

**PENGARUH KONSENTRASI TAWAS DAN WAKTU PROSES PADA
PENGOLAHAN AIR LIMBAH TEKSTIL SONGKET MENGGUNAKAN
METODE ELEKTROKOAGULASI**

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Sains Bidang Studi Kimia pada Fakultas MIPA**



OLEH:

M. AFIF HADIANSYAH

08031381924054

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

2024

HALAMAN PENGESAHAN

**PENGARUH KONSENTRASI TAWAS DAN WAKTU PROSES PADA
PENGOLAHAN AIR LIMBAH TEKSTIL SONGKET MENGGUNAKAN
METODE ELEKTROKOAGULASI**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains
Bidang Studi Kimia pada Fakultas MIPA

OLEH :

MUHAMMAD AFIF HADIANSYAH

08031381924054

Inderalaya, 21 Mei 2024

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 M. Afif Hadiansyah (08031381924054) dengan judul “Pengaruh Konsentrasi Tawas dan Waktu Proses Pada Pengolahan Air Limbah Tekstil Warna Menggunakan Metode Elektrokoagulasi” telah disidangkan di hadapan Dosen Pembimbing dan Tim Penguji Sidang Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 20 Mei 2024 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai masukan yang telah diberikan.

Indralaya, 21 Mei 2024

Ketua:

Dr. Widia Purwaningrum, M.Si.

NIP. 197304031999032001

()

Pembimbing:

Dr. Muhammad Said, M.T.

NIP. 197407212001121001

()

Penguji:

1. **Dr. Nova Yuliasari, M.Si.**

NIP. 197307261999032001

()

2. **Fahma Riyanti, M.Si.**

NIP. 197204082000032001

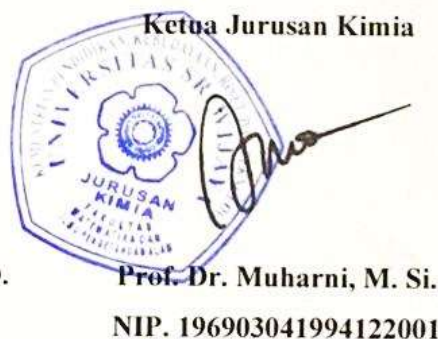
()

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 di bawah ini:

Nama Mahasiswa : M. Afif Hadiansyah

NIM : 08031381924054

Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Kimia

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

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Indralaya, 21 Mei 2024

Penulis,



M. Afif Hadiansyah

NIM.08031381924054

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

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : M. Afif Hadiansyah
NIM : 08031381924054
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-eksklusif (*non-exclusively royalty-free right*)’ atas karya ilmiah saya yang berjudul “Pengaruh Konsentrasi Tawas dan Waktu Proses Pada Pengolahan Air Limbah Tekstil Songket Menggunakan Metode Elektrokoagulasi” dengan hak bebas royalti non-eksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih, edit/memformatan, 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

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Indralaya, 21 Mei 2024
Penulis,



M. Afif Hadiansyah
NIM.08031381924054

HALAMAN PERSEMBAHAN

“Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari sesuatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain).

Dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap.”

(QS. Al-Insyirah : 6-8)

“Part of growing up and moving into new chapter of your life is about catch and release. Knowing what things to keep, and what things to release. The scary news is you’re on your own now, but the cool news is you’re on your own now.

Long story short, I survived.”

(Dr. Taylor Alison Swift)

Skripsi ini kupersembahkan kepada:

1. Papa, Bapak H. Joniar Fachri dan Mama, Ibu Hj. Sri Rahayu Agustina, yang menjadi motivasi utama penulis untuk terus berusaha. Terimakasih atas segalanya; doa, dukungan dan motivasi sehingga penulis berhasil sampai ke tahap ini.
2. Dosen pembimbing, Bapak Alm. Dr. Bambang Yudono, M. Si dan bapak Dr. Muhammad Said M.T.
3. Sari, Vania, Ami, dan Cindy *guys I did it!*
4. Sahabat-sahabatku dan teman seperjuangan.
5. Alamamater Universitas Sriwijaya.

“The last one, I dedicate this to myself. Thank you for keep holding on and trying.

You know, we made it!”

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan karya tulis ilmiah berupa skripsi yang berjudul “Pengaruh Konsentrasi Tawas dan Waktu Proses Pada Pengolahan Air Limbah Tekstil Songket Menggunakan Metode Elektrokoagulasi”. Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Dr. Muhammad Said, M. T., yang telah membimbing penulis selama penelitian dan penulisan skripsi sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Penulis juga menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Keluarga penulis terutama kedua orang tua dan saudara penulis yang paling berperan penting dalam memotivasi penulis selama penelitian dan penulisan skripsi ini.
2. Bapak Prof. Hermansyah, S.Si., M.Si., Ph.D. selaku Dekan FMIPA Universitas Sriwijaya sekaligus Dosen Pembimbing Akademik Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
3. Ibu Prof. Dr. Muharni, M.Si. selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Dr. Addy Rachmat, M.Si. selaku sekretaris Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
5. Ibu Dr. Widia Purwaningrum, M.Si., Ibu Nova Yuliasari, M.Si., dan Ibu Fahma Riyanti, M.Si. selaku ketua dan dosen penguji sidang sarjana penulis.
6. Seluruh Dosen Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya yang telah membagikan ilmu selama masa perkuliahan.
7. Analis Laboratorium Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya (Yuk Niar, Yuk Nur, Yuk Dessy, dan Yuk Yanti).
8. Kak Chosiin dan Mbak Novi selaku admin Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.

9. Ibu Nyimas Eviani, S. Si. Selaku Kepala UPTD Laboratorium Dinas Lingkungan Hidup Kota Palembang yang telah menyediakan tempat untuk pengujian limbah.
10. Member ‘Twoteen’, Ami dan Vania. Selaku teman selama kerja praktek dan penelitian. Terimakasih telah menemani penulis dari pengajuan kerja praktek hingga penelitian. Terimakasih atas dukungan dan kebersamaannya mulai dari proses pencarian sampel limbah, pembuatan plat, dan segala permasalahan pada saat penelitian. Terimakasih Vania, Ami. Terimakasih banyak karena dapat memahami penulis dikala senang dan sedih.
11. Member ‘Cikdu Empire Reborn’ Sari, Cindy, Ami, dan Nia. Terima kasih banyak telah karena telah bertahan selama ini, empat orang yang bisa memahami baik dan buruk penulis dan yang menemani penulis di kala senang dan susah selama masa perkuliahan.
12. Member ‘TaylorMataCapi’. Kak Ami, Ceuyip, Abi Iwan, Ayah Khlis, Vero, Indah, Darren, Tata, Ade, Dane, Eqi, dan Fadhil. Terima kasih banyak telah memberikan dukungan dan menemani penulis di kala senang dan susah selama proses penulisan skripsi. *Promise me that you'll stand by me forever, okay!*
13. Barista ‘Serenata Kopi and Space’. Kak Riza, Jecul, Reyhan, Rizal, Salman, dan Sandi. Terima kasih telah menjadi saksi seberapa *hectic* penulis mengerjakan skripsi.
14. Sari Mawarni, selaku sahabat, saksi hidup, dan teman curhat penulis Terima kasih karena sudah selalu menemani penulis sejak semester I hingga saat ini. Terimakasih banyak atas saran dan masukan dan segala kesabaran yang dimiliki ketika penulis sedang kesal dan menghibur penulis ketika di titik terendahnya. Terimakasih Sari, *you helped me a lot.*
15. Mahira Dyandra Kinanti, selaku sahabat. Terimakasih karena telah hadir di hidup penulis. Terimakasih banyak karena telah menemani penulis semenjak *Try Out* semasa SMA hingga saat ini. Terimakasih telah memberikan masukan dan motivasi kepada penulis dikala penulis sedang berada di titik terendah. Semoga kita dapat bertemu secepat mungkin.

16. Teman-teman seperjuangan Kimia 2019, terima kasih telah kebersamai penulis selama 4 tahun kuliah. *You guys are the best! May God bless us, aamiin.*

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan masukan yang membangun dari para pembaca. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi yang membacanya.

Indralaya, 21 Mei 2024

A handwritten signature in black ink, appearing to be a stylized name, possibly 'Rizki' or similar, with a long horizontal stroke extending to the right.

Penulis

SUMMARY

THE EFFECT OF ALUM CONCENTRATION AND PROCESSING TIME ON SONGKET TEXTILE WASTEWATER TREATMENT USING THE ELECTROCOAGULATION METHOD

M. Afif Hadiansyah: Supervised by Dr. Muhammad Said, M.T.
Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Sriwijaya University
vii + 46 pages, 8 tables, 9 figures, 10 attachment.

This research aims to determine the effect of alum concentration and processing time on reducing pH levels, TSS (*Total Suspended Solid*), COD (*Chemical Oxygen Demand*) and color substance, as well as determining reaction kinetics in songket textile wastewater treatment using electrocoagulation using aluminum electrodes. The concentration of alum was varied in textile wastewater by 3 variations (1 ppm, 2 ppm, and 4 ppm) and the process time by 3 variations (30 minutes, 60 minutes, and 90 minutes) with a constant current strength of 10 amperes.

Analysis of TSS levels was carried out gravimetrically, analysis of COD levels was carried out spectrophotometrically using *UV-Visible* and dye analysis is carried out directly using spectrophotometri *UV-Visible*

The results of the analysis of diversity (ANOVA) at the 5% level showed that the treatment with variations in alum concentration and the time of the electrocoagulation process had a significant effect on reducing the pH, TSS, COD and dye values. Treatment at alum concentrations of 4, 2, and 2 ppm with a processing time of 60 minutes had the highest efficiency in reducing TSS, COD, and dye levels respectively at 88%; 70%; and 86%. Analysis of the average chemical kinetics of the reduction in pH, TSS, COD, and color substance that the electrocoagulation process sequentially follows the zero, second, first, first order model reaction kinetics with a reaction rate constant (k) of $3.11 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{minute}^{-1}$; $1 \times 10^{-4} \text{ mol}^{-1} \cdot \text{minute}^{-1}$; $1.86 \times 10^{-2} \cdot \text{minute}^{-1}$, and $2.67 \times 10^{-2} \text{ minute}^{-1}$.

Keywords : Electrocoagulation, Kinetic Reaction, Dyes, Liquid Waste Songket Textiles.

Citation : 62 (2004-2023)

RINGKASAN

**PENGARUH KONSENTRASI TAWAS DAN WAKTU PROSES PADA
PENGOLAHAN AIR LIMBAH TEKSTIL SONGKET MENGGUNAKAN
METODE ELEKTROKOAGULASI**

M. Afif Hadiansyah: Dibimbing oleh Dr. Muhammad Said, M.T.
Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya
vii + 46 halaman, 8 tabel, 9 gambar, 10 lampiran

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi tawas dan waktu proses terhadap penurunan kadar pH, TSS (*Total Suspended Solid*), COD (*Chemical Oxygen Demand*) dan zat warna, serta penentuan kinetika kimia pada pengolahan air limbah tekstil songket dengan metode elektrokoagulasi menggunakan elektroda aluminium. Konsentrasi tawas yang divariasikan pada air limbah tekstil sebanyak 3 variasi (1 ppm, 2 ppm, dan 4 ppm) dan waktu proses sebanyak 3 variasi (30 menit, 60 menit, dan 90 menit) dengan kuat arus konstan sebesar 10 ampere.

Analisis kadar TSS dilakukan secara gravimetri, analisis kadar COD dilakukan secara spektrofotometri menggunakan spektrofotometri UV-Visible, serta analisis zat warna dilakukan secara spektrofotometri UV-Visible.

Hasil analisis keragaman (ANOVA) pada taraf 5% menunjukkan bahwa perlakuan variasi konsentrasi tawas dan waktu proses elektrokoagulasi sangat berpengaruh nyata terhadap penurunan nilai pH, TSS, COD, dan zat warna. Perlakuan pada konsentrasi 2, 2 dan 4 ppm dengan waktu operasi 60 menit secara berturut-turut sebesar 88%, 70% dan 86%. Analisis rata-rata kinetika kimia terhadap penurunan pH, TSS, COD, dan zat warna menunjukkan bahwa proses elektrokoagulasi secara berurutan mengikuti kinetika reaksi model orde nol, dua, satu, satu dengan konstanta laju reaksi (k) secara berturut-turut sebesar $3.11 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{menit}^{-1}$; $1 \times 10^{-4} \text{ mol}^{-1} \cdot \text{menit}^{-1}$; $1.86 \times 10^{-2} \text{ menit}^{-1}$, dan $2.67 \times 10^{-2} \text{ menit}^{-1}$.

Kata Kunci : Elektrokoagulasi, Kinetika Reaksi, Zat warna, Limbah Cair
Tekstil Songket.

Sitasi : 62 (2004-2023)

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	
Error! Bookmark not defined.	
HALAMAN PERSETUJUAN	
Error! Bookmark not defined.	
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
SUMMARY	x
RINGKASAN	xi
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Air Limbah Tekstil	4
2.2 Elektrokoagulasi	5
2.3 Elektroda Aluminium	6
2.4 Aluminium Sulfat	7
2.5 Studi Kinetika.....	8
2.6 Analisis Data ANOVA.....	9
2.7 Parameter Pengujian.....	9

2.7.1 pH.....	9
2.7.2 <i>Total Suspended Solid (TSS)</i>	11
2.7.3 <i>Chemical Oxygen Demand (COD)</i>	12
2.7.4 Zat Warna.....	12
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	14
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	14
3.2 Alat dan Bahan	14
3.3 Cara Kerja.....	14
3.3.1 Persiapan dan Karakterisasi Sampel	14
3.3.2 Penambahan Variasi Tawas ($Al_2(SO_4)_3$) pada Air Limbah Tekstil	14
3.3.3 Pengolahan Air Limbah Tekstil dengan Metode Elektrokoagulasi.....	15
3.4 Parameter Pengujian.....	15
3.4.1 Uji pH.....	16
3.4.2 Uji Padatan Total Tersuspensi (<i>Total Suspended Solid/TSS</i>) secara Gravimetri (SNI 6989.3:2019)	16
3.4.3 Uji COD dengan Refluks Tertutup secara Spektrofotometri (SNI 6989.2:2019)	17
3.4.4 Uji Zat Warna dengan Menggunakan Metode Spektrofotometri (SNI 6989.80:2011)	18
3.5 Analisis Data	18
3.5.1 Analisis Data Statistik Parametrik	18
3.5.2 Analisa Data Kinetika	20
3.5.3 Efisiensi Penurunan Parameter Uji	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	22
4.1 Karakteristik Awal Air Limbah Tekstil.....	22

4.2 Pengaruh Tawas terhadap Sampel Air Limbah Tekstil.....	23
4.3 Pengaruh Elektrokoagulasi terhadap Sampel Air Limbah Tekstil.....	25
4.4 Kadar (pH) Air Limbah Tekstil Setelah Proses Elektrokoagulasi.....	26
4.5 Kadar TSS Air Limbah Tekstil Setelah Proses Elektrokoagulasi.....	28
4.6 Kadar COD Air Limbah Tekstil Setelah Proses Elektrokoagulasi.....	30
4.7 Kadar Zat Warna pada Air Limbah Tekstil Setelah Proses Elektrokoagulasi.....	31
4.8 Analisa Kinetika Kimia	33
4.7.1 Analisa Kinetika Kimia Kadar pH pada Proses Elektrokoagulasi Air Limbah Tekstil.....	33
4.7.2 Analisa Kinetika Kimia Kadar TSS Pada Proses Elektrokoagulasi Air Limbah Tekstil.....	34
4.7.3 Analisa Kinetika Kimia Kadar COD Pada Proses Elektrokoagulasi Air Limbah Tekstil.....	35
4.7.4 Analisa Kinetika Kimia Kadar Zat Warna Pada Proses Elektrokoagulasi Air Limbah Tekstil.....	35
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	37
5.1. Kesimpulan.....	37
5.2. Saran	37
DAFTAR PUSTAKA.....	38
LAMPIRAN.....	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Rangkaian Alat Elektrokoagulasi.....	6
Gambar 2. Peralatan Elektrokoagulasi (a) Bak Elektrokoagulasi dan Plat Aluminium, (b) DC (Direct Current) Power Supply	15
Gambar 3. Skema Proses Elektrokoagulasi	15
Gambar 4. Karakteristik Awal Pengaruh Tawas pada Limbah Sebelum Dielektrokoagulasi.....	24
Gambar 5. (a) Hasil setelah proses elektrokoagulasi, (b) Flok yang naik ke permukaan	25
Gambar 6. Grafik Pengaruh Konsentrasi Tawas dan Waktu Proses Elektrokoagulasi Terhadap Kadar pH Air Limbah Tekstil	26
Gambar 7. Grafik Pengaruh Konsentrasi Tawas dan Waktu Proses Elektrokoagulasi Terhadap Kadar TSS Air Limbah Tekstil	28
Gambar 8. Grafik Pengaruh Konsentrasi Tawas dan Waktu Proses Elektrokoagulasi Terhadap Kadar COD Limbah Cair Tekstil	30
Gambar 9. Grafik Pengaruh Konsentrasi Tawas dan Waktu Proses Elektrokoagulasi Terhadap Kadar Zat Warna Limbah Cair Tekstil	32
Gambar 10. Grafik Orde 0 Konsentrasi Tawas 0 ppm Kadar pH	71
Gambar 11. Grafik Orde 1 Konsentrasi Tawas 0 ppm Kadar pH	71
Gambar 12. Grafik Orde 2 Konsentrasi Tawas 0 ppm Kadar pH	71
Gambar 13. Grafik Orde 0 Konsentrasi Tawas 1 ppm Kadar pH	72
Gambar 14. Grafik Orde 1 Konsentrasi Tawas 1 ppm Kadar pH	72
Gambar 15. Grafik Orde 2 Konsentrasi Tawas 1 ppm Kadar pH	72
Gambar 16. Grafik Orde 0 Konsentrasi Tawas 2 ppm Kadar pH	73
Gambar 17. Grafik Orde 1 Konsentrasi Tawas 2 ppm Kadar pH	73
Gambar 18. Grafik Orde 2 Konsentrasi Tawas 2 ppm Kadar pH	73
Gambar 19. Grafik Orde 0 Konsentrasi Tawas 4 ppm Kadar pH	74
Gambar 20. Grafik Orde 1 Konsentrasi Tawas 4 ppm Kadar pH	74
Gambar 21. Grafik Orde 2 Konsentrasi Tawas 4 ppm Kadar pH	74
Gambar 22. Grafik Orde 0 Konsentrasi Tawas 0 ppm Kadar TSS	75
Gambar 23. Grafik Orde 1 Konsentrasi Tawas 0 ppm Kadar TSS	75
Gambar 24. Grafik Orde 2 Konsentrasi Tawas 0 ppm Kadar TSS	75

Gambar 25. Grafik Orde 0 Konsentrasi Tawas 1 ppm Kadar TSS	76
Gambar 26. Grafik Orde 1 Konsentrasi Tawas 1 ppm Kadar TSS	76
Gambar 27. Grafik Orde 2 Konsentrasi Tawas 1 ppm Kadar TSS	76
Gambar 28. Grafik Orde 0 Konsentrasi Tawas 2 ppm Kadar TSS	77
Gambar 29. Grafik Orde 1 Konsentrasi Tawas 2 ppm Kadar TSS	77
Gambar 30. Grafik Orde 2 Konsentrasi Tawas 2 ppm Kadar TSS	77
Gambar 31. Grafik Orde 0 Konsentrasi Tawas 4 ppm Kadar TSS	78
Gambar 32. Grafik Orde 1 Konsentrasi Tawas 4 ppm Kadar TSS	78
Gambar 33. Grafik Orde 2 Konsentrasi Tawas 4 ppm Kadar TSS	78
Gambar 34. Grafik Orde 0 Konsentrasi Tawas 0 ppm Kadar COD.....	79
Gambar 35. Grafik Orde 1 Konsentrasi Tawas 0 ppm Kadar COD.....	79
Gambar 36. Grafik Orde 2 Konsentrasi Tawas 0 ppm Kadar COD.....	79
Gambar 37. Grafik Orde 0 Konsentrasi Tawas 1 ppm Kadar COD.....	80
Gambar 38. Grafik Orde 1 Konsentrasi Tawas 1 ppm Kadar COD.....	80
Gambar 39. Grafik Orde 2 Konsentrasi Tawas 1 ppm Kadar COD.....	80
Gambar 40. Grafik Orde 0 Konsentrasi Tawas 2 ppm Kadar COD.....	81
Gambar 41. Grafik Orde 1 Konsentrasi Tawas 2 ppm Kadar COD.....	81
Gambar 42. Grafik Orde 2 Konsentrasi Tawas 2 ppm Kadar COD.....	81
Gambar 43. Grafik Orde 0 Konsentrasi Tawas 4 ppm Kadar COD.....	82
Gambar 44. Grafik Orde 1 Konsentrasi Tawas 4 ppm Kadar COD.....	82
Gambar 45. Grafik Orde 2 Konsentrasi Tawas 4 ppm Kadar COD.....	82
Gambar 46. Grafik Orde 0 Konsentrasi Tawas 0 ppm Kadar Zat Warna	83
Gambar 47. Grafik Orde 1 Konsentrasi Tawas 0 ppm Kadar Zat Warna	83
Gambar 48. Grafik Orde 2 Konsentrasi Tawas 0 ppm Kadar Zat Warna	83
Gambar 49. Grafik Orde 0 Konsentrasi Tawas 1 ppm Kadar Zat Warna	84
Gambar 50. Grafik Orde 1 Konsentrasi Tawas 1 ppm Kadar Zat Warna	84
Gambar 51. Grafik Orde 2 Konsentrasi Tawas 1 ppm Kadar Zat Warna	84
Gambar 52. Grafik Orde 0 Konsentrasi Tawas 2 ppm Kadar Zat Warna	85
Gambar 53. Grafik Orde 1 Konsentrasi Tawas 2 ppm Kadar Zat Warna	85
Gambar 54. Grafik Orde 2 Konsentrasi Tawas 2 ppm Kadar Zat Warna	85
Gambar 55. Grafik Orde 0 Konsentrasi Tawas 4 ppm Kadar Zat Warna	86
Gambar 56. Grafik Orde 1 Konsentrasi Tawas 4 ppm Kadar Zat Warna	86

Gambar 57. Grafik Orde 0 Konsentrasi Tawas 4 ppm Kadar Zat Warna	86
Gambar 58. Limbah Cair Tekstil	87
Gambar 59. Rangkaian Alat Elektrokoagulasi.....	87
Gambar 60. Direct Current (DC) Power Supply	87
Gambar 61. Flok yang Mengendap.....	87
Gambar 62. Flok yang Naik ke Permukaan	87
Gambar 63. Plat Elektroda Sebelum Proses Elektrokoagulasi.....	87
Gambar 64. Plat Elektroda Sesudah Proses Elektrokoagulasi	87
Gambar 65. Limbah Cair Tekstil dengan Variasi Konsentrasi Tawas 0, 1, 2, dan 4 ppm Sebelum Proses Elektrokoagulasi	88
Gambar 66. Limbah Cair Tekstil dengan Variasi Konsentrasi Tawas 0, 1, 2, dan 4 ppm Setelah Proses Elektrokoagulasi 30 Menit.....	88
Gambar 67. Limbah Cair Tekstil dengan Variasi Konsentrasi Tawas 0, 1, 2, dan 4 ppm Setelah Proses Elektrokoagulasi 45 Menit.....	88
Gambar 68. Limbah Cair Tekstil dengan Variasi Konsentrasi Tawas 0, 1, 2, dan 4 ppm Setelah Proses Elektrokoagulasi 60 Menit.....	88
Gambar 69. Penimbangan Hasil TSS.....	89
Gambar 70. Hasil TSS	89
Gambar 71. Pengukuran pH.....	89

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Baku Mutu Air Limbah Industri Tekstil	4
Tabel 2. Nama dan Struktur Kimia Gugus Kromofor.....	13
Tabel 3. Daftar Analisis Keragaman (ANOVA).....	19
Tabel 4. Karakteristik Awal Air Limbah Tekstil	22
Tabel 5. Karakteristik Awal Sampel Sebelum Proses Elektrokoagulasi.....	23
Tabel 6. Kinetika Kimia pH Order Nol, Satu dan Dua	33
Tabel 7. Kinetika Kimia TSS Orde Nol, Orde Satu, dan Orde Dua	34
Tabel 8. Kinetika Kimia COD Orde Nol, Orde Satu, dan Orde Dua	35
Tabel 9. Kinetika Kimia Zat Warna Orde Nol, Orde Satu, dan Orde Dua	36
Tabel 10. Kadar pH sebelum proses elektrokoagulasi	50
Tabel 11. Kadar pH setelah proses elektrokoagulasi	50
Tabel 12. Kombinasi Faktor Perlakuan Konsentrasi Tawas dan Waktu operasi terhadap kadar pH.....	52
Tabel 13. Analisis Keragaman Pengaruh Perlakuan A dan B Kontak Terhadap pH	52
Tabel 14. Uji BNJ 5% dan Data Efisiensi Penurunan Kadar pH Limbah Cair Zat Warna setelah Proses Elektrokoagulasi.....	53
Tabel 15. Kadar TSS sebelum proses elektrokoagulasi	54
Tabel 16. Kadar TSS setelah proses elektrokoagulasi	55
Tabel 17. Kombinasi Faktor Perlakuan Konsentrasi Tawas dan Waktu operasi terhadap kadar TSS.....	56
Tabel 18. Analisis Keragaman Pengaruh Perlakuan A dan B Kontak Terhadap TSS	57
Tabel 19. Uji BNJ 5% dan Data Efisiensi Penurunan Kadar TSS Limbah Cair Zat Warna setelah Proses Elektrokoagulasi.....	57
Tabel 20. Kadar COD sebelum proses elektrokoagulasi.	59
Tabel 21. Kadar COD setelah proses elektrokoagulasi.....	60
Tabel 22. Kombinasi Faktor Perlakuan Konsentrasi Tawas dan Waktu operasi terhadap kadar COD	61

Tabel 23. Analisis Keragaman Pengaruh Perlakuan A dan B Kontak Terhadap COD.....	62
Tabel 24. BNJ 5% dan Data Efisiensi Penurunan Kadar COD Limbah Cair COD setelah Proses Elektrokoagulasi.....	62
Tabel 25. Kadar Zat Warna Sebelum Proses Elektrokoagulasi	64
Tabel 26. Kadar Zat Warna setelah proses elektrokoagulasi	65
Tabel 27. Kombinasi Faktor Perlakuan Konsentrasi Tawas dan Waktu operasi terhadap kadar Zat Warna.....	66
Tabel 28. Analisis Keragaman Pengaruh Perlakuan A dan B Kontak Terhadap COD.....	67
Tabel 29. Uji BNJ 5% dan Data Efisiensi Penurunan Kadar Zat Warna Limbah Cair Zat Warna setelah Proses Elektrokoagulasi.....	67
Tabel 30. Data Kinetika Limbah Cair Tekstil Terhadap Kadar pH	69
Tabel 31. Data Kinetika Limbah Cair Tekstil Terhadap Kadar TSS	69
Tabel 32. Data Kinetika Limbah Cair Tekstil Terhadap Kadar COD.....	70
Tabel 33. Data Kinetika Limbah Cair Tekstil Terhadap Kadar Zat Warna	70

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Skema Prosedur Elektrokoagulasi	45
Lampiran 2. Skema Pengujian Parameter Setelah Proses Elektrokoagulasi	46
Lampiran 3. Perhitungan Variasi Tawas	59
Lampiran 4. Perhitungan dan Analisa Kadar pH	50
Lampiran 5. Perhitungan dan Analisa Kadar TSS	54
Lampiran 6. Perhitungan dan Analisa Kadar COD	59
Lampiran 7. Perhitungan dan Analisa Kadar Zat Warna	64
Lampiran 8. Tabel Data dan Kurva Kinetika Kimia	69
Lampiran 9. Proses Elektrokoagulasi Limbah Cair Tekstil	87
Lampiran 10. Sampel Sebelum dan Sesudah Elektrokoagulasi	88

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Senyawa organik *non-biodegradable* sisa produksi industri tekstil menjadi penyokong pencemaran lingkungan di Indonesia. Sisa produksi tersebut dikenal dengan limbah yang dapat mencemari lingkungan ketika tidak mendapat perlakuan khusus sebelum dibuang ke lingkungan (Mufrodi, et al., 2008). Limbah hasil proses pengkajian, penggelantangan, pemasakan, perendaman, *coloring*, percetakan hingga *finishing* dikenal dengan limbah tekstil (Karim dkk, 2017).

Pengerajin tekstil rumahan umumnya tidak mengolah limbah yang dihasilkan sebelum dilepas ke lingkungan yang pada akhirnya bermuara ke sungai. Hal tersebut dapat menyebabkan penurunan kualitas air yang diukur berdasarkan parameter fisika dan kimia limbah dalam air. Semakin kecil jumlah dan konsentrasi parameter dalam limbah, memperkecil probabilitas terjadinya pencemaran lingkungan.

Air limbah tekstil dapat dibuang jika memenuhi ketentuan yang dibuat oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014 untuk parameter pH, TSS, COD, dan zat warna. Elektrokoagulasi menjadi metode yang efektif dan dapat memproses limbah tekstil pada air.

Penelitian terdahulu menunjukkan metode elektrokoagulasi telah digunakan pada beragam jenis limbah. Ningsih (2019) dalam pengolahan air limbah industri farmasi memperoleh nilai optimal pada variasi tegangan 12 volt dengan waktu 210 menit, dimana persen removal TSS dan COD yang diperoleh sebesar 76,05% serta 84,5%. Menurut penelitian Setianingrum dkk (2017) mengenai pengolahan air limbah remazol red rb, memperoleh pengurangan kadar COD dari 428 mg/L ke 54 mg/L, pengurangan kadar TSS dari 850 mg/L menjadi 277 mg/L serta degradasi warna dari 2733 Pt-Co menjadi 75,5 Pt-Co. Elektrokoagulasi memiliki keunggulan utama berupa pengoperasiannya yang sederhana tanpa menambahkan bahan kimia, metode ini dapat menjadi metode alternatif dari metode koagulasi konvensional (Saptati dan Himma, 2018).

Proses koagulasi memiliki tiga tahapan penting diantaranya tahap pembentukan, flokulasi dan pemisahan flok dari cairan. Prinsip pengolahan air

limbah secara kimia adalah dengan cara menambahkan koagulan yang akan mengikat polutan yang terkandung dalam air limbah lalu membuatnya terpisah dengan cara membentuk endapan atau diapungkan pada permukaan air. Koagulan yang biasa digunakan diantaranya adalah aluminium sulfat (tawas), fero sulfat, poli aluminium klorida (PAC) atau poli elektrolit organik dapat digunakan sebagai koagulan dan flokulan (Rohmawati, 2011).

Berdasarkan hasil penelitian dari Ramadhan dkk, (2022) penggunaan aluminium sulfat (tawas) sebagai koagulan memiliki kelebihan dari koagulan tawas ini berupa penggunaannya yang mudah diaplikasikan ke air limbah dan harganya yang terjangkau dan mudah dijumpai. Perbandingan penggunaan antara tawas dan koagulan lainnya (PAC) hanya $\pm 3\%$, dimana efisiensi Tawas dalam penurunan kadar TSS sebesar 95,18% dan 98,74% pada PAC.

Berdasarkan uraian di atas, maka dilakukan penelitian pengolahan air limbah tekstil dengan menggunakan metode elektrokoagulasi. Penelitian ini menggunakan elektroda jenis aluminium dan dilakukan pada variasi konsentrasi tawas pada 0, 1, 2, dan 4 ppm dengan variasi waktu operasi selama 0, 30, 45, dan 60 menit pada kuat arus konstan 10 ampere. Selanjutnya dilakukan analisa parameter kadar pH, TSS (*Total Suspended Solid*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), dan Zat Warna, serta ditentukan kinetika penurunan kadar parameter uji.

1.2 Rumusan Masalah

Proses elektrokoagulasi dapat dipengaruhi oleh 3 faktor, yaitu: kuat arus listrik, waktu operasi dan jenis elektroda. Dari ketiga faktor tersebut, faktor kuat arus dan waktu operasi merupakan faktor utama yang mempengaruhi proses elektrokoagulasi. Faktor tambahan yang digunakan berupa konsentrasi tawas yang dapat mempengaruhi keberhasilan penurunan konsentrasi air limbah tekstil songket. Pengujian sampel terbagi menjadi pH, TSS, COD dan zat warna menjadi pelengkap data penelitian ini.

1.3 Tujuan Penelitian

1. Menentukan apakah hasil pengolahan air limbah warna ekstil menggunakan proses elektrokoagulasi telah memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014.
2. Mengetahui efisiensi penurunan tertinggi parameter uji pH, TSS, COD dan Zat warna sebagai hasil pengolahan air limbah tekstil.
3. Mengetahui kinetika penurunan kadar parameter uji berupa pH, TSS (*Total Suspended Solid*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), dan Zat warna pada proses elektrokoagulasi dengan menggunakan model persamaan orde nol, satu dan dua.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini untuk memberikan informasi mengenai pengaruh konsentrasi tawas dan waktu proses pada saat proses elektrokoagulasi dengan kuat arus konstan 10 ampere terhadap pengurangan kadar pH, TSS (*Total Suspended Solid*), COD (*Chemical Oxygen Demand*) dan Zat Warna.

DAFTAR PUSTAKA

- Andini, V. M., Ira, M. A., dan Witasari, Y. 2015. Studi Persebaran TSS (Total Suspended Solid) Menggunakan Citra Aqua Modis di Laut Senunu Nusa Tenggara Barat. *Geoid*. 10(2): 204-213.
- Arnita, Y., Elystia S., dan Andesgur, I. 2017. Penyisihan Kadar COD dan TSS Pada Limbah Cair Pewarnaan Batik Menggunakan Metode Elektrokoagulasi. *Jom Fakultas Teknik*. 4(1): 3-9.
- Aziz, T, D.Y. Pratiwi, dan L. Rethiana, "Pengaruh penambahan tawas $Al_2(SO_4)_3$ dan fisik dan kimia air Sungai Lambidaro," *J Ar Raniry*. Vol. 19, No. 3, hal. 55–65, 2013.
- Bambang, H, P. dan Mining, H.2010. Pengolahan Limbah Cair Tekstil menggunakan Proses Elektrokoagulasi dengan Sel Al-Al. *Jurnal Teknik Kimia*. 9(1):54-62.
- Dalvand, A., Mitra, G., Ahmad, J., dan Niyaz, M. (2011). Dye Removal, Energy Consumption and Operating Cost of Electrocoagulation of Textile Wastewater as A Clean Process. *Clean-Soil, Air, Water*. 39(7): 665-672.
- Erawati, E dan Marfiana, K. 2020. Kinetika Reaksi Reduksi Ion Logam Tembaga pada Limbah Industri Elektroplating dengan Proses Elektrokoagulasi. *Eksergi*. 17(2): 93-98.
- Erawati, Emi, and Naura Nazhifah. 2020. *Kinetika Reaksi Pada Pengolahan Limbah Fe Sintesis Dengan Metode Elektrokoagulasi*.
- Fachorurozi, M., Utami, L. B., dan Suryani, D. 2017. Pengaruh Variasi Biomassa *Pistia Stratiotes* L terhadap Penurunan Kadar BOD, COD dan TSS Limbah Cair Tahu di Dusun Klero Sleman Yogyakarta. *Journal Public Health (Bangkok)*. 4(1): 1–16
- Gomez, A.K. dan Gomez, A.A. 2010. *Prosedur Statistika untuk Penelitian Pertanian Edisi Kedua*. Jakarta : Universitas Indonesia Press.
- Hanum, F., Tambun, R., Ritonga, M. Y., dan Kasim, W. W. 2015. Aplikasi Elektrokoagulasi dalam Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit. *Jurnal Teknik Kimia USU*. 4(4): 13-17.
- Hashim, K. S., Al Khaddar, R., Jasim, N., Shaw, A., Phipps, D., Kot, P., Pedrola, M. O., Alattabi, A. W., Abdulredha, M., & Alawsh, R. 2019. Electrocoagulation as a green technology for phosphate removal from river water. *Separation and Purification Technology*. *LJMU Research Online* 210
- Hernaningsih, T. 2016. Tinjauan Teknologi Pengolahan Air Limbah Industri dengan Proses Elektrokoagulasi. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*. 9(1): 31–46.

- Howe, K.J., David, W.H., John, C.C., Rhodes, T., and George, T. 2012. *Principles of Water Treatment*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Jovanovic, T *et al.* 2021. Mechanism Of The Electrocoagulation Process And Its Application For Treatment Of Wastewater: A Review. *Review Paper*. 10(1): 63-72.
- Karim, M, A., Heni, J dan M. Fitria, P. A. 2017. Adsorpsi Ion Logam Fe dalam Limbah Tekstil Sintesis dengan Menggunakan Metode Batch. *Distilasi*. 2(2): 68-81.
- Kementerian Lingkungan Hidup. 2014. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Industri. Kemnteriaan Lingkungan Hidup Republik Indonesia.
- Lestari, N, D. dan Tuhu, A. 2014. Penurunan TSS dan Warna Limbah Industri Batik Secara Elektrokoagulasi. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*. 6(1):38-39.
- Lumaela, A. K., Bambang, W. O. dan Sutikno. 2013. Pemodelan Chemical Oxygen Demand (COD) Sungai di Surabaya dengan Metode Mixed Geographically Weighted Regression. *Jurnal Sains dan Seni*. 2(1): 100-105.
- Manora, N. 2023. *Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu secara Elektrokoagulasi Menggunakan Elektroda Aluminium pada Kuat Arus dan Waktu Kontak Bervariasi*. Skripsi. Universitas Sriwijaya.
- Manurung, R., Hasibun, R., Irvan. 2004. Perombakan Zat Warna Azo Reaktif Secara Anaerob-Aerob. e-USU Repository Universitas Sumatera Utara.
- Mollah, M. Y. A., Gomes, J. A. G., Das, K. K., & Cocke, D. L. 2010. Electrochemical treatment of Orange II dye solution Use of aluminum sacrificial electrodes and flocculation characterization. *Journal of Hazardous Materials*. 174, 851–858.
- Mufrodi, Z., Nur, W., dan Ranny, C, K. 2008. Adsorpsi Zat Warna Tekstil dengan Menggunakan Abu Terbang (Fly Ash) untuk Variasi Massa Adsorben dan Suhu Operasi. *ISBN : 978-979-3980-15-7*. Yogyakarta.
- Mulyaton, Masrullita, Zainudin, G., Azhari, dan Eddy, K. 2022. Karakteristik Tawas dari Kaleng Minuman Bekas dengan Katalis KOH dan NaOH untuk Penjernih Air. *Chemical Engineering Journal Storage*. 2(3):116-126.
- Nadeak, R. 2019. *Penentuan Kadar Total Suspended Solid (Tss), Total Dissolve Solid (Tds), Dan Klor Bebas Pada Air Limbah Di Balai Teknik Kesehatan Lingkungan Dan Pengendalian Penyakit (Btklpp)*. Skripsi: Sumatera Utara.
- Nasution, M. A., Yaakob, Z., Ali, E., Lan, N. B., and Abdullah, S. R. S. 2013. A Comparative Study Using Aluminum and Iron Electrodes for The Electrocoagulation of Palm Oil Mill Effluent to Reduce Its Polluting Nature

and Hydrogen Production Simultaneously. *Pakistan Journal of Zoology*. 45(2): 331-337.

- Ningsih, E., Ayunaningsih, M. C., & P, T. A. B. 2019. Pengolahan Limbah Industri Farmasi Menggunakan Metode Elektrokoagulasi dengan Elektroda Fe-Fe. November, 230–235
- Nugroho, F.A., Aryanti, P.T.P., Nurhayati, S and Muna, H.M. A Combined Electrocoagulation And Mixing Process For Contaminated River Water Treatment. *The 4th International Conference on Industrial, Mechanical, Electrical, and Chemical Engineering*. 1(2): 1-8
- Nyanti, L., Soo, C., Ling, T., Sim, S., Grinang, J., Ganyai, T., & Lee, K. 2018. Effects of Water Temperature and pH on Total Suspended Solids Tolerance of Malaysian Native and Exotic Fish Species. *AACL Bioflux*, 11(3), 565–575.
- Permatasari, G. 2022. Pengaruh Variasi Kuat Arus dan Waktu pada Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit menggunakan Metode Elektrokoagulasi dan Filtrasi Arang Aktif. *Skripsi*. Universitas Sriwijaya.
- Prasetyaningrum, A., Jos, B., Dharmawan, Y., Prabowo, B. T., Fathurrazan, M., & Fyrouzabadi. 2018. The influence of electrode type on electrocoagulation process for removal of chromium (VI) metal in plating industrial wastewater. *Journal of Physics: Conf Series*, 1–6.
- Prayitno, Ruliyana, S., dan Takwanto, A. 2016. *Pengolahan Air Limbah Laboratorium Menggunakan Proses Elektrokoagulasi*. Prosiding. Politeknik Negeri Malang.
- Prayitno, P., Ridantami, V., dan Prayogo, I. 2017. Reduksi Aktivitas Uranium Dalam Limbah Radioaktif Cair Menggunakan Proses Elektrokoagulasi. *Urania Jurnal Ilmiah Daur Bahan Bakar Nuklir*. 22(3). 189–202.
- Putri, O, Z. 2015. Pengaruh Variasi Dosis Tawas Terhadap Penurunan Kadar Phosphate Air Limbah Rumah Sakit PKU Muhammadiyah Surakarta. *Artikel Publikasi Ilmiah*. Universitas Muhammadiyah Surakarta
- Rahmawati, Ana Silfiani, and Richie Erina. 2020. “Rancangan Acak Lengkap (Ral) Dengan Uji Anova Dua Jalur.” *OPTIKA: Jurnal Pendidikan Fisika* 4(1): 54–62.
- Ramadhan, A, A, N., Muhammad, R, dan Asta, A, H. 2022. Optimasi Penggunaan Dosis Koagulan Alum dan *Poly Aluminium Chloride* (PAC) dalam Pengelolaan Limbah Cair Batubara. *Jurnal Penelitian Enjiniring* (JPE). 26(1):6-7.

- Ramayanti, D. dan Ulil, A. 2019. Analisis Parameter COD (Chemical Oxygen Demand) dan pH (Potential Hydrogen) Limbah Cair di PT. Pupuk Iskandar Muda (PT. PIM) Lhokseumawe. *Quimica. Jurnal Kimia Sains dan Terapan*. 1(1): 16-21
- Rupani, P.E., Singh, R.P., Ibrahim, M.H and Esa, N. 2010. Review Of Current Palm Oil Mill Effluent (Pome) Treatment Methods: Vermicomposting As A Sustainable Practice. *World Applied Sciences Journal*. 10(10): 1190-1201.
- Rusdianasari dan Meidinariasty, A. 2015. Model Kinetika Reaksi Adsorpsi pada Proses Elektrokoagulasi. *Laporan Akhir Penelitian Hibah Fundamental*. Politeknik Negeri Sriwijaya: Palembang.
- Rusydi, A. F. D. Suherman, dan N. Sumawijaya, "Pengolahan air limbah tekstil melalui proses koagulasi – flokulasi dengan menggunakan lempung sebagai penyumbang partikel tersuspensi studi kasus : Banaran, Sukoharjo dan Lawean, Kerto Suro, Jawa Tengah," *J. Ilmiah Arena Tekstil*, Vol. 31, No. 2, hal. 105–114, 2016.
- Rohmawati, S. 2011. Degradasi Remazol Brilliant Blue dalam Limbah Tenun Kain dengan Metode Elektrokoagulasi. *Skripsi*. Universitas Negeri Semarang: Semarang.
- Sari, A. D. dan Sukanta. 2017. Kajian Kualitas Limbah Cair secara Anaerobik Melalui COD BOD dan TDS: Studi Kasus pada PT Jklmn. *Journal Of Chemical Process Engineering*. 2(2): 52-55.
- Saleh, Hidayat, Saputri Wulandari, and Astriani Meli. 2018. Metodologi Penelitian Biologi *Metodologi Penelitian Biologi_1*.
- Saptati, D. A. S. dan Nurul, F. H. (2018). *Perlakuan Fisiko-Kimia Limbah Cair Industri*. Malang: UB Press.
- Saputra, A.I. 2018. Penurunan TSS Air Limbah Laboratorium Rumah Sakit Menggunakan Metode Elektrokoagulasi. *Journal Of Nursing and Public Health*. 6(2): 1-12.
- Setianingrum, N. P., Agus, P. dan Sarto. 2017. Pengurangan Zat Warna Remazol Red Rb Menggunakan Metode Elektrokoagulasi secara Batch. *Jurnal Rekayasa Proses*. 11(2):78-85.
- Setiawan, Adhi, Nadya Ayu Arianingtyas, Novi Eka Mayangsari, and Tanti Utami Dewi. 2020. "Penyisihan Fluoride Dan COD Air Limbah Industri Asam Fosfat Menggunakan Kombinasi Presipitasi Dan Elektrokoagulasi." *Metana* 16(2): 47–54.
- Setyawati, H. E.J. Sinaga, L.S. Wulandari, dan F. Sandy, "Efektifitas Biji Kelor dan Tawas Sebagai Koagulan Pada peningkatan mutu limbah cair industri tahu," *J Teknik Kimia* , Vol. 12, No. 2, hal. 47–51, 2018.
- Shiddiqi, Q. Y. A., Bambang, H. P., Rafina, P. P., Ayu, S. L., Achmad, D. K. 2022. Studi Penurunan Level COD dan Kadar Logam Berat pada Limbah Cair

- Industri Tekstil dengan Perlakuan Koagulasi dan Elektrokoagulasi. *Jurnal Integrasi Proses*. 11(1): 6.
- SNI 6989.02: 2019. *Air dan Air Limbah - Bagian 2 : Cara Uji Chemical Oxygen Demand (Chemical Oxygen Demand) dengan Refluk Tertutup Secara Spektrofotometri*. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 6989.3: 2019. *Air dan Air Limbah - Bagian 3 : Cara Uji Padatan Tersuspensi (Total Suspended Solids/TSS) Secara Gravimetri*. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 6989.3: 2019. *Air dan Air Limbah - Bagian 11 : Cara Uji erajat keasaman (pH) dengan menggunakan alat pH meter*. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 6989.80: 2011. *Air dan Air Limbah - Bagian 80 : Cara Uji Warna Secara Spektrofotometri*. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.
- Surbakti, B. J. 2020. Karakteristik Limbah Cair Hasil Pengolahan Sistem Lumpur Aktif Pada Pabrik Kelapa Sawit PTPN II Tanjung Morawa Kebun Sawit Seberang. *Biologica Samudra*. 2(2): 95-102.
- Suseno, Argoto, M. dan Petrus, D.2021.Penghilangan Zat Warna Tekstil Remazol Blue (RS)P dengan Metode Elektrokoagulasi Menggunakan Elektroda Logam Besi.*Jurnal Kimia dan Rekayasa*.1(2):55.
- Sutanto, P., Iryani, A. And Sarahwati, D. 2018. Efisiensi Dan Efektifitas Serta Kinetika Elektrokoagulasi Pengolahan Limbah Sagu Aren. *Ekologia*. 18(1): 10–16.
- Sutanhaji, T., Suharto, B., dan Shofiyunniswah. 2019. Elektrokoagulasi untuk Penurunan Kadar Kromium (Cr), Chemical Oxygen Demand (COD), dan Total Suspended Solid (TSS) pada Limbah Industri Penyamakan Kulit di Singosari Kabupaten Malang. *Dampak : Jurnal Teknik Lingkungan Universitas Andalas*. 16(2). 131–138.
- Siringo, E., Kusrijadi, A dan Sunarya, Y. 2013. Penggunaan Metode Elektrokoagulasi Pada Pengolahan Limbah Industri Penyamakan Kulit Menggunakan Aluminium Sebagai Sacrificial Electrode. *Jurnal Sains Dan Teknologi Kimia*. 4(2): 96-107.
- Syamsur, N. N. 2018. *Pengolahan Limbah Cair Laboratorium Kimia dengan Menggunakan Metode Elektrokoagulasi dan Koagulan Biji Kelor*. Skripsi. UIN Alauddin Makassar.
- Wiyanto E., Harsono B., Makmur A., dan Pangputra R. 2014. Penerapan Elektrokoagulasi dalam Proses Penjernihan Limbah Cair. *JETRI*. 12(1): 21-34.

- Wulandari, A. 2018. *Analisis Beban Pencemaran dan Kapasitas Asimilasi Perairan Pulau Pasaran di Provinsi Lampung*. Skripsi: Universitas Lampung.
- Yudono, B. 2021. Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit dengan Metode Elektrokoagulasi. *Usulan Penelitian Unggulan Kompetitif Universitas Sriwijaya*. Universitas Sriwijaya.
- Yuldamita, A. 2018. Pengaruh Waktu Dan Ph Terhadap Penurunan Kadar Total Suspended Solid Limbah Cair Home Industri Tahu Dengan Metode Elektrokoagulasi. *Poltekkes Kemenkes Surabaya*. 2(5). 1-6.
- Yulianto, A. L., Hakim, I. Purwaningsih and V. Pravitasari. 2009. Pengolahan limbah cair industri batik pada skala laboratorium dengan menggunakan metode elektrokoagulasi. *Jurnal Teknologi Lingkungan Universitas Trisakti*, 6-11,.
- Yunitasari, Y., Elystia, S., dan Ivaini, A., 2017, Metode elektrokoagulasi untuk mengolah limbah cair batik di unit kegiatan masyarakat rumah Batik Andalan PT. Riau Andalan Pulp and Paper (RAPP), *Jurnal F. Teknik*, Vol. 4, No. 1, Universitas Riau. Riau