

SKRIPSI

**PENYISIHAN BAHAN ORGANIK DAN WARNA AIR GAMBUT DENGAN
PROSES HIBRID KOAGULASI-ULTRAFILTRASI MENGGUNAKAN
KOAGULAN GABUNGAN TANAH LEMPUNG GAMBUT DAN ALUM**

Diajukan sebagai salah satu persyaratan dalam Menyusun Skripsi pada Program
Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat

Dibuat:

Syifa Fitriana

NIM. 2110815220028

Pembimbing

Dr. Ir. Mahmud, S.T., M.T.
NIP. 19740107 199802 1001



**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU
2025**

LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK LINGKUNGAN
PENYISIHAN BAHAN ORGANIK DAN WARNA AIR GAMBUT DENGAN
PROSES HIBRID KOAGULASI-ULTRAFILTRASI MENGGUNAKAN
KOAGULAN GABUNGAN TANAH LEMPUNG GAMBUT DAN ALUM

Oleh:

Syifa Fitriana (2110815220028)

Telah dipertahankan didepan Dewan Penguji pada hari Kamis tanggal 8 Mei
2025 dan dinyatakan

LULUS


Komite Penguji:

Ketua : Chairul Abdi, S.T., M.T.
NIP 197807122012121002

Anggota : Dr. Ir. Nopi Stiyati Prihatini, S.Si., M.T. IPM
NIP 198411182008122003

Pembimbing : Dr. Ir. Mahmud, S.T., M.T.

Utama NIP 197401071998021001



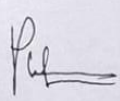
Banjarbaru, 14 MAY 2025
diketahui dan disahkan oleh:

Wakil Dekan Bidang Akademik
Fakultas Teknik ULM,

Koordinator Program Studi
S-1 Teknik Lingkungan,



Dr. Ir. 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 adalah merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas mencantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama penulis dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Program *software computer* yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggungjawab saya, bukan tanggungjawab Universitas Lambung Mangkurat (apabila menggunakan *software* khusus).
5. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian 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 normal yang berlaku di perguruan tinggi.

Banjarbaru,
Yang membuat pernyataan,

Syifa Fitriana
NIM 2110815220028

ABSTRAK

Air Gambut merupakan air tanah atau air permukaan dengan karakteristik pH rendah, kandungan senyawa organik relatif tinggi dan intensitas warna tinggi. Kandungan bahan organik tinggi, menyebabkan warna, bau, kromatisasi dan pertumbuhan terhadap biologi pada distribusi airnya. Teknologi membran ultrafiltrasi selulosa asetat dapat meningkatkan persentase penyisihan bahan organik (UV_{254}) dan warna pada air gambut, namun *fouling* yang terjadi pada proses filtrasi dapat menghambat pori membran sehingga proses pengolahan air tidak maksimal maka dari itu dengan adanya pra-pengolahan koagulasi menggunakan koagulan gabungan TLG dan Alum dapat meningkatkan persentase penyisihan dan meminimalisir terjadinya *fouling*. Persentase penyisihan bahan organik (UV_{254}) dan warna menggunakan hibrid koagulasi dengan membran ultrafiltrasi selulosa asetat dapat meningkatkan penyisihan bahan organik (UV_{254}) dan warna pada air gambut pada tekanan optimum 3 bar dan dosis koagulan gabungan TLG dan Alum optimum pada dosis TLG 2 gr/L + Alum 0,15 gr/L menghasilkan persentase penurunan pada bahan organik (UV_{254}) sebesar 83,41% dan warna sebesar 96,63%, serta menghasilkan fluks sebesar 198,90 L/jam.m².bar, pemodelan *fouling* terbaik pada kurva saturasi. Hibrid koagulasi menggunakan koagulan gabungan TLG dan Alum dengan membran ultrafiltrasi selulosa asetat merupakan metode yang tepat dalam pengolahan air gambut dan pengurangan terjadinya *fouling* pada membran ultrafiltrasi selulosa asetat.

Kata kunci; Bahan Organik, Warna, TLG, Alum, Koagulasi, Ultrafiltrasi, *Fouling*

ABSTRACT

Peat water is groundwater or surface water characterized by low pH, relatively high organic compound content, and high color intensity. The high organic matter content causes color, odor, chromaticity, and biological growth in its distribution. Cellulose acetate ultrafiltration membrane technology can increase the removal percentage of organic matter (UV_{254}) and color in peat water, but fouling during filtration can clog membrane pores, limiting treatment efficiency. Therefore, coagulation pre-treatment using a combined coagulant of TLG and Alum can improve removal percentages and minimize fouling. The removal percentage of organic matter (UV_{254}) and color using hybrid coagulation with cellulose acetate ultrafiltration membrane increases at an optimum pressure of 3 bar and optimum combined coagulant dose of TLG 2 g/L + Alum 0.15 g/L, achieving 83,41% reduction in organic matter (UV_{254}) and 96,63% in color, with a flux of 198,90 L/hour·m²·bar. The best fouling model corresponds to the saturation curve. Hybrid coagulation using combined TLG and Alum coagulants with cellulose acetate ultrafiltration membrane is an effective method for treating peat water and reducing fouling on the membrane.

Keywords: Organic Matter, Color, TLG, Alum, Coagulation, Ultrafiltration, Fouling

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT., yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan Skripsi dengan judul “Penyisihan Bahan Organik dan Warna Air Gambut dengan Proses Hibrid Koagulasi-Ultrafiltrasi Menggunakan Koagulan Gabungan Tanah Lempung Gambut dan Alum”. Penulisan Skripsi, tentunya penulis mendapatkan arahan dan bantuan dari berbagai pihak. Maka dari itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini.
2. Orang tua dan seluruh kerabat yang selalu medoakan dan memberikan dukungan baik secara moril maupun materil.
3. Bapak Dr. Ir. Mahmud, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing Skripsi yang telah membimbing dan memberikan masukan dalam penyusunan Skripsi dari awal hingga akhir.
4. Bapak Chairul Abdi, S.T., M.T. dan Ibu Dr. Ir. Nopi Stiyati Prihatini, S.Si., M.T. IPM. Selaku dosen penguji yang turut membimbing dan memberikan masukan baik dalam skripsi ini.
5. Dosen dan staff administrasi Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat atas segala bantuan dan dukungan.
6. Diri sendiri yang telah berjuang menyelesaikan skripsi ini sampai ke titik akhir dalam perjalanan penuh suka cita dan penuh perjuangan dengan semangat berjuang menyelesaikan sampai akhir.

7. Rekan satu tim penelitian yaitu Nursyifa Yasmin Rizqia atas kerja sama yang sangat baik, dukungan serta segala bantuan yang diberikan dalam penyelesaian skripsi.
8. Sahabat dari masa SMP yakni Ghina Nur Azzizah, Lethia Mahdina Putri, Elda Kristesia dan Salma Nida Ulanhar yang telah setia memberikan segala bentuk dukungan selama menjalani masa studi di perkuliahan dan menyelesaikan skripsi, terima kasih selalu ada dan selalu siap sedia dalam kondisi apapun, menjadi penghibur dan pendengar yang baik selama ini.
9. Sahabat dari masa SMA yakni Dhifa Fitria Susanti, Muhammad Riky Ramadhan, Putri Braufilia, Muhammad Rikhozein Mahmudi, Ghina Mahfudzah dan Jihan Safitri yang telah membantu dalam segala bentuk dukungan selama masa studi di perkuliahan dan penyelesaian skripsi, terima kasih telah mendukung, menghibur dan menjadi pembangkit semangat.
10. Sahabat kuliah dan teman-teman next trip yaitu Ulya Farisa, Adelia Putri, Feryaal Jahroo, Diana Islamiaty, Naswa Andinisabrina, Ajeng Ayu Safitri, Nur Alya Saffira, Dian Kurniawati dan Ruhana yang telah menjadi peneman, pendamping, pendukung, penghibur penulis selama masa studi perkuliahan hingga penyelesaian skripsi, terima kasih sudah menemani dengan segala usaha dan daya upaya yang diberikan.
11. Teman-teman program MSIB baik dari ULM maupun dari luar kampus bahkan pulau yang telah memberikan banyak dukungan selama masa studi perkuliahan dan penyelesaian skripsi.
12. Teman-teman satu bimbingan Lazuardy Imani, Muhammad umarrahan, Muhammad Iqbal Akbar, Muhammad Rizky Ramadhan dan Mulyadi atas

bantuan tenaga, dukungan selama penelitian dilakukan dari awal hingga akhir penelitian dan selama penyelesaian skripsi.

13. Teman-teman penelitian dan sering menemani di Laboratorium Rekayasa Teknik Lingkungan yaitu Alike Nursavinna, Muhammad Akbar, Chikaliani Sonya, Sandrina Norhidayati, Arabela, Syifa Andini dan lain-lain yang telah banyak membantu baik dalam dukungan dan sebagainya selama kegiatan penelitian berlangsung hingga penyelesaian skripsi.
14. Teman-teman Agrapana TL 21, terima kasih atas segala bantuan, dukungan dengan segala bentuk usaha yang dilakukan dan kerja sama yang baik selama masa studi kuliah dan saat penyelesaian skripsi.
15. Kak Dicha Fadhillah yang telah meluangkan waktunya untuk penulis dalam tahapan-tahapan penyelesaian skripsi.
16. Serta semua pihak yang telah banyak membantu selama penelitian dan penyelesaian Skripsi ini yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu, saya ucapkan terima kasih sebesar besarnya atas segala dukungan dan bantuan yang diberikan.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki kekurangan. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan kritik, saran, bimbingan dan nasihat yang dapat membangun sehingga dapat menyempurnakan tulisan ini.

Banjarbaru, Mei 2025

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN.....	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACK	v
PRAKATA	vi
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
DAFTAR SINGKATAN.....	xiv
DAFTAR SIMBOL	xv
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	6
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Air Gambut	7
2.2 Tanah Lempung Gambut (TLG)	10
2.3 Koagulasi.....	11
2.4 Teknologi Ultrafiltrasi.....	16
2.5 Proses Hibrid Membran Ultrafiltrasi	21
2.6 Studi Pustaka	22
2.7 Hipotesis.....	24
III. METODE PENELITIAN	25
3.1 Rancangan Penelitian.....	25
3.1.1 Variabel Penelitian	25
3.1.2 Objek Penelitian	26
3.1.3 Kerangka Penelitian.....	27
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	28
3.2.1 Waktu Penelitian.....	28

3.2.2 Tempat Penelitian	28
3.3 Bahan dan Peralatan Penelitian	29
3.3.1 Bahan Penelitian	29
3.3.2 Peralatan Penelitian.....	29
3.4 Prosedur Penelitian	30
3.4.1 Pengambilan Sampel Air Gambut dan TLG	30
3.4.2 Preparasi TLG, Alum dan Membran Ultrafiltrasi Selulosa Asetat.....	30
3.4.3 Pembuatan Membran Ultrafiltrasi Selulosa Asetat	31
3.4.4 Karakterisasi Air Gambut dan Membran Ultrafiltrasi Selulosa Asetat	32
3.4.5 Proses Koagulasi Menggunakan Koagulan Gabungan TLG dan Alum untuk Dosis Optimum pada Pengolahan Air Gambut.....	32
3.4.6 Percobaan Hibrid Koagulasi Menggunakan Membran Ultrafiltrasi Selulosa Asetat	33
3.5 Teknik Pengumpulan Data	34
3.6 Analisis Data.....	34
IV. PEMBAHASAN.....	37
4.1 Karakteristik Air Gambut	37
4.2 Karakterisasi Membran Ultrafiltrasi Selulosa Asetat	39
4.2.1 Permeabilitas Membran Ultrafiltrasi Selulosa Asetat.....	39
4.2.3 Analisis Morfologi Membran Ultrafiltrasi Selulosa Asetat	40
4.3 Proses Kombinasi Pra-Perlakuan Koagulasi dengan Koagulan Gabungan TLG dan Alum dan Membran Ultrafiltrasi Selulosa Asetat	42
4.3.1 Proses Pra-Pengolahan Koagulasi dengan Koagulan Gabungan TLG dan Alum	42
4.3.2 Proses Hibrid Koagulasi dengan Koagulan Gabungan TLG dan Alum dan Membran Ultrafiltrasi Selulosa Asetat	46
4.4 Pemodelan <i>Fouling</i> Membran Ultrafiltrasi Selulosa Asetat.....	53
V. PENUTUP	60
5.1 Kesimpulan.....	60
5.2 Saran	61
DAFTAR RUJUKAN.....	62
LAMPIRAN	68

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Karakteristik Air Gambut dengan Parameter pH, BOD, COD, TSS, TDS, Warna dan Zat Organik.....	7
Tabel 2.2 Studi Pustaka.....	23
Tabel 3.1 Rancangan Karakteristik Membran Ultrafiltrasi dengan Akuades Menggunakan 5 Variasi Tekanan Operasi Optimum.....	25
Tabel 3.2 Rancangan Percobaan Proses Hibrid Membran dengan Variasi Dosis Koagulan Gabungan TLG dan Alum Serta Variasi Tekanan	25
Tabel 3.4 Analisis Karakteristik, Metode dan Peralatan	35
Tabel 4.1 Hasil Uji Karakterisasi Air Gambut	38
Tabel 4.2 Nilai MFI pada Hibrid Koagulasi dan Membran Ultrafiltrasi Selulosa Asetat	53
Tabel 4.3 Nilai <i>Pore Blocking</i> pada Hibrid Koagulasi dan Membran Ultrafiltrasi Selulosa Asetat	55
Tabel 4.4 Nilai Kurva Saturasi pada Hibrid Koagulasi dan Membran Ultrafiltrasi Selulosa Asetat	57
Tabel 4.5 Perbandingan Pemodelan.....	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Contoh Sampel Air Gambut	10
Gambar 2.2	Koagulan TLG	14
Gambar 2.3	Koagulan Aluminium Sulfat	15
Gambar 2.4	Membran Selulosa Asetat	21
Gambar 3.1	Diagram Alir Kegiatan Penelitian	27
Gambar 3.2	Rangkaian Alat ultrafiltrasi dengan Sistem <i>Dead-End</i>	30
Gambar 4.1	Air Gambut di Jl. A. Yani KM. 15, Kecamatan Gambut, Kabupaten Banjar, Provinsi Kalimantan Selatan	37
Gambar 4.2.	Hubungan Tekanan Terhadap Fluks Akuades	40
Gambar 4.3	Foto SEM Membran Ultrafiltrasi Selulosa Asetat Sebelum dan Sesudah digunakan; (a) Sebelum dan (b) Sesudah	41
Gambar 4.4	Pengaruh Variasi pH Awal Terhadap pH Akhir, Penyisihan UV_{254} dan Warna pada Proses Pra-Pengolahan Koagulasi Satu Tahap	43
Gambar 4.5	Pengaruh Variasi Dosis Koagulan Terhadap Penyisihan UV_{254} dan Warna pada Proses Pra-Pengolahan Koagulasi Satu Tahap	45
Gambar 4.6	Hubungan Waktu Terhadap Fluks Air Gambut Tanpa Pengolahan dengan Variasi Tekanan	47
Gambar 4.8	Hubungan Waktu Antara Variasi Dosis Sebelum Sampai Optimum dari Tahap Koagulasi pada Tekanan Optimum Terhadap Fluks	49
Gambar 4.9	Hubungan Antara pH Akhir Variasi Dosis Setelah Koagulasi dan pH Akhir Variasi Dosis Setelah Filtrasi dengan Menggunakan Membran Ultrafiltrasi Selulosa Asetat	50
Gambar 4.10	Hubungan Variasi Dosis Koagulan Terhadap Tekanan Optimum dengan Penyisihan UV_{254} , Warna dan E_4/E_6	51
Gambar 4.11	Pemodelan Kurva MFI Hibrid Koagulasi dan Membran Ultrafiltrasi Selulosa Asetat	54
Gambar 4.12	Pemodelan Kurva <i>Pore Blocking</i> Hibrid Koagulasi dan Membran Ultrafiltrasi Selulosa Asetat	56
Gambar 4.13	Pemodelan Kurva Saturasi Hibrid Koagulasi dan Membran Ultrafiltrasi Selulosa Asetat	58

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A LOGBOOK PENELITIAN	68
LAMPIRAN B TABEL HASIL PENGAMATAN DAN PERHITUNGAN	83
Lampiran B.1 Tabel Hasil Pengamatan dan Perhitungan.....	84
Lampiran B.2 Hasil uji Koagulasi dengan pH dan Variasi Dosis Menggunakan Koagulan Gabungan TLG dan Alum	84
Lampiran B.3 Data Hasil Uji Nilai Fluks	88
Lampiran B. 4 Hasil Penyisihan Larutan Kontrol (Air Gambut Tanpa Koagulasi)	101
Lampiran B. 5 Hasil Penyisihan Proses Hibrid Koagulasi dengan Koagulan Gabungan TLG dan Alum Menggunakan Membran Ultrafiltrasi Selulosa Asetat pada Tekanan Optimum.....	102
LAMPIRAN C GRAFIK DAN PERHITUNGAN	107
Lampiran C.1 Perhitungan Larutan Cetak Membran Ultrafiltrasi Selulosa Asetat	108
Lampiran C.2 Perhitungan Efisiensi.....	108
Lampiran C.3 Perhitungan Pemodelan Fouling	110

DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Halaman pertama kali ditemukan
BM = Berat Molekul	44
BOD = <i>Biological Oxygen Demand</i>	9
COD = <i>Chemical Oxygen Demand</i>	9
MFI = <i>Modified Fouling Index</i>	4
PAC = <i>Polyaluminum Chloride</i>	15
SDI = <i>Silt Density Index</i>	21
SEM = <i>Scanning Electron Microscopy</i>	5
S _{pb} = <i>Standar Pore blocking</i>	20
TDS = <i>Total Dissolved Solid</i>	9
TLG = Tanah Lempung Gambut	2
TSS = <i>Total Suspended Solid</i>	9

DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan
UV_{254}	Parameter Uji Bahan Organik (Cm^{-1})
UV_{456}	Parameter Uji Warna (Cm^{-1})
E_4/E_6	Rasio Partikel
J_t	Fluks pada waktu t ($L/jam. m^2.bar$)
J_0	Fluks pada waktu ke-0 ($L/jam. m^2.bar$)
V	Volume Total Permeat (L)
R_m	Resistensi membran (m^{-1})
t	Waktu filtrasi (s)
ΔP	Tekanan yang digunakan (Bar)
η	Viskositas air pada 20°C (Ns/m^2)
α	Resistensi spesifik lapisan cake
C_b	Konsentrasi partikel pada air baku (mg/L)
A	Luas permukaan membran (m^2)
$\frac{\eta\alpha C_b}{2\Delta P^2}$	Nilai MFI
V	Volume permeat kumulatif (L)
B	Konstanta
V	Volume permeat total (L)
K_f	Ketetapan filtrasi
V_{max}	1/b (L)
E	Efektivitas penurunan parameter (%)
C_o	Konsentrasi awal parameter

Ce	Konsentrasi parameter setelah koagulasi
R	Koefisien rejeksi (%)
Cp	Konsentrasi zat terlarut dalam permeat
Cf	Konsentrasi zat terlarut dalam umpan