

**PEMBUATAN MEMBRAN *HOLLOW FIBER POLYVINILEDENE
FLUORIDE (PVDF)-TiO₂- SPENT BLEACHING EARTH (SBE)*
DIAPLIKASIKAN SEBAGAI PENGOLAHAN PALM OIL MILL
EFFLUENT (POME)**

**RHAFIQ ABDUL GHANI
NIM. 2220834310002**



**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU
2024**

**PEMBUATAN MEMBRAN *HOLLOW FIBER POLYVINILEDENE
FLUORIDE (PVDF)- TiO₂- SPENT BLEACHING EARTH (SBE)*
DIAPLIKASIKAN SEBAGAI PENGOLAHAN PALM OIL MILL
EFFLUENT (POME)**

**RHAFIQ ABDUL GHANI
NIM. 220834310002**

TESIS

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

MAGISTER TEKNIK

Program Studi S2 Teknik Kimia

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU
2024**

LEMBAR PENGESAHAN
TESIS PROGRAM STUDI S-2 TEKNIK KIMIA

**Pembuatan Membran Hollow Fiber *Polyviniledene Fluoride* (PVDF)-
TiO₂ - Spent Bleaching Earth (SBE) Diaplikasikan Sebagai
Pengolahan *Palm Oil Mill Effluent* (POME)**

Oleh:

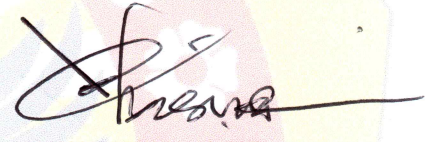
Rhafiq Abdul Ghani (2220834310002)

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 11 Januari 2024 dan dinyatakan

L U L U S

Komite Penguji :

Ketua : Prof. Ir. Chairul Irawan, S.T., M.T, Ph.D.
NIP. 197504042000031002



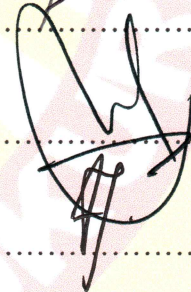
Anggota 1 : Dr. Ir. Doni Rahmat Wicakso, S.T., M.Eng.
NIP. 198101122003121001



Anggota 2 : Ir. Hesti Wijayanti, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 198005292005012003



Pembimbing Utama : Prof. Ir. Muthia Elma, S.T., M.Sc., Ph.D.
NIP. 197405212002122003



Pembimbing Pendamping : Dr. Isna Syauqiah, S.T., M.T.
NIP. 196906081997022002

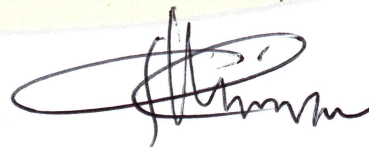
Banjarbaru, ...24...JAN...2024...
diketahui dan disahkan oleh :

**Wakil Dekan Bidang Akademik
Fakultas Teknik ULM,**



Dr. Mahmud, S.T., M.T.
NIP. 197401071998021001

**Koordinator Program Studi
S-2 Teknik Kimia,**



Prof. Dr. Ir. Agus Mirwan, S.T., M.T
NIP. 197608192003121001

LEMBAR PENGESAHAN

SIDANG KOMISI PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK KIMIA

Nama Mahasiswa : Rhafiq Abdul Ghani
NIM : 2220834310002
Judul Tesis : Pembuatan Membran Hollow Fiber *Polyviniledene (PVDF)-TiO₂-Spent Bleaching Earth (SBE)* Diaplikasikan Sebagai Pengolahan *Palm Oil Mill Effluent (POME)*

Lembar pengesahan ini menyatakan bahwa Tesis yang dibuat oleh mahasiswa di atas telah diperiksa dan dapat diajukan dalam Sidang Tesis di Program Studi Magister Teknik Kimia pada 11 Januari 2023

Pembimbing Utama :


Prof. Ir. Muthia Elma, S.T., M.Sc., Ph.D
NIP. 19740521 200212 2 003



.....

Pembimbing Pendamping :

Dr. Isna Syauqiah, S.T., M.T
NIP. 19690608 199702 2 002



.....



SERTIFIKAT



No Reg : 45313-2344-PSMTK

Diberikan kepada

RHAFIQ ABDUL GHANI

NIM 2220834310002

Program Studi S-2 TEKNIK KIMIA

Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat

Telah dilakukan uji plagiasi artikel jurnal Tugas Akhir Mahasiswa :

**AN INSIGHT OF TiO₂ AND SPENT BLEACHING EARTH (SBE) EFFECT OF PHASE CRYSTALLINE
STRUCTURES FOR PVDf HOLLOW FIBER MEMBRANE**

dengan tingkat kemiripan :

12%

Banjarbaru, 24 Januari 2024

a.n. Dekan Fakultas Teknik ULM

Wakil Dekan bidang Akademik,



Dr. Mahmud, S.T., M.T.

NIP 197401071998021001

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Rhafiq Abdul Ghani

NIM : 2220834310002

Program Studi : Magister Teknik Kimia

Fakultas : Teknik

Perguruan Tinggi : Universitas Lambung Mangkurat

Judul Tesis : **“Pembuatan Membran Hollow Fiber *Polyviniledene Fluoride* (PVDF)-*TiO₂-Spent Bleaching Earth* (SBE) Diaplikasikan Sebagai Pengolahan *Palm Oil Mill Effluent* (POME)”**

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Tesis yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dicantumkan sebagai kutipan/acuan dalam naskah dengan disebutkan sumber kutipan/acuan dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan Tesis ini hasil jiplakan, plagiat maupun manipulasi, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sehat dan tanpa paksaan dari siapapun.

Banjarbaru, Januari 2024
Yang membuat pernyataan



Rhafiq Abdul Ghani
NIM. 2220834310002

RINGKASAN

Modifikasi membran hollow fiber PVDF diperlukan untuk mengurangi sifat hidrofobiknya dan meningkatkan performa membran yang dihasilkan. Membran hollow fiber PVDF dikombinasikan dengan multi-partikel anorganik mampu meningkatkan karakteristik membran. Salah satu sumber material multi-partikel yang renewable adalah spent bleaching earth (SBE). SBE merupakan limbah bentonit yang mengandung Al_2O_3 dan SiO_2 yang cukup tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk menginvestigasi pengaruh komposisi multi-partikel pada fabrikasi membran hollow fiber serta kinerja membran terhadap pengaruh tekanan operasi filtrasi pada proses pengolahan air limbah POME.

Penelitian ini terdiri dari 3 (tiga) tahapan, yaitu regenerasi SBE; fabrikasi membran dan performansi membran hollow fiber PVDF berupa fluks dan rejeksi. Limbah SBE diregenerasi melalui ekstraksi pelarut heksana dan kalsinasi. Kemudian membran hollow fiber difabrikasi dengan melarutkan TiO_2 dan SBE bersama DMAC hingga homogen. Selanjutnya larutan ditambahkan PVDF hingga homogen menjadi larutan *dope*. Membran hollow fiber dibentuk melalui metode *spinning* dan ditampung pada bak koagulasi. Setelah dikeringkan membran hollow fiber diaplikasikan pada modul membran hollow fiber. Membran hollow fiber selanjutnya dikarakterisasi menggunakan FTIR dan SEM. Proses filtrasi membran terhadap POME dilakukan secara *cross-flow* dengan variasi tekanan terhadap membran. Proses ultrafiltrasi membran hollow fiber dilakukan pada temperatur ruang selama 1 jam dengan pengumpulan fluks permeat setiap 5 menit. Parameter performansi yang dilakukan diantaranya TDS, turbidity dan UV_{254} .

Adapun hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa membran hollow fiber dengan penambahan partikel TiO_2 -SBE memiliki struktur morfologi *sandwich* (*sponge-finger like*) pada bagian cross-section dan memiliki struktur yang kasar dan berpori pada bagian *surface*. Karakteristik gugus fungsi membran hollow fiber menunjukkan C-H dan C-F serta Si-O-Si akibat penambahan SBE. Komposisi campuran TiO_2 -SBE yang ditambahkan sebagai aditif menentukan sifat hidrofilitas membran hollow fiber. Kemudian semakin meningkatnya tekanan operasi membran maka semakin meningkat performa fluks permeat namun menurunkan rejeksi. Membran hollow fiber PVDF dengan penambahan 1,5% TiO_2 dan 1,5% SBE memiliki fluks permeat tertinggi pada tekanan 3 bar sebesar $10,06 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{jam}^{-1}$ untuk air murni dan $9,59 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{jam}^{-1}$ untuk air limbah POME. Adapun rejeksi air limbah POME tertinggi pada tekanan 1 bar sebesar 99,83% penyisihan kekeruhan (turbiditas), 50,87% penyisihan TDS dan 19,94% penyisihan UV_{254} .

SUMMARY

Modification of the hydrophobic nature of the PVDF hollow fiber membrane is necessary to enhance its performance. Combining the PVDF hollow fiber membrane with inorganic multi-particles can improve its characteristics. Spent bleaching earth (SBE), a source of renewable multi-particle material, which contains high levels of Al_2O_3 and SiO_2 , can be used for this purpose. The objective of this study is to examine the impact of multi-particle composition on the production of hollow fiber membranes and their performance in the POME wastewater treatment process, in comparison to the effect of filtration operating pressure.

The research comprises three stages: SBE regeneration, membrane fabrication, and performance evaluation of a hollow fiber PVDF membrane in terms of flux and rejection. SBE waste was regenerated using hexane solvent extraction and calcination. The hollow fiber membrane was then fabricated by dissolving TiO_2 and SBE with DMAC until homogeneous. PVDF was added to the solution until homogeneous to create a dope solution. The hollow fiber membrane is formed using the spinning method and then placed in a coagulation bath. Once dried, it is applied to the hollow fiber membrane module. The membrane is characterized using FTIR and SEM. The process of filtering POME is carried out using a cross-flow method with pressure variations on the membrane. The hollow fiber membrane ultrafiltration process was conducted at room temperature for one hour, with permeate flux collected every five minutes. Performance parameters measured included total dissolved solids (TDS), turbidity, and UV254.

The study concludes that the addition of TiO_2 -SBE particles to the hollow fiber membrane results in a sandwich morphological structure (sponge-finger like) on the cross-section and a rough and porous structure on the surface. The functional group characteristics of the membrane show C-H, C-F and Si-O-Si due to the addition of SBE. The hydrophilicity of the hollow fiber membrane is determined by the composition of the TiO_2 -SBE mixture added as an additive. Increasing the operating pressure of the membrane improves the permeate flux performance but reduces the rejection. The PVDF hollow fiber membrane, with the addition of 1.5% TiO_2 and 1.5% SBE, exhibits the highest permeate flux at 3 bar pressure, with values of $10.06 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$ for pure water and $9.59 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$ for POME wastewater. At 1 bar pressure, the highest rejection of POME wastewater was achieved with 99.84% turbidity removal, 50.87% TDS removal and 19.94% UV254 removal.

RIWAYAT HIDUP PENULIS

Rhafiq Abdul Ghani lahir di Bukittinggi pada 21 Agustus 1999. Penulis adalah anak pertama dari dua bersaudara oleh pasangan Ramadhan dan Nefiati. Pendidikan dasarnya ditempuh di SDN 04 Batipuh, Tanah Datar, Sumatera Barat, sebelum melanjutkan ke tingkat menengah di MTSN Padang Panjang, Sumatera Barat. Keseriusan penulis dalam bidang kimia terlihat saat melanjutkan pendidikannya di SMK-Sekolah Menengah Analis Kimia Padang.

Setelah menyelesaikan pendidikan menengahnya, Penulis tak berhenti berusaha mengasah pengetahuannya. Ketertarikannya pada ilmu kimia membawa penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang tinggi, yakni Program Sarjana Teknik Kimia di Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat. Setelah menyelesaikan program sarjana, Penulis tidak berhenti di situ. Penulis melanjutkan pendidikannya pada Program Magister Teknik Kimia di institusi yang sama.

Penulis juga menunjukkan dedikasinya dalam penelitian dengan berbagai prestasi riset yang diukirnya selama masa kuliah. Penulis berhasil mencatatkan diri sebagai peneliti yang produktif dengan berbagai proyek riset, diantaranya Program Kreativitas Mahasiswa (PKM) tahun 2021 dan 2022 serta Indofood Riset Nugraha (IRN) pada tahun 2021-2022. Selain itu, Penelitian Tesis Magister (PTM) tahun 2023 dan Kurita Overseas Research Grant (KORG) tahun 2023, semakin mengukuhkan posisinya sebagai mahasiswa yang berprestasi di bidang riset.

Saat ini, Penulis telah memasuki dunia kerja sebagai peneliti di Materials and Membranes Research Group (M²ReG). Kiprahnya di dunia riset dan akademis, yang tergambar dari beragam prestasi yang telah diraihinya, menjadikan Penulis sebagai sosok yang berkontribusi nyata dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di bidang Teknik Kimia. Dengan selesainya Tesis penulis pada Program Magister Teknik Kimia, Penulis semakin mengukuhkan dirinya sebagai profesional yang berkomitmen dan berpotensi untuk terus berkontribusi dalam perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dimasa mendatang.

PRAKATA

Segala puji dan syukur atas segala nikmat pemberian dari Allah SWT terutama rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini yang berjudul “Pembuatan Membran Hollow Fiber *Polyviniledene Fluoride* (PVDF)-*TiO₂-Spent Bleaching Earth* (SBE) Diaplikasikan Sebagai Pengolahan *Palm Oil Mill Effluent* (POME)”. Tujuan penulisan tesis ini adalah untuk memenuhi persyaratan diperolehnya gelar Magister Teknik pada Program Studi Magister Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat. Penulis menyampaikan rasa syukur dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada insan-insan yang berjasa dalam penyelesaian tesis penulis yaitu :

1. Kedua orang tua penulis yaitu **Apa Ramadhan** dan **Ama Nefiati** yang senantiasa selalu menuangkan doa, ridho serta cinta kasihnya dalam setiap langkah perjalanan hidup penulis sehingga berada dalam posisi saat ini.
2. **Ibu Prof. Ir. Muthia Elma, S.T., M.Sc., Ph.D** sebagai dosen pembimbing utama penulis sekaligus etek dan orang yang berjasa besar mengarahkan dan membentuk diri penulis sehingga penulis dapat mencapai berbagai macam pelajaran dan prestasi hingga saat ini.
3. **Ibu Dr. Isna Syauqiah, S.T., M.T.** selaku dosen pembimbing pendamping II yang telah membimbing dan memberikan masukan bagi penulis.
4. Dosen penguji Tesis ini, **Bapak Prof. Ir. Chairul Irawan, S.T., M.T., Ph.D., Bapak Dr. Ir. Doni Rahmat Wicakso, S.T., M.Eng.** dan **Ibu Ir. Hesti Wijayanti, S.T., M.Eng., Ph.D.** yang telah memberikan masukan dan ilmu yang bermanfaat dalam penyelesaian tesis penulis.
5. **Membranes and Materials Research Group (M²ReG)** sebagai wadah yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian tesis dan mengembangkan kemampuan dan pengetahuan diri penulis.
6. **Kak Aulia Rahma, S.T., M.T.,** yang tidak hanya membantu penulis dalam penelitian tesis tetapi juga selalu berperan dalam membimbing setiap pencapaian prestasi penulis selama berkuliah serta selalu loyal membantu etek dan M²ReG.

7. **Seluruh rekan-rekan** di **M²ReG** terutama **batch 2023** yang telah membantu menyelesaikan penelitian tesis penulis serta berbagi berbagai macam kegiatan dan pengalaman yang luar biasa ini.
8. Rekan-rekan seperjuangan **Angkatan 2022 Program Studi Magister Teknik Kimia (Kak Zahra, Kak Atina dan Kak Tama)** yang selalu memberikan cerita yang menyenangkan dalam menghadapi masa perkuliahan.
9. **Seluruh dosen dan staf Program Studi Magister Teknik Kimia** yang senantiasa membantu dan membagikan ilmu yang bermanfaat bagi penulis selama masa perkuliahan.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa penelitian ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun guna perbaikan dan pengembangan dimasa mendatang. Semoga tesis ini dapat menjadi pijakan untuk penelitian lebih lanjut dan memberikan manfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan

Banjarbaru, 5 Januari 2024

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
SERTIFIKAT UJI PLAGIASI.....	iii
RINGKASAN	v
SUMMARY	vi
RIWAYAT HIDUP PENULIS	vii
PRAKATA.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	2
1.4. Manfaat Penelitian.....	2
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 Palm Oil Mill Effluent (POME).....	3
2.2 Teknologi Membran.....	5

2.3 Klasifikasi Membran.....	6
2.4 Membran Hollow <i>fiber</i>	8
2.5. Faktor-faktor yang mempengaruhi performa membran.....	9
2.6. <i>Polyvinylidene fluoride</i>	11
2.7. TiO ₂	11
2.8. <i>Spent Bleaching Earth (SBE)</i>	12
2.9 State of The Art.....	13
BAB III. METODE PENELITIAN	14
3.1. Alat.....	14
3.2. Bahan	14
3.3. Rancangan Penelitian	14
3.4. Variabel Penelitian.....	15
3.5. Diagram Penelitian.....	15
3.6. Prosedur Penelitian	16
3.7. Analisis Data	18
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1. Karakteristik <i>Palm Oil Mill Effluent (POME)</i>	20
4.2. Karakteristik <i>Spent Bleaching Earth (SBE)</i>	21
4.3. Karakteristik Membran Hollow Fiber	24
4.4. Performa Membran Hollow Fiber.....	29
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	33

5.1. Kesimpulan	33
5.2. Saran.....	33
DAFTAR PUSTAKA	34
LAMPIRAN.....	45

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Karakteristik air limbah POME.....	3
Tabel 2. 2 Jenis membran berdasarkan gradien tekanan	8
Tabel 2. 3. Komposisi kimia SBE (Elma dkk., 2023c; Rahma dkk., 2023).....	12
Tabel 2. 4. Penelitian terdahulu yang relevan	13
Tabel 3. 1 Rancangan Percobaan.....	15
Tabel 4. 1 Karakteristik Air Limbah POME	20
Tabel 4. 2 Analisis elemen SBE regenerasi.....	23

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1. Diagram Alir Penelitian	16
Gambar 3. 2. Instrumen Spinning Membran <i>Hollow fiber</i>	17
Gambar 3. 3. Rangkaian Alat Ultrafiltrasi membran <i>Hollow fiber</i>	18
Gambar 4. 1 Grafik FTIR SBE.....	22
Gambar 4. 2 Grafik FTIR Membran Hollow Fiber	25
Gambar 4. 3 Foto Analisa SEM cross-section dan surface membran hollow fiber: (a) PVDF-TiO ₂ -SBE, (b) PVDF-SBE, (c) PVDF-TiO ₂	26
Gambar 4. 4 Sudut Kontak Air pada Membran Hollow Fiber	28
Gambar 4. 5 Performa Fluks Permeat Air Membran Hollow Fiber	29
Gambar 4. 6 Fluks Permeat dan Rejeksi Turbiditas Air Limbah POME	30
Gambar 4. 7 Performa penyisihan TDS dan UV254 air limbah POME.....	32

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A PERHITUNGAN.....	45
LAMPIRAN B HASIL PENGUKURAN DAN PERHITUNGAN PERFORMA MEMBRAN HOLLOW FIBER	48
LAMPIRAN C DOKUMENTASI.....	55
LAMPIRAN D LUARAN	59