

TUGAS AKHIR

PENINGKATAN KINERJA ULTRAFILTRASI ALIRAN *DEAD-END* PADA PENYISIHAN BAHAN ORGANIK DALAM EFLUEN IPAL DOMESTIK DENGAN PRA-PERLAKUKAN KOAGULASI MENGGUNAKAN KOAGULAN TANAH LEMPUNG GAMBUT

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

Dibuat:

Dina Puspita Sari
NIM. H1E114208

Pembimbing I
Dr. Mahmud, S.T., M.T.

Pembimbing II
Chairul Abdi, S.T., M.T.



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

2018

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

**PENINGKATAN KINERJA ULTRAFILTRASI ALIRAN *DEAD-END* PADA
PENYISIHAN BAHAN ORGANIK DALAM EFLUEN IPAL DOMESTIK DENGAN
PRA-PERLAKUKAN KOAGULASI MENGGUNAKAN KOAGULAN
TANAH LEMPUNG GAMBUT**

Dibuat:

Dina Puspita Sari
NIM. H1E114208

Telah dipertahankan didepan Dewan Penguji pada hari Senin, 10 Desember
2018 dan dinyatakan Lulus

Disetujui:

Pembimbing I,



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

Pembimbing II,




Chairul Abdi, S.T., M.T.
NIP. 19780712 201212 1 002

Ketua Program Studi
Teknik Lingkungan,



Dr. Rony Riduan, S.T., M.T.
NIP. 19761017 199903 1 003

Susunan Dewan Penguji

1. **Dr. Rony Riduan, S.T., M.T.** ()
NIP. 19761017 199903 1 003

2. **Dr. Andy Mizwar, S.T., M.Si.** ()
NIP. 19800707 200801 1 029



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 adalah merupakan gagasan, rumusan, dan penelitian. Saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya ataupun pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama penulis dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini Saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka Saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Banjarbaru, 10 Desember 2018

Yang membuat pernyataan,



Dina Puspita Sari
NIM. H1E114208

ABSTRAK

Penyisihan bahan organik dalam efluen menggunakan membran ultrafiltrasi masih memiliki kendala yaitu terbentuknya *fouling* pada membran. Pra-perlakuan koagulasi mampu menjadi solusi untuk mengurangi fouling dan dapat meningkatkan kinerja membran ultrafiltrasi selulosa asetat (UF-SA). Koagulan yang digunakan adalah Tanah Lempung Gambut (TLG). Tujuan utama penelitian adalah menganalisis pengaruh koagulasi terhadap kinerja membran UF-SA dan mendapatkan permodelan fouling membran proses hibrid koagulasi dan UF-SA. Pada penelitian ini digunakan variasi dosis 2 - 7 g/L TLG. Pembuatan larutan membran dengan komposisi 11% selulosa asetat, 30% dimetil formamida, dan 59% aseton. Metode pembuatan larutan membran adalah dengan inversi fasa. Sistem aliran yang digunakan adalah *dead-end* dengan variasi tekanan 1 - 3 bar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai permeabilitas membran sebesar 87,3 L/jam.m² dan hasil dari uji SEM perhitungan ukuran porinya adalah 19,7 nm. Dosis optimum yang didapat adalah 4 g/L dan tekanan optimum adalah 3 bar dengan nilai fluks permeat sebesar 162,6 L/jam.m² dan penyisihan bahan organik UV₂₅₄ sebesar 79,7 %. Peningkatan kinerja fluks pada proses pra-perlakuan koagulasi terhadap fluks efluen adalah sebesar 2,2 % dan penyisihan UV₂₅₄ meningkat sebesar 22,4 %. Hal ini dapat disebabkan karena adanya fouling pada membran. Permodelan yang paling tepat menggambarkan proses hibrid koagulasi dan membran UF-SA adalah Kurva Saturasi dengan R square tekanan 3 bar yaitu 1.

Kata kunci : bahan organik, efluen IPAL domestik, koagulasi, tanah lempung gambut, ultrafiltrasi.

ABSTRACT

Removal for organic matter in effluent using ultrafiltration membrane still has problem, causes of fouling on the membrane. Coagulation pre-treatment can be a solution to reduce fouling and can improve the performance of the ultrafiltration membrane cellulose acetate (UF-SA). The coagulant used is Peatland Clay (TLG). The main objective of the study was to analyze the effect of coagulation on the performance of UF-SA membranes and obtain fouling modeling of membrane coagulation hybrid processes and UF-SA. In this study used dose variations of 2-7 g / L TLG. Making a membrane solution with a composition of 11% cellulose acetate, 30% dimethyl formamide, and 59% acetone. The method of making membrane solutions is phase inversion. The flow system used is dead-end with a pressure variation of 1-3 bar. The results showed that the membrane permeability value was 87,3 L / jam.m² and the results of the SEM test computed the pore size were 19,7 nm. The optimum dose obtained is 4 g/L and the optimum pressure is 3 bar with permeate flux value of 162,6 L/jam.m² and removal of UV₂₅₄ organic material by 79,7%. The increase in flux performance in the coagulation pre-treatment process for effluent flux was 2,2% and allowance for UV₂₅₄ increased by 22,4%. This can be caused due to fouling on the membrane. Kurva Saturated was the best models to representation hybrid coagulation and membrane UF-SA (R Square=1).

Keywords : *organic matter, effluent, coagulation, peatland clay, ultrafiltration.*

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan berkah dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Peningkatan Kinerja Ultrafiltrasi Aliran *Dead-end* Pada Penyisihan Bahan Organik Dalam Efluen IPAL Domestik Dengan Pra-Perlakuan Koagulasi Menggunakan Koagulan Tanah Lempung Gambut”. Adapun tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah sebagai salah satu persyaratan dalam mencapai gelar sarjana (S1) pada Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Lambung Mangkurat. Dalam menyusun tugas akhir ini, penulis menyampaikan terimakasih kepada :

1. Bapak Dr. Mahmud, ST., MT. selaku pembimbing I dan Bapak Chairul Abdi, ST., MT. selaku pembimbing II yang telah membimbing dan memberikan ilmu serta masukan juga arahan dalam menyusun tugas akhir.
2. Bapak Dr. Rony Riduan, ST., M.T. dan Bapak Dr. Andy Mizwar, ST., M.Si. sebagai dosen penguji yang telah memberikan kritik, saran, serta masukan dalam menyusun tugas akhir.
3. Staff admin Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Lambung Mangkurat.
4. Orang tua, khususnya mama, abah, kaka, dan keluarga yang telah memberikan semangat, dukungan dan perhatiannya.
5. Sahabat - sahabat gengges, my bestie, pdpal squad, yang selalu memberikan semangat, dukungan dan motivasi serta teman angkatan 4teenviro yang selalu mendukung kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis mengharapkan kritik, saran, bimbingan serta nasihat yang membangun demi kesempurnaan tulisan ini.

Banjarbaru, 10 Desember 2018

Penulis

DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAK.....	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
PRAKATA.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR SINGKATAN DAN SIMBOL	xvii
DAFTAR ISTILAH.....	xxi
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Efluen IPAL Domestik	6
2.2 Bahan Organik	8
2.3 Teknologi Membran	8
2.3.1 Jenis Membran Berdasarkan Daya Dorong	11
2.3.2 Karakterisasi Membran Ultrafiltrasi	11

2.3.3	Fouling Membran.....	14
2.3.4	Analisis Pembentukan Fouling Membran.....	15
2.4	Koagulasi	17
2.4.1	Jenis Koagulan.....	18
2.5	Koagulan Organik Tanah Lempung Gambut	20
2.5.1	Karakterisasi TLG.....	21
2.6	Studi Pustaka.....	22
2.7	Hipotesis	23
III	METODE PENELITIAN.....	24
3.1	Rancangan Penelitian	24
3.1.1	Variabel Penelitian.....	25
3.1.2	Lokasi Penelitian	25
3.1.3	Objek Penelitian	26
3.1.4	Kerangka Penelitian	26
3.2	Bahan dan Peralatan Penelitian	27
3.2.1	Bahan.....	27
3.2.2	Peralatan	27
3.3	Metode dan Teknik Pengumpulan Data	27
3.3.1	Pengambilan, Preparasi, dan Karakterisasi Sampel Efluen IPAL Domestik.....	27
3.3.2	Pengambilan, Preparasi, dan Karakterisasi Koagulan TLG	28
3.3.3	Penyiapan bahan, pembuatan, Preparasi, dan Karakterisasi Membran UF Selulosa Asetat.....	29

3.3.4	Percobaan Penentuan Kondisi Optimum Koagulan	31
3.3.5	Percobaan Proses Hibrid Pra-Perlakuan Koagulasi- Membran UF Selulosa Asetat.....	32
3.3.6	Teknik Pengumpulan Data	33
3.4	Analisis Data.....	33
3.4.1	Permeabilitas.....	34
3.4.2	Selektivitas	34
3.4.3	Permodelan Fouling Membran.....	34
IV	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	35
4.1	Karakteristik Efluen IPAL.....	35
4.2	Karakterisasi Koagulan TLG	37
4.3	Karakteristik Membran UF-SA.....	37
4.3.1	Permeabilitas.....	37 Error! Bookmark not defined.
4.3.2	Analisis Morfologi Membran	38
4.4	Proses Hibrid Koagulasi dan Membran UF-SA.....	40
4.4.1	Proses Pra-perlakuan Koagulasi	40
4.4.2	Proses Hibrid Koagulasi dan Membran UF-SA.....	43
4.4.3	Proses Hibrid Koagulasi dan Membran UF-SA Dengan Tekanan Optimum Untuk Dosis Optimum.....	48
4.5	Permodelan <i>Fouling</i> Proses Hibrid.....	49
V	PENUTUP.....	53
5.1	Kesimpulan	53
5.2	Saran	53

DAFTAR RUJUKAN	54
LAMPIRAN A.....	58
LAMPIRAN B.....	68
LAMPIRAN C.....	70
LAMPIRAN D.....	97
LAMPIRAN E.....	102
LAMPIRAN F	108

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Uji Pendahuluan (Karakteristik Efluen IPAL Pekapuran Raya PD PAL Kota Banjarmasin)	6
Tabel 2.2 Karakteristik Membran dengan Driving Force Perbedaan Tekanan	11
Tabel 2.3 Komposisi Kimia Tanah Lempung Gambut (TLG)	21
Tabel 3.1 Rancangan Percobaan Proses Hibrid dengan Pra-Perlakuan Koagulasi-Membran UF Menggunakan Tanah Lempung Gambut (TLG)	24
Tabel 4.1 Hasil Uji Karakteristik Awal Efluen IPAL Selama 4 Minggu	35
Tabel 4.2 Nilai MFI masing - masing Tekanan	49
Tabel 4.3 Nilai <i>pore blocking</i> masing - masing Tekanan	50
Tabel 4.4 Nilai Kurva Saturasi masing - masing Tekanan	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Efluen di IPAL Pekapuran Raya.....	6
Gambar 2.2	Aliran Pada Membran	9
Gambar 2.3	Ketebalan Lapisan Tanah Gambut.....	21
Gambar 3.1	Diagram Alir Kegiatan	26
Gambar 3.2	Rangkaian Alat Ultrafiltrasi Sistem <i>Dead-end</i>	32
Gambar 4.1	Koagulan TLG, TLG mesh 10/40 dan Pengukuran pH TLG	37
Gambar 4.2	Nilai Fluks Akuades Terhadap Perubahan Tekanan Operasi	38
Gambar 4.3	Foto SEM Membran Selulosa Asetat Sebelum digunakan	39
Gambar 4.4	Foto SEM Membran Selulosa Asetat Setelah digunakan	39
Gambar 4.5	Pengaruh Dosis TLG Terhadap Penyisihan UV_{254} Serta Nilai pH Akhir untuk Kondisi pH Awal 6 dan UV_{254} awal 0,197 1/cm.....	41
Gambar 4.6	Pengaruh Dosis TLG Terhadap Penyisihan UV_{254} Serta Nilai pH Akhir untuk Kondisi pH Awal 6 dan UV_{456} awal 0,033 1/cm.....	42
Gambar 4.7	Pengaruh Dosis TLG Terhadap Penyisihan E_4/E_6 dengan Nilai E_4/E_6 awal 3,5 1/cm	43
Gambar 4.8	Pengaruh Variasi Tekanan dengan Dosis TLG 4 g/L Terhadap Penyisihan UV_{254} Serta Nilai pH Akhir Untuk Kondisi pH awal 6 dan Nilai UV_{254} awal 0,189 1/cm.....	44
Gambar 4.9	Pengaruh Variasi Tekanan dengan Dosis TLG 4 g/L Terhadap Nilai Fluks dan Tingkat Penyisihan Bahan Organik Pada Proses Hibrid Hibrid Koagulasi dan	

Membran UF-SA	45
Gambar 4.10 Grafik Perbandingan Nilai Fluks Akuades, Fluks Efluen, dan Permeat pra-perlakuan Koagulasi dengan TLG	46
Gambar 4.11 Pengaruh Variasi Tekanan Terhadap Penyisihan UV_{456} dengan Dosis TLG 4 g/L dan Nilai UV_{456} awal 0,025 1/cm	47
Gambar 4.12 Pengaruh Variasi Tekanan Terhadap Penyisihan E_4/E_6 Dosis TLG 4 g/L dan Nilai E_4/E_6 awal 3,75 1/cm.....	48
Gambar 4.13 Pengaruh Variasi Dosis Terhadap Nilai Fluks dan Tingkat Penyisihan UV_{254} dengan Tekanan Optimum 3 Bar Proses Hibrid Koagulasi dan Membran UF-SA	48
Gambar 4.14 Permodelan Kurva MFI pada masing-masing Tekanan.....	50
Gambar 4.15 Permodelan <i>pore blocking</i> pada masing-masing Tekanan	51
Gambar 4.16 Permodelan Kurva Saturasi pada masing-masing Tekanan	52

Lampiran C.6	Pengukuran pH Setelah Proses Hibrid Koagulasi dan UF-SA.....	75
Lampiran C.7	Persentase Penyisihan Absorbansi UV_{254} Variasi Tekanan Hibrid Koagulasi dan UF-SA....	75
Lampiran C.8	Persentase Penyisihan UV_{456} Variasi Tekanan Hibrid Koagulasi dan UF-SA.....	76
Lampiran C.9	Persentase Penyisihan E_4/E_6 Variasi Tekanan Hibrid Koagulasi dan UF-SA.....	76
Lampiran C.10	Persentase Penyisihan Absorbansi UV_{254} Variasi Dosis dengan Tekanan 3 Bar Pada Proses Hibrid Koagulasi dan UF-SA	78
Lampiran C.11	Persentase Penyisihan Absorbansi UV_{456} Variasi Dosis dengan Tekanan 3 Bar Pada Proses Hibrid Koagulasi dan UF-SA	78
Lampiran C.12	Persentase Penyisihan Absorbansi E_4/E_6 Variasi Dosis dengan Tekanan 3 Bar Pada Proses Hibrid Koagulasi dan UF-SA	79
Lampiran C.13	Perhitungan Nilai Fluks Akuades Membran SA.....	81
Lampiran C.14	Rekap Nilai Fluks Akuades.....	83
Lampiran C.15	Perhitungan Nilai Fluks Efluen (Sebagai Larutan Kontrol)	84
Lampiran C.16	Rekap Nilai Fluks Efluen	85
Lampiran C.17	Perhitungan Nilai Fluks Hibrid Proses Hibrid Koagulasi dan Membran UF-SA	

	dengan Variasi Tekanan	86
Lampiran C.18	Rekap Nilai Fluks Hibrid Koagulasi dan Membran UF-SA dengan Variasi Tekanan.....	90
Lampiran C.19	Perhitungan Nilai Fluks Proses Hibrid Dengan Variasi Dosis dan Tekanan Optimum 3 Bar.....	91
Lampiran C.20	Perhitungan Nilai Fluks Variasi Dosis dan Tekanan Optimum 3 Bar	95
Lampiran C.21	Nilai Fluks dan Penyisihan Proses Hibrid Koagulasi dan Membran UF-SA.....	95
Lampiran C.22	Perhitungan Tingkat Penyisihan	96
LAMPIRAN D.	GRAFIK DAN PERHITUNGAN	97
Lampiran 1	Grafik Hubungan Antara Fluks Permeat Terhadap Tekanan.....	98
Lampiran 2	Perhitungan Grafik t/V terhadap Volume Permeat dengan Variasi Tekanan	98
Lampiran 3	Perhitungan Grafik t/V terhadap Waktu dengan Variasi Tekanan	99
Lampiran 4	Perhitungan Grafik 1/V terhadap Volume 1/t Terhadap Variasi Tekanan	100
LAMPIRAN E.	HASIL UJI	102
LAMPIRAN F.	DOKUMENTASI KEGIATAN PENELITIAN.....	108

DAFTAR SINGKATAN DAN SIMBOL

SINGKATAN		Halaman
		Pertama Kali Ditemukan
DBP's	<i>Disinfection by products</i>	1
IPAL	Instalasi Pengolahan Air Limbah.....	1
PD PAL	Perusahaan Daerah Pengelola Air Limbah	1
RBC	<i>Rotating Biological Contractor</i>	1
SA	Selulosa Asetat.....	2
PSf	Polisulfon	2
PVDF	Polovinilidenfluorida	2
PAN	Poliakrilonitril	2
PVC	Polivinil Klorida	2
UF	Ultrafiltrasi.....	2
UV	Ultraviolet.....	2
MFI	<i>Modified Fouling Index</i>	3
TLG	Tanah Lempung Gambut	3
BOD	<i>Biochemical Oxygen Demand</i>	5
mg/L	miligram per liter	5

XRF	X-ray fluorescence spectrometry	6
DOC	<i>Dissolved Organic Carbon</i>	7
TOC	<i>Dissolved Organic Carbon</i>	8
BM	Berat Molekul.....	8

LAMBANG		Halaman Pertama Kali Ditemukan
J	Fluks ($L/m^2 \cdot jam$).....	12
V	Volume permeat (ml)	12
A	Luas Permukaan membran (m^2)	12
t	Waktu (jam)	12
P	Tekanan (bar)	12
R	Koefisien rejeksi (%)	13
Cp	Konsentrasi zat terlarut dalam permeat.....	13
Cf	Konsentrasi zat terlarut dalam umpan.....	13
J_t	Fluks dilalui umpan pada t ($L/m^2 \cdot jam$)	15
J_0	Fluks dilalui umpan pada waktu awal ($L/m^2 \cdot jam$).....	15
J_t/J_0	Rasio Fluks.....	15
t	Waktu filtrasi (s)	15
Rm	Resistensi membran	15
Error!	Tekanan yang digunakan (Pa)	15
reference		
source not		
found.		

η	Viskositas air pada 20°C (Ns/m ²)	15
α	Resistensi spesifik pada lapisan <i>cake</i>	15
C_b	Konsentrasi partikel pada air baku (mg/L).....	15
S_{pb}	<i>Pore blocking</i>	16
b	Konstanta	16
V_{max}	Nilai potensi <i>fouling</i>	17
k_f	ketetapan filtrasi.....	17

DAFTAR ISTILAH

- Membran : Lapisan tipis semipermeabel yang berfungsi sebagai alat pemisah.
- Ultrafiltrasi : Proses pemisahan yang digunakan untuk menyaring partikel seperti koloid, kekeruhan, dan segala macam molekul yang berukuran antara 0,1-0,01 mikron.
- Permeat : Aliran yang dapat melewati lapisan membran.
- Pra-perlakuan : Suatu proses yang dijalankan sebelum melakukan proses inti
- Permeabilitas : Menyatakan ukuran kecepatan suatu spesi tertentu untuk melewati membran.
- Fouling* : Suatu fenomena yang disebabkan oleh partikel - partikel submikron pada permukaan membran dan atau kristalisasi serta dari partikel - partikel yang berukuran kecil pada permukaan atau di dalam membran - membran itu sendiri.