

## Article

# Coagulation Using Coagulant Combined from Peat Clay Soil and Alum in Removal of Color in Peat Water

Nursyifa Yasmin Rizqia<sup>1\*</sup>, Syifa Fitriana<sup>1</sup> Mahmud<sup>1</sup><sup>1</sup>Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat, Jl. Jend. A. Yani Km 36, Banjarbaru, Kalimantan Selatan, 70714, Indonesia\*correspondence e-mail: [yasminrizqia@gmail.com](mailto:yasminrizqia@gmail.com)**Abstract**

Peat water generally has a low pH, high organic matter, and a concentrated color with different characteristics depending on its place of origin. The coagulation process can be carried out with Tanah Lempung Gambut (TLG), available in abundance in South Kalimantan. Optimizing the coagulation process using a combined coagulant of TLG and alum has the potential to overcome the shortcomings of both compounds and accelerate the treatment process. This study aims to analyze the effect dosage of TLG and alum combined coagulant in removing color from peat water. The coagulation process used the Jar-Test method. The UV-Vis spectrophotometry method is used to test color (UV456) in PtCo standards. The peat water sample was taken from the Gambut sub-district, while the TLG sample was collected from the Tapin sub-district. The initial characteristics of the peat water were pH 5.39, color value 76.58 PtCo, and E4/E6 ratio 4.78. The best operating condition is a 1-stage coagulation process with a peat water pH of 9, TLG coagulant dosage of 2 g/L, and alum coagulant dosage of 0.15 g/L capable of removing 96.04% color at 3.04 PtCo, 81.48% organic matter, E4/E6 ratio of 2.50, and final pH of 4.04

**Keywords:** Peat Water, Coagulation, Combined Coagulant, Tanah Lempung Gambut (TLG), Aluminium Sulfate

**ARTICLE INFO**

**Citation:** Rizqia, N. Y., Fitriana, S., and Mahmud. (2025). Coagulation Using Coagulant Combined from Peat Clay Soil and Alum in Removal of Color in Peat Water. *Jurnal Teknik Lingkungan* 31, (2), 35-42.

**Article History:**

Received 26 Aug 2025

Revised 05 Oct 2025

Accepted 25 Oct 2025

Available online 30 Oct 2025



This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

## 1. Pendahuluan

Karakteristik air gambut umumnya memiliki nilai pH yang rendah atau keasaman tinggi, tingginya kandungan bahan organik, menimbulkan bau dan berwarna merah kecoklatan (Audiana & Komala, 2022). Air gambut yang melimpah sebagai air baku berdasarkan karakteristiknya tidak dapat dimanfaatkan untuk pemenuhan air minum layak konsumsi. Masyarakat yang tinggal di daerah gambut memerlukan air bersih untuk kehidupan sehari-hari sehingga air gambut perlu dilakukan pengolahan agar dapat dimanfaatkan.

Proses pengolahan yang umum digunakan pada air gambut adalah koagulasi dan flokulasi. Metode ini dipilih dikarenakan mudah dioperasikan, ekonomis, dan sederhana. Koagulasi dan flokulasi biasanya diterapkan pada proses awal pengolahan air agar menghilangkan padatan sehingga proses pengolahan air selanjutnya dapat lebih efektif (Nasir et al., 2024). Koagulasi merupakan penambahan koagulan untuk mendestabilisasi padatan tersuspensi sehingga membentuk flok-flok yang dapat diendapkan.

Efektivitas dan efisiensi proses koagulasi-flokulasi dipengaruhi salah satunya oleh pH, jenis, dan dosis koagulan. Derajat keasaman (pH) menentukan pembentukan dan pengendapan flok-flok. Rentang pH yang tepat akan membentuk flok yang sempurna dan melunakkan kesadahan air. Jenis dan dosis koagulan yang akan digunakan perlu dipertimbangkan menyesuaikan dengan kualitas dan kuantitas air yang akan diolah karena setiap koagulan memiliki kemampuan efisiensinya masing-masing. Dosis koagulan yang tidak tepat dapat menghasilkan lumpur aktif, bersifat toksik bagi kesehatan maupun lingkungan, dan berpengaruh terhadap biaya proses pengolahannya (Putro et al., 2023).

Salah satu koagulan alami yang potensial adalah tanah lempung gambut (TLG) yang keberadaannya melimpah di Kalimantan Selatan. TLG terletak di bawah lapisan lahan gambut dengan kandungan yang kaya akan bahan organik (Sari et al., 2019). TLG memiliki gugus fungsi seperti amina, karbonil, hidroksil, dan

fenolik yang pada pH tertentu dapat menetralkan partikel dan kontaminan dalam air (Mahmud et al., 2023). Pengujian X-ray Fluorescence (XRF) TLG memiliki senyawa SiO<sub>2</sub> (silika), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (alumina), dan Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (oksida besi) yang dapat dijadikan sebagai koagulan (Mahmud et al., 2013).

Penggunaan koagulan alami memiliki kelemahan yaitu efisiensi penyisihan yang lebih rendah dibandingkan koagulan konvensional. Koagulan konvensional dan biokoagulan yang digunakan bersamaan diharapkan dapat mengatasi kelemahan kedua senyawa tersebut. Kombinasi ini juga berpotensi mempercepat proses pengolahan dengan mengurangi waktu pengendapan (Kurniawan et al., 2022). Koagulan konvensional yang dapat digunakan bersamaan dengan koagulan lainnya ialah Aluminium Sulfat yang biasa disebut alum. Alum dipilih karena mampu membentuk flok yang stabil serta menunjukkan efektivitas yang baik dalam mengolah air baku dengan tingkat kekeruhan yang relatif tinggi. (Mayasari et al., 2019).

**Tabel 1.** Studi Komparatif Proses Koagulasi Menggunakan TLG, Alum, dan Variasi Kombinasinya

Penulis	Judul	Air yang Diolah	Mekanisme	Hasil
Mahmud et al. (2023)	Proses Gabungan Koagulasi-Adsorpsi Menggunakan TLG dan Adsorben Gambut pada Limbah Cair Sasirangan	Limbah Cair Sasirangan (LCS)	Koagulasi dan adsorpsi menggunakan TLG dan adsorben gambut	Efisiensi penyisihan warna sebesar 48,6% sampai 82% dengan variasi dosis TLG antara 5-20 g/L
Sari et al. (2019)	Peningkatan Kinerja Ultrafiltrasi Dead-End dengan Pra-Koagulasi TLG pada Efluen IPAL Domestik	Efluen IPAL	Proses Hibrid Pra-Perlakuan Koagulasi menggunakan TLG dan Membran UF-SA	Proses koagulasi menggunakan TLG dengan dosis optimum 4 g/L dapat menyisihkan sebesar 34,3% warna.
Muhdarina et al. (2018)	Peat Water Treatment by Two Stages Coagulation Processes Using Natural Clay Based Liquid Coagulant	Air gambut	Menggunakan koagulan cair berbasis tanah lempung untuk koagulasi	efisiensi penyisihan warna dengan koagulan cair berbasis tanah lempung pada air gambut mampu menyisihkan warna sebesar 49,5%.
Irwinsyah et al., 2017	The Effect of Addition of Clay Lands /(Coagulant Aids), On the Color Purification of Peat Water With Coagulation Flocculation Method With Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> .	Air gambut	Proses koagulasi dengan koagulan tawas dan tanah lempung	Efisiensi penyisihan terbaik menggunakan dosis 1 gram alum dan 1 gr tanah lempung mampu menyisihkan warna 86,45% dan kekeruhan 97% pada pH 6,6.

Berdasarkan hasil kajian penelitian sebelumnya, masih terdapat ruang untuk mengembangkan metode pengolahan air gambut yang lebih optimal. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis efektivitas dosis koagulan gabungan TLG dan alum terhadap proses penyisihan warna pada pengolahan air gambut.

## 2. Metodologi Penelitian

Penelitian ini dirancang dalam skala laboratorium untuk mengetahui karakteristik air gambut dan mengetahui kemampuan koagulan gabungan TLG dan alum dalam penyisihan warna pada air gambut.

### 2.1 Bahan dan Peralatan

Adapun bahan-bahan yang digunakan diantaranya sampel air gambut, Aluminium Sulfat Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>,

koagulan TLG, dan akuades. Peralatan yang digunakan antara lain oven, desikator, erlenmeyer 250 ml, gelas ukur, gelas beker 500 mL, alu dan mortar, kertas saring, pipet, neraca analitik, mesh 80/100, sudip, dirigen, pH meter, *shive shaker*, *jar test flocculator*, dan spektrofotometer UV-vis.

## 2.2 Preparasi Koagulan Tanah Lempung Gambut (TLG)

Tanah lempung gambut (TLG) dalam penelitian ini diambil dari wilayah Kecamatan Tapin, Kabupaten Tapin, Provinsi Kalimantan Selatan. Lapisan tanah lempung terletak di bawah tanah gambut pada kedalaman sekitar 1,0–3,5 meter dari permukaan. Lapisan ini memiliki kandungan bahan organik yang tinggi dengan karakteristik berwarna cokelat tua kehitaman, bertekstur lunak menyerupai lempung, serta memiliki sifat tidak mudah hancur (Sari et al., 2019). Pastikan mengambil tanah lempung yang tidak tercampur gambut. Selanjutnya TLG sampel dipisahkan dengan sisa tanaman maupun tanah dan dipotong-potong agar mengecil. Sampel dikeringkan dengan cara menjemurnya di bawah paparan cahaya matahari dan dimasukkan pada oven dengan bersuhu 105°C selama 24 jam. Sampel kemudian dihancurkan menggunakan mortar dan alu serta diayak untuk mendapatkan ukuran mesh 80/100. Koagulan TLG disimpan di dalam desikator agar tetap kering (Mahmud et al., 2023).

## 2.3 Proses Koagulasi

Rangkaian percobaan dilakukan di laboratorium dengan menerapkan metode *jar test* dengan memvariasi dosis alum menggunakan air gambut setelah proses koagulasi kondisi pH dan dosis optimum koagulan TLG agar mendapatkan dosis optimum. Selanjutnya, kondisi operasi terbaik didapatkan dengan menggabungkan dosis optimum koagulan TLG dan alum pada proses satu tahap koagulasi dan dua tahap koagulasi.

Percobaan pertama yang dilakukan adalah menentukan dosis optimum koagulan alum menggunakan metode *jar-test*. Air sampel setelah proses koagulasi pH dan dosis optimum TLG diambil sebanyak 500 mL. Selanjutnya dilakukan 6 variasi dosis koagulan alum yaitu dosis 0,05; 0,1; 0,15; 0,2; 0,25; 0,3; g/L. Larutan diaduk menggunakan *flocculator* dengan pengadukan cepat 200 rpm selama 1 menit, diikuti flokulasi melalui pengadukan lambat 40 rpm selama 20 menit, selanjutnya diendapkan 30 menit dan disaring memakai kertas saring (Advantec 0,45  $\mu\text{m}$ ) (Rosadi et al., 2017). Percobaan dilakukan dengan 3 kali untuk mendapatkan hasil penelitian yang akurat pengulangan sehingga terdapat 18 sampel pada percobaan variasi pH tersebut. Sampel dianalisis berupa pH, warna ( $\text{UV}_{456}$ ), dan rasio  $\text{E}_4/\text{E}_6$ . Penyisihan terbaik menggunakan dosis yang telah diuji akan digunakan untuk percobaan selanjutnya.

Percobaan selanjutnya yaitu satu tahap koagulasi dan dua tahap koagulasi menggunakan pH dan dosis optimum koagulan gabungan TLG dan alum pada air gambut. Langkah pertama proses satu tahap koagulasi ialah air sampel diambil sebanyak 500 mL sesuai pH optimum koagulan TLG. Selanjutnya ditambahkan koagulan TLG dan alum sesuai dosis optimumnya. Larutan diaduk menggunakan *flocculator*, pengadukan cepat pada kecepatan 200 rpm selama 1 menit, dilanjutkan dengan tahap flokulasi menggunakan pengadukan lambat sebesar 40 rpm selama 20 menit. Setelah itu, campuran diendapkan selama 30 menit dan hasilnya disaring memakai kertas saring berpori 0,45  $\mu\text{m}$  (Advantec) (Rosadi et al., 2017). Dilakukan dengan 3 kali pengulangan sehingga terdapat 3 sampel. Sampel dianalisis berupa pH, warna ( $\text{UV}_{456}$ ), dan rasio  $\text{E}_4/\text{E}_6$ .

Proses dua tahap koagulasi koagulan gabungan TLG dan alum menggunakan metode *jar-test*. Dua tahap koagulasi merupakan 2 kali pembubuhan koagulan pada dua kali proses koagulasi dengan selanjutnya diikuti proses flokulasi (Ganesha et al., 2023). Pendekatan dua tahap dilakukan untuk menguji apakah adanya urutan pemberian koagulan dapat meningkatkan efisiensi penyisihan warna dibanding satu tahap. Air sampel diambil sebanyak 500 mL sesuai pH optimum koagulan TLG dan ditambahkan dosis optimum koagulan TLG, selanjutnya dilakukan pengadukan cepat 200 rpm selama 1 menit. Ditambahkan dosis optimum koagulan alum, dilakukan lagi pengadukan cepat pada kecepatan 200 rpm selama 1 menit, dilanjutkan dengan tahap flokulasi menggunakan pengadukan lambat sebesar 40 rpm selama 20 menit. Setelah itu, campuran diendapkan selama 30 menit dan hasilnya disaring memakai kertas saring berpori 0,45  $\mu\text{m}$  (Advantec) (Rosadi et al., 2017). Dilakukan dengan 3 kali pengulangan sehingga terdapat 3 sampel. Sampel dianalisis berupa pH, warna ( $\text{UV}_{456}$ ), dan rasio  $\text{E}_4/\text{E}_6$ .

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Karakteristik Air Gambut



**Gambar 1.** Air gambut di Jalan A. Yani KM. 15, Kec. Gambut, Kab. Banjar

Sampel air gambut dalam penelitian ini diperoleh dari lokasi di Jalan. A. Yani KM. 15, Kecamatan. Gambut, Kabupaten Banjar, Provinsi Kalimantan Selatan, Indonesia. Sampel disimpan di dalam wadah tertutup yang bersih dan bebas kontaminan. Parameter yang diuji meliputi pH, UV<sub>456</sub>, UV<sub>465</sub>/UV<sub>656</sub> atau rasio E<sub>4</sub>/E<sub>6</sub>. Hasil analisis parameter karakteristik air gambut disajikan pada tabel 2 sebagai berikut:

**Tabel 2.** Karakteristik Air Gambut Jalan A. Yani KM. 15, Kec. Gambut, Kab. Banjar, Kalimantan Selatan

No	Parameter	Karakteristik Air Gambut	
		Satuan	Hasil Uji
1	pH	-	5,39
2	Warna	PtCo	76,58
3	UV <sub>456</sub>	cm <sup>-1</sup>	-,19
4	E <sub>4</sub> /E <sub>6</sub>	-	4,78

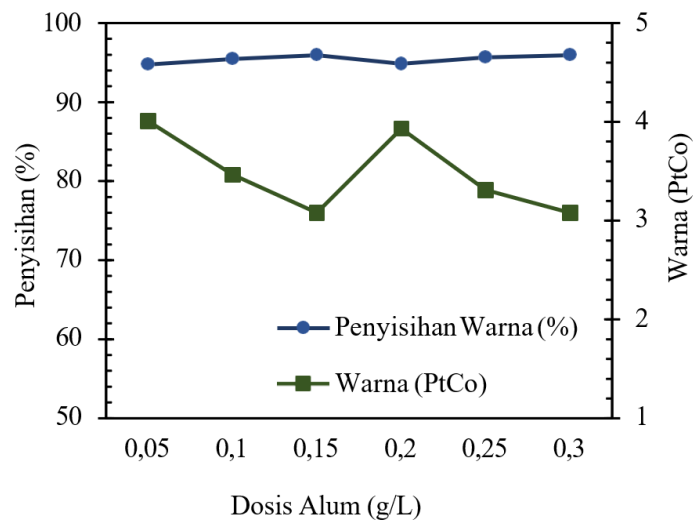
Pada umumnya air gambut memiliki kadar asam organik yang tinggi sehingga air gambut memiliki pH yang rendah yaitu berkisar antara 3 – 5. Berdasarkan hasil analisa karakteristik air gambut diketahui memiliki nilai pH 5,39. Nilai pH air gambut yang rendah disebabkan adanya kandungan organik terlarut yang bersifat asam. Senyawa organik ini berupa asam humus yang terbentuk akibat dari dekomposisi tanaman. Komponen utama asam humus meliputi asam humat, asam humin, serta asam fulvat (Hamid et al., 2023). Kandungan asam humus pada air gambut juga berperan penting dalam pembentukan warna.

Secara visual air gambut terlihat berwarna merah kecoklatan mengindikasikan adanya material lain di dalamnya, salah satunya adalah asam humat. Nilai UV<sub>456</sub> pada karakterisasi awal air gambut yaitu sebesar 0,195 cm<sup>-1</sup> dan dalam satuan PtCo yaitu sebesar 76,58 PtCo. Nilai hasil pengukuran warna melebihi batas baku mutu yang tercantum dalam PP No. 22 Tahun 2021, yakni sebesar 15 PtCo. Hasil pengukuran Nilai UV<sub>456</sub> di lokasi Kabupaten yang sama yaitu Kabupaten Banjar tidak jauh berbeda dengan penelitian yang dilakukan Nafilah et al. (2021) yaitu Nilai UV<sub>456</sub> sebesar 0,183 cm<sup>-1</sup> atau 71,88 PtCo yang memiliki konsentrasi warna lebih rendah. Penelitian lain Fazriati et al. (2025) air gambut yang belum diolah menunjukkan nilai warna awal sebesar 26.767 Pt.Co yang lebih rendah tetapi tetap melebihi baku mutu.

Rasio E<sub>4</sub>/E<sub>6</sub> ialah nilai adsorbansi dari UV<sub>465</sub>/UV<sub>656</sub> untuk mempresentasikan berat molekul dan tingkat humifikasi pada air. Nilai rasio E<sub>4</sub>/E<sub>6</sub> kurang dari 5 mengandung bahan organik asam humat yang didominasi karakter hidrofobik dan nilai rasio E<sub>4</sub>/E<sub>6</sub> diantara 6 – 18,5 mengandung bahan organik asam fulvat yang didominasi karakter hidrofilik dan molekul yang kecil (Mahmud et al., 2013). Berdasarkan nilai rasio E<sub>4</sub>/E<sub>6</sub> air gambut yaitu 4,78 yang lebih kecil dari 5, maka air gambut tersebut memiliki kandungan asam humat yang mendominasi, berat molekul yang besar dan bersifat hidrofobik. Nilai rasio E<sub>4</sub>/E<sub>6</sub> air gambut dari penelitian Nafilah et al. (2021) yaitu 6,074, nilai yang berbeda ini menguatkan bahwa karakter bahan organik pada air gambut dapat bervariasi tergantung lokasi dan kondisi lahan gambut.

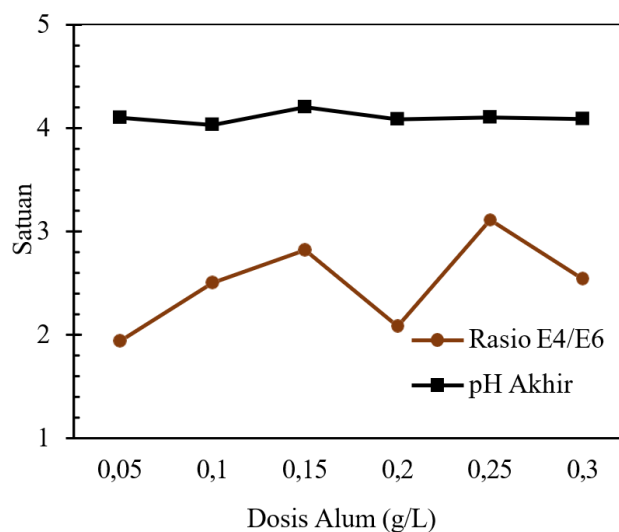
Berdasarkan karakteristik air gambut tersebut dapat diturunkan konsentrasinya menggunakan proses koagulasi. Hal ini dikarenakan penambahan koagulan yang mengandung ion bermuatan positif mampu menetralkan ion-ion negatif dalam air gambut. Kondisi ini menurunkan gaya tolak antar partikel koloid sekaligus meningkatkan gaya tarik-menarik di antara partikel. Dengan demikian, flok yang terbentuk menjadi lebih mudah mengendap karena pengaruh gravitasi kemudian dapat dipisahkan dari air gambut. Metode koagulasi juga lebih mudah dan ekonomis dibandingkan metode lain menjadikannya pilihan utama untuk aplikasi skala besar.

### 3.2 Pengaruh Variasi Dosis Koagulan Alum dalam Penyisihan Warna pada Air Gambut Setelah Proses Koagulasi Menggunakan Koagulan TLG



**Gambar 2.** Pengaruh variasi dosis koagulan alum terhadap warna (PtCo) dan penyisihan warna

Air gambut setelah proses koagulasi menggunakan koagulan TLG yang diatur dengan pH 9 dan dosis koagulan TLG sebanyak 2 g/L selanjutnya dilakukan penambahan variasi dosis koagulan Alum. Berdasarkan **Gambar 2** Penyisihan warna pada variasi dosis koagulan alum memiliki rentang 94,77% - 95,98% dan 4,01-3,93 PtCo. Dosis koagulan sebesar 0,15 g/L dan 0,3 g/L menunjukkan persentase penyisihan warna tertinggi yaitu 95,98% dan 3,08 PtCo. Nilai warna akhir telah sesuai dengan persyaratan baku mutu air minum menurut PP No. 22 Tahun 2021, yakni dibawah 15 PtCo. Dosis optimum koagulan diperoleh pada titik di mana penambahan dosis selanjutnya tidak lagi meningkatkan efisiensi justru terjadi penurunan (restabilisasi) (Sari *et al.*, 2019). Hasil penelitian menunjukkan bahwa dosis optimum untuk koagulan alum adalah 0,15 g/L karena warna air yang terlihat jernih dan telah sesuai dengan baku mutu air minum yang ditetapkan dengan mempertimbangan agar dosis yang digunakan tidak terlalu banyak.



**Gambar 3.** Pengaruh variasi dosis koagulan alum terhadap rasio E4/E6 dan pH akhir

Berdasarkan **Gambar 3**, rasio  $E_4/E_6$  pada dosis optimum yaitu 0,15g/L sebesar 2,82. Rasio  $E_4/E_6$  terkecil terdapat pada dosis 0,05 g/L yaitu 1,94 dan rasio  $E_4/E_6$  terbesar terdapat pada dosis 0,25 g/L yaitu 3,11. Rentang rasio  $E_4/E_6$  pada variasi dosis koagulan alum 1,94 – 3,11. Menurunnya rasio  $E_4/E_6$  dibandingkan dengan sebelum pengolahan juga terjadi pada penelitian Sari *et al.* (2019) yang menunjukkan bahwa setelah proses koagulasi berat molekul relatif besar diduga karena flok kecil yang terkandung dalam air gambut menjadi flok yang lebih besar. Rasio  $E_4/E_6$  yang bervariasi dapat menyisihkan berat molekul yang beragam dibandingkan koagulan TLG.

pH akhir pada air sampel pH dan dosis optimum koagulan TLG memiliki nilai pH 4,21. Berdasarkan **Gambar 3** pH akhir proses koagulasi menggunakan koagulan alum berada pada rentang 4,03-4,21. pH akhir mengalami kenaikan, tetapi masih bersifat asam dan perlu pengolahan lebih lanjut untuk menetralkannya. Pada dosis optimum koagulan alum yaitu 0,15 g/L adalah 4,21 dengan pH tertinggi dibandingkan variasi dosis lainnya.

### 3.3 Proses Koagulasi menggunakan Koagulan Gabungan TLG dan Alum dalam Penyisihan Warna pada Air Gambut

**Tabel 3.** 1 tahap dan 2 tahap koagulasi terhadap warna, rasio  $E_4/E_6$ , dan pH akhir

No	Koagulasi	Warna (PtCo)	Penyisihan Warna (%)	Rasio $E_4/E_6$	pH Akhir
1	1 Tahap	3,04	96,04	2,50	4,04
2	2 Tahap	3,82	95,01	3,67	4,00

Berdasarkan **Tabel 3**, penyisihan warna proses koagulasi 1 tahap dan 2 tahap sebesar 96,04% dan 95,01% dengan warna sebesar 3,04 PtCo, dan 3,82 PtCo. Penyisihan warna pada kedua proses koagulasi telah memenuhi baku mutu air menurut PP No. 22 Tahun 2021. Air setelah proses koagulasi terlihat bersih dan jernih. Rasio  $E_4/E_6$  proses koagulasi 1 tahap adalah 2,50 yang lebih kecil dibandingkan koagulasi 2 tahap 3,67. Hal tersebut menandakan bahwa Rasio  $E_4/E_6$  menurun dibandingkan konsentrasi awal air gambut yaitu 4,78. Setelah proses koagulasi BM relatif besar diduga karena flok kecil yang terkandung dalam air gambut menjadi flok yang lebih besar.

pH akhir setelah proses koagulasi tetap bersifat asam pada kedua proses koagulasi yaitu pada 1 tahap koagulasi 4,04 dan 2 tahap koagulasi nilai pH 4. Berdasarkan percobaan yang dilakukan diketahui bahwa 1 tahap koagulasi dan 2 tahap koagulasi memiliki efisiensi penyisihan yang tidak berbeda jauh, dimana 1 tahap koagulasi memiliki efisiensi penyisihan yang sedikit lebih tinggi dibandingkan 2 tahap koagulasi. Kondisi tersebut sesuai dengan teori yang dikemukakan oleh Muhdarina *et al.* (2018) bahwa efektivitas koagulasi sangat dipengaruhi oleh urutan pemberian koagulan, pH, dan dosis, di mana kondisi yang kurang tepat dapat menurunkan pembentukan flok dan efisiensi penyisihan.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian terdahulu menunjukkan efektivitas koagulasi gabungan TLG dan alum. Trimaily *et al.* (2017) meneliti kombinasi tanah lempung dan tawas pada air gambut dengan dosis 3 g/L dan tawas 300 mg/L mampu menyisihkan warna dari 1155 PtCo menjadi 88 PtCo. Irwinsyah *et al.* (2017) memperlihatkan bahwa efisiensi penyisihan warna mencapai 86,45% ketika digunakan kombinasi 1 gram koagulan tawas dan 1 gram koagulan tanah lempung. Penelitian lain dari Mahmud *et al.* (2023) mengenai efisiensi penyisihan warna pada limbah cair sesirangan pada variasi dosis TLG 5g/L-20g/L yaitu berkisar 48,6%-82%. Temuan dari studi ini menunjukkan tingkat efisiensi penyisihan yang lebih tinggi dibandingkan tiga penelitian sebelumnya, sehingga menguatkan bahwa koagulan gabungan TLG dan alum efektif dalam mengurangi kadar warna pada air gambut.

Tanah lempung gambut (TLG) mengandung mineral seperti silika ( $\text{SiO}_2$ ), alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), dan oksida besi, serta memiliki gugus fungsi organik berupa hidroksil ( $-\text{OH}$ ), karboksilat ( $-\text{COOH}$ ), karbonil, dan fenolik. Keberadaan gugus fungsi tersebut menyebabkan permukaan TLG bermuatan positif pada kisaran pH tertentu, sehingga dapat menarik serta berinteraksi dengan senyawa organik bermuatan negatif seperti asam humat dan asam fulvat yang terdapat dalam air gambut (Mahmud *et al.*, 2013; Kurniawan, 2022). Interaksi ini menghasilkan pembentukan jembatan molekul antar partikel koloid atau antara partikel dan koagulan. Interaksi ini dapat membentuk jembatan yang membantu dalam penyerapan sehingga menghasilkan

pengurangan kepadatan muatan permukaan serta gaya tolak antara koagulan dan partikel koloid. Hal ini meningkatkan proses koagulasi dan memfasilitasi pembentukan flok (Kurniawan, 2022).

Koagulan tawas (aluminium sulfat) ditambahkan, senyawa ini mengalami penguraian membentuk ion  $Al^{3+}$  dan endapan  $Al(OH)_3$ . Ion  $Al^{3+}$  berfungsi menetralkan muatan negatif pada partikel organik, sedangkan endapan  $Al(OH)_3$  akan mengikat serta menggumpalkan partikel-partikel tersebut membentuk flok berukuran lebih besar sehingga proses pengendapannya berlangsung lebih mudah. Proses ini dikenal sebagai penetralan muatan dan penggumpalan sapan atau pengikatan menyeluruh (Trimaily, 2017).

## 4. Kesimpulan dan Saran

### 4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh, dapat dirumuskan beberapa kesimpulan:

1. Karakteristik awal air gambut memiliki pH 5,39, nilai pH air gambut yang rendah disebabkan adanya kandungan organik terlarut yang bersifat asam. Air gambut terlihat berwarna merah kecoklatan, nilai warna 76,58 PtCo, dan nilai rasio  $E_4/E_6$  4,78 menunjukkan kandungan senyawa yang aromatik, hidrofobik, didominasi oleh asam humat, dan berat molekul yang besar.
2. Kondisi operasi terbaik yaitu proses koagulasi 1 tahap yaitu dengan menambahkan koagulan TLG dan alum bersamaan dengan pH air gambut 9, dosis koagulan TLG 2 g/L dan dosis koagulan alum 0,15 g/L mampu menyisihkan warna 96,04% sebesar 3,04 PtCo, dan rasio  $E_4/E_6$  2,50, dan pH akhir 4,04. Secara visual kedua sampel jernih dan telah sesuai dengan standar baku mutu air yang telah ditetapkan yaitu PP No. 22 Tahun 2021 yaitu dibawah 15 PtCo.
3. Penelitian ini mengonfirmasi potensi TLG sebagai koagulan alami yang mampu mendukung kinerja alum dalam proses penyisihan warna air gambut. Kombinasi ini menawarkan alternatif teknologi yang sederhana, mudah diaplikasikan, dan relevan untuk wilayah gambut. Keterbatasan penelitian ini terletak pada skala laboratorium, tidak dilakukannya penyesuaian pH pasca-koagulasi, serta belum diuji pada skala pilot.

### 4.2 Saran

Sebagai tindak lanjut hasil penelitian, disampaikan saran-saran berikut untuk penelitian mendatang:

1. Perlu dilakukan netralisasi pH setelah proses koagulasi untuk memastikan kualitas air sesuai baku mutu pH yang berlaku.
2. Diperlukannya penelitian selanjutnya mengenai koagulasi menggunakan koagulan TLG dan alum untuk parameter lainnya yang sesuai dengan baku mutu.
3. Perlu dilakukan penelitian skala pilot (percontohan) sehingga dapat segera diaplikasikan untuk rumah- rumah dan industri

## Ucapan Terima Kasih

Penulis berterimakasih kepada teman satu tim penelitian Syifa Fitriana, dosen pembimbing Bapa Dr, Ir, Mahmud, S.T., M.T serta kepada keluarga, para dosen, dan rekan-rekan yang memberikan bantuan dan motivasi hingga selesainya penelitian ini.

## Daftar Pustaka

- Audiana, M., & Komala, P. S. (2022). Tinjauan Singkat Pengolahan Air Gambut Menggunakan Filtrasi In-Line. *Jurnal Pengelolaan Dan Teknologi Lingkungan*, 2(1), 1–8.
- Fazriati, D. A., Elma, M., Isnasyauqiah., & Mahmud. (2025). Perbandingan Nilai Penurunan Warna Air Gambut Melalui Proses Ultrafiltrasi dengan Menggunakan Membran Flat dan Single Channel Silika-Pektin. *EnviroScienteeae*, 21(3), 103-108.
- Ganesha, G., Lolo, E. U., & Pambudi, Y. S. (2023). Efektivitas Pengolahan Air Sungai Bengawan Solo Menggunakan Metode Double Stage Coagulations untuk Menurunkan Parameter Turbidity dan Total Dissolved Solid (TDS).

*Teknika*, 8(2), 74–88.

- Hamid, A., Nofrialdi, & Patitis, E. N. (2023). Analisis Warna, Bau, pH, Kekeruhan dan TDS Air Gambut Desa Rimbo Panjang. *Jurnal Sains Dan Ilmu Terapan*, 6(1), 1–5.
- Irwansyah., Daud, S., & Elystia. (2017). The Effect of Addition of Clay Lands /(Coagulant AIDS), on the Color Purification of Peat Water with Coagulation-Flocculation Method with  $Al_2SO_4$ . *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Riau*, 4(2), 1-7.
- Kurniawan, S. B., Imron, M. F., Chik, C. E. N. C. E., Owodunni, A. A., Ahmad, A., Alnawajha, M. M., Rahim, N. F. M., Said, N. S. M., Abdullah, S. R. S., Kasan, N. A., Ismail, S., Othman, A. R., & Hasan, H. A. (2022). What Compound Inside Biocoagulants/Bioflocculants Is Contributing The Most To The Coagulation And Flocculation Processes?. *Science of the Total Environment*, 806 (1-15).
- Mahmud, Abdi, C., & Mu'min, B. (2013). Removal Natural Organic Matter (NOM) in Peat Water from Wetland Area by Coagulation-Ultrafiltration Hybrid Process with Pretreatment Two-Stage Coagulation. *Journal of Wetlands Environmental Management*, 1(1), 42–49.
- Mahmud, M., Mahmud, N. U. H., Abdi, C., Luthfina, N., & Fatimah, A. (2023). Proses Gabungan Koagulasi-Adsorpsi Menggunakan Material Lokal Tanah Lempung Gambut dan Adsorben Gambut untuk Menyisihkan Warna dan Organik pada Limbah Cair Sasirangan. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 21(4), 839–848
- Mayasari, R., Hastarina, M., & Apriyani, E. (2019). Analisis Turbidity Terhadap Dosis Koagulan dengan Metode Regresi Linear (Studikasuk di PDAM Tirta Musi Palembang). *JISI: Jurnal Integrasi Sistem Industri*, 6(2), 117–125.
- Muhdarina., Linggawati, A., Putri, K. A., Muharani, D., Awaluddin, A., & Bahri, S. (2018). Peat Water Treatment by Two Stages Coagulation Processes Using Natural Clay Based Liquid Coagulant. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 7(4), 1058-1061.
- Nafilah, S., Noor, Rijali., & Mahmud. (2021). Aplikasi Karbon Aktif Kayu Ulin Sebagai Adsorben Dalam Menurunkan Bahan Organik Alami (BOA) pada Air Gambut. *JERNIH: Jurnal Tugas Akhir Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan*, 4(1), 1-12.
- Nasir, S., Sambeghana, D. Y. N., Purbalesmana, F., Rendana, M., Nukman, & Ibrahim, E. (2024). Peat Water Treatment Using Biocoagulant and Ceramic membrane. *Desalination and Water Treatment*, 320(1), 1–10.
- Putro, D. S., Santoso, A. I., Agustina, S. M., & Azizah, A. W. N. (2023). Perancangan Sistem Pengolahan Air Gambut untuk Meningkatkan Ketersediaan Air Bersih. *JSE: Jurnal Serambi Engineering*, 8(1), 4659–4664.
- Rosadi, R., Mahmud, & Abdi, C. (2017). Pengaruh Proses Hibrid Koagulasi Dua Tahap dan Membran Ultrafiltrasi Polisulfon terhadap Penyisihan Bahan Organik Alami Air Gambut. *Jukung Jurnal Teknik Lingkungan*, 3(2), 55–69.
- Sari, D. P., Mahmud, & Abdi, C. (2019). Peningkatan Kinerja Ultrafiltrasi Aliran Dead-End pada Penyisihan Bahan Organik dalam Efluen IPAL Domestik dengan Pra-Perlakuan Koagulasi Menggunakan Koagulan Tanah Lempung Gambut. *JTAM Teknik Lingkungan*, 2(1), 1–14.
- Trimaily, D., Nofrizal, N., & Maryanti, E. (2017). Efektivitas Penggunaan Tawas dan Tanah Lempung pada Pengolahan Air Gambut Menjadi Air Bersih. *Dinamika Lingkungan Indonesia*, 4(1), 39-52.