

## SKRIPSI

### **PENGOLAHAN LIMBAH CAIR POME MELALUI PROSES HIBRID FILTRASI DAN MEMBRAN ULTRAFILTRASI *HOLLOW FIBER***

Diajukan untuk memenuhi persyaratan mencapai derajat Sarjana S1 pada  
Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik  
Universitas Lambung Mangkurat

**Dibuat:**

**Suci Nisa Zakia**

**NIM. 1910815220010**

Pembimbing I

**Dr. Mahmud S.T., M.T.**  
NIP: 19740107 19980 2 1001

Pembimbing II

**Prof. Ir. Muthia Elma, ST., M.Sc., Ph.D**  
NIP:19740521 200212 2 003



**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT  
BANJARBARU  
2024**

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**SKRIPSI PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK LINGKUNGAN**  
**PENGOLAHAN LIMBAH CAIR POME MELALUI PROSES HIBRID FILTRASI DAN**  
**MEMBRAN ULTRAFILTRASI *HOLLOW FIBER***

oleh

**Suci Nisa Zakia (1910815120013)**

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 4 Januari 2024 dan dinyatakan

**L U L U S**

**Komite Penguji :**

**Ketua :** Dr. Ir. Nopi Stiyati Prihatini, S.Si., M.T.  
NIP. 198411182008122003

**Anggota 1 :** Nova Annisa, S.Si., M.S.  
NIP. 19891128201601208001

**Pembimbing  
Utama :** Dr. H. Mahmud, S.T., M.T.  
NIP. 197401071998021001

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



05 JAN 2024  
Banjarbaru, .....

Diketahui dan disahkan oleh:

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

**Koordinator Program Studi  
S-1 Teknik Lingkungan,**



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

**Dr. Rizqi Puteri Mahyudin, S.Si., M.S.**  
NIP. 198708282012122001

## **PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Lambung Mangkurat maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan dari pihak lain kecuali arahan dari Dosen Pembimbing.
3. Program software computer yang digunakan pada penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya, bukan tanggung jawab Universitas Lambung Mangkurat (apabila menggunakan software khusus)
4. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama penulis dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
5. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan sebenar-benarnya serta apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah saya peroleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

## ABSTRAK

Limbah cair POME merupakan limbah yang berasal dari pengolahan minyak kelapa sawit. Besarnya industri kelapa sawit di Indonesia membuat jumlah dari limbah cair POME menjadi tidak terkendali. Berdasarkan uji karakteristik awal limbah cair POME mengandung nilai kekeruhan  $\pm 200$  NTU, nilai warna  $\pm 300$  TCU, nilai BOD 2.634 mg.L dan nilai COD 4.520 mg/L. Tingginya kandungan pencemar dan zat organik pada limbah cair POME. Umumnya industri kelapa sawit hanya mengolah limbah cair POME dengan pengolahan konvensional. Namun pengolahan konvensional tidak cukup aman jika air hasil pengolahan tersebut dibuang ke badan air. Sehingga limbah cair POME memerlukan pengolahan alternatif agar limbah cair POME sesuai dengan standar baku mutu dan aman dibuang ke badan air. Penelitian ini menggunakan metode pengolahan alternatif yaitu dengan menggabungkan pengolahan air konvensional berupa unit filtrasi dan teknologi membran ultrafiltrasi. Variasi pada penelitian ini yaitu variasi media filter pada filtrasi dan variasi tekanan operasi pada membran Ultrafiltrasi. Hasil yang diperoleh adalah variasi media filter optimum dengan ketebalan 30 cm karbon aktif dan 10 cm pasir silika yang memiliki efisiensi penyisihan parameter kekeruhan 94,3%, warna 93%, BOD 75%, dan COD 65%. Kemudian pada proses hibrid filtrasi-UF didapatkan variasi tekanan optimum pada 2 bar dengan nilai fluks permeat 6,31 L/jam.m<sup>2</sup> dan efisiensi penyisihan parameter kekeruhan 96%, penyisihan warna 93%, penyisihan BOD 99,1% dan penyisihan COD 98,5%. Kesimpulan pada penelitian ini yaitu semakin besar ketebalan karbon aktif dan semakin kecil tekanan operasi yang digunakan maka efisiensi penyisihan semakin besar.

**Kata Kunci:** Limbah cair POME, Filtrasi, Karbon aktif, Kekeruhan, Warna, BOD, COD, Membran Ultrafiltrasi PVDF, Hollow Fiber

## ABSTRACT

*POME effluent is a waste derived from palm oil processing. The size of the palm oil industry in Indonesia makes the amount of POME liquid waste uncontrollable. Based on the initial characteristic test, the POME effluent contains a turbidity value of  $\pm 200$  NTU, a color value of  $\pm 300$  TCU, a BOD value of 2,634 mg/L and a COD value of 4,520 mg/L. The high content of pollutants and organic substances in POME effluent. Generally, the palm oil industry only treats POME effluent with conventional treatment. However, conventional treatment is not safe enough if the treated water is discharged into water bodies. So that POME liquid waste requires alternative treatment so that POME liquid waste complies with quality standards and is safe to be discharged into water bodies. This research uses an alternative treatment method by combining conventional water treatment in the form of filtration units and ultrafiltration membrane technology. The variations in this study are variations in filter media in filtration and variations in operating pressure in Ultrafiltration membranes. The results obtained are the optimum filter media variation with a thickness of 30 cm activated carbon and 10 cm silica sand which has a removal efficiency of 94.3% turbidity, 93% color, 75% BOD, and 65% COD parameters. Then in the hybrid filtration-UF process, the optimum pressure variation was obtained at 2 bar with a permeate flux value of 6.31 L/hour.m<sup>2</sup> and removal efficiency of turbidity parameters 96%, color removal 93%, BOD removal 99.1% and COD removal 98.5%. The conclusion in this study is that the greater the thickness of activated carbon and the smaller the operating pressure used, the greater the removal efficiency.*

**Keywords:** *POME effluent, Filtration, Activated carbon, Turbidity, Color, BOD, COD, PVDF Ultrafiltration Membrane, Hollow Fiber*

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah maupun karunia bagi umat-Nya sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “**Pengolahan Limbah Cair POME melalui Proses Hibrid Filtrasi dan Membran Ultrafiltrasi Hollow Fiber**”. Adapun tujuan penulisan Tugas Akhir ini yaitu sebagai salah satu syarat lulus pada Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat. Dalam menyusun Tugas Akhir ini, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Orang tua penulis yang selalu mendukung, mendoakan dan memberikan kasih sayang baik secara moril maupun materiil. Semoga selalu diberikan keberkahan dan kesehatan.
3. Saudara penulis, Muhammad Khairul yang selalu memberikan *support* dan menjadi pendengar setia penulis. Tumbuhlah menjadi versi paling hebat dan semoga kesuksesan dapat kau raih.
4. Bapak Dr. Mahmud, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing dengan baik dan membantu memberikan masukan serta saran dalam penyusunan Tugas Akhir ini hingga selesai.
5. Ibu Prof. Ir. Muthia Elma, ST., M.Sc., Ph.D selaku Dosen Pembimbing Pendamping yang telah menyediakan wadah bagi penulis dan selalu memberikan saran serta masukan yang membangun untuk penulis.
6. Ibu Nopi Stiyati Prihatini, S.Si., M.T. dan Ibu Nova Annisa S.Si., M.S. selaku Dosen Penguji yang turut membantu dalam memberikan masukan, kritik dan saran-saran perbaikan yang baik dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
7. Seluruh dosen pengajar dan staff admin Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.
8. Kak Fitri, kak Aulia, kak Zahra dan bang Rhafiq selaku rekan-rekan *Materials and Membranes Research Group (M<sup>2</sup>ReG)* yang selalu memberikan dukungan dan masukan kepada penulis.
9. Rekan satu tim penelitian, yaitu Tim M<sup>2</sup>ReG *Enviro's 2023*, Sekar Yuniar Banowati, Nur Yassa Yuzaeva, Santi Widiawardani dan Rahmat Subkhan atas segala bantuan dan dukungan yang telah diberikan kepada penulis.

10. Sahabat-sahabat perkuliahan penulis Sekar Yuniar Banowati, Nuraini, Khenza Atthaya Namira Yulianto, Yunica, Pirda Ikatul Jannah dan Anissa Fitri atas kebersamaan, dukungan, dorongan semangat, motivasi serta telah menghibur penulis dalam perjuangan mendapatkan gelar Sarjana Teknik.
11. Sahabat-sahabat SMP penulis Dea Ayuni, Dwi Sekar Maulida, Farihatuz Zahra dan Ridha Ullah yang selalu mendukung dan menghibur penulis dalam keadaan apapun.
12. Sahabat kota penulis, Lisa Rahma Putri sebagai sahabat kuliner yang selalu mendukung dan mendengarkan seluruh keluh kesah penulis selama proses penelitian Tugas Akhir.
13. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu yang telah membantu memberikan dorongan semangat dan bantuan kepada penulis.
14. Dan yang terakhir kepada perempuan sederhana namun terkadang sulit dimengerti isi kepalanya, sang penulis Suci Nisa Zakia. Terima kasih atas semua semangat dan kerja keras sehingga dapat bertahan sejauh ini. Terima kasih telah memilih berusaha dan pantang menyerah sesulit apapun proses penyusunan tugas akhir ini. Terima kasih pada hati yang masih tegar dalam menyelesaikannya sebaik dan semaksimal mungkin, ini merupakan pencapaian yang patut dirayakan untuk diri sendiri. Rayakan dan nikmatilah selalu hal yang membuatmu senang dan lebih hidup, karena hidupmu sangat berarti setidaknya bagi dirimu sendiri. Selalu berbahagialah dimanapun berada, Suci.

Sesungguhnya kesempurnaan hanya milik Allah SWT, penulis hanyalah ciptaan-Nya dan menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini tentunya masih memiliki banyak kekurangan sehingga dengan segala kerendahan hati, penulis mengharapkan kritik, saran, bimbingan serta nasihat yang membangun untuk menyempurnakan karya tulis ini agar dapat bermanfaat bagi penulis maupun bagi para pembaca.

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>PERNYATAAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR RUMUS</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR SINGKATAN</b> .....	<b>xiv</b>
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Batasan Masalah .....	5
1.4 Tujuan Penelitian .....	5
1.5 Manfaat Penelitian .....	5
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>6</b>
2.1 Limbah Cair POME .....	6
2.1.1 Warna .....	6
2.1.2 Kekeruhan .....	7
2.1.3 pH (Power of Hydrogen) .....	8
2.1.4 BOD (Biological Oxygen Demand) .....	8
2.1.5 COD (Chemical Oxygen Demand) .....	9
2.2 Filtrasi .....	9
2.2.1 Jenis Filtrasi .....	10
2.2.2 Media Filter .....	11
2.2.3 Sistem Aliran Pada Proses Filtrasi .....	15
2.3 Pengolahan Air menggunakan Teknologi Membran .....	15
2.3.1 Membran Ultrafiltrasi (UF) .....	18
2.3.2 Membran Hollow Fiber PVDF .....	18
2.3.3 Faktor yang Mempengaruhi Kinerja Membran .....	20
2.3.4 Karakteristik Membran .....	22
2.3.5 Sistem Aliran Membran .....	23
2.4 Studi Pustaka .....	24
2.5 Hipotesis .....	27



<b>III. METODE PENELITIAN .....</b>	<b>28</b>
3.1 Rancangan Penelitian .....	28
3.1.1 Variabel Penelitian .....	29
3.1.2 Kerangka Penelitian .....	29
3.1.3 Alat Penelitian .....	30
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian .....	30
3.3 Alat dan Bahan Penelitian .....	30
3.3.1 Bahan Penelitian .....	30
3.4 Prosedur Penelitian .....	30
3.4.1 Pengambilan dan Karakterisasi Awal Sampel Limbah Cair POME	30
3.4.2 Karakterisasi Media Filter .....	31
3.4.3 Preparasi Reaktor Filtrasi .....	32
3.4.4 Proses Filtrasi dengan Karbon Aktif .....	32
3.4.5 Proses Hibrid Filtrasi dan Membran UF Hollow Fiber .....	34
3.5 Teknik Pengumpulan Data .....	34
3.5.1 Data Primer .....	35
3.5.2 Data Sekunder .....	35
3.6 Analisis Data .....	35
3.6.1 Analisis Awal Kualitas Limbah Cair POME .....	35
3.6.2 Analisis Debit Reaktor Filtrasi .....	36
3.6.3 Analisis Pengujian Karakterisasi Membran UF-HF .....	36
3.6.4 Analisis Efektivitas Penyisihan Parameter .....	36
3.6.5 Analisis Nilai Fluks Limbah Cair POME .....	37
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>38</b>
4.1 Karakterisasi Limbah Cair POME .....	38
4.2 Karakteristik Membran .....	39
4.2.1 Hasil Uji SEM .....	39
4.2.2 Hasil Uji FTIR .....	40
4.2.3 Hasil Uji Permeabilitas .....	42
4.3 Proses Pra-pengolahan Filtrasi .....	43
4.3.1 Penyisihan Kekeruhan dan Warna serta Netralisasi pH .....	43
4.3.2 Penyisihan BOD dan COD .....	48
4.4 Proses Hibrid Filtrasi dengan Membran UF-HF .....	51
<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>58</b>
5.1 Kesimpulan .....	58
5.2 Saran .....	58

DAFTAR RUJUKAN.....	59
LAMPIRAN .....	71