

# **Efektivitas Kitosan dan Ekstrak Daun *Abelmoschus* dalam Mengurangi Nilai COD, BOD, dan Logam Berat pada Limbah Laboratorium Kimia**

**Hana Rohana<sup>a</sup>, Zakiah Dzulummah<sup>a</sup>, Cahyo Puji Asmoro<sup>b</sup>**

<sup>a</sup>Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,  
Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung

<sup>b</sup>Prodi Pendidikan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,  
Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung

Corresponding Author: hanarohana1970@gmail.com

Received: 25<sup>th</sup> August 2025; Revised: 7<sup>th</sup> November 2025; Accepted: 15<sup>th</sup> December 2025; Available online: 20<sup>th</sup> December 2025; Published regularly: January 2026

## **Abstract**

*Chemical laboratory wastewater is classified as hazardous due to the presence of compounds that can pose serious risks to both human health and the surrounding environment. Parameters such as Chemical Oxygen Demand (COD), Biological Oxygen Demand (BOD), and heavy metal content serve as key indicators of water pollution, reflecting its quality and environmental impact. In this study, treatment of complex chemical laboratory wastewater was carried out through coagulation and flocculation processes using natural coagulants derived from chitosan and *Abelmoschus* leaf extract. The main objective of this research was to evaluate the effectiveness of these organic coagulants in reducing COD, BOD, and heavy metal concentrations. The experiment consisted of two stages: (1) optimization of treatment parameters using the Jar Test method, and (2) analysis of treated and untreated wastewater for COD, BOD, and heavy metals (Cr, Mn, Cu, Pb, Zn, Ni, and Fe) using Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS). The results revealed that the treatment successfully reduced COD from 74,928 mg/L to 65,311 mg/L; Cr from 3.422 mg/L to 2.877 mg/L; Mn from 5.084 mg/L to 4.787 mg/L; Cu from 36.548 mg/L to 9.902 mg/L; Pb from 0.169 mg/L to 0.141 mg/L; Zn from 0.342 mg/L to 0.243 mg/L; Ni from 23.79 mg/L to 17.375 mg/L; and Fe from 13.615 mg/L to 7.697 mg/L. However, the BOD value increased from 383 mg/L to 453.5 mg/L, which is likely due to the introduction of organic matter from the natural coagulants and flocculants used. For improved treatment efficiency, further processes such as filtration or adsorption using activated carbon, zeolite, or bentonite, as well as biological treatment with activated sludge, are recommended..*

**Key Words :** COD, BOD, metal, chitosan, *Abelmoschus*

## **Abstrak**

*Limbah cair laboratorium kimia termasuk limbah yang berbahaya karena mengandung bahan-bahan yang memiliki sifat dapat menimbulkan masalah serius pada kesehatan dan lingkungan sekitarnya. Parameter COD (Chemical Oxygen Demand), BOD (Biological Oxygen Demand), dan kandungan logam berat merupakan indikator pencemaran karena menggambarkan kualitas air dan dampaknya terhadap lingkungan. Dalam penelitian ini akan dilakukan pengolahan limbah kompleks laboratorium kimia secara koagulasi dan flokulasi menggunakan bahan organik kitosan dan ekstrak daun *Abelmoschus*. Tujuan penelitian adalah mengkaji efektivitas kitosan dan ekstrak daun *Abelmoschus* terhadap penurunan nilai COD, BOD, dan logam berat pada limbah laboratorium kimia. Penelitian dilakukan melalui dua tahap. Tahap pertama optimasi parameter pengolahan secara Jar Test. Tahap kedua analisis parameter pada limbah olahan dan non olahan meliputi: COD, BOD, dan logam-logam berat (Cr, Mn, Cu, Pb, Zn, Ni, dan Fe) secara Atomic Absorption Spectrophotometry .Hasil penelitian menunjukkan pengolahan limbah dengan kitosan dan daun *Abelmoschus* dapat menurunkan nilai COD dari 74928 mg/L menjadi 65311 mg/L, kadar logam Cr 3,422 mg/L menjadi 2,877mg/L, Mn 5,084 mg/L menjadi 4,7875, Cu 36,548 mg/L*

menjadi 9,902 mg/L, Pb 0,169 menjadi 0,141 mg/L, Zn 0,342 mg/L menjadi 0,243 mg/L, Ni 23,79 mg/L menjadi 17,375 mg/L, dan Fe 13,615 mg/L menjadi 7,697 mg/L. Dalam penelitian ini nilai BOD mengalami kenaikan dari 383 mg/L menjadi 453,5 mg/L, hal ini diduga adanya penambahan senyawa organik dari koagulan dan flokulasi yang digunakan. Untuk kualitas pengolahan yang lebih baik perlu dilakukan pengolahan lanjutan dengan filtrasi/adsorpsi menggunakan karbon aktif, zeolit, dan bentonit serta metoda lumpur aktif

**Kata Kunci :** COD, BOD, logam, kitosan, *Abelmoschus*

## PENDAHULUAN

Salah satu permasalahan lingkungan hidup adalah pencemaran yang diakibatkan oleh limbah. Laboratorium kimia sebagai wadah aktivitas praktikum, penelitian dan pengujian bagi mahasiswa/dosen menjadi penyumbang limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3). Limbah ini bisa berupa asam-basa, pelarut, logam berat, atau bahan kimia beracun lainnya. Limbah dengan karakteristik tersebut dapat menimbulkan kerusakan lingkungan dan kesehatan manusia dalam jangka waktu yang panjang (Indrayani & Rahmah, 2018). Berdasarkan hal diatas perlu dilakukan pengolahan limbah secara tepat agar sesuai dengan baku mutu air limbah sebelum dibuang ke lingkungan. Pengolahan air/limbah dengan koagulan/flokulasi sintetis (zat-zat kimia) dapat menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan dalam jangka panjang, sehingga perlu digantikan dengan koagulan/flokulasi dari bahan organik yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. Penelitian tentang pengolahan air/limbah dengan bahan organik sudah dikembangkan sebelumnya, seperti penelitian pada pengolahan air tanah dengan daun *Abelmoschus manihot L.* sebagai flokulasi oleh Rohana et al., 2023. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman *Abelmoschus* sebagai flokulasi mampu menurunkan nilai turbiditas pada air tanah. Penelitian selanjutnya yaitu pengolahan limbah menggunakan kitosan dan tanaman *Abelmoschus* oleh Rohana et al., 2025. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kitosan dan daun *Abelmoschus* efektif menurunkan nilai kekeruhan pada limbah cair laboratorium kimia. Dalam penelitian ini akan dilakukan pengolahan limbah laboratorium kimia menggunakan kitosan dan daun *Abelmoschus* dengan tujuan untuk melihat keefektifan pengolahan dalam menurunkan nilai BOD, COD, dan logam berat. Alasan pemilihan kitosan dan daun *Abelmoschus* didasarkan pada keefektifan kedua bahan tersebut dalam menurunkan nilai kekeruhan pada limbah.

Kitosan merupakan turunan dari kitin. Kitosan dapat dimanfaatkan sebagai biokoagulan yang ramah lingkungan karena sifatnya yang mudah terdegradasi. Hal ini didasarkan pada keberadaan gugus aktif amina ( $\text{NH}_2$ ). Gugus amina memiliki pasangan elektron bebas dari atom nitrogen sehingga gugus tersebut dapat mengikat ion-ion logam, disebabkan gugusnya memiliki kemampuan untuk mendonor pasangan elektron bebas dan elektronegatif (Windhono et al., 2023). Kitosan merupakan polielektrolit kationik dan polimer berantai panjang, mempunyai berat molekul besar dan reaktif karena adanya gugus amina dan hidroksil yang bertindak sebagai donor elektron. Karena sifat-sifat itu, kitosan bisa berinteraksi dengan partikel-partikel koloid yang terdapat di dalam air limbah melalui proses jembatan antar partikel flok (koagulasi) (Aibani et al., 2021; Harish Prashanth & Tharanathan, 2007). Rantai molekul kitosan yang panjang dapat menangkap partikel tersuspensi dalam larutan dan menyatukannya menjadi gumpalan (agglomerat), sehingga berperan sebagai agen koagulasi (Ibrahim et al., 2010).

Gedi (*Abelmoschus manihot L.*) merupakan tumbuhan tropis family malvaceae. Secara tradisional dikenal di Sulawesi Utara sebagai tanaman sayuran. Hasil penelitian Alam (2017) menunjukkan bahwa daun gedi (*Abelmoschus manihot L.*) memiliki kandungan flavonoid yang cukup tinggi (23-41%). Menurut Mamahit & Soekamto (2010), daun gedi juga mengandung senyawa berkhasiat polifenol, yaitu: tanin terkon-densasi, fenolik dan flavonoid yang diketahui dapat menurunkan kolesterol darah. Pada penelitian Taroreh et al. (2016), ekstrak sekuensial heksana-asetonmetanol (ESHAM) daun gedi menunjukkan adanya komponen senyawa fenolik. Menurut Othman et al. (2014), Senyawa fenolik bersifat mudah larut dalam pelarut polar, sehingga senyawa fenolik yang dilarutkan dalam pelarut polar lebih baik dan menghasilkan kadar total fenol yang tinggi pada ekstrak. Hal demikian dikarenakan senyawa fenolik memiliki cincin aromatik dengan lebih dari satu gugus hidroksil, sehingga mudah larut dalam pelarut

polar. Hasil penelitian Rohana et al. (2023) menunjukkan bahwa penurunan kadar logam Fe dalam air diduga karena reaksi senyawa fenolik pada tanaman *Ipomoea batatas L.* sebagai flokulan dengan logam membentuk senyawa kompleks yang terendapkan dalam flok.

Parameter BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*) dan logam berat dapat menjadi indikator terjadinya pencemaran air. BOD merupakan jumlah oksigen terlarut yang diperlukan oleh mikroorganisma untuk mendekomposisi bahan organik dalam kondisi aerobik (Santoso, 2018). COD merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik yang ada di dalam air secara kimiawi (Sutikno et al., 2013). Logam berat adalah kelompok unsur logam yang memiliki massa jenis lebih dari 5 gr/cm<sup>3</sup> yang pada jumlah tertentu dapat berubah menjadi racun bagi lingkungan (Juharna et al., 2022). Analisis BOD, COD, dan logam berat penting dilakukan untuk mengukur efisiensi suatu proses perlakuan dalam pengolahan limbah dan untuk mengetahui kesesuaian dengan batasan yang diperbolehkan bagi pembuangan air limbah (Santoso, 2018). Dari hasil penelitian diharapkan dapat memperoleh prosedur pengolahan air/limbah yang ramah lingkungan untuk menunjang pelaksanaan praktikum kimia lingkungan di prodi kimia FPMIPA UPI.

## BAHAN DAN METODE

Alat yang digunakan dalam penelitian ini: Micropipet (Dragon Lab 100 – 1000  $\mu$ l), pH meter (Mettler Toledo FE20), Turbidimeter (EZDO TUB430), Mechanical stirrer (EYELA Mazela Z), Neraca analitik (Mettler Toledo ME204), dan *Atomic Absorption Spectrophotometer* (Agilent 280fs).

Bahan yang digunakan: limbah cair laboratorium Riset Kimia, larutan kitosan 1%, ekstrak daun *Abelmoschus manihot L.* dibuat dengan menimbang  $\pm$  15 g daun lalu diekstrak dengan air sebanyak 200 mL dengan cara diremas-remas sampai keluar cairan kental, selanjutnya ekstrak disaring dan ampas daun ditimbang. Diperoleh konsentrasi ekstrak daun *Abelmoschus* sebesar 37.248 mg/L. Bahan kimia (K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, Ag<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, NaN<sub>3</sub>, NaOH, NaI, (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>Fe(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O, nutrient buffer pillow dan indicator ferroin) dari e-merck dengan grade pa (*pro analysis*).

Penelitian dilakukan dalam dua tahap yaitu: tahap optimasi parameter dengan metoda *Jar Test* (SNI 19-6449-2000). Optimasi dilakukan dengan memvariasikan nilai-nilai setiap parameter yaitu pH (7 ; 7,5 ; 8 ; 8,5 ;9), koagulan (10; 12; 14; 16 ; 18) ml, flokulan ( 0,5 ; 1; 1,5 ; 2; 2,5; 3) ml , kecepatan pengadukan koagulasi (30; 50; 70 ; 100; 130) rpm, kecepatan pengadukan flokulasi (20 : 30 ; 40 ; 50 ; 60; 70 ) rpm, waktu koagulasi (7,5 ; 10 ; 7,5 ;12,5; 15; 17,5) menit, dan waktu flokulasi (5 ; 7,5 ; 10, ; 12,5; 15) menit. Dekantasi dilakukan secara gravitasi selama 15 menit. Cairan jernih (filtrat) diukur turbiditasnya dengan metoda *Nefelometri*. Nilai turbiditas paling rendah ditetapkan sebagai parameter optimum, dan selanjutnya diaplikasikan pada pengolahan air. Pengujian BOD (*Biological Oxygen Demand*) dilakukan berdasarkan SNI 6989.72:2009 dengan mengukur selisih konsentrasi oksigen terlarut awal (DO<sub>0</sub>) dan setelah inkubasi selama 5 hari (DO<sub>5</sub>) pada suhu 20 °C. Nilai BOD dihitung dari selisih DO<sub>0</sub> - DO<sub>5</sub> dinyatakan dalam mg/L. Pengukuran COD (*Chemical Oxygen Demand*) dilakukan secara reflux terbuka berdasarkan SNI 6989.2: 2019, yaitu dengan memanaskan sampel bersama kalium dikromat berlebih sebagai oksidator dan perak sulfat sebagai katalis dalam larutan asam kuat. Kelebihan kalium dikromat diukur secara spektrofotometri untuk menentukan jumlah oksigen yang digunakan dalam oksidasi senyawa organik. Pengujian logam dilakukan dengan alat *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS) SNI 6989.84:2019. Sampel diubah menjadi atoom-atom bebas (atomisasi) menggunakan nyala api atau tungku (*graphite furnace*). Kemudian disinari oleh cahaya dari lampu katoda berongga (*hollow cathode lamp*). Atom-atom menyerap cahaya dan berpindah ke tingkat energi tertinggi. Banyaknya cahaya yang diserap diukur oleh detektor dalam bentuk absorbansi. Nilai absorbansi sebanding dengan konsentrasi sampel.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengolahan limbah perlu dilakukan untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan, kesehatan manusia, dan makhluk hidup lainnya. Pengolahan yang tepat akan meningkatkan kualitas air limbah dan efisiensi pengolahan. Dalam penelitian ini dilakukan pengolahan limbah cair laboratorium secara koagulasi-flokulasi menggunakan kitosan dan ekstrak daun *Abelmoschus*. Penggunaan kitosan sebagai koagulan dan daun *Abelmoschus* sebagai flokulan diharapkan dapat menurunkan nilai BOD, COD, dan logam berat yang terdapat pada limbah. Gambar 1. menunjukkan ekstrak daun *Abelmoschus*.



Gambar 1. Ekstrak daun *Abelmoschus*

### Karakteristik Limbah Laboratorium Riset Kimia

Dalam penelitian ini sampel limbah berasal dari laboratorium riset kimia yang mempunyai karakteristik sebagai berikut: berwarna coklat kehitaman dengan bau khas yang cukup menyengat, mempunyai tingkat turbiditas cukup tinggi yaitu sekitar 979 NTU dan derajat keasaman sekitar 4,31. Limbah disimpan dalam jerigen tertutup, pada suhu ruang dengan asumsi kondisi sampel tidak berubah.

### Optimasi Parameter Pengolahan

Dari hasil optimasi diperoleh parameter optimum pengolahan limbah laboratorium dengan kitosan dan daun *Abelmoschus manihot L.* seperti terlihat pada Tabel 1.

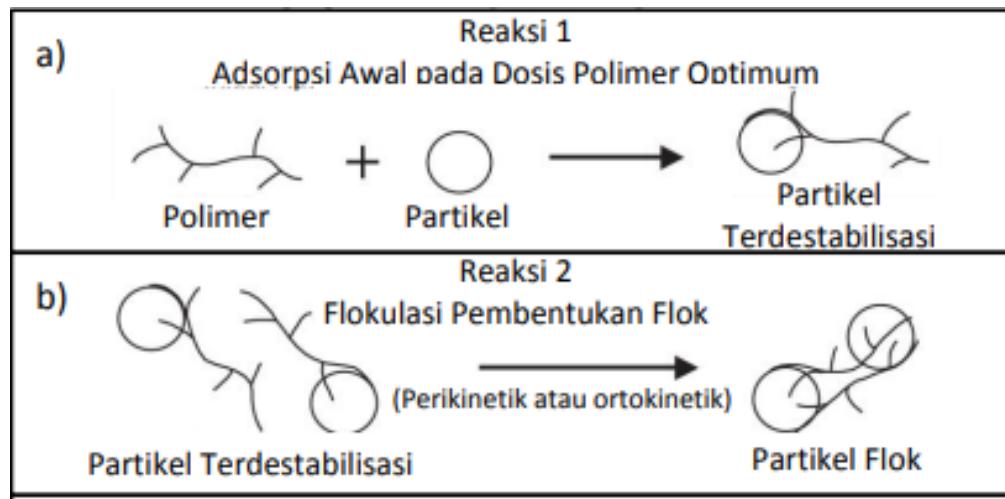
Tabel 1. Parameter optimum untuk pengolahan limbah laboratorium kimia

No.	Parameter Optimum	Nilai
1	pH	8,0
2	Dosis koagulan (ppm/ml)	700/14
3	Dosis flokulasi (ppm/ml)	186/1
4	Laju pengadukan proses koagulasi (rpm)	70
5	Laju pengadukan proses flokulasi (rpm)	50
6	Waktu pengadukan proses koagulasi (menit)	15
7	Waktu pengadukan proses flokulasi (menit)	12,5

### Pengolahan Limbah Laboratorium

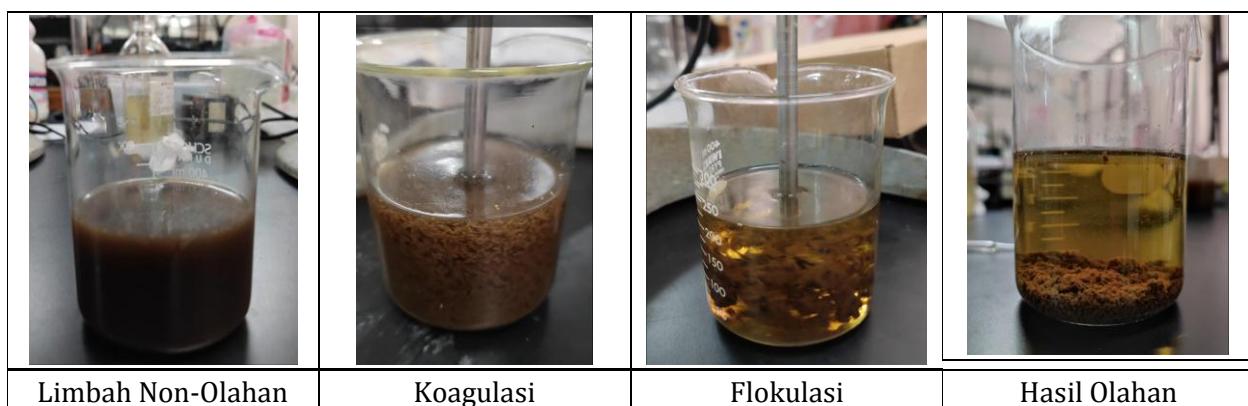
Pengolahan limbah dilakukan menggunakan parameter-parameter optimum pada Tabel 1. Limbah dengan pH awal sebesar 4,31 diadjust menjadi 8,0 agar proses koagulasi berlangsung secara baik. Seperti yang dikemukakan oleh Rachmawati et al. (2009) “proses koagulasi harus dilakukan pada rentang pH optimum (5,5 – 8,0). Jika proses koagulasi tidak dilakukan pada pH optimum pembentukan flok kemungkinan tidak terjadi”.

Proses koagulasi dilakukan dengan kecepatan 70 rpm dalam waktu 12,5 menit (kecepatan optimum dalam pengolahan ini) agar koagulan yang ditambahkan terdispersi secara merata dalam waktu singkat, sehingga diperoleh campuran yang homogen. Penambahan kitosan sebanyak 14 ml mampu menghasilkan flok-flok yang berukuran kecil (*micro floc*). Flok-flok tersebut masih melayang-layang dan belum terendapkan. Pembentukan mikro flok terjadi karena Kitosan dalam kondisi asam akan terprotonasi (bermuatan positif), penambahan kitosan ke dalam limbah akan meningkatkan interaksi elektrostatis aliran muatan (+) kitosan ke muatan (-) partikel koloid sehingga terdestabilisasi. Hal ini memperkecil gaya tolak menolak antar partikel koloid sehingga terbentuklah mikro flok (Rohana et al., 2025). Gambar 2. menunjukkan proses terbentuknya flok.



Gambar 2. Proses Pembentukan flok. (HRD Engineering, 2001).

Pada proses flokulasi, kecepatan diturunkan menjadi 50 rpm dalam waktu 10 menit. Penambahan ekstrak daun *Abelmoschus* sebanyak 1 ml berakibat terbentuknya flok-flok yang lebih besar (*macro floc*). Daun *Abelmoschus* yang mengandung senyawa metabolit sekunder serta memiliki gugus-gugus fungsi yang dapat bertindak sebagai situs aktif akan menjerap *micro floc* menjadi flok-flok yang berukuran besar (*macro floc*) sehingga mudah diendapkan secara gravitasi (Rohana et al., 2025). Untuk lebih jelasnya proses koagulasi dan flokulasi pada pengolahan limbah laboratorium dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Proses Pengolahan Limbah Laboratorium

Limbah hasil olahan kemudian didekantasi selama 15 menit. Pada tahap ini terlihat adanya pemisahan antara cairan dan endapan, warna air limbah berubah dari coklat kehitaman menjadi kuning jernih. Hal ini mengindikasikan bahwa pengolahan limbah dengan kitosan dan daun *Abelmoschus* telah berhasil menghilangkan partikel-partikel tersuspensi dan mengurangi kandungan organik dalam limbah, sehingga cairan yang dihasilkan lebih jernih dengan perubahan warna yang signifikan dari coklat kehitaman menjadi kuning jernih. Limbah hasil olahan dan non olahan kemudian diuji parameternya. Hasil pengujian pada limbah sebelum dan sesudah pengolahan dapat dilihat pada tabel 2.

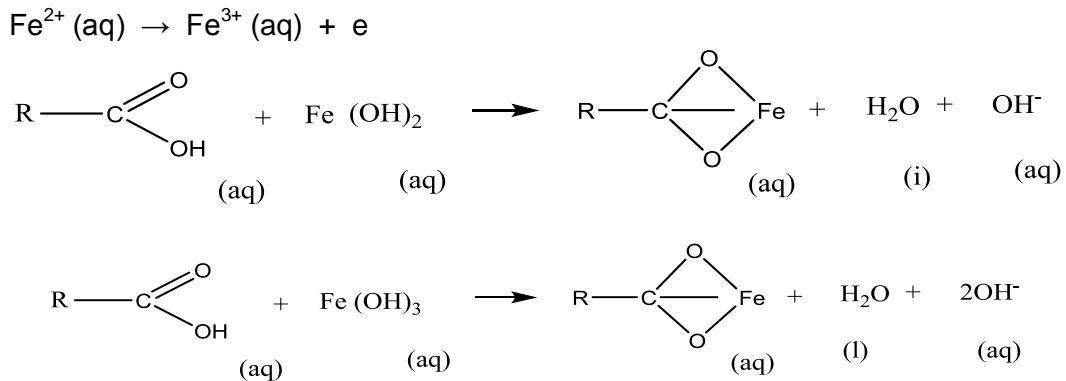
Tabel 2. Hasil Pengujian Parameter Limbah Sebelum dan Sesudah Pengolahan

No.	Parameter	Non olahan	Olahan	Olahan (duplo)	Olahan rata-rata
1	Turbiditas (duplo)	979 NTU	23,9 NTU	26,7 NTU	25,3 NTU
2	pH (duplo)	4,31	6,39	6,88	6,63
3	Suhu	25,2 °C	25,5 °C	25,7 °C	25,6 °C
4	Bau	bau menyengat	bau lumpur	Bau lumpur	Bau lumpur
5	Warna	Coklat kehitaman	kuning jernih	kuning jernih	kuning jernil
6	BOD (duplo)	383 mg/L	441 mg/L	466 mg/L	453,5 mg/L
7	COD (duplo)	74928 mg/L	65271 mg/L	62351 mg/L	63.811 mg/L
8	Krom (Cr total)	3,422 mg/L	2,889 mg/L	2,866 mg/L	2,877 mg/L
9	Mangan (Mn)	5,084 mg/L	4,808 mg/L	4,767 mg/L	4,787 mg/L
10	Tembaga (Cu) total	36,548 mg/L	9,906 mg/L	9,899 mg/L	9,902 mg/L
11	Timbal (Pb) total	0,169 mg/L	0,139 mg/L	0,143 mg/L	0,141 mg/L
12	Seng (Zn) total	0,342 mg/L	0,243 mg/L	0,243 mg/L	0,243 mg/L
13	Nikel (Ni total)	23,79 mg/L	17,41 mg/L	17,34 mg/L	17,375 mg/L
14	Besi (Fe) total	13,615 mg/L	7,724 mg/L	7,671 mg/L	7,697 mg/L

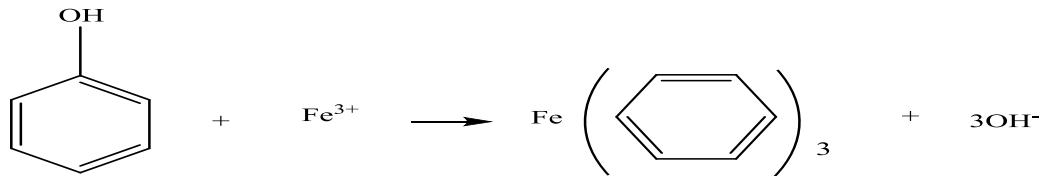
Hasil uji parameter pada tabel 2, menunjukkan adanya perbedaan nilai parameter pada limbah olahan dan non olahan (awal). Nilai COD awal sebesar 74.928 mg/L turun menjadi 63.811 mg/L, sementara kadar logam Cr awal sebesar 3,422 mg/L turun menjadi 2,877mg/L. Penurunan ini diikuti oleh logam-logam lainnya yaitu Mn awal sebesar 5,084 mg/L turun menjadi 4,7875, Cu awal sebesar 36,548 mg/L turun menjadi 9,902 mg/L, Pb awal sebesar 0,169 turun menjadi 0,141 mg/L, Zn awal sebesar 0,342 mg/L turun menjadi 0,243 mg/L, Ni awal sebesar 23,79 mg/L turun menjadi 17,375 mg/L, dan Fe awal sebesar 13,615 mg/L turun menjadi 7,697 mg/L. Penurunan nilai COD dan logam berat diduga akibat terendapkannya semua polutan bersama flok. Hal ini sejalan dengan yang dikemukakan oleh Ramesh Babu et al. (2007), dimana koagulan pada proses elektrokoagulasi bermuatan positif akan menyerap ion – ion negatif pada limbah seperti nitrit, phospat, dan senyawa organik lainnya dan membentuk flok yang membantu proses penurunan COD.

Penurunan kadar logam dalam limbah diduga karena adanya reaksi logam dengan gugus fungsi yang terkandung pada daun *Abelmoschus*. Gugus fungsi tersebut mengarah pada gugus fungsi senyawa karboksilat dan fenolik. Hasil ini diperkuat dengan uji fitokimia yang menunjukkan adanya senyawa flavonoid, tanin, dan saponin pada daun *Abelmoschus*, dimana senyawa tersebut masuk kedalam kelompok senyawa karboksilat dan fenolik (Rohana et al., 2025). Selanjutnya menurut Mamahit & Soekamto (2010) daun gedi juga mengandung senyawa berkhasiat polifenol, yaitu: tanin terkon-densasi, fenolik dan flavonoid. Penelitian Taroreh et al. (2016), menunjukkan adanya komponen senyawa fenolik dalam daun gedi.. Hasil reaksi logam dengan senyawa karboksilat dan fenolik adalah senyawa kompleks yang diduga ikut mengendap bersama flok. Sebagai contoh, reaksi yang terjadi antara logam dengan gugus karboksilat dan fenolik diduga seperti ini :

Reaksi Fe yang terjadi dengan gugus karboksilat :



Reaksi Fe yang terjadi dengan gugus phenolik :



Gambar 3. Reaksi antara logam dengan gugus karboksilat dan phenolik. (Rohana *et al*, 2023)

Dalam pengolahan ini nilai BOD terlihat lebih besar pada limbah hasil olahan. Nilai BOD awal sebesar 383 mg/L naik menjadi 453,5 mg/L, hal ini diduga adanya penambahan bahan organik yang berasal dari koagulan dan flokulasi yang digunakan, dimana bahan organik itu sendiri akan diuraikan secara biologis oleh mikroorganisme sehingga konsumsi oksigen terlarut menjadi meningkat. Nilai BOD dipengaruhi oleh konsentrasi bahan organik (Saninzita Afwa *et al.*, 2021), aktivitas mikroorganisme (Hoya *et al.*, 2023; Pitalokasari *et al.*, 2021) yang keduanya berperan dalam proses penguraian bahan organik dan konsumsi oksigen. Kadar oksigen yang sangat rendah dapat menyebabkan banyaknya organisme akuatik yang mati dan hilangnya keanekaragaman hayati (Justicia, 2024). Oleh karena itu penting dilakukan pemilihan koagulan dan flokulasi dari bahan organik yang tepat dengan dosis seoptimal mungkin untuk menghindari kenaikan nilai BOD.

### Standar Baku Mutu Air Limbah

Hasil uji parameter pada limbah olahan (Tabel 2) selanjutnya dibandingkan dengan standar baku mutu air limbah pada Tabel 3 yang merupakan daftar parameter dalam standar baku mutu air limbah berdasarkan Permen LH No. 5 Tahun 2014 . Standar baku mutu yang diambil adalah standar baku mutu air limbah bagi usaha dan/kegiatan yang belum memiliki baku mutu yang ditetapkan. Hal ini terkait bahwa limbah laboratorium belum memiliki standar baku mutu yang ditetapkan.

Tabel 3. Standar Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha dan Kegiatan yang belum memiliki Baku Mutu yang ditetapkan

No.	Parameter	Satuan	Olahan Rata-rata	Golongan	
				I	II
1	pH	-	6,63	6,0 – 9,0	6,0 – 9,0
2	Suhu	°C	25,6	38	40
3	BOD	mg/L	453,5	50	150
4	COD	mg/L	65.311	100	300
5	Besi (Fe)	mg/L	7,697	5	10
6	Mangan (Mn)	mg/L	4,787	2	5
7	Tembaga (Cu)	mg/L	9,902	2	3
8	Seng (Zn)	mg/L	0,243	5	10
9	Crom total (Cr)	mg/L	2,877	0,5	1
10	Timbal (Pb)	mg/L	0,141	0,1	1
11	Nikel (Ni)	mg/L	17,375	0,2	0,5

Hasil perbandingan menunjukkan bahwa penurunan parameter pada limbah olahan belum memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan. Hal ini menunjukkan bahwa pengolahan limbah laboratorium kimia secara koagulasi-flokulasi menggunakan kitosan dan daun *Abelmoschus* belum optimal menurunkan parameter sesuai standar baku mutu yang ditetapkan. Untuk itu perlu dilakukan pengolahan lanjutan (*advance treatment*) dengan metoda filtrasi dan adsorpsi menggunakan karbon aktif, zeolit, bentonit, dll. untuk menghilangkan sisa warna, bahan organik, dan logam berat. Kemudian untuk menghilangkan kadar BOD dan COD yang tinggi menggunakan metoda lumpur aktif (*activated sludge*) dimana bahan organik dalam air limbah akan diuraikan menggunakan mikroorganisme (bakteri) yang tumbuh dan berkembang dalam kondisi aerob (Metcalf & Eddy Inc et al., 2013).

## KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa proses pengolahan limbah laboratorium kimia menggunakan kitosan dan daun *Abelmoschus manihot L.* dapat menurunkan nilai COD dan kadar logam berat. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai COD awal sebesar 74928 mg/L berhasil diturunkan menjadi 65311 mg/L, sementara kadar logam Cr awal sebesar 3,422 mg/L turun menjadi menjadi 2,877mg/L, Mn awal sebesar 5,084 mg/L turun menjadi 4,7875, Cu awal sebesar 36,548 mg/L turun menjadi 9,902 mg/L, Pb awal sebesar 0,169 turun menjadi 0,141 mg/L, Zn awal sebesar 0,342 mg/L turun menjadi 0,243 mg/L, Ni awal sebesar 23,79 mg/L turun menjadi 17,375 mg/L dan Fe awal sebesar 13,615 mg/L turun menjadi 7,697 mg/L. Dalam penelitian ini nilai BOD mengalami kenaikan dari 383 mg/L menjadi 453,5 mg/L.

Untuk kualitas pengolahan yang lebih baik perlu dilakukan pengolahan limbah lanjutan (*advance wastewater treatment*) dengan metoda filtrasi dan adsorpsi menggunakan karbon aktif, zeolit, bentonit, dll. untuk menghilangkan sisa warna, bahan organik, dan logam berat. Kemudian untuk menghilangkan kadar BOD dan COD yang tinggi menggunakan metoda lumpur aktif (*activated sludge*) dimana bahan organik dalam air limbah akan diuraikan menggunakan mikroorganisme (bakteri) yang tumbuh dan berkembang dalam kondisi aerob.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji dan syukur hanya milik Allah Subhanahu Wata'ala. Pada kesempatan ini kami ingin menyampaikan rasa hormat dan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Universitas Pendidikan Indonesia yang telah memberikan dana hibah penelitian dengan nomor kontrak 4/UN40.D/PT.01.01/2025.
2. Dr. Hernani, M.Si sebagai Narasumber yang telah memberikan bimbingan dan arahannya dalam penelitian ini.

3. Para teknisi yang tidak bisa kami sebutkan satu persatu yang telah membantu secara teknis di lapangan sehingga penelitian ini berjalan dengan lancar.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aibani, N., Rai, R., Patel, P., Cuddihy, G., & Wasan, E. K. (2021). Chitosan Nanoparticles at the Biological Interface: Implications for Drug Delivery. *Pharmaceutics*, 13 (10), 1686. <https://doi.org/10.3390/PHARMACEUTICS13101686>
- Alam, G. (2017). *Standardisasi Mutu Ekstrak Daun Gedi (Abelmoschus manihot(L.) Medik Dan Uji Efek Antioksidan Dengan Metode DPPH*. [https://www.academia.edu/105474876/STANDARDISASI\\_MUTU\\_EKSTRAK\\_DAUN\\_GEDI\\_Abelmoschus\\_manihot\\_L\\_MEDIK\\_DAN\\_UJI\\_EFEK\\_ANTIOKSIDAN\\_DENGAN\\_METODE\\_DPPH](https://www.academia.edu/105474876/STANDARDISASI_MUTU_EKSTRAK_DAUN_GEDI_Abelmoschus_manihot_L_MEDIK_DAN_UJI_EFEK_ANTIOKSIDAN_DENGAN_METODE_DPPH)
- Harish Prashanth, K. V., & Tharanathan, R. N. (2007). Chitin/chitosan: modifications and their unlimited application potential—an overview. *Trends in Food Science & Technology*, 18 (3), 117–131. <https://doi.org/10.1016/J.TIFS.2006.10.022>
- Hoya, A. L., Kamelia, M., & Sari, I. (2023). Analysis Of The Amount Of Leachate Pollution On The Environmental Health Of Settlements At Bakung Final Disposal Site Bandar Lampung City. *Jurnal Eduhealt*, 14(02), 707. <http://ejournal.seaninstitute.or.id/index.php/healt>
- Ibrahim, B., Suptijah, P., & Amin, H. (2010). Penggunaan kitosan sebagai pengisi dalam pembuatan sabun transparan : The utilization of chitosan as a filler for transparency soap. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 13(1). <https://doi.org/10.17844/JPHPI.V13I1.3140>
- Indrayani, L., & Rahmah, N. (2018). Nilai Parameter Kadar Pencemar Sebagai Penentu Tingkat Efektivitas Tahapan Pengolahan Limbah Cair Industri Batik. *Jurnal Rekayasa Proses*, 12 (1), 41. <https://doi.org/10.22146/JREKPROS.35754>
- Juharna, F. M., Widowati, I., & Endrawati, H. (2022). Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Dan Kromium (Cr) Pada Kerang Hijau (Perna viridis) Di Perairan Morosari, Sayung, Kabupaten Demak. *Buletin Oseanografi Marina*, 11(2), 139–148. <https://doi.org/10.14710/BULOMA.V11I2.41617>
- Justicia, N. B. (2024). *Keanekaragaman dan kelimpahan fitoplankton di perairan Ranu Grati Kabupaten Pasuruan Jawa Timur*.
- Kementerian Lingkungan Hidup. (2014). *Permen LH No. 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah*. <https://peraturan.bpk.go.id/Details/322442/permenvlh-no-5-tahun-2014>
- Mamahit, L. P., & Soekamto, N. H. (2010). Satu Senyawa Asam Organik Yang Diisolasi Dari Daun Gedi (Abelmoschus manihot L. Medik) Asal Sulawesi Utara. *Chemistry Progress*, 3(1). <https://doi.org/10.35799/CP.3.1.2010.73>
- Metcalf & Eddy Inc, Tchobanoglous, G., Burton, F. L., Tsuchihashi, R., & Stensel, H. D. (2013). Wastewater Engineering: Treatment and Resource Recovery. *Wastewater Engineering*, 2048. [https://www.researchgate.net/publication/272818576\\_Wastewater\\_Engineering\\_Treatment\\_and\\_Resource\\_Recovery](https://www.researchgate.net/publication/272818576_Wastewater_Engineering_Treatment_and_Resource_Recovery)
- Othman, A., Mukhtar, N. J., Ismail, N. S., Chang, S. K., & Alam, S. (2014). ,2\* Phenolics, flavonoids content and antioxidant activities of 4 Malaysian herbal plants. *International Food Research Journal*, 21(2), 759–766.
- Pitalokasari, O. D., Fiqri, S., & Ayudia, D. (2021). Validasi Metode Pengujian Biochemical Oxygen Demand (BOD) dalam Air Laut secara Titrimetri Berdasarkan SNI 6989.72:2009. *Ecolab*, 15(1), 63–75. <https://doi.org/10.20886/jkjh.2021.15.1.63-75>
- Rachmawati, S. W., Bambang, I., & Winarni, W. (2009). Pengaruh Ph Pada Proses Koagulasi Dengan Koagulan Aluminum Sulfat Dan Ferri Klorida. *Indonesian Journal Of Urban And Environmental Technology*, 5(2 SE-Articles), 40–45. <https://doi.org/10.25105/urbanenvirotech.v5i2.676>

- Ramesh Babu, R., Bhadrinarayana, N., & Sheriffa Begum, Kmm. (2007). Treatment Of Tannery Wastewater By Electrocoagulation. *Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy*, 42(2), 201–206.
- Rohana, H., Ahmad, A., & Irwanto, R. (2023). Pemanfaatan Ekstrak Daun Abelmoschus manihot L. sebagai Flokulan Pengolahan Air Tanah pada Kegiatan Praktikum Kimia Analisis Lingkungan. *Indonesian Journal of Laboratory*, 1(3), 196–204. <https://doi.org/10.22146/IJL.V1I3.91375>
- Rohana, H., Dzulummah, Z., & Yogasmana, Y. (2025). Pengolahan Limbah Laboratorium Kimia Secara Organik Menggunakan Kitosan dan Ekstrak Daun Abelmoschus dalam Kegiatan Praktikum. *Jurnal Pengelolaan Laboratorium Pendidikan*, 7(2), 112–121. <https://doi.org/10.14710/JPLP.7.2.112-121>
- Rohana, H., Maemunah, I., & Sonjaya, Y. (2023). Pengaruh Ekstrak Daun Ipomoea batatas L. sebagai Flokulan Fe dalam Pengolahan Air. *Indonesian Journal of Laboratory*, 1(1), 60–69. <https://doi.org/10.22146/IJL.V1I1.83449>
- Saninzita Afwa, R., Rudolf Muskananfola, M., Rahman, A., Sabdaningsih Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, A., Perikanan dan Ilmu Kelautan, F., Diponegoro, U., Soedarto, J., Tengah, J., Beringin merupakan sungai yang terletak di Kelurahan Tambakaji, S., Ngaliyan, K., & Semarang Sungai ini mengalir dari Kecamatan Mijen dan Kecamatan, K. (2021). Analysis of the Load and Status of Organic Matter Pollution in Beringin River Semarang. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 10(3), 168–178. <https://doi.org/10.15294/IJCS.V10I3.50705>
- Santoso, A. D. (2018). Keragaan Nilai DO, BOD dan COD di Danau Bekas Tambang Batubara Studi Kasus pada Danau Sangatta North PT. KPC di Kalimatan Timur. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 19(1), 89. <https://doi.org/10.29122/JTL.V19I1.2511>
- Sutikno, S. (Sutikno), Otok, B. W. (Bambang), & Lumaela, A. K. (Asih). (2013). Pemodelan Chemical Oxygen Demand (Cod) Sungai Di Surabaya Dengan Metode Mixed Geographically Weighted Regression. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 2(1), 15957. <https://doi.org/10.12962/J23373520.V2I1.3204>
- Taroreh, M. I. R., Widiyantoro, A., Murdiati, A., Hastuti, P., & Raharjo, S. (2016). Identification of flavonoid from leaves of gedi (Abelmoschus manihot L.) and its antioxidant activity. *AIP Conference Proceedings*, 1755(1), 80010. <https://doi.org/10.1063/1.4958518/822769>
- Windhono, F., Dzaky, M. M., Dewati, R., & Sunarti, A. Y. (2023). Pemanfaatan Kitosan Dari Cangkang Rajungan Sebagai Biokoagulan Pada Air Limbah Industri Tahu. *Jurnal Teknik Kimia*, 17(2), 56–60. [https://doi.org/10.33005/jurnal\\_tekkim.v17i2.3782](https://doi.org/10.33005/jurnal_tekkim.v17i2.3782)