

**PENGARUH VARIASI WAKTU DAN KUAT ARUS PADA
PENGOLAHAN PALM OIL MILL EFFLUENT (POME)
MENGUNAKAN METODE ELEKTROKOAGULASI DAN FILTRASI
ZEOLIT**

SKRIPSI

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



Oleh:

IQBAL SURYA MAULANA

08031281823093

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

2022

HALAMAN PENGESAHAN

**PENGARUH VARIASI WAKTU DAN KUAT ARUS PADA
PENGOLAHAN PALM OIL MILL EFFLUENT (POME)
MENGUNAKAN METODE ELEKTROKOAGULASI DAN FILTRASI
ZEOLIT**

SKRIPSI

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

Oleh:

IQBAL SURYA MAULANA

08031281823093

Indralaya, 28 Juni 2022

Pembimbing



Dr. Bambang Yudono, M.Sc

NIP 196102071989031004

Mengetahui,

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



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

NIP. 197111191997021001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi ini dengan judul “Penentuan Variasi Waktu dan Kuat Arus Pada Pengolahan *Palm Oil Mill Effluent* (POME) Menggunakan Metode Elektrokoagulasi dan Filtrasi Zeolit ” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Sidang Sarjana Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 20 Juni 2022 dan telah diperbaiki, diperiksa serta disetujui sesuai dengan masukan yang diberikan.

Inderalaya, 28 Juni 2022

Pembimbing

Dr. Bambang Yudono, M.Sc

NIP 196102071989031004

()

Penguji

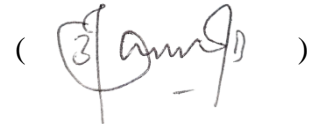
1. **Prof. Dr. Poedji Loekitowati H, M.Si**

NIP. 196808271994022001

()

2. **Dr. Eliza, M.Si**

NIP. 196407291991022001

()

Mengetahui,

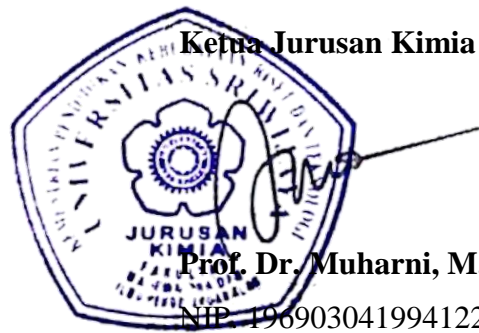
Dekan FMIPA



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

NIP. 1971111191997021001

Ketua Jurusan Kimia



Prof. Dr. Muharni, M.Si

NIP. 196903041994122001

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama Mahasiswa : Iqbal Surya Maulana

NIM : 08031281823093

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 yang 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.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Indralaya, 27 Juni 2022

Penulis,



Iqbal Surya Maulana

NIM. 08031281823093

**HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI ILMIAH UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai Civitas Akademik Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Iqbal Surya Maulana

NIM : 08031281823093

Fakultas/Jurusan : MIPA/Kimia

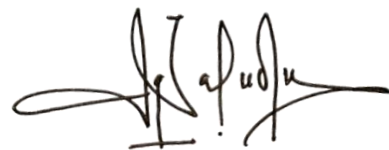
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya judul “Penentuan Variasi Waktu dan Kuat Arus Pada Pengolahan *Palm Oil Mill Effluent* (POME) Menggunakan Metode Elektrokoagulasi dan Filtrasi Zeolit ” 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, 28 Juni 2022

Yang menyatakan,



Iqbal Surya Maulana

NIM.08031281823093

HALAMAN PERSEMBAHAN

“dan Dia (Allah SWT) mendapatimu sebagai orang yang bingung, lalu Dia memberikan petunjuk”

(Q.S. Ad-Duha: 7)

“berdoa dan bermimpilah, karena Tuhan akan memeluk mimpi-mimpimu itu”

(Andrea Hirata)

“Aku adalah aku, aktor kreatif yang setia menjalani skenario Tuhan”

(Iqbal Surya Maulana)

Sebagai wujud syukurku kepada Allah SWT dan Nabi Muhammad SAW.

Karya ilmiah ini penulis persembahkan untuk kedua orang tua tercinta yang selalu melimpahkan doa, dukungan dan kepercayaan kepada penulis, pembimbing yang selalu memberikan petunjuk disela-sela kesibukan, keluarga besarku, karibku, orang-orang yang pernah mengisi hari-hariku, serta Almamater yang aku banggakan.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur atas rahmat dan karunia Allah SWT sehingga penulis akhirnya dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul: “Penentuan Variasi Waktu dan Kuat Arus Pada Pengolahan *Palm Oil Mill Effluent* (POME) Menggunakan Metode Elektrokoagulasi dan Filtrasi Zeolit” 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, mulai dari pengumpulan literatur, penelitian, pengumpulan data dan sampai pada pengolahan data maupun dalam tahap penulisan. Namun dengan kesabaran dan ketekunan yang dilandasi dengan rasa tanggung jawab selaku mahasiswa dan juga bantuan dari berbagai pihak, baik material maupun moril, akhirnya selesai sudah penulisan skripsi ini. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak **Dr. Bambang Yudono, M.Sc** yang telah banyak memberikan bimbingan, bantuan, motivasi, saran dan petunjuk kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak 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. Ibu Prof. Dr. Poedji Loekitowati H., M.Si. dan Ibu Dr. Eliza, M.Si. selaku pembahas dan penguji sidang sarjana.
5. Seluruh Dosen FMIPA Kimia Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu, mendidik dan membimbing selama masa kuliah.
6. Ibu Siti Nurani, S.T., Ibu Yuniar, S.T. dan Ibu Hanida Yanti, A.Md. selaku analis di laboratorium Kimia yang selalu membantu dalam hal administrasi fasilitas laboratorium keperluan tugas akhir.
7. Mbak Novi dan Kak Chosiin selaku Admin Jurusan Kimia yang banyak membantu dalam proses perkuliahan hingga tugas akhir.

8. Pihak PT. Global Oilindo Nusantara yang telah memberikan fasilitas dan bimbingan dalam pelaksanaan penelitian tugas akhir penulis.
9. Kedua Orangtua yang tak pernah lelah mendoakan, memberikan segala dukungan, motivasi dan bantuan ketika penulis berada di titik terendah, serta kepada adik yang menjadi sumber semangat penulis, tanpa kalian penulis tidak akan bisa sampai di titik ini.
10. Keluarga Palembang, Bakwo dan Makwo yang telah menjadi tempat pulang penulis saat merantau di Sumatera Selatan.
11. Nurisa Layla Imtihana, Galuh Permata Sari dan Dwi Hamelia yang tak lelah mengajak, mengingatkan, serta mendukung penulis dari mulai perancangan proposal sampai dengan terbentuknya skripsi ini.
12. Rolis Sulistiawati, Devi Indah Chairani, Nurisa Layla Imihana, Jessica Ajeng Putri dan Ade Dwi Nanda yang menjadi teman pertama penulis dan tetap mengingatkan serta mendukung penulis bahkan saat penulis berada di fase jenuh.
13. Lapedast 22: Raisha, Kresna, Sonya, Edwia, Putri, Puja, Malita, Sekar, Dina dan Vera yang sepenuhnya memahami karakter penulis, menjadi keluarga penulis, menemani penulis saat suka maupun duka, mengisi ruang waktu penulis dengan tawa canda serta membantu penulis menjadi pribadi yang lebih baik lagi.
14. Keluarga Besar Teater GABI'91, kakak abang lapedast 19, 20 dan 21 yang membuat penulis merasa memiliki kakak layaknya kakak kandung dan membimbing penulis menjadi pribadi yang lebih baik, serta adik-adik lapedast 23, 24 dan 25 yang membuat penulis merasa memiliki adik yang tak jauh usianya.
15. Tomi, Wahyu, Ilham dan Alfin yang sempat menemani penulis saat pertama kali tinggal di asrama dan masih menjalin komunikasi yang baik sampai sekarang.
16. Teman-teman kimia angkatan 2018 yang telah mewarnai kehidupan kampus penulis selama berkuliah.

17. Semua orang yang hadir di hidup penulis yang tak bisa penulis sebutkan satu per satu yang telah menemani dan membantu selama masa perkuliahan penulis.

Semoga bimbingan, ilmu, bantuan dan masukkan yang telah diberikan kepada penulis menjadi amal shaleh dan pahala yang setimpal dari Allah SWT. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan dan kesalahan, sehingga penulis sangat mengharapkan kritik dan saran dari pembaca. Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua serta pengembangan ilmu kimia di masa yang akan datang.

Indralaya, 28 Juni 2022

Penulis

SUMMARY

THE EFFECT OF CURRENT AND PROCESSING TIME VARIATIONS ON PALM OIL MILL EFFLUENT (POME) TREATMENT USING ELECTROCOAGULATION METHOD AND ZEOLITE FILTRATION

Iqbal Surya Maulana: Supervised by Dr. Bambang Yudono, M. Sc.

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

xvii + 40 pages, 35 tables, 17 pictures, 10 attachments

Palm Oil Mill Effluent (POME) is a hazardous wastewater if it is flowed without being processed. POME processing in this research uses the electrocoagulation method which is then followed by a zeolite filtration process. This study aims to determine the effect of variations in contact time and current strength on the electrocoagulation and filtration process of zeolite on decreasing levels of pH, TSS (Total Suspended Solid), TDS (Total Dissolved Solid), oils and fats, COD (Chemical Oxygen Demand) and Aluminum Oxide (Al_2O_3) that contained in Palm Oil Mill Effluent (POME). Electrocoagulation used in the form of a batch system with 20 pieces of aluminum electrodes and 3 pieces of zeolite filters arranged in series. The current flow is 4 variations (10 amperes, 40 amperes, 70 amperes and 100 amperes) and the contact time is 5 variations (1 hour, 2 hours, 3 hours, 4 hours and 5 hours). The best results were obtained from the treatment at a processing time of 5 hours and a current of 100 amperes with an efficiency of decreasing pH, TDS, TSS, oil and fat, COD and Aluminum Oxide (Al_2O_3) respectively by 10.68%; 20.95%; 91.7%; 88%; 88.15 and 70.97%. The results of the study indicate that variations in current strength and processing time have a significant effect on decreasing levels of pH, TSS, TDS, oils and fats, COD and Aluminum Oxide. However, the paired sample T test showed that the filtration process did not have a significant effect on the decrease in the levels of each parameter after the electrocoagulation process. Chemical kinetics analysis of the decrease in oil and fat content showed results that were close to linear to the first order and the fastest decrease in oil and fat content occurred when an electric current of 100 amperes was given with a reaction rate constant of 0.4398.

Keyword : Palm Oil Mill Effluent (POME), Electrocoagulation, Zeolite Filtration

Citation : 48 (2006-2022)

RINGKASAN

PENGARUH VARIASI WAKTU DAN KUAT ARUS PADA PENGOLAHAN PALM OIL MILL EFFLUENT (POME) MENGGUNAKAN METODE ELEKTROKOAGULASI DAN FILTRASI ZEOLIT

Iqbal Surya Maulana: dibimbing oleh Dr. Bambang Yudono, M.Sc.

Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya

xvii + 40 halaman, 35 tabel, 17 gambar, 10 lampiran

Palm Oil Mill Effluent (POME) merupakan limbah yang berbahaya apabila dialirkan tanpa diproses terlebih dahulu. Pengolahan POME pada penelitian ini menggunakan metode elektrokoagulasi yang kemudian dilanjutkan dengan proses filtrasi zeolit. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi waktu kontak dan kuat arus pada proses elektrokoagulasi dan filtrasi zeolit terhadap penurunan kadar pH, TSS (Total Suspended Solid), TDS (Total Dissolved Solid), minyak dan lemak, COD (Chemical Oxygen Demand) dan Aluminium Oksida (Al_2O_3) yang terdapat pada Palm Oil Mill Effluent (POME). Elektrokoagulasi yang digunakan berupa sistem *batch* dengan 20 keping elektroda aluminium dan 3 buah filter zeolit yang disusun seri. Kuat arus yang dialirkan sejumlah 4 variasi (10 ampere, 40 ampere, 70 ampere dan 100 ampere) dan waktu kontak sejumlah 5 variasi (1 jam, 2 jam, 3 jam, 4 jam dan 5 jam). Hasil terbaik diperoleh dari perlakuan pada waktu proses selama 5 jam dan kuat arus sebesar 100 ampere dengan efisiensi penurunan pH, TDS, TSS, minyak dan lemak, COD dan Aluminium Oksida (Al_2O_3) berturut-turut sebesar 10,68 %; 20,95%; 91,7%; 88%; 88,15 dan 70,97%. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi kuat arus dan waktu proses memberikan pengaruh yang nyata terhadap penurunan kadar pH, TSS (Total Suspended Solid), TDS (Total Dissolved Solid), minyak dan lemak, COD (Chemical Oxygen Demand) dan Aluminium Oksida (Al_2O_3). Namun uji T berpasangan menunjukkan bahwa proses filtrasi tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap penurunan kadar setiap parameter setelah proses elektrokoagulasi. Analisis secara kinetika kimia penurunan kadar minyak dan lemak menunjukkan hasil yang mendekati linier terhadap orde satu dan penurunan kadar minyak dan lemak tercepat terjadi ketika diberi arus listrik 100 ampere dengan konstanta laju reaksi sebesar 0,4398.

Kata Kunci : Palm Oil Mill Effluent (POME), Elektrokoagulasi, Filtrasi Zeolit

Kutipan : 48 (2006-2022)

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
SUMMARY	x
RINGKASAN	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	4
1.4. Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. <i>Palm Oil Mill Effluent</i> (POME)	5
2.2. Pengolahan <i>Palm Oil Mill Effluent</i> (POME) dengan <i>Secondary Aerobic Pond</i>	6
2.3. Elektrokoagulasi	7
2.3.1. Pengertian Elektrokoagulasi.....	7
2.3.2. Proses Elektrokoagulasi Elektroda Al	8
2.3.3. Kelebihan Metode Elektrokoagulasi	10
2.4. Filtrasi Zeolit	11
2.5. Studi Kinetika	12
BAB III METODE PENELITIAN	13
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	13
3.2. Alat dan Bahan	13

3.3. Cara Kerja.....	13
3.3.1. Karakterisasi awal.....	13
3.3.2. Pengolahan Limbah Cair dengan Metode Elektrokoagulasi ...	14
3.4. Parameter pengujian	14
3.4.1. Uji pH.....	14
3.4.2. Uji kadar TDS	14
3.4.3. Uji kadar TSS (SNI 6989.3: 2019).....	14
3.4.4. Uji kadar Minyak dan Lemak (SNI 6989.10:2011)	15
3.4.5. Uji Kadar COD (SNI 6989.73: 2009)	16
3.4.6. Uji Kadar Alumunium Oksida (Al_2O_3) (SNI 3822:2018)	17
3.5 Studi Kinetika.....	17
3.6 Analisis Data	18
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1 Karakteristik <i>Palm Oil Mill Effluent</i> (POME).....	20
4.2 Pengaruh perlakuan sampel dengan Teknik Elektrokoagulasi dan Filtrasi Zeolit	20
4.2.1 Pengaruh Elektrokoagulasi dan Filtrasi Zeolit terhadap pH	21
4.2.2 Pengaruh Elektrokoagulasi dan Filtrasi Zeolit terhadap TDS..	23
4.2.3 Pengaruh Elektrokoagulasi dan Filtrasi Zeolit terhadap TSS ..	25
4.2.4 Pengaruh Elektrokoagulasi dan Filtrasi Zeolit terhadap Minyak dan Lemak	27
4.2.5 Pengaruh Elektrokoagulasi dan Filtrasi Zeolit terhadap COD.	29
4.2.6 Pengaruh Elektrokoagulasi dan Filtrasi Zeolit terhadap Kadar Alumunium Oksida.....	31
4.3. Kinetika Penurunan Kadar Minyak dan Lemak	32
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	34
5.1 Kesimpulan.....	34
5.2 Saran	34
DAFTAR PUSTAKA	35

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Alat Elektrokoagulasi.....	8
Gambar 2.	Mekanisme Elektrokoagulasi Elektroda Al	9
Gambar 3.	Kondisi fisik sampel.....	21
Gambar 4.	Grafik pengaruh variasi kuat arus dan waktu kontak terhadap pH <i>Palm Oil Mill Effluent</i> (POME)	22
Gambar 5.	Grafik pengaruh variasi kuat arus dan waktu kontak terhadap TDS Palm Oil Mill Effluent.....	24
Gambar 6.	Grafik pengaruh variasi kuat arus dan waktu kontak terhadap TSS Palm Oil Mill Effluent.....	25
Gambar 7.	Grafik pengaruh variasi kuat arus dan waktu kontak terhadap Kadar Minyak dan Lemak <i>Palm Oil Mill Effluent</i> (POME)	28
Gambar 8.	Grafik kinetika penurunan kadar minyak dan lemak terhadap waktu.....	32
Gambar 9.	Kolam 11 (Secondary Aerobic)	46
Gambar 10.	Rangkaian elektroda Al.....	46
Gambar 11.	Proses Elektrokoagulasi	46
Gambar 12.	Proses Filtrasi Zeolit	46
Gambar 13.	Flok hasil elektrokoagulasi	46
Gambar 14.	Hasil Elektrokoagulasi 10A	47
Gambar 15.	Hasil Elektrokoagulasi 40A	47
Gambar 16.	Hasil Elektrokoagulasi 70A	47
Gambar 17.	Hasil Elektrokoagulasi 100A	47

DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Baku Mutu Limbah Cair untuk Industri Minyak Sawit	5
Tabel 2.	Karakteristik Palm Oil Mill Effluent (POME).....	6
Tabel 3.	Daftar Analisis Keragaman Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial	18
Tabel 4.	Karakterisasi awal <i>Palm Oil Mill Effluent</i> (POME) kolam secondary aerobik PT. Golden Oilindo Nusantara.....	20
Tabel 5.	Hasil Uji Chemical Oxygen Demand (COD) Palm Oil Mill Effluent (POME).....	30
Tabel 6.	Hasil Uji Alumunium Oksida (Al_2O_3)	31
Tabel 7.	Kinetika Penurunan Minyak dan Lemak terhadap waktu	33
Tabel 8.	Kombinasi Faktor Kuat Arus dan Waktu Operasi Terhadap Kadar pH	50
Tabel 9.	Analisis Keberagaman Nilai pH.....	51
Tabel 10.	Data Efisiensi Penurunan pH <i>Palm Oil Mill Effluent</i> (POME) Setelah Proses Elektrokoagulasi	52
Tabel 11.	Perbandingan rata-rata nilai pH sampel tanpa filtrasi dan dengan filtrasi zeolit	52
Tabel 12.	Hasil uji T berpasangan kadar pH sampel tanpa filtrasi dan dengan filtrasi zeolit.....	52
Tabel 13.	Data Nilai <i>Total Dissolved Solid</i> (TDS) <i>Palm Oil Mill Effluent</i> (POME) Setelah Proses Elektrokoagulasi.....	53
Tabel 14.	Kombinasi Faktor Kuat Arus dan Waktu Operasi Terhadap Kadar Total Dissolve Solid (TDS).....	55
Tabel 15.	Analisis Keberagaman <i>Total Disolved Solid</i> (TDS)	56
Tabel 16.	Data Efisiensi Penurunan Kadar <i>Total Dissolved Solid</i> (TDS) <i>Palm Oil Mill Effluent</i> (POME) Setelah Proses Elektrokoagulasi.....	57
Tabel 17.	Perbandingan rata-rata nilai TDS sampel tanpa filtrasi dan dengan filtrasi zeolit	57
Tabel 18.	Hasil uji T berpasangan kadar TDS sampel tanpa filtrasi dan dengan filtrasi zeolit.....	57
Tabel 19.	Perhitungan kadar <i>Total Suspended Solid</i> (TSS) Palm Oil Mill Effluent (POME) Setelah Proses Elektrokoagulasi.....	58

Tabel 20.	Data Nilai <i>Total Suspended Solid</i> (TSS) <i>Palm Oil Mill Effluent</i> (POME) Setelah Proses Elektrokoagulasi.....	60
Tabel 21.	Kombinasi Faktor Kuat Arus dan Waktu Operasi Terhadap Kadar <i>Total Suspended Solid</i> (TSS).....	62
Tabel 22.	Analisis Keberagaman <i>Total Suspended Solid</i> (TSS).....	63
Tabel 23.	Data Efisiensi penurunan kadar <i>Total Suspended Solid</i> (TSS) <i>Palm Oil Mill Effluent</i> (POME) Setelah Proses Elektrokoagulasi.....	64
Tabel 24.	Perbandingan rata-rata nilai TSS sampel tanpa filtrasi dan dengan filtrasi zeolit	64
Tabel 25.	Hasil uji T berpasangan kadar TSS sampel tanpa filtrasi dan dengan filtrasi zeolit.....	64
Tabel 26.	Perhitungan kadar Minyak dan Lemak <i>Palm Oil Mill Effluent</i> (POME) Setelah Proses Elektrokoagulasi.....	65
Tabel 27.	Data Nilai Minyak dan Lemak <i>Palm Oil Mill Effluent</i> (POME) Setelah Proses Elektrokoagulasi	67
Tabel 28.	Kombinasi Faktor Kuat Arus dan Waktu Operasi Terhadap Kadar Minyak dan Lemak.....	69
Tabel 29.	Analisis Keberagaman Minyak dan Lemak.....	70
Tabel 30.	Data Efisiensi Penurunan kadar Minyak dan Lemak <i>Palm Oil Mill Effluent</i> (POME) Setelah Proses Elektrokoagulasi.....	71
Tabel 31.	Perbandingan rata-rata nilai minyak dan lemak sampel tanpa filtrasi dan dengan filtrasi zeolit	71
Tabel 32.	Hasil uji T berpasangan kadar minyak dan lemak sampel tanpa filtrasi dan dengan filtrasi zeolit.....	71
Tabel 33.	Titration standardisasi FAS 0,05 M terhadap $K_2Cr_2O_7$	72
Tabel 34.	Titration standardisasi FAS 0,05 M terhadap $K_2Cr_2O_7$	72
Tabel 35.	Hasil Titration dengan menggunakan Zn	73

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Diagram Alir Prosedur Penelitian	42
Lampiran 2.	Proses dan Seperangkat Alat Elektrokoagulasi.....	46
Lampiran 3.	Sampel Sebelum dan Sesudah Proses Elektrokoagulasi	47
Lampiran 4.	Pengukuran pH.....	48
Lampiran 5.	Pengukuran Total Dissolved Solid (TDS).....	53
Lampiran 6.	Pengukuran Total Suspended Solid (TSS).....	58
Lampiran 7.	Perhitungan dan Analisis Kadar Minyak dan lemak.....	65
Lampiran 8.	Perhitungan COD (Chemical Oxygen Demand).....	72
Lampiran 9.	Perhitungan Alumunium Oksida.....	72
Lampiran 10.	Karakterisasi Zeolit	73

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kelapa sawit adalah suatu produk pertanian yang paling berpotensi menjadi sumber minyak nabati, 4,09 ton diproduksi pada setiap hektar dalam jangka waktu satu tahun. Hasil produksi yang melimpah menyebabkan kelapa sawit banyak dipilih sebagai alternatif sumber minyak yang bisa dimanfaatkan hampir disetiap macam industri. Potensi dari kelapa sawit yang sangat besar yang telah disebutkan sebelumnya mendorong Indonesia untuk memperluas wilayah dari perkebunan kelapa sawit. Sejak tahun 1980, industri kelapa sawit di Indonesia bertambah sekitar 10% pada setiap tahunnya. Kelapa sawit adalah sumber penghasil minyak nabati yang paling efisien dan juga banyak tumbuh di daerah tropis. Luas wilayah perkebunan kelapa sawit di Indonesia cenderung meningkat dalam 5 tahun terakhir. Tahun 2014 laju perkembangan rerata yang besarnya yakni 7,35% serta di tahun 2018 besarnya yakni 9,83%. Luasan area perkebunan kelapa sawit diperkirakan akan terus mengalami peningkatan sebab signifikannya perkembangan industri minyak kelapa sawit sekarang ini serta keperluan minyak nabati seluruh negara yang terus mengalami penambahan (Stephanie dkk, 2018).

Pengolahan minyak sawit melewati proses yang terdiri dari beberapa tahapan. Tahapan yang telah disebutkan sebelumnya menghasilkan sejumlah produk samping yang umumnya dikenal sebagai limbah cair pabrik kelapa sawit ataupun dikenal juga sebagai *palm oil mill effluent* (Nassrullah *et al*, 2022). *Palm oil mill effluent* (POME) merupakan salah satu sumber pencemar air ketika dialirkan ke perairan setempat tanpa melewati pengolahan (Agustin *et al*, 2008). Limbah dari pabrik kelapa sawit dinyatakan aman untuk dialirkan apabila parameternya telah melakukan pemenuhan terhadap baku kualitas yang selaras dengan standarisasi yang telah ditentukan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014. Umumnya parameter yang ditetapkan terdiri dari pH, BOD, COD, TSS dan kadar minyak dan lemak. Selama ini limbah dari hasil pengolahan kelapa sawit diolah didalam kolam-kolam terbuka pabrik kelapa sawit. Pengolahan POME ini biasanya dilakukan dengan menggunakan kolam yang terdiri dari kolam aerobik, anaerobik, dan sedimentasi. Sistem kolam ini

umumnya menambahkan tawas ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) sebagai penjernih limbah (Yuna dan Mardina, 2019). Metode yang telah disebutkan sebelumnya cenderung membutuhkan waktu tinggal yang relatif lama serta membutuhkan lahan kolam yang cenderung luas. POME yang ditampungkan di kolam terbuka akan melakukan pelepasan terhadap gas metana (CH_4) serta karbon dioksida (CO_2) yang dibiarkan begitu saja menguap ke udara. Kedua gas yang telah disebutkan sebelumnya merupakan emisi yang menyebabkan efek rumah kaca yang amat membahayakan lingkungan. Maka dari itulah diperlukannya teknologi alternatif yang lebih ramah lingkungan dan efisien dalam segi biaya serta waktu. Salah satu metode yang bisa dipertimbangkan ialah metode elektrokagulasi. Metode elektrokoagulasi merupakan sistem pengolahan air limbah secara elektrokimia yang prinsipnya berdasar pada sel elektrolisis. Elektrokoagulasi sangat efektif dalam melakukan pengurangan terhadap polutan seperti partikel-partikel yang tersuspensi, kandungan logam, serta minyak (Saputra dan Hanum, 2016). Disamping itu, metode ini juga menghasilkan gas hidrogen yang lebih ramah lingkungan. Elektrokoagulasi sudah diujikan positif untuk melakukan pengolahan terhadap air limbah dari berbagai macam industri (Siringi *et al*, 2012).

Salah satu faktor yang mempengaruhi proses elektrokogulasi berupa waktu kontak. Semakin lama limbah diproses didalam reaktor elektrokoaguasi menyebabkan semakin membaiknya kualitas air limbah. Kualitas limbah meningkat dilihat dari menurunnya kekeruhan, TSS dan beberapa logam berat pada limbah tersebut. Waktu kontak juga berpengaruh terhadap perubahan pH yang menuju kondisi netral (Gita, 2015). Besarnya arus yang dialirkan pada reaktor juga mempengaruhi kualitas dari limbah. Nilai TSS dan COD pada limbah menurun seiring dengan penambahan kuat arus yang dialirkan. Semakin besar arus yang dialirkan bisa membuat proses elektrokoagulasi menjadi lebih efektif sebab proses pembentukan flok semakin cepat (Ratna dan Haryanto, 2021). Dalam proses elektrokoagulasi, intensitas arus yang dialirkan dan lama waktu operasi adalah variabel yang paling penting untuk mengontrol jumlah koagulan. Hal ini sesuai dengan hukum Faraday, bahwa kedua variabel yang telah disebutkan sebelumnya merupakan variabel yang menentukan laju produksi dari kation logam yang dilepaskan ke larutan oleh katoda (Nasrullah *et al*, 2019). Salah

satu metode yang efektif dalam pengolahan limbah lainnya adalah Filtrasi. Metode filtrasi merupakan sistem pengolahan limbah yang memisahkan padatan dari suatu fluida. Pengolahan dengan metode filtrasi ini merupakan proses pemisahan secara fisika. Fungsi dari proses filtrasi ini untuk menghilangkan partikel tersuspensi dan koloid dengan menyaringnya melalui media filter. Salah satu media filter yang umum digunakan berupa filter zeolit. Zeolit bisa digunakan sebagai material filtrasi sebab bisa memisahkan berbagai molekul berdasarkan ukuran, bentuk, derajat ketidakjenuhan dan polaritas. Keunggulan dari proses filtrasi dengan zeolit ini berupa biaya yang rendah serta proses pemeliharaan yang cenderung mudah. Metode filtrasi dengan filter zeolit telah teruji cukup efektif dalam pengolahan limbah (Sulianto dkk, 2020).

Proses elektrokoagulasi dan filtrasi zeolit diperkirakan bisa mengolah limbah POME lebih singkat dari proses menggunakan kolam retensi. Yang mana pada akhirnya perlu untuk mempelajari kinetika reaksinya. Kinetika reaksi dipelajari untuk menentukan laju reaksi secara kuantitatif. Laju reaksi kimia merupakan jumlah reaktan per satuan volume yang bereaksi dalam jangka waktu tertentu. Jika dibuat suatu kurva yang menyatakan penurunan konsentrasi reaktan sebagai fungsi waktu, maka akan dihasilkan slope pada kurva bernilai negatif di setiap titiknya, sebab konsentrasi suatu reaktan akan selalu menurun. Kinetika bisa menentukan variasi yang baik dari laju penurunan konsentrasi suatu reaktan (Nath et al., 2015).

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dilakukan penelitian ini dengan menggunakan metode elektrokoagulasi dilanjutkan dengan filtrasi menggunakan zeolit. Elektroda yang dipakai berupa logam alumunium dengan variasi arus listrik dan waktu proses.

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh waktu proses dan kuat arus pada sistem elektrokoagulasi dan filtrasi zeolit dalam mengurangi kadar pH, TDS, TSS, minyak dan lemak, COD dan Alumunium Oksida?
2. Bagaimana kondisi terbaik dari penurunan kadar pH, TDS, TSS, minyak dan lemak, COD dan Alumunium Oksida?

3. Bagaimana kinetika penurunan kadar minyak dan lemak pada proses elektrokoagulasi dan filtrasi zeolit?

1.3. Tujuan Penelitian

1. Menentukan pengaruh kuat arus dan waktu kontak pada proses elektrokoagulasi dan filtrasi zeolit dalam mengurangi kadar pH, TDS, TSS, minyak dan lemak, COD dan Alumunium Oksida.
2. Menentukan kondisi paling optimal dari waktu proses dan kuat arus terhadap kinerja sistem elektrokoagulasidan filtrasi zeolit dalam mengurangi pH, TDS, TSS, minyak dan lemak, COD dan logam Alumunium Oksida.
3. Menentukan kinetika penurunan kadar minyak dan lemak terbaik pada proses elektrokoagulasi dan filtrasi zeolit.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk mempelajari metode pengolahan limbah yang efektif dengan memvariasikan kuat arus dan waktu proses elektrokoagulasi terhadap kinerja sistem elektrokoagulasi yang dilanjutkan dengan filtrasi zeolit dalam mengurangi kadar minyak dan lemak, COD, pH, TDS, TSS, dan Alumunium Oksida yang terkandung pada *Palm Oil Mill Effluent* (POME).

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M., dan Khairurrijal, K. 2009. Review: Karakterisasi Nanomaterial. *Jurnal Nano Saintek*, 2(1): 1–9.
- Aboulkas, A. and Harfi, K. E. 2008. Study of Kinetic and Mechanisms of Thermal Decomposition. *Oil Shale*. 25(4): 426-443.
- Agustin, M. B., Sengpraca, W. P. and Phutdhawong, W. 2008. Electrocoagulation of Palm Oil Mill Effluent. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 5(3): 177-180.
- Ahmad, A., Buang, A., and Bhat, A. H. 2016. Renewable and Sustainable Bioenergy Production From Microalgal Co-Cultivation With Palm Oil Mill Effluent (POME): A Review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 65, 214–234.
- Akbar, I. 2021. Pengolahan Limbah Minyak dan Lemak di Restoran Padang dengan Metode Fisik (*Oil Grease Trap*). *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 5 (2) : 1-7.
- Akhbari, A., Kutty, P.K., Chuen, O.C. and Ibrahim, S. 2020. A Study of Palm Oil Mill Processing and Environmental Assessment of Palm Oil Mill Effluent Treatment. *Environmental Engineering Research*. 25(2): 212–221.
- Apriani, D. W. 2021. Pengaruh Kuat Arus dan Waktu Elektrokoagulasi Terhadap Penurunan pH, TSS, TDS, Minyak dan COD dalam POME. *Skripsi*. Universitas Sriwijaya.
- 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.
- Artiyani, A., dan Firmansyah, N. H. 2016. Kemampuan Filtrasi Upflow Pengolahan Filtrasi Up Flow Dengan Media Pasir Zeolit Dan Arang Aktif Dalam Menurunkan Kadar Fosfat Dan Deterjen Air Limbah Domestik. *Jurnal Industri Inovatif*, 6(1): 8–15.
- Badan Standardisasi Nasional. 2009. SNI 6989.73-2009. *Air dan Limbah - Bagian*

73: *Cara Uji Kebutuhan Oksige Kimiawi (Chemical Oxygen Demand/ COD) dengan refluks tertutup secara titrimetri*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.

Badan Standardisasi Nasional. 2011. *SNI 06-6989.10-2011 Air dan air limbah – Bagian 10: Cara uji minyak dan lemak secara gravimetri*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.

Badan Standardisasi Nasional. 2018. *SNI 3822:2018 Polarium oksida*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.

Badan Standardisasi Nasional. 2019. *SNI 06-6989.3-2019 Air dan air limbah – Bagian 3: Cara uji padatan tersuspensi total (Total Suspended Solid, TSS) secara gravimetri*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.

Bala, J. D., Lalung, J., and Ismail, N. 2014. Biodegradation Palm Oil Mill Effluent (POME) by Bacterialt. *International Journal of Scentific and Research Publication*. 4(3): 1-16.

Chan, Y. J., Tan, W. J. R., How, B. S., Lee, J. J. and Lau, V. Y. 2015. Fuzzy Optimisation Approach on The Treatment of Palm Oil Mill Effluent (POME) via Up-Flow Anaerobic Sludge Blanket–Hollow Centered Packed Bed (UASB–HCPB) Reactor. *Journal of Water Process Engineeering*. 5(1): 112-117.

Dewayani, R. K., dan Haryanto. 2021. Pengaruh Kuat Arus dan Luas Penampang Elektroda Terhadap Penurunan Kadar COD dan TSS Pada Limbah Cair Batik Menggunakan Metode Elektrokoagulasi. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 13(2): 92–97.

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): 1-10.

Heriyani, O., dan Mugisidi, D. 2016. Pengaruh Karbon Aktif dan Zeolit pada pH Hasil Filtrasi Air Banjir. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi, Kualitas Dan Aplikasi Fakultas Teknik UHAMKA*: 199–202.

Keshmirazeh, I., Yousefi, S. and Rofouei, M. K. 2011. Am Investigation on The

- New Operational Parameter Effective in Cr (VI) Removal Efficiency: A Study on Electrocoagulation by Alternating Pulse Current. *Journal of Hazardous Materials*. 190(1): 119-124.
- Kogel, J. E., Trivedi, N. C., Barker, J.M. and Krukowski, S. T. 2006. *Industrial Minerals & Rocks, Commodities, Market and Uses 7th Edition Book*. Colorado: Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc (SME).
- Kuokkanen, V., Kuokkanen, T., Rämö, J., and Lassi, U. 2013. Recent Applications of Electrocoagulation in Treatment of Water and Wastewater— A Review. *Green and Sustainable Chemistry*. 3(2): 89–121.
- Madaki, Y. S. and Seng, L. 2013. Palm Oil Mill Effluent (POME) From Malaysia Palm Oil Mills: Waste or Resource. *International Journal of Science Environment*. 2(6): 1138-1155.
- Musthafa Al Hakim, H., and Agustina, L. 2018. Potensi Gas Rumah Kaca (Grk) Kolam Anaerobik Pada Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit (LCPKS). *Enviro Scientiae*. 14(3): 193–199.
- Nasrullah, M., Zularisam, A.W., Krishnan, S., Sakinah, M., Singh, L., Fen, Y.W. 2019. High Performance Electrocoagulation Process In Treating Palm Oil Mill Effluent Using High Current Intensity Application. *Chinese Journal of Chemical Engineering*. 27(1): 208–217.
- 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.
- Nath, B., Lakshmi, S., Tiwari, S. K. Setty, D. S, Khalyanakhrisnan,G. and Saibaba, N. 2015. Study on Thorium Removal From Effluent by Electrocoagulation. *International Thorium Energy*. 1(1): 12-15.
- Nia, B. H., Khorram, S., Rezazadeh, H., Safaiyan, A. and Esfanjani, A. T. 2018. The Effect of Natural Clinoptilolite and Nano-Sized Clinoptilolite Supplementation on Glucose Levels and Oxydative Stress. *Canadian Journal*

- of Diabetes*. 48(1): 31-35.
- Nur, A. dan Jatnika, A. 2017. Elektrokoagulasi Monopolar untuk Menyisihkan Organik dan Minyak Lemak Air Buangan Domestik. *Jurnal Dampak Teknik Lingkungan*. 14(2): 81-86.
- Nursanti, I. 2013. Karakteristik Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Pada Proses Pengolahan Anaerob dan Aerob. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*. 13(4): 67–73.
- Putri, Ayu Chairil. 2021. Efektivitas Penggunaan Karbon Aktif dan Zeolit dalam Menurunkan Kadar Fosfat pada Limbah Cair Laundry d Kecamatan Medan Selayang Tahun 2020. *Skripsi*. Universitas Sumatera Utara.
- Radityani, F. A., Hariyadi, S., Suprihatin, Yanto, D. H. Y. dan Anita, S. H. 2020. Penerapan Teknik Elektroagulasi dalam Pengurangan Bahan Organik Air Limbah Kegiatan Perikanan. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. 25(2): 283-290.
- Rahardjo, P. N. 2006. Teknologi Pengelolaan Limbah Cair Yang Ideal Untuk Pabrik Kelapa Sawit. *Jurnal Air Indonesia*. 2(1): 66–71.
- Ratnoji, S. S., & Singh, N. (2014). A Study of Coconut Shell - Activated Carbon for Filtration And Its Comparison with Sand Filtration. *International Journal of Renewable Energy and Environmental Engineering*, 02(03): 1-4.
- Rinawati, Hidayat, D., Suprianto, R. dan Dewi, P.S. 2016. Penentua Kandungan Zat Padat (Total Dissolve Solid) dan TSS (Total Suspended Solid) di Perairan Teluk Lampung. *Analytical and Enviromental Chemistry*. 1(1) ; 36-45.
- Sanjaya, A. S. dan Agustine, R. P. 2015. Studi Kinetika Adsorbsi Pb menggunakan Arang Aktif. *Jurnal Konversi*. 4(1): 17-24.
- Saputra, A. I. 2018. Penurunan TSS Air Limbah Laboratorium Rumah Sakit Menggunakan Metode Elektrokoagulasi. *Journal of Nursing and Public Health*. 6(2): 6–13.
- Saputra, E., & Hanum, F. 2016. Pengaruh Jarak Antara Elektroda Pada Reaktor

- Elektrokoagulasi Terhadap Pengolahan Effluent Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit The Effect Of Inter Electrode Distance On Electrocoagulation Reactor To Treat Palm Oil Mill Effluent Of Palm Oil Mill. *Jurnal Teknik Kimia USU*. 5(4): 1-15.
- Siringi, O., D, Home, P, Chacha, J., S, and Koehn, E. 2012. Electrocoagulation (EC) a solution to the treatment of Wastewater and Providing Clean Water for Daily use. *Journal of Engineering and Applied Sciences*. 7(2):1-12.
- Akbar, I. 2021. Pengolahan Limbah Minyak dan Lemak di Restoran Padang dengan Metode Fisik (*Oil Grease Trap*). *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 5 (2) : 1-7.
- Sutanto, P., Iryani, A., dan Sarahwati, D. 2018. Efisiensi Dan Efektifitas Serta Kinetika Elektrokoagulasi Pengolahan Limbah Sagu Aren. *Ekologia*, 18(1): 10–16.
- Sutanto, dan Widjajanto, D. 2014. Pengaruh Penambahan Natrium Klorida Terhadap Penurunan Kekeruhan dan Kandungan Polutan Tembaga. *Industrial Research Workshop and National Seminar*: 134–138.
- Sutanto, Wijayanto, D., dan Hidjan. 2010. Pengaruh Perubahan Arus Listrik Terhadap Penurunan Kadar Lemak dan Minyak Dalam Air Limbah Melalui Proses Elektrokoagulasi. *Politeknologi*, 9(2): 96–102.
- Wiyanto, E., Harsono, B., Makmur, A., Pangputra, R., dan Stefanus, K. M. 2014. Penerapan Elektrokoagulasi Dalam Proses Penjernihan Limbah Cair. *JETri*, 12(1): 19–36.
- Yuna, R. dan Mardina, V. 2019. Pengujian Karakteristik Kimia pada Limbah Cair Kelapa Sawit di Pabrik X. *Jurnal Biologica Samudra*. 1(1): 1-8.
- Zainal, B., Zinatizadeh, A. A., Chyuan, O. H., Mohd, S. N., and Ibrahim, S. 2017. Effect of Process, Operational and Enviromental Variables on Biohydrogen Palm Oil Mill Effluent. *International Journal of Hydrogen Energy*. 1(1): 1-8.
- 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): 11.

Zuhria, F., Sarto, S., and Prasetyo, I. 2018. The influence of electrocoagulation to the reduction of COD, BOD, and TSS of Batik Industry wastewater. *Sustinere: Journal of Environment and Sustainability.* 2(2): 100–107.