

**PENGARUH VARIASI KUAT ARUS DAN WAKTU PADA  
PENGOLAHAN LIMBAH CAIR PABRIK KELAPA SAWIT  
MENGUNAKAN METODE ELEKTROKOAGULASI DAN FILTRASI  
ARANG AKTIF**

**SKRIPSI**

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



**Oleh:**

**GALUH PERMATASARI**

**08031381823084**

**JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
INDRALAYA  
2022**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**PENGARUH VARIASI KUAT ARUS DAN WAKTU PADA  
PENGOLAHAN LIMBAH CAIR PABRIK KELAPA SAWIT  
MENGUNAKAN METODE ELEKTROKOAGULASI DAN FILTRASI  
ARANG AKTIF**

**SKRIPSI**

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

Oleh:

**GALUH PERMATASARI**

**08031381823084**

Indralaya, 28 Juni 2022

**Pembimbing**



**Dr. Bambang Yudono, M.Sc**

**NIP. 196102071989031004**

Mengetahui,



**Prof. Hermansyah, Ph.D**  
**NIP. 197111191997021001**

## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi dengan judul “Penentuan Variasi Kuat Arus dan Waktu Pada Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Menggunakan Metode Elektrokoagulasi dan Filtrasi Arang Aktif ” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Sidang Sarjana Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 22 Juni 2022 dan telah diperbaiki, diperiksa serta disetujui sesuai dengan masukan yang telah diberikan.

Indralaya, 28 Juni 2022

Pembimbing:

**Dr. Bambang Yudono, M.Sc**

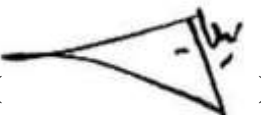
NIP. 196102071989031004

(  )

Penguji:

1. **Dr. Zainal Fanani, M.Si**

NIP. 196708211995121001


(  )


2. **Nova Yuliasari, M.Si**

NIP. 197307261999032001

(  )

Mengetahui,

**Dekan FMIPA**  
  
**Prof. Hermansyah, 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 : Galuh Permatasari  
NIM : 08031381823084  
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.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Indralaya, 28 Juni 2022

Penulis



Galuh Permatasari

NIM.08031381823084

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

Sebagai Civitas Akademik Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Galuh Permatasari  
NIM : 08031381823084  
Fakultas/Jurusan : MIPA/Kimia  
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya “Pengaruh Variasi Kuat Arus dan Waktu pada Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Menggunakan Metode Elektrokoagulasi dan Filtrasi Arang Aktif” Dengan hak bebas royalti non-eksklusive ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih, edit/memformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir atau skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan pemilik hak cipta.

Demikian Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Indralaya, 28 Mei 2022

Yang menyatakan,



Galuh Permatasari

NIM. 08031381823084

## HALAMAN PERSEMBAHAN

*Alhamdulillahirobbil'alamin, Saya sadar dalam penyelesaian skripsi ini ada campur tangan Allah SWT yang telah melancarkan dan memudahkanku disetiap prosesnya, serta Nabi Muhammad SAW yang telah menjadi suri tauladan yang baik untuk umatnya terutama saya*

**Skripsi ini saya persembahkan untuk:**

- ❖ **Kedua orang tua ku tercinta Bapak Sukamto dan Mamak Sriyati, yang telah mendidik, merawatku hingga dewasa, serta do'a tulus yang tiada putusnya**
- ❖ **Semua Mbak/adik sepupu/ipar tersayang; Vina Novitasari S.Pd, Dian Utami, S.Pd, Nengah Suciasih, Anis Indri Wibowo, Hari Subagio, S.Pd, Bagus Budi Setiawan dan keponakkan terlucu dan tersayang Ibadil Mukhlis, almh. Anindia dan Anindita, Felicia Asheeqa Setiawan, Early Alrafaeyza dan Xena Shakila yang telah menyayangiku, mendo'akan, mensupport dan memberikan pelajaran yang sangat luar luarbiasa dalam hidup**
- ❖ **Dosen Pembimbing akademik sekaligus dosen pembimbing tugas akhir, Bapak Dr. Bambang Yudono, M.Sc yang telah sabar dalam membimbing dan mengarahkan untuk penyelesaian studi ini**
- ❖ **Seluruh dosen kimia Universitas Sriwijaya atas segala ilmu yang diberikan**
- ❖ **Kepada seluruh orang-orang baik yang telah menyayangi, mendo'akan dan mensupport selama ini (kamu yang merasa ☺)**
- ❖ **Almamater Tercinta "Universitas Sriwijaya"**

### Motto

***"Barang Ketok Niku Harus Biso" (Bapakku)***

*Allah SWT Itu Maha Baik Kepada Hambanya; Niatkan semua Lillahita'ala.  
Jadilah Orang yang "Sami'na Wa Atho'na" (Mendengar lalu Ta'at) atas apa yang telah Allah perintahkan dan jauhilah segala larangan-Nya (galuh.ps)*

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil'alamin

Puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT atas berkah dan rahmat karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Variasi Kuat Arus Dan Waktu Pada Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Menggunakan Metode Elektrokoagulasi dan Filtrasi Arang Aktif”. Shalawat dan salam dihaturkan kepada nabi besar Muhammad Shallallahu ‘alaihi wa sallam beserta umat yang ada di jalan-Nya. Skripsi ini merupakan syarat untuk mendapatkan gelar sarjana sains Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.

Selama melaksanakan penelitian hingga selesainya skripsi ini, penulis mendapatkan bantuan, bimbingan, dukungan dari berbagai pihak. Sehingga pada kesempatan ini Penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Hermansyah, Ph.D selaku Dekan FMIPA Universitas Sriwijaya yang baik hati.
2. Ibu Prof. Dr. Muharni, M.Si selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya serta ketua sidang sarjana yang baik hati.
3. Bapak Dr. Addy Rachmat, M.Si selaku sekretaris Jurusan Kimia Universitas Sriwijaya yang baik hati.
4. Bapak Dr. Bambang Yudono, M.Sc selaku dosen pembimbing akademik sekaligus dosen pembimbing tugas akhir yang telah memberikan bimbingan, bantuan, motivasi, saran, masukan dan arahan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Bapak Dr. Zainal Fanani, M.Si. dan Ibu Nova Yuliasari, M.Si selaku pembahas dan penguji sidang sarjana, serta Bapak Dr. Suheryanto, M.Si selaku dosen pembahas seminar kemajuan yang baik hati dan sabar dalam membimbing revisian.
6. Ibu Drs. Fatma, MS selaku sekretaris sidang sarjana yang baik hati.
7. Seluruh Dosen Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu. Akan tetapi terkhusus Ibu Dr. Miksusanti, M.Si selaku dosen pembimbing Kerja Praktek yang baik hati dan Ibu Dr. Eliza, M.Si yang telah memberikan kesempatan

menjadi mahasiswa bimbingan PKM sehingga saya mendapatkan pengalaman yang sangat luar biasa.

8. Ibu Yuniar, S.T. M,Sc., Ibu Hanida Yanti, A.Md dan Ibu Siti Nuraini, S.T selaku analis dilaboratorium Kimia yang telah membantu dan melancarkan dalam proses penelitian.
9. Mbak Restu Novita sari, A.Md (Mbak Novi) dan Kak Choosin selaku staf administrasi Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya yang telah banyak membantu dalam proses perkuliahan hingga tugas akhir ini.
10. PT. Golden Oilindo Nusantara yang telah memberikan tempat, waktu dan tenaga dalam membimbing selama melaksanakan penelitian.
11. Bapak Firmansyah (staf PT. Golden Oilindo Nusantara) yang bertanggung jawab dalam membimbing kami dan membantu menyelesaikan permasalahan yang terjadi selama penelitian di pabrik.
12. Kedua Orang tua tercinta Bapak dan Mamak, terimakasih banyak atas do'a terbaik dan dukungannya demi keberhasilan anak-anaknya yang tiada putus-putusnya sampai akhir hayat. Ilmu anak<sup>2</sup> insyaAllah akan menjadi amal jariyah untuk bapak mamak.
13. Saudara Tersayang Mbak Vina, Mbak Dian, Dek Anis, Dek Suci, Mas Hari dan Mas Bagus terimakasih atas bantuan finansial, do'a serta nasihat yang membangun dan supportnya yang tulus selama ini.
14. Almarhum Abi Mufrodi Kamal dan Almarhumah Ummi Saheriah, S.Ag yang telah meminjamkan laptopnya selama pengerjaan skripsi ini. Semoga menjadi berkah dan amal jariyah yang pahalanya akan terus mengalir. Aamiin Yarobbal'alamin.
15. Keluarga Besar Bapak dan Mamak; Mbah, Pakde, Mbokde, Bulek, paklek, adek, mbak serta tetangga baik hati yang sudah seperti saudara atas support dan kepeduliannya selama ini untuk kebaikan penulis.
16. Queen Mutir; yang sudah seperti saudara kandung susah senang di Indralaya tercinta dibalik bedeng kuning; Mbak Karti Ayu Ningsih dan Yuk Salma Listiana yang telah sabar, baik hati dengan sikap penulis selama menempuh studi ini. Terimakasih atas semua bantuan dan supportnya ya. Eh iya, Sakinah dan mbak nur fitriani yang baik hati senang membantu ketika lagi dikostan.



Sahabat Pejuang S.Si; Cici Meiliza A (sisulung yang dewasa, tegas, pendiam, merajukkan), Sri Suryani (si bontot periang, rame dan pintar cari cuan), Maria Ulfa (si tunggal yang tannguh dan kuat), Desta Meistaviani (sisulung yang aktif dan tertutup), Nadia Lestari Safitri (sisulung yang pemalu dan teliti) dan Herlina (si sulung yang selalu happy dan pintar nyanyi). Sahabat ku diperantauan selama 4 tahun ini, maaf kan jika penulis banyak salah yaa. Susah senang kita lewati bersama, pertengkaran hebat tidak bisa mengalahkan rasa kasih sayang persahabatan diantara kita menjadi padam. Karena kita tau, semua itu adalah proses untuk pendewasaan, kalian selalu ajarkan untuk ambil pelajaran disetiap kejadian yang telah terjadi. Support dalam bentuk bantuan dan do'a kalian sangat berarti untuk penulis sampai titik ini.

17. Sahabat Thembig ku; Triyani, Arifatul Syamsina, Ayu Suwahyuni, Susilawati, Dwi Lestari dan Nasa Ade Dwiyana yang telah memberikan dukungan selama menempuh studi ini.
18. Rekan penelitian, *Electrocoagulation group*; Kak Dewi Ananda Apriani dan kak Bessek Delima(THP 17) atas bimbingannya selama penelitian serta Nurisa Layla Imtihana, Dwi Hamelia dan Iqbal Surya Maulana yang sukarela diajak ambis selama masa perskripsweetan ini.
19. Kakak Kimia 17; Kak Utari Permatahati, Kak Ori Adelia yang rela menjadi tempat curhat dan bertanya ketika penulis kesusahan serta kepada Kak Fella, Kak Cik Ayu atas bantuan, nasihat dan support nya selama masa kuliah.
20. KOSMIC; Kak Elsa Veronica (Kak Cha), Mbak Rizki Susianti (Mbak Riz), Kak Ega Emilia Seba, Diya Anisa, Neta Asa Bela atas do'a, asupan semangat, pelajaran, pengalaman, nasihat yang amat sangat berkesan dan tidak akan terlupakan. Seluruh temen<sup>2</sup> BPH dan seluruh kakak<sup>2</sup> dan mbak<sup>2</sup> alumni KOSMIC dan Nadwah UNSRI yang baik hati dan tidak dapat disebutkan satu persatu atas support dan do'anya.
21. Adek<sup>2</sup> KOSMIC 2019-2021; Dek Usti, Dek Sinta, Dek Rischa, Dek Dite dan lainnya yang tidak dapat diisebutkan satu persatu dan khususnya adek<sup>2</sup> anggota BPMF 2019-2021.

COIN; Kak Putri Tamara, Kak Sheli Fitrianti, Mbak Indah Sari Zulaikha, Kak Redo Ardiansyah dan Kakak<sup>2</sup> lainnya yang telah memberikan kesempatan penulis menjadi bagian dari keluarga COIN, terimakasih atas arahan, bimbingan dan supportnya. Teman<sup>2</sup> BPH COIN; Siti Shefira K (si kalem, sabar dan baik hati), Yulfita Tasya (partner terbaik selama di HRD yang membantu dalam mengerjakan menyelesaikan amanah organisasi), Intan lestari (ibunda kestari yang humble), Dek Nur Fathonah, Dek Wulan Anugrah, Nurhasanah, Lala Apriani si humble dan periang, Dek Raihan Ramadhan si ambis dengan prestasi dan BPH lainnya serta seluruh Ilmuan Muda COIN 7 khususnya adek<sup>2</sup> HRD yang tidak dapat disebutkan namanya satu persatu.

22. BEM; Kak Nopita Eka yang mensupport dan membersamai sampai titik ini serta kakak-kakak dan teman-teman yang tidak bisa disebutkan satu persatu.
23. Sanjo Beauty; Qurotul Aini, atas pengalaman yang sangat luar biasanya untuk menjadi calon pengusaha hehe. Terimakasih semangatnya selama penelitian dan juga nasihatnya ketika penulis melakukan kesalahan.
24. KM Kimia angkatan 18, khususnya Bening Fitri Rini (si aktif, ramah, royal dan friendly), Yuk Zakiatun Nadia, Devi, Ade, Martha, Ariqoh, Balqis, Rolis dan semua pihak yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu, atas segala bantuan dan dukungannya penulis ucapkan terimakasih.
25. Seluruh Orang-Orang Baik yang sayang dan ikhlas membantu Penulis. Semoga kita akan dipertemukan di Jannah-Nya.

Semoga bimbingan, ilmu, bantuan, pengalaman dan masukan yang telah diberikan kepada penulis, Allah SWT akan balas dengan kebaikan serta menjadi pahala jariyah untuk kehidupan akhirat nanti. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak sekali kekurangan dan kesalahan, sehingga penulis sangat mengharapkan kritik dan saran dari pembaca. Akhir kata penulis mengucapkan terimakasih, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua serta menjadi pengembangan ilmu kimia di masa mendatang.

Indralaya, 28 Juni 2022

Penulis

## SUMMARY

### THE EFFECT AMOUNT OF CURRENT VARIATIONS AND TIME ON THE TREATMENT OF LIQUID WASTE IN PALM OIL FACTORY USING ELECTROCOAGULATION METHOD AND ACTIVE CHARCOAL FILTRATION

Galuh Permatasari: Supervised by Dr.Bambang Yudono, M.Sc  
Departement of Chemistry, Faculty of Math and Science, Sriwijaya University  
53 + xiii pages, 19 tables, 41 picture and 11 attachment

Research on the effect of current and time variations on palm oil mill effluent treatment using the electrocoagulation method and activated charcoal filtration has been carried out. This study uses the electrocoagulation method with additional activated charcoal filtration which aims to compare the effect of variations in current strength and contact time on pH levels, TDS (Total Dissolve Solid), TSS (Total Dissolve Solid), oils and fats, COD (Chemical Oxygen Demand), aluminum oxide ( $Al_2O_3$ ) in palm oil mill effluent (LCPKS). The electrode used is aluminum metal (96,6 %). The variations in current used are 10 amperes, 40 amperes, 70 amperes and 100 amperes, respectively, with a contact time of 1 hour, 2 hours, 3 hours, 4 hours and 5 hours, respectively. From the results of the study, it is known that the current strength and contact time of electrocoagulation have a significant effect on decreasing levels of pH, TSS (Total Dissolve Solid), oil and fat, COD (Chemical Oxygen Demand and aluminum oxide ( $Al_2O_3$ ), while the addition of filtration Activated charcoal does not have a significant effect on changes in levels after the electrocoagulation process, but for changes in the color of the waste which are more visible to the senses. The treatment at a current of 100 amperes and a contact time of 5 hours was the best treatment among the others with the efficiency of pH, TDS (Total Dissolve Solid), TSS (Total Suspended Solid), oil and grease, COD (Chemical Oxygen Demand) and aluminum oxide ( $Al_2O_3$ ), respectively sebesar 4,61 %, 3,65 %, 83,5 %, 70 %, 84,9 % dan 36,36 %. This best treatment is determined based on the best value that is close to the quality standard of palm oil mill effluent (LCPKS) which is adjusted to the Permen.LH/05/2014/Tentang Baku Mutu Air Limbah.

Keywords : Palm Oil Mill Liquid Waste (LCPKS), Activated Charcoal Filtration, Current Strength, Contact Time.

Citation : 66 (2010 - 2022).

## RINGKASAN

### PENGARUH VARIASI KUAT ARUS DAN WAKTU PADA PENGOLAHAN LIMBAH CAIR PABRIK KELAPA SAWIT MENGGUNAKAN METODE ELEKTROKOAGULASI DAN FILTRASI ARANG AKTIF

Galuh Permatasari; Dibimbing oleh Dr. Bambang Yudono, M.Sc  
Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya  
53 + xiii halaman, 19 tabel, 41 gambar dan 11 lampiran

Penelitian pengaruh variasi kuat arus dan waktu pada pengolahan limbah cair pabrik kelapa sawit menggunakan metode elektrokoagulasi dan filtrasi arang aktif telah dilakukan. Penelitian ini menggunakan metode elektrokoagulasi dengan tambahan filtrasi arang aktif yang bertujuan untuk mengetahui perbandingan pengaruh variasi kuat arus dan lama waktu kontak terhadap kadar pH, TDS (*Total Dissolve Solid*), TSS (*Total Dissolve Solid*), minyak dan lemak, COD (*Chemical Oxygen Demand*), aluminium oksida ( $Al_2O_3$ ) di dalam limbah cair pabrik kelapa sawit (LCPKS). Elektroda yang digunakan berupa logam aluminium (96,6 %). Variasi kuat arus yang digunakan berturut-turut diantaranya (10 ampere, 40 ampere, 70 ampere dan 100 ampere) dengan waktu kontak berturut-turut selama (1 jam, 2 jam, 3 jam, 4 jam dan 5 jam). Dari hasil penelitian, diketahui bahwa kuat arus dan waktu kontak elektrokoagulasi sangat berpengaruh nyata terhadap penurunan kadar pH, TSS (*Total Dissolve Solid*), minyak dan lemak, COD (*Chemical Oxygen Demand*) dan aluminium oksida ( $Al_2O_3$ ), sedangkan penambahan filtrasi arang aktif tidak terlalu signifikan pengaruhnya terhadap perubahan kadarnya setelah proses elektrokoagulasi, akan tetapi untuk perubahan warna limbahnya yang lebih terlihat nyata oleh indera. Perlakuan pada kuat arus 100 ampere dan waktu kontak 5 jam merupakan perlakuan terbaik diantara yang lainnya dengan efisiensi, PH, TDS (*Total Dissolve Solid*), TSS (*Total Suspended Solid*), minyak dan lemak, COD (*Chemical Oxygen Demand*) dan aluminium oksida ( $Al_2O_3$ ) berturut-turut adalah sebesar 4,61 %, 3,65 %, 83,5 %, 70 %, 84,9 % dan 36,36 %. Perlakuan terbaik ini ditentukan berdasarkan nilai terbaik yang mendekati baku mutu limbah cair pabrik kelapa sawit (LCPKS) yang disesuaikan dengan Peraturan Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia nomor 5 tahun 2014 tentang baku mutu air limbah.

Kata kunci: Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit (LCPKS), Filtrasi Arang Aktif, Kuat Arus, Waktu Kontak.

Sitasi : 66 (2010-2022).

## DAFTAR ISI

|  |              |
|--|--------------|
| <b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>   | <b>ii</b>    |
| <b>HALAMAN PERSETUJUAN.....</b>  | <b>iii</b>   |
| <b>PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH.....</b>   | <b>iv</b>    |
| <b>HALAMANN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK<br/>KEPENTINGAN AKADEMIS.....</b>     | <b>v</b>     |
| <b>HALAMAN PERSEMBAHAN.....</b>  | <b>vi</b>    |
| <b>KATA PENGANTAR.....</b>   | <b>vii</b>   |
| <b>SUMMARY.....</b>  | <b>xi</b>    |
| <b>RINGKASAN.....</b>  | <b>xii</b>   |
| <b>DAFTAR ISI.....</b>   | <b>xiii</b>  |
| <b>DAFTAR GAMBAR.....</b>  | <b>xvi</b>   |
| <b>DAFTAR TABEL.....</b>   | <b>xviii</b> |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>  | <b>xx</b>    |
| <b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>  | <b>1</b>     |
| 1.1. Latar Belakang .....  | 1            |
| 1.2. Rumusan Masalah .....   | 4            |
| 1.3. Tujuan Penelitian.....  | 4            |
| 1.4. Manfaat Penelitian.....   | 4            |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>  | <b>5</b>     |
| 2.1. Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit (LCPKS).....  | 5            |
| 2.2. Proses Pengolahan Limbah Cair Kelapa Sawit (LCPKS) secara<br>Secondary Anaerobik..... | 6            |
| 2.3. Elektrokoagulasi.....   | 6            |
| 2.4. Filtrasi Arang Aktif .....  | 7            |
| 2.5. Logam Aluminium .....   | 8            |
| 2.6. Parameter Pengujian.....  | 9            |
| 2.6.1. pH.....   | 9            |
| 2.6.2. TDS ( <i>Total Dissolve Solid</i> ).....  | 10           |
| 2.6.3. TSS ( <i>Total Suspended Solid</i> ) .....  | 11           |
| 2.6.4. COD ( <i>Chemical Oxygen Demand</i> ) .....   | 11           |

|                |  |           |
|----------------|--|-----------|
| 2.6.5.         | Minyak dan Lemak .....   | 12        |
| 2.7.           | Studi Kinetika.....  | 12        |
| <b>BAB III</b> | <b>METODE PENELITIAN.....</b>  | <b>14</b> |
| 3.1.           | Waktu dan Tempat Penelitian .....  | 14        |
| 3.2.           | Alat dan Bahan .....   | 14        |
| 3.3.           | Cara Kerja.....  | 14        |
| 3.3.1.         | Persiapan dan karakterisasi Sampel.....  | 12        |
| 3.3.2.         | Pengolahan Limbah Cair dengan Metode Elektrokoagulasi.....   | 13        |
| 3.4.           | Parameter Pengujian .....  | 13        |
| 3.4.1.         | Uji pH .....   | 13        |
| 3.4.2.         | Uji Kadar TDS ( <i>Total Dissolve Solid</i> ).....   | 15        |
| 3.4.3.         | Uji Kebutuhan Oksigen kimiawi/ <i>Chemical Oxygen Demand</i><br>(KOK/COD) dengan Refluks (SNI 6989.73-2019) .....    | 14        |
| 3.4.4.         | Cara Uji Padatan Tersuspensi Total (TSS / <i>Total Suspended Solid</i> )<br>(SNI 6989.3-2019) .....                  | 15        |
| 3.4.5.         | Uji Kadar Minyak dan Lemak (SNI 6989.10:2011) .....  | 15        |
| 3.4.6.         | Penentuan Kadar logam Aluminium Oksida ( $Al_2O_3$ ) Menggunakan<br>Metode Titrimetri (SNI 3822:2018) .....          | 18        |
| 3.4.6.1.       | Pereaksi.....  | 18        |
| 3.4.6.2.       | Penentuan Kadar Aluminium Oksida ( $Al_2O_3$ ).....  | 19        |
| 3.5.           | Analisis Data .....  | 20        |
| 3.5.1.         | Analisa statistik parametrik.....  | 20        |
| 3.5.2.         | Analisis Data Kinetika .....   | 22        |
| <b>BAB IV</b>  | <b>HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>   | <b>23</b> |
| 4.1.           | Elektrokoagulasi.....  | 23        |
| 4.1.1.         | Filtrasi Arang Aktif.....  | 23        |
| 4.2.           | Karakteristik Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit (LCPKS).....   | 25        |
| 4.2.1.         | Derajat Keasaman (pH) Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit (LCPKS)<br>Setelah Proses Elektrokoagulasi .....               | 28        |
| 4.2.2.         | TDS ( <i>Total Dissolve Solid</i> ) pada Limbah Pabrik kelapa Sawit<br>(LCPKS) Setelah Proses Elektrokoagulasi ..... | 30        |

|  |   |           |
|--|---|-----------|
| 4.2.3.                                 | TSS ( <i>Total Suspended Solid</i> ) pada Limbah Pabrik kelapa Sawit (LCPKS) Setelah Proses Elektrokoagulasi .....                    | 32        |
| 4.2.4.                                 | Uji Minyak dan Lemak pada Limbah Pabrik kelapa Sawit (LCPKS) Setelah Proses Elektrokoagulasi .....                                    | 32        |
| 4.2.5.                                 | COD ( <i>Chemical Oxygen Demand</i> ) pada Limbah Pabrik kelapa Sawit (LCPKS) Setelah Proses Elektrokoagulasi .....                   | 34        |
| 4.2.6.                                 | Uji Aluminium Oksida ( $Al_2O_3$ ) pada Limbah Pabrik kelapa Sawit (LCPKS) Setelah Proses Elektrokoagulasi .....                      | 40        |
| 4.2.7.                                 | Analisa Kinetika Degradasi .....  | 41        |
| 4.2.7.1.                               | Kineika Degradasi Kadar TSS ( <i>Total Suspended Solid</i> ) pada Proses Elektrokoagulasi Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit (LCPKS).... | 41        |
| 4.2.7.2.                               | Kinetika Degradasi Kadar Minyak dan Lemak pada Proses Elektrokoagulasi Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit (LCPKS)...                     | 42        |
| <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b> |   | <b>42</b> |
| 5.1.                                   | Kesimpulan.....   | 42        |
| 5.2.                                   | Saran .....   | 42        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>             |   | <b>44</b> |

## DAFTAR GAMBAR

|  |    |
|--|----|
| Gambar 1. (A) Bak Elektrokoagulasi dan Elektroda Aluminium (B) DC<br>( <i>direct current</i> ) Power Supply.....   | 23 |
| Gambar 2. Proses Elektrokoagulasi.....   | 24 |
| Gambar 3. Sebelum proses elektrokoagulasi dan Sesudah Proses<br>Elektrokoagulasi dan Filtrasi.....   | 25 |
| Gambar 4. Proses Filtrasi Arang Aktif.....   | 26 |
| Gambar 5. Grafik pengaruh kuat arus dan waktu kontak terhadap pH limbah<br>cair pabrik kelapa sawit (LCPKS).....   | 29 |
| Gambar 6. Grafik Pengaruh Variasi Kuat Arus dan waktu kontak terhadap<br>TDS limbah cair pabrik kelapa sawit (LCPKS).....                                      | 31 |
| Gambar 7. Grafik Pengaruh Variasi Kuat Arus dan waktu kontak terhadap TSS<br>( <i>Total Suspended Solid</i> ) limbah cair pabrik kelapa sawit (LCPKS)...       | 33 |
| Gambar 8. Grafik Pengaruh Variasi Kuat Arus dan waktu kontak terhadap<br>minyak limbah cair pabrik kelapa sawit (LCPKS).....                                   | 35 |
| Gambar 9. Bagan Pengaruh Variasi Kuat Arus dan waktu kontak terhadap<br>COD ( <i>Chemical Oxygen Demand</i> ) limbah cair pabrik kelapa<br>sawit (LCPKS).....  | 37 |
| Gambar 10. Bagan Pengaruh Variasi Kuat Arus dan waktu operasi terhadap<br>kadar aluminium oksida ( $Al_2O_3$ ) limbah cair pabrik kelapa<br>sawit (LCPKS)..... | 40 |
| Gambar 11. Kolam 09 ( <i>Secondary</i> ).....  | 59 |
| Gambar 12. Alat Elektrokoagulasi.....  | 59 |
| Gambar 13. Tata Letak Plat Elektroda Aluminium.....  | 59 |
| Gambar 14. Proses Elektrokoagulasi dan naiknya flok ke permukaan.....  | 59 |
| Gambar 15. Proses Elektrokoagulasi dan Filtrasi.....   | 59 |
| Gambar 16. Flok yang menempel di permukaan plat elektroda dan flok<br>yang mengendap di dalam bak elektrokoagulasi.....  | 60 |
| Gambar 17. (A) Plat Elektroda Aluminium sebelum digunakan (B) Plat<br>Elektroda Aluminium setelah digunakan.....   | 60 |
| Gambar 20. Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit (LCPKS) Kontrol Kolam 09.....   | 61 |



|   |    |
|---|----|
| Gambar 21. Hasil Elektrokoagulasi 10 Ampere (1,2,3,4 dan 5 jam).....  | 61 |
| Gambar 22. Hasil Elektrokoagulasi 40 Ampere (1,2,3,4 dan 5 jam).....  | 61 |
| Gambar 23. Hasil Elektrokoagulasi 70 Ampere (1,2,3,4 dan 5 jam).....  | 61 |
| Gambar 24. Hasil Elektrokoagulasi 100 Ampere (1,2,3,4 dan 5 jam).....   | 61 |
| Gambar 25. Proses Penyaringan.....  | 62 |
| Gambar 26. Hasil Uji TSS ( <i>Total Suspended Solid</i> ) Kontrol Limbah Cair<br>Pabrik Kelapa Sawit (LCPKS)..... | 62 |
| Gambar 27. Hasil Uji TSS 10 Ampere (1,2,3,4 dan 5 jam).....   | 62 |
| Gambar 28. Hasil Uji TSS 40 Ampere (1,2,3,4 dan 5 jam).....   | 62 |
| Gambar 29. Hasil Uji TSS 70 Ampere (1,2,3,4 dan 5 jam).....   | 62 |
| Gambar 30. Hasil Uji TSS 100 Ampere (1,2,3,4 dan 5 jam).....  | 62 |
| Gambar 31. Proses Ekstraksi.....  | 63 |
| Gambar 32. Hasil Uji Minyak dan Lemak pada Kontrol Limbah Cair Pabrik<br>Kelapa Sawit (LCPKS).....                | 63 |
| Gambar 33. Hasil Uji Minyak dan Lemak 10 Ampere (1,2,3,4 dan 5 jam).....  | 63 |
| Gambar 34. Hasil Uji Minyak dan Lemak 40 Ampere (1,2,3,4 dan 5 jam).....  | 63 |
| Gambar 35. Hasil Uji Minyak dan Lemak 70 Ampere (1,2,3,4 dan 5 jam).....  | 63 |
| Gambar 36. Hasil Uji Minyak dan Lemak 100 Ampere (1,2,3,4 dan 5 jam).....   | 63 |
| Gambar 37. Kontrol dan Sampel 100 Ampere , 5 Jam Sebelum Titrasi.....   | 64 |
| Gambar 38. Gambar 35. Hasil COD Kontrol dan sampel 100 Ampere , 5 Jam<br>Setelah Titrasi.....                     | 64 |
| Gambar 39. Kontrol Sebelum Titrasi.....   | 64 |
| Gambar 40. Sampel 100 Ampere , 5 Jam Sebelum Titrasi.....   | 64 |
| Gambar 41. Kontrol Dan Sampel 100 Ampere , 5 Jam Sebelum Titrasi.....   | 64 |

## DAFTAR TABEL

|  |    |
|--|----|
| Tabel 1. Baku Mutu Limbah Cair untuk Industri Minyak Sawit.....  | 5  |
| Tabel 2. Daftar Analisis Keragaman Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial.....   | 20 |
| Tabel 3. Hasil Uji Karakteristik Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit, kolam 09<br>atau kolam anaerobik sekunder di PT. Golden Oilindo Nusantara..... | 27 |
| Tabel 4. Hasil Uji COD ( <i>Chemical Oxygen Demand</i> ).....  | 39 |
| Tabel 5. Hasil Uji Aluminium Oksida ( $Al_2O_3$ ).....   | 41 |
| Tabel 6. Hasil Kinetika Degradasi Kadar TSS ( <i>Total Dissolve Solid</i> ) dengan<br>Model Orde Satu.....                                       | 42 |
| Tabel 7. Hasil Kinetika Degradasi Kadar Minyak dan Lemak dengan Model<br>Orde Satu.....  | 43 |
| Tabel 8. Data nilai pH Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit (LCPKS) Setelah<br>Proses Elektrokoagulasi.....   | 65 |
| Tabel 8.1. Kombinasi Faktor Perlakuan Kuat Arus dan Waktu<br>Operasi Terhadap Kadar pH.....  | 67 |
| Tabel 8.2. Analisa Keragaman pH.....   | 68 |
| Tabel 8.3. Standar Devisiasi Pengukuran pH.....  | 69 |
| Tabel 9. Data nilai TDS ( <i>Total Dissolve Solid</i> ) Limbah Cair Pabrik Kelapa<br>Sawit (LCPKS) Setelah Proses Elektrokoagulasi.....          | 70 |
| Tabel 9.1. Kombinasi Faktor Perlakuan Kuat Arus dan Waktu<br>Operasi Terhadap Kadar TDS ( <i>Total Dissolve Solid</i> ).....                     | 72 |
| Tabel 9.2. Analisa Keragaman TDS ( <i>Total Dissolve Solid</i> ).....  | 73 |
| Tabel 9.3. Standar Devisiasi Pengukuran TDS ( <i>Total Dissolve Solid</i> )...   | 74 |
| Tabel 10. Perhitungan Kadar TSS ( <i>Total Suspended Solid</i> ) Limbah Cair<br>Pabrik Kelapa Sawit (LCPKS) Setelah Proses Elektrokoagulasi..... | 75 |
| Tabel 11. Data nilai TSS ( <i>Total Suspended Solid</i> ) Limbah Cair Pabrik Kelapa<br>Sawit (LCPKS) Setelah Proses Elektrokoagulasi.....        | 77 |
| Tabel 11.1. Kombinasi Faktor Perlakuan Kuat Arus dan Waktu<br>Operasi Terhadap Kadar TSS ( <i>Total Suspended Solid</i> )....                    | 79 |
| Tabel 11.2. Standar Devisiasi Kadar Pengukuran TSS ( <i>Total</i>  |    |



## DAFTAR LAMPIRAN

|   |    |
|---|----|
| Lampiran 1. Diagram Alir Prosedur Penelitian.....   | 53 |
| Lampiran 2. Proses Beserta Seperangkat Alat Elektrokoagulasi dan Filtrasi<br>Arang Aktif..... | 59 |
| Lampiran 3. Sampel Sebelum dan Setelah Elektrokoagulasi.....                                  | 61 |
| Lampiran 4. Analisa pH.....   | 65 |
| Lampiran 5. Analisa Kadar TDS ( <i>Total Dissolve Solid</i> ).....                            | 70 |
| Lampiran 6. Perhitungan dan Analisa Kadar TSS ( <i>Total Suspended Solid</i> ).....           | 75 |
| Lampiran 7. Perhitungan dan Analisa Kadar Minyak dan Lemak.....                               | 82 |
| Lampiran 8. Perhitungan COD ( <i>Chemical Oxygen Demand</i> ).....                            | 89 |
| Lampiran 9. Perhitungan Aluminium Oksida ( $Al_2O_3$ ).....                                   | 90 |
| Lampiran 10. Interaksi Kuat Arus dan Waktu Operasi.....                                       | 91 |
| Lampiran 11. Kurva Kinetika Reaksi.....   | 95 |

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara sebagai produsen kelapa sawit terbesar didunia yang memiliki peranan penting dalam memasok dan memenuhi permintaan minyak nabati ditingkat global. Berdasarkan Badan Pusat Statistik (BPS) terdapat 163 perusahaan perkebunan kelapa sawit milik negara pada tahun 2020, belum ditambah dengan perusahaan swastanya. Luas perkebunan kelapa sawit di Indonesia selama 2017-2021 mengalami peningkatan yang drastis. Kementerian Pertanian (Kementan) mencatat bahwa, luas perkebunan kelapa sawit mencapai 15,08 juta hektar (ha) pada tahun 2021. Pemerintah juga akan melakukan peremajaan (replanting) lahan sebanyak 540.000 hektar kebun kelapa sawit yang dimiliki petani sampai dengan tahun 2024. Produksi *crude palm oil* (CPO) ditahun 2021 pun mencapai 46,88 juta ton (Mutia, 2021). Kementerian Pertanian (Kementan) juga mencatat jumlah dari produksi kelapa sawit nasional sebesar 49,7 juta ton pada tahun 2021.

Meningkatnya jumlah produksi kelapa sawit yang tinggi, akan menyebabkan perluasan lahan areal yang besar untuk penanaman kelapa sawit. Dari pengolahan minyak kelapa sawit yang dilakukan oleh pihak industri, akan mengakibatkan jumlah limbah cair dan padat yang dihasilkan semakin banyak, serta bobot dari limbah cair hasil sisa buangan minyak pun akan semakin bertambah. Untuk setiap produksi 1 ton minyak kelapa sawit diperkirakan menghasilkan limbah cair sebanyak 2,5 ton atau setara dengan 60% kapasitas pengolahan dari pabrik (Yuliandri dkk, 2020). Menurut Direktorat Pengolahan Hasil Pertanian, keadaan tersebut sangat mempengaruhi badan air yang menampung limbah dan memiliki dampak negatif bagi lingkungan baik dari kuantitas dan kualitas sumber daya alam, maupun lingkungan hidup.

Pengolahan limbah cair pabrik kelapa sawit selama ini dilakukan dengan menggunakan sistem kolam, dimana limbah cair yang ditampung memiliki nilai *chemical oxygen demand* (COD) tinggi sehingga mengakibatkan terlepasnya gas metan (CH<sub>4</sub>) dan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>). Gas tersebut akan menjadi emisi gas yang

menjadi penyebab efek gas rumah kaca yang berbahaya bagi lingkungan. Selama ini, kedua gas tersebut hanya dibiarkan saja menguap ke udara (Safrizal, 2015).

Pengolahan limbah cair pabrik kelapa sawit sistem kolam ini biasanya menggunakan 13 kolam diantaranya kolam *Fat Pit*, kolam pendinginan, kolam pembiakan, kolam pengasaman, kolam netralisasi, kolam perombakan anaerobik primer I dan II, kolam pematangan anaerobik sekunder I dan II, kolam aerobik primer, kolam aerobik sekunder, kolam sedimentasi dan kolam fakultatif. Berdasarkan penelitian Oktari Setiyorini (2019), pengolahan limbah sistem kolam ini membutuhkan waktu penahanan hidrolisis (WPH) selama 150 sampai 220 hari. Sistem pengolahan ini memiliki kekurangan diantaranya menimbulkan bau, kontaminasi tanah disekitar kolam, membutuhkan area lahan yang cukup luas. Diketahui bahwa, pengolahan melalui sistem ini belum mampu menekankan dampak baik bagi lingkungan. Hasil pengolahan limbah cairnya kurang efisien untuk memenuhi syarat standar baku mutu yang ditetapkan oleh peraturan menteri lingkungan hidup Republik Indonesia nomor 5 tahun 2014. Oleh karena itu, diperlukannya suatu metode alternatif yang dapat digunakan untuk meminimalisir permasalahan tersebut yaitu dengan menggunakan metode elektrokoagulasi.

Elektrokoagulasi dikatakan sebagai suatu metode pengolahan limbah yang inovasi, murah dan efektif sebelum limbah cair tersebut dibuang ke lingkungan. Elektrokoagulasi bukan merupakan teknologi yang baru, akan tetapi teknologi ini belum digunakan secara luas oleh industri kelapa sawit. Kebanyakan penelitian yang dilakukan menggunakan alat elektrokoagulasi berukuran kecil, seperti dalam penelitian Farida Hanum dkk (2015) yang memakai bak elektrokoagulasi atau *reactor batch* dengan ukuran panjang 61 cm, lebar 42,5 dan tinggi 38 cm. Kapasitas volume reaktornya sebanyak 70 liter, dengan menggunakan 12 pasang elektroda alumunium dengan tebal 3 mm. Variasi tegangan yang digunakan sebesar 3, 4, 5 volt dan variasi waktu 1, 2 dan 3 jam. Dari penelitian tersebut, disimpulkan bahwa efisiensi penurunan tertinggi untuk kadar COD (*Chemical Oxygen Demand*) adalah sebesar 81,32 % dan jika semakin tinggi tegangan maka semakin tinggi efisiensi penurunannya. Berdasarkan hasil penelitian Sari Ulfariani (2018), alat elektrokoagulasi yang digunakan berupa bak elektrokoagulasi dengan panjang 37,5 cm, lebar 25 cm dan tinggi 22,5 cm, dan dapat menampung air limbah sebanyak

15 liter. Elektroda yang digunakan berupa elektroda besi dengan ukuran 15 cm x 15 cm sebanyak 6 pasang dengan tebal 3 mm. Digunakan 4 variasi tegangan 1,5, 3, 4,5 dan 6 V dengan waktu kontak nya 0, 1, 2, 3, 4, 5 dan 6 jam. Setelah itu terdapat penambahan bakteri konsorsium sehingga menghasilkan nilai efisiensi penurunan tertinggi pada TSS, COD, minyak dan lemak berturut-turut adalah 43,88 %, 52,44 %, dan 74,62 %.

Dari hasil yang didapatkan, untuk penelitian lanjutan diperlukan elektroda yang lebih bagus kinerjanya. Adanya penambahan jumlah plat elektrodanya bertujuan agar tidak memerlukan tambahan bakteri yang memakan waktu lebih lama dalam menurunkan kadar cemaran limbah cair pabrik kelapa sawit. Oleh karena itu untuk mempermudah pengolahan limbah cair kelapa sawit dalam skala industri, diperlukan penelitian yang lebih efektif dengan menggunakan alat yang lebih besar dan efisien dibandingkan dengan penelitian sebelumnya. Bak reaktor elektrokoagulasi yang digunakan memiliki lebar 60 cm, panjang 120 cm dan tinggi 65 cm. Volume daya tampungnya maksimal 550 L disetiap kali pemakaian. Alat ini menggunakan 20 plat elektroda logam aluminium dengan panjang 50 cm, lebar 50 cm dan tebal 0,5 cm. Lempengan logam aluminium tersebut disusun secara paralel dengan jarak tertentu dan kemudian dialiri oleh listrik arus searah. Elektroda logam aluminium ini digunakan karena mempunyai sifat koagulan yang baik. Menurut Raj Shah dan Shrish Patel (2021), elektroda aluminium akan menghasilkan penyisihan yang lebih baik dan waktu lebih singkat dibandingkan dengan elektroda besi. Proses elektrokoagulasi akan dimulai dengan memasukkan limbah cair pabrik kelapa sawit terlebih dahulu kedalam bak elektrokoagulasi. Sebelum dilakukan proses elektrokoagulasi, diatur terlebih dahulu kuat arus yang akan digunakan pada DC (*direct current*) *power supply*. Pada penelitian ini digunakan variasi kuat arus sebesar 10, 40, 70 dan 100 A yang dilakukan selama 1, 2, 3, 4 dan 5 jam berturut-turut secara bergantian. Selanjutnya dilakukan proses elektrokoagulasi dimana elektroda logam aluminium yang terdapat dalam bak elektrokoagulasi akan teraliri oleh aliran listrik searah dan mengakibatkan terjadinya proses elektrokimia. Proses selanjutnya dilakukan penambahan metode filtrasi arang aktif dimana media arang aktif ini mampu menjadi adsorben yang baik karena memiliki ruang pori yang sangat banyak dengan ukuran tertentu yang dapat menangkap partikel yang sangat

halus. Oleh karena itu dengan tambahan media ini diharapkan mampu mengurangi cemaran lingkungan seperti mengadsorpsi kadar bau, warna, gas dan logam didalam limbah cair pabrik kelapa sawit tanpa menunggu waktu yang lama.

### **1.2. Rumusan Masalah**

Proses elektrokoagulasi biasanya dipengaruhi oleh kerapatan arus listrik, waktu operasi, dan jenis elektroda yang digunakan. Pada penelitian ini akan dipelajari bagaimana pengaruh kuat arus dan waktu proses dengan menggunakan metode elektrokoagulasi dan dilanjutkan dengan metode filtrasi arang aktif terhadap penurunan pH, TDS (*Total Dissolve Solid*), TSS (*Total Suspended Solid*), minyak dan lemak, COD (*Chemical Oxygen Demand*) dan aluminium oksida, serta bagaimana menentukan kecepatan kinetika degradasi pada proses elektrokoagulasi terhadap penurunan kadar TSS (*Total Dissolve Solid*) dan minyak lemaknya.

### **1.3. Tujuan Penelitian**

1. Mengetahui pengaruh kuat arus dan waktu proses elektrokoagulasi dan filtrasi arang aktif terhadap pengurangan pH, TDS (*Total Dissolve Solid*), TSS (*Total Suspended Solid*), minyak dan lemak, COD (*Chemical Oxygen Demand*) dan aluminium oksida ( $Al_2O_3$ ).
2. Mengetahui efisiensi penurunan tertinggi pada pH, TDS (*Total Dissolve Solid*), TSS (*Total Suspended Solid*), minyak dan lemak, COD (*Chemical Oxygen Demand*) dan aluminium oksida ( $Al_2O_3$ ).
3. Mengetahui kecepatan kinetika degradasi pada proses elektrokoagulasi terhadap penurunan kadar TSS (*Total Suspended Solid*) serta minyak dan lemak tercepat terhadap kinerja sistem elektrokoagulasi.

### **1.4. Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini untuk memberikan informasi mengenai pengaruh kuat arus dan waktu pada saat proses elektrokoagulasi yang dilanjutkan dengan filtrasi arang aktif terhadap pengurangan pH, TDS (*Total Dissolved Solid*), TSS (*Total Suspended Solid*), minyak dan lemak dan aluminium oksida ( $Al_2O_3$ ).



## DAFTAR PUSTAKA

- 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.
- Ananda, E.R., Irawan S.T., M.T2 , Wahyuni. S.D., Kusuma, A.D., Buadiarto, J ., Hidayat, R.2018. Pembuatan Alat Pengolah Limbah Cair Dengan Metode Elektrokoagulasi Untuk Industri Tahu Kota Samarinda. *Jurnal Teknologi Terpadu*. (6)1: 2338 - 6649.
- Andika, B., Wahyuningsih, P. And Fajri, R. 2020. Penentuan Nilai Bod Dan Cod Sebagai Parameter Pencemaran Air Dan Baku Mutu Air Limbah Di Pusat Penelitian Kelapa Sawit ( Ppks ) Medan, *QUIMICA. Jurnal Kimia Sains Dan Terapan*. 2(1): 14–22.
- Apriani, D.W. 2021. Pengaruh Kuat Arus Dan Waktu Elektrokoagulasi Terhadap Penurunan Ph, TSS, TDS, Minyak Dan COD Dalam POME. *Skripsi*. Universitas Sriwijaya.
- Delima, B. 2021. Pengaruh Kuat Arus Dan Waktu Elektrokoagulasi Terhadap Penurunan Ph, Kadar, TDS, TSS, Minyak Dan COD Dalam POME (*Palm Oil Mill Effluent*). *Skripsi*. Universitas Sriwijaya.
- Ardiansyah, R dkk. 2021. Pengaruh Waktu Pada Proses Elektrokoagulasi Air Laut Secara Batch. *Jurnal Fluida*. 14(2): 65-72.
- Arnita, Y., Elystia, S., & Andesgur, I. 2017. *Penyisihan Kadar COD dan TSS pada Limbah Cair Pewarnaan Batik Menggunakan Metode Elektrokoagulasi*. Doctoral Dissertation: Riau University.
- 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. *Industri Inovatif*. 6(1), 8–15.
- Asadiya, A. 2018. Pengolahan Air Limbah Domestik Menggunakan Proses Aerasi, Pengendapan, Dan Filtrasi Media Zeolit- Arang Aktif. *Skripsi*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember: Surabaya.
- Bala, J.D., Lalung, J., & Ismail, N. 2014. Palm Oil Mill Effluent (Pome) Treatment “Microbial Communities In An Anaerobic Digester” A Review. *International Journal Of Scientific And Research Publications*. 4(6): 1- 24.
- Bul. Agrohorti. 2015. Pengelolaan Limbah Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis* Jacq.) Di Perkebunan Kelapa Sawit, Riau *Waste Management Of Palm Oil (Elaeis Guineensis* Jacq.) *In Oil Palm Plantation Riau*. 3 (2): 203-212.

- Erawati, E dan Marfiana, K. 2020. Kinetika Reaksi Reduksi Ion Logam Tembaga pada Limbah Industri Elektroplating dengan Proses Elektrokoagulasi. *Eksergi*. 17(2): 93-98.
- Febijanto, I. 2010. *Pemanfaatan Potensi Gas Metana*. 11(3): 459–474.
- 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.
- Hanim, W, Fadhliani, Sara Gustia Wibowo. 2020. Pengolahan Limbah Cair di Pabrik Minyak Kelapa Sawit Pt. Sisirau Desa Sidodadi Kecamatan Kejuruan Muda Kabupaten Aceh Tamiang. *Jurnal Environmen Science*. 4(2): 67-76.
- Hasni, A. M., dan Ulfa, M. 2016. *Penetapan Kadar Logam Besi (Fe) pada Air Sumur Galian Warga Sekitar Industri "X" Kecamatan Panjang Dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom Determination*. 1(3): 163–169.
- Hernaningsih, T. 2016. Tinjauan Teknologi Pengolahan Air Limbah Industri dengan Proses Elektrokoagulasi. *Tinjauan Teknologi Pengolahan*. 9(1): 31- 46.
- 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.
- Ilmanafian, A.G., Lestari, E dan Khairunnisa, F. 2020. *Pengolahan Limbah Cair Pabrik Sawit dengan Metode Filtrasi dan Fitoremediasi Menggunakan Tanaman Eceng Gondok (Eichhornia Crassipes)*. *Jurnal Teknologi Lingkungan*.21(2): 244-253.
- Jovanovic, T *et al.* 2021. Mechanism Of The Electrocoagulation Process And Its Application For Treatment Of Wastewater: A Review. *Review Paper*. 10(1): 63-72.
- 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(02), 89–121.
- 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.
- Masrullita, M dkk. 2021. Pengaruh Waktu Dan Kuat Arus Pada Pengolahan Air Payau Menjadi Air Bersih Dengan Proses Elektrokoagulasi. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*. 10(1): 111.
- Maufilda, D. 2015. Kandungan Bod, Cod, Tss, Ph, Dan Minyak Atau Lemak Pada Air Limbah Di Inlet Dan Outlet Industri Cold Storage Udang (Studi Di Pt. Panca Mitra Multi Perdana Kapongan-Situbondo). *Efektifitas Penyuluhan*

*Gizi Pada Kelompok 1000 HPK Dalam Meningkatkan Pengetahuan Dan Sikap Kesadaran Gizi.* 3(3): 69–70.

- Mulyani, M , Prayitno , F., Mahatmanti, F.W dan Kusumastuti, E. 2017. Pengaruh Jenis Plat Elektroda Pada Proses Elektrokoagulasi Untuk Menurunkan Kadar Thorium Dalam Limbah Hasil Pengolahan Logam Tanah Jarang Indah. *Prosiding Pertemuan dan Presentasi Ilmiah Penelitian Dasar Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Nuklir Pusat Sains Dan Teknologi Akselerator Yogyakarta: Batan*
- Nadeak, R. 2019. *Penentuan Kadar Total Suspended Solid (Tss), Total Dissolve Solid (Tds), Dan Klor Bebas Pada Air Limbah Di Balai Teknik Kesehatan Lingkungan Dan Pengendalian Penyakit (Btklpp).* Skripsi: Sumatera Utara.
- Nasution, M. A., Yaakob, Z., Ali, E., Lan, N. B., and Abdullah, S. R. S. 2013. A Comparative Study Using Aluminum and Iron Electrodes for The Electrocoagulation of Palm Oil Mill Effluent to Reduce Its Polluting Nature and Hydrogen Production Simultaneously. *Pakistan Journal of Zoology.* 45(2): 331-337.
- Nasution, M.A. 2012. Pengolahan Lcpks Keluaran Fat Pit, Kolam Anaerobik Dan Reaktor Biogas Dengan Elektrokoagulasi Muhammad Ansori Nasution. *Prosiding Insinas.* 6(2): 20-40.
- Newyeara, J.E., Atmodjo, W dan Hariali. 2014. Sebaran Sedimen Tersuspensi di Perairan Kamal Muara, Penjaringan, Jakarta Utara. *Jurnal Oseanografi.* 3(2): 210-219.
- Neela, A., Chandrakant, T. And Kumar, C. P. 2019. Electrocoagulation Followed By Settling And Filtration Process In Treatment Of Domestic Sewage. *International Journal Of Chemtech Research.* 12(04): 283–290.
- Ningsih, E., Ayunaningsih, M. C. And P B Adythia, T. 2019. Pengolahan Limbah Industri Farmasi Menggunakan Metode Elektrokoagulasi Dengan Elektroda Fe-Fe'. *Prosiding Seminar Nasional Kimia Dan Pembelajarannya (SNKP) 2019.* (November): 230–235.
- Nugroho, F.A., Aryanti, P.T.P., Nurhayati, S and Muna, H.M. A Combined Electrocoagulation And Mixing Process For Contaminated River Water Treatment. *The 4th International Conference on Industrial, Mechanical, Electrical, and Chemical Engineering.* 1(2): 1-8.
- Nursanti, I. 2013. Karakteristik Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit pada Proses Pengolahan Anaerob dan Aerob Ida Nursanti. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi.* 13(4): 67–73.
- Pulungan, A. S. 2021. Universitas Sumatera Utara Poliklinik Universitas Sumatera Utara. *Jurnal Pembangunan Wilayah & Kota.* 1(3): 82–91.
- Raharjo, P.N. Evaluasi dan Perencanaan Awal untuk Meeningkatkan Efektifitas IPAL Sistem Anaerobik PKS PT. Deli Muda Perkasa. *Jurnal Teknologi Lingkungan.* 18(1): 19-28.

- 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.
- Saputra, A.I. 2018. Penurunan TSS Air Limbah Laboratorium Rumah Sakit Menggunakan Metode Elektrokoagulasi. *Journal Of Nursing and Public Health*. 6(2): 1-12.
- 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). 1-10.
- Sari, AD ,dan Sukanta. 2017. Kajian Kualitas Limbah Cair Secara Anaerobik Melalui Cod, Bod5 , Dan Tds : Studi Kasus Pada Pt Jklmn. *Journal Of Chemical Process Engineering*. 2(2): 2303-3401.
- 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.
- Setianingrum N P, , Agus P, dan Sarto, 2017, Pengurangan Zat Warna Remazol Red Rb Menggunakan Metode Elektro-koagulasi secara Batch. *Jurnal Rekayasa Proses*. 11 (2): 78-85.
- Setiyorini, O. 2019. Manajemen Pengelolaan Limbah Cair Di Pt. Golden Oilindo Nusantara Di Desa Sei Rambut Kecamatan Indralaya Utara Kabupaten Ogan Ilir Tahun 2019. *Skripsi*. Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Bina Husada: Palembang.
- Siringo, E., Kusrijadi, A dan Sunarya, Y. 2013. Penggunaan Metode Elektrokoagulasi Pada Pengolahan Limbah Industri Penyamakan Kulit Menggunakan Aluminium Sebagai Sacrificial Electrode. *Jurnal Sains Dan Teknologi Kimia*. 4(2): 96-107.
- Shah, R and Patel, S. 2021. Recent Advances In Using Electrocoagulation As A Wastewater Treatment Technique. Article: USA.
- SNI 3822:2018. *Polialuminium Oksida*. Jakarta. :Badan Standar Nasional.

- 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.
- SNI 06-6989.10. 2011. *Air dan air limbah – Bagian 10: Cara uji minyak dan lemak secara gravimetri*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 6989.73. 2019. *Air dan Limbah - Bagian 73: Cara Uji Kebutuhan Oksige Kimiawi (Chemical Oxygen Demand/ COD) dengan refluks tertutup secara titrimetri*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Sihombing, R. 2021. Sistem Pengolahan Limbah Cair di Rumah Sakit Umum Daerah Sidikalang Kabupaten Dairi Tahun 2021. *Karya Tulis Ilmiah*. Politeknik Kesehatan Kemenkes RI Medan Jurusan Kesehatan Lingkungan.
- Siregar, U.J., & Siregar, C.A. 2010. *Fitoremediasi: Prinsip Dan Prakteknya Dalam Restorasi Lahan Paska Tambang Di Indonesia, Seameo Biotrop*. Jakarta: Southeast Asian Regional Centre For Tropical Biology
- Siregar, F.A. 2021. Studi Kinetika Degradasi Chemical Oxygen Demand (Cod) Dan Laju Produksi Biogas Pada Proses Metanogenesis Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit (Lcpks) Menggunakan Reaktor Batch Pada Temperatur 55oC. Skripsi: Universitas Sumatera Utara.
- Sugito., Kholif, MA., Tyas, YAN dan Sutrisno. 2022. Pengaruh Elektrokoagulasi pada Penurunan Kadar BOD, COD dan ammonia untuk mengolah Limbah Cair Industri Pembekuan Udang (*Cold Stroge*). *Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan*. 13(1): 57-65.
- Sulistiyanti, D., Antoniker, A. And Nasrokhah, N. 2018. Penerapan Metode Filtrasi Dan Adsorpsi Pada Pengolahan Limbah Laboratorium'. *Educhemia (Jurnal Kimia Dan Pendidikan)*. 3(2): 147.
- Susilawati Dan Supijatno. 2015. Small Renewable Energy Biogas Limbah Cair (Pome) Pabrik Kelapa Sawit Menggunakan Tipe *Covered Lagoon* Solusi Alternatif Defisit Listrik Provinsi Riau . *Jurnal Disprotek*. (6)1: 1-10
- 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): 96.
- Susilawati. 2010. Program Doktor Ilmu Kimia', *Pengolahan, Model Gambut, A I R Air, Menghasilkan Dengan, Bersih Elektrokoagulasi, Metode Alam, Ilmu Pengetahuan Utara: Universitas Sumatera*.
- Sutanto, P., Iryani, A. And Sarahwati, D. 2018. Efisiensi Dan Efektifitas Serta Kinetika Elektrokoagulasi Pengolahan Limbah Sagu Aren'. *Ekologia*, 18(1): 10–16.

- Szélpál,S., Poser,O., and Ábel, M. 2013. *Enzyme Recovery By Membrane Separation Method From Waste Products Of The Food Industry*. Acta Technica Corviniensis Tome Vi-Fascicule 2
- Ulfariani. S. 2018. Perbandingan Pengolahan Pome Dengan Metode Elektrokoagulasi Dan Bakteri Indigen (*Bacillus Toyonensis* Dan *Stenotrophomonas Rhizophila*) Secara Anaerob. *Skripsi: Universitas Sriwijaya*.
- Yudono, B. 2021. Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit dengan Metode Elektrokoagulasi. *Usulan Penelitian Unggulan Kompetitif Universitas Sriwijaya*. Universitas Sriwijaya.
- Yuldamita, A. 2018. Pengaruh Waktu Dan Ph Terhadap Penurunan Kadar Total Suspended Solid Limbah Cair Home Industri Tahu Dengan Metode Elektrokoagulasi. *Poltekkes Kemenkes Surabaya*. 2(5). 1-6.
- Yuniarti, D.P., Komala, R., Aziz, S. 2019. Pengaruh Proses Aerasi Terhadap Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Di Ptpn Vii Secara Aerobik. Dosen Program Studi Teknik Kimia, Universitas Taman Siswa Palembang 3. *Mahasiswa Teknik Kimia Universitas Tamansiswa Palembang*. 4(2). 1-20.
- Yuliandri, F., Restuhadi, F dan Zalfiatri, Y. 2020. Peningkatan Skala Percobaan (*Scale UP Experiment*) Penolahan Limbah Cair Swait Secara Aerobik Menggunakan Teknologi Simbiosis Mutualisme Mikroalga *Chlorella Sp* Dan Agrobost..*Jom Faperta* 7(2): 1-11.