

**PENGARUH VARIASI KUAT ARUS DAN WAKTU
DARI METODE ELEKTROKOAGULASI
TERHADAP KUALITAS LIMBAH CAIR PEMBUATAN TEMPE**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana

Bidang Studi Kimia Fakultas MIPA



MUHAMMAD ROFIF ANAS

08031281924119

JURUSAN KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2023

**PENGARUH VARIASI KUAT ARUS DAN WAKTU
DARI METODE ELEKTROKOAGULASI
TERHADAP KUALITAS LIMBAH CAIR PEMBUATAN TEMPE**

SKRIPSI

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

Oleh:

MUHAMMAD ROFIF ANAS
08031281924119

Indralaya, 03 Oktober 2023

Dosen Pembimbing



Dra. Fatma, M.S.
NIP. 196207131991022001

Mengetahui,
Dekan FMIPA



Prof. Hermansyah, S. Si, M. Si, Ph.D
NIP. 197111191997021001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi Muhammad Rofif Anas (08031281924119) dengan judul "Pengaruh Kuat Arus dan Waktu dari Metode Elektrokogulasi terhadap Kualitas Limbah Cair Pembuatan Tempe" telah disidangkan di hadapan Tim Penguji Sidang Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 02 Oktober 2023 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai masukan yang telah diberikan.

Indralaya, 03 Oktober 2023

Ketua :

Prof. Dr. Elfita, M. Si

NIP. 196903261994122001

()

Sekretaris :

Dr. Desnelli, M. Si.

NIP. 196912251997022001

()

Pembimbing :

Dra. Fatma M. S.

NIP. 196207131991022001

()

Penguji :

1. **Prof. Dr. Poedji Loekitowati Hariani, M.Si.**

NIP. 196808271994022001

()

2. **Dr. Nurlisa Hidayati, M.Si.**

NIP. 197211092000032001

()

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 : Muhammad Rofif Anas
NIM : 08031281924119
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 bersal dari penulis lain baik yang dipublikasikan atau tidak telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar. Semua isi dari skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Indralaya, 02 Oktober 2023

Penulis,



Muhammad Rofif Anas

NIM. 08031281924119

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

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

Nama Mahasiswa : Muhammad Rofif Anas
NIM : 08031281924119
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 Variasi Kuat Arus dan Waktu dari Metode Elektrokoagulasi terhadap Kualitas Limbah Cair Pembuatan Tempe. Dengan hak bebas royalti non-eksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih, edit/memformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan dan database, merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Indralaya, 02 Oktober 2023

Yang menyatakan,



Muhammad Rofif Anas

NIM. 08031281924119

HALAMAN PERSEMBAHAN

“...., Sesungguhnya aku belum pernah kecewa dalam berdoa kepada-Mu,
ya Tuhanku”

(Q. S. Maryam Ayat 4)

“Seekor burung yang duduk di atas pohon tidak pernah takut rantingnya patah
karena kepercayaannya bukan pada cabang dahannya, tetapi pada kemampuannya
untuk terbang”

(Jalaluddin Rumi)

Sebagai wujud rasa syukur kepada Allah SWT dan Nabi Muhammad SAW,
saya persembahkan skripsi ini kepada :

- Keluarga saya, Ibu Warti, Bapak Drs. Widata, dan Armand Sayekti S. Kom
- Dosen Pembimbing saya, Bapak Alm. Dr. Bambang Yudono, M.Sc.
dan Ibu Dra. Fatma, M. S.
- Almamater Universitas Sriwijaya yang saya banggakan.

Terimakasih untuk semua doa, dukungan, dan kepercayaan yang telah diberikan
dalam setiap proses yang telah dilalui, hanya Allah SWT yang mampu membalas
dengan kebaikan lain yang tak ternilai harganya.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur bagi Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul: “Pengaruh Variasi Kuat Arus dan Waktu Proses Metode Elektrokoagulasi Terhadap Kualitas Limbah Cair Pembuatan Tempe”. Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains pada Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.

Penyusunan skripsi ini tentunya bukanlah hal mudah bagi penulis karena tidak terlepas dari berbagai rintangan, mulai dari tahap literasi, pengambilan sampel, penelitian, pengumpulan dan pengolahan data hingga tahap penulisan. Namun, dengan ketekunan dan kesabaran yang dilandasi dengan rasa tanggung jawab selaku mahasiswa dan juga bantuan baik material maupun moril dari berbagai pihak yang terlibat, akhirnya selesai sudah penulisan skripsi ini.

Penulis juga menyampaikan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Alm. Dr. Bambang Yudono, M. Sc selaku pembimbing akademik yang telah memberikan ilmu, nasihat, dan kesabaran dalam membimbing penulis. Meskipun hari ini Bapak sudah tidak lagi bisa kebersamaian, semoga amal dan segala ilmu bermanfaat senantiasa menemani Bapak untuk mendapat tempat terbaik-Nya.
2. Ibu Dra. Fatma, M.Si selaku dosen pembimbing yang telah memberikan banyak bimbingan, motivasi, petunjuk, dan arahan kepada penulis dalam penyelesaian tugas akhir dan skripsi ini. Semoga Allah senantiasa membalas kebaikan-kebaikan ibu dengan pahala di sisi-Nya.
3. Ibu Prof. Dr. Poedji Loekitowati H., M. Si. selaku dosen pembahas I yang telah memberikan koreksi dan masukan terhadap penulisan skripsi ini.
4. Ibu Dr. Nurlisa Hidayati M. Si. selaku dosen pembahas II yang sudah memberikan nasihat dan arahan terhadap kepenulisan skripsi.
5. Bapak Prof. Hermansyah S.Si., M.Si., Ph.D selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
6. Ibu Prof. Dr. Muharni, M. Si. selaku Ketua Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya yang telah

memberikan izin dalam melakukan penelitian ini.

7. Bapak Dr. Addy Rachmat, M.Si. selaku Sekretaris Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
8. Bapak Dr. Suheryanto, M. Si. selaku kepala laboratorium Kimia Analisa dan Instrumentasi Pengujian.
9. Seluruh Dosen FMIPA Kimia Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu, mendidik dan membimbing selama masa kuliah.
10. Mbak Novi dan Kak Chosiin selaku admin jurusan yang sudah banyak membantu dan memberi penjelasan informasi kepada penulis sehingga tugas akhir dapat diselesaikan sebagaimana mestinya.
11. Ibunda Warti. Terimakasih penulis sampaikan kepada beliau atas segala bentuk bantuan, semangat, dan doa yang selalu diberikan. Beliau memang tidak pernah merasakan bangku kuliah, namun beliau mampu mendidik dan memberikan motivasi tiada henti untuk penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan studinya sampai predikat sarjana. Maaf sering membuatmu khawatir perihal kelulusan.
12. Panutan penulis dalam segala hal baik, Bapak Widata. Terimakasih kepada sosok yang tidak pernah mengeluh walau beban dan tanggung jawab yang dipikul tidaklah mudah. Terimakasih juga sudah merawat keluarga dan mendidik anakmu hingga hari ini. Bapak adalah penguat dan motivasi terhebat penulis dalam menyelesaikan studi.
13. Pemilik NIM 08031182025009, saudari Feni Yunita yang telah menjadi bagian penting dalam perjalanan penulis hingga saat ini. Teruslah menjadi sosok yang periang dan menggemaskan. Afhin (2023) menyatakan kamu akan selalu terlihat cantik di mata seseorang yang mencintaimu. Kan bener, pantas saja kamu selalu terlihat cantik di mata ku! Semoga hal baik selalu menyertaimu ya! Segitu aja, walaupun ngga panjang-panjang amat, tapi seengganya namamu abadi dalam karya ini.
14. Intan R, Nisa, dan Rajes teman seperjuangan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
15. Oma Nayla Jaya (Rizna, jono, liyak, meycin, aul, kartika, ertak, amso, penan, dan yati) yang sudah banyak membantu penulis dalam hal bertanya.

Kalau mau lihat bagaiman tulusnya pertemenan, lihat saja bagaimana mereka berteman.

16. Teman-teman kos Jaya Abadi yang selalu menemani penulis dengan keramaian dan kehangatan keluarga.
17. Oza squad (Iqbal, Jepri, Agung, Rapli, Suteja, Bang Apres) yang telah menemani penulis dalam menggalau dan menjadi tempat ternyaman untuk bertingkah konyol dan menyenangkan. Semoga tetap sukses selalu ya kita!
18. GGT squad yang telah menjadi tempat bertukar cerita serta tempat ternyaman penulis untuk healing dan melepas penat. Gas touring! Gas nongki! Tunggu apalagi, apalagi yang ditunggu!
19. Teman-teman BO COIN dan BPH yang sudah menjadi bumi dan tempat mengisi kehidupan perkuliahan dengan kegiatan bermanfaat. Terimakasih perjuangannya selama satu tahun kepengurusan periode 2021/2022.
20. Grup rt 06/07 terutama jaki yang menjadi motivasi penulis untuk bisa cepat menyelesaikan tugas akhir. Semoga kebiasaan-kebiasaan aneh anda sepenuhnya bisa berkurang.
21. Seluruh pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu. Terimakasih atas seluruh kontribusinya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.

Dengan kerendahan hati, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih terdapat kekurangan dan kesalahan, sangat diharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca untuk perbaikan skripsi ini. Akhir kata, penulis berharap skripsi ini dapat berguna bagi penulis khususnya dan bagi para pembaca pada umumnya, serta dapat memberikan sumbangsih dalam ilmu pengetahuan.

Indralaya, 02 Oktober 2023

Penulis,



Muhammad Rofif Anas

NIM. 08031281924119

SUMMARY

THE EFFECT OF STRONG CURRENTS VARIATION AND TIME ON THE ELECTROCOAGULATION METHOD TO THE QUALITY OF TEMPEH LIQUID WASTE

Muhammad Rofif Anas: Supervised by Dra. Fatma, M.S.

Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Sriwijaya University

xvi + 38 pages, 4 tables, 8 pictures and 7 attachments.

The tempeh manufacturing industry produces liquid waste which directly disposed into waters can reduce the carrying capacity of the environment. An alternative method that can be used to solve the problem of tempeh liquid waste is the electrocoagulation. This research is to determine the effect of strong currents and time of the electrocoagulation process on the quality of tempe liquid waste by measuring pH, TSS, TDS, and COD.

The strong currents in the power supply was varied to 30, 40, 50, 60 amperes and the electrocoagulation process time was varied to 60, 90, 120, and 150 minutes. The electrocoagulation process in this research using aluminium electrodes. Analysis of pH value using a pH meter, analysis of TSS and TDS value using the gravimetric method and COD analysis was using the UV-VIS spectrophotometric method which needed digestion solution, sulfuric acid, and a standard solution of potassium hydrogen phthalate ($C_8H_5KO_4$).

The diversity analysis of ANOVA showed that the strong current and the time of electrocoagulation process have a significant effect on increasing pH and reducing TSS, TDS and COD values. The highest quality of tempeh liquid waste produced at a strong currents of 60 ampere and an electrocoagulation process time of 150 minute. It gives a pH value 8.3 and an efficiency in reducing TSS, TDS, COD values are 94,56%; 92,42%; 90,71%.

Keywords : tempeh liquid waste, electrocoagulation, time, strong currents.

Citation : 71 (2010-2023).

RINGKASAN

PENGARUH VARIASI KUAT ARUS DAN WAKTU DARI METODE ELEKTROKOAGULASI TERHADAP KUALITAS LIMBAH CAIR PEMBUATAN TEMPE

Muhammad Rofif Anas: Dibimbing oleh Dra. Fatma, M. S.

Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya
xvi + 38 halaman, 4 tabel, 8 gambar dan 7 lampiran.

Industri pembuatan tempe menghasilkan limbah cair yang jika langsung dibuang ke perairan dapat menurunkan daya dukung lingkungan. Suatu metode alternatif yang dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan limbah cair tempe ini adalah dengan menggunakan metode elektrokoagulasi. Penelitian ini dilakukan untuk menentukan pengaruh kuat arus dan waktu proses elektrokoagulasi terhadap kualitas limbah cair tempe dengan mengukur nilai pH, TSS, TDS, dan COD.

Kuat arus pada power supply divariasikan menjadi 30, 40, 50, 60 ampere dan waktu proses elektrokoagulasi divariasikan menjadi 60, 90, 120, dan 150 menit. Proses elektrokoagulasi pada penelitian ini menggunakan elektroda aluminium. Analisis nilai pH menggunakan pH meter, analisis nilai TSS dan TDS dilakukan dengan metode gravimetri dan analisis COD dilakukan dengan metode spektrofotometri UV-VIS menggunakan digestion solution, asam sulfat, dan larutan standar kalium hidrogen ftalat ($C_8H_5KO_4$).

Hasil analisa keragaman menggunakan ANOVA menunjukkan bahwa kuat arus dan waktu proses elektrokoagulasi sangat berpengaruh nyata terhadap peningkatan pH dan penurunan nilai TSS, TDS, COD. Kualitas terbaik limbah cair tempe yang dihasilkan dari proses elektrokoagulasi adalah pada kuat arus 60 ampere dan waktu proses elektrokoagulasi 150 menit dengan pH 8,3 dan efisiensi penurunan nilai TSS, TDS, COD secara berturut-turut sebesar 94,56 %, 92,42 %, 90,71 %.

Kata kunci : limbah cair tempe, elektrokoagulasi, waktu, kuat arus.

Sitasi : 71 (2010-2023).

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
SUMMARY	iv
RINGKASAN	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Limbah Cair Tempe	4
2.2 Elektrokoagulasi	5
2.3 Elektroda Alumunium	6
2.4 Parameter Pengujian	7
2.4.1 pH	7
2.4.2 TSS (<i>Total Suspended Solid</i>)	8
2.4.3 TDS (<i>Total Dissolved Solid</i>)	9
2.4.4 COD (<i>Chemical Oxygen Demand</i>)	9
2.5 Spektrofotometri UV-VIS	10
BAB III METODE PENELITIAN	11
3.1 Waktu dan Tempat	11
3.2 Alat dan Bahan	11
3.3 Prosedur Penelitian	11
3.3.1 Karakterisasi Awal	11
3.3.2 Pengolahan Limbah Cair Tempe dengan Elektrokoagulasi	12

3.4 Pengujian Parameter	12
3.4.1 Uji pH (SNI 6989.11:2019)	12
3.4.2 Uji TSS (SNI 6989.3: 2019)	13
3.4.3 Uji TDS (SNI 6989.27:2019)	14
3.4.4 Uji COD (SNI 6989.2:2019)	14
3.5 Analisis Data	16
3.5.1 Uji Normalitas Shapiro-Wilk	17
3.5.2 Analisis Rancangan Alat lengkap (RAL) Faktorial dan BNJ	17
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	21
4.1 Elektrokoagulasi	21
4.2 Karakterisasi Awal Limbah Cair Tempe	22
4.3 Nilai pH Setelah Elektrokoagulasi	23
4.4 Nilai TSS Setelah Elektrokoagulasi	24
4.5 Nilai TDS Setelah Elektrokoagulasi	26
4.6 Nilai COD Setelah Elektrokoagulasi	29
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	32
5.1 Kesimpulan	32
5.2 Saran	32
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN	38

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema Proses Elektrokoagulasi	5
Gambar 3.1 Bak Elektrokoagulasi serta DC (Direct Current) Power Supply .	12
Gambar 4.1 Proses Elektrokoagulasi	21
Gambar 4.2 Grafik Pengaruh Kuat Arus dan Waktu terhadap Kadar pH	23
Gambar 4.3 Grafik Pengaruh Kuat Arus dan Waktu terhadap Kadar TSS	25
Gambar 4.4 Proses Koagulan Menghilangkan Kadar TSS	25
Gambar 4.5 Grafik Pengaruh Kuat Arus dan Waktu terhadap Kadar TDS	27
Gambar 4.6 Proses Koagulan Menghilangkan Kadar TDS	28
Gambar 4.7 Grafik Pengaruh Kuat Arus dan Waktu terhadap Kadar COD	30
Gambar 4.8 Proses Koagulan Menghilangkan Kadar COD	30

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Baku Mutu Limbah Cair Tempe PerMen LH RI No. 5 Th. 2014 ...	5
Tabel 3.1 Perlakuan dan Ulangan untuk Model Rancangan Acak Lengkap....	17
Tabel 3.2 Daftar Analisis Keragaman RAL Faktorial	18
Tabel 4.1 Hasil Uji Karakteristik Awal Limbah Cair Tempe	22

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Diagram Alir Prosedur Penelitian	39
Lampiran 2. Seperangkat Alat dan Proses Elektrokoagulasi	41
Lampiran 3. Sampel Hasil Elektrokoagulasi	42
Lampiran 4. Analisa Kadar pH	44
Lampiran 5. Analisa Kadar TSS (<i>Total Suspended Solid</i>)	49
Lampiran 6. Analisa Kadar TDS (<i>Total Dissolved Solid</i>)	54
Lampiran 7. Analisa Kadar COD (<i>Chemical Oxygen Demand</i>)	59

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kedelai merupakan komoditas pangan yang memiliki kandungan protein nabati tinggi dan telah banyak digunakan sebagai bahan baku produk olahan seperti tempe (Krisnawati, 2017). Indonesia menjadi negara produsen tempe terbesar di dunia (Kristiningrum dan Susanto, 2015). Harga tempe yang relatif murah, rasanya yang lezat, kandungan gizi yang tinggi, dan potensi medis yang dimiliki menjadi alasan tempe sangat digemari masyarakat Indonesia (Aryanta, 2019). Banyaknya kebutuhan akan olahan kacang kedelai ini pun membuat maraknya usaha industri pembuatan tempe untuk memenuhi kebutuhan tempe secara nasional (Pakpahan dkk., 2021).

Industri tempe ternyata juga menimbulkan efek negatif bagi lingkungan jika dampaknya tidak diperhatikan dengan baik. Tahapan proses perendaman, perebusan, pencucian, dan pengupasan kulit kedelai menghasilkan limbah cair dengan volume yang cukup tinggi dan jika langsung dibuang ke aliran air maka akan menurunkan daya dukung lingkungan pada perairan tersebut (Agung dan Hanry, 2013).

Setyabudiarso dkk. (2022) melaporkan limbah cair tempe di Daerah Sanan Kecamatan Blimbing Kota Malang memiliki karakteristik derajat keasaman (pH) sebesar 4,3, nilai TSS sebesar 4.244 mg/L, TDS 24.254 mg/L, dan nilai COD mencapai 32.368 mg/L. Nilai semua parameter tersebut telah melampaui standar baku mutu dan dapat mengganggu kehidupan organisme air. Hidayatul (2019) menyatakan nilai TDS dan TSS yang jauh melewati standar baku mutu limbah cair sangat berbahaya bagi makhluk hidup perairan. Partikel tersuspensi mengurangi penetrasi matahari yang masuk ke dalam air sehingga air menjadi lebih keruh dan menyebabkan pertumbuhan organisme terganggu. Padatan tersuspensi menimbulkan dampak buruk terhadap kualitas air.

Limbah cair yang dihasilkan sebelum dilepaskan ke lingkungan haruslah dilakukan pengolahan terlebih dahulu supaya limbah cair tersebut tidak mencemari lingkungan dan kualitas lingkungan yang sehat tetap terjaga (Azhari, 2016). Metode

elektrokoagulasi dapat digunakan sebagai solusi alternatif untuk mengatasi permasalahan limbah cair tempe ini karena hasilnya yang efisien, inovatif, ekonomis, dan juga efektif. Elektrokoagulasi memanfaatkan proses elektrolisis untuk menghasilkan koagulan yang dapat menurunkan atau mengurangi kadar partikel polutan dan ion logam dalam air. Elektrokoagulasi bukan merupakan teknologi yang baru. Metode ini banyak digunakan sebagai solusi untuk pengolahan limbah tekstil, limbah cair kimiawi industri fiber, air limbah rumah tangga, pengolahan air gambut, cairan dari sampah, dan limbah rumah sakit (Wiyanto dkk, 2014).

Pengolahan limbah cair tempe dengan menggunakan metode elektrokoagulasi juga pernah dilakukan oleh Cundari dkk. (2022) yang meneliti terkait pengaruh tegangan listrik terhadap penurunan polutan pada limbah cair tempe dengan variasi tegangan 3V, 6V, dan 9V. Hasil menunjukkan bahwa elektrokoagulasi pada tegangan 9V memiliki efisiensi tertinggi penurunan kadar TSS sebesar 33% dan COD sebesar 31%.

Proses elektrokoagulasi pada penelitian ini menggunakan elektroda jenis aluminium karena berdasarkan penelitian Prayitno dkk. (2018) efisiensi penyisihan proses elektrokoagulasi dengan menggunakan elektroda aluminium lebih efisien dibanding logam lainnya seperti tembaga. Aluminium memberikan persen efisiensi mencapai 98,06%, sedangkan elektroda tembaga hanya sebesar 96,35%. Pemilihan aluminium adalah karena aluminium memiliki daya tahan yang baik terhadap korosi, ketersediaan melimpah, dan bahan yang relatif murah (Zakaria, 2018).

Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi proses elektrokoagulasi meliputi jenis elektroda, penambahan elektrolit, pH, waktu proses, tegangan listrik, kuat arus, serta desain alat seperti luas elektroda dan jarak antar elektroda (Amelia, 2019). Pengaruh variasi kuat arus dan waktu proses metode elektrokoagulasi pernah dilakukan oleh Manora (2023) yang melaporkan bahwa kuat arus 40 ampere dan waktu proses 150 menit memberikan efisiensi tertinggi penurunan kadar COD, TSS, TDS yang terkandung dalam limbah cair tahu secara berturut-turut sebesar 90,35%; 92,66%; dan 66,85%.

Pada penelitian ini, kuat arus *power supply* divariasikan menjadi 30, 40, 50, 60 ampere dan waktu proses elektrokoagulasi divariasikan menjadi 60, 90, 120, dan

150 menit. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengaruh kuat arus dan waktu proses elektrokoagulasi terhadap kualitas limbah cair tempe dan menentukan hasil terbaik melalui pengukuran parameter uji pH, TSS, TDS, dan COD.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini ialah :

1. Bagaimana pengaruh kuat arus dan waktu proses kinerja elektrokoagulasi terhadap parameter pH, TSS (*Total Suspended Solid*), TDS (*Total Dissolved Solid*), dan COD (*Chemical Oxygen Demand*) pada kualitas limbah cair tempe?
2. Bagaimana kualitas terbaik limbah cair tempe hasil elektrokoagulasi dilihat melalui pengukuran parameter pH, TSS (*Total Suspended Solid*), TDS (*Total Dissolved Solid*), dan COD (*Chemical Oxygen Demand*)?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menentukan pengaruh kuat arus dan waktu proses elektrokoagulasi terhadap parameter pH, TSS (*Total Suspended Solid*), TDS (*Total Dissolved Solid*), dan COD (*Chemical Oxygen Demand*) pada limbah cair tempe.
2. Menentukan kualitas terbaik limbah cair tempe hasil elektrokoagulasi melalui pengukuran parameter pH, TSS (*Total Suspended Solid*), TDS (*Total Dissolved Solid*), dan COD (*Chemical Oxygen Demand*).

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini untuk memberikan informasi mengenai pengaruh kuat arus dan waktu serta menentukan kualitas terbaik terhadap pengurangan nilai TSS (*Total Suspended Solid*), TDS (*Total Dissolved Solid*), COD (*Chemical Oxygen Demand*) dan peningkatan pH pada pengolahan limbah cair tempe menggunakan metode elektrokoagulasi sehingga dapat memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agung T. R. & Hanry S W. 2012. Pengolahan Limbah Industri Tahu dengan Menggunakan Teknologi Plasma. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*. 2(2): 19-27.
- Amelia, L. R., Priatmoko, S., dan Prasetya, A. T. 2019. Pengaruh Jenis Elektrolit Support pada Penurunan Logam Cr dalam Limbah dengan Menggunakan Metode Elektrokoagulasi. *Indonesian Journal of Chemical Science*. 8(2): 69-75.
- Amri, I. dan Awalsya, F. 2020. Pengolahan Limbah Cair Industri Pelapisan Logam dengan Proses Elektrokoagulasi secara Kontinyu. *Chempublish Journal*. 5(1): 15-26.
- Ananda, E. R., Irawan, S. T., M. T2, Wahyuni, S. D., Kusuma, A. D., Budiarto, J. dan Hidayat, R. 2018. Pembuatan Alat Pengolah Limbah Cair dengan Metode Elektrokoagulasi Untuk Industri Tahu Kota Samarinda. *Jurnal Teknologi Terpadu*. 6(1): 14-22.
- Andini, V. M., Ira, M. A., dan Witasari, Y. 2015. Studi Persebaran TSS (Total Suspended Solid) Menggunakan Citra Aqua Modis di Laut Senenu 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.
- Aryanta, I. W. R. 2019. Manfaat Tempe untuk Kesehatan. *E-Jurnal Widya Kesehatan*. 2(1): 44-50.
- Atmadani, A. A. dan Hidayah, E. N. 2016. *Kinetika Reaksi Resin Immobilized Photocatalyst Technology (RIPT) TiO₂ Sebagai Bahan Alternatif Pengolahan Limbah Cair Tahu*. Jawa Timur: UPN Veteran.
- Atman. 2014. *Strategi Meningkatkan Produksi Kedelai Melalui PTT*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Azhari, M. 2016. Pengolahan Limbah Tahu dan Tempe dengan Metode teknologi Tepat Guna Saringan Pasir sebagai Kajian Mata Kuliah Pengetahuan Lingkungan. *Jurnal media Ilmiah Teknik Lingkungan*. 1(2): 1-8.
- Bambang, H. P. dan Harsanti, M. 2010. *Pengolahan Limbah Cair Tekstil Menggunakan Proses Elektrokoagulasi dengan Sel Al-Al*. Yogyakarta: Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia.
- Belén, F., Bendetti, S., Sánchez, J., Hernández, E., Auleda, J.M., Prudêncio. E.S., Petrus, J.C.C., and Raventós, M. 2013. Behavior of Functional Compounds During Freeze Concentration of Tofu Whey. *Journal of Food Engineering*. 116(3): 681-688.

- Campos, R. C., Pinto, V. R. A., Melo, L. F., Rocha, S. J. S. S. and Coimbra, J. S. 2021. New Sustainable Perspectives for “Coffee Wastewater” and Other by-Products: A Critical Review. *Future Foods*. 4(1): 1-17.
- 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.
- Fitri, R. F., Fithanah, U. dan Said, M. 2017. Pengaruh Dosis Inokulum dan Biji Kelor dalam Pengolahan Limbah Cair Tempe Menggunakan Trickling Bed Filter. *Jurnal Teknik Kimia*. 23(2): 120–128.
- Hamid, R. A. 2020. *Buku ajar guru laju reaksi*. Banjarmasin: Universitas Lambung Mangkurat 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.
- Harjosuwono, B. A., Arnata, I. W. & Puspawati, G. A. K. D. 2011. *Rancangan Percobaan Teori Aplikasi SPSS dan Excel*. Malang: Lintas Kata Publishing.
- Hasibuan, E. 2015. *Pengenalan Spektrofotometer pada Mahasiswa yang Melakukan Penelitian di Laboratorium Terpadu Fakultas Kedokteran USU*. Skripsi. Medan: Fakultas Kedokteran, Universitas Sumatra Utara.
- Hernaningsih, T. 2016. Tinjauan Teknologi Pengolahan Air Limbah Industri dengan Proses Elektrokoagulasi. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*. 9(1): 31–46.
- Hidayatul, H. 2019. *Kondisi Nilai TSS Dan TDS Pada Uji Toksisitas Limbah Cair Kelapa Sawit Terhadap Kelulushidupan Benih Ikan Baung (Hemibagrus Nemurus)*. Pekanbaru: Universitas Riau Press.
- Howe, K.J., David, W.H., John, C.C., Rhodes, T., and George, T. 2012. *Principles of Water Treatment*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Ismail, S. 2022. Pengaruh Penggunaan Model Pembelajaran Berbasis Proyek “Project Based Learning” terhadap Hasil Belajar Fisika Peserta Didik Kelas X IPA SMA Negeri 35 Halmahera Selatan Pada Konsep Gerak Lurus”. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*. 8(5): 249-255.
- Jin, P., Song, J., Yang, L., Jin, X., dan Wang, X.C. 2018. Selective Binding Behavior of Humic Acid Removal by Aluminum Coagulation. *Environmental Pollution Journal*. 233(1). 297.
- Kasman, M., Riyanti, A., Sy, S. dan Ridwan, M. 2018. Reduksi Pencemar Limbah Cair Industri Tahu dengan Tumbuhan Melati Air (*Echinodorus Palaeifolius*) dalam Sistem Kombinasi Constructed Wetland dan Filtrasi, *Jurnal Litbang Industri*. 8(1): 39-46.

- Krisnawati, A. 2017. Kedelai sebagai Sumber Pangan Fungsional. *Jurnal IPTEK Tanaman Pangan*. 12(1): 57-65.
- Kristiningrum, E. dan Susanto, D. A. 2015. Kemampuan Produsen Tempe Kedelai dalam Menerapkan SNI 3144:2009. *Jurnal Standardisasi*. 16(2): 99-108.
- Kurniati, T.R dan Mujiburohman, M. 2020. *Pengaruh Beda Potensial dan Waktu Kontak Elektrokoagulasi terhadap Penurunan Kadar COD dan TSS pada Limbah Cair Laundry*. Artikel. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Li, L., Yao, Ji., Fang, X., Huang, Y. X., and Mu Y. 2017. *Electrolytic Ammonia Removal and Current Efficiency by a Vermiculite Packed Electrochemical Reactor*. Diakses pada tanggal 10 Mei 2023. <https://www.nature.com/articles/srep41030>.
- 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.
- 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 USU: Sumatera Utara.
- Nasution, M.A. 2012. *Pengolahan Lcpks Keluaran Fat Pit, Kolam Anaerobik dan Reaktor Biogas dengan Elektrokoagulasi*. Prosiding Insinas. 6(2): 20-40.
- 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. *AAAL Bioflux*, 11(3), 565–575.
- Pakpahan M. R. R. B., Ruhayat R., dan Hendrawa, D. I. 2021. Karakteristik Air Limbah Industri Tempe (Studi Kasus: Industri Tempe Semanan Jakarta Barat). *Jurnal Bhuwana*. 1(2): 164-172.
- Pratama, M. R. F., Suratno, S., dan Mulyani, E. 2018. Profile of Thin-Layer Chromatography and UVVis Spectrophotometry of Akar Kuning Stem Extract (*Arcangelisia flava*). *Borneo Journal of Pharmacy*. 1(2):72-76.
- Prayitno, Ridantami, V., dan Mulyani, I. M. 2018. Pengaruh pH terhadap Penurunan Konsentrasi Thorium dalam Limbah Menggunakan Proses

- Elektrokoagulasi dengan Elektroda Alumunium dan Tembaga. *Jurnal Urania*. 24(3): 187-196.
- Prayitno, Ruliyannah, S., dan Takwanto, A. 2016. *Pengolahan Air Limbah Laboratorium Menggunakan Proses Elektrokoagulasi*. Prosiding. Politeknik Negeri Malang.
- Purnama, S. G. 2016. *Modul Analisis Dampak Limbah Cair Industri Tempe di Denpasar*. Bali: Universitas Udayana.
- Ramadani, R., Sigit, S. and Maisari, U. 2021. Analysis of Temperature, Power of Hydrogen (pH), Chemical Oxygen Demand (COD) and Biological Oxygen Demand (BOD) in Domestic Wastewater in Sukoharjo Environmental Office. *Indonesian Journal of Chemical Research*. 6(2): 12-22.
- 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.
- Rizki, A. M. 2018. *Analisis Pengaruh Variasi Elektroda Pada Pengelasan Aluminium 5083 dengan 6061 Terhadap Sifat Mekanik, Struktur Mikro, dan Prediksi Korosi*. Surabaya: Departemen Teknik Kelautan ITS.
- Rizki, N., Sutrisno, E dan Sumiyati, S. 2017. Penurunan Konsentrasi COD dan TSS pada Limbah Cair Tahu dengan Teknologi Kolam (Pond) - Biofilm Menggunakan Media Biofilter Jaring Ikan dan Bioball. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 2(1): 1-8.
- 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.
- Said, I. N. 1999. *Teknologi Pengolahan Air Limbah Tahu-Tempe Dengan Proses Biofilter Anaerob dan Aerob*. Jakarta: Direktorat Teknologi Lingkungan.
- Samhuddin, Budiman, S. Dan La, O. I. 2017. Studi Pemanfaatan Limbah Abu Terbang Batubara (Fly Ash) dan Kaleng Minuman Soft drink Sebagai Pengganti Material Baja Ringan. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Mesin*. 2(3): 1-7.
- 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.

- Sanjaya, D. B. dan Alhanannasir. 2018. Mempelajari Frekuensi Pencucian Surimi terhadap Nilai Sensoris Pempek Ikan Tenggiri Pasir yang Dihasilkan. *Edible*. 7(1): 12-32.
- Sasmita, J. F. A. 2018. *Kajian Kinetika Degradasi Termal dan Stabilitas Kurkuminoid dalam Sistem Dispersi Padat Ekstrak Kunyit -PVPK-30 pada Berbagai Drugload*. Skripsi. Universitas Sanata Dharma: Yogyakarta
- Setyobudiarso, H., Candra, D. W., dan Ayudyaningtyas. 2022. *Perancangan dan Pembuatan Alat Penjernih Air Buangan Industri Kecil (Produksi Tempe)*. Seminar Nasional. ITN Malang.
- Shah, R. and Patel, S. 2021. Recent Advances In Using Electrocoagulation As A Wastewater Treatment Technique. *Article: USA*.
- Silitonga, S. S., Wahyuningsih, P. dan Amri, Y. 2019. Pengaruh Penambahan Koagulan Tawas terhadap Tingkat Keekeruhan Sumber Air Baku di PDAM Tirta Keumueneng. *Jurnal Kimia Sainns dan Terapan*. 1(1): 25-29.
- Sisyanreswari, H., Oktiawan, W., dan Rezagama, A. 2014. *Penurunan TSS, COD, dan Fosfat pada Limbah Laundry Menggunakan Koagulan Tawas dan Media Zeolit*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- 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 6989.27: 2019. *Air dan Air Limbah - Bagian 27 : Cara Uji Padatan Terlarut Total (Total Dissolved Solids/TDS) Secara Gravimetri*. Jakarta : Badan 39 Universitas Sriwijaya 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.
- Soheti P., Sumarlin L. O., dan Marisi D. P. 2020. Fitoremediasi Limbah Radioaktif Cair Menggunakan Kayu Apu (*Pistia stratiotes*) untuk Menurunkan Kadar Torium. *Jurnal Eksplorium*. 41(2): 139-151.
- 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.
- 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.
- Syamsur, N. N. 2018. *Pengolahan Limbah Cair Laboratorium Kimia dengan Menggunakan Metode Elektrokoagulasi dan Koagulan Biji Kelor*. Skripsi. UIN Alauddin Makassar.
- Tegladza, I.D., Xu, Q., Xu, K., Lv, G., dan Lu, J. 2021. Electrocoagulation Processes: A General Review About Role of Electro-Generated Floccs in Pollutant Removal. *Process Safety and Environmental Protection Journal*. 40(1). 169-189.
- Uddin, M., Alam, M., Mobin, M., and Miah, M. 2015. An Assessment of the River Water Quality Parameters: A case of Jamuna River. *Journal of Environmental Science and Natural Resources*, 7(1): 249–256.
- Wardiana, E. 2016. *Menelisik Indikator Tingkat Ketelitian Suatu Penelitian Percobaan*. Diakses pada tanggal 18 Juli 2023. https://www.researchgate.net/publication/327173868_Menelisik_Indikator_Tingkat_Ketelitian_suatu_Penelitian_Percobaan.
- Wiryani, E. 2017. *Analisa Kandungan Limbah Cair Pabrik Tempe Kedelai*. Semarang: MIPA UNDIP.
- 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.
- Yahya, S. 2013. *Spektrofotometri UV-Vis*. Jakarta: Erlangga.
- Zakaria. 2018. *Studi Pemanfaatan Alumunium sebagai Anoda untuk Energi Listrik Alternatif Tenaga Air Laut pada Penerangan Kapal Nelayan*. Surabaya: Departemen Teknik Sistem Perkapalan ITS