

SKRIPSI

PENGOLAHAN AIR GAMBUT DENGAN PROSES HIBRID KOAGULASI- ULTRAFILTRASI MENGGUNAKAN KOAGULAN GABUNGAN TANAH LEMPUNG GAMBUT-BESI SULFAT DAN MEMBRAN *FLAT SHEET* SELULOSA ASETAT

Diajukan sebagai salah satu persyaratan dalam menyusun Tugas Akhir pada
Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Lambung
Mangkurat

Dibuat:

Muhammad Basyir Munira

NIM. 2210815210008

Pembimbing

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



**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU
2026**

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK LINGKUNGAN

Pengolahan Air Gambut Dengan Proses Hibrid Koagulasi-Ultrafiltrasi
Menggunakan Koagulan Gabungan Tanah Lempung Gambut-Besi Sulfat
Dan Membran Flat Sheet Selulosa Asetat

Oleh

Muhammad Basyir Munira (2210815210008)

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 22 Juli 2026 dan dinyatakan

LULUS

Komite Penguji:

Ketua : Gusti Ihda Mazaya S.T., M.T.
19921005 202203 2 013

Anggota 1 : Riza Miftahul Khair, S.T., M.Eng.
19840510 202421 1 001

Pembimbing Utama : Dr. Mahmud, S.T., M.T.
19740107 199802 1 001



Banjarbaru, 27 JUL 2026

Diketahui dan disahkan oleh:

Wakil Dekan Bidang Akademik
Fakultas Teknik ULM,

Ketua Jurusan 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. 19870828 201212 2 001

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapat 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 daftar rujukan.
4. Program software computer yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya, bukan tanggung jawab Universitas Lambung Mangkurat (apabila menggunakan software khusus).
5. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya sudah bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah saya peroleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Banjarbaru, Juli 2026

Yang membuat pernyataan

Muhammad Basyir Munira

NIM. 2210815210008

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 “Pengolahan Air Gambut Dengan Proses Hibrid Koagulasi-Ultrafiltrasi Menggunakan Koagulan Gabungan Tanah Lempung Gambut-Besi Sulfat Dan Membran *Flat Sheet* Selulosa Asetat”. 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.
4. Ibu Gusti Ihda Mazaya, S.T., M.T. dan Bapak Riza Miftahul Khair, S.T., M.Eng. selaku dosen penguji yang telah membimbing dan memberikan masukan dalam penyusunan Skripsi
5. Dosen dan staff administrasi Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat yang selalu siap memberikan bantuan dan dukungan dalam administrasi.
6. Muhammad Basyir Munira yang telah berhasil melalui semua proses dalam penyusunan Skripsi hingga selesai.
7. Rekan satu tim penelitian, Ishlahuddin Alhikami, Muhammad Zainul Ihsan, Muhammad Naufal Rabbani, Lailatul Karimah, Nabella Zahra, dan Muhammad Ridho Amrullah atas segala kerja sama, bantuan, dan dukungan selama penelitian.

8. Sobat Zaki House yang telah menjalani masa perkuliahan bersama-sama atas segala bantuan dan hiburannya.
9. Sahabat Chandra dan Aldy yang selalu menemani dari masa kecil hingga dewasa.
10. Sobat SMA yang selalu mengajak saya nongkrong dan bercengkrama tiap malam jika ada waktu luang.
11. Rizka Alya Rahma yang selalu memberikan saya bimbingan dalam mengerjakan tugas-tugas besar.
12. Ishlahuddin Alhikami yang menjadi teman 1 kamar di Bandung, yang mengajak saya menjadi tim pelaksana PPK Ormawa, dan 1 bimbingan penelitian.
13. Geonel to ITB yang telah menemani untuk survive masa perkuliahan 4 bulan di ITB.
14. Teman-teman dari ITB yang menemani dan memberikan saya bimbingan selama 4 bulan di ITB
15. Tim pelaksana PPK Ormawa yang memberikan saya kesempatan menjadi bagian dari tim.
16. HIMA-TL yang telah memberikan saya amanah menjadi anggota pengurus, dan memberikan saya kesempatan untuk berkembang dalam berorganisasi.
17. Teman-teman dari GEONEL yang telah memberikan informasi-informasi penting dalam menjalani perkuliahan.

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, Juli 2026

Penulis

ABSTRAK

Air gambut di Kabupaten Banjar memiliki pH yang asam dengan kandungan zat organik (UV_{254}) dan warna (PtCo) yang tinggi. Pengolahan dengan Membran Ultrafiltrasi Selulosa Asetat (UF-SA) dapat dilakukan untuk mengolah air gambut namun perlu pre-treatment dahulu. Penggabungan koagulan Tanah Lempung Gambut (organik) dan $FeSO_4$ (anorganik) untuk koagulasi dapat menjadi pilihan dalam mengolah air gambut sebelum dilanjut ke membran. Penelitian bertujuan untuk menganalisis kemampuan koagulan gabungan TLG- $FeSO_4$ terhadap penyisihan zat organik dan warna air gambut dan menilai kinerja membran UF-SA yang dimodelkan dengan 3 model *fouling* (MFI, *Pore Blocking*, dan Kurva Saturasi). Proses koagulasi dilakukan dengan *jar-test* dan membran dijalankan dengan sistem *dead-end*. Pengujian air gambut dilakukan dengan alat UV-Vis spektroskopi. Hasil penelitian menunjukkan TLG- $FeSO_4$ dapat bekerja optimum di pH 11 dengan dosis 2 g/L TLG dan 0,5 $FeSO_4$. Hasil penyisihan UV_{254} dan warna mencapai nilai 82% dan 95% dengan nilai akhir pH 6,6. Kondisi optimum hibrid koagulasi-ultrafiltrasi didapat pada tekanan 2 bar dengan hasil penyisihan UV_{254} dan warna mencapai nilai 89% dan 97% dan fluks dihasilkan 409.9 L/jam.m².bar. Model *fouling* menunjukkan kurva saturasi menjadi model paling akurat. Hasil proses hibrid koagulasi-ultrafiltrasi menghasilkan air gambut yang memenuhi baku mutu kelas 2 berdasarkan PP No, 22 Tahun 2021.

Kata Kunci: Air Gambut, $FeSO_4$, Koagulasi, Tanah Lempung Gambut, Ultrafiltrasi

ABSTRACT

Peat water in Banjar Regency is characterized by low pH and high concentrations of organic matter (UV_{254}) and color (PtCo). Although cellulose acetate ultrafiltration (UF-CA) membranes have potential for peat water treatment, an effective pretreatment is required to minimize membrane fouling. Combining Peat Clay Soil (PCS) as an organic coagulant with $FeSO_4$ as an inorganic coagulant provide an effective coagulation pretreatment for peat water before membrane ultrafiltration. This study aimed to evaluate the performance of the combined PCS- $FeSO_4$ coagulant in removing organic matter and color and to assess UF-CA membrane performance using three fouling models: Modified Fouling Index (MFI), Pore Blocking, and Saturation Curve. Coagulation was conducted using a jar test, followed by dead-end ultrafiltration. Water quality was analyzed using UV-Vis spectrophotometry. The optimum coagulation condition was achieved at pH 11 with 2 g/L PCS and 0.5 g/L $FeSO_4$, resulting in 82% UV_{254} removal and 95% color removal, with a final pH of 6.6. The optimum hybrid coagulation-ultrafiltration process was obtained at an operating pressure of 2 bar, achieving 89% UV_{254} removal, 97% color removal, and a flux of 409.9 L/m².hour.bar. The Saturation Curve provided the best fouling prediction. The treated peat water met the Class II water quality standard specified in Government Regulation No. 22 of 2021.

Kata Kunci: *Peat Water, $FeSO_4$, Coagulation, Peat Clay Soil, Ultrafiltration*

DAFTAR ISI	
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN	iii
PRAKATA.....	iv
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR SINGKATAN.....	xiv
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Batasan Masalah.....	5
1.4. Tujuan Penelitian.....	5
1.5. Manfaat Penelitian.....	6
II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1. Air Gambut.....	7
2.1.1. pH	8
2.1.2. Warna (PtCo)	8
2.1.3. Bahan Organik	8
2.1.4. <i>Total Dissolved Solid</i>	9
2.1.5. <i>Total Suspended Solid</i>	9
2.2. Koagulasi	10
2.2.1. Jenis Koagulan Anorganik	11
2.2.2. Jenis Koagulan Organik.....	12
2.3. Tanah Lempung Gambut	12
2.4. Analisa Uji FTIR.....	13

2.5.	Teknologi Membran Ultrafiltrasi	15
2.4.1.	Membran UF Selulosa Asetat.....	15
2.4.2.	Analisis Model <i>Fouling</i>	16
2.6.	Proses Hibrid Teknologi Membran Ultrafiltrasi	19
2.5.1.	Adsorpsi-Ultrafiltrasi	19
2.5.2.	Koagulasi-Ultrafiltrasi	19
2.7.	Studi Pustaka	20
2.8.	Hipotesis	23
III.	METODE PENELITIAN.....	24
3.1.	Rancangan Penelitian	24
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	28
3.3.1.	Bahan Penelitian	28
3.3.2.	Peralatan Penelitian	29
3.4.	Prosedur Penelitian	29
3.4.1.	Pengambilan Sampel Air Gambut dan TLG	29
3.4.2.	Preparasi Koagulan TLG dan FeSO_4	30
3.4.3.	Pembuatan Membran Ultrafiltrasi Selulosa Asetat.....	31
3.4.4.	Karakterisasi Air Gambut, TLG, dan Membran Ultrafiltrasi Selulosa Asetat	31
3.4.5.	Penentuan pH Optimum Koagulan TLG pada proses Koagulasi Pengolahan Air Gambut	32
3.4.6.	Penentuan Dosis Optimum Koagulan TLG pada Proses Koagulasi Pengolahan Air Gambut	32

3.4.7. Penentuan pH Optimum Koagulan FeSO_4 pada proses Koagulasi Pengolahan Air Gambut	33
3.4.8. Penentuan Dosis Optimum Koagulan Gabungan TLG dan FeSO_4 pada Proses Koagulasi Pengolahan Air Gambut.....	34
3.4.9. Percobaan Hibrid Koagulasi Menggunakan Membran Ultrafiltrasi Selulosa Asetat.....	34
3.5. Teknik Pengumpulan Data.....	35
3.6. Analisis Data.....	35
IV. PEMBAHASAN	39
4.1. Karakteristik Air Gambut	39
4.2. Karakteristik Koagulan Tanah Lempung Gambut (TLG)	41
4.3. Karakteristik Membran Ultrafiltrasi Selulosa Asetat.....	45
4.4. Proses Koagulasi Menggunakan Koagulan Gabungan TLG dan FeSO_4 46	
4.4.1. Pengaruh Variasi pH Menggunakan Koagulan TLG dalam Penyisihan Bahan Organik dan Warna pada Air Gambut	47
4.4.2. Pengaruh Variasi Dosis Menggunakan Koagulan TLG dalam Penyisihan Bahan Organik dan Warna pada Air Gambut	49
4.4.3. Pengaruh Variasi pH Menggunakan Koagulan FeSO_4 dalam Penyisihan Bahan Organik dan Warna pada Air Gambut	52
4.4.4. Pengaruh Variasi Dosis Menggunakan Koagulan Gabungan TLG dan FeSO_4 dalam Penyisihan Bahan Organik dan Warna pada Air Gambut.....	54
4.4.5. Perbandingan Koagulan Tunggal Dengan Koagulan Gabungan TLG-Besi.....	56
4.5. Proses Hibrid Koagulasi-Ultrafiltrasi dengan Membran UF-SA.....	59
4.6. Pemodelan <i>Fouling</i> Membran UF-SA.....	61
4.6.1. <i>Modified Fouling Index</i> (MFI)	62
4.6.2. <i>Pore Blocking</i>	63
4.6.3. Kurva Saturasi.....	65
4.6.4. Perbandingan Pemodelan <i>Fouling</i>	67

V. PENUTUP.....	69
5.1. Kesimpulan.....	69
5.2. Saran	70
DAFTAR RUJUKAN.....	71
LAMPIRAN	77

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Tanah Lempung Gambut (TLG)	13
Gambar 3. 1 Kerangka Penelitian	27
Gambar 3. 2 Lokasi Sampel Air Gambut	30
Gambar 3. 3 Lokasi Pengambilan TLG.....	30
Gambar 4. 1 Air gambut Jl. Gubernur Syarkawi, Kecamatan Banyu Hirang, Kabupaten Banjar, Provinsi Kalimantan Selatan	39
Gambar 4. 2 Hasil FTIR Koagulan TLG Kabupaten Tapin (Sebelum Perlakuan)	42
Gambar 4. 3 Hasil FTIR Koagulan TLG Kabupaten Tapin (Sebelum Perlakuan)	44
Gambar 4. 4 Grafik Hubungan Fluks Terhadap Tekanan	46
Gambar 4. 5 Pengaruh Variasi pH Air Gambut pada Koagulan TLG Kabupaten Tapin Terhadap Penyisihan Warna, Bahan Organik (UV_{254}), dan pH akhir	47
Gambar 4. 6 Pengaruh Variasi Dosis Koagulan TLG Terhadap Penyisihan Warna, UV_{254} , dan pH akhir	50
Gambar 4. 7 Pengaruh Variasi pH Koagulan $FeSO_4$ Terhadap Penyisihan Warna, UV_{254} , dan pH akhir	52
Gambar 4. 8 Pengaruh Variasi Dosis Koagulan $FeSO_4$ dengan Dosis TLG Tetap 2g/L Terhadap Penyisihan Warna, UV_{254} , dan pH akhir	55
Gambar 4. 9 Hubungan Waktu Terhadap Fluks Air Gambut Pengolahan dengan Variasi Tekanan	59
Gambar 4. 10 Pengaruh Variasi tekanan pada air umpan Terhadap Penyisihan Warna, Bahan Organik (UV_{254}), dan pH akhir	60
Gambar 4. 11 Grafik MFI Hubungan Antara Volume Terhadap Waktu Pada Proses Hibrid Koagulasi-Ultrafiltrasi	63
Gambar 4. 12 Grafik <i>Pore Blocking</i> Hubungan Antara Volume Terhadap Waktu Pada Proses Hibrid Koagulasi-Ultrafiltrasi	65
Gambar 4. 13 Grafik Kurva Saturasi Hubungan Antara Volume Terhadap Waktu Pada Proses Hibrid Koagulasi-Ultrafiltrasi	67

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Karakteristik Air Gambut di Beberapa Wilayah di Indonesia.....	7
Tabel 2. 2 Studi Literatur	20
Tabel 3. 1 Rancangan Percobaan Penelitian Proses Koagulasi Menggunakan Koagulan Gabungan TLG dan FeSO_4	24
Tabel 3. 2 Rancangan Karakteristik Membran Ultrafiltrasi dengan Akuades.....	25
Tabel 3. 3 Rancangan Percobaan Proses Hibrid Membran dengan Variasi Dosis Optimum Koagulan Gabungan TLG dan FeSO_4 Serta Variasi Tekanan	25
Tabel 3. 4 Analisis Karakteristik, Metode dan Peralatan	36
Tabel 4. 1 Karakteristik Air Gambut	39
Tabel 4. 2 Tabel Rasio E_4/E_6 Setelah Koagulasi Variasi pH TLG.....	49
Tabel 4. 3 Tabel Rasio E_4/E_6 Setelah Koagulasi Variasi Dosis TLG	51
Tabel 4. 4 Tabel Rasio E_4/E_6 Setelah Koagulasi Variasi pH FeSO_4	54
Tabel 4. 5 Tabel Rasio E_4/E_6 Setelah Koagulasi Dengan Koagulan Gabungan TLG- FeSO_4	56
Tabel 4. 6 ANOVA (Uji Keseluruhan) UV_{254}	57
Tabel 4. 7 Tukey Test.....	57
Tabel 4. 8 ANOVA (Uji Keseluruhan) Warna	58
Tabel 4. 9 Nilai <i>R-Square</i>	58
Tabel 4. 10 rasio E_4/E_6 setelah proses hibrid koagulasi-ultrafiltrasi.....	61
Tabel 4. 11 Nilai MFI pada Hibrid Koagulasi-Ultrafiltrasi	62
Tabel 4. 12 Nilai <i>Pore Blocking</i> Proses Hibrid Koagulasi-Ultrafiltrasi	64
Tabel 4. 13 Nilai Kurva Saturasi Proses Hibrid Koagulasi-Ultrafiltrasi	66
Tabel 4. 14 perbandingan pemodelan	67

DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Halaman pertama kali ditemukan
BOD = <i>Biological Oxygen Demand</i>	7
COD = <i>Chemical Oxygen Demand</i>	2
FTIR = <i>Fourier Transform Infrared</i>	5
MFI = <i>Modified Fouling Index</i>	4
PAC = <i>Polyaluminium Chloride</i>	11
pH = <i>Power of Hydrogen</i>	1
TDS = <i>Total Dissolved Solid</i>	7
TLG = Tanah Lempung Gambut	2
TSS = <i>Total Suspended Solid</i>	7
UF = Ultrafiltrasi	3
UF-SA = Ultrafiltrasi Selulosa Asetat	5