

**PENURUNAN KADAR PENCEMAR PADA AIR LIMBAH  
PENATU MENGGUNAKAN METODE  
ELEKTROKOAGULASI**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Oleh:**

**ASTI FARHANI OCTAVIANTY  
NIM. 190702063  
Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi  
Program Studi Teknik Lingkungan**



**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY  
BANDA ACEH  
2023 M / 1445 H**

**LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR**  
**PENURUNAN KADAR PENCEMAR PADA AIR LIMBAH**  
**PENATU MENGGUNAKAN METODE**  
**ELEKTROKOAGULASI**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri (UIN) Ar-Raniry Banda Aceh  
Sebagai salah satu Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S1)  
dalam Ilmu Teknik Lingkungan

Oleh:  
**ASTI FARHANI OCTAVIANTY**  
**NIM. 190702063**  
Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan  
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry

Disetujui untuk dimunaqasyahkan Oleh:

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Ir. Juliansyah Harahap, S.T., M.Sc.

NIDN. 2031078204

Arief Rahman, M.T.

NIDN. 2010038901

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknik Lingkungan

Husnawati Yahya, S.Si., M.Sc.

NIDN. 2009118301

# LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

## PENURUNAN KADAR PENCEMAR PADA AIR LIMBAH PENATU MENGGUNAKAN METODE ELEKTROKOAGULASI

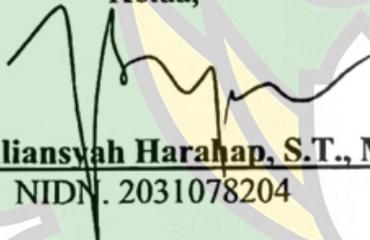
### TUGAS AKHIR

Telah Diuji oleh Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir  
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh  
serta Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan Kelulusan Program Sarjana Teknik  
(S-1)  
dalam Ilmu Teknik Lingkungan

Pada Hari/Tanggal: Jum'at, 08 Desember 2023  
24 Jumadil Awal 1445 H

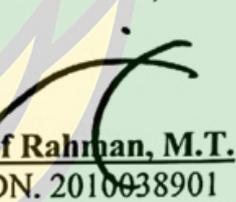
di Darussalam, Banda Aceh Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi

Ketua,



Dr. Ir. Juliansyah Harahap, S.T., M.Sc.  
NIDN. 2031078204

Sekretaris,



Arief Rahman, M.T.  
NIDN. 2010038901

Penguji I,



Aulia Rohendi, S.T., M.Sc.  
NIDN. 2010048202

Penguji II,



Teuku Muhammad Ashari, S.T., M.Sc.  
NIDN. 2002028301

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh



Dr. Ir. Muhammad Dirhamsyah, M.T., IPU.  
NIP. 196210021988111001

# LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Asti Farhani Octavianty  
NIM : 190702063  
Program Studi : Teknik Lingkungan  
Fakultas : Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh  
Judul Skripsi : Penurunan Kadar Pencemar Pada Air Limbah Penatu Menggunakan Metode Elektrokoagulasi

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan skripsi ini, saya:

1. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggung jawab atas karya ini;
2. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh maupun di perguruan tinggi lainnya;
3. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dari dosen pembimbing;
4. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain;
5. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya; dan
6. Tidak memanipulasi dan memalsukan data.

Bila kemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggungjawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.

Banda Aceh, 08 Desember 2023



*Asti Farhani Octavianty*  
Asti Farhani Octavianty

## KATA PENGANTAR

Puji syukur selalu tersampaikan kepada Allah Swt. yang telah memberikan semua karunianya dan perlindungannya, serta nikmat yang telah Ia berikan, baik itu nikmat keteguhan iman dan kesempurnaan islam. Sholawat dan dalam selalu tercurahkan kepada sang pencetus akhlakul karimah dan kewajiban menuntut ilmu, yakni baginda Nabi Muhammad Saw. yang telah menerangi seluruh alam dengan cahaya ilmunya. Tak lupa juga sholawat dan salam kepada keluarga dan sahabatnya, serta ulama penerus langkahnya, baik ulama terdahulu maupun ulama yang masih membimbing umat manusia hingga sekarang.

*Alhamdulillah*, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul “Penurunan Kadar Pencemar Pada Air Limbah Penatu Menggunakan Metode Elektrokoagulasi” telah penulis selesaikan. Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) pada program studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Negeri Ar-Raniry Banda Aceh. Penulis mengucapkan terimakasih kepada pihak-pihak yang terkait diantaranya:

1. Dr. Ir. Muhammad Dirhamsyah, MT., IPU., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Ar-Raniry Banda Aceh.
2. Ibu Husnawati Yahya, S.Si., M.Sc., selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
3. Bapak Aulia Rohendi, M.Sc., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Ar-Raniry Banda Aceh.
4. Dr. Abd Mujahid Hamdan, M.Sc., selaku dosen pembimbing akademik penulis.
5. Bapak Dr. Ir. Juliansyah Harahap, S.T., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir yang telah meluangkan dan memberikan arahan bimbingan dalam penulisan, memberikan ilmu serta motivasi kepada penulis.
6. Bapak Arief Rahman, M.T., selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir yang telah meluangkan dan memberikan arahan bimbingan dalam

penulisan, memberikan ilmu serta motivasi kepada penulis.

7. Seluruh Dosen Prodi Teknik Lingkungan yang telah memberikan ilmunya selama ini.
8. Cinta pertama dan pintu surgaku, **Ayah dan Ibuku**. Terimakasih atas segala doa dan dukungan yang tak pernah putus. Memberikan cinta, kasih sayang, doa dan pengorbanan yang mengiringi setiap langkah untuk menyelesaikan pendidikan ini. Terimakasih telah mengantarkan ananda sampai di titik ini. Terimakasih sudah berjuang untukku, membesarkan dan mendidikku sampai mendapatkan gelar sarjanaku. Semoga Allah SWT senantiasa menjaga kalian sampai melihatku berhasil dengan keputusanku sendiri. Hiduplah lebih lama.
9. Saudariku, **Dafva Fazraini Dwiwana** dan **Ayla Difva Rosaliani**. Terimakasih telah menjadi kakak yang mendukung penuh segala kegiatanku selama proses penyelesaian pendidikan ini. Menemani dan memberikan semangat agar tetap sehat melewati masa penyusunan skripsi. Saudari terbaik yang kebersamai kehidupanku sampai saat ini.
10. Sahabat seperjuangan, **Syahna Munawarah, S.T** dan **Salsabila Hasanah Balqis, S.T**. Terimakasih sudah menemani selama masa perkuliahan 2019-2023. Terimakasih sudah menjadi teman, sahabat dan saudara yang selalu menguatkan. Mengambil banyak peran penting dibalik layar, kebersamai dalam perjuangan dan tidak pernah mengeluh ketika direpotkan. Kulambangkan kalian dengan angka 0, yang tanpa ujung ku rindu.
11. Pemilik NIM **180702012**. Terimakasih telah kebersamai di *Injury Time*. Memberi semangat dan motivasi agar tetap waras menghadapi kehidupan, serta menjadi pendengar yang baik. *You made my day*.
12. Sahabat penulis, Ricco, Mizan, Nasar, Arkan, Qabil, Asrul, Izul, Tris, Khairul, Sainur, Fikri, Lupi dan Icha. Terimakasih telah kebersamaiku dan memberikan waktu luang dengan senang hati.
13. Seluruh pihak yang memberikan bantuan kepada penulis namun tidak dapat disebutkan satu-persatu. Terimakasih atas bantuan, semangat dan doa baik yang diberikan kepada penulis selama ini.

14. *Last but not least*, Untuk diri saya sendiri **Asti Farhani Octavianty**. *I wanna thank me for doing all this hard work. I wanna thank me for never quit*. Terimakasih sudah bertahan dan menepikan ego, keluar dari zona nyaman dan berjuang sampai saat ini atas banyaknya harapan dan impian yang harus diwujudkan. Terimakasih untuk selalu percaya bahwa segala niat baik dan harapan akan selalu diberikan kemudahan. Selamat bergelar sarjana, S.T. Manis banget!!.

Penulis berharap tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua orang. Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini tidak luput dari kesalahan dan kekurangan, Oleh sebab itu saran dan kritikan sangat bermanfaat untuk menyempurnakan tugas akhir ini. Sekian dan akhir kata saya ucapkan terima kasih.

Banda Aceh, 08 Desember 2023  
Penulis,

**Asti Farhani Octavianty**



## ABSTRAK

Nama : Asti Farhani Octavianty  
NIM : 190702063  
Program Studi : Teknik Lingkungan  
Judul : Penurunan Kadar Pencemar Pada Air Limbah Penatu  
Menggunakan Metode Elektrokoagulasi  
Tanggal Sidang : 08 Desember 2023  
Pembimbing I : Dr. Ir. Juliansyah Harahap, S.T., M.Sc  
Pembimbing II : Arief Rahman, M.T.  
Kata Kunci : Elektrokoagulasi, air limbah penatu, waktu kontak

Air limbah penatu mengandung organik yang tinggi berupa sisa deterjen, sehingga jika dibuang langsung ke lingkungan dapat merusak ekosistem lingkungan. Elektrokoagulasi merupakan sebuah proses pengolahan limbah yang melibatkan penggunaan arus listrik untuk menghilangkan kontaminan dalam air. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kemampuan metode elektrokoagulasi dengan menggunakan elektroda Aluminium dengan ketebalan 10cm x 20cm dengan jarak elektroda 5cm pada efektivitas penurunan parameter pencemar serta pengaruh variasi tegangan dan waktu kontak terhadap penurunan nilai COD, TSS dan penyesuaian terhadap nilai pH dalam air limbah penatu pada proses elektrokoagulasi. Penelitian ini menggunakan dua variabel yaitu variabel dependen yang terdiri dari *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Total Suspended Solid* (TSS) dan *Power of Hydrogen* (pH), variabel independen terdiri dari tegangan 3 V, 4V, 5V dan waktu kontak terdiri dari 60 menit, 90 menit dan 120 menit. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa metode elektrokoagulasi dapat menurunkan kadar pencemar. Persentase nilai tertinggi TSS pada variasi tegangan 5V dengan waktu 120 menit sebesar 90,38%, persentase nilai tertinggi COD pada variasi tegangan 5V dengan waktu kontak 120 menit sebesar 93,72% dan nilai penyesuaian terhadap nilai pH mengalami peningkatan pada variasi tegangan 5V dengan waktu kontak 120 peningkatan dari 7,5 sampai 8,7. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi alternatif dalam pengolahan air limbah penatu di masa mendatang.

## **ABSTRACT**

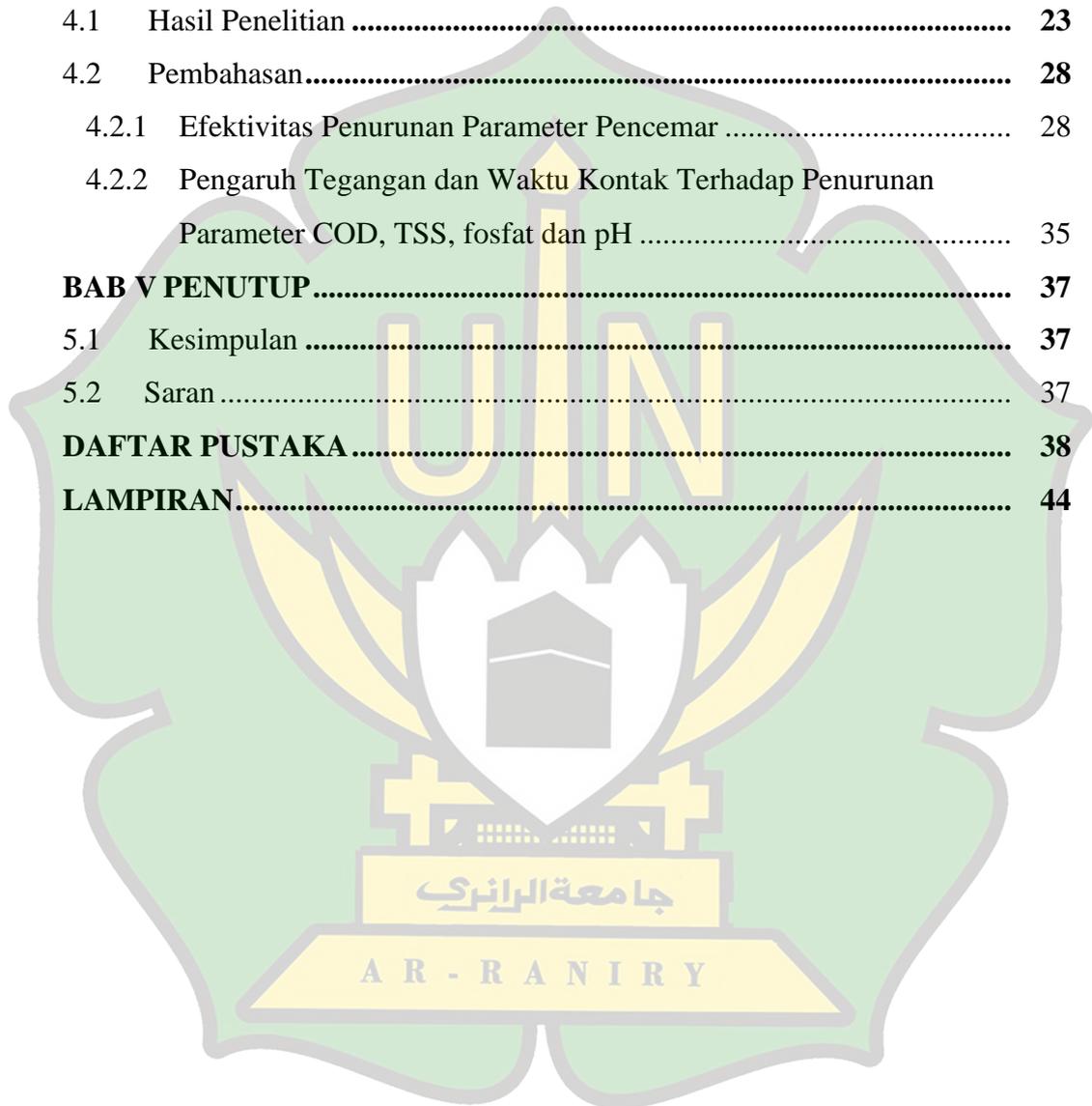
*Name* : Asti Farhani Octavianty  
*Student ID Number* : 190702063  
*Study Program* : Environmental Engineering  
*Title* : Reducing Pollutant Levels in Laundry Wastewater  
Using the Electrocoagulation Method  
*Session Date* : 08 Desember 2023  
*Advisor I* : Dr. Ir. Juliansyah Harahap, S.T., M.Sc  
*Advisor II* : Arief Rahman, M.T.  
*Keywords* : Electrocoagulation, laundry wastewater, contact time

*Laundry wastewater contains high levels of organic matter in the form of detergent residue, so if it is discharged directly into the environment it can damage the environmental ecosystem. Electrocoagulation is a waste treatment process that involves the use of electric current to remove contaminants in the air. This research aims to analyze the ability of the electrocoagulation method using Aluminum (Al) electrodes with a thickness of 10cm x 20cm with an electrode distance of 5cm on the effectiveness of reducing pollutant parameters, as well as the effect of voltage and time variations on reducing COD, TSS contact values and adjustments to pH values in water. laundry waste in the electrocoagulation process. This research uses two variables, namely the dependent variable consisting of Chemical Oxygen Demand (COD), Total Suspended Solid (TSS) and Power of Hydrogen (pH), the independent variable consisting of voltage 3 V, 4V, 5V and contact time consisting of 60 minutes , 90 minutes and 120 minutes. Experimental results show that the electrocoagulation method can reduce pollutant levels. The percentage of the highest TSS value at a 5V voltage variation with a time of 120 minutes was 90.38%, the percentage of the highest COD value at a 5V voltage variation with a contact time of 120 minutes was 93.72% and the adjustment value to the pH value increased at a 5V voltage variation with time. contacts 120 increase from 7.5 to 8.7. It is hoped that the results of this research can become an alternative for processing laundry wastewater in the future.*

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PERSETUJUAN .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR .....</b>	<b>ii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	4
1.5 Batasan Penelitian .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1 Air Limbah .....	5
2.2 Limbah Penatu .....	6
2.3 Parameter Pencemar dalam Air limbah penatu .....	7
2.4 Elektrokoagulasi.....	9
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>12</b>
3.1 Waktu dan Lokasi Pengambilan Sampel.....	12
3.2 Teknik Pengambilan Sampel.....	14
3.3 Eksperimen.....	14
3.3.1 Alat dan Bahan Eksperimen.....	14
3.3.2 Desain Reaktor Elektrokoagulasi.....	15
3.3.3 Desain Penelitian.....	15
3.3.4 Prosedur Penelitian .....	16
3.4 Pengukuran Parameter Limbah Cair <i>Laundry</i> .....	17
3.4.1 Bahan Pengukuran .....	17

3.4.2	Prosedur Pengukuran Parameter Air limbah penatu.....	17
3.5	Analisis Data .....	20
3.5.1	Efektivitas .....	20
3.5.2	Analisis Statistik .....	20
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>23</b>
4.1	Hasil Penelitian .....	23
4.2	Pembahasan.....	28
4.2.1	Efektivitas Penurunan Parameter Pencemar .....	28
4.2.2	Pengaruh Tegangan dan Waktu Kontak Terhadap Penurunan Parameter COD, TSS, fosfat dan pH .....	35
<b>BAB V PENUTUP .....</b>		<b>37</b>
5.1	Kesimpulan .....	37
5.2	Saran .....	37
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>38</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>44</b>



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 3.1</b>	Peta Lokasi Pengambilan Sampel Penelitian .....	15
<b>Gambar 3.2</b>	Desain Reaktor Elektrokoagulasi .....	18
<b>Gambar 4.1</b>	Hasil fisik air limbah penatu sebelum dan sesudah pengolahan dengan tegangan 3V dengan waktu kontak 120 menit.....	31
<b>Gambar 4.2</b>	Hasil fisik air limbah penatu sebelum dan sesudah pengolahan dengan tegangan 4V dengan waktu kontak 120 menit.....	31
<b>Gambar 4.3</b>	Hasil fisik air limbah penatu sebelum dan sesudah pengolahan dengan tegangan 5V dengan waktu kontak 120 menit.....	32
<b>Gambar 4.4</b>	Grafik penurunan kadar fosfat terhadap variasi tegangan 3V, 4V, 5V, dan waktu kontak 60, 90, dan 120 menit.....	34
<b>Gambar 4.5</b>	Grafik persentase kadar fosfat terhadap variasi tegangan 3V, 4V, 5V, dan waktu kontak 60, 90, dan 120 menit.....	35
<b>Gambar 4.6</b>	Grafik penurunan kadar COD terhadap variasi tegangan 3V, 4V, 5V, dan waktu kontak 60, 90, dan 120 menit.....	36
<b>Gambar 4.7</b>	Grafik persentase kadar COD terhadap variasi tegangan 3V, 4V, 5V, dan waktu kontak 60, 90, dan 120 menit.....	37
<b>Gambar 4.8</b>	Grafik penurunan kadar TSS terhadap variasi tegangan 3V, 4V, 5V, dan waktu kontak 60, 90, dan 120 menit.....	38
<b>Gambar 4.9</b>	Grafik persentase kadar TSS terhadap variasi tegangan 3V, 4V, 5V, dan waktu kontak 60, 90, dan 120 menit.....	39
<b>Gambar 4.10</b>	Grafik penurunan kadar pH terhadap variasi tegangan 3V, 4V, 5V, dan waktu kontak 60, 90, dan 120 menit.....	40

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Baku Mutu.....	5
<b>Tabel 2.2</b> Hasil penelitian Terdahulu .....	9
<b>Tabel 3.1</b> Hasil Uji Pendahuluan.....	13
<b>Tabel 3.2</b> Alat dan Bahan yang digunakan untuk eksperimen .....	14
<b>Tabel 3.3</b> Bahan-Bahan Pengukuran .....	17
<b>Tabel 4.1</b> Hasil analisis awal parameter fosfat, COD, TSS dan pH.....	26
<b>Tabel 4.2</b> Parameter Fosfat setelah dilakukan pengolahan air limbah Penatu	27
<b>Tabel 4.3</b> Parameter <i>chemical oxygen demand</i> (COD) setelah dilakukan pengolahan air limbah penatu.....	28
<b>Tabel 4.4</b> Parameter total suspended solid (TSS) setelah dilakukan pengolahan air limbah penatu .....	29
<b>Tabel 4.5</b> Parameter <i>power of hydrogen</i> (pH) setelah dilakukan pengolahan air limbah penatu.....	30
<b>Tabel 4.6</b> Hasil uji regresi linear berganda nilai COD, TSS, fosfat dan pH dalam variasi waktu kontak dan tegangan pada uji regresi linear berganda.....	33

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Masalah peningkatan jumlah limbah dan dampaknya terhadap lingkungan serta kesehatan manusia merupakan isu global yang semakin mendapat perhatian dalam beberapa tahun terakhir (Farida dkk., 2019). Salah satu masalah utama yang menyebabkan pencemaran air di kota-kota besar adalah pembuangan limbah langsung ke perairan tanpa melalui proses pengolahan terlebih dahulu, baik itu limbah rumah tangga maupun limbah dari kegiatan lainnya (Ain dan Noviana, 2021). Pengendalian air limbah merupakan langkah kritis dalam mengurangi dampak negatifnya. Pengendalian air limbah secara cermat dan terpadu harus dilakukannya penurunan kadar sehingga dapat mengurangi kadar limbah, konsentrasi serta kontaminan (Irmanto dan Suyata, 2010).

Beberapa usaha rumah tangga di Kota Banda Aceh mengolah salah satu jenis sampah, termasuk sampah laundry atau sering disebut air limbah penatu. Permasalahan air limbah penatu tentunya merupakan permasalahan lingkungan penting yang perlu diatasi (Utomo dkk., 2018). Lingkungan perairan yang tercemar oleh air limbah penatu tersebut dapat membahayakan kehidupan makhluk hidup air dan manusia, penggunaan detergen pada air limbah penatu mempengaruhi karakteristik air limbah penatu yang dapat mencemari lingkungan jika tidak dikelola dengan baik (Wicheisa dkk., 2018). Air limbah yang dihasilkan memiliki dampak negatif terhadap lingkungan, karena mengandung kontaminan fosfat, surfaktan, *Total Suspended Solid* (TSS), *Total Dissolved Solid* (TDS), *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), dan kekeruhan (Kurniati dan Mujiburohman, 2020). Air limbah penatu seringkali sulit diolah karena biasanya menimbulkan kekeruhan yang tinggi (Melián dkk., 2023).

Elektrokoagulasi merupakan sebuah proses pengolahan limbah yang melibatkan penggunaan arus listrik untuk menghilangkan kontaminan dalam air. Proses ini bekerja dengan prinsip elektrokimia dan penggumpalan partikel-partikel halus dalam air untuk membentuk flok yang dapat diendapkan

(Gustiana dan Widayatno, 2020). Pada proses elektrokoagulasi, dua elektroda yang biasanya terbuat dari logam seperti besi dan aluminium ditempatkan di dalam air limbah. Elektrokoagulasi beroperasi dengan penggumpalan dan pengendapan partikel-partikel halus yang terdapat dalam air dengan menggunakan energi listrik (Ananda dkk., 2018). Berbagai jenis limbah yang telah diolah dengan metode ini adalah pengolahan air payau menjadi air bersih, pengolahan air limbah industri batik dan sarung, tekstil, kelapa sawit, rumah potong hewan, pangan, penyamakan kulit, laundry, pulp dan paper dan air limbah industri tahu (Hernaningsih, 2016).

Metode elektrokoagulasi dapat mengurangi beban pencemar dalam air limbah, termasuk kontaminan organik dan anorganik. elektrokoagulasi diakui sebagai teknologi efisien dan ramah lingkungan untuk pengolahan air limbah (Svilovic dkk., 2022). Pada proses elektrokoagulasi, dua elektroda yang biasanya terbuat dari logam seperti besi atau aluminium dimasukkan ke dalam air limbah. Arus listrik searah kemudian diterapkan melalui elektroda (Ni'am dkk., 2018). Untuk meminimalisir dampak negatif yang ditimbulkan oleh limbah, elektrokoagulasi dapat mengurangi kontaminan dalam air limbah penatu dan meningkatkan kualitas air yang dibuang ke lingkungan (Juherah dan Muhammad Ansar, 2018).

Berdasarkan penelitian Sarif (2022) penyisihan polutan limbah cair pembekuan ikan dengan metode elektrokoagulasi dengan elektroda aluminium mampu menurunkan kadar COD sebesar 62,74%, TSS sebesar 94,58%, kekeruhan sebesar 82,88%, dan surfaktan sebesar 83,47%. Selain itu, menurut penelitian Raiqa (2022), pasangan elektroda aluminium dan besi digunakan dalam uji elektrokoagulasi pada limbah pencucian kendaraan bermotor untuk menurunkan kadar COD sebesar 98,43%, kadar BOD sebesar 53,46%, dan kadar TSS sebesar 96,07%. Pada penelitian ini hasil awal penelitian pada air limbah penatu di Prada Utama ditentukan dengan menguji nilai COD sebesar 271 mg/L, nilai TSS sebesar 312 mg/L dan pH sebesar 7,5 di Laboratorium Teknik Lingkungan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.

Keuntungan elektrokoagulasi adalah biaya operasionalnya relatif rendah dibandingkan metode pengolahan limbah tradisional. Proses ini juga relatif sederhana dan mudah diterapkan (Sukmawardani dan Amalia, 2019). Dengan melakukan penelitian mengenai pengolahan air limbah penatu menggunakan elektrokoagulasi, penelitian ini bertujuan untuk berkontribusi dalam mengurangi dampak lingkungan akibat pencemaran air dari limbah penatu di masa depan. Proses elektrokoagulasi adalah metode pengolahan air yang melibatkan penggunaan elektroda, dimana elektroda aluminium sering digunakan. Dalam proses ini aliran arus listrik diaplikasikan pada elektroda aluminium yang akan menyebabkan pelepasan ion aluminium ke dalam air. Untuk meningkatkan kesadaran masyarakat akan bahaya pengolahan air limbah penatu, maka perlu dilakukan perbaikan lingkungan sekitar air limbah penatu. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengurangi pencemaran air limbah di lingkungan sekitar dan mencegah kerusakan lingkungan dan badan air.

### **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka perlu dilakukan penelitian mengenai kadar polutan dengan metode elektrokoagulasi dalam menurunkan kadar COD, TSS dan penyesuaian terhadap nilai pH pada pengolahan air limbah penatu. Berikut ini adalah rumusan masalah dari penelitian ini:

1. Bagaimana efektivitas penurunan kadar pencemar COD, TSS dan penyesuaian terhadap nilai pH pada air limbah penatu menggunakan elektroda aluminium (Al) dengan metode elektrokoagulasi?
2. Bagaimana variasi pengaruh tegangan dan waktu kontak terhadap penurunan kadar pencemar COD, TSS dan penyesuaian terhadap nilai pH?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, maka tujuan penelitian ini adalah:

1. Untuk mendapatkan efektivitas penurunan pencemar air limbah penatu dengan menggunakan metode elektrokoagulasi.
2. Untuk mengetahui pengaruh variasi tegangan dan waktu kontak terhadap penurunan parameter COD, TSS dan penyesuaian terhadap nilai pH air

limbah penatu.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah dan tujuan penelitian diatas, maka diharapkan penelitian ini dapat memberi manfaat antara lain:

1. Bagi masyarakat, penelitian ini dapat menerapkan metode ini pada proses pengolahan air limbah penatu.
2. Bagi peneliti, hasil penelitian dapat menjadi pengetahuan baru tentang mengurangi kadar COD, TSS dan penyesuaian terhadap nilai pH dengan menggunakan metode elektrokoagulasi.
3. Menambah pengetahuan dan wawasan baru untuk dijadikan bacaan bagi peneliti selanjutnya menggunakan metode elektrokoagulasi.

#### **1.5 Batasan Penelitian**

Penulisan tugas akhir ini memiliki peran penting untuk memfokuskan penelitian pada batasan yang lebih terfokus dan terbatas. Adapun batasan-batasan yang di peroleh pada penelitian ini diantaranya:

1. Sistem pengolahannya menggunakan metode elektrokoagulasi dengan menggunakan elektroda aluminium (Al).
2. Penelitian ini berfokus pada dua variabel yang mempengaruhi proses elektrokoagulasi yaitu variasi tegangan 3V, 4V,5V dan waktu kontak 60, 90 dan 120 menit untuk pengolahan air limbah penatu.
3. Metode elektrokoagulasi dalam mengolah air limbah penatu berfokus pada mengolah air limbah penatu dan menghitung persentase penyisihan serta laju penyisihannya pada kadar pencemar di pengaruhi oleh beberapa parameter seperti COD, TSS dan penyesuaian terhadap nilai pH.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Air Limbah**

Air limbah adalah air yang terkontaminasi dan mengandung berbagai zat yang dapat membahayakan manusia dan makhluk hidup lainnya. Air limbah merupakan hasil dari berbagai aktivitas manusia, seperti industri, pertanian dan rumah tangga (Askari Haris 2015). Air limbah adalah air yang kadar nutrisi air limbahnya dapat mengandung nutrisi seperti nitrogen dan fosfor. Adapun diantaranya yaitu kekeruhan air limbah berkaitan dengan adanya partikel tersuspensi dan warna air limbah terdapat variasi warna tergantung pada sumbernya (Sohail dkk., 2023). Menurut Permen LHK No.68 Tahun 2016 (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2016) tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik menyatakan bahwa air limbah domestik yang dihasilkan dari skala rumah tangga dan usaha atau kegiatan berpotensi mencemari lingkungan, sehingga perlu dilakukan pengolahan air limbah sebelum dibuang ke media lingkungan.

Seiring berjalannya waktu dan dengan meningkatnya aktivitas manusia, limbah yang mencemari lingkungan dan sumber daya alam juga semakin bertambah. Air limbah adalah air yang tercemar dan dapat mencakup berbagai zat yang berpotensi membahayakan manusia dan lingkungan, air limbah yang tercemar biasanya tidak aman untuk dikonsumsi langsung oleh manusia (Mostafavi dkk., 2019) pengelolaan air limbah harus menghasilkan akhir yang sesuai dengan baku mutu lingkungan yang ditetapkan. Hal ini bertujuan untuk mencegah limbah tersebut merusak lingkungan dan menjaga kualitas kesehatan manusia (Rimantho dan Athiyah, 2019). Jika limbah tanpa pengolahan langsung dibuang ke lingkungan, akan menyebabkan pencemaran yang serius dan membahayakan manusia serta lingkungan sekitarnya (Liu dkk., 2018). Pengelolaan air yang buruk dapat mengakibatkan kekurangan air dan membiarkan penyebaran penyakit yang dibawa air menjadikannya ancaman utama bagi keberlanjutan yang dapat diterima tingkat kesehatan masyarakat (Guven dkk., 2023)

## 2.2 Air Limbah Penatu

Bisnis jasa *laundry* merupakan salah satu dari sekian banyak bisnis rumahan yang semakin populer seiring dengan perkembangan zaman. Perekonomian masyarakat dapat ditingkatkan melalui bisnis *laundry*. Namun, perlu diperhatikan bahwa limbah yang dihasilkan dari usaha *laundry*, seperti air limbah penatu, mengandung deterjen dan bahan pelembut pakaian. Deterjen merupakan komponen utama dalam air limbah penatu dan biasanya terdiri dari kandungan fosfat dalam deterjen biasanya berkisar antara 70-80% dan kandungan surfaktan dalam deterjen biasanya berkisar antara 20-30% (Islam dkk., 2021). Limbah yang dihasilkan berupa sisa deterjen yang jika dibuang sembarangan ke lingkungan atau badan air terdekat akan menimbulkan pencemaran (Yahya, 2021).

Sebagian besar pembuangan limbah yang berasal dari kegiatan usaha rumahan air limbah penatu masih dibuang langsung ke badan air atau lingkungan sekitar tanpa pengolahan langsung (Wirjono dkk., 2019). Air limbah penatu memiliki dampak pada kesehatan masyarakat dikarenakan mengandung senyawa seperti fosfat, *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Total Dissolved Solid* (TSS), suhu, timbulnya endapan, bau serta perubahan warna (Risma, 2022). Menurut (Febriani dkk., 2022) penelitian air limbah penatu sebelumnya mengenai deterjen yang dibuat dari air limbah penatu mencakup bahan kimia seperti surfaktan dan fosfat.

Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 yang dapat dilihat pada Tabel 2.1.

**Tabel 2.1** Baku Mutu

Parameter	Kadar Maksimum
COD	180 mg/L
TSS	75 mg/L
pH	6-9
BOD	75 mg/L
MBAS	3 mg/L
Minyak dan Lemak	15 mg/L
Fosfat	2 mg/L

Sumber: Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No.5 Tahun 2014;

### 2.3 Parameter Pencemar dalam Air Limbah Penatu

Untuk mengatur kualitas air limbah penatu, terdapat Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah. Berikut beberapa parameter yang mencakup dalam peraturan tersebut yaitu sebagai berikut:

a. COD (*Chemical Oxygen Demand*)

(*Chemical Oxygen Demand*) COD merupakan parameter yang mengukur jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi bahan-bahan organik dalam air secara kimiawi. Pengukuran COD memberikan indikasi tentang jumlah senyawa-senyawa organik yang terdapat dalam air limbah. Bahan-bahan organik yang sulit diuraikan secara biokimia oleh mikroorganisme, sehingga diperlukan proses oksidasi kimia untuk mengurangi mikroorganisme. (Ratnawati dan Fatmasari, 2018). Menurut (Harahap dkk., 2020) Semakin tinggi nilai COD, semakin tinggi pula konsentrasi bahan organik yang terdapat dalam air limbah. Dalam proses elektrokoagulasi, terdapat beberapa mekanisme yang berperan dalam penurunan konsentrasi COD dalam air limbah. Proses oksidasi dan reduksi yang terjadi dalam reaktor elektrokoagulasi memiliki peran penting dalam pengurangan nilai COD. Pada elektroda terbentuk gas oksigen ( $O_2$ ) pada anoda dan gas hidrogen ( $H_2$ ) pada katoda dalam elektrokoagulasi. Pembentukan gas-gas ini merupakan hasil dari reaksi elektrokimia yang terjadi selama proses (Amri dkk., 2020).

Perbedaan antara *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) dan *Chemical Oxygen Demand* (COD) terletak pada jenis pengujiannya. BOD mengukur jumlah oksigen yang dikonsumsi oleh mikroorganisme dalam penguraian bahan organik di dalam air, sedangkan COD mengukur jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi seluruh bahan organik baik oleh mikroorganisme maupun bahan kimia. Jika ada bahan yang kurang rentan terhadap reaksi mikroba maka nilai BOD cenderung lebih rendah dibandingkan nilai COD. Hal ini karena COD mencakup konsumsi oksigen mikroba dan oksidasi kimia, sedangkan BOD hanya mencerminkan konsumsi oksigen mikroba (Rumi, 2021).

b. *TSS (Total Suspended Solid)*

*(Total Suspended Solid)* TSS ialah padatan tidak larut yang menyebabkan air menjadi (Santoso dkk., 2017). Padatan tersuspensi biasanya terdiri dari partikel halus (Qanita dan Subiyanto, 2019). *Total Suspended Solid* (TSS) mengacu pada jumlah zat padat tersuspensi dalam air dalam satuan mg/L. Zat padat tersuspensi ini dapat dibagi menjadi zat padat terapung dan zat padat terendap. Metode pengukuran TSS ini penting dalam menentukan tingkat kejernihan air. Jumlah TSS yang tinggi dalam air limbah dapat menunjukkan tingkat pencemaran yang tinggi dan mengindikasikan adanya bahan padat dan terlarut dalam air (Risma, 2022).

c. *Power of Hydrogen (pH)*

*Power of Hydrogen* (pH) mengindikasikan tingkat keasaman atau kebasaaan suatu larutan, termasuk dalam konteks limbah cair. pH diukur pada skala 0 hingga 14, dengan nilai 7 menandakan keadaan netral. Nilai pH dibawah 7 menunjukkan larutan bersifat asam, sedangkan nilai pH diatas 7 menunjukkan larutan bersifat basa. Pada pengelolaan limbah cair, penting untuk memantau dan menjaga pH dalam batas baku mutu yang ditetapkan oleh regulasi lingkungan. Dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesi Nomor 5 Tahun 2014, baku mutu untuk parameter pH pada limbah cair berkisar antara 6 hingga 9. Hal ini bertujuan untuk mencegah limbah cair yang terlalu asam atau terlalu basa yang dapat menyebabkan dampak negatif pada lingkungan.

## 2.4 **Elektrokoagulasi** جامعة الرانري

Elektrokoagulasi merupakan suatu proses elektrokimia yang menggabungkan proses koagulasi dan flokulasi dalam pengolahan air atau air limbah. Pada proses elektrokoagulasi, arus listrik searah dialirkan melalui media elektrolit yang terdiri dari air limbah tersebut. Maka elektrolit umumnya menggunakan larutan elektrolit atau air limbah itu sendiri. (Mureth dkk., 2021). Menurut (Bimantara dkk., 2018) teknologi elektrokoagulasi pada pengolahan air dan air limbah yang mana pada bentuk paling sederhana menggunakan sebuah sel elektrokimia, biasanya tersebut dari besi dan aluminium dengan air ataupun air limbah sebagai elektrolitnya.

Jenis plat elektroda yang digunakan dalam proses elektrokoagulasi memainkan peran penting dalam penyisihan polutan dalam air limbah. Biasanya, plat elektroda yang digunakan adalah tembaga (Cu), aluminium (Al) atau besi (Fe). Setiap jenis plat elektroda memiliki karakteristik yang berbeda dan mampu menghasilkan efek elektrokimia yang berbeda pula (Erawati dan Nazhifah, 2020). Kuat arus yang dialirkan dalam proses elektrokoagulasi mempengaruhi kerapatan gelombang yang dihasilkan. Semakin tinggi kuat arus yang dialirkan, maka kerapatan gelombang elektrokoagulasi akan semakin rapat (Rahima dan Widayatno, 2020). Luas elektroda yang digunakan dalam proses elektrokoagulasi dapat mempengaruhi efektivitas pengolahan air limbah. Semakin luas plat elektroda, maka akan semakin banyak permukaan elektroda yang terlibat dalam reaksi elektrokimia (Sulaeman dkk., 2023).

Prinsip kerja dari elektrokoagulasi ini ialah menggunakan dua buah lempeng elektroda. Setelah itu kedua elektroda dialiri arus listrik searah sehingga terjadilah proses elektrokimia yang menyebabkan ion positif (kation) bergerak menuju katoda dan ion negatif (anion) bergerak menuju anoda (Aulia dan Rio, 2015), elektrokoagulasi didasarkan pada prinsip dasar reaksi redoks (reduksi-oksidasi) (Putri dan Purnama, 2022). Metode elektrokoagulasi dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya suhu, rapat arus, waktu kontak, tegangan, pH, ketebalan plat, jarak antar elektroda, jenis plat elektroda dan luas permukaan plat elektroda. Selain itu, kelebihan elektrokoagulasi adalah dapat mereduksi koloid dan partikel kecil. Hal ini disebabkan karena arus yang ada di dalam air mempercepat pergerakan koloid dan partikel di dalam air. Selama proses berlangsung, arus yang disuplai tidak mempengaruhi suhu dan tidak diperlukan penyesuaian pH atau penggunaan bahan kimia (Sayow dkk., 2020).

Elektrokoagulasi dapat mempengaruhi pembentukan gas hidrogen atau oksigen dan jumlah ion hidroksida yang dihasilkan selama proses elektrokoagulasi. Gelembung gas yang dihasilkan mendapatkan peningkatan yang signifikan dalam jumlahnya dan dapat meningkatkan kinerja flotasi. Proses flotasi biasanya melibatkan pengenalan gelembung ke dalam air limbah untuk mengangkat atau mendorong partikel-partikel ke permukaan air dan membentuk lapisan busa. Partikel-partikel kemudian dapat diangkat dan dihapus dari air

limbah. Menurut (Yulianto dkk., 2009) Semakin besar tegangan elektrokoagulasi yang diberikan semakin banyak pula flok-flok dihasilkan yang dapat mengikat kontaminan pada limbah dan jarak antar plat elektroda sangat berpengaruh pada proses penurunan.

Ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi elektrokoagulasi yaitu sebagai berikut:

#### 1. Jenis Plat Elektroda

Jenis plat elektroda yang digunakan pada elektrokoagulasi memiliki peran penting dalam penyisihan polutan dalam air limbah. Beberapa jenis plat elektroda yang sering digunakan adalah tembaga (Cu), aluminium (Al) dan besi (Fe) (Erawati dan Nazhifah, 2020). Al dan Fe menghasilkan ion yang berbeda dalam elektrokoagulasi. Elektroda Al dan Fe sering digunakan di seluruh dunia dalam elektrokoagulasi, terutama untuk menghilangkan kontaminan. Selain itu, elektroda Al dan Fe murah, mudah di dapat dan memiliki efisiensi penghilangan yang tinggi. Meskipun Al dan Fe berada pada tingkat yang sama dalam rangkaian reaktivitas logam, mereka menghasilkan ion yang berbeda selama elektrokoagulasi. Selain itu, banyak penelitian menunjukkan bahwa Al dan Fe memberikan kisaran penyisihan COD yang sama.

#### 2. Luas Plat Elektroda

Pada proses elektrokoagulasi, luas permukaan plat elektroda memainkan peran penting dalam menghasilkan koagulan dan memfasilitasi proses pengumpulan partikel. Semakin besar luas permukaan plat elektroda, semakin banyak koagulan yang dihasilkan, dan kemampuan elektrokoagulasi untuk menghilangkan polutan dapat meningkat (Tuhu Agung R, 2018).

#### 3. Tegangan

Semakin besar tegangan dinaikkan maka jumlah partikel-partikel ion akan semakin besar sehingga menyebabkan arus yang mengalir semakin besar, besar tegangan dapat mempengaruhi ukuran gelembuk dan pembentukan flok. Tegangan mempengaruhi perubahan kimia yang bergerak melalui larutan logam atau elektrolit karena adanya perbedaan potensial. Semakin tinggi tegangan yang diberikan maka waktu pelepasan ion  $Al^{3+}$  semakin cepat, potensi elektroda aluminium untuk melepaskan  $Al^{3+}$  semakin besar dan flok  $Al(OH)_3$  yang dihasilkan semakin besar dan mengikat kontaminan lebih banyak. Tegangan tinggi

juga mempengaruhi jumlah gelembung tersebut membawa kontaminan ke permukaan (Juherah dan Muhammad Ansar, 2018).

#### 4. Waktu

Waktu yang diberikan dalam proses elektrokoagulasi memiliki peran penting dalam efektivitas pengolahan air limbah. Pada elektrokoagulasi, ketika arus listrik dialirkan melalui elektroda, terjadi reaksi elektrokimia yang menghasilkan ion-ion logam dari elektroda ke dalam air limbah. Waktu juga dapat mempengaruhi proses elektrokoagulasi. Semakin lama waktu proses elektrokoagulasi maka interaksi antar partikel akan semakin banyak sehingga menghasilkan ukuran yang lebih besar dan kualitas air yang lebih baik. Hal ini disebabkan peningkatan gas  $H_2$  dan  $OH$  meningkatkan jumlah kompleks yang bergabung dengan polutan. Selain itu, semakin tinggi tegangannya semakin mudah untuk menghilangkan polutan yang terkandung dalam air limbah. Karena tegangan berbanding lurus dengan air yang mengalir, elektron ditransfer dari elektroda ke elektrolit menciptakan sejumlah besar gelembung dan mempercepat logam hidroksida larut dalam air dan membentuk endapan. Semakin banyak polutan yang dihasilkan dalam air. Tingkat ketegangan dapat mempengaruhi ukuran gelembung dan pembentukan flok (Merma dkk., 2020)

#### 5. Jarak antar Elektroda

Besarnya jarak antar elektroda mempengaruhi besarnya hambatan elektrolit, semakin besar jaraknya semakin besar hambatannya sehingga semakin kecil arus yang mengalir (Saputra, 2018). Hal ini dikarenakan interaksi antara ion dalam koagulan semakin sedikit, akan tetapi dalam elektrokoagulasi disarankan menggunakan jarak elektroda yang kecil untuk menghemat energi.

Adapun eksperimen terdahulu dengan menggunakan metode elektrokoagulasi dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Hasil penelitian Terdahulu

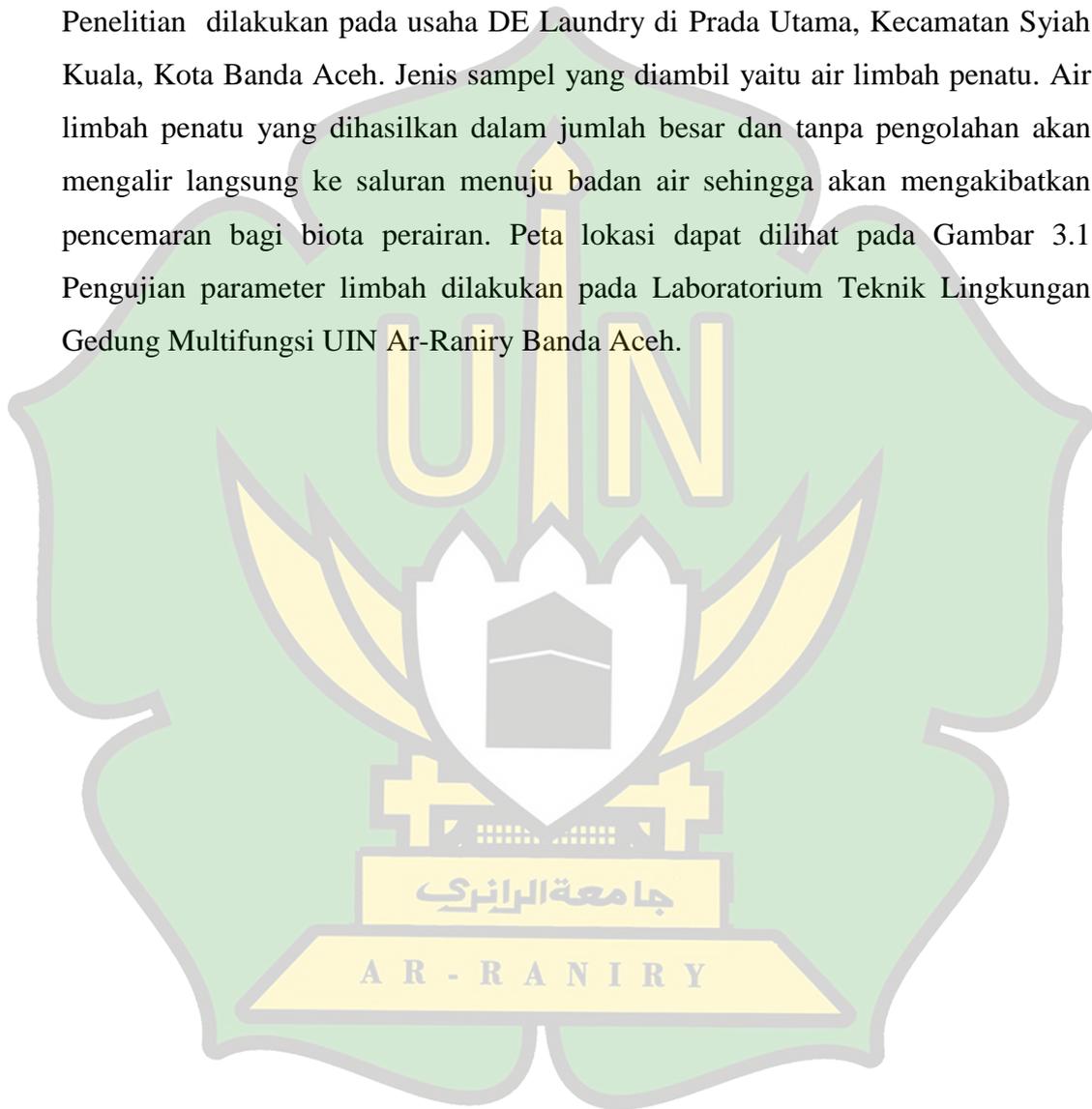
Judul Penelitian	Variasi dan Elektroda Yang Digunakan	Efektivitas Penyisihan
Raiqa, S. (2022). Pengolahan Limbah Cair Pencucian Kendaraan Bermotor Menggunakan Metode Elektrokoagulasi dengan Pasangan Aluminium dan Besi	Elektroda Al dan Fe Tegangan = 2, 3, 4 dan 5 V Waktu = 90, 120, dan 180 menit Jarak plat = 2 cm dan 4 cm	Tegangan 5 V Waktu = 90 menit Jarak plat = 2 cm COD = 98,43% pH dari 7,8 menjadi 8,2
Hanif, (2022). Penurunan Kadar Pencemar Pada Air Limbah Rumah Potong Hewan (RPH) Dengan Metode Elektrokoagulasi	Elektroda Al dan Al Rapat Arus = 40, 45 dan 50 A/m <sup>2</sup> Waktu = 30, 60, 90, 120, 150 dan 180 menit	Rapat Arus = 50 A/m <sup>2</sup> Waktu = 180 menit COD = 76,81% pH = dari 5,9 menjadi 8,1
Ni'am, Achmad Chusnun, Afandi dan Jenny. (2018). Variasi Jumlah Elektroda Dan Besar Tegangan Dalam Menurunkan Kandungan COD Dan TSS Limbah Cair Tekstil Dengan Metode Elektrokoagulasi	Elektroda Al dan Fe Tegangan = 4, 8, 12 V Waktu = 15,45 dan 75 menit Jumlah Elektroda = 2	Tegangan 12 V Waktu = 75 menit COD = 76% TSS = 85%
Maghfirah, I. (2022). Penurunan Kadar Pencemar Pada Air Limbah Cair Rumah Tangga Dengan Menggunakan Metode Elektrokoagulasi Non Kontinu	Elektroda Al dan Al Rapat Arus = 40, 45 dan 50 A/m <sup>2</sup> Waktu = 30, 60, 90, 120, 150 dan 180 menit	Rapat Arus = 50 A/m <sup>2</sup> Waktu = 180 menit COD = 79,79% TSS = 97,30% Ph = dari 5,6 menjadi 8
Amalia, D. T., dan Tuhu, A (2020). Pengaruh Derajat Keasaman Pada Proses Elektrokoagulasi Untuk Penyisihan Bahan Organik Limbah Batik	Elektroda Al dan Al Waktu = 30, 60, 90, 120, 150 menit Jarak elektroda 3 cm	Waktu = 150 menit COD = 87,5% TSS = 78%

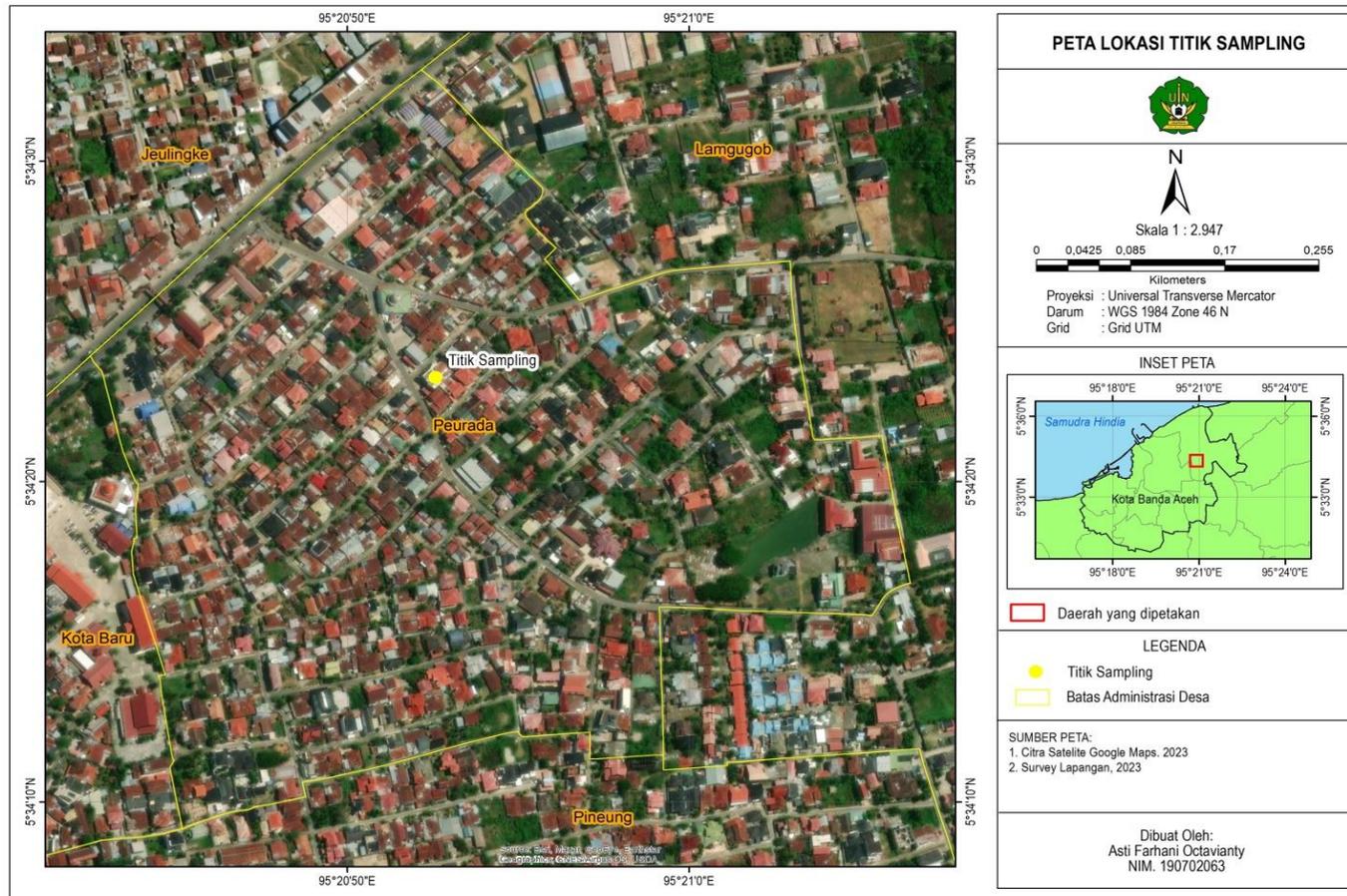
## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Waktu dan Lokasi Pengambilan Sampel**

Penelitian ini dilakukan selama bulan Maret 2023 sampai Juli 2023. Penelitian dilakukan pada usaha DE Laundry di Prada Utama, Kecamatan Syiah Kuala, Kota Banda Aceh. Jenis sampel yang diambil yaitu air limbah penatu. Air limbah penatu yang dihasilkan dalam jumlah besar dan tanpa pengolahan akan mengalir langsung ke saluran menuju badan air sehingga akan mengakibatkan pencemaran bagi biota perairan. Peta lokasi dapat dilihat pada Gambar 3.1 Pengujian parameter limbah dilakukan pada Laboratorium Teknik Lingkungan Gedung Multifungsi UIN Ar-Raniry Banda Aceh.





**Gambar 3.1** Peta Lokasi Pengambilan Sampel Penelitian

### 3.2 Teknik Pengambilan Sampel

Metode pengambilan sampel menggunakan metode *grab sample* atau sesaat. Pengambilan sampel dilakukan pada usaha *Laundry* Prada Utama, Kecamatan Syiah Kuala, Kota Banda Aceh. Waktu pengambilan sampel dilakukan pada pagi hari antara pukul 08.00-11.00 WIB. Sampel diambil dengan menggunakan gayung bertangkai lalu dimasukkan ke botol plastik sesuai dengan ketentuan. Sampel diambil pada saluran sebelum masuk ke tempat pembuangan (SNI 6989.59:2008) dengan tahapan bahan kaca atau plastik atau *polyethylene* (PE), *polypropylene* (PP) atau *teflon* dan *Poly Tetra Fluoro Ethylene* (PTFE), dapat dicuci dari bekas sebelumnya dengan mudah, penutupnya kuat dan rapat, bersih dan bebas dari kontaminan dan tidak mudah pecah.

Adapun hasil uji karakteristik air limbah penatu dapat dilihat pada Tabel 3.1.

**Tabel 3.1** Hasil Uji Karakteristik Air Limbah Penatu

No	Parameter	Satuan	Hasil Analisis	Kadar Maksimum
1	COD	mg/L	271	180
2	TSS	mg/L	312	75
3	pH	-	7,5	6-9

### 3.3 Penelitian

#### 3.3.1 Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini digunakan pada Tabel 3.2.

جامعة الرانيري

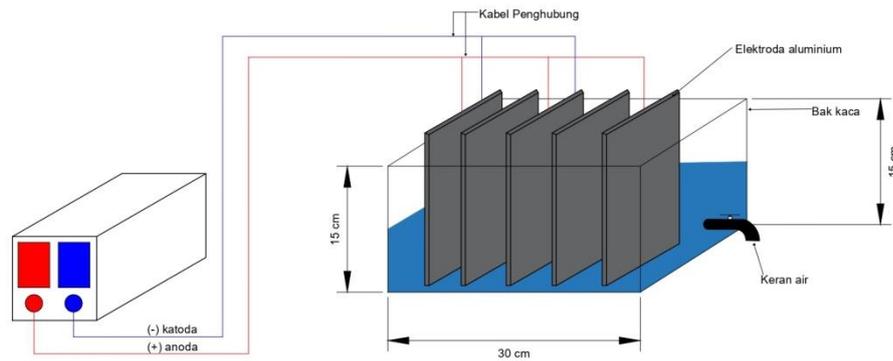
AR - RANIRY

**Tabel 3.2** Alat dan Bahan yang digunakan untuk penelitian

Alat dan Bahan	Spesifikasi	Jumlah	Kegunaan
Limbah cair rumah tangga	-	10 Liter	Sampel yang akan di teliti
<i>Power Supply</i>	Tegangan maksimal 5 volt dan kuat arus 2 Ampere	1 buah	Sebagai sumber arus pada proses elektrokoagulasi
Bak Kaca	Ketebalan 5mm,ukurannya 30 × 15 × 15 cm	1 buah	Sebagai wadah penampung limbah cair rumah tangga
Kabel Penghubung	-	6 buah	Digunakan untuk menghubungkan antara plat elektroda dengan <i>power supply</i>
Plat Aluminium	Ketebalan 1,5 mmm dengan luas 10 × 20 cm	5 buah	Sebagai plat eletroda pada proses elektrokoagulasi
Kran Air	-	1 buah	Sebagai tempat keluar limbah yang sudah di elektrokoagulasi
Gayung	-	1 buah	Sebagai gayung untuk pengambilan sampel limbah
Corong	-	1 buah	Sebagai alat bantu untuk memindah atau memasukkan larutan ke wadah
Penjepit Buaya	-	5 buah	Sebagai penghubung antara kabel plat elektroda dengan kabel penghubung
Jeriken	10 liter	1 buah	Sebagai tempat untuk memasukkan air limbah penatu

### 3.3.2 Desain Reaktor Elektrokoagulasi

Reaktor koagulasi berukuran 30 cm × 15 cm × 15 cm dan terbuat dari kaca dengan ketebalan 5 mm. Pada setiap elektroda reaktor elektrokoagulasi terdapat pelat berukuran 10 cm × 20 cm. Aluminium dipilih sebagai bahan untuk elektroda karena merupakan logam yang sangat terjangkau, mudah didapat, tidak beracun, dan efektif. Untuk memberikan energi pada elektroda, reaktor ini dihubungkan ke *power supply*. Gambar 3.2 menggambarkan desain elektroda yang akan digunakan dalam eksperimen ini.



**Gambar 3.2** Desain Reaktor Elektrokoagulasi

### 3.3.3 Desain Penelitian

#### Variabel Penelitian

Variabel independen dan variabel dependen adalah dua kategori variabel yang digunakan dalam penelitian ini.

a. Variabel Dependen

Variabel dependen adalah variabel yang dipantau dan diuji untuk memastikan bagaimana variasi bebas mempengaruhinya. Dalam penelitian ini air limbah penatu, kadar COD, TSS dan penyesuaian terhadap nilai pH yang tereduksi merupakan variabel terikat.

b. Variabel Independen

Variabel independen adalah variabel yang memiliki dampak pada perbedaan untuk membedakan antara kejadian yang dapat diamati. Variasi waktu kontak 60, 90, dan 120 menit serta variasi tegangan 3, 4, dan 5 volt merupakan variabel bebas dalam penelitian ini.

Adapun desain eksperimen variabel bebas, dapat dilihat pada Tabel 3.3.

**Tabel 3.3** Variabel Bebas

Jumlah Elektroda	Tegangan (Volt)	Waktu (Menit)	Jarak antar Elektroda
5 elektroda	3V	60	5cm
		90	
		120	
	4V	60	
		90	
		120	
	5V	60	
		90	
		120	

### 3.3.4 Prosedur Penelitian

Berikut ini adalah teknik eksperimen yang digunakan dalam penelitian ini:

1. Reaktor elektrokoagulasi diisi dengan sampel air limbah penatu seberat 8 liter.
2. Bak reaktor dengan dimensi 30 cm x 15 cm x 15 cm ditempatkan dengan hingga 5 plat aluminium yang berfungsi sebagai pelat elektroda.
3. Plat elektroda yang telah dimasukkan ke dalam bak reaktor dihubungkan dengan sumber listrik.
4. Dengan variasi tegangan 3 V, 4 V, dan 5 V, kuat arus 2 A, dan variasi waktu 60, 90, dan 120 menit, catu daya dinyalakan.
5. Pada setiap perlakuan, air limbah diambil untuk diperiksa kadar COD, TSS dan penyesuaian terhadap pH.

## 3.4 Pengukuran Parameter Air Limbah Penatu

### 3.4.1 Bahan Pengukuran

Dalam melakukan pengukuran pada penelitian ii menggunakan bahan-bahan pada Tabel 3.4.

**Tabel 3.4** Bahan-Bahan Pengukuran

Bahan	Jumlah	Satuan	Kegunaan
Air Limbah	5	liter	Sampel yang diuji
Kertas saring whatman 42 $\mu\text{m}$	18	lembar	Pengujian TSS
Aquadest	2	liter	Pelarut
$\text{K}_2\text{CrO}_7$	100	ml	Pengujian COD
$\text{H}_2\text{SO}_4$	160	ml	Pengujian COD
Multiparameter	-	-	Pengujian pH

### 3.4.2 Prosedur Pengukuran Parameter Air limbah penatu

#### 1. Pengukuran COD

- a. Masukkan 2,4 ml limbah cair kedalam tabung reaksi menggunakan pipet ukur, diikuti dengan 1,5 ml larutan standar (potasium dikromat)  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  dan 3,5 ml larutan pereaksi (asam sulfat)  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .
- b. Tabung ditutup dan dikocok perlahan sampai isinya tercampur seragam.
- c. Tabung ditempatkan ke dalam *COD Reaktor* yang telah dipanaskan hingga suhu  $150^\circ\text{C}$  dan dipanaskan selama 2 jam.
- d. Tabung didinginkan, kemudian pengukuran sampel dilakukan menggunakan COD Meter.
- e. Nilai COD yang terbaca dicatat (SNI-6989.2, 2009)

**Gambar 3.3** Pengukuran nilai COD

#### 2. Pengukuran TSS

- a. Peralatan saring digunakan untuk melakukan penyaringan. Aquades atau air tanpa mineral ditambahkan sedikit ke kertas saring.

- b. Sampel untuk pengujian di aduk hingga homogen lalu sampel 100 ml di ambil secara kuantitatif dan diletakkan di media filter
- c. Dibilas media filter dengan 10 ml air bebas mineral secara tiga kali, lalu vakum filter hingga air habis.
- d. Filter serat kaca dari pengangkat filter diletakkan dengan hati-hati ke dalam media penimbangan.
- e. Sebelum menimbang, dikeringkan media penimbangan atau cangkir yang berisi media filter kedalam oven dengan suhu 103°C hingga 105°C selama setidaknya satu jam. Dan didinginkan dengan desikator sebelum penimbangan
- f. Dilakukan penghitungan TSS dan catat hasilnya (Badan Standardisasi Nasional, 2004)

$$TSS \text{ mg/L} = \frac{(A-B) \times 1000}{\text{Volume contoh uji, ml}}$$



**Gambar 3.4** Pengukuran nilai TSS

### 3. Pengukuran pH

- a. Elektroda dibilas dengan aquades dan dikeringkan menggunakan tissue.
- b. Elektroda dicelupkan ke dalam sampel air limbah penatu sampai multiparameter menunjukkan hasil yang stabil.
- c. Dicatat hasil yang ditampilkan di multiparameter,
- d. Dilakukan pembilas setelah pengukuran pada elektroda dengan aquades

dan dilakukan pengeringan dengan tissue



**Gambar 3.5** Pengukuran nilai pH

### 3.5 Analisis Data

#### 3.5.1 Efektivitas

Menghitung persen pengurangan beban polutan dalam air limbah laundry dari setiap parameter yang dicatat sebelum dan sesudah pengolahan elektrokoagulasi adalah tujuan dari tahap analisis data dalam penelitian ini.

$$\% \text{ Efektivitas} = \frac{\text{Kadar awal} - \text{Kadar Akhir}}{\text{Kadar Awal}} \times 100\%$$

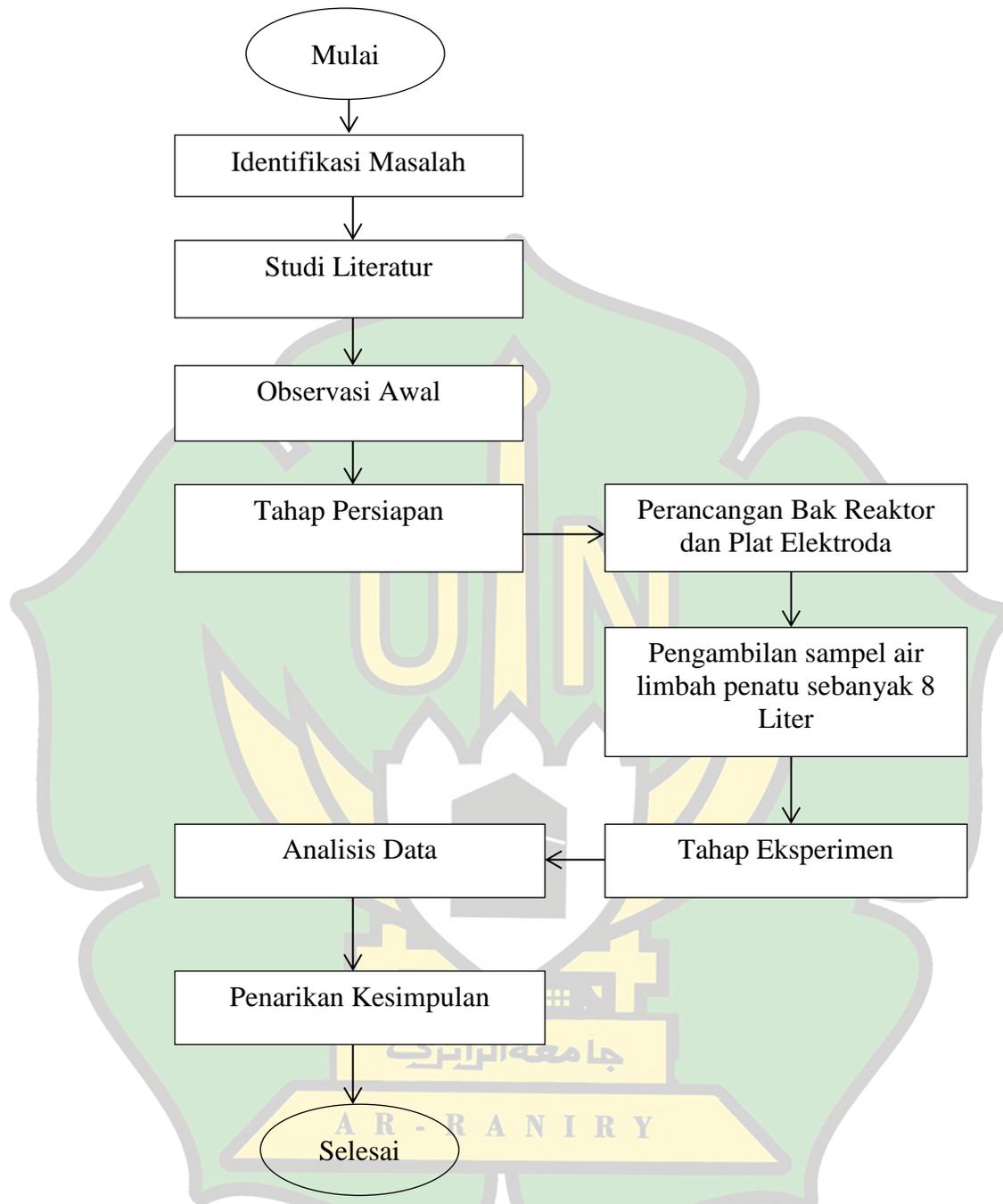
#### 3.5.2 Analisis Statistik

Aplikasi komputer statistik yang dapat memproses statistik secara tepat disebut SPSS (*Statistical Program and Social Science*). SPSS adalah perangkat lunak yang digunakan dalam analisis statistik penelitian ini untuk memproses dan menginterpretasikan data. Analisis yang digunakan ialah analisis korelasi (R), dimana menunjukkan arah dan kuatnya pengaruh suatu hubungan dari dua atau lebih variabel bebas secara bersamaan terhadap satu variabel terikat. Tujuan dari analisis ini adalah untuk mengetahui hubungan antara variabel independen yaitu tegangan dan waktu kontak terhadap variabel dependen yaitu kadar polutan COD, TSS dan pH.

### 3.6 Tahapan Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini bersifat eksperimental, dimana penelitian nantinya akan berhubungan dengan data-data parameter yang harus diteliti dan sampel yang telah diambil. Maka rencana penelitian yang akan dilakukan yaitu:

- a. Identifikasi masalah, yaitu suatu proses awal yang penting dalam melakukan sebuah penelitian yang bertujuan untuk menemukan masalah yang terjadi serta menentukan bagaimana masalah tersebut diukur sehingga kemudian menghadirkan suatu solusi yang tepat;
- b. Tahap studi literatur, yaitu studi yang dilakukan untuk mencari informasi dan mengumpulkan data yang berhubungan dengan penelitian baik dari buku, jurnal maupun skripsi;
- c. Tahapan penentuan tempat, pengambilan sampel penelitian yang bertujuan untuk mendapatkan sampel air limbah penatu yang sesuai kualifikasi dan dapat mewakili populasi dari sampel yang menjadi masalah dalam penelitian;
- d. Tahap persiapan, yaitu tahap menyiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan dalam penelitian dengan tujuan agar waktu dan pekerjaan yang dilakukan dapat efektif;
- e. Tahap perancangan reaktor dan plat elektroda yang digunakan pada air limbah penatu;
- f. Tahap pengambilan sampel air limbah penatu sebanyak 8 liter;
- g. Tahap eksperimen, yaitu untuk mengetahui pengaruh variabel penurunan parameter COD, TSS, Fosfat, dan pH yang terdapat di dalam air limbah penatu;
- h. Tahap analisis data, yaitu penelitian yang dilakukan setelah penelitian terlaksana secara keseluruhan dan data-data dalam jalannya penelitian terkumpulkan secara keseluruhan sehingga mudah dalam menarik kesimpulan;
- i. Tahap penarikan kesimpulan, yaitu tahap menjawab pertanyaan-pertanyaan yang menjadi dan masalah penelitian



**Gambar 3.6** Diagram alir tahapan penelitian

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Karakteristik Awal Air Limbah Penatu

Penelitian ini menggunakan air limbah penatu yang berlokasi di Prada Utama, Kota Banda Aceh. Air limbah penatu ini dihasilkan setiap hari dan merupakan air limbah yang terakumulasi selama pencucian. Air limbah yang dibuang langsung ke badan air dapat menjadi sumber pencemaran dan menimbulkan bau tidak sedap pada badan air. Karakteristik dari air limbah penatu sebelum dilakukan pengolahan menggunakan elektrokoagulasi dengan elektroda aluminium (Al) yang diuji pada Laboratorium Teknik Lingkungan Gedung Multifungsi UIN Ar-Raniry yang ditunjukkan pada Tabel 4.1.

**Tabel 4.1** Hasil Karakteristik Air Limbah Penatu

Parameter	Hasil Analisis (mg/l)	Baku mutu (mg/l)
COD	271	180
TSS	312	75
pH	7,5	6-9

*Sumber: Hasil Uji Laboratorium, (2023)*

Tabel 4.1 menunjukkan bahwa nilai kontaminan yang dimasukkan tidak sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Lampiran X Nomor 5 Tahun 2014. Hal ini disebabkan karena air limbah mengandung bahan organik terlarut dan tersuspensi yang tinggi sehingga meningkatkan kadar COD dan TSS. Oleh karena itu perlu pengolahan air limbah menggunakan proses elektrokoagulasi.

#### 4.2 Hasil Penelitian

Berdasarkan Tabel 4.2 terlihat bahwa setelah melewati proses elektrokoagulasi parameter air limbah penatu berubah tergantung perubahan waktu dan tegangan. Setelah air limbah penatu diolah secara elektrokoagulasi menggunakan elektroda aluminium (Al) menjadi kumpulan gelembung dan flok yang jatuh ke dasar bak kaca dan mengendap sebagai air limbah yang jernih. Pada proses elektrokoagulasi menghasilkan efektivitas dalam pengolahan air limbah paling tinggi untuk parameter COD, TSS pada waktu kontak 120 menit dengan

tegangan 5V yaitu 93,72% dan 90,38%. Hasil analisis parameter COD, TSS dan pH yang dilakukan pada air limbah dapat dilihat pada Tabel 4.2 dan penampakan fisik air limbah penatu setelah dilakukan proses elektrokoagulasi dengan elektroda aluminium dapat dilihat pada Gambar 4,1 Gambar 4,2 dan Gambar 4,3.

**Tabel 4.2** Hasil Dari Analisis Setelah Dilakukan Pengolahan Menggunakan Elektrokoagulasi Dengan Elektroda Aluminium

Tegangan	Waktu (Menit)	COD (mg/l)			TSS (mg/l)			pH	
		HPA	HPSE	EF (%)	HPA	HPSE	EF (%)	HPA	HPSE
3V	60	271	84	69	312	115	63,14	7,5	7,8
	90		72	73,43		79	74,67		8
	120		36	86,71		73	76,6		8,1
4V	60		45	83,39		108	65,38		8
	90		40	85,23		85	72,75		8
	120		35	87,08		80	74,35		8,1
5V	60		25	90,77		72	76,92		8,2
	90		19	92,98		52	83,33		8,4
	120		17	93,72		30	90,38		8,7
<b>Baku Mutu</b>		180			75			6-9	

Keterangan : Hasil Pengukuran Awal (HPA), Hasil Pengukuran Setelah Elektrokoagulasi (HPSE), dan Efektivitas (EF).



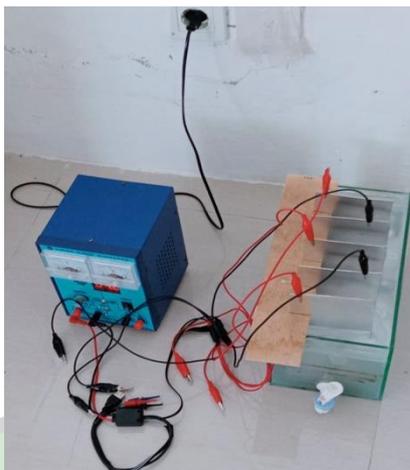
**Gambar 4.1** Penampakan Fisik Air Limbah Awal Air Limbah Penatu Sebelum Dan Setelah Proses Elektrokoagulasi Variasi Tegangan 3V Dengan Waktu Kontak 60,90 Dan 120 Menit



**Gambar 4.2** Penampakan Fisik Air Limbah Awal Air Limbah Penatu Sebelum Dan Setelah Proses Elektrokoagulasi Variasi Tegangan 4V Dengan Waktu Kontak 60,90 Dan 120 Menit



**Gambar 4.3** Penampakan Fisik Air Limbah Awal Air Limbah Penatu Sebelum Dan Setelah Proses Elektrokoagulasi Variasi Tegangan 5V Dengan Waktu Kontak 60,90 Dan 120 Menit.



**Gambar 4.4** Proses Elektrokoagulasi Menggunakan Elektroda Aluminium

### 4.3 Pembahasan

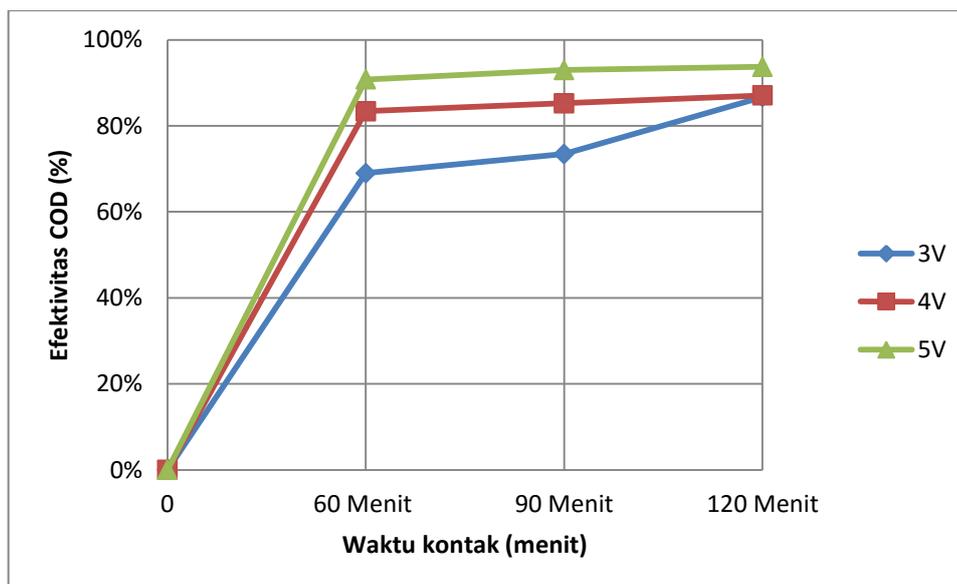
#### 4.3.1 Efektivitas Penurunan Pencemar Pada Air Limbah

##### a. COD (*Chemical Oxygen Demand*)

Pengukuran nilai COD merupakan metode untuk mengetahui jumlah bahan organik yang terkandung dalam air limbah. COD mengukur total oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi bahan organik secara kimiawi dalam suatu sampel air. Oleh karena itu nilai COD dapat memberikan gambaran tentang sejauh mana air limbah senyawa-senyawa yang dapat dioksidasi secara kimia. Kadar COD yang tinggi setelah oksidasi menandakan bahwa masih ada banyak bahan organik yang belum teroksidasi. Hal ini dapat menunjukkan adanya polutan atau zat pencemar dalam air limbah. Jika ada penurunan nilai COD setelah proses oksidasi maka bahan organik tersebut telah teroksidasi.

Berdasarkan Tabel 4.2 hasil pengolahan awal COD yaitu 271 mg/L. Perlakuan elektrokoagulasi ini memang salah satu metode yang efektif untuk menurunkan nilai COD dalam air limbah penatu. Dengan mencapai nilai COD maksimal 180 mg/L maka air limbah yang telah diolah sudah memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan oleh Permen LH No.5 Tahun 2014. Dengan mencapai baku mutu menandakan bahwa sistem elektrokoagulasi yang digunakan cukup efektif dalam mengurangi pencemaran organik dalam air limbah penatu. Pada Tabel 4.2 Penurunan nilai COD tertinggi yaitu 17 mg/L, pada perlakuan elektrokoagulasi dengan tegangan 5V dengan waktu kontak 120 menit serta nilai efektivitas sebesar 93,72%. Grafik hasil uji serta nilai efektivitas penurunan nilai

COD pada Gambar 4.5.



**Gambar 4.5** Efektivitas Penurunan Kadar COD Menggunakan Proses Metode Elektrokoagulasi

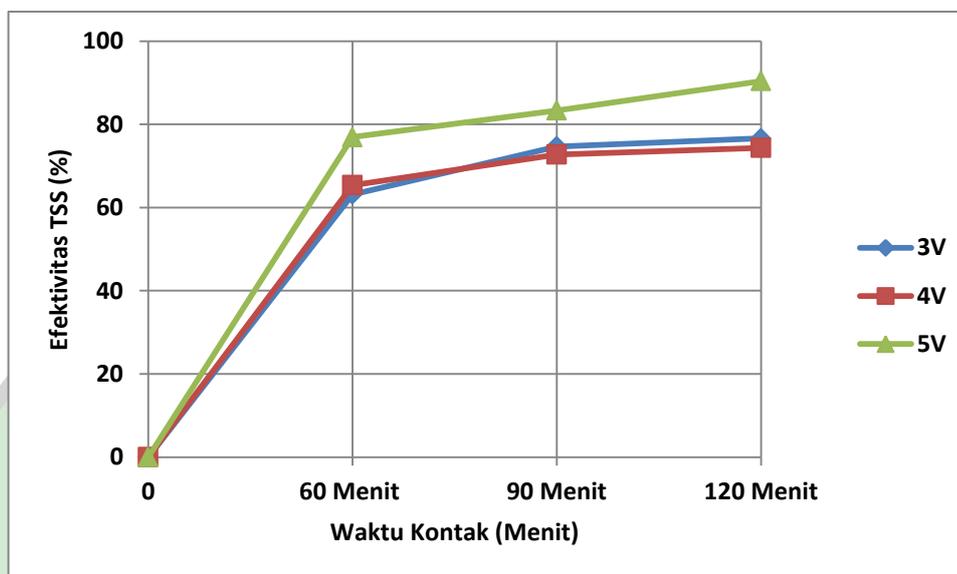
Koagulan membantu penurunan nilai COD pada air limbah disebabkan oleh bahan-bahan organik sehingga membentuk flok-flok yang lebih besar. Adapun medan listrik membantu mempercepat proses destabilisasi dan pemisahan zat-zat terlarut dalam air limbah. Ketika molekul-molekul bahan organik mengalami destabilisasi dan ikatannya terputus maka didapatkan adsorpsi oleh flok-flok koagulan yang terbentuk dan akhirnya mengendap.

#### **b. TSS (*Total Suspended Solid*)**

TSS (*Total Suspended Solid*) ialah padatan yang tidak terlarut bisa menyebabkan terjadinya kekeruhan air (Santoso dkk., 2017). Padatan tersuspensi biasanya terdiri dari partikel halus (Qanita dan Subiyanto, 2019). *Total Suspended Solid* (TSS) mengacu pada jumlah zat padat tersuspensi dalam air dalam satuan mg/L. Zat padat tersuspensi ini dapat dibagi menjadi zat padat terapung dan zat padat terendap.

Berdasarkan Tabel 4.2 hasil pengolahan awal TSS adalah 312 mg/L. Perlakuan elektrokoagulasi adalah suatu proses pengolahan air yang menggunakan arus listrik untuk mengendalikan dan mengurangi kandungan zat terlarut dan partikulasi dalam air. Proses ini sering digunakan untuk mengurangi TSS dalam air limbah, dengan nilai TSS maksimal 75 mg/L maka air limbah yang

telah diolah sudah memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan oleh Permen LH No.5 Tahun 2014. Penurunan nilai TSS tertinggi yaitu 30 mg/L, pada perlakuan elektrokoagulasi dengan tegangan 5V, waktu kontak 120 menit serta nilai efektivitas sebesar 90,38%. Grafik hasil uji serta nilai efektivitas penurunan nilai TSS pada Gambar 4.6.



**Gambar 4.6** Efektivitas Penurunan Kadar TSS Menggunakan Proses Metode Elektrokoagulasi

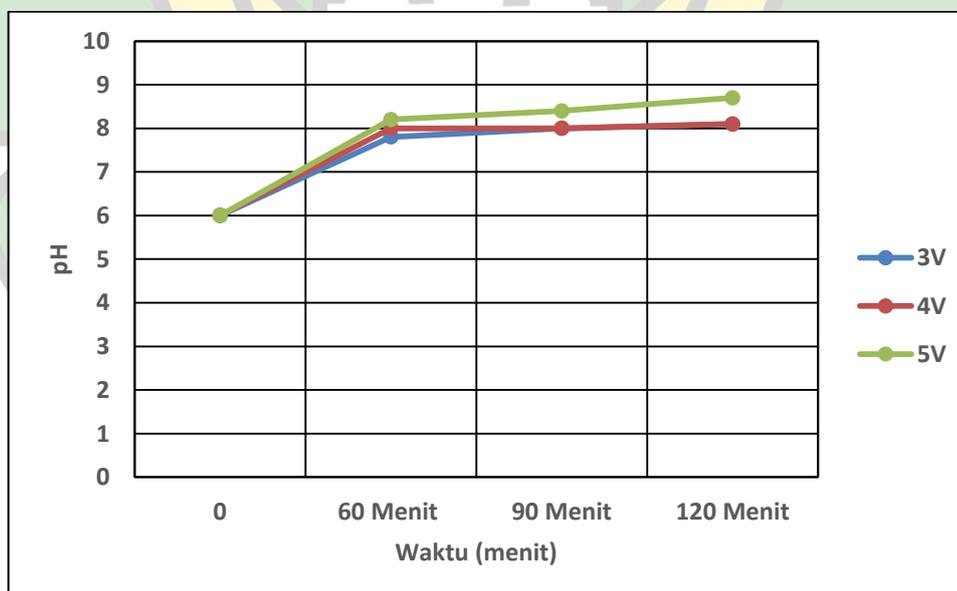
Penurunan TSS dikarenakan partikel-partikel yang terkandung air limbah umumnya bermuatan negatif. Ion positif dan negatif yang dihasilkan oleh elektroda dan menstabilkan partikel-partikel yang terkandung di dalam limbah. Semakin besar luas permukaan elektroda semakin menurun kadar TSS dari air limbah penatu. Sedangkan untuk pengaruh besar tegangan semakin besar tegangan listrik yang digunakan semakin menurun kadar TSS dari air limbah penatu. Prinsip proses kerja pereduksi TSS secara umum yaitu adanya pertumbuhan masa flok sehingga berat jenis flok menjadi besar dan akhirnya mengendap dan di karenakan juga adanya pertumbuhan masa flok sehingga berat jenis flok menjadi besar dan akhirnya mengendap.

### c. pH

Berdasarkan Tabel 4.2 hasil pengolahan awal pH dari air limbah cair penatu yaitu 7,5 yang telah memenuhi syarat dari batas baku mutu yang ditetapkan oleh PerMen LH No.5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah. PerMen LH No.5 Tahun 2014 menetapkan rentang pH tertentu untuk air limbah penatu yang boleh

dibuang ke lingkungan. Sebuah pH antara 6-9 biasanya dianggap aman dan sesuai dengan standar baku mutu. Jika pH nya diluar rentang tersebut, bisa berdampak buruk pada lingkungan. Rendahnya nilai pH menunjukkan sifat asam yang dapat merugikan ekosistem air dan makhluk hidup di dalamnya. Upaya untuk mengatasi keseimbangan pH air limbah penatu menjadi penting untuk menjaga keseimbangan lingkungan.

Nilai pH meningkat setelah dilakukan proses elektrokoagulasi. Berdasarkan Gambar 4.7, dapat diketahui bahwa proses elektrokoagulasi dengan variasi tegangan dan waktu kontak dapat memenuhi standar baku mutu. Kenaikan pH terjadi pada setiap perlakuan sejalan dengan bertambahnya kenaikan tegangan dan waktu kontak. Peningkatan pH pada air limbah dapat berkontribusi pada penurunan kadar polutan. Proses elektrokoagulasi melibatkan penggunaan medan listrik untuk menggumpalkan partikel-partikel terlarut dalam air limbah dan selama proses ini ion hidroksida ( $\text{OH}^-$ ) diproduksi di elektroda positif (Fendriani dkk., 2020)



**Gambar 4.7** Efektivitas Penyesuaian terhadap nilai pH Menggunakan Proses Metode Elektrokoagulasi

Gambar 4.7 menunjukkan bahwa nilai pH pada air limbah penatu memiliki perubahan yang cenderung naik yaitu 7,8 menjadi 8,7 pada tegangan 5V dengan

waktu kontak 120 menit. pH larutan mengalami perubahan dan cenderung semakin meningkat pada setiap waktu kontak.

#### 4.3.2 Pengaruh Waktu dan Tegangan Terhadap Penurunan Parameter Pencemar

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terlihat bahwa tegangan dan waktu memiliki pengaruh dalam penurunan konsentrasi COD, TSS dan penyesuaian terhadap nilai pH yang terdapat pada air limbah penatu. Air limbah penatu yang sebelum diolah berwarna coklat dan sedikit kekeruhan, setelah diolah menggunakan elektrokoagulasi dengan variasi tegangan 3V, 4V, 5V dan dengan waktu kontak 60, 90 dan 120 menit air limbah penatu menjadi bersih. Warna coklat dan kekeruhan yang berkurang menunjukkan bahwa elektrokoagulasi berhasil menghilangkan sebagian besar zat pencemar dalam air limbah penatu. Variasi tegangan dan waktu kontak mungkin mempengaruhi efektivitas proses tersebut. Pengaruh waktu yang terjadi pada proses elektrokoagulasi mempengaruhi jumlah anoda yang terlarut seiring dengan bertambahnya waktu kontak. Hal ini meningkatkan pembentukan  $Al(OH)_3$ . Hal ini meningkatkan efisiensi pengurangan konsentrasi polutan. Untuk mengetahui pengaruh tegangan dan waktu terhadap penurunan konsentrasi COD, TSS dan pH dilakukan uji korelasi dengan menggunakan aplikasi *Statistical Program And Social Science* (SPSS). Hasil uji korelasi dapat dilihat pada Tabel 4.3.

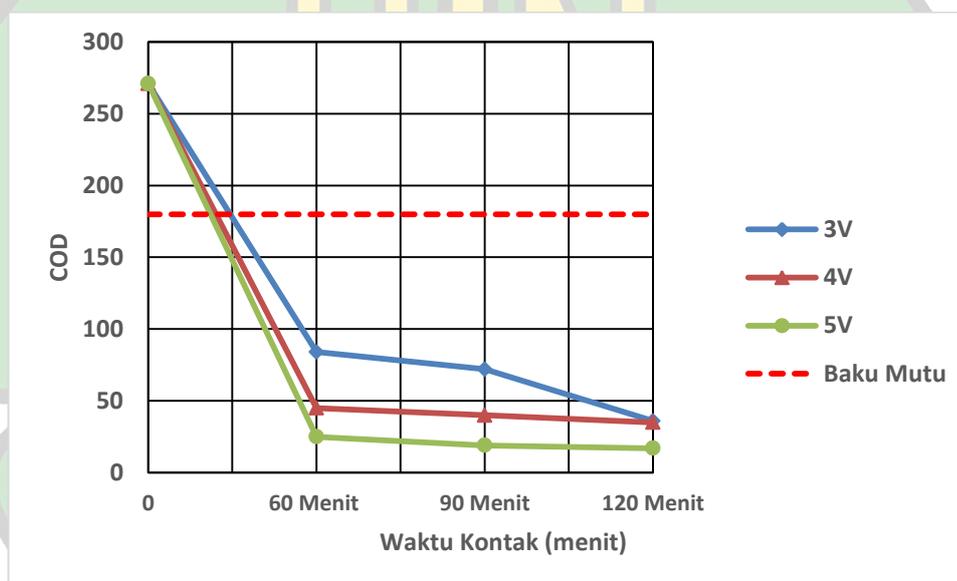
Variabel terikat	Variabel Bebas	Nilai Korelasi	Signifikansi
COD	Tegangan	-0.416	0.266
	Waktu	-0.825**	0.006
TSS	Tegangan	-0.625	0.072
	Waktu	-0.030	0.069
pH	Tegangan	0.490	0.181
	Waktu	0.762*	0.017

Keterangan: \* = Signifikan Pada Level 1%

\*\* = Signifikan Pada Level 5%

Adapun hasil uji korelasi pada Tabel 4.3 menunjukkan nilai konsentrasi COD pada tegangan memiliki nilai korelasi sebesar -0.416 dan nilai waktu sebesar 0.825. Nilai tegangan dan waktu memiliki korelasi negatif (-) yang menandakan adanya hubungan yang berlawanan, artinya semakin meningkat waktu dan

tegangan maka akan menurunkan konsentrasi nilai COD. Sedangkan nilai  $r$  tabel dengan  $N = 9$  untuk tingkat kesalahan 5% diperoleh sebesar 0.666. Dari analisis tersebut menunjukkan bahwa nilai korelasi tegangan  $0.416 < r$  tabel 0.666 dan nilai korelasi waktu  $0.825 > 0.666$ . Hal ini menunjukkan bahwa tegangan memiliki pengaruh yang cukup terhadap penurunan COD, namun untuk variabel waktu memiliki koefisien korelasi yang sangat tinggi terhadap penurunan nilai COD. Penelitian ini terdapat korelasi yang tidak signifikan antara tegangan terhadap penurunan COD dengan nilai  $0.266 > 0.05$ , tetapi waktu kontak memiliki koefisien korelasi yang signifikan terhadap penurunan COD dengan nilai  $0.006 < 0.05$ . Penurunan konsentrasi COD pada air limbah penatu terjadi sebesar 17 mg/L variasi tegangan 5V dengan waktu kontak 120 menit. Dapat dilihat hasil penurunan yang terjadi pada parameter COD pada Gambar 4.8.



**Gambar 4.8** Hasil Penurunan Kadar COD Pada Air Limbah Penatu Menggunakan Metode Elektrokoagulasi

Tegangan dan waktu mempengaruhi produksi gas oksigen dan hidrogen melalui reaksi oksidasi pada elektroda, sehingga menghasilkan kemampuan mereduksi zat organik dan akibatnya menurunkan konsentrasi COD.

Adapun hasil uji korelasi pada konsentrasi TSS pada tegangan 5V dengan waktu kontak 120 menit dapat menurunkan konsentrasi TSS dari nilai awal sebesar 312 mg/L menjadi 30 mg/L yang memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014

Lampiran X yaitu sebesar 75 mg/L. Dapat dilihat hasil penurunan yang terjadi pada parameter TSS pada Gambar 4.9.



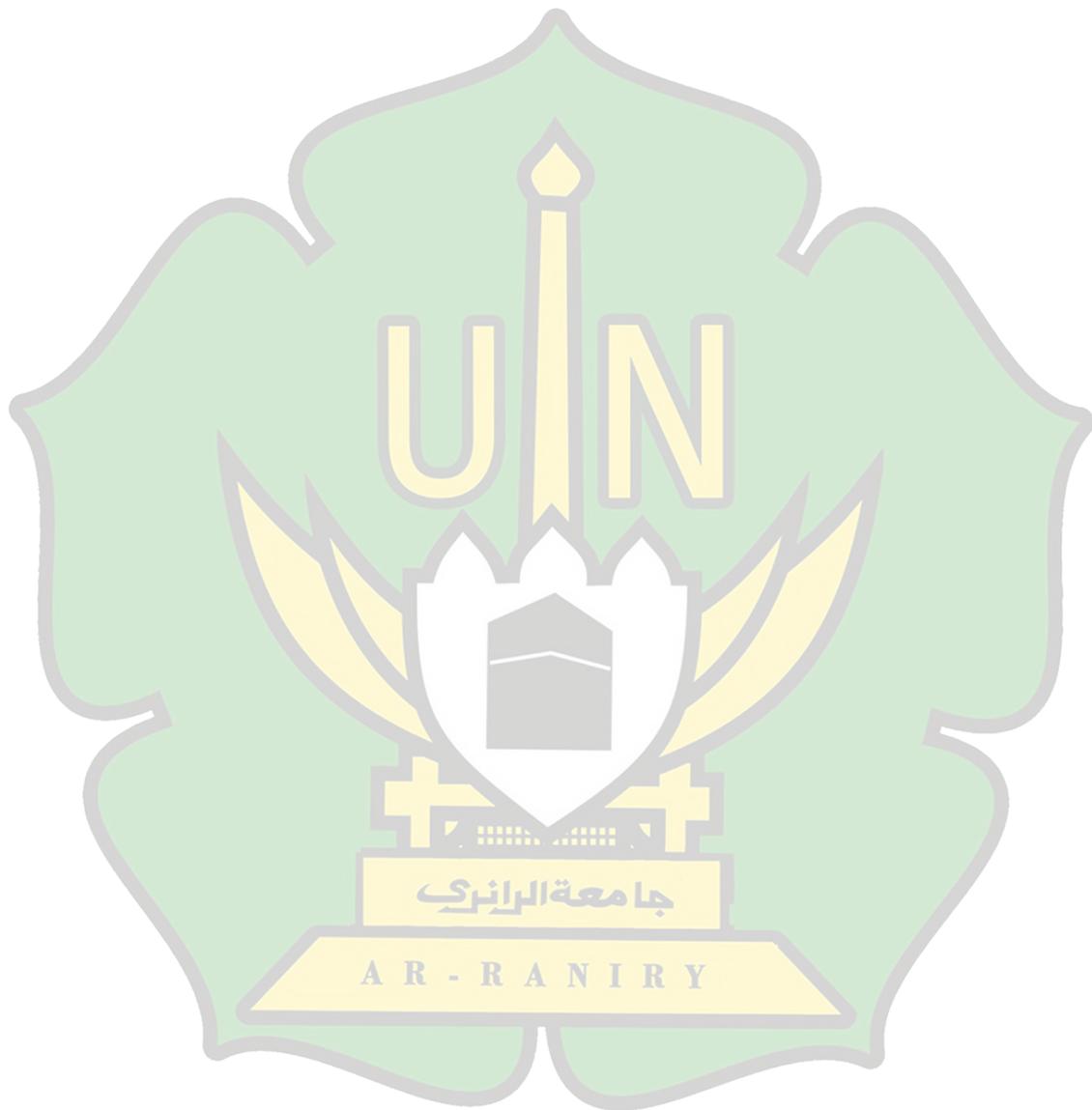


**Gambar 4.9** Hasil Penurunan Kadar TSS Pada Air Limbah Penatu Menggunakan Metode Elektrokoagulasi

Gambar 4.9 menunjukkan kemampuan elektrokoagulasi dalam menurunkan konsentrasi TS dengan pengaruh perbedaan tegangan dan waktu kontak. Dari analisis tersebut menunjukkan bahwa nilai korelasi tegangan  $0.625 < r$  tabel  $0.666$  dan nilai korelasi waktu  $0.030 < 0.666$ . Hal ini menunjukkan bahwa tegangan memiliki pengaruh yang sangat tinggi terhadap penurunan TSS, namun untuk variabel waktu memiliki koefisien korelasi yang rendah terhadap penurunan nilai TSS. Penelitian ini terdapat korelasi yang tidak signifikan antara tegangan terhadap penurunan TSS dengan nilai  $0.072 > 0.05$  dan waktu kontak memiliki koefisien korelasi yang tidak signifikan terhadap penurunan TSS dengan nilai  $0.069 > 0.05$ . Penurunan konsentrasi TSS pada air limbah penatu terjadi sebesar  $30 \text{ mg/L}$  variasi tegangan  $5\text{V}$  dengan waktu kontak  $120$  menit. Penurunan TSS ini berkaitan dengan besar tegangan dan lamanya waktu kontak pada saat proses elektrokoagulasi yang berarti semakin banyak flok yang terbentuk sehingga dapat mengikat kontaminan pada air limbah.

Hasil pengaruh dari tegangan dan waktu kontak dalam proses elektrokoagulasi dalam mempengaruhi nilai pH, maka dilakukan juga uji korelasi. Tegangan memperoleh nilai korelasi sebesar  $0.490 > 0.666$  dengan nilai signifikansi  $0.181 > 0.05$  dan waktu kontak memperoleh nilai korelasi sebesar

0.762 > 0.666 dengan nilai signifikan  $0.017 < 0,05$ . Dapat disimpulkan tegangan memiliki korelasi yang cukup terhadap penyesuaian nilai pH dan waktu kontak memiliki nilai korelasi yang tinggi terhadap penyesuaian nilai pH.



## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang diperoleh maka dapat diambil kesimpulan pengolahan air limbah penatu menggunakan elektrokoagulasi yaitu:

1. Efektivitas pengolahan menggunakan metode elektrokoagulasi dapat memperoleh nilai terbaik pada tegangan 5V dan waktu kontak 120 menit dengan efektivitas penurunan pada COD 93,72 % dan TSS 90,38% . Sehingga semua telah memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan oleh Permen LH No.5 Tahun 2014.
2. Tegangan dan lama waktu kontak dapat mempengaruhi efektivitas penurunan bahan pencemar dengan proses elektrokoagulasi. Tegangan dan waktu kontak yang cukup tinggi dapat meningkatkan efektivitas penurunan bahan pencemar air limbah penatu.

#### **5.2 Saran**

Berdasarkan hasil penelitian yang di analisis terdapat saran dan masukan dalam penelitian ini yaitu perlu adanya penelitian lanjutan mengenai metode elektrokoagulasi diantaranya yaitu:

1. Menggunakan variasi tegangan dan waktu kontak dan penambahan parameter pada air limbah penatu seperti BOD, ammonia, minyak dan lemak, MBAS dan surfaktan.
2. Menggunakan elektroda lain seperti bentuk spiral, besi dan kombinasi aluminium dan besi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ain, S. Z., dan Noviana, L. (2021). Efektivitas Melati Air Dalam Menurunkan Kadar Bod, Cod Dan Tss Pada Air Limbah Laundry. *Sustainable Environmental and Optimizing Industry Journal*, 1(1), 1–14.
- Amri, I., Pratiwi Destinefa, dan Zultiniar. (2020). Pengolahan Limbah Cair Tahu Menjadi Air Bersih Dengan Metode Elektrokoagulasi Secara Kontinyu. *Chempublish Journal*, 5(1), 57–67.
- Ananda, E. R., Irawan, D., Wahyuni, S. D., Kusuma, A. D., Buadiarto, J., dan Hidayat, R. (2018). Pembuatan Alat Pengolah Limbah Cair Dengan Metode Elektrokoagulasi Untuk Industri Tahu Kota Samarinda. *JTT (Jurnal Teknologi Terpadu)*, 6(1), 54.
- Askari. H. (2015). Perkembangan Pengolahan Air Limbah. *Chemical Engineering*, 10(10).
- Aulia, A. F., dan Rio, U. (2015). Aplikasi Identifikasi Sampel Air Layak Uji dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) pada Dinas Pekerjaan Umum Unit Pelayanan Terpadu Pengujian Provinsi Riau. *SATIN - Sains Dan Teknologi Informasi*, 1(1), 55.
- Badan Standardisasi Nasional. (2004). Air dan air limbah – Bagian 3: Cara uji padatan tersuspensi total (Total Suspended Solid, TSS) secara gravimetri. *Sni 06-6989.3-2004*, 10.
- Bimantara, H., Kapal, P., Perkapalan, P., dan Surabaya, N. (2018). *Tugas Akhir Efisiensi Removal Cod, Tss Dan Fluoride Pada Limbah Cair Industri Asam Fosfat Dengan Metode*. 137–152.
- BSNI. (2021). Air dan Air Limbah – Bagian 31 : Cara Uji Kadar Fosfat dengan Spektrofotometer Secara Asam Askorbat. *Sni*, 1–27.
- Erawati, E., dan Nazhifah, D. N. (2020). Kinetika Reaksi pada Pengolahan Limbah Fe Sintesis dengan Metode Elektrokoagulasi. *Proceeding of The URECOL*, 354–360.
- Farida, A., Ariyani, S., Sulistyaningsih, N. E., dan Kurniasari, L. (2019). Pemanfaatan Limbah Kulit Jagung (*Zea Mays L.*) Sebagai Adsorben Logam Kadmium Dalam Larutan. *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*, 4(2), 27–32.

- Febriani, D. S., Darmayanti, L., dan Handayani, Y. L. (2022). Pemanfaatan Floating Treatment Wetland Untuk Pengolahan Air Limbah Penatu. *Techno (Jurnal Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Purwokerto)*, 23(1), 19–28.
- Fendriani, Y., Nurhidayah, Handayani, L., Samsidar, dan Rustan. (2020). Pengaruh Variasi Jarak Elektroda Dan Waktu Terhadap Ph Dan Tds Limbah Cair Batik Menggunakan Metode Elektrokoagulasi. *Journal Online of Physics*, 5(2), 59–64.
- Gustiana, E. G., dan Widayatno, T. (2020). Penurunan Kadar Cod Bod Dan Tss Limbah Cair Pabrik Tahu. *The 11th University Research Colloquium 2020 Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta*, 72–78.
- Guyen, H., Ersahin, M. E., Ozgun, H., Ozturk, I., dan Koyuncu, I. (2023). Energy and material refineries of future: Wastewater treatment plants. *Journal of Environmental Management*, 329(September 2022), 117130. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.117130>
- Hernaningsih, T. (2016). Tinjauan Teknologi Pengolahan Air Limbah Industri dengan Proses Elektrokoagulasi. *Jrl*, 9(1), 31–46.
- Indonesia, S. N., dan Nasional, B. S. (2002). *Metode pengujian pH tanah dengan alat pH meter*.
- Irmanto, I., dan Suyata, S. (2010). Optimasi Penurunan Nilai Bod, Cod Dan Tss Limbah Cair Industri Tapioka Menggunakan Arang Aktif Dari Ampas Kopi. *Molekul*, 5(1), 22.
- Islam, U., Banda, N. A., Monica, Y., Program, M., dan Teknik, S. (2021). *Fitoremediasi Limbah Penatu Dengan Tanaman Sawi ( Brassica Juncea Dan Brassica Rapa ) Menggunakan Sistem Hidroponik Deep Flow Technique ( Dft ) Universitas Islam Negeri Ar – Raniry Darussalam - Banda Aceh*.
- Juherah, dan Muhammad Ansar. (2018). Pengolahan Limbah Cair Dengan Elektrokoagulasi Dalam Menurunkan Kadar Fosfat(Po4) Pada Limbah Laundry. *Journal of Materials Processing Technology*, 1(1), 1–8.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2022). *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2022 Tentang Pengolahan Air Limbah Bagi Usaha Dan/atau Kegiatan*

- Pertambangan Dengan Menggunakan Metode Lahan Basah Buatan*. 5, 1–23.
- Kurniati, T. R., dan Mujiburohman, M. (2020). Pengaruh Beda Potensial dan Waktu Kontak Elektrokoagulasi Terhadap Penurunan Kadar COD dan TSS pada Limbah Cair Laundry. *The 11th University Research Colloquium 2020 Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta*, 309–313.
- Liu, F., Song, S., Cheng, G., Xiong, W., Shi, L., dan Zhang, Y. (2018). MIL-101(Cr) metal–organic framework functionalized with tetraethylenepentamine for potential removal of Uranium (VI) from waste water. *Adsorption Science and Technology*, 36(7–8), 1550–1567.
- Melián, E. P., Santiago, D. E., León, E., Reboso, J. V., dan Herrera-Melián, J. A. (2023). Treatment of laundry wastewater by different processes: Optimization and life cycle assessment. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 11(2).
- Merma, A. G., Santos, B. F., Rego, A. S. C., Hacha, R. R., dan Torem, M. L. (2020). Treatment of oily wastewater from mining industry using electrocoagulation: Fundamentals and process optimization. *Journal of Materials Research and Technology*, 9(6), 15164–15176.
- Mostafavi, S., Rezaverdinejad, V., dan Pirsá, S. (2019). Design and fabrication of nanocomposite-based polyurethane filter for improving municipal waste water quality and removing organic pollutants. *Adsorption Science and Technology*, 37(1–2), 95–112.
- Mureth, R., Machunda, R., Njau, K. N., dan Dodoo-Arhin, D. (2021). Assessment of fluoride removal in a batch electrocoagulation process: A case study in the Mount Meru Enclave. *Scientific African*, 12, e00737.
- Ni'am, A. C., Caroline, J., dan Afandi, M. . H. (2018). Variasi Jumlah Elektroda Dan Besar Tegangan Dalam Menurunkan Kandungan Cod Dan Tss Limbah Cair Tekstil Dengan Metode Elektrokoagulasi. *Al-Ard: Jurnal Teknik Lingkungan*, 3(1), 21–26.
- Novita, S. (2017). Pengaruh Variasi Kuat Arus Listrik Dan Waktu Pengadukan Pada Proses Elektrokoagulasi Untuk Penjernihan Air Baku PDAM Tirtanadi Ipa Sunggal. *Seminar Nasional Pendidikan Dasar Universitas Negeri Medan*, 5(3), 31–44.

- Pungut, P., Al Kholif, 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.
- Putri, R. A., dan Purnama, H. (2022). Pengaruh Tegangan dan Waktu pada Pengolahan Lindi Metode Elektrokoagulasi-Adsorpsi Zeolit. *Jurnal Reka Lingkungan*, 10(2), 135–144.
- Qanita, H., dan Subiyanto, S. (2019). Analisis Distribusi Total Suspended Solid Dan Kandungan Klorofil-a Perairan Banjir Kanal Barat Semarang Menggunakan Citra Landsat 8 Dan Sentinel-2a. *Jurnal Geodesi Undip*, 8(1), 435–445.
- Rahima, F. N., dan Widayatno, T. (2020). Penurunan Kadar COD, BOD dan TSS Limbah Cair Industri Tahu dengan Metode Elektrokoagulasi Secara Kontinyu Menggunakan Elektroda Aluminium (Al). *Jurnal Proceeding of The URECOL*, 72–78.
- Raiqa, S. (2022). Pengolahan limbah cair pencucian kendaraan bermotor menggunakan metode elektrokoagulasi dengan pemasangan elektroda aluminium dan besi. *Skripsi Teknik Lingkungan*.
- Ratnawati, R., dan Fatmasari, R. D. (2018). Fitoremediasi Tanah Tercemar Logam Timbal (Pb) Menggunakan Tanaman Lidah Mertua (*Sansevieria trifasciata*) Dan Jengger Ayam (*Celosia plumosa*). *Al-Ard: Jurnal Teknik Lingkungan*, 3(2), 62–69.
- Ridantami, V., Wasito, B., dan Prayitno, P. (2017). Pengaruh Tegangan Dan Waktu Pada Pengolahan Limbah Radioaktif Uranium Dan Thorium Dengan Proses Elektrokoagulasi. *Jurnal Forum Nuklir*, 10(2), 102.
- Ridwan Harahap, M., Dhea Amanda, L., dan Hakim Matondang, A. (2020). Analisis Kadar Cod (Chemical Oxygen Demand) Dan Tss (Total Suspended Solid) Pada Limbah Cair Dengan Menggunakan Spektrofotometer Uv-Vis. *Amina*, 2(2), 79–83.
- Rimantho, D., dan Athiyah. (2019). Analisis Kapabilitas Proses Untuk Pengendalian Kualitas Air Limbah di Industri Farmasi. *Jurnal Teknologi*, 11(1), 1–8.
- Risma, H. (2022). *Pengolahan Limbah Penatu Dengan Metode Fotodegradasi*

*Menggunakan Fotokatalis Nanopartikel Tio 2 -Sio 2.*

- Rumi, S. (2021). Penyisihan Polutan Pada Limbah Binatu Menggunakan Adsorben Arang Bambu Aktif. *Skripsi*.
- Santoso, A. A., Sudarsono, B., dan Sukmono, A. (2017). Analisis Pengaruh Tingkat Bahaya Erosi Daerah Aliran Sungai (DAS) Bengawan Solo Terhadap Total Suspended Solid (TSS) Di Perairan Waduk Gajah Mungkur. *Jurnal Geodesi Undip*, 6(4), 463–473.
- Saputra, A. I. (2018). Penurunan Tss Air Limbah Laboratorium Rumah Sakit Menggunakan Metode Elektrokoagulasi. *Journal of Nursing and Public Health*, 6(2), 6–13.
- Sayow, F., Polii, B. V. J., Tilaar, W., dan Augustine, K. D. (2020). Analisis Kandungan Limbah Industri Tahu Dan Tempe Rahayu Di Kelurahan Uner Kecamatan Kawangkoan Kabupaten Minahasa. *Agri-Sosioekonomi*, 16(2), 245.
- Setianingrum, N. P., Prasetya, A., dan Sarto. (2017). Pengaruh tegangan listrik, jarak antar elektroda dan waktu kontak terhadap penurunan zat warna remazol red rb menggunakan metode elektrokoagulasi. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pengolahan Limbah XV*, 147–156.
- SNI-6989.2. (2009). Air dan Air Limbah: Cara Uji Kebutuhan Oksigen Kimiawi. *Sni*, 6989.2, 1–16.
- Sohail, N. F., Zeshan, Iftikhar, R., dan Saleem, S. (2023). Microalgal treatment of high-nutrient wastewater using twin layer cultivation system. *Journal of*
- Sukmawardani, Y., dan Amalia, V. (2019). Chemistry Laboratorium Liquid Waste Treatment Using Electrocoagulation Method. *Jurnal Kartika Kimia*, 2(2), 100–106.
- Sulaeman, O., Anggraeni, K., Robbani, M. H., dan Hernaningsih, T. (2023). *Jurnal Teknologi Lingkungan Uji Kinerja Sistem Elektrokoagulasi terhadap Kobalt , Nikel , dan Mangan Performance Test of Electrocoagulation System to Cobalt , Nickel , and Manganese*. 24(1), 41–49.
- Svilović, S., Medvidović, N. V., Vrsalović, L., dan Kulić, A. (2022). Combining natural zeolite and electrocoagulation with different electrode materials – electrode surface analysis and Taguchi optimization. *Applied Surface Science*

*Advances*, 12(October).

- Tuhu Agung R, A. Z. (2018). Kinerja Elektrokoagulasi Sebagai Pengolahan Alternatif Limbah Cair Tinja. *Jurnal Envirotek*, 10(2).
- Utomo, W. P., Nugraheni, Z. V., Rosyidah, A., Shafwah, O. M., Naashihah, L. K., Nurfitriana, N., dan Ullfindrayani, I. F. (2018). Penurunan Kadar Surfaktan Anionik dan Fosfat dalam Air Limbah Laundry di Kawasan Keputih, Surabaya menggunakan Karbon Aktif. *Akta Kimia Indonesia*, 3(1), 127.
- Wicheisa, F. V., Hanani, Y., dan Astorina, N. (2018). Penurunan Kadar Chemical Oxygen Demand (Cod) Pada Limbah Cair Laundry Orens Tembaling Dengan Berbagai Variasi Dosis Karbon Aktif Tempurung Kelapa. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 6(6),
- Wirjono, E. R., Atma, U., Yogyakarta, J., Raharjono, A. B., Atma, U., dan Yogyakarta, J. (2019). *Implementasi Aktivitas Kualitas Lingkungan Pada*. 31(1), 22–47.
- Yahya, H. (2021). Uji Pemanfaatan Limbah Cair Laundry Menjadi Pupuk Cair. *Lingkar : Journal of Environmental Engineering*, 2(2), 29–40.
- Yulianto, A., Hakim, L., Purwaningsih, I., dan Pravitasari, V. A. (2009). Pengolahan Limbah Cair Industri Batik Pada Skala Laboratorium Dengan Menggunakan Metode Elektrokoagulasi. *Jurnal Teknologi Lingkungan Universitas Trisakti*, 5(1), 6–11.

جامعة الرانري

AR - RANIRY

## LAMPIRAN

### Lampiran 1 Perhitungan Persentase Efektivitas Penurunan Pencemar

#### 1. Efektivitas Penurunan Konsentrasi COD Dalam air limbah Penatu

##### a. Tegangan 3 V

- Perlakuan dengan waktu kontak 60 menit

$$\begin{aligned}\% \text{ Efektivitas} &= \frac{\text{Kadar awal} - \text{Kadar akhir}}{\text{Kadar awal}} \times 100\% \\ &= \frac{271 - 84}{271} \times 100\% \\ &= 69\%\end{aligned}$$

- Perlakuan dengan waktu kontak 90 menit

$$\begin{aligned}\% \text{ Efektivitas} &= \frac{\text{Kadar awal} - \text{Kadar akhir}}{\text{Kadar awal}} \times 100\% \\ &= \frac{271 - 72}{271} \times 100\% \\ &= 73,43\%\end{aligned}$$

- Perlakuan dengan waktu kontak 120 menit

$$\begin{aligned}\% \text{ Efektivitas} &= \frac{\text{Kadar awal} - \text{Kadar akhir}}{\text{Kadar awal}} \times 100\% \\ &= \frac{271 - 36}{271} \times 100\% \\ &= 86,71\%\end{aligned}$$

##### b. Tegangan 4 V

- Perlakuan dengan waktu kontak 60 menit

$$\begin{aligned}\% \text{ Efektivitas} &= \frac{\text{Kadar awal} - \text{Kadar akhir}}{\text{Kadar awal}} \times 100\% \\ &= \frac{271 - 45}{271} \times 100\% \\ &= 83,39\%\end{aligned}$$

- Perlakuan dengan waktu kontak 90 menit

$$\begin{aligned}\% \text{ Efektivitas} &= \frac{\text{Kadar awal} - \text{Kadar akhir}}{\text{Kadar awal}} \times 100\% \\ &= \frac{271 - 40}{271} \times 100\% \\ &= 85,23\%\end{aligned}$$

- Perlakuan dengan waktu kontak 120 menit

$$\% \text{ Efektivitas} = \frac{\text{Kadar awal} - \text{Kadar akhir}}{\text{Kadar awal}} \times 100\%$$

$$= \frac{271-35}{271} \times 100\%$$

$$= 87,08\%$$

c. Tegangan 5 V

- Perlakuan dengan waktu kontak 60 menit

$$\% \text{ Efektivitas} = \frac{\text{Kadar awal} - \text{Kadar akhir}}{\text{Kadar awal}} \times 100\%$$

$$= \frac{271-25}{271} \times 100\%$$

$$= 90,77\%$$

- Perlakuan dengan waktu kontak 90 menit

$$\% \text{ Efektivitas} = \frac{\text{Kadar awal} - \text{Kadar akhir}}{\text{Kadar awal}} \times 100\%$$

$$= \frac{271-19}{271} \times 100\%$$

$$= 92,98\%$$

- Perlakuan dengan waktu kontak 120 menit

$$\% \text{ Efektivitas} = \frac{\text{Kadar awal} - \text{Kadar akhir}}{\text{Kadar awal}} \times 100\%$$

$$= \frac{271-17}{271} \times 100\%$$

$$= 93,72\%$$

**2. Efektivitas Penurunan Konsentrasi TSS Dalam air limbah Penatu**

a. Tegangan 3 V

- Perlakuan dengan waktu kontak 60 menit

$$\% \text{ Efektivitas} = \frac{\text{Kadar awal} - \text{Kadar akhir}}{\text{Kadar awal}} \times 100\%$$

$$= \frac{312-115}{312} \times 100\%$$

$$= 77,53\%$$

- Perlakuan dengan waktu kontak 90 menit

$$\% \text{ Efektivitas} = \frac{\text{Kadar awal} - \text{Kadar akhir}}{\text{Kadar awal}} \times 100\%$$

$$= \frac{312-79}{312} \times 100\%$$

$$= 84,57\%$$

- Perlakuan dengan waktu kontak 120 menit

$$\% \text{ Efektivitas} = \frac{\text{Kadar awal} - \text{Kadar akhir}}{\text{Kadar awal}} \times 100\%$$

$$= \frac{312-73}{312} \times 100\%$$

$$= 85,74\%$$

d. Tegangan 4 V

- Perlakuan dengan waktu kontak 60 menit

$$\% \text{ Efektivitas} = \frac{\text{Kadar awal} - \text{Kadar akhir}}{\text{Kadar awal}} \times 100\%$$

$$= \frac{312-108}{312} \times 100\%$$

$$= 79\%$$

- Perlakuan dengan waktu kontak 90 menit

$$\% \text{ Efektivitas} = \frac{\text{Kadar awal} - \text{Kadar akhir}}{\text{Kadar awal}} \times 100\%$$

$$= \frac{312-85}{312} \times 100\%$$

$$= 83,39\%$$

- Perlakuan dengan waktu kontak 120 menit

$$\% \text{ Efektivitas} = \frac{\text{Kadar awal} - \text{Kadar akhir}}{\text{Kadar awal}} \times 100\%$$

$$= \frac{312-80}{312} \times 100\%$$

$$= 84,37\%$$

e. Tegangan 5 V

- Perlakuan dengan waktu kontak 60 menit

$$\% \text{ Efektivitas} = \frac{\text{Kadar awal} - \text{Kadar akhir}}{\text{Kadar awal}} \times 100\%$$

$$= \frac{312-72}{312} \times 100\%$$

$$= 85,93\%$$

- Perlakuan dengan waktu kontak 90 menit

$$\% \text{ Efektivitas} = \frac{\text{Kadar awal} - \text{Kadar akhir}}{\text{Kadar awal}} \times 100\%$$

$$= \frac{312-52}{312} \times 100\%$$

$$= 89,84\%$$

- Perlakuan dengan waktu kontak 120 menit

$$\% \text{ Efektivitas} = \frac{\text{Kadar awal} - \text{Kadar akhir}}{\text{Kadar awal}} \times 100\%$$

$$= \frac{312-30}{312} \times 100\%$$

$$= 94,14\%$$

## Lampiran 2 Analisis Data Menggunakan SPSS

- Data SPSS Uji Korelasi

Correlations						
		Tegangan	Waktu	COD	TSS	pH
Tegangan	Pearson Correlation	1	,000	-,416	-,625	,490
	Sig. (2-tailed)		1,000	,266	,072	,181
	N	9	9	9	9	9
Waktu	Pearson Correlation	,000	1	-,825**	-,630	,762*
	Sig. (2-tailed)	1,000		,006	,069	,017
	N	9	9	9	9	9
COD	Pearson Correlation	-,416	-,825**	1	,753*	-,804**
	Sig. (2-tailed)	,266	,006		,019	,009
	N	9	9	9	9	9
TSS	Pearson Correlation	-,625	-,630	,753*	1	-,943**
	Sig. (2-tailed)	,072	,069	,019		,000
	N	9	9	9	9	9
pH	Pearson Correlation	,490	,762*	-,804**	-,943**	1
	Sig. (2-tailed)	,181	,017	,009	,000	
	N	9	9	9	9	9

جامعة الرانيري

AR - RANIRY

### Lampiran 3 Baku Mutu Air limbah PERMEN LH No. 5 Tahun 2014

LAMPIRAN X  
PERATURAN MENTERI LINGKUNGAN HIDUP  
REPUBLIK INDONESIA  
NOMOR 5 TAHUN 2014  
TENTANG  
BAKU MUTU AIR LIMBAH

#### BAKU MUTU AIR LIMBAH BAGI USAHA DAN/ATAU KEGIATAN INDUSTRI SABUN, DETERJENDAN PRODUK-PRODUK MINYAK NABATI

Parameter	Kadar Paling Tinggi (mg/L)	Beban Pencemaran Paling Tinggi (kg/ton)		
		Sabun	Minyak Nabati	Deterjen
BOD <sub>5</sub>	75	0,60	1,88	0,075
COD	180	1,44	4,50	0,180
TSS	60	0,48	1,50	0,06
Minyak dan Lemak	15	0,120	0,375	0,015
Fosfat (PO <sub>4</sub> )	2	0,016	0,05	0,002
MBAS	3	0,024	0,075	0,003
pH	6,0 - 9,0			
Debit Limbah Paling Tinggi sabun	8 m <sup>3</sup> per ton Produk sabun	25 m <sup>3</sup> per ton produk minyak nabati	1 m <sup>3</sup> per ton Produk deterjen	

Catatan:

1. Kadar paling tinggi untuk setiap parameter pada tabel di atas dinyatakan dalam miligram parameter per liter air limbah.
2. Beban pencemaran paling tinggi untuk setiap parameter pada tabel di atas dinyatakan dalam kg parameter per ton produk sabun, minyak nabati dan deterjen.

MENTERI LINGKUNGAN HIDUP  
REPUBLIK INDONESIA,

جامعة الرانري BALTHASAR KAMBUAYA

AR - RANIRY

## Lampiran 4 Hasil Pengujian di Laboratorium Teknik Lingkungan



**KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA**  
**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY BANDA ACEH**  
**PRODI TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS SAINS & TEKNOLOGI**

Jl. Syekh Abdur Rauf Kopelma Darussalam Banda Aceh  
 Telepon : 0651-7552921 – 7551857 Fax. 0651-7552922  
 E-mail: [tekniklingkungan.fst@ar-raniry.ac.id](mailto:tekniklingkungan.fst@ar-raniry.ac.id) | Web : [www.fst.ar-raniry.ac.id](http://www.fst.ar-raniry.ac.id)

### SERTIFIKAT HASIL PENGUJIAN

Nomor: B-123/Un.08/Lab.TL/PP.00.9/11/2023

Nama pengguna layanan : Asti FarhaniOctavianty  
 No. Telpon : 082285429803  
 Tanggal diterima : 15 Juli 2023  
 Tanggal pengujian : 20 Juli s.d 02 Agustus 2023  
 Nama sampel : Limbah Penatu  
 Spesifikasi sampel : Air Limbah  
 Jumlah sampel : Sepuluh (10) Sampel  
 Pengambilan sampel : Oleh yang bersangkutan

Informasi Hasil Pengujian Sampel  
Air Limbah Penatu

No	Nama Sampel	Parameter	Hasil Analisis	Satuan	Metode
1	Tanpa Pengolahan	TSS	312	mg/L	Gravimetri
2	60 menit	TSS	115	mg/L	Gravimetri
3	90 menit	TSS	79	mg/L	Gravimetri
4	120 menit	TSS	73	mg/L	Gravimetri
5	60 menit	TSS	108	mg/L	Gravimetri
6	90 menit	TSS	85	mg/L	Gravimetri
7	120 menit	TSS	80	mg/L	Gravimetri
8	60 menit	TSS	72	mg/L	Gravimetri
9	90 menit	TSS	52	mg/L	Gravimetri
10	120 menit	TSS	30	mg/L	Gravimetri

Banda Aceh, 09 November 2023  
 Kepala Laboratorium Prodi Teknik Lingkungan

Arief Rahman, M.T  
 NIP.198903102019031012

جامعة الرانيري

AR - RANIRY



**KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA**  
**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY BANDA ACEH**  
**PRODI TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS SAINS & TEKNOLOGI**

Jl. Syekh Abdur Rauf Kopelma Darussalam Banda Aceh  
 Telepon : 0651-7552921 – 7551857 Fax. 0651-7552922  
 E-mail: [tekniklingkungan.fst@ar-raniry.ac.id](mailto:tekniklingkungan.fst@ar-raniry.ac.id) | Web : [www.fst.ar-raniry.ac.id](http://www.fst.ar-raniry.ac.id)

**SERTIFIKAT HASIL PENGUJIAN**

Nomor: B-122/Un.08/Lab.TL/PP.00.9/11/2023

Nama pengguna layanan : Asti FarhaniOctavianty  
 No. Telpon : 082285429803  
 Tanggal diterima : 15 Juli 2023  
 Tanggal pengujian : 15 s.d 30 Juli 2023  
 Nama sampel : Limbah Penatu  
 Spesifikasi sampel : Air Limbah  
 Jumlah sampel : Sepuluh (10) Sampel  
 Pengambilan sampel : Oleh yang bersangkutan

Informasi Hasil Pengujian Sampel  
Air Limbah Penatu

No	Nama Sampel	Parameter	Hasil Analisis	Satuan	Metode
1	Tanpa Pengolahan	COD	271	mg/L	Biochromat
2	60 menit	COD	84	mg/L	Biochromat
3	90 menit	COD	72	mg/L	Biochromat
4	120 menit	COD	36	mg/L	Biochromat
5	60 menit	COD	45	mg/L	Biochromat
6	90 menit	COD	40	mg/L	Biochromat
7	120 menit	COD	35	mg/L	Biochromat
8	60 menit	COD	25	mg/L	Biochromat
9	90 menit	COD	19	mg/L	Biochromat
10	120 menit	COD	17	mg/L	Biochromat

Banda Aceh, 09 November 2023  
 Kepala Laboratorium Prodi Teknik Lingkungan

  
 Arief Rahman, M.T  
 NIP.198903102019031012

جامعة الرانيري

AR - RANIRY



**KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA**  
**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY BANDA ACEH**  
**PRODI TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS SAINS & TEKNOLOGI**

Jl. Syekh Abdur Rauf Kopelma Darussalam Banda Aceh  
 Telepon : 0651-7552921 – 7551857 Fax. 0651-7552922  
 E-mail: [tekniklingkungan.fst@ar-raniry.ac.id](mailto:tekniklingkungan.fst@ar-raniry.ac.id) | Web : [www.fst.ar-raniry.ac.id](http://www.fst.ar-raniry.ac.id)

**SERTIFIKAT HASIL PENGUJIAN**

Nomor: B-124/Un.08/Lab.TL/PP.00.9/11/2023

Nama pengguna layanan : Asti FarhaniOctavianty  
 No. Telpn : 082285429803  
 Tanggal diterima : 15 Juli 2023  
 Tanggal pengujian : 02 Agustus 2023  
 Nama sampel : Limbah Penatu  
 Spesifikasi sampel : Air Limbah  
 Jumlah sampel : Sepuluh (10) Sampel  
 Pengambilan sampel : Oleh yang bersangkutan

Informasi Hasil Pengujian Sampel  
Air Limbah Penatu

No	Nama Sampel	Parameter	Hasil Analisis	Satuan	Metode
1	Tanpa Pengolahan	pH	7,5	-	pH Meter
2	60 menit	pH	7,8	-	pH Meter
3	90 menit	pH	8	-	pH Meter
4	120 menit	pH	8,1	-	pH Meter
5	60 menit	pH	8	-	pH Meter
6	90 menit	pH	8	-	pH Meter
7	120 menit	pH	8,1	-	pH Meter
8	60 menit	pH	8,2	-	pH Meter
9	90 menit	pH	8,4	-	pH Meter
10	120 menit	pH	8,7	-	pH Meter

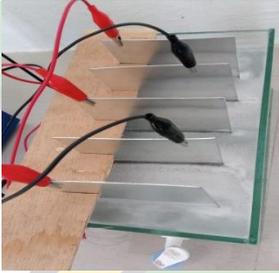
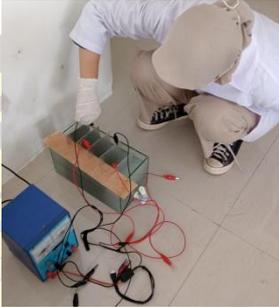
Banda Aceh, 09 November 2023  
 Kepala Laboratorium Prodi Teknik Lingkungan

Arief Rahman, M.T  
 NIP.198903102019031012

جامعة الرانيري

AR - RANIRY

## Lampiran 5 Dokumentasi Penelitian

No	Keterangan	Gambar
1	Proses pengolahan menggunakan elektrokoagulasi	
	Proses pengecekan alat dan bahan sebelum menggunakan elektrokoagulasi	
	Proses flok gelembung yang dihasilkan oleh proses elektrokoagulasi	
	Pemasangan kabel penyangga	
	Mengatur variasi tegangan pada proses elektrokoagulasi	

	Proses pengujian COD di Lab Teknik Lingkungan	
	Proses pengujian TSS di Lab Teknik Lingkungan	
	Proses pengujian pH di Lab Teknik Lingkungan	

جامعة الرانري

AR - RANIRY