandungan nira tebu terdiri dari serat (10–18%) dan air (80–90%). Serat terdiri dari selulosa, hemiselulosa dan lignin, sedangkan air terdiri dari (75–82%) dan kandungan padatan terlarut (18–25%). Kandungan padatan terlarut terdiri dari non-gula (1%–2%) dan total gula pereduksi (sukrosa 14–24%, glukosa 0,2–1% dan fruktosa 0–0,5%) (da Costa et al., 2021).

2. Uji Rejeksi Membran

Uji rejeksi (selektifitas) dilakukan dengan cara melewati larutan sampel nira tebu pada konsentrasi 20° brix yang dialirkan melewati modul membran *cross flow* pada tekanan 2 bar dengan waktu selama 30 menit yang disebut *permeate*. Uji rejeksi nira tebu diperlukan konsentrasi nira tebu yang terukur melalui *hand refractometer* dengan satuan brix. Brix adalah pengukuran persentase berat sukrosa dalam larutan air murni. Penunjukan derajat Brix ini hanya berlaku untuk larutan sukrosa murni.

Sukrosa murni diekstraksi dari tebu atau bit (Toledo, 2014).

Refraktometer adalah alat optik untuk mengukur kadar brix pada buah-buahan, sayuran, jus, selai, anggur, dan bir. Metode pengukuran refraktometer berdasarkan pada metode standar pengukuran indeks bias cairan. Indeks bias adalah perbandingan kecepatan cahaya di ruang hampa dengan kecepatan cahaya di medium tertentu (Dongare et al., 2015; Jaywant et al., 2022; Seki et al., 2016). Alat refraktometer memiliki prinsip dasar pembiasan atau prinsip pemantulan kritis cahaya (Jaywant et al., 2022; Ugwu et al., 2018).

Hasil rejeksi membran Nilon/TiO₂ (3gram/0%, 3gram/1%, 3gram/3%, dan 3gram/5%) pada tabel 4.3

Tabel 4.3 Koefisien Rejeksi Membran

Sebelum Dekolorisasi				
Derajat Brix	20			
Setelah Dekolorisasi				
Membran Nilon/TiO ₂ (b/b)	3 g/0%	3 g/1%	3 g/3%	3 g/5%
Derajat Brix	15	9	5	12
Nilai Rejeksi	25	55	75	40

Berdasarkan Tabel 4.3 nilai koefisien rejeksi meningkat pada membran Nilon/TiO₂-0%, 1%, dan 3% sebesar 25%, 55%, dan 75% sedangkan pada membran nilon/TiO₂-5% nilai koefisien rejeksi menurun menjadi 40%. Penurunan koefisien rejeksi disebabkan karena diameter pori membran nilon/TiO₂-5% yang besar mengakibatkan nira tebu pada *permeate* tidak tertahan dengan baik saat melewati membran.

Hasil ini sesuai dengan penelitian Jabur *et al* (2017) dan Indriyani (2017) penurunan nilai koefisien rejeksi disebabkan oleh ukuran pori yang besar sehingga beberapa zat organik sangat kecil dapat melewati membran, sehingga sangat berpengaruh terhadap konsentrasi *permeate*.

3. Uji Dekolorisasi Nira Tebu

Berdasarkan tabel 4.4 nilai brix (padatan total terlarut) diukur menggunakan *hand refractometer*. Nilai brix terendah dihasilkan oleh membran nilon/TiO₂-3% sebesar 5°, nilai brix berhubungan

dengan koefisien rejeksi, semakin kecil nilai brix maka nilai koefisien rejeksi semakin besar.

Tabel 4.4 Uji Dekolorisasi Nira Tebu

Ket	Sebelum Dekolorisasi	Setelah Dekolorisasi dengan Membran Nilon/TiO ₂			
		0%	1%	3%	5%
Brix (°)	20	15	9	5	12
Abs	1,99	1,24	0,646	0,267	1,689
pH	4,81	4,83	5,09	5,80	4,69
Warna (IU)	9.204,65	7.804,92	6.941,80	5.246,58	8.919,10
Dekolorisasi (%)	-	15,21	24,58	43	3,1

Pengukuran absorbansi pada nira tebu sebelum dan sesudah dekolorisasi diukur dengan Spektrofotometer UV-Vis 420 nm karena pada warna larutan tersebut sesuai dengan warna komplementer kuning-hijau pada panjang gelombang 400 – 435 nm sesuai pada tabel 2.2. Warna medium ditentukan oleh panjang gelombang yang diteruskan ke mata. Warna ini dikenal sebagai warna komplementer untuk warna yang diabsorpsi. (Lusia, 2017).

Analisis warna ICUMSA (*International Commission For Uniform Methods of Sugar Analysis*) menunjukkan hasil warna IU terkecil yaitu membran nilon/TiO₂-3%) sebesar 5.246,58

IU. Analisa warna ini bertujuan untuk menentukan derajat warna dari larutan gula. Penurunan angka atau nilai warna ICUMSA Unit (IU) menunjukkan bahwa larutan gula semakin jernih sedangkan meningkatnya angka atau nilai warna ICUMSA Unit (IU) menunjukkan larutan gula semakin kuning hingga kecoklatan (Riani et al., 2019). Berdasarkan tabel 4.4 hasil IU menunjukkan angka > 4600 IU, berdasarkan teori pada tabel 2.1 warna ICUMSA > 4600 termasuk dalam gula mentah dan tidak untuk dikonsumsi.

Aplikasi dekolonisasi nira tebu menggunakan membran nilon/ TiO_2 menunjukkan hasil dekolonisasi tertinggi sebesar 43% pada membran nilon/ TiO_2 -3% dan dekolonisasi terendah sebesar 3,1% pada membran nilon/ TiO_2 -5%. Nilai dekolonisasi berbanding terbalik dengan warna IU, semakin kecil nilai IU maka dekolonisasi semakin besar dan warna larutan nira tebu semakin jernih sedangkan semakin besar nilai warna IU maka nilai dekolonisasi semakin kecil dan warna larutan nira tebu berwarna kuning hingga kecoklatan

(Riani et al., 2019).

Warna kehijauan dari nira tebu berasal dari klorofil. Pigmen klorofil umum ditemukan karena nira berasal dari batang tebu yang digiling dimana batang pada tanaman tebu mengandung klorofil sehingga pigmen tersebut juga ikut terlarut dalam nira (Rahmani, 2022). Warna kuning pada nira tebu disebabkan oleh adanya pigmen karoten (Rahmani, 2022). Warna nira tebu juga akan mengalami penurunan disebabkan oleh wadah penyimpanan, lama penyimpanan, dan perubahan suhu yang tidak teratur (Ansar et al., 2019).

Berdasarkan tabel 4.4 nilai pH membran nilon/TiO₂-3% menunjukkan nilai pH sebesar 5,80 dengan hasil pH tertinggi dibandingkan hasil pH membran nilon/TiO₂-0%, 1%, dan 5%. Hasil pH nira tebu membran nilon/TiO₂-3% menunjukkan hasil nira tebu yang baik sesuai penelitian Masruri *et al* (2022) nira tebu yang baik mempunyai pH 5 sampai 7. Nira tebu yang baru diperas dari batang tebu memiliki nilai pH atau keasaman sekitar ±7, tetapi pH nira semakin menurun akibat

kondisi lingkungan dan mudah terkontaminasi oleh mikroorganisme (Masruri et al., 2022; Natawijaya et al., 2018). Nira tebu dengan pH yang rendah dikarenakan adanya mikroba *Leuconostoc mesentroides* yang menyebabkan gangguan pada nira tebu untuk industri gula.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

1. Karakterisasi FTIR membran nilon menunjukkan puncak vibrasi ulur C-H₂ dengan puncak sedang pada 2939,62 cm⁻¹ dan vibrasi ulur dari Ti-O pada puncak 516,33 cm⁻¹ dengan modulus young terbesar pada membran nilon 3 gram sebesar 31,28 MPa. Karakterisasi FTIR membran nilon/TiO₂-1%, 3%, dan 5% dengan vibrasi ulur C-H₂ pada puncak sedang pada 2938 cm⁻¹; 2939 cm⁻¹; 2939 cm⁻¹ dan vibrasi ulur dari Ti-O muncul pada 686 cm⁻¹; 682 cm⁻¹; 680 cm⁻¹. Modulus young pada membran nilon/TiO₂-3% sebesar 36,38 MPa dengan ukuran diameter pori sebesar 1,36 μm dan kandungan unsur Ti 1,06% dan membran nilon/TiO₂-5% dengan ukuran pori 1,70 μm serta kandungan unsur Ti 1,78%.
2. Aplikasi membran untuk dekolorisasi menghasilkan uji fluks pada membran Nilon/TiO₂-3% sebesar 11,15 L/m².jam dengan nilai brix 5° dan menghasilkan nilai rejeksi sebesar 75%. Hasil

dekolorisasi membran Nilon/TiO₂-0%, 1%, 3%, dan 5% yakni 15,21% ; 24,58% ; 43% ; dan 3,1%. Hasil warna nira tebu awal 9.204,65 IU dan hasil dekolorisasi nira tebu menggunakan membran Nilon/TiO₂-0%, 1%, 3%, dan 5% sebesar 7.804,92 IU ; 6.941,80 IU ; 5.246,58 IU ; 8.919,10 IU. Membran Nilon/TiO₂-3%, menunjukkan warna IU terkecil dengan hasil warna nira tebu jernih. Uji pH nira tebu setelah dekolorisasi menggunakan membran Nilon/TiO₂-0%, 1%, 3%, dan 5% menunjukkan pH berurutan 4,83 ; 5,09 ; 5,80 ; 4,69.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan kesimpulan tersebut, maka penelitian tambahan dapat dilakukan sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan lebih lanjut optimasi waktu pengadukan membran nilon/TiO₂.
2. Perlu dilakukan lebih lanjut aplikasi membran nilon/TiO₂ pada bahan selain nira tebu.
3. Perlu dilakukan karakterisasi SEM-EDX pada semua variasi membran nilon/TiO₂.

DAFTAR PUSTAKA

- Afifah, S. U. (2021). Efek Variasi Suhu Karbonisasi Arang Aktif Eceng Gondok Pada Pembuatan Membran Nilon-Arang Untuk Filtrasi Air. In *Digital Repository Universitas Jember* (Issue September 2019).
- Alshahrani, A. A., Al-Zoubi, H., Alotaibi, S. E., Hassan, H. M. A., Alsohaimi, I. H., Alotaibi, K. M., Alshammari, M. S., Nghiem, L., & Panhuis, M. In Het. (2022). Assessment of commercialized nylon membranes integrated with thin layer of MWCNTs for potential use in desalination process. *Journal of Materials Research and Technology*, 21, 872–883. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2022.09.084>
- An, T., Pant, B., Kim, S. Y., Park, M., Park, S. J., & Kim, H. Y. (2017). Mechanical and optical properties of electrospun nylon-6,6 nanofiber reinforced cyclic butylene terephthalate composites. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 55, 35–39. <https://doi.org/10.1016/j.jiec.2017.06.044>
- Anan, N. S. M., Jaafar, J., Othman, M. H. D., Rahman, M. A., Aziz, F., & Shahrodin, N. S. M. (2019). Titanium dioxide incorporated thin film composite membrane for

- bisphenol A removal. *Malaysian Journal of Fundamental and Applied Sciences*, 15(5), 755–760.
<https://doi.org/10.11113/mjfas.v15n5.1466>
- Ansar, A., Sukmawaty, S., Muttalib, A., & Wartono, N. (2019). PENGARUH SINAR UV TERHADAP pH DAN TOTAL PADATAN TERLARUT NIRA AREN (*Arenga pinnata* MERR) SELAMA PENYIMPANAN. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung (Journal of Agricultural Engineering)*, 8(4), 265.
<https://doi.org/10.23960/jtep-l.v8i4.265-272>
- Apipah, E. R., Irmansyah, & Juansah, J. (2014). Sintesis dan Karakteristik Membran Nilon yang Berasal dari Limbah Benang. *Jurnal Biofisika*, 10(1), 8–18.
- Auline, D., Qomariah, N., & Saleh, A. (2018). Pembuatan Membran Komposit Nilon-Karbon Aktif Dengan Variasi Suhu Dan Waktu Pengadukan. *Jurnal Teknik Kimia*, 24(3), 65–70.
- Aykas, D. P., Urtubia, A., Wong, K., Ren, L., López-Lira, C., & Rodriguez-Saona, L. E. (2022). Screening of Acrylamide of Par-Fried Frozen French Fries Using Portable FT-IR Spectroscopy. *Molecules*, 27(4), 1–12.
<https://doi.org/10.3390/molecules27041161>
- da Costa, M. V. A., Fontes, C. H., Carvalho, G., & Júnior, E. C. de

- M. (2021). UltraBrix: A device for measuring the soluble solids content in sugarcane. *Sustainability (Switzerland)*, *13*(3), 1–19. <https://doi.org/10.3390/su13031227>
- Deswardani, F., Fahyuan, H. D., & Afrianto, M. F. (2020). ANALISIS GUGUS FUNGSI PADA TiO₂ /BIOCHAR DENGAN SPEKTROSKOPI. *JoP*, *5*(2), 54–58.
- Dongare, M. L., Buchade, P. B., & Shaligram, A. D. (2015). Refractive index based optical Brix measurement technique with equilateral angle prism for sugar and Allied Industries. *Optik*, *126*(20), 2383–2385. <https://doi.org/10.1016/j.ijleo.2015.05.137>
- Ellingham, S. T. D., Thompson, T. J. U., & Islam, M. (2017). Scanning Electron Microscopy–Energy-Dispersive X-Ray (SEM/EDX): A Rapid Diagnostic Tool to Aid the Identification of Burnt Bone and Contested Cremains. *Journal of Forensic Sciences*, *63*(2), 504–510. <https://doi.org/10.1111/1556-4029.13541>
- Fathanah, U., & Meilina, H. (2021). Karakterisasi dan Kinerja Membran Polyethersulfone Termodifikasi Aditif Anorganik secara Blending Polimer. *Jurnal Serambi Engineering*, *6*(4), 2407–2414. <https://doi.org/10.32672/jse.v6i4.3515>

- Firmansyah, & Astuti. (2013). Nanokomposit Epoxy-Titanium Dioksida. *Jurnal Fisika Unand*, 2(2), 72–80.
- Goldstein, J. I., & Newbury, D. E. (2017). Scanning Electron Microscopy and Microanalysis. In *Springer Science*. https://doi.org/10.1007/978-1-4684-2046-3_11
- Hamzah, M., Anggaravidya, M., Ulfa, I. M., Mayasari, R. D., Habibie, S., & Astuti, D. (2020). Pemanfaatan Kitosan Dalam Peningkatan Mutu Nira Gula Tebu. *CAKRA KIMIA (Indonesian E-Journal of Applied Chemistry)*, 8(1), 1–8. <https://ojs.unud.ac.id/index.php/cakra/article/view/62789/35940>
- Hidayah, M. (2021). *Modification of Surface Hollow Fiber Membrane Ultrafiltration for Processing Produced Water*. *Icest* 2018, 251–257. <https://doi.org/10.5220/0010041302510257>
- Indriyani, V., Novianty, Y., & Mirwan, A. (2017). Pembuatan Membran Ultrafiltrasi Dari Polimer Selulosa Asetat Dengan Metode Inversi Fasa. *Konversi*, 6(1), 11. <https://doi.org/10.20527/k.v6i1.2994>
- Ines, M.-G., Baklouti, S., Mokni, A., Danthine, S., Attia, H., Blecker, C., Besbes, S., & Masmoudi, M. (2016). Effect of ultrafiltration process on physico-chemical, rheological,

microstructure and thermal properties of syrups from male and female date palm saps. *Food Chemistry*, 203, 175–182.

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.02.055>

Ishaq, A. bin M. bin A. bin. (2013). *Tafsir Ibnu Katsir 8.1.pdf* (p. 570).

Isrofiyah, B. I. (2018). Pengaruh Variasi Fraksi Massa Nilon Dan TiO₂ Terhadap Efek Antibakteri Dan Permeabilitas Pada Membran Hibrid. In *Digital Repository Universitas Jember Digital Repository Universitas Jember PENGARUH*.

Jabur, A., Abbas, L., & Moosa, S. (2017). Functionalized Titanium Dioxide Nanoparticles - Nylon 6 Nanocomposite Membrane for Improved Salt Rejection Under Low Pressure Water Nanofiltration. *The Iraqi Journal For Mechanical And Material Engineering*, 17(3), 408–421.

Jamshidi, R. G., Halakoo, E., Nazri, N. A. M., Lau, W. J., Matsuura, T., & Ismail, A. F. (2014). Improving performance and antifouling capability of PES UF membranes via blending with highly hydrophilic hydrous manganese dioxide nanoparticles. *Desalination*, 335(1), 87–95. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2013.12.011>

- Jasni, M. J. F., Sathishkumar, P., Sornambikai, S., Yusoff, A. R. M., Ameen, F., Buang, N. A., Kadir, M. R. A., & Yusop, Z. (2017). Fabrication, characterization and application of laccase-nylon 6,6/Fe³⁺ composite nanofibrous membrane for 3,3"-dimethoxybenzidine detoxification. *Bioprocess and Biosystems Engineering*, 40(2), 191-200. <https://doi.org/10.1007/s00449-016-1686-6>
- Jaywant, S. A., Singh, H., & Arif, K. M. (2022). Sensors and Instruments for Brix Measurement: A Review. *Sensors*, 22(6), 1-20. <https://doi.org/10.3390/s22062290>
- Kaur, M., & Verma, N. K. (2014). CaCO₃/TiO₂ nanoparticles based dye sensitized solar cell. *Journal of Materials Science and Technology*, 30(4), 328-334. <https://doi.org/10.1016/j.jmst.2013.10.016>
- Khori, N. K. E. M., Salmiati, Hadibarata, T., & Yusop, Z. (2020). A combination of waste biomass activated carbon and nylon nanofiber for removal of triclosan from aqueous solutions. *Journal of Environmental Treatment Techniques*, 8(3), 1036-1045. [https://doi.org/10.47277/jett-8\(3\)1](https://doi.org/10.47277/jett-8(3)1)
- Kurniawan, T., Jayanudin, J., Kustiningsih, I., & Adha Firdaus, M. (2018). Palm Sap Sources, Characteristics, and

- Utilization in Indonesia. *Journal of Food and Nutrition Research*, 6(9), 590–596. <https://doi.org/10.12691/jfnr-6-9-8>
- Kusworo, T., Nugraheni, R. E., & Aryanti, N. (2021). The Effect of Membrane Modification Using TiO₂, ZnO, and GO Nanoparticles: Challenges and Future Direction in Wastewater Treatment. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1053(1), 012135. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1053/1/012135>
- Lestari, K. R. (2020). *Teori Dasar Membran* (Vol. 1). LP_UNAS.
- Listanti, A., Taufiq, A., Hidayat, A., & Sunaryono, S. (2018). Investigasi Struktur dan Energi Band Gap Partikel Nano TiO₂ Hasil Sintesis Menggunakan Metode Sol-Gel. *JPSE (Journal of Physical Science and Engineering)*, 3(1), 8–15. <https://doi.org/10.17977/um024v3i12018p008>
- Lusia, E. P. (2017). Penentuan Konsentrasi Senyawa Berwarna KMnO₄ Dengan Metoda Spektroskopi UV Visible. *Natural Science Journal*, 3(1), 391–398.
- Luthfi, J. K., Fariati, & Simpang, Y. (2019). Dekolorisasi Dan Demineralisasi Nira Tebu Menggunakan Resin Penukar Ion (Amberlite Ir-120 Na Dan Amberlite Ira-96 Rf). *Seminar Nasional Kimia Dan Pembelajarannya (SNKP)*, 1,

225-232.

- Makur, M. M., Duraisamy, R., & Birhanu, T. (2019). Clarifying Capacity of Eco-Friendly Nano Cao and Okra(*Abelmoschus Esculentus*) Extract on the Processing of Sugarcane Juice: A Review. *International Research Journal of Science and Technology*, 1(1), 21-30. <https://doi.org/10.46378/irjst.2019.010104>
- Man, H. C., Abba, M. U., Abdulsalam, M., Azis, S., Idris, A. I., & Hamzah, M. H. (2020). *Utilization of Nano-TiO 2 as an Influential Additive for Complementing Separation Performance of a Hybrid PVDF-PVP Hollow Fiber : Boron Removal from Leachate.*
- Maqsood, K., Jamil, A., Ahmed, A., Sutisna, B., Nunes, S., & Ulbricht, M. (2023). Effect of TiO₂ on Thermal, Mechanical, and Gas Separation Performances of Polyetherimide–Polyvinyl Acetate Blend Membranes. *Membranes*, 13(8). <https://doi.org/10.3390/membranes13080734>
- Masruri, H. A., Syauqy, D., & Prasetyo, B. H. (2022). Klasifikasi Kualitas Air Tebu berdasarkan PH dan Warna menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan berbasis Arduino. ... *Informasi Dan Ilmu Komputer E-ISSN*, 6(6),

- 2791–2798. <https://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/11178>
- Masta, N. (2020). Buku Materi Pembelajaran Scanning Electron Microscopy. In *Patra Widya: Seri Penerbitan Penelitian Sejarah dan Budaya*.
- Mataram, A., Anisya, N., Nadiyah, N. A., & Afriansyah. (2020). Fabrication membrane of titanium dioxide (TiO₂) blended polyethersulfone (pes) and polyvinilidene fluoride (pvdf): Characterization, mechanical properties and water treatment. *Key Engineering Materials*, 867 *KEM*, 159–165. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.867.159>
- Maulina, W. (2019). Uji Aktivitas Antibakteri dan Permeabilitas Membran Hibrid Nilon-TiO₂. *Jurnal Fisika Dan Aplikasinya*, 15(3), 81. <https://doi.org/10.12962/j24604682.v15i3.4625>
- Maulina, W., Fauzia, I. K., & Misto, M. (2018). Kajian Membran Nilon Sebagai Filter Pada Proses Penjernihan Nira Tebu. *Spektra: Jurnal Fisika Dan Aplikasinya*, 3(1), 57–66. <https://doi.org/10.21009/spektra.031.08>
- Mumtahana, L. (2019). Karactersasi FTIR dan Membran

Hibrid Nilon/Tio2. *Skripsi*, 1–29.

- Natawijaya, D., Suhartono, S., & Undang, U. (2018). The analysis of Sap Water Yield and Palm Sugar (*Arenga pinnata* Merr.) Quality in Tasikmalaya District. *Jurnal Agroforestri Indonesia*, 1(1), 57–64. <https://doi.org/10.20886/jai.2018.1.1.57-64>
- Ngobeni, R., Sadare, O., & Daramola, M. O. (2021). Synthesis and evaluation of hsod/psf and ssod/psf membranes for removal of phenol from industrial wastewater. *Polymers*, 13(8). <https://doi.org/10.3390/polym13081253>
- Nie, C., Ma, L., Xia, Y., He, C., Deng, J., Wang, L., Cheng, C., Sun, S., & Zhao, C. (2015). Novel heparin-mimicking polymer brush grafted carbon nanotube/PES composite membranes for safe and efficient blood purification. *Journal of Membrane Science*, 475, 455–468. <https://doi.org/10.1016/j.memsci.2014.11.005>
- Panigrahi, C., Shaikh, A. E. Y., Bag, B. B., Mishra, H. N., & De, S. (2021). A technological review on processing of sugarcane juice: Spoilage, preservation, storage, and packaging aspects. *Journal of Food Process Engineering*, 44(6), 1–19. <https://doi.org/10.1111/jfpe.13706>
- Piccolo, M., Aceto, M., & Vitorino, T. (2019). UV-Vis

- spectroscopy. *Physical Sciences Reviews*, 4(4), 1–14.
<https://doi.org/10.1515/psr-2018-0008>
- Qayyim, I., Qadir, A., & Syu'aib. (2016). *Zadul Ma'ad Jilid 5*.
- Qi, B., Wu, Y., Guo, S., Luo, J., & Wan, Y. (2017). Refinement of cane molasses with membrane technology for clarification and color removal. *Journal of Membrane Science and Research*, 3(4), 303–307.
<https://doi.org/10.22079/jmsr.2017.60224.1128>
- Rafik, M., Qabli, H., Belhamidi, S., Elhannouni, F., Elkhedmaoui, A., & Elmidaoui, A. (2015). Membrane separation in the sugar industry. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 7(9), 653–658.
<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84979473439&partnerID=40&md5=71685980001b4c817ea673fcd0900e31>
- Rahmani, S. D. (2022). Tingkat Konsumsi Nira Tebu Dan Pengaruhnya Terhadap Kadar Sukrosa Madu Trigona biroi Di Kampung Rimba Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin. In *repositoryunhas.ac.id*.
- Riani, P., & Gultom, D. T. (2019). Penentuan Nilai Colour Gula Produk pada Unit Lump Separator dengan Menggunakan

- Spektrofotometer Visible dan Refraktometer. *Majalah Ilmiah Teknologi Industri (SAINTI)*, 16(2), 151–155.
- Sahat, S. F. (2017). Peluang Ekspor Gula Semut. *Kementrian Perdagangan Republik Indonesia*, 1–20. <http://djpen.kemendag.go.id>
- Seki, A., Narita, K., & Watanabe, K. (2016). Refractive Index Measurement in Sucrose Solution and Beverage Using Surface Plasmon Resonance Sensor Based on Hetero-core Structured Fiber Optic. *Procedia Chemistry*, 20, 115–117. <https://doi.org/10.1016/j.proche.2016.07.020>
- Sharma, E. (2020). *Design and Optimization of Ultrafiltration Membrane Setup for Wastewater Treatment and Reuse*. <https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:kth:diva-277640>
- Sinuhaji, N. (2017). Analisis Pengolahan Tebu Menjadi Gula Kristal Putih Menggunakan Metode Fuzzy Logic Berbasis Matlab. *Majalah Ilmiah Politeknik Mandiri Bina Prestasi*, 6(2), 230–239. <http://jurnal.fp.unila.ac.id/index.php/JIA/article/view/558>
- Suprihatin. (2007). Penjernihan Nira Tebu Menggunakan Membran Ultrafiltrasi Dengan Sistem Aliran Silang.

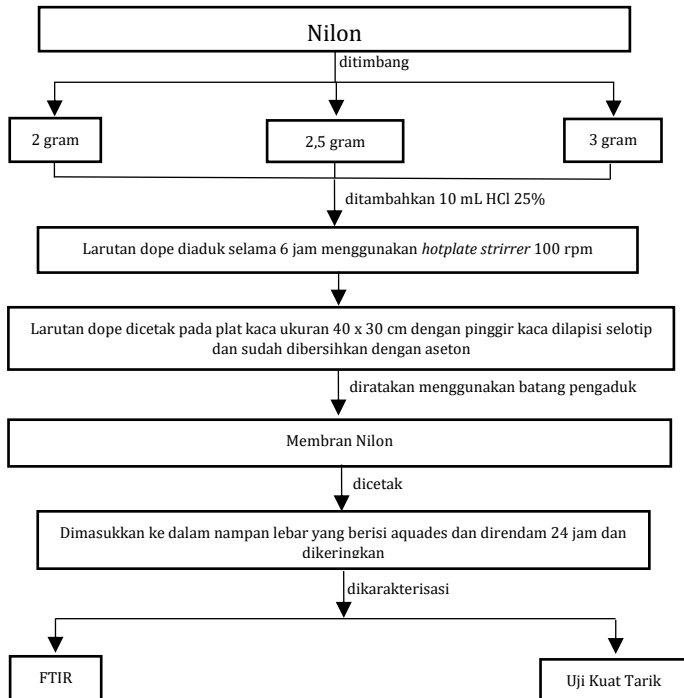
Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia, 12(02), 93–99.

- Syahputra, K. Y., Hidayah, M., & Bahiyah, W. (2023). *Indonesian Journal of Chemical Science Utilization of Nylon-Based Eggshell Waste in the Making of Microfiltration Membranes for Reducing Metal Fe 3 +*. 12(2).
- Toledo, M. (2014). Brix - Sugar determination by density and refractometry. *Density and Refractometry*, 1–8. https://beta-static.fishersci.com/content/dam/fishersci/en_US/documents/programs/scientific/technical-documents/technical-bulletins/mettler-toledo-brix-sugar-determination-technical-bulletin.pdf
- Ugwu, K. C., Mbajiorgu, C. C., Okonkwo, W. I., & Ani, A. O. (2018). Design, fabrication and performance evaluation of a portable hand-held refractometer. *Nigerian Journal of Technology*, 37(2), 537. <https://doi.org/10.4314/njt.v37i2.33>
- Ural, N. (2021). The significance of scanning electron microscopy (SEM) analysis on the microstructure of improved clay: An overview. *Open Geosciences*, 13(1), 197–218. <https://doi.org/10.1515/geo-2020-0145>

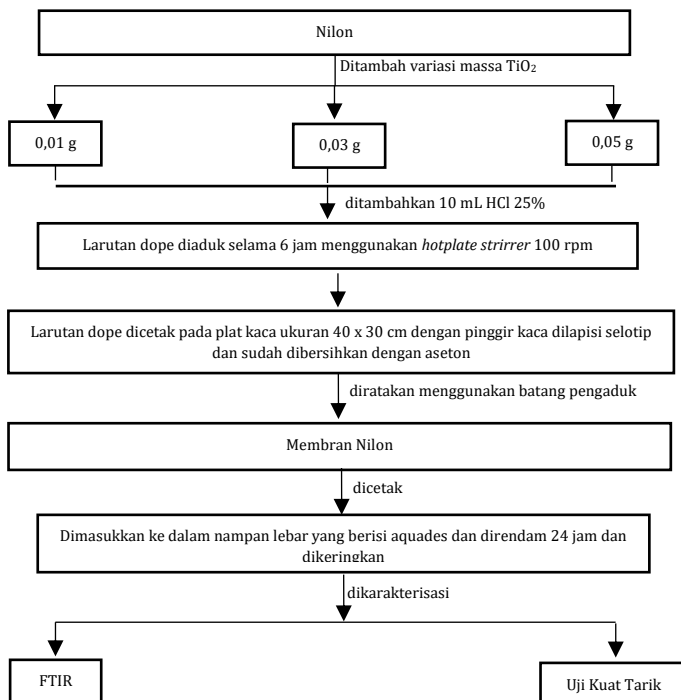
- Vetrivel, V., Rajendran, K., & Kalaiselvi, V. (2015). Synthesis and characterization of pure titanium dioxide nanoparticles by sol- gel method. *International Journal of ChemTech Research*, 7(3), 1090–1097.
- Wang, K., Abdala, A. A., Hilal, N., & Khraisheh, M. K. (2017). Mechanical Characterization of Membranes. In *Membrane Characterization*. Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63776-5.00013-9>
- Widiaswanti, E. (2014). Penggunaan Metode Statistical Quality Control (SQC) untuk Pengendalian Kualitas Produk. *Industri Inovatif: Jurnal Teknik Industri*, 4(2), 6–12. <https://ejournal.itn.ac.id/index.php/industri/article/view/1196>

LAMPIRAN

Lampiran 1 Sintesis Membran Nilon



Lampiran 2 Sintesis Membran nilon/TiO₂



Lampiran 3 Analisis Data

A. Pengenceran Asam Klorida (HCl) 25%

Konsentrasi HCl pekat : 37%

Rumus:

$$M_1V_1 = M_2V_2$$

$$37\% V_1 = 25\% \times 100 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{2500 \text{ mL}}{37}$$

$$V_1 = 67,57 \text{ mL}$$

B. Sintesis Membran

1. Membran Nilon

Rumus Konsentrasi Membran

$$\% \frac{b}{v} = \frac{(\text{massa Nilon})}{(\text{volume HCl})} \times 100\%$$

- Membran Nilon 2 gram

$$\% \frac{b}{v} = \frac{2 \text{ gram}}{10 \text{ mL}} \times 100\% = 20\%$$

- Membran Nilon 2,5 gram

$$\% \frac{b}{v} = \frac{2,5 \text{ gram}}{10 \text{ mL}} \times 100\% = 25\%$$

- Membran Nilon 3 gram

$$\% \frac{b}{v} = \frac{3 \text{ gram}}{10 \text{ mL}} \times 100\% = 30\%$$

2. Membran Nilon/TiO₂

Rumus

$$\% \frac{b}{v} = \frac{(massa \text{ Nilon}) + (massa \text{ TiO}_2)}{(volume \text{ HCl})} \times 100\%$$

- Membran Nilon/TiO₂ (3 gram/0%)

$$\% \frac{b}{v} = = \frac{3 \text{ gram} + 0 \text{ gram}}{10 \text{ mL}} \times 100\% = 30\%$$

- Membran Nilon/TiO₂ (3 gram/1%)

$$\% \frac{b}{v} = = \frac{3 \text{ gram} + 0,01 \text{ gram}}{10 \text{ mL}} \times 100\% = 30,1\%$$

- Membran Nilon/TiO₂ (3 gram/3%)

$$\% \frac{b}{v} = = \frac{3 \text{ gram} + 0,03 \text{ gram}}{10 \text{ mL}} \times 100\% = 30,3\%$$

- Membran Nilon/TiO₂ (3 gram/5%)

$$\% \frac{b}{v} = = \frac{3 \text{ gram} + 0,05 \text{ gram}}{10 \text{ mL}} \times 100\% = 30,5\%$$

C. Nilai Kuat Tarik

1. Modulus Young Membran Nilon

Membran Nilon (%)	Tegangan (Mpa)	Regangan
20	3,69	0,25
25	4,06	0,17
30	6,26	0,20

Rumus

$$Y = \frac{\text{Tegangan}}{\text{Regangan}}$$

- Membran Nilon 2 gram

$$Y = \frac{3,69}{0,25} = 14,76 \text{ MPa}$$

- Membran Nilon 2,5 gram

$$Y = \frac{4,06}{0,17} = 23,88 \text{ MPa}$$

- Membran Nilon 3 gram

$$Y = \frac{6,26}{0,20} = 31,30 \text{ MPa}$$

2. Modulus Young Membran Nilon dan Nilon/TiO₂

Membran	Tegangan (Mpa)	Regangan	
(3 gram/0%)	6,26	0,20	31,28
(3 gram/1%)	4,03	0,124	32,5
(3 gram/3%)	4,73	0,13	36,38
(3 gram/5%)	3,25	0,23	14,13

Rumus

$$Y = \frac{\text{Tegangan}}{\text{Regangan}}$$

- Membran (3 gram/0%)

$$Y = \frac{6,26}{0,20} = 31,28 \text{ MPa}$$

- Membran (3 gram/1%)

$$Y = \frac{4,03}{0,124} = 32,5 \text{ MPa}$$

- Membran (3 gram/3%)

$$Y = \frac{4,73}{0,13} = 36,38 \text{ MPa}$$

- Membran (3 gram/5%)

$$Y = \frac{3,25}{0,23} = 14,13 \text{ MPa}$$

D. Nilai Fluks Membran Nilon dan Membran Nilon/TiO₂

Rumus Fluks Membran

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

Diketahui: Diameter membran 4cm = 0,04 m

Ditanya: Luas Membran?

Jawab:

$$L = \frac{1}{4} \pi d^2$$

$$L = \frac{1}{4} 3,14 (0,04)^2 = 1,256 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

Data Fluks Sari Tebu

Membran Nilon/TiO ₂	Volume (L)	Luas (m ²)	Waktu (Jam)
(3 gram/0%)	$6,5 \times 10^{-3}$	$1,256 \times 10^{-3}$	0,5
(3 gram/1%)	$6,8 \times 10^{-3}$	$1,256 \times 10^{-3}$	0,5
(3 gram/3%)	7×10^{-3}	$1,256 \times 10^{-3}$	0,5
(3 gram/5%)	$7,6 \times 10^{-3}$	$1,256 \times 10^{-3}$	0,5

- Membran (3 gram/0%)

$$J = \frac{6,5 \times 10^{-3}}{(1,256 \times 10^{-3} \cdot 0,5)} = 10,35 \text{ L/m}^2 \text{ jam}$$

- Membran (3 gram/1%)

$$J = \frac{6,8 \times 10^{-3}}{(1,256 \times 10^{-3} \cdot 0,5)} = 10,83 \text{ L/m}^2 \text{ jam}$$

- Membran (3 gram/3%)

$$J = \frac{7 \times 10^{-3}}{(1,256 \times 10^{-3} \cdot 0,5)} = 11,15 \text{ L/m}^2 \text{ jam}$$

- Membran (3 gram/5%)

$$J = \frac{6,4 \times 10^{-3}}{(1,256 \times 10^{-3} \cdot 0,5)} = 10,20 \text{ L/m}^2 \text{ jam}$$

E. Nilai %Rejeksi Membran Nilon dan Membran Nilon/TiO₂

Data Konsentrasi Brix Nira Tebu

Sebelum Dekolorisasi				
Derajat Brix	20			
Setelah Dekolorisasi				
Membran Nilon/TiO ₂ (b/b)	3 g/0%	3 g/1%	3 g/3%	3 g/5%
Derajat Brix	15	9	5	12
Nilai Rejeksi	25	55	75	40

Rumus Koefisien Rejeksi

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

- Membran Nilon/TiO₂ (b/b) (3 gram/0%)

$$R = \left(1 - \frac{15}{20}\right) \times 100\% = 25\%$$

- Membran Nilon/TiO₂ (b/b) (3 gram/1%)

$$R = \left(1 - \frac{9}{20}\right) \times 100\% = 55\%$$

- Membran Nilon/TiO₂ (b/b) (3 gram/3%)

$$R = \left(1 - \frac{5}{20}\right) \times 100\% = 75\%$$

- Membran Nilon/TiO₂ (b/b) (3 gram/5%)

$$R = \left(1 - \frac{12}{20}\right) \times 100\% = 40\%$$

F. Nilai ICUMSA

Sebelum Dekolorisasi		Setelah Dekolorisasi dengan Membran Nilon/TiO ₂			
		0%	1%	3%	5%
Brix (°)	20	15	9	5	12
Absorbansi	1,99	1,24	0,646	0,267	1,689
pH	4,81	4,83	5,09	5,80	4,69
Warna (IU)	9.204,6	7.804,9	6.941,8	5.246,5	8.919,1
Dekolorisasi (%)		15,21	24,58	43	3,1

Rumus ICUMSA

$$\text{Warna larutan Sampel} = \frac{10^8 \times A_s}{b \times \text{brix}^\circ \times \rho}$$

1. Sampel Nira Tebu Sebelum Filtrasi

$$ICUMSA = \frac{10^8 \times 1,99}{1 \times 20 \times 1080,976} = 9.204,65 IU$$

2. Sampel Nira Tebu Setelah Filtrasi Membran

- Membran Nilon/TiO₂ (b/b) (3 gram/0%)

$$ICUMSA = \frac{10^8 \times 1,24}{1 \times 15 \times 1059,161} = 7.804,92 IU$$

- Membran Nilon/TiO₂ (b/b) (3 gram/1%)

$$ICUMSA = \frac{10^8 \times 0,646}{1 \times 9 \times 1033,994} = 6.941,80 IU$$

- Membran Nilon/TiO₂ (b/b) (3 gram/3%)

$$ICUMSA = \frac{10^8 \times 0,267}{1 \times 5 \times 1017,805} = 5.246,58 IU$$

- Membran Nilon/TiO₂ (b/b) (3 gram/5%)

$$ICUMSA = \frac{10^8 \times 1,12}{1 \times 12 \times 1046,443} = 8.919,10 IU$$

G. Nilai %Dekolorisasi

Perhitungan persentase dekolorisasi menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\%Dekolorisasi = \frac{\text{Warna sebelum dekolorisasi} - \text{Warna sesudah dekolorisasi}}{\text{Warna sebelum dekolorisasi}} \times 100\%$$

- Membran Nilon/TiO₂ (b/b) (3 gram/0%)

$$\%Dekolorisasi = \frac{9.204,65 IU - 7.804,92 IU}{9.204,65 IU} \times 100\% = 15,21\%$$

- Membran Nilon/TiO₂ (b/b) (3 gram/1%)

$$\%Dekolorisasi = \frac{9.204,65 IU - 6.941,80 IU}{9.204,65 IU} \times 100\% = 24,58\%$$

- Membran Nilon/TiO₂ (b/b) (3 gram/3%)

$$\%Dekolorisasi = \frac{9.204,65 IU - 5.246,58 IU}{9.204,65 IU} \times 100\% = 43\%$$

- Membran Nilon/TiO₂ (b/b) (3 gram/5%)

$$\%Dekolorisasi = \frac{9.204,65 IU - 8.919,10 IU}{9.204,65 IU} \times 100\% = 3,10\%$$

Tabel Persentase Dekolorisasi

Sebelum Dekolorisasi (IU)		
Nira Tebu		9.204,65
Membran Nilon/TiO ₂	Setelah Dekolorisasi (IU)	%Dekolorisasi
(3 gram/0%)	7.804,92	15,21%
(3 gram/1%)	6.941,80	24,58%
(3 gram/3%)	5.246,58	43%
(3 gram/5%)	8.919,10	3,1%

Lampiran 4 Tabel Hubungan Massa Jenis dengan °Brix Nira Tebu

w %	ρ kg/m ³	m_w/V kg/m ³	c g/cm ³	w %	ρ kg/m ³	m_w/V kg/m ³	c g/cm ³	w %	ρ kg/m ³	m_w/V kg/m ³	c g/cm ³
0.0	998.203	997.153	0.000000	5.0	1017.805	1016.757	0.050890	10.0	1038.114	1037.076	0.103811
0.1	998.588	997.538	0.000999	5.1	1018.204	1017.157	0.051928	10.1	1038.528	1037.483	0.104891
0.2	998.974	997.924	0.001998	5.2	1018.604	1017.556	0.052967	10.2	1038.942	1037.897	0.105972
0.3	999.360	998.310	0.002998	5.3	1019.003	1017.956	0.054007	10.3	1039.356	1038.312	0.107054
0.4	999.746	998.696	0.003999	5.4	1019.403	1018.356	0.055048	10.4	1039.770	1038.726	0.108136
0.5	1000.132	999.082	0.005001	5.5	1019.804	1018.756	0.056089	10.5	1040.185	1039.141	0.109219
0.6	1000.519	999.469	0.006003	5.6	1020.204	1019.157	0.057131	10.6	1040.600	1039.556	0.110304
0.7	1000.906	999.856	0.007006	5.7	1020.605	1019.558	0.058174	10.7	1041.016	1039.972	0.111389
0.8	1001.293	1000.243	0.008010	5.8	1021.006	1019.959	0.059218	10.8	1041.431	1040.387	0.112475
0.9	1001.681	1000.631	0.009015	5.9	1021.408	1020.361	0.060263	10.9	1041.847	1040.804	0.113561
1.0	1002.068	1001.018	0.010021	6.0	1021.809	1020.762	0.061309	11.0	1042.264	1041.220	0.114649
1.1	1002.456	1001.407	0.011027	6.1	1022.211	1021.164	0.062355	11.1	1042.680	1041.633	0.115738
1.2	1002.845	1001.795	0.012034	6.2	1022.614	1021.567	0.063402	11.2	1043.097	1042.050	0.116827
1.3	1003.233	1002.184	0.013042	6.3	1023.016	1021.969	0.064450	11.3	1043.514	1042.471	0.117917
1.4	1003.622	1002.572	0.014051	6.4	1023.419	1022.372	0.065499	11.4	1043.932	1042.888	0.119008
1.5	1004.011	1002.962	0.015060	6.5	1023.822	1022.775	0.066548	11.5	1044.350	1043.306	0.120100
1.6	1004.401	1003.351	0.016070	6.6	1024.226	1023.179	0.067599	11.6	1044.768	1043.724	0.121193
1.7	1004.790	1003.741	0.017081	6.7	1024.629	1023.583	0.068650	11.7	1045.186	1044.143	0.122287
1.8	1005.180	1004.131	0.018093	6.8	1025.033	1023.987	0.069702	11.8	1045.605	1044.561	0.123381
1.9	1005.570	1004.521	0.019106	6.9	1025.438	1024.391	0.070755	11.9	1046.024	1044.980	0.124477
2.0	1005.961	1004.912	0.020119	7.0	1025.842	1024.796	0.071809	12.0	1046.443	1045.400	0.125573
2.1	1006.352	1005.302	0.021133	7.1	1026.247	1025.201	0.072864	12.1	1046.862	1045.819	0.126670
2.2	1006.743	1005.693	0.022148	7.2	1026.652	1025.606	0.073919	12.2	1047.282	1046.239	0.127768
2.3	1007.134	1006.085	0.023164	7.3	1027.058	1026.011	0.074975	12.3	1047.702	1046.659	0.128867
2.4	1007.526	1006.477	0.024181	7.4	1027.463	1026.417	0.076032	12.4	1048.123	1047.080	0.129967
2.5	1007.917	1006.868	0.025198	7.5	1027.869	1026.823	0.077090	12.5	1048.544	1047.501	0.131068
2.6	1008.310	1007.261	0.026216	7.6	1028.276	1027.230	0.078149	12.6	1048.965	1047.922	0.132170
2.7	1008.702	1007.653	0.027235	7.7	1028.682	1027.636	0.079209	12.7	1049.386	1048.343	0.133272
2.8	1009.095	1008.046	0.028255	7.8	1029.089	1028.043	0.080269	12.8	1049.808	1048.765	0.134375
2.9	1009.488	1008.439	0.029275	7.9	1029.496	1028.451	0.081330	12.9	1050.230	1049.187	0.135480
3.0	1009.881	1008.832	0.030296	8.0	1029.904	1028.858	0.082392	13.0	1050.652	1049.609	0.136585
3.1	1010.274	1009.226	0.031319	8.1	1030.311	1029.266	0.083455	13.1	1051.075	1050.032	0.137691
3.2	1010.668	1009.620	0.032341	8.2	1030.720	1029.674	0.084519	13.2	1051.497	1050.455	0.138798
3.3	1011.062	1010.014	0.033365	8.3	1031.128	1030.082	0.085584	13.3	1051.921	1050.878	0.139905
3.4	1011.457	1010.408	0.034390	8.4	1031.536	1030.491	0.086649	13.4	1052.344	1051.302	0.141014
3.5	1011.851	1010.803	0.035415	8.5	1031.945	1030.900	0.087715	13.5	1052.768	1051.726	0.142124
3.6	1012.246	1011.198	0.036441	8.6	1032.355	1031.309	0.088782	13.6	1053.192	1052.150	0.143234
3.7	1012.642	1011.593	0.037468	8.7	1032.764	1031.719	0.089850	13.7	1053.616	1052.574	0.144345
3.8	1013.037	1011.989	0.038495	8.8	1033.174	1032.129	0.090919	13.8	1054.041	1052.999	0.145458
3.9	1013.433	1012.385	0.039524	8.9	1033.584	1032.539	0.091989	13.9	1054.466	1053.424	0.146571
4.0	1013.829	1012.781	0.040553	9.0	1033.994	1032.949	0.093059	14.0	1054.891	1053.849	0.147685
4.1	1014.225	1013.177	0.041583	9.1	1034.405	1033.360	0.094131	14.1	1055.317	1054.275	0.148800
4.2	1014.622	1013.574	0.042614	9.2	1034.816	1033.771	0.095203	14.2	1055.743	1054.701	0.149915
4.3	1015.019	1013.971	0.043646	9.3	1035.227	1034.182	0.096276	14.3	1056.169	1055.127	0.151032
4.4	1015.416	1014.368	0.044678	9.4	1035.639	1034.594	0.097350	14.4	1056.596	1055.554	0.152150
4.5	1015.813	1014.766	0.045712	9.5	1036.051	1035.006	0.098425	14.5	1057.022	1055.981	0.153268
4.6	1016.211	1015.163	0.046746	9.6	1036.463	1035.418	0.099500	14.6	1057.450	1056.408	0.154388
4.7	1016.609	1015.561	0.047781	9.7	1036.875	1035.831	0.100577	14.7	1057.877	1056.835	0.155508
4.8	1017.007	1015.960	0.048816	9.8	1037.288	1036.243	0.101654	14.8	1058.305	1057.263	0.156629
4.9	1017.406	1016.359	0.049853	9.9	1037.701	1036.656	0.102732	14.9	1058.733	1057.691	0.157751

w %	ρ kg/m ³	m_w/V kg/m ³	c g/cm ³	w %	ρ kg/m ³	m_w/V kg/m ³	c g/cm ³	w %	ρ kg/m ³	m_w/V kg/m ³	c g/cm ³
15.0	1059.161	1058.120	0.158874	20.0	1080.976	1079.938	0.216195	25.0	1103.589	1102.555	0.275897
15.1	1059.590	1058.549	0.159998	20.1	1081.420	1080.382	0.217365	25.1	1104.050	1103.015	0.277116
15.2	1060.019	1058.978	0.161123	20.2	1081.865	1080.827	0.218537	25.2	1104.511	1103.476	0.278337
15.3	1060.448	1059.407	0.162249	20.3	1082.310	1081.272	0.219709	25.3	1104.972	1103.938	0.279558
15.4	1060.878	1059.837	0.163375	20.4	1082.755	1081.717	0.220882	25.4	1105.434	1104.399	0.280780
15.5	1061.308	1060.267	0.164503	20.5	1083.201	1082.163	0.222056	25.5	1105.896	1104.861	0.282003
15.6	1061.738	1060.697	0.165631	20.6	1083.647	1082.609	0.223231	25.6	1106.358	1105.324	0.283228
15.7	1062.168	1061.127	0.166760	20.7	1084.093	1083.055	0.224407	25.7	1106.820	1105.786	0.284451
15.8	1062.599	1061.558	0.167891	20.8	1084.540	1083.502	0.225584	25.8	1107.283	1106.249	0.285677
15.9	1063.030	1061.990	0.169022	20.9	1084.986	1083.949	0.226762	25.9	1107.747	1106.713	0.286906
16.0	1063.462	1062.421	0.170154	21.0	1085.434	1084.396	0.227941	26.0	1108.210	1107.176	0.288135
16.1	1063.893	1062.853	0.171287	21.1	1085.881	1084.844	0.229121	26.1	1108.674	1107.640	0.289364
16.2	1064.325	1063.285	0.172421	21.2	1086.329	1085.292	0.230302	26.2	1109.138	1108.105	0.290594
16.3	1064.758	1063.717	0.173556	21.3	1086.777	1085.740	0.231484	26.3	1109.603	1108.569	0.291826
16.4	1065.191	1064.150	0.174691	21.4	1087.226	1086.189	0.232666	26.4	1110.068	1109.034	0.293058
16.5	1065.624	1064.583	0.175828	21.5	1087.675	1086.638	0.233850	26.5	1110.533	1109.500	0.294291
16.6	1066.057	1065.017	0.176965	21.6	1088.124	1087.087	0.235035	26.6	1110.999	1109.965	0.295526
16.7	1066.490	1065.450	0.178104	21.7	1088.573	1087.536	0.236220	26.7	1111.465	1110.431	0.296761
16.8	1066.924	1065.884	0.179243	21.8	1089.023	1087.986	0.237407	26.8	1111.931	1110.898	0.297998
16.9	1067.359	1066.319	0.180384	21.9	1089.473	1088.436	0.238595	26.9	1112.398	1111.365	0.299235
17.0	1067.793	1066.753	0.181525	22.0	1089.924	1088.887	0.239783	27.0	1112.865	1111.832	0.300473
17.1	1068.228	1067.188	0.182667	22.1	1090.374	1089.338	0.240973	27.1	1113.332	1112.299	0.301713
17.2	1068.663	1067.623	0.183810	22.2	1090.826	1089.789	0.242163	27.2	1113.800	1112.767	0.302954
17.3	1069.099	1068.059	0.184954	22.3	1091.277	1090.241	0.243355	27.3	1114.268	1113.235	0.304195
17.4	1069.535	1068.495	0.186099	22.4	1091.729	1090.692	0.244547	27.4	1114.736	1113.703	0.305438
17.5	1069.971	1068.931	0.187245	22.5	1092.181	1091.144	0.245741	27.5	1115.205	1114.172	0.306681
17.6	1070.407	1069.367	0.188392	22.6	1092.633	1091.597	0.246935	27.6	1115.674	1114.641	0.307926
17.7	1070.844	1069.804	0.189539	22.7	1093.086	1092.050	0.248131	27.7	1116.143	1115.110	0.309172
17.8	1071.281	1070.241	0.190688	22.8	1093.539	1092.503	0.249327	27.8	1116.613	1115.580	0.310418
17.9	1071.718	1070.679	0.191838	22.9	1093.992	1092.956	0.250524	27.9	1117.083	1116.050	0.311666
18.0	1072.156	1071.117	0.192988	23.0	1094.446	1093.410	0.251723	28.0	1117.553	1116.520	0.312915
18.1	1072.594	1071.555	0.194139	23.1	1094.900	1093.864	0.252922	28.1	1118.024	1116.991	0.314165
18.2	1073.032	1071.993	0.195292	23.2	1095.354	1094.319	0.254122	28.2	1118.495	1117.462	0.315415
18.3	1073.471	1072.432	0.196445	23.3	1095.809	1094.773	0.255324	28.3	1118.966	1117.934	0.316667
18.4	1073.910	1072.871	0.197599	23.4	1096.264	1095.228	0.256526	28.4	1119.438	1118.405	0.317920
18.5	1074.349	1073.310	0.198755	23.5	1096.720	1095.684	0.257729	28.5	1119.910	1118.878	0.319174
18.6	1074.789	1073.750	0.199911	23.6	1097.175	1096.140	0.258933	28.6	1120.382	1119.350	0.320429
18.7	1075.228	1074.190	0.201068	23.7	1097.631	1096.596	0.260139	28.7	1120.855	1119.823	0.321685
18.8	1075.669	1074.630	0.202226	23.8	1098.088	1097.052	0.261345	28.8	1121.328	1120.296	0.322942
18.9	1076.109	1075.070	0.203385	23.9	1098.544	1097.509	0.262552	28.9	1121.801	1120.769	0.324201
19.0	1076.550	1075.511	0.204545	24.0	1099.001	1097.966	0.263760	29.0	1122.275	1121.243	0.325460
19.1	1076.991	1075.953	0.205705	24.1	1099.458	1098.423	0.264969	29.1	1122.749	1121.717	0.326720
19.2	1077.433	1076.394	0.206867	24.2	1099.916	1098.881	0.266180	29.2	1123.223	1122.192	0.327981
19.3	1077.874	1076.836	0.208030	24.3	1100.374	1099.339	0.267391	29.3	1123.698	1122.667	0.329244
19.4	1078.317	1077.278	0.209193	24.4	1100.832	1099.797	0.268603	29.4	1124.173	1123.142	0.330507
19.5	1078.759	1077.721	0.210358	24.5	1101.291	1100.256	0.269816	29.5	1124.649	1123.617	0.331771
19.6	1079.202	1078.163	0.211524	24.6	1101.750	1100.715	0.271030	29.6	1125.125	1124.093	0.333037
19.7	1079.645	1078.607	0.212690	24.7	1102.209	1101.174	0.272246	29.7	1125.601	1124.569	0.334303
19.8	1080.088	1079.050	0.213857	24.8	1102.669	1101.634	0.273462	29.8	1126.077	1125.046	0.335571
19.9	1080.532	1079.494	0.215026	24.9	1103.129	1102.094	0.274679	29.9	1126.554	1125.523	0.336840

w %	ρ kg/m ³	m_w/V kg/m ³	c g/cm ³	w %	ρ kg/m ³	m_w/V kg/m ³	c g/cm ³	w %	ρ kg/m ³	m_w/V kg/m ³	c g/cm ³	w %	ρ kg/m ³	m_w/V kg/m ³	c g/cm ³
45.0	1202.619	1201.599	0.541178	50.0	1229.656	1228.640	0.614828	55.0	1257.649	1256.637	0.691707				
45.1	1203.150	1202.130	0.542621	50.1	1230.206	1229.190	0.616333	55.1	1258.219	1257.207	0.693270				
45.2	1203.682	1202.662	0.544064	50.2	1230.757	1229.741	0.617840	55.2	1258.789	1257.778	0.694851				
45.3	1204.214	1203.195	0.545509	50.3	1231.308	1230.293	0.619348	55.3	1259.359	1258.348	0.696426				
45.4	1204.747	1203.727	0.546955	50.4	1231.860	1230.844	0.620857	55.4	1259.930	1258.919	0.698001				
45.5	1205.280	1204.261	0.548402	50.5	1232.412	1231.396	0.622368	55.5	1260.502	1259.490	0.699578				
45.6	1205.813	1204.794	0.549851	50.6	1232.964	1231.949	0.623880	55.6	1261.073	1260.062	0.701155				
45.7	1206.347	1205.328	0.551301	50.7	1233.517	1232.502	0.625393	55.7	1261.645	1260.634	0.702736				
45.8	1206.881	1205.862	0.552752	50.8	1234.070	1233.055	0.626907	55.8	1262.218	1261.207	0.704317				
45.9	1207.416	1206.397	0.554204	50.9	1234.623	1233.608	0.628423	55.9	1262.791	1261.780	0.705900				
46.0	1207.950	1206.931	0.555657	51.0	1235.177	1234.162	0.629940	56.0	1263.364	1262.353	0.707481				
46.1	1208.486	1207.467	0.557112	51.1	1235.732	1234.717	0.631459	56.1	1263.937	1262.927	0.709066				
46.2	1209.021	1208.003	0.558568	51.2	1236.286	1235.271	0.632979	56.2	1264.511	1263.501	0.710655				
46.3	1209.557	1208.539	0.560025	51.3	1236.841	1235.827	0.634500	56.3	1265.086	1264.075	0.712243				
46.4	1210.094	1209.075	0.561483	51.4	1237.397	1236.382	0.636022	56.4	1265.661	1264.650	0.713833				
46.5	1210.630	1209.612	0.562943	51.5	1237.952	1236.938	0.637546	56.5	1266.236	1265.226	0.715423				
46.6	1211.168	1210.149	0.564404	51.6	1238.509	1237.494	0.639070	56.6	1266.811	1265.801	0.717015				
46.7	1211.705	1210.687	0.565866	51.7	1239.065	1238.051	0.640597	56.7	1267.387	1266.377	0.718609				
46.8	1212.243	1211.225	0.567330	51.8	1239.622	1238.608	0.642124	56.8	1267.964	1266.954	0.720203				
46.9	1212.781	1211.763	0.568794	51.9	1240.180	1239.165	0.643653	56.9	1268.540	1267.531	0.721800				
47.0	1213.320	1212.302	0.570260	52.0	1240.737	1239.723	0.645183	57.0	1269.118	1268.108	0.723397				
47.1	1213.858	1212.841	0.571728	52.1	1241.295	1240.281	0.646715	57.1	1269.695	1268.685	0.724996				
47.2	1214.398	1213.380	0.573196	52.2	1241.854	1240.840	0.648248	57.2	1270.273	1269.263	0.726596				
47.3	1214.938	1213.920	0.574666	52.3	1242.413	1241.399	0.649782	57.3	1270.851	1269.842	0.728198				
47.4	1215.478	1214.460	0.576137	52.4	1242.972	1241.958	0.651317	57.4	1271.429	1270.421	0.729801				
47.5	1216.019	1215.001	0.577609	52.5	1243.532	1242.518	0.652854	57.5	1272.009	1271.000	0.731405				
47.6	1216.560	1215.542	0.579082	52.6	1244.092	1243.078	0.654392	57.6	1272.589	1271.579	0.733011				
47.7	1217.101	1216.083	0.580557	52.7	1244.652	1243.639	0.655932	57.7	1273.168	1272.159	0.734618				
47.8	1217.643	1216.625	0.582033	52.8	1245.213	1244.200	0.657472	57.8	1273.749	1272.740	0.736227				
47.9	1218.185	1217.167	0.583510	52.9	1245.774	1244.761	0.659015	57.9	1274.329	1273.320	0.737837				
48.0	1218.727	1217.710	0.584989	53.0	1246.336	1245.323	0.660558	58.0	1274.910	1273.901	0.739448				
48.1	1219.270	1218.253	0.586469	53.1	1246.898	1245.885	0.662103	58.1	1275.492	1274.483	0.741061				
48.2	1219.813	1218.796	0.587950	53.2	1247.460	1246.447	0.663649	58.2	1276.074	1275.065	0.742675				
48.3	1220.357	1219.340	0.589432	53.3	1248.023	1247.010	0.665196	58.3	1276.656	1275.647	0.744290				
48.4	1220.901	1219.884	0.590916	53.4	1248.586	1247.573	0.666745	58.4	1277.238	1276.230	0.745907				
48.5	1221.445	1220.428	0.592401	53.5	1249.150	1248.137	0.668295	58.5	1277.821	1276.813	0.747526				
48.6	1221.990	1220.973	0.593887	53.6	1249.713	1248.701	0.669846	58.6	1278.405	1277.396	0.749145				
48.7	1222.535	1221.518	0.595374	53.7	1250.278	1249.265	0.671399	58.7	1278.989	1277.980	0.750766				
48.8	1223.080	1222.064	0.596863	53.8	1250.842	1249.830	0.672953	58.8	1279.573	1278.565	0.752389				
48.9	1223.626	1222.609	0.598353	53.9	1251.408	1250.395	0.674509	58.9	1280.157	1279.149	0.754013				
49.0	1224.172	1223.156	0.599844	54.0	1251.973	1250.961	0.676065	59.0	1280.742	1279.734	0.755638				
49.1	1224.719	1223.702	0.601337	54.1	1252.539	1251.527	0.677624	59.1	1281.328	1280.320	0.757265				
49.2	1225.266	1224.250	0.602831	54.2	1253.105	1252.093	0.679183	59.2	1281.913	1280.905	0.758893				
49.3	1225.813	1224.797	0.604326	54.3	1253.672	1252.660	0.680744	59.3	1282.499	1281.492	0.760522				
49.4	1226.361	1225.345	0.605822	54.4	1254.239	1253.227	0.682306	59.4	1283.086	1282.078	0.762153				
49.5	1226.909	1225.893	0.607320	54.5	1254.806	1253.794	0.683869	59.5	1283.673	1282.665	0.763785				
49.6	1227.458	1226.442	0.608819	54.6	1255.374	1254.362	0.685434	59.6	1284.260	1283.253	0.765419				
49.7	1228.007	1226.991	0.610319	54.7	1255.942	1254.930	0.687000	59.7	1284.848	1283.840	0.767054				
49.8	1228.556	1227.540	0.611821	54.8	1256.511	1255.499	0.688568	59.8	1285.436	1284.429	0.768691				
49.9	1229.106	1228.090	0.613324	54.9	1257.080	1256.068	0.690137	59.9	1286.024	1285.017	0.770329				

Lampiran 5 Data Pengukuran Diameter Permukaan Pori Membran menggunakan ImageJ

A. Membran Nilon/TiO₂ (3gram/3%)

No	Area	Mean	Min	Max	Angle	Length
1	0.007	51.828	37.283	95.677	-35.707	0.502
2	0.012	41.928	24.491	87.526	-39.806	0.89
3	0.012	70.354	52.414	98.235	33.906	0.935
4	0.019	68.957	53.255	97.417	45.343	1.497
5	0.027	79.531	54.511	128.86	-45.486	2.137
6	0.02	116.768	56.947	183.21	-45.651	1.584
7	0.021	73.247	54.036	91.849	-31.345	1.643
8	0.02	71.732	49.685	92.615	-30.725	1.576
9	0.02	73.704	42.858	109.118	-45.327	1.584
10	0.019	71.38	54.52	108.911	45.716	1.439
11	0.019	71.835	31.241	105.613	44.31	1.497
12	0.023	71.566	51.829	91.147	64.179	1.756
13	0.025	72.905	52.398	91.882	-33.996	1.984
14	0.017	70.99	49.499	108.23	22.225	1.29
15	0.016	75.742	51.771	106.977	-56.976	1.22
16	0.018	73.031	59.375	90.787	27.284	1.361
17	0.025	72.152	49.411	96.514	26.732	1.958
18	0.015	75.066	54.915	97.813	58.928	1.153
19	0.005	75.808	49.978	102.834	16.504	0.364
20	0.025	71.078	54.197	91.722	34.838	1.95
21	0.007	64.931	44.406	101.23	-50.711	0.538
22	0.012	78.662	56.445	117.217	-47.779	0.936
23	0.006	46.244	29.975	82.818	-40.601	0.461
24	0.006	56.617	43.852	84.391	-47.121	0.475
25	0.012	49.958	25.99	87.524	32.593	0.925

26	0.009	77.798	57.827	101.026	-50.064	0.707
27	0.009	70.059	49.283	122.901	-52.696	0.68
28	0.01	80.669	53.57	98.211	-47.726	0.767
29	0.021	74.971	51.936	98.324	-43.741	1.64
30	0.018	67.578	48.954	91.849	-55.271	1.37
31	0.016	78.729	59.053	101.206	-53.591	1.27
32	0.015	73.29	51.807	103.072	-46.292	1.195
33	0.002	61.458	49.589	83.694	-16.699	0.137
34	0.002	56.387	33.86	74.738	-14.036	0.158
35	0.003	56.876	39.621	83.406	57.095	0.253
36	0.043	150.112	114.934	196.333	-95.929	3.333
37	0.011	141.455	99.792	201.967	29.745	0.825
38	0.022	68.915	52.05	105.946	-78.267	1.704
39	0.019	73.719	54.865	103.169	21.073	1.489
40	0.021	79.906	61.65	95.45	-81.051	1.645
41	0.005	56.16	41.315	88.344	-43.603	0.37
42	0.027	70.837	43.22	109.183	-73.571	2.078
43	0.025	71.074	50.061	96.215	-79.928	1.973
44	0.026	68.264	48.272	90.01	-46.262	2.054
45	0.019	66.824	31.077	111.44	-38.581	1.453
46	0.022	77.89	37.975	160.555	-42.274	1.709
47	0.01	66.004	42.029	101.58	42.207	0.742
48	0.012	57.574	40.393	80.783	-44.421	0.895
49	0.025	76.761	47.386	100.28	-63.263	1.91
50	0.026	76.336	56.429	95.057	-61.504	2.032
51	0.018	76.642	61.199	94.628	20.376	1.426
52	0.023	73.459	56.973	92.796	-48.434	1.806
53	0.018	71.276	52.17	90.165	37.185	1.398

54	0.021	72.254	56.107	88.566	-26.768	1.608
55	0.019	63.363	46.377	80.66	37.073	1.445
56	0.021	75.645	53.876	100.603	-36.69	1.617
57	0.019	69.515	54.404	100.013	38.351	1.479
58	0.018	69.505	50.541	92.876	-90	1.435
59	0.019	75.599	56.884	106.508	-33.83	1.447
60	0.012	87.354	64.041	115.848	44.433	0.919
61	0.031	65.83	34.275	98.218	-45.216	2.393
62	0.026	74.377	51.728	101.798	-44.479	1.985
63	0.014	109.826	44.567	208.3	34.061	1.099
64	0.019	64.093	45.867	90.733	38.897	1.442
65	0.022	70.948	51.263	100.035	40.083	1.693
66	0.019	70.097	47.621	105.542	-47.827	1.469
67	0.031	72.128	52.848	90.593	-63.163	2.399
68	0.015	68.374	49.27	96.468	-55.784	1.168
69	0.02	69.068	51.589	97.269	-46.998	1.556
70	0.023	71.442	49.467	94.06	32.221	1.795
71	0.017	63.238	41.366	90.463	44.599	1.29
72	0.02	71.052	49.024	103.423	39.987	1.549
73	0.019	69.425	50.647	94.845	36.363	1.438
74	0.024	66.798	48.894	87.748	35.998	1.853
75	0.017	73.592	57.351	97.765	-43.052	1.324
76	0.019	66.776	45.809	92.259	-31.64	1.484
77	0.018	64.897	41.503	87.197	38.333	1.398
78	0.014	67.316	50.269	87.519	-63.138	1.102
79	0.012	65.742	46.636	86.588	64.799	0.963
80	0.015	66.743	48.929	98.294	-1.888	1.17
Rata-Rata						1.36

B. Membran Nilon/TiO₂ (3gram/5%)

No	Area	Mean	Min	Max	Angle	Length
1	0.024	95.123	59.975	136.713	46.606	1.892
2	0.017	91.678	58.104	139.867	37.694	1.39
3	0.029	99.911	64.805	144.041	31.283	2.311
4	0.017	108.833	64.66	147.023	18.104	1.368
5	0.025	101.861	71.287	161.92	20.225	2.025
6	0.062	98.216	49.545	147.055	-51.923	4.986
7	0.02	109.503	66.281	157.094	-34.186	1.602
8	0.045	104.543	67.363	185.091	-10.376	3.609
9	0.019	102.311	66.971	148.563	28.301	1.476
10	0.021	97.605	70.514	141.794	-51.605	1.691
11	0.02	102.907	58.754	140.527	-44.37	1.609
12	0.016	103.115	65.118	144.933	31.159	1.256
13	0.025	104.695	68.484	155	32.905	2.025
14	0.014	107.402	73.877	159.04	38.66	1.12
15	0.029	104.11	56	142.883	34.38	2.302
16	0.015	106.558	76.648	138.577	37.349	1.195
17	0.015	113.733	70.77	177.584	-39.958	1.207
18	0.021	105.08	64	158.55	-43.152	1.645
19	0.013	96.413	61.914	137.398	26.565	1.062
20	0.014	96.612	60.358	132.434	33.69	1.082
21	0.039	92	55.404	148.974	-45.982	3.094
22	0.029	97.037	60.116	169.257	-35.754	2.31
23	0.023	105.296	69.327	175.51	41.698	1.841
24	0.009	94.532	68.061	135.27	-21.038	0.696
25	0.011	99.449	59.29	139	-39.401	0.906
26	0.024	93.752	43.504	151.371	12.2	1.893

27	0.006	91.347	49.12	159	36.87	0.5
28	0.026	98.766	58.777	151.226	39.536	2.042
29	0.015	82.731	54.604	130	46.685	1.203
30	0.019	97.445	62.731	135.751	34.992	1.526
31	0.019	96.992	54.345	146.527	-24.057	1.533
32	0.027	93.364	56.414	141.559	31.304	2.165
33	0.02	100.814	68.594	141.245	34.186	1.602
34	0.015	105.644	67.16	195.472	22.714	1.165
35	0.037	92.18	54.021	157.68	-54.968	2.961
36	0.027	96.395	63.991	155.132	-47.816	2.159
37	0.019	86.527	46.301	127	26.131	1.476
38	0.02	118.331	71	171.125	-38.66	1.601
39	0.023	100.424	62.975	135.038	26.211	1.811
40	0.015	98.948	50.25	142.536	-35.676	1.2
41	0.022	94.308	50	130.58	29.445	1.78
42	0.014	105.633	66.825	146.507	13.392	1.079
43	0.013	101.047	62	132.68	-17.526	0.996
44	0.019	104.571	69.176	136.157	-30.801	1.513
45	0.013	104.777	63.949	135.874	8.13	1.061
46	0.013	106.253	50	157	0	1.025
47	0.022	95.066	60.391	195	-0.83	1.725
48	0.011	113.064	65	230	-1.591	0.9
49	0.02	109.341	57	168.048	-2.726	1.577
50	0.013	116.001	41.48	251.58	-64.722	0.995
51	0.025	97.535	48.25	144	4.289	2.006
52	0.015	91.027	54.061	139.918	3.504	1.227
53	0.025	94.237	58.506	135.79	3.532	2.029
54	0.021	116.942	75.815	178.711	25.017	1.655

55	0.031	104.193	60.787	185.595	49.525	2.465
56	0.022	99.992	68.139	145.547	-16.621	1.748
57	0.034	99.042	50.584	159.966	37.828	2.69
58	0.014	104.42	77.024	161.786	10.784	1.069
59	0.018	103.027	66.068	135.736	40.815	1.453
60	0.026	100.218	67.562	151.625	-45	2.086
61	0.014	107.966	59	180	0	1.075
62	0.011	79.583	41.019	148.786	14.826	0.879
63	0.016	97.258	63.34	133.708	26.565	1.286
64	0.023	100.628	52.986	155.546	-37.666	1.8
65	0.026	104.398	57.541	153	-40.156	2.093
66	0.013	93.901	61.005	128.102	37.147	1.035
67	0.022	99.955	50.557	154.085	-14.826	1.758
68	0.041	95.523	47.315	144	-50.307	3.249
69	0.034	98.149	64.794	142.632	-44.63	2.74
70	0.022	113.492	75.48	162.367	-49.574	1.773
71	0.036	99.148	61.953	153.713	21.146	2.841
72	0.018	103.899	71.418	151.587	-55.176	1.401
73	0.019	99.448	62.887	145.127	22.329	1.513
74	0.015	97.116	59.5	141.375	-54.324	1.2
75	0.015	107.761	55	159.927	28.142	1.219
76	0.024	96.928	60.299	139.235	-33.056	1.879
77	0.045	94.577	52.08	137.449	-40.732	3.563
78	0.011	91.84	53.486	131.346	46.123	0.902
79	0.023	102.049	69.15	145	27.613	1.834
80	0.012	96.285	65.955	135.431	22.38	0.919
Rata-Rata						1.707

Lampiran 6 Dokumentasi



Alat Pembuatan Membran



Nilon



TiO₂



Membran Nilon



Membran Nilon/ TiO_2



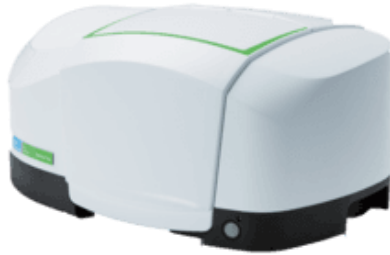
Reaktor Membran Cross-Flow



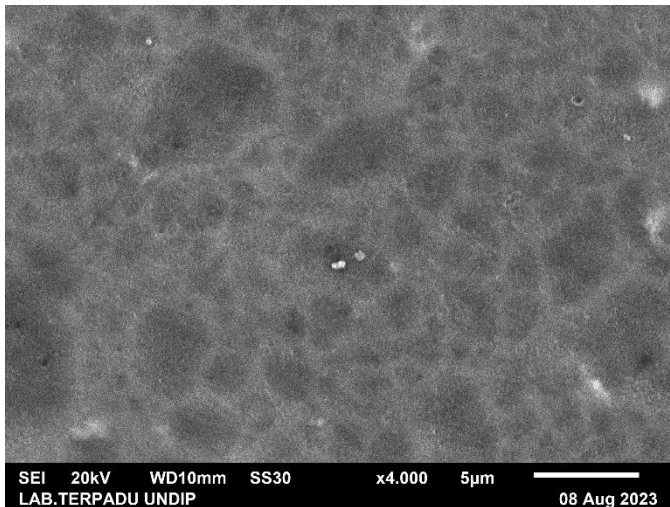
Reaktor Membran Cross-Flow



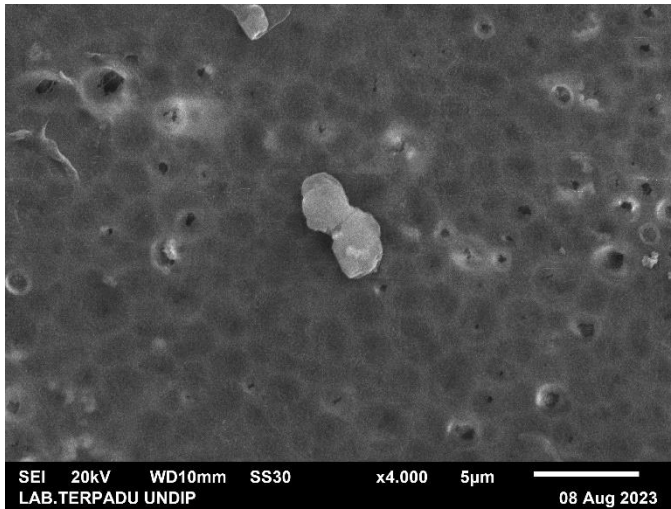
Instrumen *Scanning Electron Microscope* (SEM)
(SEM-EDX JEOL JSM-6510LA)



*Fourier Transform – Infra Red (FT-IR)
(Perkin-Elmer UATR Spectrum Two)*



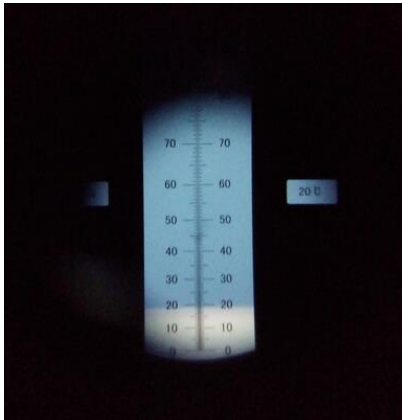
SEM Membran Nilon/TiO₂-3%



SEM Membran Nilon/TiO₂-5%



Hand Refraktometer



Derajat Brix sebelum
Dekolorisasi



Derajat Brix setelah
Dekolorisasi



Spektrofotometer UV-Vis



pH Sari Tebu sebelum
Dekolorisasi



pH Sari Tebu setelah
Dekolorisasi



Nira Tebu Sebelum Dekolorisasi



Membran Nilon (3 gram/0%)



Membran Nilon (3 gram/1%)



Membran Nilon (3 gram/3%)



Membran Nilon (3 gram/5%)

Nira Tebu Setelah Dekolorisasi

RIWAYAT HIDUP

A. Identitas Diri

Nama : Indah Rifdah Huwaidah
NIM : 1908036029
Tempat, Tanggal Lahir : Tangerang, 12 Februari 2001
Alamat Rumah : Jl. Pala Raya 68, Pondok Cabe
Udik, Tangerang Selatan
No.HP : 083813899862
E-mail : indah.rifdahh@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

- a. SDN Mekar Mukti 01 Cikarang Utara
- b. MTsN 3 Jakarta
- c. MA Khazanah Kebajikan Pamulang
- d. UIN Walisongo Semarang