

**PENGARUH VARIASI KUAT ARUS DAN WAKTU PROSES PADA
PENGOLAHAN LIMBAH CAIR INDUSTRI PUPUK UREA
MENGUNAKAN METODE ELEKTROKOAGULASI**

SKRIPSI

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



OLEH:

VANIA PUTRI ANDITA

08031281924038

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

2024

HALAMAN PENGESAHAN

**PENGARUH VARIASI KUAT ARUS DAN WAKTU PROSES PADA
PENGOLAHAN LIMBAH CAIR INDUSTRI PUPUK UREA
MENGUNAKAN METODE ELEKTROKOAGULASI**

SKRIPSI

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

OLEH :

VANIA PUTRI ANDITA

08031281924038

Indralaya, 21 Mei 2024

Pembimbing



**Dr. Zainal Fanani, M.Si
NIP. 196708211995121001**

**Mengetahui,
Dekan FMIPA**



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

HALAMAN PERSETUJUAN

Makalah seminar hasil Vania Putri Andita (08031281924038) dengan judul “Pengaruh Variasi Kuat Arus dan Waktu Proses pada Pengolahan Limbah Cair Industri Pupuk Urea Menggunakan Metode Elektrokoagulasi” telah disidangkan di hadapan Dosen Pembimbing dan Tim Penguji Sidang Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 20 Mei 2024 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai masukan yang telah diberikan.

Indralaya, 21 Mei 2024

Ketua:

Dr. Muhammad Said, M.T

NIP. 197407212001121001

()

Pembimbing:

Dr. Zainal Fanani, M.Si.

NIP. 196708211995121001

()

Penguji:

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

NIP.197409282000121001

()

2. **Dra. Julinar, M.Si.**

NIP.196507251993032002

()

Mengetahui,

Dekan FMIPA



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

NIP. 197111191997021001

Ketua Jurusan Kimia



Prof. Dr. Muharni, M. Si.

NIP. 196903041994122001

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Vania Putri Andita
NIM : 08031281924038
Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Kimia

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

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Indralaya, 21 Mei 2024

Penulis,



Vania Putri Andita

NIM.08031281924038

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

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

Nama Mahasiswa : Vania Putri Andita
NIM : 08031281924038
Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Kimia
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya 'hak bebas royalti non-eksklusif (*non-exclusively royalty-free right*)' atas karya ilmiah saya yang berjudul "Pengaruh Variasi Kuat Arus dan Waktu Proses pada Pengolahan Limbah Cair Industri Pupuk Urea Menggunakan Metode Elektrokoagulasi" dengan hak bebas royalti non-eksklusif ini Universitas Sriwijaya berha menyimpan, mengalih, edit/memformatan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir atau skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Indralaya, 21 Mei 2024

Penulis,



Vania Putri Andita

NIM.08031281924038

HALAMAN PERSEMBAHAN

“Wahai orang-orang yang beriman, mohonlah pertolongan (kepada Allah) dengan sabar dan salat. Sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar”.
(QS. Al-Baqarah: 153)

“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)

“No matter what path you choose and what troubles you face, don't dwell on the things that are making you suffer. Always know that there is more light than darkness ahead of you”
(Jong Seong Park - ENHYPEN)

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

- ❖ *Kedua orang tua tercinta*, Papa, Bapak Mulyadi dan Mama, Ibu Arita Ariani serta keluarga besar
- ❖ *Dosen Pembimbing saya*, Bapak Alm.Dr. Bambang Yudono, M.Sc. dan Bapak Dr. Zainal Fanani, M. Si.
- ❖ *Adinda tersayang*, Davina Dwi Patricia dan Mutia Rani Anisa Putri
- ❖ 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

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan karya tulis ilmiah berupa skripsi yang berjudul “Pengaruh Variasi Kuat Arus dan Waktu Proses pada Pengolahan Limbah Cair Industri Pupuk Urea Menggunakan Metode Elektrokoagulasi”. Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada **Bapak Dr. Bambang Yudono, M.Sc. dan Bapak Dr. Zainal Fanani, M. Si.**, selaku dosen pembimbing akademik dan pembimbing tugas akhir yang telah membimbing penulis selama penelitian dan penulisan skripsi sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Penulis juga menyampaikan rasa terima kasih kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan nikmat-Nya yang begitu besar.

1. Bapak Prof. Hermansyah, S.Si., M.Si., 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. Addy Rachmat dan Ibu Dra. Julinar, 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 Dr. Muhammad Said, M. T. selaku Ketua Sidang, terimakasih telah membantu dalam pelaksanaan sidang sehingga dapat berjalan dengan lancar.
5. Seluruh Dosen Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya yang telah membagikan ilmu selama masa perkuliahan.
6. Analis Laboratorium Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya (Yuk Niar, Yuk Nur, dan Yuk Yanti).
7. Kak Chosiin dan Mbak Novi selaku admin Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya yang telah banyak membantu proses perkuliahan dari awal hingga akhir.

8. Bapak Andestra, selaku Staf Pengendalian Pencemaran Lingkungan Hidup (PPLH) PT Pupuk Sriwidjaja, Palembang yang telah membantu penulis dalam proses pengambilan limbah cair.
9. Ibu Nyimas Eviyani, S. Si. selaku Kepala UPTD Laboratorium Lingkungan Dinas Lingkungan Hidup Kota Palembang yang telah menyediakan tempat untuk pengujian parameter limbah.
10. Kedua orang tua penulis, Papa dan 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 Nia yang merupakan suatu anugerah terbesar dalam hidup.
11. Dua Adik tersayang (Davina Dwi Patricia dan Mutia Rani Anisa Putri) yang selama penulis hidup selalu menjadi teman, *mood booster* penulis, walaupun terkadang diselingi drama. Teruntuk Vina, semangat kuliah di rantauan, ya! semoga tahun depan bisa dapet tempat magang yang sesuai dengan keinginan lu, ya (gas BRIN). Teruntuk Tia, semangat sekolahnya! Naik kelas 12 harus lebih rajin lagi belajarnya, ya!
12. Member Cikudud (Ami, Afif, Sari dan Cindy), *emergency people* semenjak penulis mengawali perkuliahan hingga saat ini penulis menyelesaikan tugas akhir. “Rumah Kedua” bagi penulis pulang ketika lelah dengan hiruk pikuk duniawi. Orang-orang yang selalu mendengarkan dan memberikan saran ketika penulis tidak mampu berpikir dengan jernih. Orang-orang dengan *love-hate relationship* yang terkadang membuat penulis tertawa dan terkadang emosi dengan tingkah lakunya. Empat orang hebat yang masih bertahan dan kuat hingga saat ini. Terimakasih untuk semua momen yang tercipta hingga saat ini dan selamat melanjutkan perjalanan yang akan kita lalui masing-masing.
13. Twoteen Subunit (M. Afif Hadiansyah dan Ami Rachmawati), selaku teman seperjuangan yang telah membersamai penulis dari awal perkuliahan, sekaligus teman sepenelitian penulis. Terimakasih telah berbagi suka dan duka bersama penulis dari selama penelitian. Terimakasih juga untuk kita yang telah saling *support* satu sama lain, kita yang saling berbagi cerita dan tau *struggle* masing-masing. Untuk Apip, percaya ngga percaya, akhirnya drama skripsi duniawi ini hampir selesai, Pip. Selamat, ya! Ayo kita usahakan wisuda ini dan setelah itu,

silahkan lanjutkan perjalananmu yang masih panjang itu. Untuk Ami, Nia yakin *struggle* yang sudah Ami lewatin pasti akan ada hal indah yang disiapkan oleh Allah SWT. Yok, bisa dikit lagi drama perskripsian selesai mik, demi mengejar gelar S.Si yang selama ini diperjuangkan. *I know, you can do it, trust me!*

14. Keluarga ‘Anak Buffer’ (Hanif, Vania, Rajib, Indah, Bella, Fitri dan Annash), terimakasih telah menemani dan menghibur penulis selama masa perkuliahan. Mungkin saat penulis menyelesaikan tugas akhir, orang-orang ini telah mengejar impian masing-masing. *So, wherever we are, I hope we can survived to each other and being the best part of ourselves.*
15. Serenata Kopi and Space, terimakasih telah menjadi tempat ternyaman bagi penulis untuk menyelesaikan tugas akhir dengan tawa canda para *barista* yang selalu membuat penulis terhibur.
16. *My Support System*, Kim Min Gyu dan Park Jong Seong, serta rekan-rekan *SEVENTEEN* dan *ENHYPEN*, yang selalu menjadi penghibur penulis melalui lagu-lagunya dan menjadi penyemangat bagi penulis untuk tetap terus menjalani hidup. *Lets meet someday!*
17. 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..
18. 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.

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

SUMMARY

THE EFFECT OF ELECTRIC CURRENT AND PROCESSING TIME VARIATIONS ON THE UREA FERTILIZER INDUSTRIAL WASTEWATER TREATMENT USING ELECTROCOAGULATION METHOD

Vania Putri Andita: Supervized by Dr. Zainal Fanani, M. Si.

Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Sriwijaya University
xvii + 38 pages, 6 tables, 8 pictures, 10 attachment

This research aims to determine the effect of electric current and processing time on decreasing TSS (Total Suspended Solid), COD (Chemical Oxygen Demand) and ammonia concentrations using electrocoagulation method. The electrocoagulation process which applied in the urea fertilizer industrial wastewater treatment using aluminum electrodes. This research was also carried out to determine the kinetics on the performance of the electrocoagulation system. There are 3 variations of the current (10 Amperes, 15 Amperes, and 20 Amperes) that applied at the power supply and 3 variations of processing time (30 minutes, 60 minutes, and 90 minutes).

Analysis of TSS concentrations was conducted gravimetrically using Whatmann No. 42 filter paper. Analysis of COD concentrations was conducted spectrophotometrically by UV-Visible spectrophotometry using digestion solution, sulfuric acid, and potassium hydrogen phthalate ($C_8H_5KO_4$) as the standard solution. Analysis of ammonia concentrations was conducted by fenat method using UV-Visible spectrophotometry with phenol solution, sodium nitroprusside solution, oxidizing solution and ammonium chloride (NH_4Cl) as the standard solution.

The results of the analysis of variance (ANOVA) and BNJ test at the 5% level showed that the treatment of varying the electric current and time of the electrocoagulation process had a significant effect on reducing the TSS, COD and ammonia concentrations. Treatment at the 20 Ampere with 90 minutes had the highest efficiency in reducing TSS, COD and ammonia concentrations reached 91%; 93%; and 66%. Analysis of the average kinetics of the reduction of TSS, COD, and ammonia shows that the electrocoagulation process follows the second order model reaction kinetics with a reaction rate constant (k) of $2 \times 10^{-4} L \cdot mg^{-1} \cdot minute^{-1}$, $3 \times 10^{-4} L \cdot mg^{-1} \cdot minute^{-1}$, dan $1 \times 10^{-4} L \cdot mg^{-1} \cdot minute^{-1}$.

Keyword : Electrocoagulation, Kinetics, Urea Fertilizer Industrial Wastewater

Citation : 46 (2005-2022)

RINGKASAN

**PENGARUH VARIASI KUAT ARUS DAN WAKTU PROSES PADA
PENGOLAHAN LIMBAH CAIR INDUSTRI PUPUK UREA
MENGUNAKAN METODE ELEKTROKOAGULASI**

Vania Putri Andita: Dibimbing oleh Dr. Zainal Fanani, M.Si.
Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya
xvii + 37 halaman, 6 tabel, 8 gambar, 10 lampiran

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi kuat arus dan waktu proses elektrokoagulasi terhadap penurunan kadar TSS (*Total Suspended Solid*), COD (*Chemical Oxygen Demand*) dan amonia. Proses elektrokoagulasi diterapkan pada pengolahan limbah cair industri pupuk urea menggunakan elektroda aluminium. Penelitian ini juga dilakukan untuk mengetahui kinetika terhadap kinerja sistem elektrokoagulasi. Kuat arus yang divariasikan pada *power supply* sebanyak 3 variasi (10 Ampere, 15 Ampere, dan 20 Ampere) dan waktu proses sebanyak 3 variasi (30 menit, 60 menit, dan 90 menit).

Analisis kadar TSS dilakukan secara gravimetri menggunakan kertas saring Whatman No. 42. Analisis kadar COD dilakukan secara spektrofotometri menggunakan spektrofotometer UV-Visible dengan *digestion solution*, asam sulfat, dan larutan standar kalium hidrogen phatalat ($C_8H_5KO_4$). Analisis kadar amonia dilakukan secara fenat menggunakan spektrofotometer UV-Visible dengan larutan fenol, larutan natrium nitroprusida, larutan pengoksidasi dan larutan standar amonium klorida (NH_4Cl).

Hasil analisis keragaman (ANOVA) dan uji BNP pada taraf 5% dan 1% menunjukkan bahwa perlakuan variasi kuat arus dan waktu proses elektrokoagulasi sangat berpengaruh nyata terhadap penurunan nilai TSS, COD, dan amonia. Perlakuan pada kuat arus 20 Ampere dengan waktu proses 90 menit memiliki efisiensi tertinggi terhadap penurunan kadar TSS, COD, dan amonia secara berturut-turut sebesar 91%; 93%; dan 66%. Analisis rata-rata kinetika terhadap penurunan TSS, COD, dan amonia menunjukkan bahwa proses elektrokoagulasi mengikuti kinetika kimia model orde 2 dengan konstanta laju reaksi (k) secara berturut-turut sebesar $2 \times 10^{-4} \text{ L.mg}^{-1}.\text{menit}^{-1}$, $3 \times 10^{-4} \text{ L.mg}^{-1}.\text{menit}^{-1}$, dan $1 \times 10^{-4} \text{ L.mg}^{-1}.\text{menit}^{-1}$.

Kata Kunci : Elektrokoagulasi, Kinetika, Limbah Cair Industri Pupuk Urea
Sitasi : 46 (2005-2022)

DAFTAR ISI

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	ix
RINGKASAN	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
Error! Bookmark not defined.	
2.1 Limbah Cair Industri Pupuk	
Urea.....	Erro
r! Bookmark not defined.	
2.2 Elektrokoagulasi	Erro
r! Bookmark not defined.	
2.3 Elektroda	
Aluminium.....	Erro
r! Bookmark not defined.	

2.4 Parameter		
Pengujian.....		Error! Bookmark not defined.
2.4.1 TSS	(Total Suspended Solid).....	Error! Bookmark not defined.
2.4.2 COD	(Chemical Oxygen Demand).....	Error! Bookmark not defined.
2.4.3 Amonia.....		Error! Bookmark not defined.
2.5 Analisis		
Data.....		Error! Bookmark not defined.
2.5.1 Analisis	Keragaman (ANOVA).....	Error! Bookmark not defined.
2.6 Studi		
Kinetika.....		Error! Bookmark not defined.

BAB III METODOLOGI

PENELITIAN

Error! Bookmark not defined.

3.1 Waktu dan Tempat		
Penelitian.....		Error! Bookmark not defined.
3.2 Alat dan		
Bahan		Error! Bookmark not defined.

3.3 Cara Kerja.....	Erro
r! Bookmark not defined.	
3.3.1 Persiapan dan Karakterisasi Sampel.....	Er
ror! Bookmark not defined.	
3.3.2 Pengolahan Limbah Cair dengan Metode Elektrokoagulasi	Er
ror! Bookmark not defined.	
3.4 Parameter Pengujian.....	Erro
r! Bookmark not defined.	
3.4.1 Uji Kadar TSS (<i>Total Suspended Solid</i>) secara Gravimetri (SNI 6989.3:2019).....	Er
ror! Bookmark not defined.	
3.4.2 Uji Kadar COD (<i>Chemical Oxygen Demand</i>) dengan Refluks Tertutup secara Spektrofotometri (SNI 6989.2:2019).....	Er
ror! Bookmark not defined.	
3.4.3 Uji Kadar Amonia dengan Spektrofotometer secara Fenat (SNI 06-6989.30-2005)	Er
ror! Bookmark not defined.	
3.5 Analisis Data.....	Erro
r! Bookmark not defined.	
3.5.1 Analisis Data Parametrik	Er
ror! Bookmark not defined.	

3.5.2 Efisiensi	
Penurunan.....	Er
	ror! Bookmark not defined.
3.5.3 Analisis	Data
Kinetika.....	Er
	ror! Bookmark not defined.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Error! Bookmark not defined.

4.1 Proses	
Elektrokoagulasi	Erro
	r! Bookmark not defined.
4.2 Karakteristik Limbah Cair Industri Pupuk	
Urea.....	Erro
	r! Bookmark not defined.
4.2.1 Penurunan Kadar TSS (<i>Total Suspended Solid</i>) pada Limbah Cair Industri Pupuk Urea Setelah Elektrokoagulasi	Er
	ror! Bookmark not defined.
4.2.2 Penurunan Kadar COD (<i>Chemical Oxygen Demand</i>) pada Limbah Cair Industri Pupuk Urea Setelah Elektrokoagulasi	Er
	ror! Bookmark not defined.
4.2.3 Penurunan Kadar Amonia pada Limbah Cair Industri Pupuk Urea Setelah Elektrokoagulasi	Er
	ror! Bookmark not defined.
4.3 Analisis Kinetika Penurunan Kadar TSS, COD, dan Amonia.....	Erro
	r! Bookmark not defined.

4.3.1 Analisis Kinetika Penurunan Kadar TSS (<i>Total Suspended Solid</i>) pada Proses Elektrokoagulasi Limbah Industri Pupuk Urea.....	Er
ror! Bookmark not defined.	
4.3.2 Analisis Kinetika Penurunan Kadar COD (<i>Chemical Oxygen Demand</i>) pada Proses Elektrokoagulasi Limbah Industri Pupuk Urea.....	Er
ror! Bookmark not defined.	
4.3.3 Analisis Kinetika Penurunan Kadar Amonia pada Proses Elektrokoagulasi Limbah Industri Pupuk Urea.....	Er
ror! Bookmark not defined.	

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
Error! Bookmark not defined.	
5.1 Kesimpulan.....	Erro
r! Bookmark not defined.	
5.2 Saran.....	Erro
r! Bookmark not defined.	
DAFTAR PUSTAKA.....	33
LAMPIRAN	Er
ror! Bookmark not defined.	

DAFTAR GAMBAR

- Gambar 1. Skema Proses Elektrokoagulasi
..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. (a) Bak Reaktor Elektrokoagulasi dan Plat Elektroda Aluminium;
(b) DC (*Direct Current*) *power supply* **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3. (a) Proses Elektrokoagulasi Limbah Cair; (b) Flok yang Naik ke Permukaan..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. (a) Kondisi Awal Limbah; (b) Kondisi Limbah Setelah Proses Elektrokoagulasi **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 5. Aliran Kolam IPAL **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 6. Grafik Pengaruh Kuat Arus dan Waktu Proses Terhadap Kadar TSS **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 7. Grafik Pengaruh Kuat Arus dan Waktu Proses Terhadap Kadar COD..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 8. Grafik Pengaruh Kuat Arus dan Waktu Proses Terhadap Kadar Amonia..... **Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Baku Mutu Limbah Cair Industri Pupuk Urea	5
Tabel 2.	Daftar Analisis Keragaman (ANOVA)	18
Tabel 3.	Karakteristik Limbah Cair Industri Pupuk Urea Sebelum Elektrokoagulasi	23
Tabel 4.	Tabel Kinetika Penurunan TSS Orde Nol, Orde Satu, dan Orde Dua	29
Tabel 5.	Tabel Kinetika Penurunan COD Orde Nol, Orde Satu, dan Orde Dua.....	30
Tabel 6.	Tabel Kinetika Penurunan Amonia Orde Nol, Orde Satu, dan Orde Dua	31

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Skema Penelitian	38
Lampiran 2.	Seperangkat Alat dan Proses Elektrokoagulasi	Error!
		Bookmark not defined.
Lampiran 3.	Sampel Hasil Elektrokoagulasi	Error!
		Bookmark not defined.
Lampiran 4.	Uji TSS (<i>Total Suspended Solid</i>) Error! Bookmark not defined.	
Lampiran 5.	Uji COD dan Amonia Error! Bookmark not defined.	
Lampiran 6.	Tabel Pengaruh Kuat Arus dan Waktu Proses Elektrokoagulasi	44
Lampiran 7.	Perhitungan dan Analisa Kadar TSS Error! Bookmark not defined.	
Lampiran 8.	Perhitungan dan Analisa Kadar COD	55
Lampiran 9.	Perhitungan dan Analisa Kadar Amonia Error! Bookmark not defined.	
Lampiran 10.	Kurva Kinetika Penurunan Kadar TSS, COD, dan Amonia ..	77

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Limbah cair industri diketahui sebagai sisa kegiatan industri yang memiliki dampak yang membahayakan dan mencemari lingkungan sekitar. Peningkatan jumlah kegiatan industri di Indonesia menyebabkan produksi limbah cair semakin meningkat (Sudarman dkk., 2020). Pengolahan terhadap limbah cair sangat diperlukan sesuai dengan syarat baku mutu yang ditetapkan sebelum dibuang ke lingkungan (Nugraha dan Setiyono, 2020). Proses pengolahan limbah cair di Indonesia kebanyakan dilakukan menggunakan bahan kimia. Proses yang menggunakan bahan kimia tersebut perlu diteliti lebih lanjut karena beban pencemaran lingkungan yang lebih besar (Hernaningsih, 2016).

Pabrik pupuk urea termasuk salah satu industri yang menghasilkan limbah cair. Pupuk urea diproduksi dari reaksi amonia dan CO₂ (Kosim dkk, 2015). Produksi pupuk urea menghasilkan sekitar 450-480 kg/ton limbah cair yang mengandung komposisi 4-5% amonia, 1,5-2% karbon dioksida, dan 5,1% urea (Musaliah *et al.*, 2016). Nasir dkk. (2011) juga menjelaskan bahwa sisa amonium karbamat (NH₂COONH₄) masih terkandung di dalam limbah cair pupuk urea. Secara umum, limbah cair pabrik pupuk urea mengandung kadar amonia dengan konsentrasi berkisar 400-3000 ppm (Darmadi, 2014). Kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD) yang terkandung dalam limbah cair industri pupuk berkisar antara 104-110 ppm (Ramayanti dan Amna, 2019).

Limbah cair pupuk masih mengandung kadar COD dan kadar amonia yang tinggi serta terkandung polutan tersuspensi dapat menyebabkan masalah bagi lingkungan (Halder *et al.*, 2022). Kandungan amonia yang tinggi yang dibuang ke perairan dapat menyebabkan kandungan oksigen terlarut dalam air mengalami penurunan karena oksigen yang ada digunakan untuk nitrifikasi oleh NH₃. Hal tersebut mengakibatkan kematian pada organisme dalam perairan akibat berkurangnya oksigen di dalam perairan (Kartika dan Wahyuningsih, 2019). Pengolahan limbah cair industri pupuk urea harus memenuhi syarat baku mutu Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014 sebelum limbah tersebut dibuang ke lingkungan (Puspita dkk., 2021).

Industri pupuk urea telah melakukan upaya dalam pengendalian limbah cair. Salah satu pabrik pupuk terbesar di Palembang adalah PT Pupuk Sriwidjaja (Pusri). Pabrik pupuk PT Pusri sudah melakukan pengolahan limbah yang cukup signifikan, di antaranya dengan pengadaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL), menggunakan kombinasi dari proses kimia, fisika, dan biologi. Namun, IPAL yang ada tidak berfungsi dengan baik apabila kadar kontaminan yang keluar dari kolam limbah masih tinggi. Oleh karena itu, limbah cair industri pupuk urea perlu diolah secara maksimal (Kosim dkk, 2015). Pengolahan limbah cair industri pabrik pupuk diketahui mampu menurunkan kadar amonia pada limbah sebesar 31700 ppm hingga 270 ppm pada unit IPAL (Alkahf dkk., 2021).

Elektrokoagulasi merupakan salah satu teknologi dalam pengendalian limbah cair sebelum dibuang ke perairan. Elektrokoagulasi berperan dalam untuk mendestabilisasi larutan, zat tersuspensi, dan emulsi yang mengandung kontaminan. Proses tersebut menghasilkan koagulan yang dapat dipisahkan dengan bantuan muatan listrik yang dialirkan ke dalam air melalui plat elektroda (Hernaningsih, 2016). Elektrokoagulasi diketahui mampu menjadi salah satu metode yang sebagian besar prosesnya menggunakan proses fisika, sehingga tidak menggunakan banyak bahan kimia. Elektrokoagulasi juga termasuk metode yang menggunakan peralatan yang sederhana, mudah, ekonomis, dan waktu reaksi yang singkat dalam pengerjaannya (Hanum dkk., 2015).

Secara umum, faktor-faktor yang mempengaruhi proses elektrokoagulasi pada limbah cair industri pupuk terdiri dari kuat arus listrik (I), waktu proses (t), kerapatan arus listrik (J), suhu (T), tegangan (V), derajat keasaman (pH), ketebalan plat dan jarak elektroda (Hernaningsih, 2016). Penerapan metode elektrokoagulasi diketahui mampu menurunkan kadar COD dan TSS pada pengolahan limbah cair melalui proses elektrolisis akibat adanya reaksi oksidasi di anoda dan reaksi reduksi yang terjadi di katoda. Reaksi oksidasi yang terjadi di anoda akan melepaskan ion logam dan membentuk koagulan aktif ke larutan serta menghasilkan gas oksigen, sedangkan reaksi reduksi di katoda akan melepaskan gas hidrogen (Ananda dkk., 2018). Sugito dkk. (2022) menyatakan bahwa pengolahan limbah dengan elektrokoagulasi mampu mengurangi kadar amonia kurang dari 50%. Penelitian ini mempelajari penerapan proses elektrokoagulasi dalam limbah industri pupuk urea

dari PT Pusri menggunakan elektroda aluminium dengan memperhatikan pengaruh variasi kuat arus dan waktu proses terhadap pengurangan kadar TSS (*Total Suspended Solid*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), dan amonia agar sesuai dengan syarat baku mutu.

1.2 Rumusan Masalah

Proses elektrokoagulasi dipengaruhi oleh kuat arus listrik, waktu proses, jarak dan jenis elektroda yang digunakan. Penelitian ini mempelajari bagaimana pengaruh kuat arus dan waktu proses pengolahan limbah cair industri pupuk urea dengan metode elektrokoagulasi menggunakan elektroda aluminium terhadap penurunan kadar TSS (*Total Suspended Solid*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), dan amonia. Penelitian ini juga mempelajari bagaimana kinetika kimia pada penurunan kadar kadar TSS (*Total Suspended Solid*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), dan amonia pada kinerja sistem elektrokoagulasi.

1.3 Tujuan Penelitian

1. Menentukan pengaruh kuat arus terhadap proses elektrokoagulasi pada pengolahan limbah cair industri pupuk urea dengan memperhatikan pengurangan kadar TSS (*Total Suspended Solid*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), dan amonia.
2. Menentukan pengaruh waktu proses elektrokoagulasi pengolahan limbah cair industri pupuk urea terhadap pengurangan kadar TSS (*Total Suspended Solid*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), dan amonia.
3. Menentukan efisiensi penurunan tertinggi pengurangan kadar TSS (*Total Suspended Solid*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), dan amonia terhadap pengolahan limbah cair industri pupuk urea.
4. Menentukan kinetika kimia terhadap penurunan kadar TSS (*Total Suspended Solid*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), dan amonia pada kinerja sistem elektrokoagulasi.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini untuk memberikan informasi tentang pengaruh kuat arus dan waktu pada saat proses elektrokoagulasi, sehingga metode elektrokoagulasi dapat menjadi alternatif terhadap pengurangan kadar TSS (*Total Suspended Solid*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), dan amonia pada pengolahan limbah cair industri pupuk urea

DAFTAR PUSTAKA

- Alkahf, M. I., Razikah, Y. A., dan Nurisman, E. 2021. Pengolahan Amonia Pada Air Limbah Industri Pupuk Secara Biologis Dengan Bakteri Petrofilik. *Jurnal Teknik Kimia*. 27(3): 2721–4885.
- Ananda, E. R., Irawan, D., Wahyuni, S. D., Kusuma, A. D., Budiarto, J. dan Hidayat, R. 2018. Pembuatan Alat Pengolah Limbah Cair dengan Metode Elektrokoagulasi untuk Industri Tahu Kota Samarinda. *JTT (Jurnal Teknologi Terpadu)*. 6(1): 54.
- Bimantara, H., A. 2021. Efisiensi Removal COD, TSS dan *Fluoride* pada Limbah Cair Industri Asam Fosfat dengan Metode Elektrokoagulasi. *Inisiasi*. 10(2):137–52.
- Butler, B. A. and Ford, R. G. 2017. Evaluating Relationships Between Total Dissolved Solids (TDS) and Total Suspended Solids (TSS) in a Mining-Influenced Watershed. *Mine Water and the Environment*. 37(1): 18–30.
- Darmadi. 2014. Pengolahan Limbah Cair Pabrik Pupuk Urea Menggunakan Advanced Oxidation Processes. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*. 10(1): 6–11.
- Das, D., and Nandi, B., K. 2019. Defluoridization of Drinking Water by Electrocoagulation (EC): Process Optimization and Kinetic Study. *Journal of Dispersion Science and Technology* 40(8): 1136–46.
- Erawati, E. dan Nazhifah, N. 2020. Kinetika kimia Pada Pengolahan Limbah Fe Sintesis Dengan Metode Elektrokoagulasi. *Proceeding University Research Colloquium*. 354-360.
- Fauzi, N., Udyani, K., Zuchrillah, D. R. dan Hasanah, F. 2019. Penggunaan Metode Elektrokoagulasi Menggunakan Elektroda dan Besi pada Pengolahan Air Limbah Batik. *Seminar Nasional Inovasi dan Aplikasi Teknologi di Industri 2019*. (100): 213–18.
- Halder, J. N., Lee, M. G., Kim S. R. and Hwang, O. 2022. Utilization of Thermophilic Aerobic Oxidation and Electrocoagulation to Improve Fertilizer Quality from Mixed Manure Influent. *Agronomy*. 12(6): 1-15

- Hanum, F., Tambun, R., Ritonga, M., F., dan Kasim, W., W. 2015. Aplikasi Elektrokoagulasi Dalam Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit. *Jurnal Teknik Kimia USU*. 4(4): 13–17.
- Hernaningsih, T. 2016. Tinjauan Teknologi Pengolahan Air Limbah Industri Dengan Proses Elektrokoagulasi. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*. 9(1): 31–46.
- Hidayat, S., Saputri W., dan Astriani M. 2018. *Metodologi Penelitian Biologi*. Universitas Muhammadiyah Palembang Press: Palembang.
- Kementerian Lingkungan Hidup. 2014. *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia nomor 5 tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah*.
- Khair, A. S.E., Purwanto, Sunoko, H. R. and Elfaig, A. H.I. 2019. Physical Wastewater from Assalaya Sugarcane Factory: Reality and Perception. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*. 8(3): 328–38.
- Kosim, H., Arita, S., dan Hermansyah. 2015. Pengurangan Kadar Amonia Dari Limbah Cair Pupuk Urea Dengan Proses Adsorpsi Menggunakan Adsorben Bentonit. *Jurnal Penelitian Sains*. 17(2): 66–71.
- Kartika, D. dan Wahyuningsih, P.. 2019. Analisis Kandungan Amoniak dalam Limbah Outlet KPPL PT. Pupuk Iskandar Muda (PT. PIM) Lhokseumawe. *Quimica: Jurnal Kimia Sains dan Terapan*. 1(1): 16–21.
- Luo, X., Yan, Q., Wang, C., Luo, C. and Zhou, N. 2015. Treatment of Ammonia Nitrogen Wastewater in Low Concentration by Two-Stage Ozonation. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 12(9): 11975–87.
- Moersidik, S. S., Nugroho, R., Handayani, M., Kamilawati and Pratama, M. A. 2020. Optimization and Reaction Kinetics on the Removal Nickel and COD from Wastewater from Electroplating Industry Using Electrocoagulation and Advanced Oxidation Processes. *Heliyon*. 6(2). 03319.
- Musalaiah, M., Naik, D., T., Sindhuja, M. and Palankaiah, P. 2016. A Theoretical Description on Effluent Treatment Process: with a Case Study of Urea Plant Effluent Treatment. *International Journal of Scientific Engineering and Applied Science*. 2(1): 266–73.

- Nasution, A., Lan., N., B. E. Ali, Z. Yaakob, and Kamarudin, S., K. 2014. Electrocoagulation of Palm Oil Mill Effluent for Treatment and Hydrogen Production Using Response Surface Methodology. *Polish Journal of Environmental Studies*. 23(5): 1669–77.
- Nasir, S., Dahlan, M., H., Bahrin, D. dan Atikah. 2011. Pengolahan Limbah Cair Industri Pupuk Urea Menggunakan Filter Keramik. *Jurnal Purifikasi*. 12(1):21-30.
- Nugraha, Y. W., dan Setiyono. 2020. Desain Instalasi Pengolahan Air Limbah Industri PT Natura Perisa Aroma Lampung. *Jurnal Air Indonesia*. 11(2): 60–78.
- Pamungkas, D., B. dan Rustiana, T. 2017. Penetapan Kadar Penggunaan Pereaksi LR dan HR pada Penetapan Kadar COD Rentang Konsentrasi 91-99 ppm dengan Refluks Tertutup Metode Spektrofotometri. *Jak-Staba*. 1(1): 28-33.
- Prihandana, R. 2021. Penyisihan Parameter Pencemar Air Kegiatan Bengkel Dengan Metode Elektrokoagulasi. *Skripsi*. Universitas Batanghari: Jambi.
- Pungut, AlKholif, M., dan Pratiwi, W. D. I. 2021. Penurunan Kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD) Dan Fosfat Pada Limbah *Laundry* Dengan Metode Adsorpsi. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*. 13(2): 155-165.
- Puspita, J., A., A., A., P., Herdiana, V. dan Warmadewanthi. 2021. Kajian Aspek Lingkungan Alternatif Lokasi Untuk Replacement Pabrik III-B Pt. Pusri. *Jurnal Purifikasi*. 20(2): 8–25.
- Radityani A., F., Hariyadi, S., Yanto, D., H., Y., dan Anita, S., H. 2020. Penerapan Teknik Elektrokoagulasi Dalam Pengurangan Bahan Organik Air Limbah Kegiatan Perikanan. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia (JIPI)*. 25(2): 283–90.
- Rahmawati, A., S., dan Erina, R. 2020. Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan Uji Anova Dua Jalur. *OPTIKA: Jurnal Pendidikan Fisika*. 4(1): 54–62.
- Rahmawati. 2014. Pengaruh Frekuensi dan Konsentrasi Penyiraman Air Limbah Pembuatan Tahu Terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi. *JESBIO*. III(4): 17–26.

- Ramadhan, A. F., Amri, I. and Drastinawati. 2021. Pengaruh Jarak Elektroda Dan Kuat Arus Pada Pengolahan Air Gambut Dengan Proses Elektrokoagulasi Secara Kontinu. *Journal of Bioprocess, Chemical and Environmental Engineering Science*. 2(1): 46–55.
- Ramadhan, I., Yulirohyami, dan Ahdiaty, R. 2022. Verifikasi Metode Uji COD Secara Spektrofotometri UV-Vis untuk *Low Concentration* dan *High Concentration*. *IJCA (Indonesian Journal of Chemical Analysis)*.5(1): 52–61.
- Ramayanti, D, dan Amna, U. 2019. Analisis Parameter COD (Chemical Oxygen Demand) Dan pH (Potential Hydrogen) Limbah Cair Di PT. Pupuk Iskandar Muda (PT. PIM) Lhokseumawe. *Quimica: Jurnal Kimia Sains dan Terapan*. 1(1): 16–21.
- Rasman dan Firdaus, M. 2018. Kemampuan Elektrokoagulasi dalam Menurunkan Kadar Besi (Fe) pada Air Sumur Bor. *Jurnal Sulolipu*. 18(2):179–183.
- Rinawati, Hidayat, D., Suprianto, R., dan Dewi, P., S. 2016. Penentuan Kandungan Zat Padat (*Total Dissolve Solid* dan *Total Suspended Solid*) di Perairan Teluk Lampung. *Analit: Analytical and Environmental Chemistry*. 1(1): 36–46.
- Rusdianasari dan Meidinariasty, A. 2015. Model Kinetika kimia Adsorpsi pada Proses Elektrokoagulasi. *Laporan Akhir Penelitian Hibah Fundamental*. Politeknik Negeri Sriwijaya: Palembang.
- Rusdianasari, Taqwa, A., Jaksen, and Syakdani A. 2017. Treatment Optimization of Electrocoagulation (EC) in Purifying Palm Oil Mill Effluents (POMEs). *Journal of Engineering and Technological Sciences*. 49(5): 604–17.
- Safitri, H., A., Muliandari, A., Asfarina., A., dan Riyanto. 2020. Elektrokoagulasi Limbah Cair Industri Karet Menggunakan Elektroda Al-Al. *Jurnal Mahasiswa*. 11(1): 1–8.
- Saputra E. dan Hanum, F. 2016. Pengaruh Jarak Antara Elektroda Pada Reaktor Elektrokoagulasi Terhadap Pengolahan Effluent Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit. *Jurnal Teknik Kimia*. 5(4):33-38.
- Setiawan, A., Arianingtyas, N. A., Mayangsari, N. E., dan Dewi, T., U. 2020.

- Penyisihan Fluoride Dan COD Air Limbah Industri Asam Fosfat Menggunakan Kombinasi Presipitasi Dan Elektrokoagulasi. *Metana*.16(2): 47–54.
- SNI 06-6989.2. 2019. *Air dan air limbah – Bagian 2: Cara uji kebutuhan oksigen kimiawi (chemical oxygen demand/COD) dengan refluks tertutup secara spektrofotometri*. Jakarta: Badan Standardisasi 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 Standardisasi Nasional.
- SNI 06-6989.30. 2005. *Air dan air limbah – Bagian 30: Cara uji kadar amonia dengan spektrofotometer secara fenat*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Sudarman, R., Budiastuti, H., Djenar, N. S., dan Paggalo, E. S. 2020. Penyisihan Kadar Amoniak Dalam Limbah Cair Industri Pupuk Menggunakan *Sequencing Batch Reactor*. *Jurnal Fluida*. 13(2): 65–72.
- Sugito, Al Kholif, M., Tyas, Y. A. N. dan Sutrisno, J. 2022. Pengaruh Elektrokoagulasi pada Penurunan Kadar BOD, COD dan Amonia untuk Mengolah Limbah Cair Industri Pembekuan Udang (*Cold Storage*). *Jurnal Alam dan Lingkungan*. 13(1): 57–65.
- Suprihatin, and Aselfa, F., S. 2020. Pollutants Removal in Electrocoagulation of Detergent Wastewater. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 472(1).
- Thaib, A., Darmadi, Mustafa, F. dan Zulfikar. 2023. Penurunan Kadar Ammonium dan Urea pada Limbah Cair Industri Pupuk dengan Menggunakan Metode Elektrokoagulasi. *Jurnal Inovasi Ramah Lingkungan*. 4(1): 10-15.
- Trisno, A., Rohendi, D., and Suheryanto. 2020. Ammonia Liquid Waste Processing Using Electrolysis Method. *Indonesian Journal of Fundamental and Applied Chemistry* 5(3): 66–70.
- Wiyanto, E., Harsono, B., Makmur., A., Pangputra., Julita, dan Kurniawan, M., S. 2014. Penerapan Elektrokoagulasi Dalam Proses Penjernihan Limbah Cair. *JETri*. 12(1): 19–36.