

LAPORAN PENELITIAN
OPTIMASI PROSES ELEKTROKOAGULASI UNTUK
PENGOLAHAN LIMBAH CIPROFLOXACIN



Disusun oleh :

DZIKRI SURYA WARDANA (3335190016)

MUHAMMAD RIJAL ALFARISI (3335190055)

TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
2022

LAPORAN PENELITIAN
OPTIMASI PROSES ELEKTROKOAGULASI UNTUK PENGOLAHAN
LIMBAH CIPROFLOXACIN

disusun oleh

DZIKRI SURYA WARDANA 3335190016

MUHAMMAD RIJAL ALFARISI 3335190055

Telah diperiksa dan disetujui oleh dosen pembimbing

Dosen Pembimbing I



Dr. Indar Kustiningsih, S.T., M.T
NIP: 197607052002122002

tanggal 11 Januari 2022

Dosen Pembimbing II



Muhammad Triyogo Adiwibowo, S.T., M.T
NIP: 199010022019031013

tanggal 11 Januari 2022

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat sehingga penulisan laporan penelitian yang berjudul “OPTIMASI PROSES ELEKTROKOAGULASI UNTUK PENGOLAHAN LIMBAH CIPROFLOXACIN”

Tujuan penyusunan laporan ini yaitu untuk mendapatkan kondisi optimum pada proses elektrokoagulasi untuk penyisihan limbah Ciprofloxacin dengan menggunakan *stainless steel* sebagai katoda dan alumunium sebagai anoda. Pada kesempatan ini penulis hendak menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan moril maupun materil sehingga laporan penelitian ini dapat selesai. Ucapan terima kasih ini penulis tunjukkan kepada:

1. Dr. Indar Kustiningsih, S.T., M.T. dan Muhammad Triyogo Adiwibowo, S.T., M.T. selaku Dosen yang telah mendidik dan memberikan bimbingan selama masa pembuatan laporan.
2. Orang tua, kakak, adik, dan kerabat penulis yang telah memberikan doa, dorongan dan semangat selama penyusunan laporan ini.

Pembuatan laporan penelitian ini masih jauh dari kesempurnaan karena pengalaman dan pengetahuan penulis yang terbatas. Oleh karena itu, kritik dan saran dari semua pihak sangat kami harapkan demi terciptanya penelitian yang lebih baik lagi untuk masa mendatang.

Akhir kata, semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu, dan penulis berharap Allah SWT senantiasa membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu.

Penulis

ABSTRAK

OPTIMASI PROSES ELEKTROKOAGULASI UNTUK PENGOLAHAN LIMBAH CIPROFLOXACIN

Oleh:

Dzikri Surya Wardana (3335190016)

Muhammad Rijal Alfarisi (3335190055)

Air limbah yang berasal dari sarana pelayanan kesehatan seperti rumah sakit mengandung bahan kimia dan obat-obatan yang dapat menyebabkan kanker. Ciprofloxacin (CIP) adalah salah satu limbah antibiotik yang dapat mencemari kehidupan ekosistem air. Metode yang dapat digunakan dalam pengolahan limbah ciprofloxacin adalah elektrokoagulasi. Adapun tujuan penelitian ini yaitu mendapatkan kondisi optimum proses elektrokoagulasi untuk penyisihan CIP dan mendapatkan pengaruh pH terhadap hasil proses elektrokoagulasi. Pada elektrokoagulasi dilakukan optimasi dengan 2 variasi tegangan dan pH. Pada Variasi tegangan dilakukan pada 20, 30, dan 50 volt dan didapatkan hasil optimal yaitu pada tegangan 50 volt dengan penyisihan sebesar 60 %. Lalu dilanjutkan dengan variasi pH 4, 6, dan 11 dengan hasil optimal yang didapatkan yaitu pada pH 6 dengan total penyisihan sebesar 65,83%. Adapun hasil optimal yang didapatkan pada elektrokoagulasi limbah ciprofloxacin dengan konsentrasi 10 ppm pada tegangan 50 volt dan pH 6 dengan total penyisihan sebesar 65,83%. Dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi voltase dengan kondisi pH netral maka semakin besar total penyisihan limbah yang didapatkan.

Kata Kunci: *Electrokoagulasi, Ciprofloxacin*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar belakang	1
1.2 Rumusan masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Ruang lingkup	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Limbah Ciprofloxacin	3
2.2 Elektrokoagulasi	4
2.3 Plat Elektroda	10
2.4 Reaksi Kimia Pada Elektroda	10
2.5 Katoda dan Anoda	11
2.6 Parameter Proses Pada Elektroda	12
2.6.1 Jenis Plat Elektroda	12
2.6.2 Kuat Tegangan	13
2.6.3 Kuat Arus	13
2.6.4 Waktu Kontak	13
2.6.5 Konduktivitas	13
2.6.6 Kondisi pH	14
2.6.7 Jarak Antar Elektroda	14
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Tahap Penelitian	16
3.2 Alat dan Bahan	17
3.3 Prosedur Penelitian	17

3.4 Variabel	17
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil dan Pembahasan	18
4.1.1 Pengaruh pH Terhadap Konsentrasi Limbah Ciprofloxacin	19
4.1.2 Pengaruh Voltase Terhadap Konsentrasi limbah Ciprofloxacin	21
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan.....	23
5.2 Saran	23
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Review Jurnal	7
Tabel 2.2 Reaksi Anoda alumunium dan Tembaga	12

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses Elektrokoagulasi	5
Gambar 3.1 Tahap Penelitian	16
Gambar 3.2 Skema Proses Elektrokoagulasi	17
Gambar 4.1 Pengaruh Voltase Terhadap Konsentrasi Limbah Ciprofloxacin	19
Gambar 4.2 Pengaruh pH Terhadap Konsentrasi Limbah Ciprofloxacin	21

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan industri farmasi beberapa tahun terakhir mengalami peningkatan di berbagai dunia, sehingga kegiatan rumah sakit akan mengalami peningkatan juga salah satunya akan menghasilkan residu obat-obatan, yaitu antibiotik (Lee et al., 2019). Antibiotik merupakan bagian terpenting dalam pengobatan, karena dapat membantu mengobati gejala infeksi pada manusia (Vasquez et al., 2015).

Ciproloxacin (CIP) merupakan salah satu fluorokuinolon yang paling banyak digunakan di dunia pada pengobatan manusia, terutama pada infeksi saluran kemih pada laki-laki (Smart et al., 2019, Wagenlehner et al., 2018). Limbah antibiotik yang menjadi kontaminan pada air permukaan dan air tanah karena polusi yang dihasilkan akan terus masuk $\mu\text{g/L}$ ke dalam ekosistem perairan bahkan pada konsentrasi rendah, kandungan antibiotik mencapai 65% dengan CIP sebagai komponen yang paling sering terdeteksi (Lee et al., 2019, Rusch et al., 2019). Limbah CIP yang dihasilkan oleh kegiatan rumah sakit yaitu $50 \mu\text{g/L}^{-1}$ sampai 150mg/L^{-1} , sedangkan untuk ambang batas konsentrasi limbah CIP dalam baku mutu lingkungan yaitu $1 < \mu\text{g/L}^{-1}$ (El-Shafey et al., 2012). Kehadiran CIP di lingkungan akuatik dapat mengakibatkan kematian pada flora dan fauna akuatik (Xiong et al., 2017, González-Pleiter et al., 2013). Sementara itu Magdaleno menjelaskan, CIP sebagai antibiotik paling beracun untuk kerusakan jantung yang diinduksi diamati pada ikan setelah 24 jam paparan air yang terkontaminasi CIP (Magdaleno et al., 2015). Studi juga menunjukkan bahwa konsentrasi CIP 1700nmol/L menghambat degradasi komunitas sedimen bakteri *pyreneby* sebesar 50%. Limbah CIP juga dapat menghambat pertumbuhan spesies akuatik fotoautotrofik karena paparan media CIP yang tercampur (Rusch et al., 2019). Berdasarkan hal tersebut, CIP memiliki efek lingkungan negatif ketika dilepaskan dalam ekosistem.

Berbagai literatur mengungkapkan bahwa banyak penelitian berfokus pada pengembangan prosedur yang efisien dan ekonomis untuk menghilangkan

kontaminasi CIP dari air limbah sebelum dilepaskan ke lingkungan. Adapun CIP telah terdeteksi dalam perairan Sungai Musi di Kota Palembang dimana telah dilakukan Analisa dan terdeteksi 2 jenis antibiotic yaitu Ciprofloxacin dan Netilmicin (Ian Kurniawan., 2019). Karena CIP tahan terhadap metabolisme mikroba, tidak dapat terdegradasi secara efisien melalui proses biologis. Beberapa penelitian termasuk proses oksidasi lanjutan seperti UV/H₂O₂, O₃ (Almomani et al., 2018).

Terdapat beberapa proses untuk menghilangkan limbah cair seperti koagulasi, oksidasi kimia, proses elektrokimia, oksidasi kimia, dan teknik adsorpsi (Wanchantuheuk R, dkk. 2011). Namun teknologi tersebut memiliki beberapa kekurangan diantaranya polutan tidak sepenuhnya menjadi tidak berbahaya, efisiensi rendah, polusi sekunder dapat mudah terjadi, konsumsi energinya yang cukup tinggi, dan hanya dapat diterapkan pada polutan tertentu (Palupi E, dkk. 2006). Salah satu teknologi pengolahan limbah adalah elektrokoagulasi yang merupakan proses pelepasan koagulan aktif yang berupa ion logam ke dalam larutan, sedangkan pada katoda terjadi reaksi elektrolisis yaitu berupa pelepasan gas *hydrogen* (Ahmad Afif, dkk. 2019).

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi optimum elektrokoagulasi dan mendapatkan pengaruh pH dan voltase dalam mendgradasi limbah CIP. Pada penelitian ini akan dimati efek pH, voltase.

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan kondisi optimum dari pengaruh pH dan voltase dari proses elektrokoagulasi pada limbah CIP.

1.4 Ruang Lingkup

Berikut adalah ruang lingkup pada penelitian ini:

1. Limbah yang digunakan adalah CIP
2. Sumber arus berasal dari *DC Power Supply*
3. Proses reaksi dilakukan di dalam reaktor elektrokoagulasi

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Raman Abdul Aziz, P. Asaithambi, Wan Mohd Ashri Bin Wan Daud. 2015. Kombinasi elektrokoagulasi dengan proses oksidasi lanjutan untuk pengolahan limbah industri penyulingan
- Abdurrahman Akyol., Orhan Taner Can., Erhan Demirbas., Mehmet Kobya 2013. comparative study of electrocoagulation and electro-Fenton for treatment of wastewater from liquid organic fertilizer plant. Separation and Purification Technology Volume 112, 10 July 2013, Pages 11-19
- Almomani, F., Bhosale, R., Kumar, A., & Khraisheh, M. (2018). Potential use of solar photocatalytic oxidation in removing emerging pharmaceuticals from wastewater: A pilot plant study. Solar Energy, 172, 128-140.
- Daneshvar, N., A. Habib, & R. Rohan. 2002. Pretreatment of Brackish Water Using DCElectrocoagulation Method and Optimization. Journal Chemistry & Chemistry Engineering, 2(1): 13-20.
- Dipendra Waglea, Che-Jen Lina, Tabish Nawazb, Heather J. Shipley. 2019. Evaluasi dan optimalisasi elektrokoagulasi untuk mengolah air limbah pabrik kertas Kraft
- Dina T Moussa , Muftah H El-Naas , Mustafa Nasser , Mohammed J Al-Marri 2017 A comprehensive review of electrocoagulation for water treatment: Potentials and challenges J Environ Manage. 2017 Jan 15;186(Pt 1):24-41. doi: 10.1016/j.jenvman.2016.10.032. Epub 2016 Nov 9.
- Edris Bazrafshan., Kamal Aldin Ownagh 2012. Application of Electrocoagulation Process Using Ironand Aluminum Electrodes for Fluoride Removal from Aqueous Environment. ISSN: E-Journal of Chemistry 2012, 9(4), 2297-2308
- El-aziz, M.M.A. & M.A. Khalifa. 2016. Electrochemistry and Radioactive Waste: A Scientific Overview. Journal of the Turkish Chemical Society, 3(1): 47-74

- Elnenay, A.M.H., E. Nassef, G.F. Malash, & M.H.A. Magid. 2016. Treatment of Drilling Fluids Wastewater by Electrocoagulation. *Egyptain Journal of Petroleum*, 5:1-6.
- El Shafey, Ibrahim & Al Lawati, Haider. 2012. Ciprofloxacin adsorption from aqueous solution into chemically prepared carbon from date palm leaflets: *Journal of Environmental Sciences*. Volume 24, Issue 9: 1579-1586.
- González-Pleiter, M., Gonzalo, S., Rodea-Palomares, I., Leganés, F., Rosal, R., Boltes, K., & Fernández-Piñas, F. (2013). Toxicity of five antibiotics and their mixtures towards photosynthetic aquatic organisms: implications for environmental risk assessment. *Water research*, 47(6), 2050-2064.
- Henrik K. Hansena, Sebastián Franco Peñaa, Claudia Gutiérreza, Andrea Lazoa, Pamela Lazob, Lisbeth M. Ottosen. 2018 Penghapusan selenium dari air limbah kilang minyak bumi menggunakan teknik elektrokoagulasi
- Iqbal, S.A. & I. Zaafrani. 2011. *Textbook of Electrochemistry*. New Delhi: Shree Balaji Art Press
- Lee et al. 2019. PyWavelets: A Python package for wavelet analysis. *Jurnal of Open Source Software*, 4(36),1237.
- Magdaleno et al. 2015. Effects of six antibiotics and their binary mixtures on growth of *Pseudokirchneriella subcapitata*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, Volume 113:72-78.
- N. Daneshvar., A. Oladegaragoze., N. Djafarzadeh 2006. Decolorization of basic dye solutions by electrocoagulation: An investigation of the effect of operational parameters. *Journal of Hazardous Materials B129* (2006) 116–122.
- Palupi, Endang. (2006). “Degradasi Methylene Blue dengan Metode Fotokatalisis dan Fotoelektrokatalisis Menggunakan Film TiO₂”. Skripsi Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor.
- P.Asaithambi., ModepalliSusree., R.Saravanathamizhan., Manickam., Matheswaran 2012. Ozone assisted electrocoagulation for the treatment of distillery effluent. *Desalination* Volume 297, 3 July 2012, Pages 1-7

- P.Asaithambi., Baharak Sajjadi., Abdul Raman Abdul Aziz., Wan Mohd Ashri Bin Wan Daud 2016. Performance evaluation of hybrid electrocoagulation process parameters for the treatment of distillery industrial effluent
- Prayitno, J., 2016. Penghilangan Senyawa Ciprofloxacin Oleh Bakteri Yang Diisolasi dari Area Pertambangan Minyak Bumi. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 17(2), p. 126.
- Rusch, M., Spielmeyer, A., Zorn, H., & Hamscher, G. (2019). Degradation and transformation of fluoroquinolones by microorganisms with special emphasis on ciprofloxacin. *Applied microbiology and biotechnology*, 103(17), 6933-6948.
- Senem Yazici Guvenc, Kaan Dincer, Gamze Varank. 2019. Kinerja proses elektrokoagulasi dan elektro-Fenton untuk pengolahan konsentrat nanofiltrasi dari lindi TPA yang distabilkan secara biologis
- Titik Darmawanti, Suhartana, Didik Setiyo Widodo. 2010 Pengolahan Limbah Cair Industri Batik dengan Metoda Elektrokoagulasi Menggunakan Seng Bekas sebagai Elektroda
- V. Khandegar, Anil K. Saroha 2013. Electrocoagulation for the treatment of textile industry effluent - A review. *Journal of Environmental Management* 128 (2013) 949-963
- Wagenlehner FM, 2018. The 2017 update of the German clinical guideline on epidemiology, diagnostics, therapy, prevention, and management of uncomplicated urinary tract infections in adult patients. Part II: therapy and prevention. *Urol Int* 2018; 100: 263 – 270.
- Xiong, S., Mei, J., Huang, P., Jing, J., Li, Z., Kang, J., Gui, J.F. (2017) Essential roles of stat5.1/stat5b in controlling fish somatic growth. *Journal of genetics and genomics = Yi chuan xue bao*. 44(12):577-585.

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

NAMA : Dzikri Surya Wardana

NIM :3335190016

JURUSAN : TEKNIK KIMIA

JUDUL : OPTIMASI PROSES ELEKTROKOAGULASI
UNTUK PENGOLAHAN LIMBAH
CIPROFLOXACIN

Bersedia

Dengan ini menyatakan bahwa penelitian dengan judul tersebut di atas adalah benar karya saya sendiri dengan arahan dari pembimbing dan tidak ada duplikasi dengan karya orang lain kecuali yang telah disebutkan sumbernya.

Apabila di kemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam penelitian ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Cilegon, 01 Agustus 2024



(Dzikri Surya Wardana)