

**METODE TERPADU (KOAGULASI-SEDIMENTASI-KOLOM  
ADSORPSI) DENGAN TAWAS, KARBON AKTIF, DAN BATUBARA  
UNTUK PENGOLAHAN LIMBAH CAIR SONGKET**

**SKRIPSI**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh  
Gelar Sarjana Sains Bidang Studi Kimia**



**Oleh :**

**Azzahra Septa Wulandari**

**08031182126020**

**JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2025**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**METODE TERPADU (KOAGULASI-SEDIMENTASI-KOLOM  
ADSORPSI) DENGAN TAWAS, KARBON AKTIF, DAN BATUBARA  
UNTUK PENGOLAHAN LIMBAH CAIR SONGKET**

**SKRIPSI**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh  
Gelar Sarjana Sains Bidang Studi Kimia**

**Oleh:**

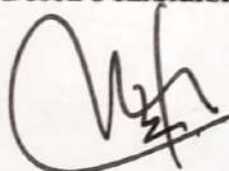
**AZZAHRA SEPTA WULANDARI**

**03031152126928**

**Indralaya, 20 Maret 2025**

**Menyetujui,**

**Dosen Pembimbing**



**Dr. Muhammad Said, M.T**

**NIP. 197407212001121001**

**Mengetahui,**

**Dekan FMIPA**



**Prof. Hermansyah, S.Si., M.Si., Ph.D.**

**NIP. 197111191997021001**

## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi Azzahra Septa Wulandari (08031182126020) dengan judul "Metode Terpadu (Koagulasi-Sedimentasi-Kolom Adsorpsi) dengan Tawas, Karbon Aktif, dan Batubara untuk Pengolahan Limbah Cair Songket" telah diseminarkan di hadapan Tim Penguji Sidang Sarjana Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 19 Maret 2025 dan telah diperbaiki, diperiksa serta disetujui sesuai masukan yang telah diberikan.

Indralaya, 20 Maret 2025

Ketua :

1. **Dra. Fatma, M.S**

NIP. 196207131991022001

(  )

Anggota :

1. **Dr. Muhammad Sidiq, M.T.**

NIP. 197407212001121001

(  )

2. **Dr. Desnelli, M.Si.**

NIP. 196912251997022001

(  )

Mengetahui,

**Dekan FMIPA**  
  
**Prof. Hermansyah, S.Si., M.Si., Ph.D**  
NIP. 197111191997021001

**Ketua Jurusan Kimia**  
  
**Prof. Dr. Muharni, M.Si.**  
NIP. 196903041994122001

## PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Azzahra Septa Wulandari

NIM : 08031182126020

Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Kimia

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan karya ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan strata (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun perguruan tinggi lain. Semua informasi yang dimuat dalam skripsi ini berasal dari penulis lain baik yang dipublikasikan atau tidak telah diberikan penghargaan dengan cara mengutip nama sumber penulis secara benar. Semua isi dari skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Indralaya, 21 Maret 2025

Penulis,



Azzahra Septa Wulandari

NIM. 08031182126020

**HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK  
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Azzahra Septa Wulandari  
NIM : 08031182126020  
Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Kimia  
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya "hak bebas royalti non-eksklusive (*non-exclusively royalty-free right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul: Metode Terpadu (Koagulasi-Sedimentasi-Kolom Adsorpsi) dengan Tawas, Karbon Aktif, dan Batubara untuk Pengolahan Limbah Cair Songket. Dengan hak bebas royalti non-eksklusive ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih, edit/memformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan tugas akhir atau skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Indralaya, 21 Maret 2025

Penulis,



Azzahra Septa Wulandari

NIM. 08031182126020

## MOTTO DAN PERSEMBAHAN

“Di balik kesuksesan dan kemudahan hidup seorang anak, ada doa ibu yang tidak pernah putus didalamnya”

Kesuksesan adalah saat persiapan dan kesempatan bertemu”

(Bobby Unser)

“Apapun yang menjadi takdirmu, akan mencari jalannya menemukanmu.”

(Ali bin Abi Thalib)

“Sesuatu akan terlihat tidak mungkin sampai semuanya selesai”

(Nelson Mandela)

Skripsi ini sebagai salah satu rasa Syukur kepada Allah SWT dan dipersembahkan untuk :

1. Kedua orangtuaku, terutama bunda
2. Keluarga tercinta yaitu embah dan adik-adikku tersayang
3. Dosen Pembimbing tugas akhir dan akademik.
4. Almamater Universitas Sriwijaya.
5. Orang-orang yang bertanya melulu tanpa henti, “Kapan sidangnya? dan Kapan wisudanya?”.

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan Syukur kehadirat Allah SWT yang maha pengasih dan maha penyayang, atas curahan rahmat dan pertolongan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul “Metode Terpadu (Koagulasi-Sedimentasi-Kolom Adsorpsi) dengan Tawas, Karbon Aktif, dan Batubara untuk Pengolahan Limbah Cair Songket” ini dengan tepat waktu. Skripsi ini ditulis sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Jurusan Kimia Universitas Sriwijaya.

Penulis mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada orangtua tercinta, yaitu **Ibu Sriwiarti** yang telah memberikan yang terbaik untuk anaknya sehingga dapat menyelesaikan masa Pendidikan Strata 1 di Universitas Sriwijaya. Dalam penyelesaian dan penulisan skripsi ini juga banyak sekali bantuan yang diterima penulis dari berbagai pihak baik langsung maupun tidak langsung. Penulis menyampaikan terimakasih juga kepada :

1. Bapak Prof. Hermansyah, S.Si., M.Si., Ph.D, selaku Dekan FMIPA, Universitas Sriwijaya.
2. Ibu Prof. Dr. Muharni, M.Si. selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA, Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Dr. Addy Rachmat, M.Si. selaku Sekertaris Jurusan Kimia FMIPA, Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Dr. Muhammad Said, M. T. selaku pembimbing akademik sekaligus pembimbing tugas akhir.
5. Ibu Dra. Fatma, M. S dan Ibu Dr. Desnelli, M.Si. selaku pembahas dan penguji sidang sarjana.
6. Seluruh Dosen FMIPA KIMIA yang telah mendidik dan membimbing selama masa perkuliahan.
7. Ibu Siti Nuraini, S. T., M.Si, Ibu Yuniar, S. T., M.Sc., dan Ibu Hanida Yanti, A.Md. selaku analis di laboratorium kimiayang selalu membantu dalam hal keperluan tugas akhir.
8. Kak Chosiin dan mbak Novi selaku admin jurusan kimia yang telah banyak membantu dalam kelancaran administrasi selama perkuliahan.

9. Keluarga kecil penulis yang penuh keriwahan dan hangat yaitu bunda, embah Manisem, adikku Nafa, Krisna dan Bima kecil yang selalu mendoakan memberikan semangat, dukungan dan perhatian. Terutama adikku Nafa yang menjadi teman di kos sekaligus musuh berkelahi.
10. Teman seperjuangan kuliahku, Allyssa Nethania Q.A yang selalu kebersamai serta membantu dalam kerumitan setiap langkah perjalanan ini. Terimakasih sudah menjadi teman yang baik. Terimakasih atas segala bentuk dukungan yang tak terhitung jumlahnya, dari obrolan panjang di tengah malam, diskusi yang penuh kebingungan, hingga tawa yang menjadi pelipur lara di saat lelah melanda. Semoga kelak kita bisa mengingat masa-masa ini dengan senyum, dan semoga sukses selalu menyertai langkah kita masing-masing.
11. Bintang, Della, dan Dhuha selaku teman baikku sejak SMA yang selalu setia bersama menemani hingga saat ini. Terima kasih atas kebersamaan, canda tawa, serta semangat yang kalian berikan di setiap langkah perjalanan ini. Kita mungkin tidak selalu bersama setiap saat, tapi dukungan dan obrolan sederhana bersama kalian menjadi penyemangat di tengah kesibukan. Semoga pertemanan kita tetap terjaga, apa pun yang terjadi di masa depan.
12. Adik tingkatku Fenny dan Dhea yang sangat lucu dan sweet, yang selalu membuat kejutan yang tak terduga untuk kakaknya ini.
13. Guru-guru SMA YPI Tunas Bangsa, yang telah mendidik, membimbing, dan membantu membentuk pribadiku menjadi seperti sekarang. Hal-hal nyeleneh terkadang aku lakukan yang membuat guruku geleng-geleng kepala.
14. Teman-teman Novo Club Batch 3 terutama Team Gacor yang selalu ribut akan waktu nongki karena semuanya punya kesibukan masing-masing dan dari Angkatan kuliah dan umur yang beragam.
15. Teman-teman Angkatan Kimia 2021, Duta Inovatif Indonesia Chapter III, Volunteer Ekspedisi Zumbi 2.0, Volunteer lainnya, kakak-kakak Surveyor, serta teman SD, SMP, dan SMA ku yang masih berkabar hingga saat ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, saran dan masukan yang bersifat membangun sangat diharapkan guna menyempurnakan serta melengkapi segala kekurangan dan keterbatasan dalam



penyusunan skripsi ini. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat pengetahuan kepada pembaca dan rujukan bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Indralaya, 20 Maret 2025

Penulis

## SUMMARY

### INTEGRATED METHOD (COAGULATION-SEDIMENTATION- ADSORPTION COLUMN) WITH ALUM, ACTIVATED CARBON, AND COAL FOR THE TREATMENT OF SONGKET LIQUID WASTE

Azzahra Septa Wulandari: Supervised by Dr. Muhammad Said, M.T.

Departement of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences,  
Sriwijaya University

xi + 57 pages, 3 pictures, 12 tables, and 8 attachments

This research aims to determine the effect of variations in the weight of the coagulant alum, variations in the inlet flow rate of songket wastewater, as well as variations in single adsorbents (coal) and combined adsorbents (coal and activated carbon) on the efficiency of pollutant reduction in songket wastewater and on the analysis parameters, namely pH, TSS, COD, and color. In the coagulation-sedimentation process, the weight of alum was varied in 3 variations (5 grams; 7.5 grams; and 10 grams) each in one liter of wastewater with a sedimentation time of 16 hours. The column adsorption process was conducted with two variations of the inlet flow rate of the songket liquid waste (150 mL/min and 100 mL/min) and two variations of adsorbents (single coal adsorbent and combined coal-activated carbon adsorbent). Adsorption was carried out using songket liquid waste with a coagulant weight of 7.5 g/L and a sedimentation time of 16 hours. pH analysis was conducted using a pH meter, TSS analysis was performed gravimetrically, COD content analysis was carried out using closed reflux with UV-Vis spectrophotometry, and color analysis was performed using UV-Vis spectrophotometry. The results of processing songket wastewater using an integrated method (coagulation-sedimentation-column adsorption) at a flow rate of 100 mL/min reduced TSS, COD, and color by 58.1%, 93.88%, and 85.32%, respectively, with a pH increase to 4.88. At a flow rate of 150 mL/min, TSS, COD, and color were reduced by 34.3%, 89.94%, and 82.80%, respectively, with a pH increase to 4.5. Overall, the research results indicate that the integrated coagulation-sedimentation-column adsorption method significantly reduces the pollutant levels in the liquid waste of the songket industry. The inlet flow rate of 100 mL/min for songket wastewater is more effective in reducing pollutants compared to a flow rate of 150 mL/min. Combined adsorbents were found to be more effective than single adsorbents in reducing pollutants.

**Keywords** : Songket Liquid Waste, Coagulation-Sedimentation, and Adsorption  
**Citation** : 69 (1982-2024)

## RINGKASAN

### METODE TERPADU (KOAGULASI-SEDIMENTASI-KOLOM ADSORPSI) DENGAN TAWAS, KARBON AKTIF, DAN BATUBARA UNTUK PENGOLAHAN LIMBAH CAIR SONGKET

Azzahra Septa Wulandari; Dibimbing oleh Dr. Muhammad Said, M.T.

Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya

xi + 57 halaman, 3 gambar, 12 tabel dan 8 lampiran

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengaruh variasi berat koagulan tawas, variasi laju alir inlet limbah cair songket, serta variasi adsorben tunggal (batubara) dan adsorben kombinasi (batubara dan karbon aktif) terhadap efisiensi penurunan polutan limbah cair songket dan terhadap parameter analisis yaitu pH, TSS, COD, dan zat warna. Pada proses koagulasi-sedimentasi, berat tawas divariasikan sebanyak 3 variasi (5 gram; 7,5 gram; dan 10 gram) masing-masing dalam satu liter limbah cair dengan lama waktu sedimentasi 16 jam. Proses adsorpsi kolom dilakukan variasi laju alir inlet limbah cair songket sebanyak 2 variasi (150 mL/menit dan 100 mL/menit) dan variasi adsorben sebanyak 2 variasi (adsorben tunggal batubara dan adsorben kombinasi batubara-karbon aktif). Adsorpsi dilakukan menggunakan limbah cair songket dengan berat koagulan tawas 7,5 g/L dengan lama waktu sedimentasi 16 jam. Analisis pH dilakukan dengan pH meter, analisis TSS dilakukan secara gravimetri, analisis kadar COD dilakukan dengan refluks tertutup secara spektrofotometri UV-Vis, dan analisis warna secara spektrofotometri UV-Vis. Hasil pengolahan limbah cair songket dengan metode terpadu (koagulasi-sedimentasi-kolom adsorpsi) pada laju alir 100 mL/menit menurunkan TSS, COD, dan zat warna sebesar 58,1; 93,88; dan 85,32 %, dengan kenaikan pH 4,88 dan pada laju alir 150 mL/menit menurunkan TSS, COD, dan zat warna berturut-turut sebesar, 34,3; 89,94; dan 82,80 % serta kenaikan pH menjadi 4,5. Secara keseluruhan hasil penelitian menunjukkan bahwa metode terpadu koagulasi-sedimentasi-adsorpsi kolom secara signifikan menurunkan kadar polutan pada limbah cair industri songket. Laju alir inlet limbah cair songket 100 mL/menit lebih efektif dalam menurunkan polutan dibandingkan dengan laju alir 150 mL/menit. Adsorben kombinasi didapat lebih efektif daripada adsorben tunggal dalam menurunkan polutan.

**Kata kunci** : Limbah Cair Songket, Koagulasi-Sedimentasi, dan Adsorpsi  
Kepustakaan : 69 (1982-2024)

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH</b> .....	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS</b> .....	<b>v</b>
<b>MOTTO DAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vii</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>x</b>
<b>RINGKASAN</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xv</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xvii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>4</b>
2.1 Limbah .....	4
2.2 Limbah Cair Songket .....	4
2.3 Pengolahan Air Limbah .....	6
2.4 Koagulasi .....	6
2.5 Sedimentasi .....	7
2.6 Adsorpsi .....	8
2.7 Karbon Aktif .....	9
2.8 Batubara .....	10
2.9 Parameter Uji .....	11

2.9.1	<i>Chemical Oxygen Demand (COD)</i>	11
2.9.2	<i>Total Suspended Solid (TSS)</i>	12
2.9.3	<i>Power of Hydrogen (pH)</i>	12
2.9.4	Warna Air Limbah	13
<b>BAB III</b>	<b>METODOLOGI PENELITIAN</b>	15
3.1	Waktu dan Tempat	15
3.2	Alat dan Bahan	15
3.2.1	Alat	15
3.2.2	Bahan	15
3.3	Prosedur Penelitian	15
3.3.1	Analisa Sampel Awal	15
3.3.2	Proses Koagulasi – Sedimentasi	16
3.3.3	Proses Adsorpsi Kolom	16
3.3.4	Analisis Nilai pH (SNI 06-6989.11-2004)	17
3.3.5	Analisis Nilai TSS (SNI 6989.3:2019)	17
3.3.5.1	Persiapan Kertas Saring	17
3.3.5.2	Pengukuran Sampel	17
3.3.6	Analisis Nilai COD (SNI 6989.2:2019)	17
3.3.6.1	Pembuatan Larutan Kerja	17
3.3.6.2	Pembuatan Kurva Kalibrasi	18
3.3.6.3	Pengukuran Sampel	18
3.3.7	Analisis Nilai Warna (SNI 6989.80:2011)	19
3.3.7.1	Pembuatan Kurva Standar	19
3.3.7.2	Pengukuran Sampel	19
3.4	Analisis Data	20
3.4.1	Analisis Nilai pH	20
3.4.2	Analisis Nilai TSS	20
3.4.3	Analisis Nilai COD	20
3.4.4	Analisis Nilai Warna	20
3.4.5	Efektivitas Penurunan (%)	20
<b>BAB IV</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	21
4.1	Analisis Awal Limbah Cair Songket	21

4.2	Pengolahan Limbah Cair Songket .....	22
4.2.1	Proses Koagulasi-Sedimentasi .....	22
4.2.1.1	Analisis pH .....	22
4.2.1.2	Analisis TSS .....	23
4.2.1.3	Analisis COD .....	25
4.2.1.4	Analisis Zat Warna.....	27
4.2.2	Proses Adsorpsi Kolom .....	29
4.2.2.1	Adsorpsi Menggunakan Adsorben Tunggal ....	29
4.2.2.2	Adsorpsi Menggunakan Adsorben Kombinasi .	32
4.3	Efektivitas Penurunan Kadar Parameter Uji.....	34
<b>BAB V</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>37</b>
5.1	Kesimpulan .....	37
5.2	Saran .....	37
	<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>38</b>
	<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>45</b>

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar 1. Skema Alat Adsorpsi Kolom .....	16
Gambar 2. Sampel Awal .....	22
Gambar 3. Kurva Panjang Gelombang Maksimum Parameter COD.....	26

## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
Tabel 1.	Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Industri Tekstil .....5
Tabel 2.	Hasil Analisis Awal Limbah Cair Songket .....22
Tabel 3.	Hasil Analisis Setelah Proses Koagulasi-Sedimentasi .....23
Tabel 4.	Hasil Analisis Setelah Proses Adsorpsi dengan Batubara .....30
Tabel 5.	Hasil Analisis Setelah Proses Adsorpsi dengan Batubara + Karbon aktif .....32
Tabel 6.	Efektivitas Penurunan Setelah Proses Adsorpsi.....35
Tabel 7.	Nilai TSS Setelah Proses Koagulasi-Sedimentasi .....49
Tabel 8.	Nilai TSS Setelah Proses Adsorpsi .....49
Tabel 9.	Nilai COD Setelah Proses Koagulasi-Sedimentasi .....52
Tabel 10.	Nilai COD Setelah Proses Adsorpsi .....52
Tabel 11.	Nilai Warna Setelah Proses Koagulasi-Sedimentasi .....55
Tabel 12.	Nilai Zat Warna Sampel Setelah Proses Adsorpsi.....55



## DAFTAR LAMPIRAN

	<b>Halaman</b>
Lampiran 1. Diagram Alir Penelitian.....	44
Lampiran 2. Dokumentasi Proses Penelitian .....	45
Lampiran 3. Alat Adsorpsi Kolom.....	46
Lampiran 4. Analisis Nilai pH .....	47
Lampiran 5. Analisis Nilai <i>Total Suspended Solid</i> (TSS) .....	48
Lampiran 6. Analisis <i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD) .....	50
Lampiran 7. Analisis Zat Warna .....	53
Lampiran 8. Perhitungan Efektivitas Penurunan Parameter .....	56

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Limbah cair songket diketahui sebagai salah satu limbah yang dihasilkan oleh aktivitas industri songket, yaitu proses pewarnaan kain songket menggunakan pewarna sintetis. Karakteristik limbah cair songket yang dihasilkan umumnya berwarna keruh, pekat, mengandung zat warna, dan bahan-bahan sintetis yang sukar untuk diuraikan. Limbah cair tersebut dapat meningkatkan resiko kerusakan lingkungan, serta adanya senyawa azo serta turunannya dalam pewarna tekstil yang sulit terdegradasi dapat menyebabkan masalah kesehatan (Dahlan dkk, 2019). Limbah cair songket perlu dilakukan pengolahan sebelum dibuang untuk meminimalisir volume, konsentrasi, dan toksisitas limbah, hingga limbah cair memenuhi persyaratan untuk dibuang (Rusdianasari *et al*, 2019). Limbah cair dapat diolah secara kimia, fisika, dan kombinasi fisika-kimia. Pengolahan limbah cair secara kimia yaitu dengan metode koagulasi, secara fisika yaitu metode sedimentasi-koagulasi, dan secara fisika-kimia yaitu metode adsorpsi (Indrayani dan Rahmah, 2018).

Koagulasi merupakan proses destabilisasi partikel dengan cara penambahan koagulan sehingga terjadi penggabungan partikel-partikel koloid (Ardiansyah dkk, 2024). Koagulan dapat berperan sebagai penetral dengan mengurangi muatan negatif partikel, sehingga akan terjadinya gaya *Van der Waals* mendorong agregasi antar zat-zat tersuspensi dan koloid membentuk mikroflok (Fahni dkk, 2023). Mikroflok yang banyak terbentuk tersebut tersuspensi dalam larutan dan untuk menghilangkannya diperlukannya integrasi metode koagulasi dengan metode lainnya. Pengolahan limbah cair dengan metode koagulasi dapat diaplikasikan secara terintegrasi dengan metode sedimentasi. Integrasi kedua metode tersebut dapat meminimalisasi penggunaan bahan koagulan kimia serta mengurangi hasil samping berupa *sludge* B3 yang dihasilkan. Metode koagulasi-sedimentasi memiliki kelebihan pada cara operasionalnya yang mudah, sederhana, dan tidak membentuk senyawa beracun pada produk hasil pengolahan karena molekul polutan tidak didekomposisi (Simbolon, 2020). Metode sedimentasi dapat

memisahkan mikroflok atau campuran padatan dengan larutan secara alami dengan pengaruh gaya gravitasi. Metode sedimentasi dengan pengaruh gaya gravitasi terjadi dengan mendiamkan suspensi agar terpisah antara endapan dan larutannya (Fahni dkk, 2023). Integrasi metode koagulasi-sedimentasi memiliki kelemahan yaitu kurang efektif menghilangkan zat terlarut yang memiliki ukuran sangat kecil atau terdispersi dengan stabil. Hal ini disebabkan oleh keterbatasan koagulan dalam mengagregasi partikel-partikel kecil menjadi partikel yang lebih besar yang dapat mengendap. Selain itu, proses koagulasi dapat meninggalkan residu koagulan dalam air, yang berpotensi mencemari lingkungan. Zat terlarut yang memiliki ukuran sangat kecil dan residu koagulan dalam air tersebut dapat dikurangi dengan metode lanjutan yaitu metode adsorpsi.

Metode adsorpsi merupakan proses penyerapan adsorbat pada permukaan adsorben. Adsorpsi dalam pengolahannya relatif sederhana, efisiensinya relatif tinggi, tidak berdampak buruk terhadap lingkungan, dan mampu mengurangi biaya produksi penanganan limbah (Hidayati dkk, 2021). Selama ini pengolahan limbah cair songket lebih sering dilakukan dengan adsorpsi sistem *batch*, yang jarang digunakan di industri karena kurang efisien untuk skala besar di industri. Sedangkan pengolahan limbah cair songket dengan sistem kolom yang berpotensi lebih efisien dan efektif untuk skala besar di industri karena memiliki kapasitas yang besar masih jarang diteliti. Pada penelitian ini digunakan sistem adsorpsi kolom yang dilakukan dengan cara menggunakan adsorben yang dimasukkan ke dalam kolom dan adsorbat dilewatkan pada kolom dengan laju alir tertentu. Proses penyerapan adsorbat dalam proses adsorpsi dapat diterapkan dengan menggunakan bahan berpori, seperti batubara dan karbon aktif. Batubara dapat digunakan sebagai adsorben alami yang mudah didapatkan dan dapat diaplikasikan untuk penyerapan logam berat, senyawa organik, dan adsorpsi zat warna dalam pengolahan limbah (Yuliani *et al*, 2018). Karbon aktif sebagai adsorben untuk penyerapan polutan dalam limbah cair memiliki luas permukaan yang besar, porositas yang tinggi, biaya yang murah karena dapat dibuat dari bahan alam, stabilitas termal yang baik, reaktivitas permukaan, dan kapasitas adsorpsi yang kuat (Lubis dkk, 2020).

Proses pengolahan limbah cair yang dilakukan secara terintegrasi dengan beberapa metode berkesinambungan akan menghasilkan hasil pengolahan limbah

cair yang semakin efektif (Martini dkk, 2020). Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan proses pengolahan limbah cair songket menggunakan metode terpadu (koagulasi-sedimentasi-kolom adsorpsi) dengan tawas, adsorben karbon aktif dari tempurung kelapa dan adsorben batubara mentah jenis *sub-bituminus*. Parameter yang diuji antara lain pH, TSS, COD, dan warna, dengan variabel penelitian berupa berat koagulan tawas, laju alir limbah cair songket, dan penggunaan adsorben tunggal dan kombinasi.

## **1.2 Rumusan Masalah**

1. Bagaimana pengaruh variasi berat koagulan tawas terhadap parameter pH, TSS, COD, dan zat warna dari limbah cair songket.
2. Bagaimana pengaruh variasi laju alir inlet limbah cair songket pada kolom adsorpsi terhadap efisiensi penurunan polutan.
3. Bagaimana pengaruh penggunaan adsorben tunggal (batubara) dan adsorben kombinasi (batubara dan karbon aktif) terhadap penurunan polutan pada limbah cair songket.

## **1.3 Tujuan Penelitian**

1. Menentukan pengaruh variasi berat koagulan tawas terhadap parameter pH, TSS, COD, dan zat warna.
2. Menentukan pengaruh variasi laju alir inlet limbah cair songket pada kolom adsorpsi terhadap efisiensi penurunan polutan limbah cair songket.
3. Menentukan pengaruh penggunaan adsorben tunggal (batubara) dan adsorben kombinasi (batubara dan karbon aktif) terhadap penurunan polutan limbah cair songket.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini dilakukan untuk menunjukkan bahwa metode terpadu koagulasi-sedimentasi-adsorpsi kolom dengan tawas, karbon aktif, dan batubara dapat secara efektif mengurangi parameter pencemaran seperti pH, TSS, COD, dan warna dari limbah cair songket. Berdasarkan hal tersebut, diharapkan dengan adanya penelitian ini dapat menjadi alternatif pengolahan limbah cair yang ramah lingkungan dan mudah diterapkan di industri songket.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ardiansyah, M., Maisarah., Febriani, L., Beladona, S. U. M., Maharina, M. D. D., Herliana, E., Sundari, U. Y., Gusdini, N., Hanasenta, E., dan Situmorang, M. T. N. 2024. *Pengendalian dan Pengelolaan Limbah Industri*. Padang: CV. Gita Lentera Redaksi.
- Arief, L. M. 2016. *Pengolahan Limbah Industri*. Yogyakarta: CV ANDI OFFSET.
- Arif, I. 2014. *Batubara INDONESIA*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- ASTM, "ASTMD388: Standard Classification of Coal by Rank, "USA, 1993.
- Astuti, W., dan Kurniawan, B. 2015. Adsorpsi  $Pb^{2+}$  Dalam Limbah Cair Artifisial Menggunakan Sistem Adsorpsi Kolom Dengan Bahan Isian Abu Layang Batubara Serbuk dan Granular. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*. 4(1), 27-33.
- Astutik, R. P., Septian, P. D., Andini, I. N., Fitriya, N. I., dan Radianto, D. O. 2024. Pengembangan Teknologi Ramah Lingkungan Untuk Pengolahan Limbah Padat Menuju Produksi Bebas Limbah. *Venus: Jurnal Publikasi Rumpun Ilmu Teknik*. 2(2), 83-96.
- Atikah. 2021. Penyisihan Logam Dalam Limbah Cair Kerajinan Tenun Songket Dengan Metode Elektrokimia. *Jurnal Redoks*, 6(1), 17.
- Aulia, M., Arifin, M. D., Taufiq, A., Rukmana, M. D., dan Putri, S. D. E. 2024. Peningkatan Kualitas Air Limbah Tahu dengan Penggunaan Arang Aktif dan Zeolit Alam dalam Sistem Filtrasi. *Seminar Nasional Kimia 2024 UIN Sunan Gunung Djati*. 44(1), 99-103.
- Bahriana, S. N., Yusuf, B., dan Wirawan, T. 2022. Adsorpsi Ion Kadmium ( $Cd^{2+}$ ) Menggunakan Adsorben Dari Ampas Teh Dengan Metode Kolom. *Prosiding Seminar Nasional Kimia dan Terapan II 2022 EISSN 2987-9922*. 87-93.
- Bubanale, S., dan Shivashankar, M. 2017. History, Method of Production, Structure and Applications of Activated Carbon. *International Journal of Engineering Research & Technology*. 6(6), 495-498.
- Dahlan, M., Chandra, H., Susmanto, P., Lifa., dan Zanadiya, S. 2019. Produksi Air Bersih dari Pengolahan Limbah Cair Songket Menggunakan Proses Pemisahan Membran Bioreaktor. *Seminar Nasional AVoER11* 11(1), 486-494.
- Dewantoro, Y. E. R. U. 2022. *Pencemaran Lingkungan*. Pasaman Barat: Cv. Azka Pustaka.

- Ekoputri, S. F., Rahmatunnissa, A., Nulfaidah, F., Ratnasari, Y., Djaeni, M., dan Sari, D. A. 2024. Pengolahan Air Limbah dengan Metode Koagulasi Flokulasi pada Industri Kimia. *Jurnal Serambi Engineering*. 9(1), 7781-7787.
- Ermawati, R., dan Aji, A. S. 2018. *Sistem Penyediaan Air Minum (Studi Kasus Kota Ambon)*. Magelang: UNIMMA PRESS.
- Fahni, Y., Sufra, R., Ahmad, I. M., dan Fadhila, S. 2023. Pengaruh Penambahan Koagulan Terhadap Laju Sedimentasi pada Proses Sedimentasi Larutan Tepung Maizena. *Jurnal Ilmiah Teknik*. 2(1), 18-22.
- Fatimah, S., Mumtaz, N. A., dan Hidayati, N. 2016. Penurunan Kadar COD dan TSS dengan Menggunakan Teknik *Pipe Filter Layer* pada Limbah Industri Keripik Singkong. *POLITEKNOSAINS*. 15(2), 36-43.
- Fitriyah., Akbari, T., dan Alfandiana, I. 2022. Pengolahan Limbah Cair Batik Banten secara Koagulasi Menggunakan Tawas dan Adsorpsi dengan Memanfaatkan Zeolit Alam Bayah. *Serambi Engineering*. 7(1), 2499-2509.
- Handoyo, E., Andriani, Y., Rosmayati, L., Chairuna, A., dan Suhendi, E. 2020. Optimalisasi Metode Aktivasi Adsorben Karbon Aktif dengan Sulfur, Tembaga, Sulfida, dan Seng Klorida Serta Uji Kapasitas Adsorpsi dengan Variasi Kondisi Saturasi Gas Alam. *Lembaran Publikasi Minyak dan Gas Bumi*. 54(3), 169-178.
- He, W., Xie, Z., Lu, W., Huang, M., and Ma, J. 2019. Comparative Analysis on Floc Growth Behaviors During Ballasted Flocculation by Using Aluminum Sulphate (AS) and Polyaluminum Chloride (PACl) as Coagulants. *Separation and Purification Technology*. 213(1)-176-185.
- Hidayati, N. F., Trisnawati, A., Sudarni, D. H. A., Setiawan, M. A., dan Wahyuningsih, S. 2021. *Teknologi Pemanfaatan Limbah*. Magetan: CV. AE MEDIA GRAFIKA.
- Indrayani, L., dan Rahmah, N. 2018. Nilai Parameter Kadar Pencemaran sebagai Penentu Tingkat Efektivitas Tahapan Pengolahan Limbah Cair Industri Batik. *Jurnal Rekayasa Proses*. 12(1), 41-50.
- Khair, A. 2017. Larutan Tawas dan Skala Warna Air Limbah Industri Sasirangan. *Jurnal Skala Kesehatan*. 8(1), 1-12.
- Legiso., Kalsum, U., dan Aprianata, A. 2023. Pemanfaatan Batubara *Subbituminus* Menjadi Karbon Aktif sebagai Adsorben Logam Fe (Besi) pada Limbah Air Lindi Stockpile PLTU Batubara. *Jurnal Teknik Patra Akademik*. 14(1), 31-38.

- Lestari, D., dan Nasra, E. 2022. Preparasi Karbon Aktif Kulit Durian dengan Aktivator NaOH serta penyerapannya terhadap Logam Berat Pb(II). *Chemistry Journal of Universitas Negeri Padang*. 11(2), 50.
- Lubis, R. A. F., Nasution, H. I., dan Zubir, M. 2020. Production of Activated Carbon from Natural Sources for Water Purification. *Indonesian Journal of Chemical Science and Technology*. 3(2), 67-73.
- Magdalena, H., Sitepu, A. A., dan Winarno, A. 2023. Studi Penurunan Konsentrasi Air Limbah Penambangan Batubara pada *SUMP PIT A2* di PT. INDOMINING, Sanga-Sanga Kutai Kartanegara. *Jurnal CHEMURGY*. 8(1), 17-26.
- Martini, S., Yuliwati, E., dan Kharismadewi, D. 2020. Pembuatan Teknologi Pengolahan Limbah Cair Industri. *Distilasi*. 5(2), 26-33.
- Ma'ruf, A., Pamungkas, R. B., Damajanti, N., Mulyadi, A. H., dan Afifah, D. N. 2023. Pelatihan Ekstraksi Zat Warna Alami dan Pengolahan Limbah Zat Warna Tekstil Bagi Pengerajin Batik di Banyumas. *Jurnal Pengabdian Teknik dan Sains*. 3(2), 1-5.
- Miftahurrahmah., Ellysa., Suhendrayatna. 2024. Karakterisasi Performa Adsorben Cangkang Telur Pada Proses Penyerapan Logam Merkuri (Hg). *REACTOR: Journal of Research on Chemistry and Engineering*. 5(1); 36-41.
- Napitupulu, R. T., dan Putra, M. H. S. 2024. Pengaruh BOD, COD dan DO Terhadap Lingkungan dalam Penentuan Kualitas Air Bersih di Sungai Pesanggrahan. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*. 5(2), 79-82.
- Nugti, M. A., Cahyani, S. M. D., Latifah, L., dan Sugiharto, A. 2020. Uji Efektifitas Koagulan kapur (CaO), Ferri Klorida (FeCl<sub>3</sub>), Tawas (Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>) Terhadap Penurunan Kadar PO<sub>4</sub> dan COD Pada Limbah Cair Domestik (Laundry) Dengan Metode Koagulasi. *The 11<sup>th</sup> University Research Colloquium 2020 Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta*. 345-348.
- Nurlela, 2018. Pengolahan Air Limbah Pewarna Sintetis dengan Metode Adsorpsi dan Ultraviolet. *Jurnal Redoks*, 3(2), 44-50.
- Nurlina., Zahara, T. A., Gusrizal., dan Kartika, I. D. 2015. Efektivitas Penggunaan Tawas dan Karbon Aktif pada Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu. *Prosiding SEMIRATA*. 690-699.
- Nurrahman, A., Permana, E., Gusti, D. R., Lestari, I. 2021. Pengaruh Konsentrasi Aktivator Terhadap Kualitas Karbon Aktif dan Batubara Lignit. *Jurnal Daur Lingkungan*. 4(2);44-53.

- Pamungkas, M. T. O. A. 2016. Studi Pencemaran Limbah Cair dengan Parameter BOD<sub>5</sub> dan pH di Pasar Ikan Tradisional dan Pasar Modern di Kota Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. 4(2), 166-175.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah.
- Pitulima, J. 2018. Studi Daya Serap Karbon Aktif Batubara terhadap Penurunan Kadar Logam Cu dalam Larutan CuSO<sub>4</sub>. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian & Pengabdian pada Masyarakat*. 2(1), 232-236.
- Pratiwi, I., dan Setiorini, I. A. 2023. Penurunan Nilai pH, COD, TDS, TSS pada Air Sungai Menggunakan Limbah Kulit Jagung Melalui Adsorben. *Jurnal Redoks*. 8(1), 55-62.
- Purnama, H., dan Santoso, C. A. 2024. Pengaruh Kecepatan Pengadukan dan Konsentrasi Aktivator Arang Tempurung Kelapa pada Proses Koagulasi-Adsorpsi Limbah Laundry. *CHEMTAG Journal Chemical Engineering*. 5(1), 25-33.
- Puspitasari, D. A., Kartikowati, C. W., Fauziah, N., Supriyono., Septani, C. M., dan Maharsih, I. K. 2023. *Baterai Sekunder Ion Litium: Prinsip dan Aplikasi*. Malang: UB Press.
- Putra, A. Y., dan Yulis, P. A. R. 2019. Kajian Kualitas Air Tanah Ditinjau dari Parameter pH, Nilai COD dan BOD pada Desa Teluk Nilap Kecamatan Kubu Babussalam Rokan Hilir Provinsi Riau. *Jurnal Riset Kimia*. 10(2), 103-109.
- Reynolds, T. D., and Richards, P. A. 1982. *Unit Operations and Processes in Environmental Engineering*. California: Wadsworth Inc.
- Riyanah., dan Nurhayati. 2018. Perubahan Kadar TSS (*Total Suspended Solid*) dan *Phosphate* Air Limbah Laundry dengan Metode Koagulasi dan Flokulasi. *Jurnal TechLINK*. 2(1), 1-7.
- Rohim, M. 2020. *Teknologi Tepat Guna Air Bersih*. Pasuruan: CV. Penerbit Qiara Media.
- Rudiyanto, B. R. P. P., Hendrawati, N., Sudarminto, H. P. 2024. Penentuan Kapasitas dan Seleksi Proses Pabrik Kimia Pembuatan Karbon Aktif dari Ampas Tebu. *Distilat Jurnal Teknologi Separasi*. 10(2), 441-447.
- Ruliyanto. 2024. *Kesehatan dan Keselamatan Kerja Lindung Lingkungan*. Bandung: Indonesia Emas Group.
- Rusdianasari., Hajar, I., and Ariyanti, I. 2019. Songket Industry Wastewater Processing Using Electrocoagulation Method. *Journal of Engineering Design and Technology*. 19(1), 47.



- Rusydi, A. F., Suherman, D., dan Sumawijaya, N. 2016. Pengolahan Air Limbah Tekstil Melalui Proses Koagulasi-Flokulasi dengan Menggunakan Lempung sebagai Penyumbang Partikel Tersuspensi. *Arena Tekstil*. 31(2); 105-114.
- Sari, A. A., Utomo, T. B., Parmawati, Y., Wulandari, D., dan Sudarno. 2019. Integrasi Pengolahan Air Limbah Lindi Hitam dengan COD dan RSS Tinggi dari Proses Pembuatan Bioetanol. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. 17(1), 100-106.
- Sarie, F., Suhartawan, B., Priana, S. E., Jasman., Marlina, L., Sari, M. W., Moniaga, F., Haksami, A. M. T., Taufik, M., Utomo, B. 2024. *Pengantar Teknik Lingkungan*. Padang: CV. Gita Lentera.
- Satriaji, F. V., dan Hendrasarie, N. 2024. *Spent Bleaching Earth* sebagai Adsorben untuk Menyisihkan Krom dan Warna pada Limbah Cair Batik. *Jurnal Serambi Engineering*. 9(1), 7642-7653.
- Setyahartini, S., Suyadi., Ali, M., Mirza, M. A., dan Subiono, T. 2024. *Dampak Aktivitas Pembangunan Terhadap Kondisi Fisik dan Kimiawi Air Sungai Mahakam*. Sleman: DEEPUBLISH DIGITAL.
- Simbolon, A. M. 2020. *Sustainable Industry: Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- Siregar, M. S., dan Ardilla, D. 2024. *Biokimia Pangan*. Medan: UMSUPRESS.
- SNI. 2004. *Cara Uji Derajat Keasaman (pH) Dengan Menggunakan Alat pH Meter (Vol. SNI 06-6989.11:2004)*. Jakarta: Standar Nasional Indonesia.
- SNI. 2005. *Cara Uji Warna Secara Perbandingan Visual (Vol. SNI 06-6989.24-2005)*. Jakarta: Standar Nasional Indonesia.
- SNI. 2011. *Cara Uji Warna Secara Spektrofotometri (Vol. SNI 6989.80:2011)*. Jakarta: Standar Nasional Indonesia.
- SNI. 2019. *Cara Uji Kebutuhan Oksigen Kimiawi (Chemical Oxygen Demand) dengan Refluks Tertutup Secara Spektrofotometri (Vol. SNI 6989.2:2019)*. Jakarta: Standar Nasional Indonesia.
- SNI. 2019. *Cara Uji Padatan Tersuspensi Total (Total Suspended Solids) Secara Gravimetri (Vol. SNI 6989.3:2019)*. Jakarta: Standar Nasional Indonesia.
- Srikalimah., Shobirin, R. A., Shalahuddin, Y., Mubarok, M. S., dan Pinandhita, A. S. N. 2022. Implementasi *Green Economy* pada Sistem Instalasi Pengolahan Air Limbah dan Sensor Terintegrasi di Industri Tahu Kediri. *JPM (Jurnal Pemberdayaan Masyarakat)*. 7(2), 909-917.

- Subhan, R., Shidiqi, F. M., Saptati, D. A. S., & Ismuyanto, B. 2022. Studi Model Adsorpsi Cr(VI) Menggunakan Karbon Aktif dari Tempurung Kelapa pada Sistem Kolom dengan Variasi Laju Alir. *Jurnal Rekayasa Bahan Alam Dan Energi Berkelanjutan*, 6(2), 1-6.
- Suryanti, T., Ambarwati, D. A., Udyani, K., dan Purwaningsih, D, Y. 2019. Penurunan Kadar TSS dan COD pada Lmbah Cair Industri Batik dengan Metode Gabungan Koagulasi dan Adsorpsi. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan*. 7(1); 113-118.
- Sylvia, N., Damanik, S., Muhammad., dan Z, Nasrul. 2022. Kajian Kolom Adsorpsi Zat Warna Methyl Orange Menggunakan Adsorben dari Ampas Teh. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*. 11(2), 123.
- Tani, D. 2023. *Pembuatan dan Karakterisasi Karbon Aktif*. Pekalongan: PT Nasya Expanding Management.
- Tarigan, I. L. 2019. *Dasar-Dasar Kimia Air Makanan dan Minuman*. Malang: Media Nusa Creative.
- Widiawati, S., Ardistya, F.B., Aktawan, A., dan Chusna, F. M. A. 2024. Perbandingan Tawas dan Poly Aluminium Chloride (PAC) pada Pengolahan Limbah Cair Industri Tempe. *Prosiding Semnastek*. 1(1), 1-8.
- Yuliani, G., Setiabudi, A., Laksono, K., and Ramadhani, A. 2016. Adsorption of Cr, Fe, Cd, Co Ions onto Raw and Treated Indonesian Sub-Bituminous Coal. *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*. 11(8); 5217-5220.
- Yuliani, G., Yuliana, A., Setiabudi, A., and Mursito, A. T. 2018. A Possible Use of Raw Treated Kalimantan Sub-Bituminous Coal as Colour Adsorbent in Aqueous Solutions. *Journal of Chemical Technology and Metallurgy*. 53(2); 232-238.
- Yulis, P. A. R., Desti., dan Febliza, A. 2018. Analisis Kadar DO, BOD, dan COD Air Sungai Kuantan Terdampak Penambangan Emas Tanpa Izin. *Jurnal Bioterdidik: Wahana Ekspresi Ilmiah*, 6(3), 1-11.