

**PENGOLAHAN LIMBAH CAIR INDUSTRI TAHU SECARA
ELEKTROKOAGULASI MENGGUNAKAN ELEKTRODA ALUMINIUM
PADA KUAT ARUS DAN WAKTU KONTAK BERVARIASI**

SKRIPSI

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



OLEH :

NISA MANORA PRATAMA

08031281924115

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

2023

HALAMAN PENGESAHAN

**PENGOLAHAN LIMBAH CAIR INDUSTRI TAHU SECARA
ELEKTROKOAGULASI MENGGUNAKAN ELEKTRODA ALUMINIUM
PADA KUAT ARUS DAN WAKTU KONTAK BERVARIASI**

SKRIPSI

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

Oleh :

NISA MANORA PRATAMA

08031281924115

Indralaya, 04 Agustus 2023

Pembimbing I



Dr. Addy Rachmat, M.Si.

NIP. 197409282000121001

Pembimbing II



Dra. Fatma, MS.

NIP.19620713199102201

Mengetahui,

Dekan FMIPA



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

NIP. 197111191997021001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi Nisa Manora Pratama (08031281924115) dengan judul "Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu Secara Elektrokoagulasi Menggunakan Elektroda Alumunium Pada Kuat Arus dan Waktu Kontak Bervariasi" telah disidangkan di hadapan Tim Penguji Sidang Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 04 Agustus 2023 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai masukan yang telah diberikan.

Indralaya, 04 Agustus 2023

Ketua :

1. **Drs. Dasril Basir, M.Si.**

NIP. 195810091986031005

Pembimbing:

1. **Dr. Addy Rachmat, M.Si**

NIP. 197409282000121001

2. **Dra. Fatma, M.S**

NIP. 196207131991022001

Penguji:

1. **Dr. Ady Mara, M.Si,**


NIP. 197409282000121001

2. **Prof. Dr. Elfita, M.Si.**

NIP. 196903261994122001



Mengetahui,

Dekan EMIPA

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 Mahasiswa : Nisa Manora Pratama
NIM : 08031281924115
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 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 sebenarnya,

Indralaya, 07 Agustus 2023

Penulis,



Nisa Manora Pratama

NIM. 08031281924115

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

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

Nama Mahasiswa : Nisa Manora Pratama
NIM : 08031281924115
Fakultas/Jurusan : MIPA/ 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 “Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu Secara Elektrokoagulasi Menggunakan Elektroda Aluminium Pada Kuat Arus dan Waktu Kontak Bervariasi” dengan hak bebas royalti non-eksklusif 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

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Indralaya, 07 Agustus 2023

Yang menyatakan,



Nisa Manora Pratama

NIM. 08031281924115

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)

“Maybe I made a mistake yesterday, but yesterday's me is still me. I am who I am today, with all my faults. Tomorrow I might be a tiny bit wiser, and that's me, too. These faults and mistakes are what I am, making up the brightest stars in the constellation of my life. I have come to love myself for who I was, who I am, and who I hope to become.”

(Kim Namjoon – BTS)

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

- ❖ *Kedua orang tuaku tercinta*, Mama dan Ayah, serta *Ndikku tersayang*, maupun keluarga besarku.
- ❖ *Dosen Pembimbingku*, Bapak Dr. Bambang Yudono, M.Sc. dan Dr. Addy Rachmat, M.Si. serta Ibu Dra. Fatma, MS.
- ❖ 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 kepada Allah SWT atas rahmat, ridho dan karunianya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu Secara Elektrokoagulasi Menggunakan Elektroda Alumunium Pada Kuat Arus dan Waktu Kontak Bervariasi”. Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Jurusan Kimia Universitas Sriwijaya.

Proses penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari berbagai rintangan dan proses yang tidak mudah. Namun, dengan kesabaran dan ketekunan yang berlandaskan rasa tanggung jawab sebagai mahasiswa untuk dapat menyelesaikan studi dengan tepat waktu, serta bantuan dari berbagai pihak, akhirnya skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada Bapak **Dr. Bambang Yudono, M.Sc. dan Dr. Addy Rachmat, M.Si.** serta Ibu **Dra. Fatma, MS.** untuk segala bantuan, waktu, bimbingan dan saran yang telah diberikan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis juga menyampaikan terimakasih kepada :

1. Bapak Prof. Hermansyah, 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 Sekretaris Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Dr. Ady Mara, M.Si. dan Ibu Prof. Dr. Elfita, M.Si. selaku dosen pembahas dan penguji pada seminar hasil dan sidang sarjana yang telah memberikan masukan, bimbingan, dan kemudahan sehingga skripsi ini dapat dapat selesai dengan baik. Bapak Drs. Dasril Basir, M.Si. selaku Ketua Sidang, terimakasih telah membantu dalam pelaksanaan sidang sehingga dapat berjalan dengan lancar.
5. Seluruh Dosen Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu, didikan, dan bimbingan selama kuliah.

6. Ayuk Nur, Ayuk Niar dan Ayuk Yanti selaku analis di laboratorium Kimia yang rela meluangkan waktunya untuk menanggapi penulis bertanya, selalu membantu dan melancarkan dalam proses penelitian.
7. Mbak Novi dan Kak Chosiin selaku Admin Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya yang telah banyak membantu dalam proses perkuliahan hingga tugas akhir.
8. Kedua orang tua penulis, Mama dan Ayah, terutama Mama yang selalu memberikan dedikasinya dalam segala hal baik dalam bentuk kasih sayang, doa maupun dukungan yang tiada henti, serta sudah selalu berusaha mengupayakan yang terbaik untuk Nisa yang merupakan suatu anugerah terbesar dalam hidup. Ndikku tersayang yang senantiasa menjadi *mood booster* penulis setiap dirumah, walau memang banyak ulahnya, serta keluarga besarku yang selalu mendoakan dan mendukung, yang menjadi motivasi terbesarku dalam menyelesaikan pendidikan ini.
9. Bapak Hardianto yang rela meluangkan waktu dan tenaganya untuk membantu penulis dalam hal alat untuk penelitian.
10. Ayuk Nur, Ayuk Niar dan Ayuk Yanti selaku analis di laboratorium Kimia yang rela meluangkan waktunya untuk menanggapi penulis bertanya, selalu membantu dan melancarkan dalam proses penelitian.
11. TanR, teman seperjuangan sedari mahasiswa baru yang makin dekat selama drama penelitian dan skripsi. Sudah banyak sekali suka duka yang kita lewati selama penelitian yang menguras banyak tangis. Kita yang satu sama lain tau cerita maupun *struggle* masing-masing, yang saling menguatkan, saling *support* walau sebenarnya posisi kita masing-masing tidaklah mudah. Aku yakin setelah banyak *struggle* yang kita alami pasti ada hal indah yang disiapkan oleh Allah SWT. Yok, bisa dikit lagi drama perskripsian selesai tan, demi mengejar gelar S.Si yang selama ini diperjuangkan. *I know, you can do it, trust me!*
12. Yessi, teman yang pertama kali ketemu ketika registrasi Mahasiswa Baru Bidikmisi, teman satu kelas C dan kelas Ganjil lalu teman satu dosen PA yang akhirnya satu dosen TA wkwk. Akhirnya selesai juga drama skripsi ini yes, gak usah *ovt* dan nangis lagi, definisi *war is over* yakan wkwk. Mayang,

teman di segala situasi wkwk. Si paling ngajakin organisasi sedari awal kuliah, karena manusia inilah penulis bisa nyemplung ke organisasi yang membuat puyeng sendiri wkwk, *but* terimakasih banyak sudah menjadi salah satu teman yang ngasitau dan ngepush aku, kalo aku bisa ngelakuin ‘itu’ walau emang awalnya banyaklah *insecure*nya wkwk. Pipa, teman sedari awal kuliah yang *surprisingly* bisa temenan sampe sekarang wkwk. Yok dikit lagi bisa S.Si, tolong jangan *insecure*, semua orang ada *timeline* dan *struggle* nya masing-masing, jangan berpatokan dengan hidup orang lain, *create your own story with your capability*. Semoga selepas kuliah ini kita bisa sama-sama sukses ya *guys*. *See u on top!*

13. Deksuhku Cindy dan Mia. Terimakasih banyak sudah mensupport kakak selama ini. Maaf belum bisa menjadi kasuh yang sempurna untuk kalian selama di Kimia. Semangat menempuh sisa masa studi kalian ya, inget jangan patah semangat, perjuangan kalian udah sejauh ini, tinggal beberapa semester lagi kalian udah bisa S.Si. *Fighting!*
14. *My Seven, My Bangtan, My BTS : Kim Namjoon, Kim Seokjin, Min Yoongi, Jung Hoseok, Park Jimin, Kim Taehyung, Jeon Jungkook* secara tidak langsung telah menjadi penyemangat penulis dalam menjalani hidup khususnya ketika menjalani *struggle* tugas akhir. *Borahae!*
15. Teman-teman seperjuangan kimia angkatan 19, kakak kimia 17, dan 18, serta angkatan 20, dan 21, yang telah banyak memberikan pengalaman, cerita dan warna dalam kehidupan penulis selama berkuliah.
16. Wadah tempat berproses penulis bertumbuh dan berkembang, HIMAKI UNSRI dan BEM KM FMIPA, terimakasih telah menjadikan penulis tumbuh menjadi diri yang sekarang. Kelak ilmu maupun pengalaman yang penulis dapatkan bisa menjadikan penulis bertumbuh menjadi pribadi yang jauh lebih baik dari sekarang.
17. Semua pihak yang pernah hadir dalam hidup penulis terlebih lagi selama masa perkuliahan sampai akhir masa perkuliahan yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu. Terimakasih atas segala pelajaran hidup yang telah diberikan sehingga menjadikan penulis menjadi sosok yang lebih baik dan kuat seperti sekarang.

18. Diriku tercinta, bangga sekali sudah berada di titik ini. Sudah cukup jauh ya, nis kamu sudah berjuang dengan keras dan gigih dari awal sampai sekarang. Tak terhitung lagi tetes air mata yang dihasilkan selama proses ini yang pada akhirnya berbuah manis sekali. Semoga hal-hal baik yang menyertai selama proses perjalanan ini akan selalu berlanjut sampai semua impian-impian di masa depan dapat tercapai serta selalu iringi kerja keras dengan sabar, ikhlas dan berserah diri.

Indralaya, 07 Agustus 2023

Penulis,



Nisa Manora Pratama

NIM. 08031281924115

SUMMARY

ELECTROCOAGULATION OF TOFU INDUSTRIAL LIQUID WASTE TREATMENT USING ALUMINUM ELECTRODES AT VARYING CURRENT AND CONTACT TIMES

Nisa Manora Pratama : Supervised by Dr. Addy Rachmat, M.Si. Dra. Fatma, MS. Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Sriwijaya University, xi + 88 pages, 37 Figures, 33 Tables, 10 Appendices.

This study aims to determine the effect of current strength and contact time variations on the decrease in levels of Chemical Oxygen Demand (COD), Total Suspended Solids (TSS), Total Dissolved Solids (TDS) and ammonia and the increase in pH value in the liquid waste of the tofu industry by electrocoagulation using aluminum electrodes. The current strength supplied was 4 variations (10, 20, 30, 40 A) and the contact time was 5 variations (30, 60, 90, 120, 150 minutes).

Analysis of COD content by UV-Vis spectrophotometer was carried out using digestion solution, sulfuric acid and standard solution of potassium hydrogen phthalate ($C_8H_5KO_4$), analysis of TSS content gravimetrically using Whatman No. 42 filter paper, analysis of TDS content gravimetrically by evaporation and oven, analysis of ammonia content by UV-Vis spectrophotometer was carried out using Nessler reagent and standard solution of ammonium chloride (NH_4Cl) and analysis of pH value using pH meter.

The best results were obtained from treatment at a current of 40 A and a contact time of 150 minutes with the highest reduction efficiency for COD, TSS, TDS, ammonia levels respectively at 90.35; 92; 66; 85% and the highest increase in pH value of 108%. The results of the analysis of variance or tukey further test showed that at the 5% level in each treatment the variation of current strength and contact time significantly influenced the decrease in COD, TSS, TDS and ammonia levels and the increase in pH value. Chemical kinetics analysis of the decrease in COD and TSS levels showed results that were close to linear to first order and obtained R^2 values and k values respectively of (0.9904; 0.0164); (0.9952; 0.0182) in the variation of current strength of 40 A.

Keyword : Tofu Industry Liquid Waste, Electrocoagulation, Chemical Kinetics
Citation : 50 (2007-2021)

RINGKASAN

PENGOLAHAN LIMBAH CAIR INDUSTRI TAHU SECARA ELEKTROKOAGULASI MENGGUNAKAN ELEKTRODA ALUMINIUM PADA KUAT ARUS DAN WAKTU KONTAK BERVARIASI

Nisa Manora Pratama : Dibimbing oleh Dr. Addy Rachmat, M.Si. Dra. Fatma, MS. Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya, xi + 88 halaman, 37 Gambar, 33 Tabel, 10 Lampiran.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kuat arus dan waktu kontak bervariasi terhadap penurunan kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Total Suspended Solids* (TSS), *Total Dissolved Solids* (TDS) dan amonia serta kenaikan nilai pH pada limbah cair industri tahu secara elektrokoagulasi menggunakan elektroda aluminium. Kuat arus yang dialirkan sebanyak 4 variasi (10,20,30,40 A) dan waktu kontak sebanyak 5 variasi (30,60,90,120,150 menit).

Analisis kadar COD secara spektrofotometer UV-Vis dilakukan dengan menggunakan *digestion solution*, asam sulfat dan larutan standar kalium hidrogen ftalat ($C_8H_5KO_4$), analisis kadar TSS secara gravimetri menggunakan kertas saring *Whatman* No. 42, analisis kadar TDS secara gravimetri dengan cara diuapkan dan dioven, analisis kadar amonia secara spektrofotometer UV-Vis dilakukan dengan menggunakan reagen nessler dan larutan standar amonium klorida (NH_4Cl) dan analisis nilai pH menggunakan pH meter.

Hasil terbaik diperoleh dari perlakuan pada kuat arus 40 A dan waktu kontak 150 menit dengan efisiensi penurunan tertinggi kadar COD, TSS, TDS, amonia berturut-turut adalah sebesar 90,35; 92; 66; 85% serta kenaikan tertinggi nilai pH sebesar 108%. Hasil analisa keragaman atau uji lanjut tukey menunjukkan bahwa pada taraf 5% pada setiap perlakuan variasi kuat arus dan waktu kontak sangat memberikan pengaruh nyata terhadap penurunan kadar COD, TSS, TDS dan amonia serta kenaikan nilai pH. Analisa secara kinetika kimia terhadap penurunan kadar COD dan TSS menunjukkan hasil yang mendekati linear terhadap orde satu dan didapatkan nilai R^2 dan nilai k berturut-turut sebesar (0,9904; 0,0164) ; (0,9952; 0,0182) pada variasi kuat arus 40 A.

Kata Kunci : Limbah Cair Industri Tahu, Elektrokoagulasi, Kinetika Kimia
Sitasi : 50 (2007-2021)

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH.....	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
SUMMARY	xi
RINGKASAN	xii
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xx
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 Industri Tahu	4
2.2 Elektrokoagulasi.....	5
2.2.1 Pengertian Elektrokoagulasi	5
2.2.2 Kelebihan dan Kekurangan Elektrokoagulasi.....	7
2.2.3 Alat Elektrokoagulasi	8
2.2.4 Elektroda Alumunium.....	9
2.3 Parameter Pengujian.....	10
2.3.1 <i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD)	10
2.3.2 <i>Total Suspended Solid</i> (TSS)	11
2.3.3 <i>Total Dissolved Solid</i> (TDS).....	11
2.3.4 Amonia.....	12
2.3.5 pH.....	12

2.4 Studi Kinetika	12
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	14
3.1 Waktu dan Tempat	14
3.2 Alat dan Bahan	14
3.3 Prosedur Penelitian.....	14
3.3.1 Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu dengan Metode Elektrokoagulasi.....	14
3.4 Parameter Pengujian	15
3.4.1 Uji Kadar COD (SNI 6989.2:2019)	15
3.4.2 Uji Kadar TSS (SNI 6989.3:2019).....	16
3.4.3 Uji Kadar TDS (SNI 6898.27:2019)	17
3.4.4 Uji Kadar Amonia	18
3.4.5 Uji pH.....	18
3.5 Analisis Data	18
3.5.1 Analisis Data Statistik Parametrik	18
3.5.2 Analisis Data Kinetika	20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	22
4.1 Karakteristik Limbah Cair Industri Tahu Sebelum Elektrokoagulasi.....	22
4.2 Pengaruh Elektrokoagulasi Terhadap Sampel Limbah Cair Industri Tahu	23
4.3 Kadar <i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD) Limbah Cair Industri Tahu Setelah Proses Elektrokoagulasi.....	24
4.4 Kadar <i>Total Suspended Solid</i> (TSS) Limbah Cair Industri Tahu Setelah Proses Elektrokoagulasi	26
4.5 Kadar <i>Total Dissolved Solids</i> (TDS) Limbah Cair Industri Tahu Setelah Proses Elektrokoagulasi	28
4.6 Kadar Amonia Limbah Cair Industri Tahu Setelah Proses Elektrokoagulasi.....	30
4.7 Nilai pH Limbah Cair Industri Tahu Setelah Proses Elektrokoagulasi.....	31
4.8 Analisis Kinetika Kimia	32
4.8.1 Analisis Kinetika Kimia Kadar <i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD) pada Proses Elektrokoagulasi Limbah Cair Industri Tahu	32
4.8.2 Analisis Kinetika Kimia Kadar <i>Total Suspended Solid (TSS)</i> pada Proses Elektrokoagulasi Limbah Cair Industri Tahu	32

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	33
5.1 Kesimpulan	33
5.2 Saran.....	33
DAFTAR PUSTAKA	34
LAMPIRAN	39

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1	Bagian-Bagian Alat Elektrokoagulasi	8
Gambar 2	Kondisi Fisik Sampel Sebelum dan Setelah Proses Elektrokoagulasi	23
Gambar 3	Adsorpsi koagulan $Al(OH)_3$	24
Gambar 4	Proses Elektrokoagulasi Menghilangkan Kontaminan COD	25
Gambar 5	Grafik Pengaruh Kuat Arus dan Waktu Kontak Terhadap Kadar COD Limbah Cair Industri Tahu	26
Gambar 6	Proses Koagulan $Al(OH)_3$ Mengadsorpsi Kontaminan TSS	27
Gambar 7	Grafik Pengaruh Kuat Arus dan Waktu Kontak Terhadap Kadar TSS Limbah Cair Industri Tahu	27
Gambar 8	Proses Koagulan Menghilangkan Kontaminan TDS	28
Gambar 9	Grafik Pengaruh Kuat Arus dan Waktu Kontak Terhadap Kadar TDS Limbah Cair Industri Tahu	29
Gambar 10	Grafik Pengaruh Kuat Arus dan Waktu Kontak Terhadap Kadar Amonia Limbah Cair Industri Tahu	30
Gambar 11	Grafik Pengaruh Kuat Arus dan Waktu Kontak Terhadap Nilai pH Limbah Cair Industri Tahu	31
Gambar 12	Limbah Cair Industri Tahu	44
Gambar 13	Endapan (<i>sludge</i>) Hasil Elektrokoagulasi Limbah Cair Industri Tahu	44
Gambar 14	Alat Elektrokoagulasi	44
Gambar 15	Proses Elektrokoagulasi yang Ditandai Naiknya Flok ke Permukaan	44
Gambar 16	Limbah Cair Industri Tahu Sebelum Proses Elektrokoagulasi	45
Gambar 17	Hasil Elektrokoagulasi 10 A (30,60,90,120,150 Menit) ...	45
Gambar 18	Hasil Elektrokoagulasi 20 A (30,60,90,120,150 Menit) ...	45

Gambar 19	Hasil Elektrokoagulasi 30 A (30,60,90,120,150 Menit) ...	45
Gambar 20	Hasil Elektrokoagulasi 40 A (30,60,90,120,150 Menit) ...	45
Gambar 21	Grafik Kadar COD	48
Gambar 22	Grafik Kadar TSS	48
Gambar 23	Grafik Kadar TDS	48
Gambar 24	Grafik Kadar Amonia	48
Gambar 25	Grafik Nilai pH	48
Gambar 26	Hasil Uji COD Awal Sebelum Diencerkan	49
Gambar 27	Hasil Uji COD Awal Setelah 2× Diencerkan	49
Gambar 28	Hasil Uji COD 40 A 150 Menit	49
Gambar 29	Hasil Uji TSS Awal	49
Gambar 30	Proses Penyaringan	49
Gambar 31	Hasil Uji TDS Awal	50
Gambar 32	Proses Pengeringan Uji TDS	50
Gambar 33	Hasil Uji Amonia Awal Sebelum Diencerkan	50
Gambar 34	Hasil Uji Amonia Awal Setelah 2× Diencerkan	50
Gambar 35	Hasil Uji Amonia 40 A 150 Menit	50
Gambar 36	pH Awal	50
Gambar 37	Grafik Kurva Standar Kalium Hidrogen Ftalat	51
Gambar 38	Grafik Kurva Standar Amonium Klorida	73
Gambar 39	Grafik Orde 1 Kadar COD	86
Gambar 40	Grafik Orde 2 Kadar COD	86
Gambar 41	Grafik Orde 1 Kadar TSS	87
Gambar 42	Grafik Orde 2 Kadar TSS	87

DAFTAR TABEL

Tabel 1	Baku Mutu Limbah Cair Industri Tahu	5
Tabel 2	Daftar Analisis Keragaman Rancangan Acak (RAL) Faktorial	19
Tabel 3	Karakteristik Awal Limbah Cair Industri Tahu	22
Tabel 4	Hasil Kinetika Kimia Kadar COD dengan Orde Satu dan Orde Dua	32
Tabel 5	Hasil Kinetika Kimia Kadar TSS dengan Orde Satu dan Orde Dua.....	32
Tabel 6	Pengaruh Variasi Kuat Arus dan Waktu Kontak Elektrokoagulasi Terhadap Kadar COD.....	46
Tabel 7	Pengaruh Variasi Kuat Arus dan Waktu Kontak Elektrokoagulasi Terhadap Kadar TSS	46
Tabel 8	Pengaruh Variasi Kuat Arus dan Waktu Kontak Elektrokoagulasi Terhadap Kadar TDS.....	46
Tabel 9	Pengaruh Variasi Kuat Arus dan Waktu Kontak Elektrokoagulasi Terhadap Kadar Amonia	47
Tabel 10	Pengaruh Variasi Kuat Arus dan Waktu Kontak Elektrokoagulasi Terhadap Nilai pH	47
Tabel 11	Data Nilai Absorbansi Larutan Kalium Hidrogen Ftalat (C ₈ H ₅ KO ₄)	51
Tabel 12	Perhitungan Kadar COD Limbah Cair Industri Tahu Setelah Proses Elektrokoagulasi	52
Tabel 13	Data Nilai COD Limbah Cair Industri Tahu Setelah Proses Elektrokoagulasi	54
Tabel 14	Kombinasi Faktor Kuat Arus dan Waktu	56
Tabel 15	Analisis COD	57
Tabel 16	Uji BNJ 5% dan Data Efisiensi Penurunan Kadar COD Limbah Cair Industri Tahu	58
Tabel 17	Perhitungan Kadar TSS Limbah Cair Industri Tahu Setelah Proses Elektrokoagulasi	59
Tabel 18	Data Nilai TSS Limbah Cair Industri Tahu Setelah Proses Elektrokoagulasi	61

Tabel 19	Kombinasi Faktor Kuat Arus dan Waktu	63
Tabel 20	Analisis Keberagaman TSS	64
Tabel 21	Uji BNJ 5% dan Data Efisiensi Penurunan Kadar TSS Limbah Cair Industri Tahu	65
Tabel 22	Perhitungan Kadar TDS Limbah Cair Industri Tahu Setelah Proses Elektrokoagulasi	66
Tabel 23	Data Nilai TDS Limbah Cair Industri Tahu Setelah Proses Elektrokoagulasi	68
Tabel 24	Kombinasi Faktor Kuat Arus dan Waktu	70
Tabel 25	Analisis Keberagaman Nilai TDS	71
Tabel 26	Uji BNJ 5% dan Data Efisiensi Penurunan Kadar TDS Limbah Cair Industri Tahu	72
Tabel 27	Data Nilai Absorbansi Larutan Amonium Klorida (NH ₄ Cl)	73
Tabel 28	Perhitungan Kadar Amonia Limbah Cair Industri Tahu Setelah Proses Elektrokoagulasi	74
Tabel 29	Data Nilai Amonia Limbah Cair Industri Tahu Setelah Proses Elektrokoagulasi	76
Tabel 30	Kombinasi Faktor Kuat Arus dan Waktu	78
Tabel 31	Analisis Keberagaman Nilai Amonia	79
Tabel 32	Uji BNJ 5% dan Data Efisiensi Penurunan Kadar Amonia Limbah Cair Industri Tahu	80
Tabel 33	Data Nilai pH Limbah Cair Industri Tahu Setelah Proses Elektrokoagulasi	81
Tabel 34	Kombinasi Faktor Kuat Arus dan Waktu	83
Tabel 35	Analisis Keberagaman Nilai pH	84
Tabel 36	Uji BNJ 5% dan Data Efisiensi Penurunan Nilai pH Limbah Cair Industri Tahu	85

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Diagram Alir Prosedur Penelitian	42
Lampiran 2	Proses dan Seperangkat Alat Elektrokoagulasi	46
Lampiran 3	Sampel Sebelum dan Setelah Elektrokoagulasi	47
Lampiran 4	Tabel dan Grafik Pengaruh Kuat Arus dan Waktu Kontak Elektrokoagulasi	48
Lampiran 5	Analisis Parameter	51
Lampiran 6	Pengukuran <i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD)	53
Lampiran 7	Pengukuran <i>Total Suspended Solid</i> (TSS)	61
Lampiran 8	Pengukuran <i>Total Dissolved Solid</i> (TDS)	68
Lampiran 9	Pengukuran Amonia	75
Lampiran 10	Pengukuran pH	83
Lampiran 11	Kinetika Kimia	88

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tahu merupakan salah satu jenis makanan kaya protein berbahan dasar kacang kedelai yang banyak diminati masyarakat Indonesia (Sayow dkk., 2020). Di Indonesia, tahu sering digunakan dalam berbagai olahan makanan, termasuk dalam pembuatan susu kedelai atau air tahu (Shaskia dan Yunita, 2021). Seiring bertambahnya jumlah penduduk, industri tahu tumbuh dan berkembang dengan cepat (Samsudin dkk., 2018). Industri produksi tahu menghasilkan banyak *whey*. *Whey* adalah mayoritas limbah cair tahu berupa cairan kental yang dikeluarkan dari bongkahan tahu pada industri tahu (Ananda dkk., 2018).

Berdasarkan data Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) (2013), untuk setiap produksi tahu sebanyak 80 kg akan dihasilkan *whey* atau limbah cair tahu sebanyak 2.610 liter. *Whey* atau limbah cair tahu mengandung protein, air, peptida, oligosakarida, gula sederhana, asam amino, serta berbagai mineral seperti fosfat, kalsium dan kalium (Belen *et al.*, 2013). Banyaknya zat organik maupun anorganik ini menunjukkan bahwa limbah cair tahu atau *whey* di Indonesia sangat berpotensi mencemari lingkungan jika dibuang ke sungai atau selokan. Limbah cair tahu yang dibuang tersebut akan mencemari udara, saluran air, dan tanah jika limbah cairnya dibuang ke perairan yang tidak mengalir dan mengeluarkan bau tidak sedap (Hikmah dkk., 2019).

Limbah cair tahu yang dibuang ke lingkungan harus memenuhi sesuai ketentuan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 15 Tahun 2008 dengan parameter diantaranya COD, residu tersuspensi, TDS dan pH serta Peraturan Pemerintah No.82 Tahun 2001 mengenai baku mutu amonia pada limbah cair. Berbagai macam metode untuk pengolahan limbah cair tahu yang telah dilakukan, seperti sistem aerasi dan filtrasi (Pradana dkk., 2018), metode *aerob system batch* (Utami dkk., 2019), penggunaan enceng gondok dan tempurung kelapa (Alimsyah dan Damayanti, 2013), metode *aerob-anaerob* (Nursanti, 2017), dan lain sebagainya. Metode-metode tersebut masih belum optimal untuk mengolah limbah cair industri tahu karena kurang efektif dan memerlukan biaya yang mahal (Amri dkk., 2020).

Elektrokoagulasi sebagai teknologi alternatif dapat dimanfaatkan sebagai teknologi pengolahan limbah cair karena mudah diterapkan karena menggunakan bahan sehari-hari yang mudah diperoleh (Mulyadi dan Sowohy, 2020). Metode elektrokoagulasi memanfaatkan arus listrik yang dialirkan langsung ke elektroda untuk menetralkan muatan negatif dari partikel limbah melalui pembentukan kompleks hidroksida dalam air yang menyebabkan penggumpalan padatan terlarut. Listrik juga membantu menjembatani pembentukan dan stabilisasi flok yang mendorong sedimentasi akibat gaya gravitasi tanpa menggunakan koagulan senyawa kimia (Amri dkk., 2020).

Berdasarkan hasil penelitian dari Amri dkk., (2020) limbah cair industri tahu diolah secara elektrokoagulasi menggunakan elektroda aluminium dengan variasi tegangan (8; 10; 12 volt) dan variasi laju alir (0,439; 0,243; 0,087 m³/menit). Hasil terbaik penurunan kadar COD dengan efisiensi penurunan sebesar 72,17%, kadar residu tersuspensi sebesar 90,90% dan persen kenaikan nilai pH sebesar 86,11% didapatkan pada tegangan 12 volt dan laju alir 0,087 m³/menit. Elektroda aluminium (Al) digunakan pada proses elektrokoagulasi dikarenakan memiliki konduktivitas tinggi, mudah dibuat dan tidak mahal (Amelia dkk., 2019).

Kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Total Suspended Solid* (TSS) dapat menurun dalam proses elektrokoagulasi karena adanya proses redoks (reaksi oksidasi dan reduksi) di dalam reaktor elektrokoagulasi (Amri dkk., 2020). Reaksi oksidasi terjadi di anoda ketika pelarutan elektroda aluminium (Al) menjadi Al³⁺ lalu bereaksi dengan air (H₂O) membentuk Al(OH)₃ sebagai koagulan. Reaksi reduksi terjadi di katoda dengan adanya pembentukan gas hidrogen agar flok yang terbentuk terangkat ke atas permukaan. Penurunan konsentrasi tersebut dapat dipelajari lebih lanjut dengan kinetika reaksi penurunan kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Total Suspended Solid* (TSS). Kinetika reaksi dapat menentukan variasi yang baik dari laju penurunan suatu konsentrasi terhadap reaktan. Kinetika penurunan kadar COD (*Chemical Oxygen Demand*) dan *Total Suspended Solid* (TSS) dapat menggunakan model persamaan orde nol, orde satu dan orde dua (Sutanto dkk., 2018)

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dilakukan penelitian penggunaan metode elektrokoagulasi untuk pengolahan limbah cair industri tahu dengan

elektroda berupa aluminium. Variasi yang digunakan adalah kuat arus listrik dan waktu kontak.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh kuat arus listrik dan waktu kontak terhadap kondisi terbaik pengolahan limbah cair industri tahu dalam menurunkan kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Total Suspended Solid* (TSS), *Total Dissolved Solid* (TDS) dan amonia serta menaikkan nilai pH menggunakan metode elektrokoagulasi?
2. Bagaimana kinetika kimia kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Total Suspended Solid* (TSS) pada limbah cair industri tahu menggunakan elektrokoagulasi?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Menentukan dan menganalisis pengaruh kuat arus listrik dan waktu kontak terhadap kondisi terbaik pengolahan limbah cair industri tahu dalam menurunkan kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Total Suspended Solid* (TSS), *Total Dissolved Solid* (TDS) dan amonia serta menaikkan nilai pH menggunakan metode elektrokoagulasi.
2. Menentukan kinetika kimia kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Total Suspended Solid* (TSS) pada limbah cair industri tahu menggunakan elektrokoagulasi.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu berkontribusi pada penurunan limbah cair industri tahu agar dapat memenuhi Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 15 Tahun 2008 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha Dan/Atau Kegiatan Pengolahan Kedelai serta Peraturan Pemerintah No.82 Tahun 2001 tentang baku mutu kadar amonia limbah cair.

DAFTAR PUSTAKA

- Acharya, S., Sharma, S. K., Chauhan, G., and Shree, D. 2017. Statistical Optimization of Electrocoagulation Process for Removal of Nitrates Using Response Surface Methodology. *Indian Chemical Engineer*.60(3). 269–284.
- Adi Setia Rahman, R., dan Fajriati, I. 2021. Penentuan Kualitas Air Saluran Pembuangan Limbah Tahu di Sungai Pengging Boyolali. *Analit:Analytical and Environmental Chemistry*.6(01). 1–11.
- Afifah, A. S., dan Suryawan, I. W. K. 2018. Efektifitas Penambahan Substrat Pada Pengolahan Biologis Limbah Cair Tahu Menggunakan Sistem Cstr. *Envirosan*.1(2). 46.
- Alimsyah, A., dan Damayanti, A. 2013. Penggunaan Arang Tempurung Kelapa dan Eceng Gondok untuk Pengolahan Air Limbah Tahu dengan Variasi Konsentrasi. *Jurnal Teknik ITS*.2(1). D6–D9.
- Amalia, W., Hayati, N., dan Kusrinah, K. 2018. Perbandingan Pemberian Variasi Konsentrasi Pupuk dari Limbah Cair Tahu Terhadap Pertumbuhan Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum frutescens L.*). *Al-Hayat: Journal of Biology and Applied Biology*.1(1). 18.
- Amelia, L. R., Priatmoko, S., dan Prasetya, T. 2019. Pengaruh Jenis Elektrolit Support pada Penurunan Logam Cr dalam Limbah dengan Menggunakan Metode Elektrokoagulasi. *Indonesian Journal of Chemical Science*.8(2). 68–75.
- Amin, A., Sitorus, S., dan Yusuf, B. 2016. Pemanfaatan Limbah Tongkol Jagung (*Zea mays L.*) sebagai Arang Aktif dalam Menurunkan Kadar Amonia, Nitrit dan Nitrat Pada Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Teknik Celup. *Jurnal Kimia Mulawarman*.13(2). 78–84.
- Amri, I., Pratiwi Destinefa, dan Zultiniar. 2020. Pengolahan Limbah Cair Tahu Menjadi Air Bersih Dengan Metode Elektrokoagulasi Secara Kontinyu. *Chempublish Journal*.5(1). 57–67.
- Ananda, E. R., Irawan, D., Wahyuni, S. D., Kusuma, A. D., Buadiarto, J., dan Hidayat, R. 2018. Pembuatan Alat Pengolah Limbah Cair Dengan Metode Elektrokoagulasi Untuk Industri Tahu Kota Samarinda. *JTT (Jurnal Teknologi Terpadu)*.6(1). 54.

- Ardiansyah, R., Putra, T. M., Suminar, D. R., dan Ngatin, A. 2021. Pengaruh Waktu Pada Proses Elektrokoagulasi Air Laut Secara Batch. *Jurnal Fluida*.14(2). 65–72.
- Ariyetti, A., Anggia, M., dan Wijayanti, R. 2020. Analisa Kualitas Air Limbah Tahu Di Kecamatan Nanggalo Kota Padang. *Jurnal Katalisator*.5(1). 74–80.
- Asmara, A. P., dan Amungkasi, H. K. 2019. Kajian Kinetika Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap Kadar Vitamin C Pada Buah Apel Malang (Malus Sylvestris). *Al-Kimia*.7(2). 136–146.
- Barrera-Díaz, C. E., Balderas-Hernández, P., and Bilyeu, B. 2018. *Electrochemical Water and Wastewater Treatment*. New Orleans : Elsevier Science. 61-76.
- 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). 682.
- BPPT. 18 Mei 2012. Tofu Production : A Massive Oppurtunity for RE Biogas in Indonesia. REEEP Enviromental Technology Center : 1.
- Dewa, R., dan Idrus, S. 2017. Identifikasi Cemaran Limbah Cair Industri Tahu di Kota Ambon. *Majalah BIAM*.13(2). 11.
- Esfandyari, Y., Saeb, K., Tavana, A., Rahnavad, A., and Fahimi, F. G. 2019. Effective Removal of Cefazolin From Hospital Wastewater by The Electrocoagulation Process. *Water Science and Technology*.80(12). 2422–2429.
- Gomez, A.K. dan Gomez, A.A. 2010. *Prosedur Statistika untuk Penelitian Pertanian Edisi Kedua*. Jakarta : Universitas Indonesia Press.
- Gumara Yudhistira, Y., Susilaningsih, E., dan Nuni Widiarti. 2018. Efisiensi Penurunan Kadar Logam Berat (Cr dan Ni) dalam Limbah Elektroplating secara Elektrokoagulasi Menggunakan Elektroda Aluminium. *Indonesian Journal of Chemical Science*.7(1). 29–34.
- Hakizimana, J. N., Gourich, B., Chafi, M., Stiriba, Y., Vial, C., Drogui, P., and Naja, J. 2017. Electrocoagulation Process in Water Treatment: A Review of Electrocoagulation Modeling Approaches. *Desalination*.404. 1–21.

- Hikmah, S. F., Rahman, A., Kholiq, I. N., dan Andriani, Z. Z. D. 2019. Teknologi Pengolahan Limbah Industri Tahu sebagai Upaya Pengembangan Usaha Kecil Menengah (UKM) di Kecamatan Gambiran Kabupaten Banyuwangi. *Jurnal Istiqro*.5(1). 53–71.
- Istirokhatun, T., Aulia, M., dan Utomo, S. 2017. Potensi *Chlorella* Sp. untuk Menyisihkan COD dan Nitrat dalam Limbah Cair Tahu. *Jurnal Presipitasi : Media Komunikasi Dan Pengembangan Teknik Lingkungan*.14(2). 88.
- Iwagaki, F., Ogando, B., Lima, C., Aguiar, D., Vitor, J., Viotto, N., José, F., and Hernanz, D. 2019. Removal of Phenolic , Turbidity and Color in Sugarcane Juice by Electrocoagulation As A Sulfur-Free Process. *Food Research International*.122. 643–652.
- 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.
- Kustiyaningsih, E., dan Irawanto, R. 2020. Pengukuran Total Dissolved Solid (TDS) dalam Fitoremediasi Deterjen dengan Tumbuhan *Sagittaria Lancifolia*. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*.7(1). 143–148.
- Lestari, P., Amri, C., dan Sudaryanto, S. 2017. Efektifitas Jumlah Pasangan Elektroda Aluminium pada Proses Elektrokoagulasi terhadap Penurunan Kadar Fosfat Limbah Cair Laundry. *Sanitasi: Jurnal Kesehatan Lingkungan*.9(1). 38.
- Mande Seyf-Laye, A.-S., Kossitse Venyo, A., Ibrahim, T., Gbandi, D.-B., Leman Moctar, B., and Honghan, C. 2020. Efficient Electrochemical Removal of Ammonium in Wastewater Using Various Cathodes and A Ti/IrO₂ Anode. *Oriental Journal of Chemistry*.36(1). 166–173.
- Moreno-Casillas, H. A., Cocke, D. L., Gomes, J. A. G., Morkovsky, P., Parga, J. R., and Peterson, E. 2007. Electrocoagulation Mechanism for COD Removal. *Separation and Purification Technology*.56(2). 204–211.
- Muliyadi, M., dan Sowohy, I. S. 2020. Perbandingan Efektifitas Metode Elektrokoagulasi dan Destilasi Terhadap Penurunan Beban Pencemar Fisik Pada Air Limbah Domestik. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*.19(1). 45.

- Ni'am, A. C., Caroline, J., dan Afandi, M. . H. 2018. Variasi Jumlah Elektroda Dan Besar Tegangan Dalam Menurunkan Kandungan COD Dan TSS Limbah Cair Tekstil Dengan Metode Elektrokoagulasi. *Al-Ard: Jurnal Teknik Lingkungan*.3(1). 21–26.
- Nursanti. 2017. Karakteristik Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Pada Proses Pengolahan Anaerob Dan Aerob. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*.13(4). 67–73.
- Pradana, T. D., Suharno, dan Apriansyah. 2018. Pengolahan Limbah Cair Tahu Untuk Menurunkan Kadar TSS Dan BOD. *Jurnal Vokasi Kesehatan*.4(2). 56.
- 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.
- Samsudin, W., Selomo, M., dan Natsir, M. F. 2018. Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu Menjadi Pupuk Organik Cair dengan Penambahan Effektive Mikroorganisme-4 (EM-4). *Jurnal Nasional Ilmu Kesehatan*.1(2). 1–14.
- Saputra, A. I. 2018. Penurunan TSS Air Limbah Laboratorium Rumah Sakit Menggunakan Metode Elektrokoagulasi. *Journal of Nursing and Public Health*.6(2). 6–13.
- Sayow, F., Polii, B. V. J., Tilaar, W., dan Augustine, K. D. 2020. Analisis Kandungan Limbah Industri Tahu dan Tempe Rahayu Di Kelurahan Uner Kecamatan Kawangkoan Kabupaten Minahasa. *Agri-Sosioekonomi*.16(2). 245.
- Setianingrum, N. P., Prasetya, A., and Sarto. 2017. Degradation Of Remazol Red Rb Using Batch Electrocoagulation. *Journal of Process Engineering*.11(2). 78–85.
- Shaskia, N., dan Yunita, I. 2021. Persepsi Masyarakat terhadap Dampak Limbah Tahu di Sekitar Sungai. *Tameh: Journal of Civil Engineering*.10(2). 59–68.
- 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

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.

Solichah, A., . R., dan Rokhmalia, F. 2018. Pemanfaatan Ampas Tebu Sebagai Karbon Aktif Terhadap Penurunan Kadar COD dan Amonia (NH₃) (Studi Pada Limbah Cair Industri Tahu Dinoyo Kota Surabaya). *Gema Lingkungan Kesehatan*.16(1). 248–254.

Sravanth, T., Ramesh, S. T., Gandhimathi, R., and Nidheesh, P. V. 2019. Continuous Treatability Of Oily Wastewater from Locomotive Wash Facilities by Electrocoagulation. *Separation Science and Technology*.55(3). 583–589.

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.

Sutanto, dan Artanti, K. 2019. Pengolahan Limbah Cair Kosmetik Secara Elektrokoagulasi Sistem Batch. *Ekologia : Jurnal Ilmiah Ilmu Dasar dan Lingkungan Hidup*.19(2). 44–54.

Sutanto, Iryani, A., dan Sarahwati. 2018. Efisiensi Dan Efektifitas Serta Kinetika Elektrokoagulasi Pengolahan Limbah Sagu Aren. *Ekologia*.18(1). 10–16.

Tahreen, A., Jami, M. S., and Ali, F. 2020. Role of Electrocoagulation in Wastewater Treatment: A Developmental Review. *Journal of Water Process Engineering*.37. 101440.

Takwanto, A., Mustain, A., dan Sudarminto, H. P.2018. Penurunan Kandungan Polutan pada Lindi dengan Metode Elektrokoagulasi-Adsorpsi Karbon Aktif untuk Memenuhi Standar Baku Mutu Lingkungan. *Jurnal Teknik Kimia Dan Lingkungan*.2(1). 11–16.

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*.

146(1). 173.

Utami, L. I., Wahyusi, K. N., Utari, Y. K., dan Wafiyah, K. 2019. Pengolahan Limbah Cair Rumput Laut Secara Biologi Aerob Proses Batch. *Jurnal Teknik Kimia*.13(2). 39–43.

Widayat, W., Philia, J., dan Wibisono, J. 2019. Liquid Waste Processing of Tofu Industry for Biomass Production as Raw Material Biodiesel Production. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*.248(1). 1–5.

Zamora, R., Harmadi, H., dan Wildian, W. 2016. Perancangan Alat Ukur TDS (Total Dissolved Solid) Air Dengan Sensor Konduktivitas Secara Real Time. *Sainstek : Jurnal Sains Dan Teknologi*.7(1). 15.