

TUGAS AKHIR

PENGOLAHAN LIMBAH CAIR POME MELALUI PROSES HIBRID FILTRASI DENGAN KARBON AKTIF DAN MEMBRAN *FLAT SHEET POLYAMIDE*

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

Dibuat:

Sekar Yuniar Banowati

NIM. 1910815220008

Pembimbing I

Dr. Mahmud S.T., M.T.
NIP: 1974017 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
2023**

LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK LINGKUNGAN

**Pengolahan Limbah Cair Pome Melalui Proses Hibrid Filtrasi Dengan Karbon Aktif
Dan Membran Flat Sheet Polyamide**

Oleh
Sekar Yuniar Banowati (1910815220008)

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

L U L U S

Komite Penguji :

Ketua : Dr. Ir. Nopi Stiyati Prihatini, S. Si., M. Si.
NIP. 197706192008012019

Anggota 1 : Nova Annisa, S. Si., M. Si.
NIP. 198911282024212032

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

Pembimbing : Prof. Ir. Muthia Elma, ST., M.Sc., Ph.D
NIP. 197405212002122003

Kedua : NIP. 197405212002122003

Banjarbaru, 04 OCT 2024

Diketahui dan disahkan oleh:

Wakil Dekan Bidang Akademik
Fakultas Teknik ULM,

Koordinator Program Studi
S-1 Teknik Lingkungan,



Dr. Mahmud, S.T., M.T.
NIP. 19740107 199802 1 001

Dr. Rizqi Puteri Mahyudin, S.Si., M.S
NIP. 19780828 201212 2 001

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. 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.
3. 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

Industri minyak sawit Indonesia terus berkembang pesat dan sebagian besar berbasis pertanian. Satu ton CPO menghasilkan sekitar 2,5 m³ air limbah. Air limbah POME menyebabkan pencemaran air yang serius karena mengandung kadar kebutuhan oksigen kimia (COD), kebutuhan oksigen biokimia (BOD), dan minyak-minyak yang tinggi. Limbah harus diolah secara menyeluruh sehingga dapat ditoleransi oleh organisme yang ada dalam sistem penerima. Metode filtrasi (pasir dan karbon aktif) telah terbukti mampu mengurangi kekeruhan dari sampel air dan meningkatkan kualitas air karena proses tersebut mengisolasi dan menghilangkan sisa partikel padat dan flok dari dalam air. Penggunaan teknologi membran dalam mengatasi air limbah domestik terbilang cukup populer. Hal ini disebabkan karena teknologi membran dapat mengurangi kadar polutan pada air dengan efisiensi cukup tinggi. POME memiliki nilai kekeruhan 218,63 NTU, warna 346,27 TCU pH 7,55 BOD 2.630 mg/L dan COD 4.494 mg/L. variasi 10 cm pasir silika dan 30 cm karbon aktif. Media ini memiliki tingkat kebersihan 94,3%, warna 93%, BOD 75%, dan COD 65%. tekanan 1 bar adalah tekanan yang ideal untuk menyingkirkan parameter, dengan efisiensi penyisihan kekeruhan 93%, warna 97%, BOD 99%, dan COD 97%. Penelitian ini memberikan beberapa ide untuk penelitian lebih lanjut, seperti metode backwash pada proses pre-treatment filtrasi dan untuk membran menggunakan konsentrasi aditif yang berbeda atau aditif lain agar membran yang dihasilkan memiliki sifat dan kinerja yang lebih baik untuk pengolahan air dan air limbah. Ini dilakukan sebelum membran diaplikasikan untuk mengetahui ketahanan dan kemampuan membran sebelum digunakan.

Kata Kunci: Limbah cair POME, Filtrasi, *Rapid Sand Filter*, Karbon Aktif, Kekeruhan, Warna, COD, BOD, Membran Ultrafiltrasi *Flat Sheet Polyamide*

Abstract

Indonesia's palm oil industry continues to grow rapidly and is largely agriculture-based. One ton of CPO produces about 2.5 m³ of wastewater. POME wastewater causes serious water pollution as it contains high levels of chemical oxygen demand (COD), biochemical oxygen demand (BOD) and oils. The effluent must be thoroughly treated so that it can be tolerated by the organisms present in the receiving system. Filtration methods (sand and activated carbon) have been shown to reduce turbidity of water samples and improve water quality as the process isolates and removes residual solid particles and flocs from the water. The use of membrane technology in dealing with domestic wastewater is quite popular. This is because membrane technology can reduce pollutant levels in water with high efficiency. POME has a turbidity value of 218.63 NTU, color 346.27 TCU pH 7.55 BOD 2,630 mg/L and COD 4,494 mg/L. variation of 10 cm silica sand and 30 cm activated carbon. This media has a cleanliness level of 94.3%, color 93%, BOD 75%, and COD 65%. 1 bar pressure is the ideal pressure to get rid of parameters, with a removal efficiency of turbidity 93%, color 97%, BOD 99%, and COD 97%. This study provides some ideas for further research, such as the backwash method in the filtration pre-treatment process and for membranes using different additive concentrations or other additives so that the resulting membrane has better properties and performance for water and wastewater treatment. This is done before the membrane is applied to determine the durability and ability of the membrane before use.

Keywords: *POME effluent, Filtration, Rapid Sand Filter, Activated carbon, Turbidity, Color, BOD, COD, Flat Sheet Polyamide Membranes*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena berkat rahmat dan karunia-Nyalah penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Pengolahan Limbah Cair Pome Melalui Proses Hibrid Filtrasi Dengan Karbon Aktif Dan Membran *Flat Sheet Polyamide*”**. Dalam skripsi ini dibahas mengenai pengaruh pre-treatment filtrasi terhadap membran *Flat Sheet Polyamide* dengan menggunakan air limbah POME. Adapun maksud dan tujuan dari penulisan skripsi ini adalah untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.

Selama penelitian dan penulisan skripsi ini banyak sekali hambatan yang penulis alami, namun berkat bantuan, dorongan serta bimbingan dari berbagai pihak, akhirnya skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. 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. 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.
4. 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.
5. 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.
6. Seluruh dosen pengajar dan staff admin Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat, terutama Bapak Deniyar Irwan yang senantiasa membantu penulis dalam urusan program studi serta memotivasi dan mendengar kendala penulis dalam mengerjakan tugas akhir ini.
7. Kak Fitri, kak Aulia, kak Zahra dan bang Rhafiq selaku rekan-rekan *Materials and Membranes Research Group (M²ReG)* yang selalu memberikan dukungan dan masukan kepada penulis.

8. Rekan satu tim penelitian, yaitu Tim M²ReG *Enviro's* 2023, Sekar Yuniar Banowati, Santi Widiawardani, Nur Yassa Yuzaeva dan Rahmat Subkhan atas segala bantuan dan dukungan yang telah diberikan kepada penulis.
9. 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.
10. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu yang telah membantu memberikan dorongan semangat dan bantuan kepada penulis.
11. Dan yang terakhir kepada penulis, Sekar Yuniar Banowati. Terima kasih atas semua prosesmu tumbuh dari luka, trauma dan depresi yang telah dilewati selama masa pengerjaan tugas akhir ini. Terima kasih untuk terus bertahan dan melanjutkan hidup, kamu hanya istirahat sebentar dan terlambat beberapa langkah bukan berhenti jadi lanjutkanlah prosesmu, tetap berdiri kuat dan bertumbuh menjadi lebih hebat untuk dirimu sendiri, sekar.

Penulis beranggapan bahwa skripsi ini merupakan karya terbaik yang dapat penulis persembahkan. Tetapi penulis menyadari bahwa tidak tertutup kemungkinan didalamnya terdapat kekurangan-kekurangan. Oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi para pembaca pada umumnya.

DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN	iii
Abstrak	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
I. PENDAHULUAN	xii
1.1 Latar Belakang	xii
II. TINJAUAN PUSTAKA	xvi
2.1 Limbah Cair POME (<i>Palm Oil Mill Effluent</i>)	xvi
2.1.1 pH (Potential Of Hydrogen)	xvi
2.1.2 Warna	xvi
2.1.3 Kekeruhan	xvii
2.2 Pengolahan Air Menggunakan Teknologi Membran	xviii
2.2.1 Membran Ultrafiltrasi	xx
2.2.2 Membran <i>Flat Sheet Polyamide</i>	xx
2.2.3 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kinerja Membran	xxi
2.2.4 Karakteristik Membran	xxiii
2.2.5 Sistem Aliran Membran	xxiv
2.3 Filtrasi	xxv
2.3.1 Jenis Filtrasi	xxvi
2.3.2 Media Filter	xxvii
2.3.3 Sistem Aliran Proses Filtrasi	xxix
2.4 Studi Pustaka	xxx
2.5 Hipotesis	xxxii
III. Metode Penelitian	33
3.1 Rancangan Penelitian	33
3.1.1 Variabel Penelitian	34
3.1.2 Objek Penelitian	34

3.1.3	Kerangka Penelitian	35
3.2	Waktu dan Tempat Penelitian.....	35
3.3	Alat dan Bahan Penelitian	36
3.3.1	Alat Penelitian	36
3.3.2	Bahan Penelitian	36
3.4	Prosedur Penelitian.....	36
3.4.1	Pengambilan dan Karakterisasi Awal Sampel Limbah Cair POME	36
3.5	Teknik Pengumpulan Data	39
3.5.1	Data Primer	39
3.6	Analisis Data	39
3.6.1	Analisis Awal Kulit Limbah Cair POME	40
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	42
4.1	Karakterisasi Limbah Cair POME	42
4.2	Karakteristik Membran	42
4.2.1	UJI SEM.....	42
4.2.2	UJI FTIR.....	45
4.2.3	Hasil Uji Permeabilitas Membran	45
4.3	Proses Pra-pengolahan Filtrasi	47
4.3.1	Penyisihan Kekeruhan dan Warna serta Netralisasi pH..	48
4.3.2	Penyisihan BOD dan COD	50
4.4	Proses Hybrid Filtrasi dengan Membran <i>Flasheet Polyamide</i>	50
V.	Kesimpulan dan Saran.....	53
5.1	Kesimpulan	53
5.2	Saran	53
	DAFTAR PUSTAKA.....	54
	LAMPIRAN.....	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Diagram Air Kerangka Penelitian.....	35
Gambar 3. 2 Desain Variasi Reaktor Filtrasi.....	37
Gambar 3. 3 Skema Proses Filtrasi.....	38
Gambar 3. 4 Skema Proses Membran <i>Flat Sheet Polyamide</i>	39
Gambar 4. 1 Uji SEM Membran <i>Flat Sheet Polyamide</i>	44
Gambar 4. 2 Spektrum FTIR dari Membran <i>Flat Sheet Polyamide</i>	45
Gambar 4. 3 Grafik Fluks Permeabilitas Membran <i>Flat Sheet Polyamide</i>	46
Gambar 4. 4 Penyisihan Kekeruhan dan Warna Setelah <i>Pre-treatment</i> Filtrasi.....	48
Gambar 4. 5 Penyisihan BOD dan COD Setelah <i>Pre-treatment</i> Filtrasi...	50
Gambar 4. 6 Nilai Fluks Permeat Proses Hibrid Filtrasi-UF pada Tekanan 1;2; dan 3 bar	51
Gambar 4. 7 Nilai Fluks Permeat terhadap Waktu pada Proses Hibrid Filtrasi-UF pada Tekanan 1;2; dan 3 bar.....	51
Gambar 4. 8 Nilai Fluks dan Penyisihan Kekeruhan & Warna pada Tekanan 1; 2; dan 3 bar.....	52

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Data Debit Filtrasi	63
Tabel 2. Data Nilai dan Penyisihan Kekeruhan Setelah Proses Filtrasi ...	63
Tabel 3. Data Nilai dan Penyisihan Warna (TCU) Setelah Proses Filtrasi	63
Tabel 4. Data Nilai pH Setelah Proses Filtrasi	64
Tabel 5. Data Nilai dan Penyisihan BOD Setelah Proses Filtrasi	64
Tabel 6. Data Nilai dan Penyisihan COD Setelah Proses Filtrasi.....	64
Tabel 7. Data Nilai Fluks Aquades pada Membran <i>Flat Sheet Polyamide</i>	65
Tabel 8. Data Hasil Penyisihan Membran.....	66