

**PENGOLAHAN LIMBAH CAIR PENCUCIAN  
KENDARAAN BERMOTOR MENGGUNAKAN METODE  
ELEKTROKOAGULASI DENGAN PASANGAN ELEKTRODA  
ALUMINIUM DAN BESI**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan oleh:**

**SALSABILA RAIQA  
NIM. 180702074  
Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi  
Program Studi Teknik Lingkungan**



**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY  
BANDA ACEH  
2022 M/1443 H**

**LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR**

**PENGOLAHAN LIMBAH CAIR PENCUCIAN KENDARAAN  
BERMOTOR MENGGUNAKAN METODE ELEKTROKOAGULASI  
DENGAN ELEKTRODA ALUMINIUM DAN BESI**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh  
Sebagai Beban Studi Memperoleh Gelar Sarjana dalam Ilmu Teknik Lingkungan

Diajukan oleh:  
**SALSABILA RAIQA**  
**NIM. 180702074**

Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi  
Program Studi Teknik Lingkungan

Banda Aceh, Juni 2022

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Pembimbing I

Pembimbing II

  
**Dr. Abd Mujahid Hamdan, M.Sc.**  
**NIDN. 2013128901**

  
**Febrina Arfi, M.Si.**  
**NIDN. 2021028601**

  
Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Ar-Raniry Banda Aceh

**Dr. Eng. Nur Aida, M.Si.**  
**NIDN. 2016067801**

## LEMBAR PENGESAHAN

# PENGOLAHAN LIMBAH CAIR PENCUCIAN KENDARAAN BERMOTOR MENGGUNAKAN METODE ELEKTROKOAGULASI DENGAN PASANGAN ELEKTRODA ALUMINIUM DAN BESI

## TUGAS AKHIR

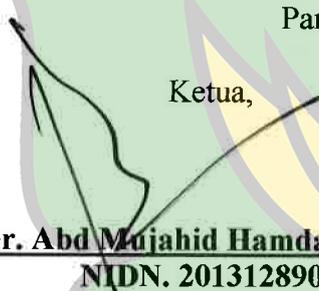
Telah Diuji oleh Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir  
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh  
serta Diterima Sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1)  
dalam Ilmu Teknik Lingkungan

Pada Hari/Tanggal: Jum'at, 15 Juli 2022  
16 Dzulhijjah 1443

Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi

Ketua,

Sekretaris,

  
Dr. Abd Mujahid Hamdan, M.Sc.  
NIDN. 2013128901

  
Febrina Arfi, M.Si.  
NIDN. 2021028601

Penguji I,

Penguji II,

  
Teuku Muhammad Ashari, M.Sc.  
NIDN. 2002028301

  
M. Faisi Ikhwal, M. Eng.  
NIDN. 2008109101

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



  
Dr. Azhar Amsal, M.Pd.  
NIDN. 2001066802

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Salsabila Raiqa  
NIM : 180702074  
Program Studi : Teknik Lingkungan  
Fakultas : Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh  
Judul Skripsi : Pengolahan Limbah Cair Pencucian Kendaraan Bermotor Menggunakan Metode Elektrokoagulasi dengan Pasangan Elektroda Aluminium dan Besi

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, 03 Juli 2022

Salsabila Raiqa

## ABSTRAK

Nama : Salsabila Raiqa  
NIM : 180702074  
Program Studi : Teknik Lingkungan  
Judul : Pengolahan Limbah Cair Pencucian Kendaraan Bermotor Menggunakan Metode Elektrokoagulasi dengan Pasangan Elektroda Aluminium dan Besi  
Tanggal Sidang : 15 Juli 2022  
Pembimbing 1 : Dr. Abd Mujahid Hamdan, M. Sc.  
Pembimbing 2 : Febrina Arfi, M. Si.  
Kata Kunci : Limbah cair, metode elektrokoagulasi, elektroda besi (Fe) dan aluminium (Al), COD, BOD

Usaha pencucian kendaraan bermotor menghasilkan banyak limbah cair yang tidak diolah sebagaimana mestinya sehingga berdampak buruk terhadap perairan. Limbah pencucian kendaraan bermotor mengandung surfaktan serta minyak dan lemak yang dapat merusak insang dan sistem pernapasan pada ikan serta menghambat pertumbuhan tanaman perairan. Metode elektrokoagulasi merupakan salah satu pengolahan limbah yang dapat digunakan untuk berbagai jenis limbah cair. Elektrokoagulasi merupakan pengolahan limbah yang mampu meminimalkan penggunaan bahan kimia serta lebih ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas penurunan parameter pencemar, serta pengaruh variasi waktu kontak, tegangan, serta jarak antara elektroda terhadap penurunan nilai TSS, COD, BOD, pH, kekeruhan serta konsentrasi surfaktan dalam limbah pencucian kendaraan bermotor pada proses elektrokoagulasi dengan pasangan elektroda aluminium dan besi. Penelitian ini terdiri dari variabel terikat yaitu TSS, COD, BOD, pH, kekeruhan, serta konsentrasi surfaktan, dan variabel bebas terdiri dari waktu, tegangan serta jarak antara elektroda. Efektivitas elektrokoagulasi terhadap penurunan nilai TSS tertinggi yaitu 96,07%, COD sebesar 98,43%, kekeruhan sebesar 82,88%, dan penurunan surfaktan sebesar 83,47% dengan waktu kontak 90 menit, tegangan 5 V, dan jarak antara elektroda 2 cm. Sedangkan nilai pH yang diperoleh yaitu 7,8 hingga 8,2. Berdasarkan hasil eksperimen, besar tegangan, waktu kontak serta jarak antara elektroda mempengaruhi penurunan bahan pencemar pada limbah cair. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi alternatif dalam pengolahan limbah cair pencucian kendaraan bermotor di masa mendatang.

## **ABSTRACT**

*Name* : Salsabila Raiqa  
*ID* : 180702074  
*Study Program* : Environmental Engineering  
*Title* : Motor Vehicle Washing Liquid Waste Treatment  
Using the Electrocoagulation Method with a pair  
Aluminum and Iron Electrodes  
*Session Date* : 15 July 2022  
*Supervisor 1* : Dr. Abd Mujahid Hamdan, M.Sc.  
*Supervisor 2* : Febrina Arfi, M.Si.  
*Keyword* : Electrocoagulation, Aluminium, Iron, COD, BOD.

*Motor vehicle washing generates numerous liquid wastes that are not properly treated and therefore pollute water bodies. Motor vehicle washing wastes contain surfactants and oils and greases that can damage the gills and respiratory system of fish and inhibit the growth of aquatic plants. Electrocoagulation is one of the waste treatment methods that can be used for various types of liquid wastes. Electrocoagulation is a waste treatment method that can minimize the use of chemicals and is more environmentally friendly. The objective of this study is to determine the effectiveness of reducing pollutant parameters and the effect of variations in contact time, voltage, and electrode spacing on reducing the value of TSS, COD, BOD, pH, turbidity, and surfactant concentration in motor vehicle wash wastes in the electrocoagulation process using a pair of aluminum and aluminum electrodes. iron. This study consisted of the dependent variables TSS, COD, BOD, pH, turbidity, and surfactant concentration and the independent variables time, voltage, and distance between electrodes. The efficacy of electrocoagulation on the reduction of the highest TSS value is 96.07%, COD 98.43%, turbidity 82.88% and surfactant reduction 83.47% with a contact time of 90 minutes, a voltage of 5 V and a distance between electrodes of 2 cm. The pH obtained ranged from 7.8 to 8.2. From the experimental results, the level of voltage, the contact time and the distance between the electrodes affect the reduction of pollutants in the liquid waste. The results of this study are expected to be an alternative in the processing of liquid waste washing of motor vehicles in the future.*

## KATA PENGANTAR

Segala puji kehadirat Allah *Subhanahu wata'ala* atas setiap nikmat serta karunia yang telah diberikan kepada hamba-Nya, Tuhan semesta alam. *Shalawat* serta salam juga penulis sampaikan kepada Nabi Muhammad *Shallahu 'alaihi wassalam*. Nabi akhir zaman yang telah menyebarkan syariat islam kepada seluruh umat manusia di dunia. Begitu pula salam sejahtera semoga selalu tercurah kepada keluarganya, para sahabat serta umatnya yang mengikuti ajaran dan petunjuknya.

*Alhamdulillah* atas hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul “Pengolahan Limbah Cair Pencucian Kendaraan Bermotor Menggunakan Metode Elektrokoagulasi dengan Pasangan Elektroda Aluminium dan Besi”. Tugas akhir ini telah penyusun tulis dengan maksimal yang melibatkan bantuan dari berbagai pihak sehingga pembuatan tugas akhir ini berjalan dengan lancar. Penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada Ayahanda Andi Muhammad Nur, S.T. serta Ibunda Andriani Sari, S.E., selaku Orang Tua penulis yang telah memberikan dukungan serta semangat dalam pembuatan tugas akhir ini.

Penulis juga menyampaikan terima kasih atas bimbingannya sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Maka pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih yang tidak terhingga kepada:

1. Dr. Azhar Amsal, M.Pd., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
2. Dr. Eng. Nur Aida, M.Si., selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
3. Ibu Husnawati Yahya, M.Sc., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
4. Dr. Abd Mujahid Hamdan, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing I penulis yang telah memberikan bimbingan serta arahan dalam penulisan Tugas Akhir.
5. Ibu Febrina Arfi, M.Si., selaku Dosen Pembimbing II penulis yang telah memberikan bimbingan bimbingan dan arahan dalam penulisan Tugas Akhir.

6. Bapak Arief Rahman, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik serta Ketua Laboratorium Teknik Lingkungan yang telah memberikan bimbingan kepada penulis.
7. Seluruh Dosen Prodi Teknik Lingkungan yang telah memberikan ilmunya selama masa perkuliahan berlangsung.
8. Semua pihak yang telah mendukung dan membantu dalam proses penyusunan proposal tugas akhir yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis juga banyak terimakasih kepada Dwi Ardianna Arsa, S.T., Haifa Dzihninafira, Alfaniati Rahmatillah, Mailiza Efriana, Siti Azzahra, Siti Muliana serta teman-teman seperjuangan Program Studi Teknik Lingkungan angkatan 2018 yang telah memberikan semangat serta dukungan. Penulis berharap Allah *Subhanahu wata'ala* akan membalas segala kebaikan dari semua pihak yang telah membantu. Penulis menyadari bahwa penyusunan tugas akhir ini jauh dari kesempurnaan karena keterbatasan yang dimiliki penulis. Maka dari itu, kritik serta saran yang membangun sangat diharapkan sehingga penulis dapat melakukan perbaikan dalam penulisan tugas akhir ini. Akhir kata, semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat dan menambah pengetahuan serta informasi bagi pihak yang berkepentingan.

Banda Aceh, 03 Juli 2022

Penulis,

Salsabila Raiqa

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PERSETUJUAN</b> .....	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR</b> .....	iii
<b>ABSTRAK</b> .....	iv
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	x
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xi
<b>DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG</b> .....	xii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Manfaat Penelitian .....	4
1.5 Batasan Penelitian .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	6
2.1 Limbah Cair .....	6
2.2 Limbah Cair Pencucian Kendaraan Bermotor .....	8
2.3 Elektrokoagulasi .....	9
2.4 Parameter Analisis Limbah Cair Pencucian Kendaraan Bermotor .....	12
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	16
3.1 Tahapan Penelitian .....	16
3.2 Pengambilan Limbah .....	17
3.2.1 Lokasi Pengambilan Sampel .....	17
3.2.2 Teknik Pengambilan Sampel .....	20
3.3 Eksperimen .....	20
3.3.1 Bahan Eksperimen .....	20
3.3.2 Desain Reaktor Elektrokoagulasi .....	21
3.3.3 Desain Eksperimen .....	22
3.3.4 Prosedur Eksperimen .....	24
3.4 Pengukuran .....	25
3.4.1 Bahan Pengukuran .....	25
3.4.2 Prosedur Pengukuran Parameter Limbah Cair .....	25
3.5 Analisis Data .....	29
3.5.1 Efektivitas .....	29
3.5.2 Analisis Statistik .....	29
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	31
4.1 Hasil Eksperimen .....	31

4.2 Pembahasan.....	34
4.2.1 Efektivitas Penurunan Parameter Pencemar Pada Limbah Cair....	34
4.2.2 Pengaruh Waktu Kontak, Tegangan, dan Jarak Antara Elektroda Terhadap Penurunan Parameter Pencemar.....	41
<b>BAB V PENUTUP</b> .....	44
5.1 Kesimpulan .....	44
5.2 Saran .....	44
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	46
<b>LAMPIRAN</b> .....	53



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Diagram Alir Tahapan Umum Penelitian.....	17
Gambar 3.2	Lokasi Pengambilan Sampel .....	18
Gambar 3.3	Peta Lokasi Pengambilan Sampel .....	19
Gambar 3.4	Perencanaan Reaktor Elektrokoagulasi .....	22
Gambar 3.5	Reaktor Elektrokoagulasi .....	22
Gambar 4.1	Limbah Cair Pencucian Kendaraan Bermotor Sebelum Elektrokoagulasi .....	33
Gambar 4.2	Limbah Cair Pencucian Kendaraan Bermotor Setelah Elektrokoagulasi.....	33
Gambar 4.3	Pengaruh Waktu Kontak, Tegangan, dan Jarak Antara Elektroda Terhadap Penurunan Nilai TSS .....	35
Gambar 4.4	Pengaruh Waktu Kontak, Tegangan, dan Jarak Antara Elektroda Terhadap Penurunan Nilai Kekeruhan .....	36
Gambar 4.5	Pengaruh Waktu Kontak, Tegangan, dan Jarak Antara Elektroda Terhadap Penurunan Nilai COD.....	38
Gambar 4.6	Pengaruh Waktu Kontak, Tegangan, dan Jarak Antara Elektroda Terhadap Penurunan Nilai BOD.....	39
Gambar 4.7	Pengaruh Waktu Kontak, Tegangan, dan Jarak Antara Elektroda Terhadap Penurunan Nilai Surfaktan .....	40
Gambar 4.8	Pengaruh Waktu Kontak, Tegangan, dan Jarak Antara Elektroda Terhadap Penurunan Nilai pH .....	41



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Baku Mutu Limbah Cair Pencucian Kendaraan Bermotor .....	15
Tabel 3.1	Bahan-Bahan Eksperimen .....	20
Tabel 3.2	Variabel Bebas .....	23
Tabel 3.3	Definisi Operasional.....	24
Tabel 3.4	Bahan-Bahan Pengukuran .....	25
Tabel 4.1	Hasil Analisis Awal Parameter pH, TSS, COD, dan BOD.....	31
Tabel 4.2	Hasil Analisis Awal Parameter Kekeruhan dan Surfaktan.....	31
Tabel 4.3	Hasil Analisis Setelah Dilakukan Elektrokoagulasi dengan Pasangan Elektroda Aluminium dan Besi.....	32
Tabel 4.4	Hasil Uji Regresi Linear Berganda Menggunakan SPSS.....	34



## DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

Singkatan	Nama	Halaman
BPS	Badan Pusat Statistik	1
COD	<i>Chemical Oxygen Demand</i>	1
Surfaktan	<i>Surface Active Agent</i>	1
TSS	<i>Total Suspended Solid</i>	2
TDS	<i>Total Dissolved Solid</i>	2
BOD	<i>Biological Oxygen Demand</i>	3
pH	<i>Potential of Hydrogen</i>	7
DC	<i>Direct Current</i>	9
ABS	<i>Alkil Benzena Sulfonate</i>	14
LAS	<i>Linear Alkylbenzene Sulfonate</i>	14
MBAS	<i>Methylene Blue Active Surfactant</i>	39
Lambang		
A	Berat kertas saring dan residu kering	13
B	Berat kertas saring <i>aquades</i>	13
V	Volume	13
x	Nilai konsentrasi pencemar sebelum pengolahan	29
y	Nilai konsentrasi pencemar sesudah pengolahan	29



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Analisis Data Menggunakan SPSS.....	53
Lampiran 2	Baku Mutu Air Limbah PERMEN LHK Nomor 68 Tahun 2016 .....	57
Lampiran 3	Hasil Uji Laboratorium.....	58
Lampiran 4	Alat dan Bahan Proses Elektrokoagulasi.....	60
Lampiran 5	Dokumentasi Tahapan dan Persiapan Limbah Pencucian Kendaraan Bermotor .....	65



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS), jumlah kendaraan bermotor di Indonesia mengalami peningkatan setiap tahunnya. Pada tahun 2018 jumlah kendaraan bermotor di Indonesia berjumlah 126.702.280 unit, pada tahun 2019 berjumlah 133.811.462 unit dan pada tahun 2020 jumlah kendaraan bermotor meningkat sebesar 136.316.726 unit (Badan Pusat Statistik Jakarta Pusat, 2020). Berkembangnya jumlah kendaraan bermotor di Indonesia memberikan peluang bagi masyarakat untuk membuka usaha terkait kendaraan bermotor, seperti asuransi kendaraan bermotor, usaha bengkel, sampai dengan usaha pencucian kendaraan bermotor (Maydiana, 2019). Dari berbagai jenis usaha terkait kendaraan bermotor, peluang untuk membuka usaha pencucian kendaraan bermotor lebih mudah dilakukan, mengingat untuk menjalankan usaha tersebut tidak membutuhkan keahlian khusus (Guli dan Uli, 2017).

Air limbah yang dihasilkan usaha pencucian kendaraan bermotor yang tidak diolah sebelum dibuang ke lingkungan akan berdampak buruk terhadap lingkungan (Novitrianingsih dan Harmin, 2016). Berdasarkan Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup, setiap usaha dapat membuang limbah ke lingkungan, akan tetapi perlu dilakukan pengolahan terlebih dahulu hingga memenuhi baku mutu air limbah yang telah ditetapkan. Limbah cair pencucian kendaraan bermotor memiliki sifat berwarna keruh, mengandung detergen (surfaktan) serta COD (*Chemical Oxygen Demand*) di dalamnya (Kusumawardani dkk., 2019). Kandungan surfaktan (*Surface Active Agents*) serta kandungan minyak yang tinggi pada perairan dapat menurunkan kualitas perairan, hal ini dikarenakan detergen dan minyak memiliki sifat yang sukar untuk diurai (Khaer, 2018).

Ada beberapa proses pengolahan limbah cair pencucian kendaraan bermotor, diantaranya dengan proses fitoremediasi, filtrasi, koagulasi, flokulasi,

elektrokoagulasi serta beberapa metode lainnya (Fernianti dkk., 2017). Koagulasi merupakan proses penambahan koagulan ataupun bahan kimia dengan takaran tertentu ke dalam larutan, hal ini merupakan proses yang bergantung terhadap bahan kimia secara terus menerus (Rusydi dkk., 2016). Salah satu jenis pengolahan limbah cair tanpa menggunakan bahan kimia serta lebih ramah lingkungan ialah proses elektrokoagulasi (Hernaningsih., 2016).

Metode elektrokoagulasi mampu mengurangi polutan dikarenakan terjadinya pelepasan koagulan alami yang berasal dari elektroda karena adanya proses elektrolisis. Prinsip ini persis dengan prinsip penambahan koagulan menggunakan bahan kimia (Mulyadi dan Idayani, 2020). Salah satu jenis koagulasi yaitu metode elektrokoagulasi yang memiliki banyak keunggulan, diantaranya metode ini melibatkan peralatan yang sederhana, waktu reaksi yang singkat, serta biaya perawatan yang relatif murah (Malleh, 2018).

Metode elektrokoagulasi juga menghasilkan ion terlarut lebih sedikit dibandingkan koagulan lainnya, hal ini dikarenakan penambahannya hanya berasal dari logam aluminium yang akan terlarut menjadi  $Al^{3+}$ . Metode elektrokoagulasi mampu menurunkan kadar surfaktan serta fosfat yang terkandung dalam detergen. Penyisihan surfaktan dapat teradsorpsi pada permukaan yang membuat partikel naik ke atas permukaan air dengan bantuan gelembung-gelembung gas dari proses elektrokoagulasi, sehingga endapan-endapannya dapat dengan mudah disisihkan (Adeline, 2015).

Metode elektrokoagulasi mampu menurunkan parameter limbah cair seperti TSS (*Total Suspended Solid*), TDS (*Total Dissolved Solid*), COD, BOD (*Biological Oxygen Demand*), kekeruhan, fosfat, minyak dan lemak, surfaktan, dan amonia. Metode elektrokoagulasi mampu mengolah beberapa jenis air limbah diantaranya pengolahan air limbah laundry, limbah cair tekstil, limbah cair rumah potong hewan, limbah cair kelapa sawit, limbah cair pencucian kendaraan bermotor, dan sebagainya. Beberapa diantaranya penelitian terdahulu terkait metode elektrokoagulasi terhadap penurunan bahan pencemar pada limbah cair diantaranya, seperti berdasarkan penelitian Hanum dkk. (2015), terkait metode elektrokoagulasi mampu menurunkan nilai COD hingga 81,32% dan penurunan

kekeruhan sebesar 95,08% pada limbah cair kelapa sawit dengan waktu proses 180 menit dan tegangan yang digunakan ialah 5 V. Selain itu, berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Fendriani dkk. (2021), penurunan konsentrasi TDS tertinggi terjadi pada waktu proses 45 menit, jarak antara elektroda 5 cm dan tegangan 40 volt. Sedangkan pada penelitian yang telah dilakukan Saputra dan Farida (2016), penurunan nilai COD tertinggi pada perlakuan elektrokoagulasi dengan jarak antara elektroda 1 cm dan waktu kontak yang diberikan 180 menit, sedangkan pada penurunan nilai TSS tertinggi terjadi pada perlakuan elektrokoagulasi dengan jarak antara elektroda 1,5 cm, akan tetapi nilai COD yang diperoleh belum memenuhi baku mutu yang ditetapkan oleh pemerintah. Jarak antara elektroda terbaik pada penelitian tersebut adalah 1,5 cm.

Berdasarkan penelitian Andili dan Tuhu (2021), telah dilakukan pengolahan limbah cair pencucian kendaraan bermotor menggunakan metode elektrokoagulasi dengan pasangan elektroda Aluminium dan pasangan elektroda besi, serta membandingkan keefektifan dari kedua elektroda tersebut dalam penurunan parameter limbah cair. Hasil penelitian yang diperoleh menyatakan keefektifan metode elektrokoagulasi dengan pasangan elektroda aluminium mampu menurunkan kandungan TSS sebesar 93,15% dengan waktu kontak 120 menit pada tegangan 12 V. Sedangkan pasangan elektroda besi mampu menurunkan kandungan TSS sebesar 76,41% dengan waktu kontak selama 120 menit pada tegangan 12 V. Dari pernyataan tersebut, dapat disimpulkan bahwasanya penggunaan elektroda material aluminium lebih efektif daripada menggunakan elektroda besi. Akan tetapi, belum ada yang melakukan pengolahan limbah cair pencucian kendaraan bermotor menggunakan elektrokoagulasi dengan pasangan elektroda aluminium dan besi. Berdasarkan hal tersebut, maka dilakukanlah penelitian ini dengan memvariasikan tegangan listrik, waktu kontak serta jarak antara elektroda.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana efektivitas pengolahan limbah cair pencucian kendaraan bermotor menggunakan metode elektrokoagulasi dengan pasangan elektroda aluminium dan besi terhadap pengaruh nilai pH, COD, BOD, TSS, kekeruhan, serta konsentrasi surfaktan.
2. Bagaimana pengaruh variasi waktu, tegangan listrik, dan jarak antar elektroda terhadap pengaruh nilai pH, COD, BOD, TSS, kekeruhan, serta konsentrasi surfaktan pada limbah pencucian kendaraan bermotor.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui efektivitas pengolahan limbah cair pencucian kendaraan bermotor menggunakan metode elektrokoagulasi dengan pasangan elektroda aluminium dan besi terhadap pengaruh nilai pH, COD, BOD, TSS, kekeruhan, serta konsentrasi surfaktan.
2. Untuk mengetahui pengaruh variasi waktu, tegangan listrik serta jarak antara elektroda pengaruh terhadap nilai pH, COD, BOD, TSS, kekeruhan, serta surfaktan pada limbah pencucian kendaraan bermotor.

## 1.4 Manfaat Penelitian

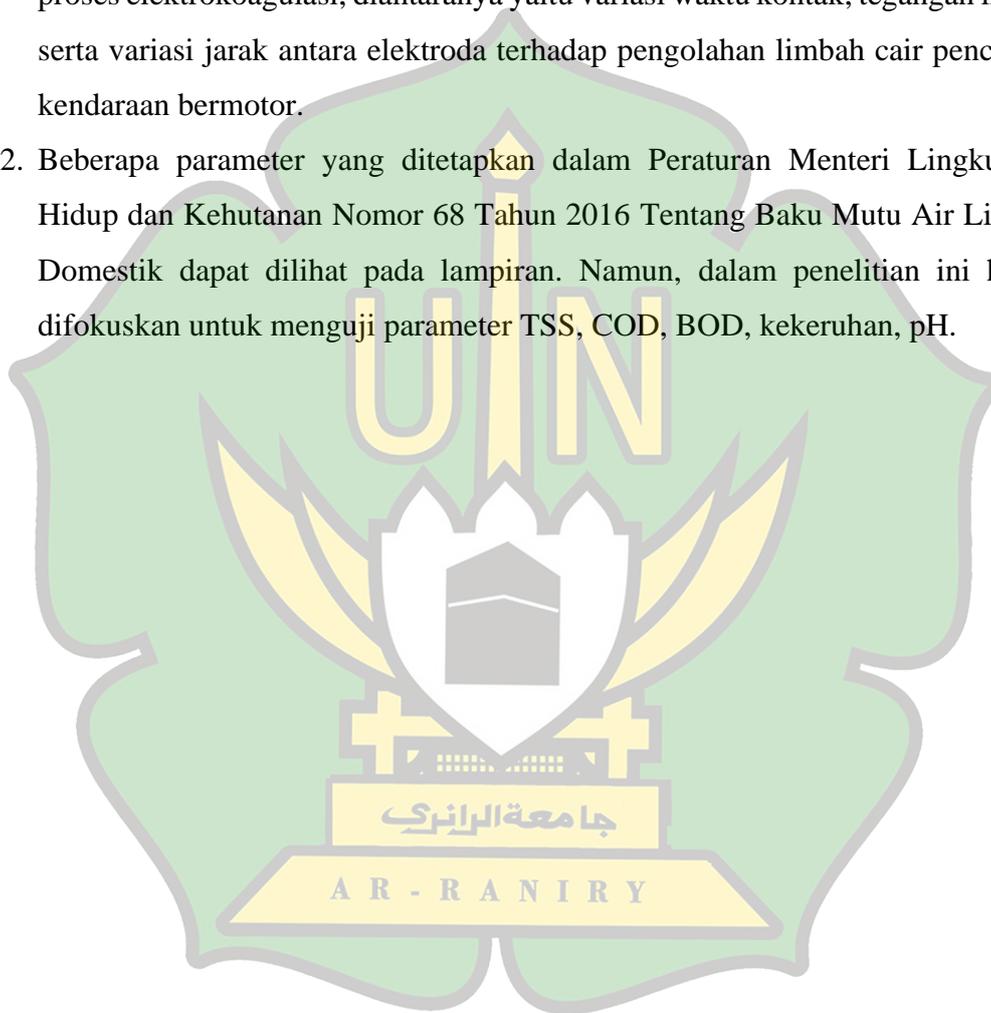
Berdasarkan tujuan penelitian yang hendak dicapai, adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Dapat mengatasi pencemaran lingkungan di perairan akibat TSS, COD, BOD, kekeruhan, pH dan surfaktan dalam limbah cair pencucian kendaraan bermotor.
2. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi dalam pengolahan limbah cair pencucian kendaraan bermotor menggunakan metode elektrokoagulasi dengan pasangan elektroda aluminium dan besi.

### 1.5 Batasan Penelitian

Penulisan Tugas Akhir ini agar dapat terlaksana dengan baik dan fokus terhadap masalah serta tujuan penelitian, maka penelitian ini perlu dibatasi. Batasan-batasan yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini berfokus hanya pada beberapa variabel bebas yang mempengaruhi proses elektrokoagulasi, diantaranya yaitu variasi waktu kontak, tegangan listrik, serta variasi jarak antara elektroda terhadap pengolahan limbah cair pencucian kendaraan bermotor.
2. Beberapa parameter yang ditetapkan dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik dapat dilihat pada lampiran. Namun, dalam penelitian ini hanya difokuskan untuk menguji parameter TSS, COD, BOD, kekeruhan, pH.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Limbah Cair**

Definisi limbah cair berdasarkan Undang-undang nomor 32 tahun 2009 adalah sisa suatu usaha atau kegiatan. Kualitas air limbah tergantung jenis aktivitas yang dilakukan, tipe usaha atau industri, serta besar kecilnya sebuah industri atau usaha (Sali dkk., 2018). Bahan kimia yang terdapat dalam limbah cair akan berdampak buruk bagi lingkungan apabila tidak dilakukannya pengolahan terlebih dahulu (Ekemeviane dkk., 2016). Pada umumnya, banyak dari kegiatan rumah tangga maupun industri yang langsung membuang limbah cairnya ke lingkungan tanpa dilakukan pengolahan, sehingga akan berdampak buruk terhadap lingkungan serta kesehatan manusia. Untuk menghindari dampak yang merugikan, maka dari itu diperlukannya pengolahan atau penanganan terhadap air limbah sebelum dibuang ke badan air (Wulandari, 2014).

Berdasarkan sumbernya limbah cair digolongkan menjadi tiga bagian diantaranya limbah cair domestik, limbah cair industri, dan limbah cair kota praja. Limbah cair domestik merupakan air limbah dari sisa kegiatan rumah tangga seperti kamar mandi, dapur dan sebagainya (Wulandari, 2014). Limbah cair industri ialah limbah cair yang berasal dari hasil produksi industri, limbah ini mengandung zat yang berbahaya yang mengakibatkan pencemaran pada lingkungan yang berbahaya bagi makhluk hidup terutama manusia. Sedangkan limbah cair kota praja merupakan air buangan yang bersumber dari perkotaan, penginapan, rumah makan, serta tempat umum lainnya. Jenis zat yang terdapat pada kota praja sama dengan kandungan dalam limbah rumah tangga (Dahruji dkk., 2017).

Karakteristik limbah cair terdiri dari karakteristik fisik, kimia, dan biologi. Karakteristik fisik limbah cair terdiri dari suhu, bau, serta warna. Suhu menunjukkan energi yang dimiliki oleh suatu benda. Setiap atom yang terdapat pada suatu benda akan melakukan pergerakan, baik itu perpindahan, maupun gerakan di tempat (Supu dkk., 2016). Karakteristik fisik lainnya yaitu bau yang dihasilkan dari air limbah. Air limbah mengandung bau yang tidak sedap. Bau yang

berasal dari air limbah menunjukkan adanya zat-zat organik di dalam air yang mengeluarkan gas amoniak serta menimbulkan bau yang tidak sedap. Bau disebabkan oleh bahan kimia yang terdapat dalam air limbah (Indrayani, 2018). Karakteristik fisik lainnya adalah warna, warna pada limbah cair disebabkan oleh senyawa-senyawa koloid yang dapat dilihat dari spektrum warna yang terjadi (Indrayani dan Nur, 2018).

Karakteristik kimia ditentukan oleh senyawa-senyawa yang membentuk sifat-sifat kimia seperti derajat keasaman (pH), alkalinitas, kadar besi (Fe), logam berat, fenol ( $C_6H_6O$ ), mangan (Mn), fosfor (P), klorida (Cl), nitrogen (N), sulfur (S), COD, BOD, minyak dan lemak, karbohidrat serta protein (Pamungkas, 2016). Pada umumnya, nilai pH (*Potential of Hydrogen*) merupakan derajat keasaman yang digunakan untuk menunjukkan tingkat keasaman ataupun tingkat kebasaan yang dimiliki oleh suatu larutan. Perairan dengan pH = 7 bersifat netral, pH <7 bersifat asam, dan pH >7 bersifat basa (Ningrum, 2018).

Air limbah juga mengandung COD dan BOD. BOD merupakan sifat yang menyatakan jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan mikroorganisme dalam mendekomposisi bahan pencemar (Wirawan, 2019). COD merupakan jumlah total oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik secara kimiawi (Indrayani dan Nur, 2018). Karakteristik kimia pada limbah cair lainnya yaitu terdapatnya TSS yang merupakan padatan yang menyebabkan kekeruhan pada badan air, tidak terlarut serta mengendap di dasar perairan (Setiawan dan Charles, 2017).

Limbah cair juga memiliki karakteristik biologi. Karakteristik biologi pada limbah cair mengandung organisme seperti bakteri coliform dan organisme mikro lainnya termasuk jamur serta ganggang. Limbah cair yang tidak dikelola dapat menimbulkan kerusakan lingkungan serta dampak buruk bagi manusia. Adapun beberapa dampak limbah cair diantaranya menimbulkan penurunan kualitas lingkungan serta gangguan terhadap keindahan. Air limbah juga dapat mengandung bahan beracun yang dapat mengganggu kesehatan manusia. Selain itu, air limbah juga mengandung zat warna yang akan menimbulkan perubahan warna pada badan air, sehingga dapat mengganggu keindahan terhadap lingkungan. Air limbah yang

mengeluarkan bau yang menyengat juga akan mengganggu segi keindahan yang dimiliki air (Rahmat dan Anwar, 2018). Maka dari itu, perlu dilakukan pencegahan, penanggulangan kerusakan, serta pemulihan kualitas lingkungan.

## **2.2 Limbah Cair Pencucian Kendaraan Bermotor**

Pertambahan penduduk menyebabkan terjadinya pertambahan jumlah kendaraan bermotor pula, sehingga memberikan peluang munculnya usaha pencucian kendaraan bermotor (Khaer, 2018). Usaha pencucian kendaraan bermotor merupakan usaha yang banyak digemari masyarakat, hal ini dikarenakan usaha tersebut memberikan banyak keuntungan, seperti tidak memerlukan keahlian khusus untuk melakukannya, serta dapat membuka lapangan kerja baru. Sebagian dari usaha pencucian kendaraan bermotor tidak menangani limbah cairnya sebelum dilepaskan ke lingkungan, sehingga akan berdampak buruk terhadap lingkungan (Novitrianingsih dan Harmin, 2016). Hal ini disebabkan oleh karakteristik limbah pencucian kendaraan bermotor yang terdiri dari bahan pencemar seperti BOD, COD, TSS, detergen (surfaktan), serta minyak dan lemak.

Kandungan bahan pencemar yang tinggi pada air menyebabkan jumlah oksigen terlarut dalam air akan menurun. Menurunnya kandungan oksigen terlarut dapat menyebabkan biota yang hidup di perairan akan kekurangan oksigen serta menurunnya daya hidup biota tersebut sehingga dapat merusak keseimbangan lingkungan perairan (Kusumawardani dkk., 2019). Kandungan detergen serta minyak yang tinggi pada perairan menyebabkan kualitas air memburuk serta menimbulkan bau yang tidak sedap sehingga akan mengganggu aktivitas masyarakat sekitar. Menurut Sahetapy dan Ruku (2018), kandungan detergen serta minyak dan lemak dalam perairan, mampu merusak insang serta organ pernafasan ikan dan mampu menghambat pertumbuhan alga serta tanaman air lainnya.

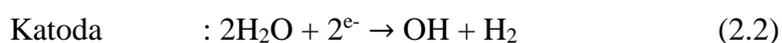
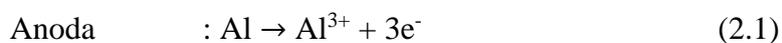
## **2.3 Elektrokoagulasi**

Elektrokoagulasi merupakan salah satu strategi pengolahan limbah cair yang dapat digunakan untuk berbagai jenis limbah cair, dikarenakan mudah dalam

penerapannya serta ramah lingkungan (Tahreen dkk., 2020). Elektrokoagulasi merupakan gabungan proses koagulasi-flokulasi serta proses elektrokimia (Iswanto, 2016). Metode elektrokoagulasi dapat menurunkan berbagai jenis polutan (Prayitno dkk., 2016). Pada metode ini menggunakan dua jenis elektroda yang dicelupkan ke dalam limbah yaitu anoda dan katoda (Ni'am dkk., 2017).

Prinsip kerja elektrokoagulasi yaitu menggunakan dua jenis elektroda (anoda dan katoda) yang ditempatkan pada sebuah wadah yang berisi sampel air (Nengsih, 2020). Elektrokoagulasi mengacu pada reaksi reduksi dan oksidasi (redoks) yang dapat mengurangi kandungan mikroorganisme dalam air (Iswanto, 2016). Pada anoda akan terjadinya proses oksidasi, sedangkan pada katoda akan terjadinya peristiwa reduksi (Ni'am dkk., 2017). Reaksi oksidasi dan reduksi terjadi karena adanya arus listrik yang searah (DC atau *Direct Current*) diberikan pada cairan elektrolit yang akan menghasilkan gas gelembung serta agen koagulasi (Saputra, 2018). Apabila pada suatu larutan elektrolit ditempatkan dua elektroda yang kemudian dialiri arus listrik searah, maka akan terjadinya proses elektrokimia. Ion positif (kation) bergerak ke katoda (elektroda negatif) dan akan terjadinya proses reduksi, sedangkan ion negatif (anion) bergerak ke anoda (elektroda positif) dan akan terjadinya proses oksidasi (Hanum dkk., 2015).

Anoda akan melepaskan koagulan aktif yaitu ion  $Al^{3+}$  ke dalam larutan, sedangkan pada katoda akan terjadinya pelepasan gas hidrogen serta ion hidroksida ( $OH^-$ ) (Takwanto dkk., 2018). Pada proses elektrokimia terjadinya pelepasan  $Al^{3+}$  dari elektroda sehingga akan terbentuknya flok  $Al(OH)_3$  yang akan mengikat bahan-bahan pencemar dalam limbah (Hendrianti dan Angelina, 2010). Pada proses elektrokoagulasi, bahan pencemar akan teradsorpsi pada permukaan yang menyebabkan partikel naik ke atas permukaan, yang dibantu gelembung-gelembung gas yang dihasilkan sehingga mampu menyisahkan bahan-bahan pencemar (Hudori dan Soewondo, 2010). Pada metode elektrokoagulasi terdapat beberapa reaksi yang terjadi didalamnya, diantaranya sebagai berikut (Nashrullah dkk., 2016):



Sehingga reaksi yang terjadi sebagai berikut:



Metode elektrokoagulasi memiliki beberapa kelebihan, adapun beberapa kelebihan metode elektrokoagulasi sebagai berikut:

1. Metode elektrokoagulasi merupakan metode yang menghasilkan ion terlarut lebih sedikit dibandingkan jenis koagulan lainnya, penambahan koagulannya hanya bersal dari logam aluminium yang terlarut menjadi ion  $\text{Al}^{3+}$ , serta metode elektrokoagulasi ini memiliki efisiensi yang tinggi dalam penurunan bahan pencemar (Adeline dkk., 2016).
2. Elektrokoagulasi dapat memisahkan berbagai macam bahan pencemar dalam air, seperti logam berat, partikel tersuspensi, zat pewarna, dan sebagainya (Hanum dkk., 2015).
3. Metode elektrokoagulasi membutuhkan alat dan bahan-bahan yang sederhana, mudah didapat serta biaya yang cukup ekonomis (Fendriani dkk., 2020).
4. Gelembung gas yang dihasilkan mampu membawa bahan polutan ke permukaan air (Fendriani dkk., 2020).

Beberapa faktor yang mempengaruhi proses elektrokoagulasi diantaranya yaitu kerapatan arus, waktu kontak, ketebalan plat, dan tegangan listrik.

#### 1. Kerapatan arus listrik

Rapat Arus ( $I$ ) merupakan hubungan antara arus ( $i$ ) yang mengalir pada elektroda dengan luas permukaan ( $s$ ) dari elektroda. Dimensi dari rapat arus yaitu  $\text{A}/\text{m}^2$  (Yusbarina dan Buchari, 2014). Kenaikan kerapatan arus listrik mampu mempercepat ion bermuatan membentuk endapan berupa flok-flok (Prayitno dkk., 2016). Kerapatan serta kuat arus listrik yang tinggi akan mempercepat waktu pelepasan ion  $\text{Al}^{3+}$  dan  $\text{OH}^-$  yang berperan sebagai koagulan. Kuat arus juga mempengaruhi jumlah gelembung yang terbentuk, gelembung tersebut yang akan membawa polutan ke permukaan sehingga bahan pencemar mudah untuk disisihkan (Andili dan Tuhi, 2021).

#### 2. Waktu Kontak

Waktu kontak merupakan faktor yang sangat mempengaruhi proses elektrokoagulasi, semakin lama waktu kontak yang diberikan maka semakin banyak ion-ion logam yang menempel pada elektroda. Waktu yang dibutuhkan pada suatu tahapan pengolahan sangat penting agar tujuan yang diinginkan dapat tercapai (Saputra, 2018).

### 3. Tegangan Listrik

Tegangan listrik akan mempengaruhi perubahan kimia yang bergerak melewati logam atau larutan elektrolit akibat adanya perbedaan potensial (Saputra, 2018). Semakin besar tegangan yang diberikan, maka akan mempercepat waktu pelepasan ion  $Al^{3+}$  dan potensi elektroda Aluminium dalam melepas  $Al^{3+}$  semakin besar, sehingga flok  $Al(OH)_3$  yang dihasilkan juga semakin besar dan akan mengikat polutan yang lebih banyak pula (Yunitasari dkk., 2017). Tegangan yang tinggi juga mempengaruhi jumlah gelembung yang terbentuk, selanjutnya gelembung ini yang akan membawa bahan pencemar ke atas permukaan (Andili dan Tuhu, 2021).

### 4. Ketebalan Plat

Ketebalan plat pada sistem elektrokoagulasi mempengaruhi daya tarik elektrostatis dalam mereduksi dan mengoksidasi ion logam (Prayitno dkk., 2016).

### 5. Jarak Antara Elektroda

Jarak antara elektroda dalam proses elektrokoagulasi dapat mempengaruhi besarnya hambatan elektrolit, semakin besar jarak antar elektroda maka semakin besar juga hambatannya dan semakin kecil arus yang akan mengalir (Prayitno dkk., 2016).

### 6. Kadar Keasaman (pH)

Pada proses elektrokoagulasi akan terjadinya proses elektrolisis air yang menghasilkan gas hidrogen serta ion hidroksida, hal ini berkaitan dengan waktu kontak yang diberikan pada air limbah, semakin lama waktu kontak yang diberikan maka semakin cepat pembentukan gas hidrogen ( $H$ ) dan ion hidroksida ( $OH^-$ ). Jika ion hidroksida yang dihasilkan lebih banyak, maka pH larutan tersebut juga akan tinggi (Lestari dan Tuhu, 2014).

Metode elektrokoagulasi mampu mengolah beberapa jenis limbah cair seperti limbah cair tekstil, limbah cair laundry, limbah cair pencucian kendaraan

bermotor, dan sebagainya. Pada penelitian sebelumnya, telah dilakukan penelitian pengolahan limbah cair laundry menggunakan metode elektrokoagulasi dengan elektroda aluminium dan jarak 0,5 cm. Efisiensi penurunan COD terbesar 72,35% dan efisiensi penurunan nilai TSS yaitu 87,73% menggunakan elektroda aluminium dan jarak 0,5 cm (Hendrianti dan Angelina, 2010). Selain itu, proses elektrokoagulasi dilakukan pada air limbah laboratorium rumah sakit dengan pasangan elektroda aluminium mampu menurunkan nilai TSS tertinggi sebesar 54,3% dengan waktu kontak 10 menit, tegangan 24 V, kuat arus 10 Ampere, serta ukuran elektroda  $10 \times 10 \times 0,1$  cm (Saputra, 2018).

#### **2.4 Parameter Analisis Limbah Cair Pencucian Kendaraan Bermotor**

Ada beberapa parameter limbah cair pencucian kendaraan bermotor yang harus memenuhi baku mutu yang berlaku yaitu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 68 tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah, diantaranya sebagai pH, kekeruhan, COD, BOD, dan TSS. pH merupakan derajat keasaman yang dipakai untuk menunjukkan tingkat keasaman maupun tingkat kebasaan pada suatu larutan. Toksisitas bahan pencemar serta banyaknya zat di dalam air akan mempengaruhi derajat keasaman suatu larutan. Skala pH berkisar antara 1-14 (Ningrum, 2018). Kadar asam yang terkandung pada suatu larutan akan mempengaruhi nilai pH. Semakin rendah pH suatu larutan maka semakin asam larutan tersebut. Untuk mengukur kadar pH dapat dilakukan dengan menggunakan kertas lakmus ataupun pH meter (Azmi dkk., 2016).

Pada limbah cair juga terdapatnya COD dan BOD. COD merupakan jumlah kebutuhan oksigen yang dibutuhkan untuk mendegradasi bahan-bahan organik secara kimia dalam air. Penurunan COD menekankan kebutuhan oksigen akan kimia dimana senyawa-senyawa yang diukur merupakan bahan-bahan yang tidak dapat dipisahkan secara biokimia. Sedangkan BOD adalah jumlah oksigen yang diperlukan mikroorganisme untuk mengurai zat organik dalam kondisi aerob. BOD ini dipergunakan untuk menentukan jumlah oksigen yang dibutuhkan, untuk menentukan ukuran fasilitas pengolahan yang dibutuhkan, serta untuk menyesuaikan dengan baku mutu yang berlaku (Nurjanah dkk., 2017).

Selain itu, parameter analisis limbah cair lainnya yaitu kekeruhan. Kekeruhan terjadi disebabkan oleh materi terlarut, tersuspensi, serta partikel-partikel lainnya seperti plankton, jasad renik, lumpur, tanah liat serta pasir halus. Kekeruhan yang tinggi pada suatu perairan dapat mengurangi jumlah oksigen terlarut dalam air, serta menghalangi sinar matahari masuk ke perairan (Suhendar dkk., 2020). Sedangkan TSS merupakan padatan tidak terlarut yang menyebabkan terjadinya kekeruhan pada air (Santoso dkk., 2017). TSS merupakan parameter kualitas air yang sangat mempengaruhi struktur ekosistem pada badan air (Saeed dkk., 2019). Padatan tersuspensi dapat membawa logam berat, polutan, serta nutrisi (Balasubramanian dkk., 2020). Konsentrasi TSS yang tinggi akan mengganggu aktivitas fotosintesis tumbuhan air serta menambah panas pada permukaan air dan menyebabkan ikan-ikan menjadi mati (Jiyah dkk., 2017). Untuk menghitung TSS dapat menggunakan rumus menurut (SNI 06-6989-3,2004) sebagai berikut:

$$\text{TSS (mg/l)} = \frac{(A-B) \times 100}{V} \quad (2.1)$$

dengan, A adalah berat kertas saring + residu kering (mg), berat kertas saring *aquades* (mg), dan V adalah volume sampel uji (mL).

Pada limbah cair pencucian kendaraan bermotor juga mengandung detergen atau surfaktan anionik. Detergen adalah produk pembersih yang penggunaannya akan menghasilkan limbah, dikarenakan bekas cucian yang mengandung detergen akan dibuang ke lingkungan. Detergen merupakan produk yang sukar diurai oleh mikroorganisme sehingga menimbulkan pencemaran lingkungan (Apriyani, 2017). Detergen memuat sekitar 25 jenis bahan yang dikelompokkan sebagai surfaktan, *builder* (bahan penguat), *bleaching agents* (bahan pemutih), dan *additives* (bahan aditif). Surfaktan adalah elemen yang ditambahkan pada cairan yang bertujuan untuk menurunkan tegangan permukaan air (Argita dan Sarkowo, 2016). Surfaktan berguna untuk mengangkat kotoran pada pakaian yang larut ataupun yang tidak larut dalam air. Surfaktan merupakan komponen utama dalam detergen yang mempunyai rantai kimia yang sulit untuk didegradasi oleh alam (Apriyani, 2017).

Struktur molekul surfaktan terbagi menjadi dua, yaitu sebagai berikut (Reningtyas dan Mahreni, 2015):

1. Gugus hidrofilik (kepala surfaktan)
  - a. Surfaktan anionik merupakan surfaktan bermuatan negatif
  - b. Surfaktan kationik merupakan surfaktan bermuatan positif
  - c. Surfaktan amfoter merupakan surfaktan bermuatan positif dan negatif
  - d. Surfaktan ionik merupakan surfaktan yang tidak bermuatan
2. Gugus hidrofobik (ekor surfaktan)
  - a. Hidrokarbon
  - b. Perfluoro Hidrokarbon
  - c. *Polyoxypropylene*

Surfaktan anionik yang sering digunakan sebagai detergen yaitu *Alkil Benzena Sulfonate* (ABS) dan *Linear Alkylbenzene Sulfonate* (LAS). Kedua surfaktan ini memiliki sifat yang berbeda, surfaktan ABS memiliki rantai alkil yang bercabang, sedangkan surfaktan LAS memiliki rantai alkil yang lurus (Utomo dkk., 2018). Senyawa LAS dapat terurai secara aerob, senyawa LAS mampu terurai dengan mudah, tetapi akan menyebabkan kekeruhan pada badan air (Fernianti dkk., 2017).

Berikut ini baku mutu limbah cair yang telah ditetapkan menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik dapat dilihat pada Tabel 2.1 sebagai berikut.

Tabel 2.1 Baku mutu parameter limbah cair pencucian kendaraan bermotor

No	Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
1	pH	-	6-9
2	COD	mg/L	100
3	BOD	mg/L	30

4	Zat padat terlarut (TSS)	mg/L	30
---	--------------------------	------	----

(Sumber: Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 68 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik)



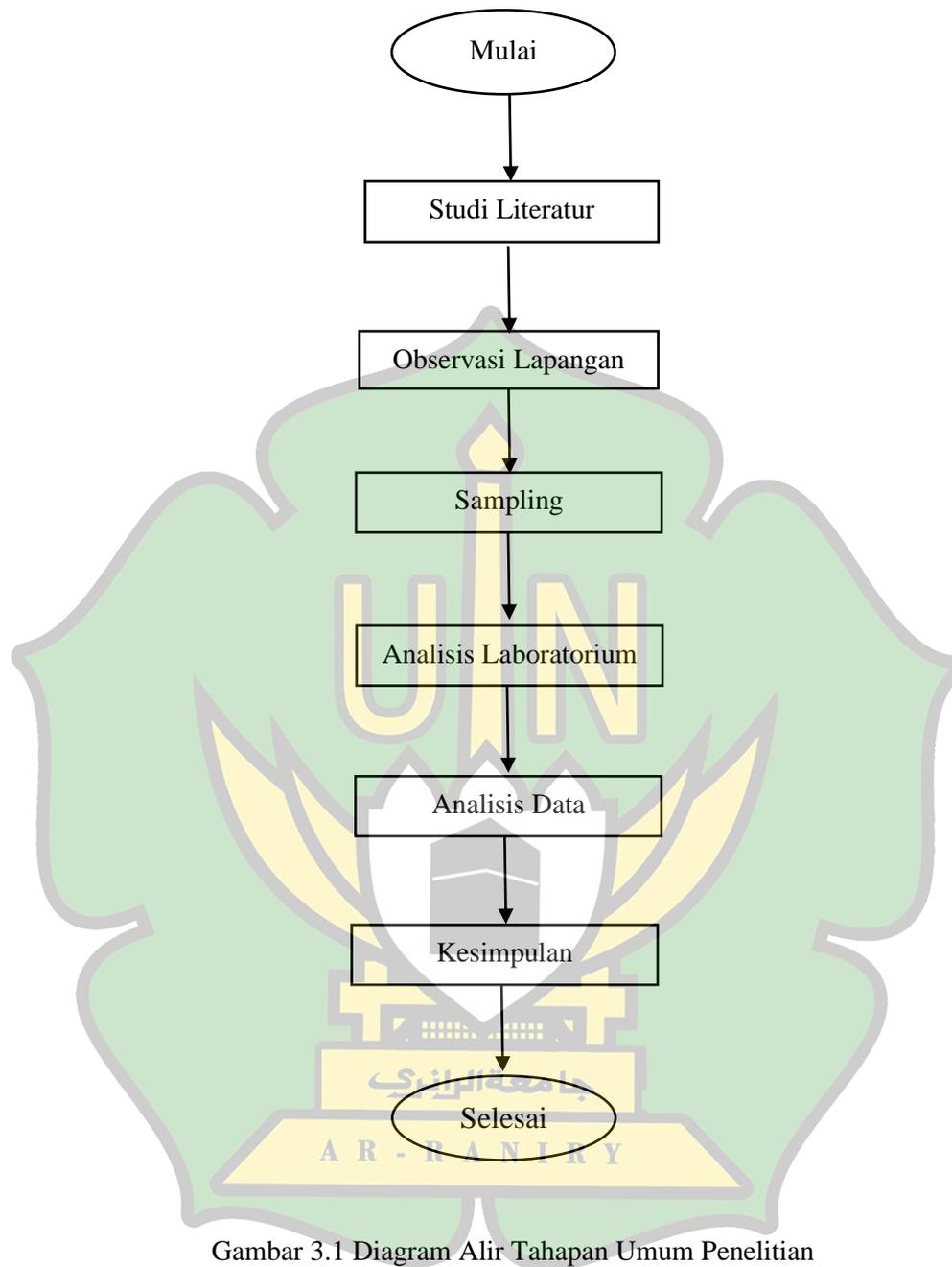
## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Tahapan Penelitian**

Tahapan penelitian mencakup langkah-langkah pelaksanaan penelitian dari awal hingga akhir, adapun langkah-langkahnya sebagai berikut:

1. Studi Literatur. Mempelajari bahan bacaan yang digunakan dalam penelitian ini dengan membaca jurnal-jurnal, literatur, serta referensi lainnya yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan.
2. Observasi Lapangan. Melaksanakan pengamatan serta perizinan kepada pihak-pihak yang berkaitan.
3. Persiapan Pengambilan Sampel. Pengambilan sampel dilakukan untuk melakukan analisa awal yaitu pengujian nilai pH, COD, BOD, TSS, kekeruhan, serta surfaktan, yang terdapat dalam limbah cair.
4. Sampling. Pengambilan sampel dilakukan untuk dianalisa parameter pH, COD, BOD, TSS, kekeruhan, serta konsentrasi surfaktan yang terdapat pada air limbah.
5. Analisis Laboratorium. Sampel yang telah diambil akan diuji dengan menggunakan sistem elektrokoagulasi dengan perlakuan variasi waktu kontak, tegangan, serta variasi jarak antara elektroda. Parameter pH, COD, BOD, TSS, kekeruhan, serta konsentrasi surfaktan yang terdapat pada sampel yang telah diuji dilakukan analisis di Laboratorium.
6. Analisis Data. Hasil penelitian dianalisis berdasarkan teori yang ada.
7. Penarikan Simpulan. Simpulan diambil berlandaskan analisa data dan diperiksa kesesuaian dengan maksud dan tujuan dari penelitian.



Gambar 3.1 Diagram Alir Tahapan Umum Penelitian

## 3.2 Pengambilan Limbah

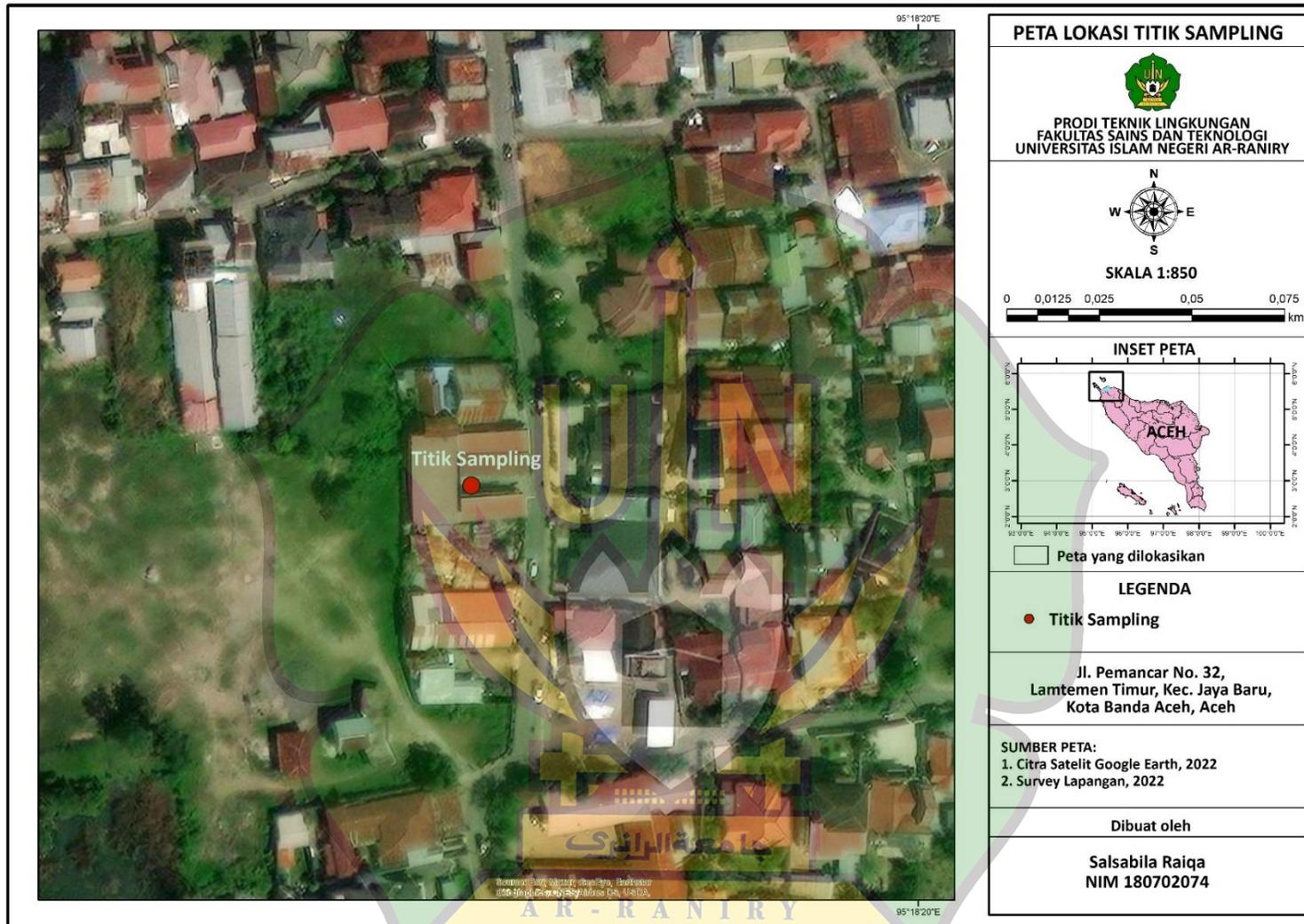
### 3.2.1 Lokasi Pengambilan Sampel

Proses observasi dan pengambilan sampel pada penelitian ini dilakukan pada salah satu usaha pencucian kendaraan bermotor yang berlokasi di Jalan Pemancar Desa Lamteumen Timur, Kota Banda Aceh. Pemilihan lokasi ini

dilakukan berdasarkan hasil uji pendahuluan yang telah dilakukan pada beberapa usaha pencucian kendaraan bermotor, pada usaha ini lah yang memiliki nilai kekeruhan yang tinggi. Kandungan TSS dan konsentrasi surfaktan pada air limbah pencucian kendaraan bermotor pada usaha ini telah melewati baku mutu yang telah ditetapkan oleh PERMEN LHK No. 68 Tahun 2016. Selain itu, limbah cair tersebut mengandung bau, jika tidak dilakukannya pengolahan maka bau yang berasal dari limbah tersebut akan mengganggu warga sekitar. Selain itu limbah tersebut akan mengalir ke saluran umum dan terus mengalir ke sungai sehingga akan berdampak buruk bagi biota perairan dan juga manusia. Lokasi pengambilan sampel dapat dilihat pada Gambar 3.2 dan peta lokasi pengambilan sampel dapat dilihat pada Gambar 3.3 sebagai berikut.



Gambar 3.2 Lokasi Pengambilan Sampel



Gambar 3.3 Peta Lokasi Pengambilan Sampel  
 Sumber: Google Earth

### 3.2.2 Teknik Pengambilan Sampel

Teknik pengambilan sampel yang dilaksanakan dengan menggunakan metode pengambilan sampel sesaat (*grab sampling*) berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) 689.59-2008, dengan tahapan sebagai berikut:

1. Sampel limbah cair diambil pada salah satu usaha pencucian kendaraan bermotor yang terdapat di Desa Lamteumen Timur, Kecamatan Jaya Baru, Kota Banda Aceh. Waktu pengambilan sampel dilakukan pada pukul 11.00 WIB hingga 12.00 WIB. Pemilihan waktu tersebut dikarenakan aktivitas pencucian kendaraan bermotor meningkat pada waktu tersebut.
2. Sampel diambil dengan gelas plastik dan kemudian dimasukkan ke dalam sebuah jerigen sebanyak 10 liter. Kategori ini disesuaikan dengan SNI 6989.59:2008.

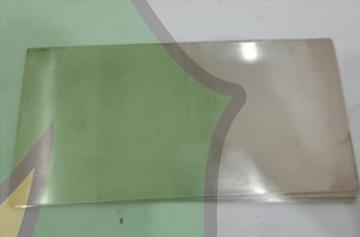
### 3.3 Eksperimen

#### 3.3.1 Bahan Eksperimen

Adapun bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.1 sebagai berikut.

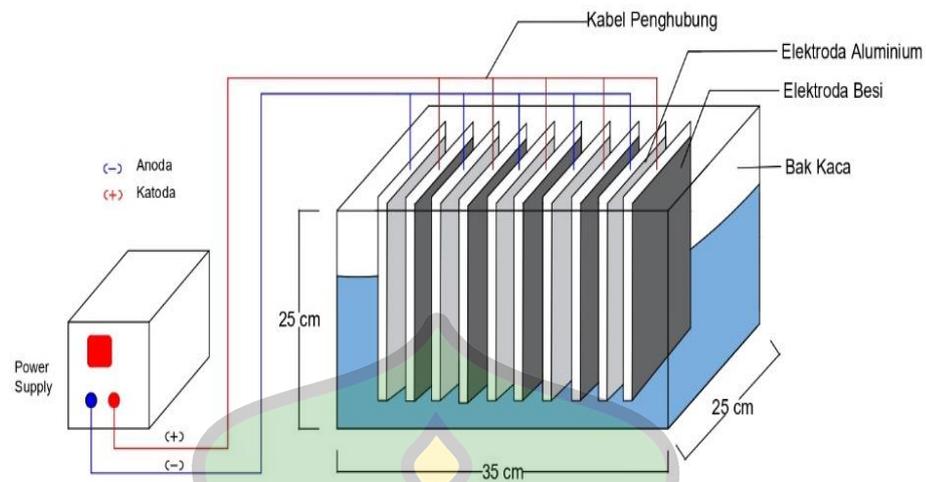
Tabel 3.1 Bahan-Bahan Eksperimen

No.	Bahan	Spesifikasi	Jumlah	Kegunaan	Gambar
1	Limbah cair pencucian kendaraan bermotor	10 liter	1 jerigen	Sampel yang diteliti	
2	Power supply	Tegangan maksimal 15 Volt, kuat arus 2 Ampere	1 buah	Untuk mengalirkan listrik pada plat elektroda	
No.	Bahan	Spesifikasi	Jumlah	Kegunaan	Gambar

3	Bak Kaca	Ketebalan 5 mm, ukuran 35cm × 25 cm × 25 cm	1 buah	Sebagai media pembuatan reaktor	
4	Plat Aluminium	Ketebalan 1 mm, ukuran 30 cm × 15 cm	5 buah	Sebagai media pembuatan reaktor	
5	Plat Besi	Ketebalan 1 mm, ukuran 30 cm × 15 cm	5 buah	Sebagai media pembuatan reaktor	
6	Kabel Penghubung dan Aligator Klip	Panjang kabel penghubung 1 meter	10 buah	Sebagai media penghubung antara plat elektroda dengan <i>Power Supply</i>	

### 3.3.2 Desain Reaktor Elektrokoagulasi

Reaktor elektrokoagulasi terbuat berbahan kaca yang memiliki ketebalan 5 mm dengan ukuran 35 cm × 25 cm × 25 cm. Pemilihan material kaca dikarenakan kaca merupakan bahan yang transparan dan tidak menghantarkan listrik. Reaktor elektrokoagulasi juga terdiri dari plat aluminium dan plat besi dengan ketebalan plat 1 mm dan ukuran plat adalah 30 cm × 15 cm pada masing-masing elektroda. Pemilihan material elektroda aluminium dan besi dikarenakan logam ini relatif murah, mudah didapat, tidak beracun serta terbukti efektif. Reaktor ini dihubungkan dengan *power supply* untuk memberikan aliran listrik terhadap plat elektroda. Adapun reaktor elektrokoagulasi dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Perencanaan Reaktor Elektrokoagulasi



Gambar 3.4 Reaktor Elektrokoagulasi

### 3.3.3 Desain Eksperimen

#### 1. Variabel Penelitian

Adapun variabel pada penelitian ini terbagi menjadi dua jenis, diantaranya variabel bebas dan variabel terikat.

##### a. Variabel Terikat

Variabel terikat adalah beberapa faktor yang harus diperhatikan serta diukur untuk menentukan dampak dari variabel bebas. Variabel terikatnya terdiri dari limbah cair pencucian kendaraan bermotor, pengaruh nilai pH, penurunan nilai COD, BOD, TSS, kekeruhan, serta konsentrasi surfaktan.

b. Variabel Bebas

Variabel bebas merupakan variabel yang dapat mempengaruhi perubahan untuk menentukan antara fenomena yang diamati. Variabel bebas pada penelitian ini adalah waktu kontak, tegangan listrik serta jarak antar elektroda. Waktu kontak merupakan faktor yang sangat mempengaruhi metode elektrokoagulasi, hal ini dikarenakan semakin lama waktu kontak yang diberikan maka semakin banyak ion-ion yang menempel pada elektroda. Waktu kontak yang divariasikan yaitu 30, 60 dan 90 menit. Sedangkan tegangan listrik akan mempengaruhi perubahan kimia yang mengalir melalui logam elektrolit. Tegangan yang divariasikan yaitu 2,3,4, dan 5 V. Selain itu, jarak antar elektroda juga akan mempengaruhi proses elektrokoagulasi. Variasi jarak antar elektroda yang digunakan yaitu 2 cm dan 3 cm.

Tabel 3.2 Variabel Bebas

Tegangan (Volt)	Waktu (menit)	Jarak Elektroda (cm)
2	30	2
		3
	60	2
		3
	90	2
		3
3	30	2
		3
	60	2
		3
	90	2
		3
Tegangan (Volt)	Waktu (menit)	Jarak Elektroda (cm)

4	30	2
		3
	60	2
		3
	90	2
		3
5	30	2
		3
	60	2
		3
	90	2
		3

## 2. Definisi Operasional

Tabel 3.3 Definisi Operasional

No.	Variabel	Definisi Operasional
1	Perbedaan waktu kontak	Variasi waktu kontak yang digunakan yaitu 30, 60 dan 90 menit
2	Perbedaan tegangan listrik	Variasi tegangan listrik yang digunakan yakni 2, 3, 4, dan 5 volt.
3	Pengaruh terhadap nilai pH dan penurunan nilai TSS, COD, BOD, kekeruhan, serta konsentrasi surfaktan	Pengaruh nilai pH serta penurunan nilai TSS, COD, BOD, kekeruhan, serta konsentrasi surfaktan pada air limbah pencucian kendaraan bermotor setelah dilakukannya pengolahan dengan menggunakan elektrokoagulasi dan telah memenuhi baku mutu yang berlaku
4	Keefektifan	Diantara perbedaan waktu kontak serta tegangan yang diterapkan yang paling efektif dalam mengurangi bahan pencemar

### 3.3.4 Prosedur Eksperimen

Adapun prosedur eksperimen yang dilakukan pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Sampel limbah cair pencucian kendaraan bermotor dimasukkan ke dalam reaktor elektrokoagulasi sebanyak 10 liter.

2. Plat aluminium dan plat besi dipasang pada penyangga kayu dengan variasi jarak 2 cm dan 3cm.
3. Plat aluminium dan plat besi disambung dengan kabel yang terhubung dengan *power supply*.
4. *Power supply* dinyalakan dengan variasi tegangan 2 V, 3 V, 4 V, dan 5 V, kuat arus 2 A, dan variasi waktu 30, 60, dan 90 menit.
5. Air limbah diambil pada setiap perlakuan untuk pengukuran pH, kekeruhan, COD, BOD, TSS, dan surfaktan.

### 3.4 Pengukuran

#### 3.4.1 Bahan Pengukuran

Adapun bahan-bahan pengukuran yang digunakan pada penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 3.4 adalah sebagai berikut:

Tabel 3.4 Bahan-Bahan Pengukuran

Bahan	Besar	Satuan	Kegunaan
Air limbah	10	Liter	Sampel yang diuji
Kertas Saring Whatman 45 $\mu$ m	26	Lembar	Pengujian TSS
K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	100	mL	Pengujian COD
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 98%	250	mL	Pengujian COD
Alkohol 95%	50	mL	Pelarut
Aquadest	2	Liter	Pelarut
Serbuk Alkil Sulfonat Linier (LAS) 100%	1	Gram	Pengujian Surfaktan
Fenolftalin	0,5	Gram	Pengujian Surfaktan
NaOH 1N	4	Gram	Pengujian Surfaktan
NaOH 0,02 N	5	Tetes	Pengujian Surfaktan
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 6 N	63,8	mL	Pengujian Surfaktan
Metilen biru (C <sub>16</sub> H <sub>18</sub> ClN <sub>3</sub> S)	100	Gram	Pengujian Surfaktan
Na <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> .H <sub>2</sub> O	50	gram	Pengujian Surfaktan

#### 3.4.2 Prosedur Pengukuran Parameter Limbah Cair

### 1. Pengukuran pH

- a. Sampel air limbah dikocok hingga homogen
- b. Sampel dimasukkan sebanyak 100 mL ke dalam gelas beaker *pyrex*.
- c. pH meter dinyalakan dan dicelupkan ujung elektroda pH meter ke dalam sampel.
- d. Pembacaan pada pH meter ditunggu hingga stabil.
- e. Nilai pH yang terbaca dicatat.

### 2. Pengukuran Kekeruhan

- a. Alat dilakukan kalibrasi dengan menggunakan larutan standar 0 NTU, 100 NTU, 800 NTU dan 1000 NTU ke dalam turbidimeter, kemudian dibaca hasil turbiditas standar.
- b. Tabung turbidimeter dibilas dengan menggunakan aquades dan dimasukkan sampel ke dalam tabung turbidimeter dan dibaca nilai turbiditasnya.
- c. Ditunggu beberapa saat, kemudian hasil pembacaan angka pada tampilan turbidimeter dicatat.

### 3. Pengukuran COD

- a. Sampel dimasukkan ke dalam tabung COD 2,5 mL, selanjutnya 1,5 mL larutan campuran  $K_2Cr_2O_7$  dan 3,5 mL larutan  $H_2SO_4$  ditambahkan ke dalam tabung COD dan kemudian ditutup.
- b. COD reaktor diambil, selanjutnya tombol start pada COD reaktor ditekan dan ditunggu suhu naik hingga  $150^\circ C$ .
- c. Tabung COD dimasukkan ke dalam reaktor COD dengan temperatur  $150^\circ C$  selama 2 jam.
- d. Tabung didinginkan, kemudian pengukuran sampel dilakukan menggunakan COD Meter.

### 4. Pengukuran BOD

- a. Sampel air limbah dipipet ke dalam Erlenmeyer.

- b.  $\text{MnSO}_4$  dan larutan alkali azida ditambahkan sebanyak 1 mL, kemudian sampel ditutup dan dikocok dengan membolak-balikkan botol beberapa kali, ditunggu hingga terbentuk endapan
  - c.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pekat ditambahkan sebanyak 1 mL melalui dinding botol, ditutup kembali, dan sampel dikocok sampai endapan larut. Selanjutnya dimasukkan ke dalam erlenmeyer yang berisi larutan jenuh, diaduk hingga homogen.
  - d. Sampel dititrasi dengan Natrium Thiosulfate ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) 0,1 N hingga warnanya menjadi kuning muda.
  - e. Indikator kanji ditambahkan ke dalam sampel sebanyak 1-2 mL hingga warnanya berubah menjadi biru dan dititrasi lagi hingga warna biru hilang.
5. Pengukuran TSS
- a. Kertas saring Whatman ditimbang dengan neraca analitik Sartorius.
  - b. Kertas saring Whatman dengan pori-pori 45  $\mu\text{m}$  dimasukkan ke dalam cawan porselen pyrex.
  - c. Kertas saring Whatman dibilas dengan aquades.
  - d. Kertas saring dikeringkan menggunakan oven *Fisher Scientific* pada suhu 103-105 °C selama 1 jam.
  - e. Kertas saring didinginkan dalam desikator Normax selama 10 menit.
  - f. Kertas saring diukur kembali dengan menggunakan neraca analitik Sartorius.
  - g. Kertas saring diletakkan pada pompa vakum Rocker 300-MF3.
  - h. Sampel diaduk dengan batang pengaduk.
  - i. Sampel dipipet sebanyak 100 ml dengan pipet Volumetrik.
  - j. Sampel disaring menggunakan kertas saring Whatman dengan pompa vakum Rocker 300-MF3.
  - k. Kertas saring Whatman dikeringkan menggunakan oven *Fisher Scientific* pada suhu 103-105°C dalam waktu 1 jam.
  - l. Kertas saring Whatman didinginkan dalam desikator Normax selama 10 menit.

- m. Kertas saring Whatman ditimbang dengan neraca analitik.
  - n. Kertas saring Whatman dikeringkan kembali.
  - o. Kertas saring didinginkan dalam desikator.
  - p. Kertas saring Whatman ditimbang kembali dengan neraca analitik.
6. Pengukuran Konsentrasi Surfaktan
- a. Sampel dimasukkan ke dalam tiga gelas ukur Pyrex masing-masing sebanyak 50 mL.
  - b. Sampel dimasukkan ke dalam corong pemisah masing-masing sebanyak 100 mL.
  - c. Indikator Fenolftalein ditambahkan sebanyak 3 hingga 5 tetes ke dalam sampel.
  - d. Larutan NaOH 1N dimasukkan ke dalam masing-masing sampel hingga timbul warna merah muda.
  - e. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1 N ditambahkan sebanyak 2 hingga 5 tetes ke dalam sampel.
  - f. Larutan Metilen biru ditambahkan pada masing-masing sampel sebanyak 12,5 mL.
  - g. Kloroform ditambahkan masing-masing sebanyak 10 mL.
  - h. Sampel diguncang perlahan selama 30 detik dan sekali-kali dibuka penutup corong untuk mengeluarkan gas.
  - i. Sampel dibiarkan sampai terjadinya pemisahan fasa, kemudian corong pemisah digoyangkan.
  - j. Isopropil alkohol ditambahkan ke dalam sampel (jika terbentuk emulsi) hingga emulsinya hilang.
  - k. Fasa Kloroform dipisahkan, kemudian dikumpulkan dalam corong pemisah lainnya.
  - l. Fasa air dalam corong pemisah diekstraksi kembali sebanyak 2 kali, selanjutnya disatukan seluruh fasa kloroform.
  - m. Larutan pencuci ditambahkan sebanyak 25 mL ke dalam fasa Kloroform gabungan, kemudian dikocok selama 30 detik.
  - n. Sampel yang telah ditambahkan larutan pencuci dibiarkan hingga terjadinya

pemisahan fasa, kemudian sampel dikocok.

- o. Lapisan Kloroform pada sampel dikeluarkan dari dalam corong pemisah.
- p. Lapisan Kloroform kemudian ditampung dengan labu ukur.
- q. Sampel diukur menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang sebesar 652 nm dan dicatat serapannya.

### 3.5 Analisis Data

#### 3.5.1 Efektivitas

Tahap analisis data yang dilakukan pada penelitian ini yaitu untuk mengetahui persentase penurunan beban pencemar pada limbah cair pencucian kendaraan bermotor dari masing-masing parameter yang telah diuji pada saat dan sesudah dilakukannya pengolahan dengan menggunakan metode elektrokoagulasi.

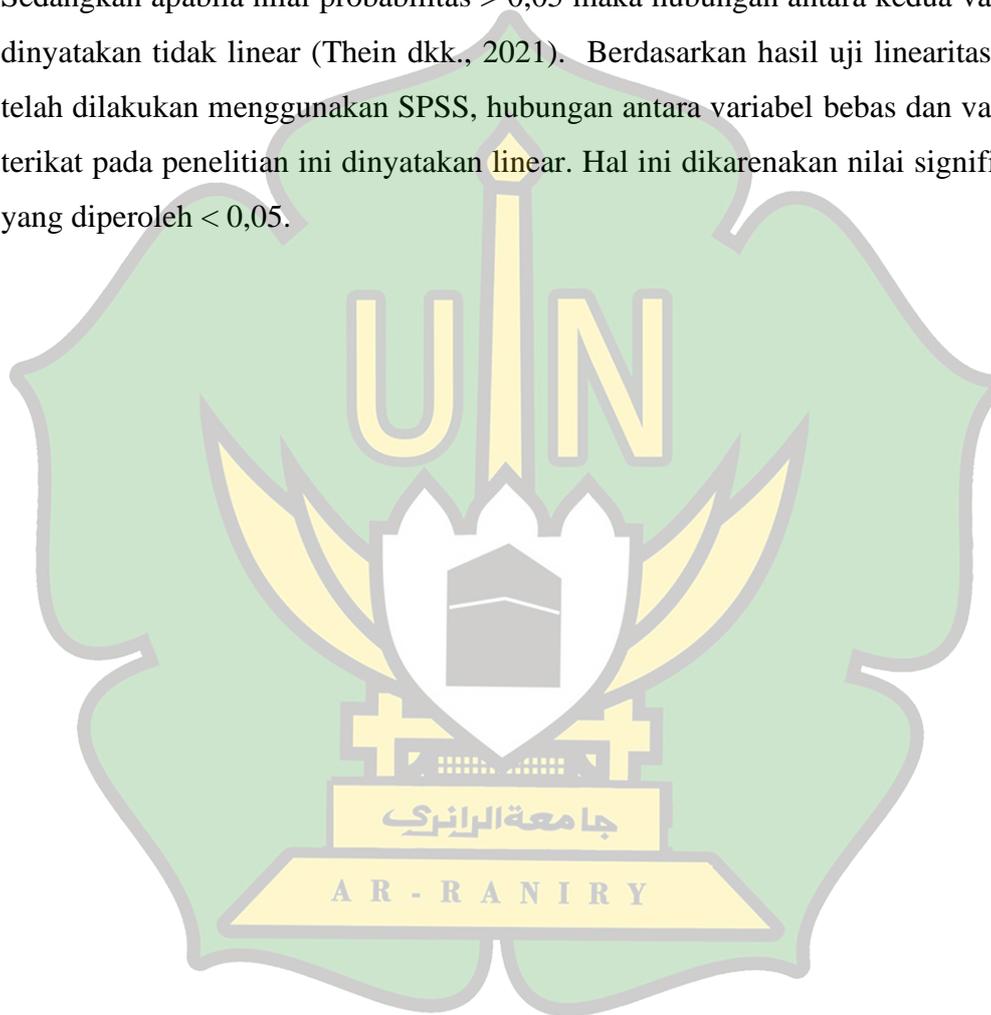
$$\% \text{ Efektivitas} = \frac{(x - y)}{x} \times 100\% \quad (3.1)$$

dengan x merupakan nilai konsentrasi pencemar sebelum dilakukan pengolahan dan b adalah nilai konsentrasi pencemar sesudah dilakukan pengolahan.

#### 3.5.2 Analisis Statistik

Analisis statistik yang digunakan pada penelitian ini menggunakan sebuah software untuk melakukan pengolahan data dan menganalisis data yaitu SPSS. SPSS (*Software Statistical Product and Service Solution*) merupakan program komputer statistik yang mampu memproses data statistik dengan akurat. SPSS memiliki kemampuan pemaparan yang baik (berbentuk tabel serta grafik), memiliki sifat yang dinamis (mudah untuk mengubah informasi) serta mudah dihubungkan dengan aplikasi lainnya seperti Excel (Fauziah dan Rinda, 2019). Analisis yang digunakan ialah Analisis regresi linier berganda. Analisis regresi linier berganda merupakan hubungan linier antara dua atau lebih variabel indepen dengan variabel dependen.

Uji linieritas bertujuan untuk mengetahui apakah variabel bebas dan variabel terikat mempunyai hubungan yang linear atau tidak. Uji ini digunakan untuk syarat dalam analisis regresi linear (Setiawan dan Sri, 2020). Pengujian pada SPSS dengan menggunakan *Test for Linearity* dengan nilai signifikansi 0,05. Jika nilai probabilitas  $< 0,05$  maka hubungan antara dua variabel dinyatakan linear. Sedangkan apabila nilai probabilitas  $> 0,05$  maka hubungan antara kedua variabel dinyatakan tidak linear (Thein dkk., 2021). Berdasarkan hasil uji linearitas yang telah dilakukan menggunakan SPSS, hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat pada penelitian ini dinyatakan linear. Hal ini dikarenakan nilai signifikansi yang diperoleh  $< 0,05$ .



## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil Eksperimen

Hasil pengukuran air limbah pencucian kendaraan bermotor dengan parameter TSS, COD, BOD, pH, kekeruhan, serta konsentrasi surfaktan sebelum dilakukannya pengolahan dengan elektrokoagulasi dapat dilihat hasilnya pada Tabel 4.1 dan Tabel 4.2. Berdasarkan hasil pengujian, parameter pada limbah tersebut belum memenuhi baku mutu yang berlaku yaitu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup (PERMEN LHK) Nomor 68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik.

Tabel 4.1 Hasil analisis awal parameter pH, TSS, COD dan BOD

No	Parameter	Nilai Sebelum Pengolahan	Baku Mutu Limbah
1	pH	8,2	6-9
2	TSS (mg/L)	783 mg/L	400 mg/L
3	COD (mg/L)	383 mg/L	300 mg/L
4	BOD (mg/L)	5,78 mg/L	150 mg/L

(Sumber: PERMEN LHK No. 68 Tahun 2016)

Tabel 4.2 Hasil analisis awal parameter kekeruhan dan surfaktan

No	Parameter	Nilai Sebelum Pengolahan	Baku Mutu Limbah
1	Kekeruhan	344 NTU	-
2	Surfaktan	20,09 mg/L	-

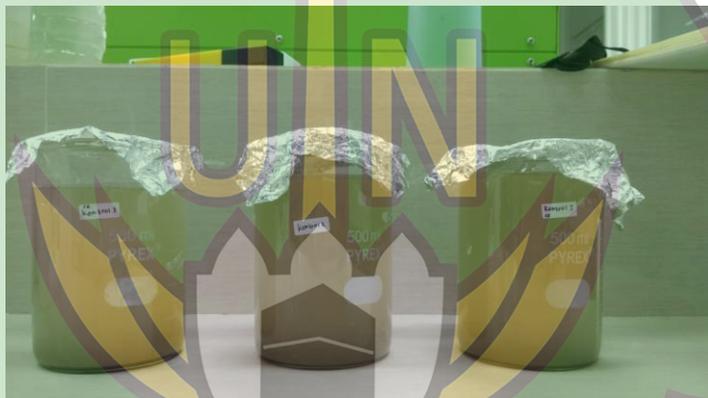
Berikut hasil analisis TSS, COD, BOD, kekeruhan, pH, serta konsentrasi surfaktan setelah dilakukannya proses elektrokoagulasi, dapat dilihat pada Tabel 4.3 sebagai berikut.

Tabel 4.3 Hasil analisis setelah dilakukan Elektrokoagulasi dengan pasangan elektroda aluminium dan besi

Tegangan (Volt)	Jarak (cm)	Waktu (menit)	TSS (mg/L)		COD (mg/L)		Kekeruhan (NTU)		pH	BOD (mg/L)		Surfaktan (mg/L)	
			HPSE	ED	HPSE	ED	HPSE	ED	HPSE	HPSE	ED	HPSE	ED
2	2	30	702	11,03	194	49,35	219,0	36,34	8,1	6,90	-19,38	11,34	43,55
		60	624	20,91	122	68,15	174,7	49,22	8,0	-	-	-	-
		90	605	23,32	115	69,97	96,9	71,83	7,8	-	-	-	-
3		30	591	25,10	97	74,67	88,9	74,16	8,0	-	-	-	-
		60	562	28,77	75	80,42	71,4	79,24	8,0	-	-	-	-
		90	478	39,42	70	81,72	60,9	82,30	7,9	-	-	11,13	44,60
4		30	407	48,42	63	83,55	57,6	83,26	7,9	-	-	-	-
		60	374	52,60	45	88,25	29,4	91,45	8,0	-	-	-	-
		90	353	55,26	34	91,12	28,3	91,77	8,1	-	-	4,56	77,3
5	30	233	70,47	26	93,21	21,9	93,63	8,1	-	-	-	-	
	60	193	75,54	15	96,08	14,8	95,70	8,0	-	-	-	-	
	90	135	82,89	6	98,43	13,5	96,08	8,0	2,69	53,46	3,32	83,47	
2	3	30	768	2,66	331	13,58	299,0	13,08	8,2	4,19	27,51	12,40	38,28
		60	743	5,83	299	21,93	211,0	38,66	8,2	-	-	-	-
		90	674	14,58	278	27,42	182,4	46,98	8,1	-	-	-	-
3		30	656	16,86	243	36,55	161,2	53,14	8,1	-	-	-	-
		60	627	20,53	185	51,70	139,9	59,33	8,0	-	-	-	-
		90	623	21,04	134	65,01	86,9	74,74	8,0	-	-	-	-
4		30	620	21,42	112	70,76	81,5	76,31	8,1	-	-	-	-
		60	607	23,07	90	76,50	77,5	77,47	8,0	-	-	-	-
		90	594	24,71	85	77,81	69,2	79,88	7,9	-	-	-	-
5		30	540	31,56	72	81,20	44,4	87,09	8,1	-	-	-	-
		60	536	32,07	41	89,30	33,5	90,26	8,0	-	-	-	-
		90	512	35,11	15	96,08	30,7	91,08	8,0	3,34	42,21	3,58	82,18
<b>Baku Mutu</b>			<b>30</b>	<b>100</b>	<b>-</b>		<b>6,0 - 9,0</b>	<b>30</b>	<b>-</b>		<b>-</b>		
<b>HPA</b>			<b>789</b>	<b>383</b>	<b>344</b>		<b>8,2</b>	<b>5,78</b>	<b>20,09</b>				

Keterangan: Hasil Pengukuran Awal (HPA), Hasil Pengukuran Setelah Eksperimen (HPSE), Efektivitas Degradasi(ED).

Berdasarkan Tabel 4.1 dan Tabel 4.2 hasil analisis awal parameter limbah cair telah melewati baku mutu yang ditetapkan pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan (PERMEN LHK) Nomor 68 Tahun 2016. Setelah dilakukan pengolahan dengan proses elektrokoagulasi dengan variasi tegangan 2, 3, 4, dan 5 V, variasi waktu 30, 60, dan 90 menit, serta variasi jarak elektroda 2 cm dan 3 cm, parameter limbah cair pencucian kendaraan bermotor mengalami penurunan dan telah memenuhi baku mutu yang ditetapkan berdasarkan PERMEN LHK No. 68 Tahun 2016. Penampakan fisik limbah cair pencucian kendaraan bermotor sebelum dan sesudah dilakukannya proses elektrokoagulasi dapat dilihat pada Gambar 4.1 dan 4.2 sebagai berikut.



Gambar 4.1 Limbah cair pencucian kendaraan bermotor sebelum dilakukan proses elektrokoagulasi



Gambar 4.2 Limbah cair pencucian kendaraan bermotor setelah dilakukan proses elektrokoagulasi

Selain itu, terhadap parameter telah dilakukannya uji regresi linear berganda menggunakan *Software SPSS (Statistical Product and Service Solutions)*. Hasil uji regresi linear berganda dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil uji regresi linear berganda menggunakan SPSS

Variabel Bebas	Probabilitas	Nilai Signifikansi SPSS				Keterangan
		pH	COD	TSS	Kekeruhan	
Waktu (menit)		0,030	0,011	0,041	0,003	Waktu berpengaruh terhadap penurunan nilai pH, COD, TSS, dan kekeruhan
Tegangan (volt)	< 0,05	0,285	0,000	0,000	0,000	Tegangan berpengaruh terhadap penurunan nilai COD, TSS, dan kekeruhan
Jarak (cm)		0,700	0,000	0,000	0,002	Jarak antara elektroda berpengaruh terhadap penurunan nilai COD, TSS, dan kekeruhan

## 4.2 Pembahasan

### 4.2.1 Efektivitas Penurunan Parameter Pencemar Pada Limbah Cair

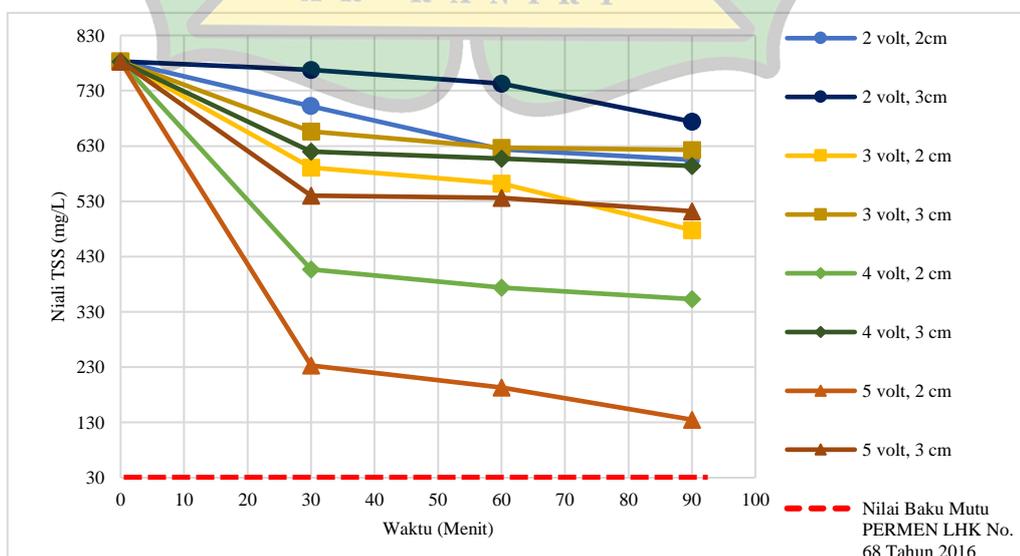
#### a. TSS (*Total Suspended Solid*)

TSS (*Total Suspended Solid*) merupakan jumlah padatan tersuspensi pada suatu larutan. TSS merupakan jumlah kepekatan padatan pada limbah cair. Kandungan TSS pada air limbah pencucian kendaraan bermotor disebabkan oleh

debu, partikel logam berat, minyak dan lemak, bahan kimia yang terdapat dalam detergen (Fikri dkk., 2020).

Berdasarkan Tabel 4.3, hasil pengukuran nilai awal TSS adalah 783 mg/L. Perlakuan elektrokoagulasi yang dilakukan telah menurunkan nilai TSS, akan tetapi belum memenuhi syarat baku mutu yang ditetapkan berdasarkan PERMEN LHK Nomor 68 Tahun 2016, dengan nilai TSS maksimal 30 mg/L. Penurunan nilai TSS tertinggi yaitu 135 mg/L, pada perlakuan elektrokoagulasi dengan tegangan 5 V, waktu kontak 90 menit, serta jarak elektroda 2 cm dengan nilai efektivitas sebesar 82,89%, akan tetapi nilai TSS tersebut belum memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan. Grafik hasil uji penurunan nilai TSS dapat dilihat pada Gambar 4.3.

Penurunan nilai TSS pada air limbah disebabkan partikel-partikel terkandung dalam air limbah bermuatan negatif. Ion-ion yang dihasilkan oleh elektroda akan menstabilkan partikel yang terkandung pada air limbah. Pada anoda akan menghasilkan ion  $Al^{3+}$  yang akan mengikat  $OH^-$  dan terbentuklah senyawa  $Al(OH)_3$ , dan akan mengikat bahan pencemar, sedangkan pada katoda akan menghasilkan gas hidrogen yang akan mengangkat flok ke atas permukaan, sedangkan flok yang telah lama terbentuk akan semakin membesar dan akan mengendap ke dasar bak elektrokoagulasi (Ni'am dkk., 2017). Prinsip proses kerja pereduksian nilai TSS pada proses elektrokoagulasi yaitu adanya pertumbuhan massa flok sehingga berat jenis flok menjadi besar dan menyebabkan flok mengendap (Takwanto dkk., 2018).

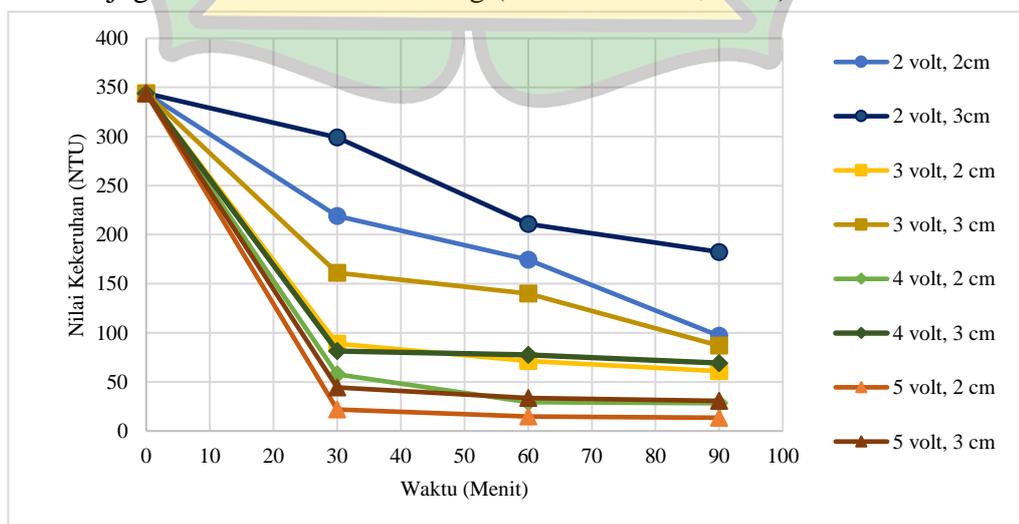


Gambar 4.3 Pengaruh waktu kontak (menit), tegangan (volt), dan jarak antara elektroda (cm) terhadap penurunan nilai TSS pada limbah cair.

### b. Kekeruhan

Nilai kekeruhan yang tinggi menunjukkan adanya zat terlarut dan tersuspensi tinggi pula dalam air limbah. Maka dari itu dilakukannya pengolahan agar dapat menurunkan tingkat kekeruhan pada air limbah, sehingga kandungan zat yang tersuspensi dalam air juga akan menurun dan memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan. Berdasarkan Tabel 4.3, hasil pengukuran nilai awal kekeruhan adalah 344 NTU. Metode elektrokoagulasi mampu menurunkan nilai kekeruhan hingga 13,5 NTU, pada perlakuan elektrokoagulasi dengan tegangan 5 V, waktu kontak 90 menit, serta jarak elektroda 2 cm dengan nilai efektivitas sebesar 96,08%. Grafik hasil uji penurunan nilai kekeruhan dapat dilihat pada Gambar 4.4.

Pada proses elektrokoagulasi akan menghasilkan  $\text{Al}(\text{OH})_3$  yang berperan sebagai koagulan dan akan berperan sebagai penyerap berbagai polutan, baik organik maupun anorganik yang terdapat pada limbah cair. Hal tersebut akan membentuk senyawa kompleks yang memiliki berat molekul yang lebih besar sehingga mudah diendapkan. Semakin banyak endapan yang terbentuk, akan menurunkan jumlah polutan dalam air sehingga tingkat kekeruhan pada air limbah juga akan semakin berkurang (Takwanto dkk., 2018).



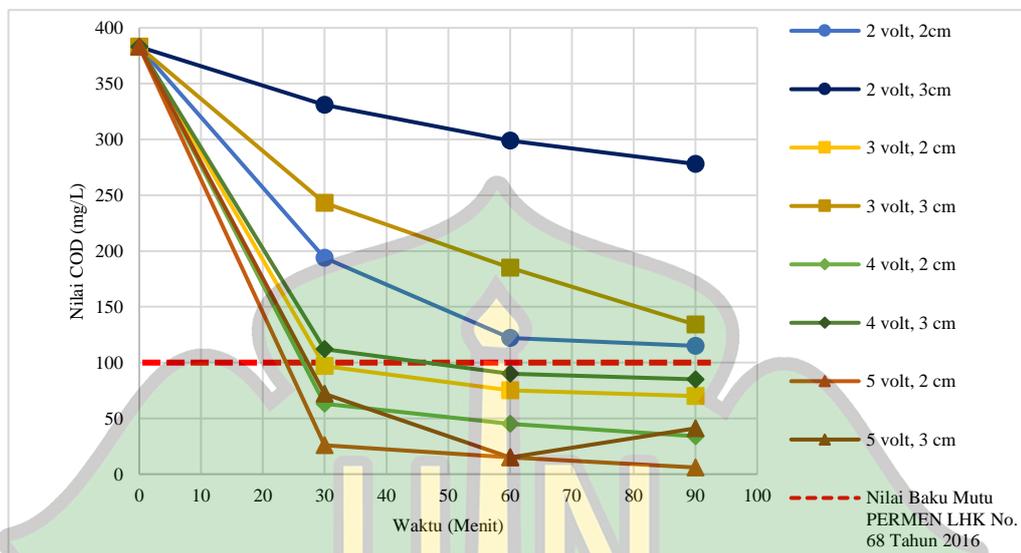
Gambar 4.4 Pengaruh waktu kontak (menit), tegangan (volt) dan jarak antara elektroda (cm) terhadap penurunan nilai kekeruhan pada limbah cair.

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

Pengukuran nilai COD dilakukan untuk mengetahui kandungan bahan organik yang terdapat dalam air limbah. Kebutuhan COD merupakan total oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik secara kimiawi. Berkurangnya bahan organik hasil oksidasi COD, secara tidak langsung menandakan jumlah konsentrasi bahan organik yang terkandung pada badan air (Kusumawardani dkk., 2019). Kadar COD yang tinggi menandakan banyaknya polutan yang terdapat pada limbah tersebut.

Berdasarkan Tabel 4.3, hasil pengukuran nilai awal COD adalah 383 mg/L. Perlakuan elektrokoagulasi yang dilakukan mampu menurunkan nilai COD hingga memenuhi baku mutu yang berlaku berdasarkan PERMEN LHK Nomor 68 Tahun 2016, dengan nilai COD maksimal 100 mg/L. Penurunan nilai COD tertinggi yaitu 6 mg/L, pada perlakuan elektrokoagulasi dengan tegangan 5 V, waktu kontak 90 menit, serta jarak elektroda 2 cm dengan nilai efektivitas sebesar 98,43%. Grafik hasil uji penurunan nilai COD pada Gambar 4.5.

Penurunan nilai COD pada limbah cair disebabkan oleh bahan-bahan organik yang mengalami destabilisasi yang disebabkan oleh koagulan dan juga medan listrik dalam larutan selama proses elektrokoagulasi berlangsung. Selanjutnya, ikatan antara molekul bahan organik akan terputus sehingga menyebabkan molekul tersebut akan teradsorpsi oleh flok koagulan, serta akan mengendap ke dasar bak elektrokoagulasi (Dewanti dkk., 2019).



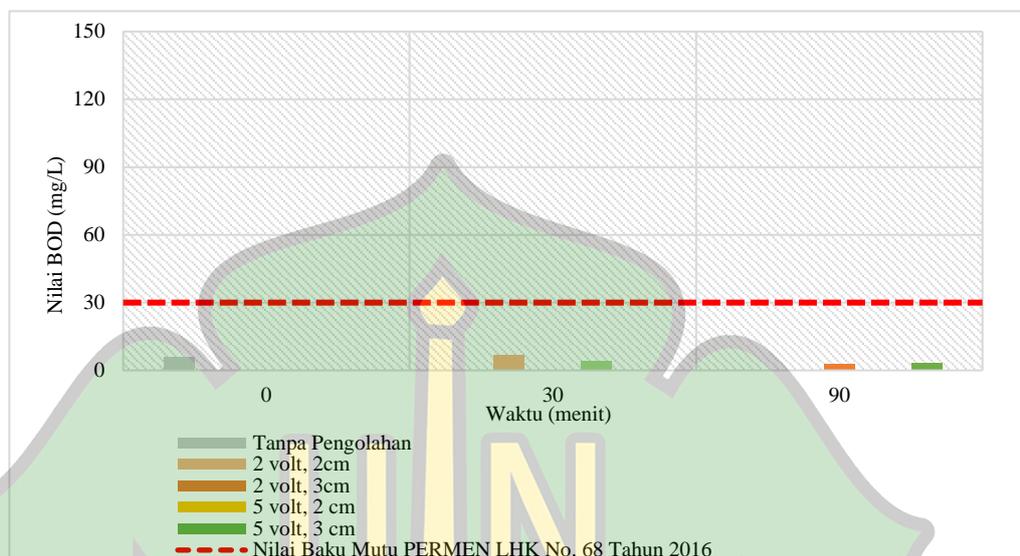
Gambar 4.5 Pengaruh waktu kontak (menit), tegangan (volt) dan jarak antara elektroda (cm) terhadap penurunan nilai COD pada limbah cair.

#### d. BOD (*Biological Oxygen Demand*)

Pengukuran nilai BOD dilakukan untuk mendeteksi proses mikrobiologis yang terjadi dalam air. BOD juga menunjukkan banyaknya oksigen yang dibutuhkan mikrobiologi untuk mengurai bahan organik secara aerob. Berdasarkan Tabel 4.3, hasil pengukuran nilai awal BOD adalah 5,78 mg/L. Perlakuan elektrokoagulasi yang dilakukan telah membuat nilai BOD memenuhi syarat baku mutu yang berlaku berdasarkan PERMEN LHK Nomor 68 Tahun 2016, dengan nilai BOD maksimal 30 mg/L.

Penurunan nilai BOD tertinggi yaitu 2,60 mg/L, pada perlakuan elektrokoagulasi dengan tegangan 5 V, waktu kontak 90 menit, serta jarak elektroda 2 cm dengan nilai efektivitas sebesar 53,46%. Grafik hasil uji penurunan nilai BOD oleh pengaruh waktu dapat dilihat pada Gambar 4.6. Penurunan nilai BOD disebabkan oleh muatan positif yang akan menyerap ion-ion negatif, muatan negatif dan positif akan bertemu sehingga akan terjadinya gaya tarik menarik antara kedua ion tersebut, sehingga terjadinya ikatan yang

kuat dan terbentuklah koagulan yang akan membentuk flok yang dapat menurunkan senyawa organik dalam limbah cair (Wardhani dkk., 2012).

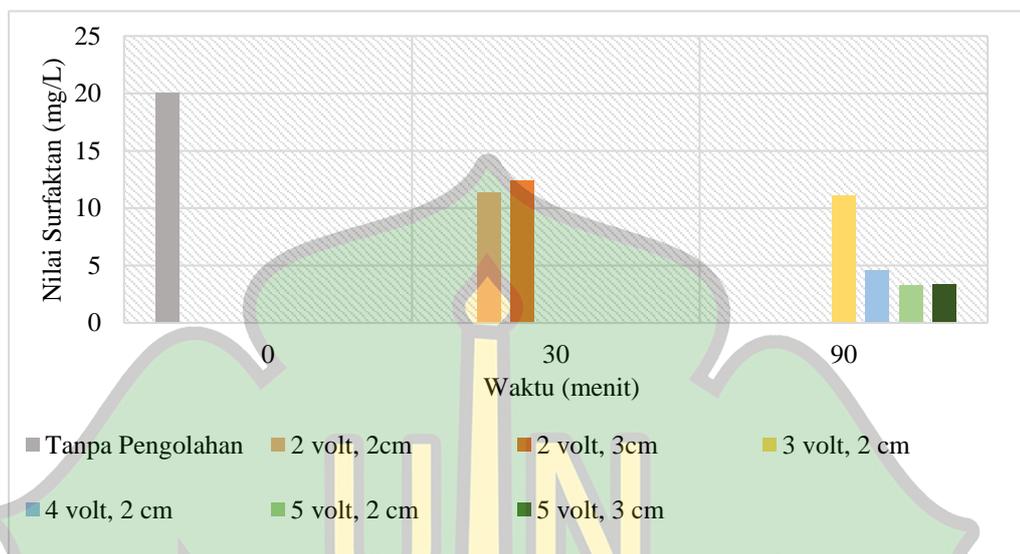


Gambar 4.6 Pengaruh waktu kontak (menit), tegangan (volt) dan jarak antara elektroda (cm) terhadap penurunan nilai BOD pada limbah cair.

#### e. Surfaktan (*Surface Active Agent*)

Pengecekan konsentrasi surfaktan pada penelitian ini menggunakan metode MBAS (*Methylene Blue Active Surfactant*), yaitu merupakan metode pengecekan surfaktan dengan jenis anionik. Berdasarkan Tabel 4.3, hasil pengukuran konsentrasi awal surfaktan adalah 20,09 mg/L. Perlakuan elektrokoagulasi yang dilakukan mampu menurunkan konsentrasi surfaktan.

Penurunan konsentrasi surfaktan tertinggi yaitu 3,30 mg/L, pada perlakuan elektrokoagulasi dengan tegangan 5 V, waktu kontak 90 menit, serta jarak elektroda 2 cm dengan nilai efektivitas sebesar 83,47%. Grafik hasil uji penurunan konsentrasi surfaktan oleh pengaruh waktu dapat dilihat pada Gambar 4.7. Penyisihan surfaktan terjadi disebabkan terjadinya adsorpsi surfaktan pada permukaan partikel, sehingga terbentuklah permukaan yang *hydrophobic* yang kemudian menyebabkan partikel dalam air limbah naik ke permukaan dengan bantuan gelembung gas yang terbentuk pada proses elektrokoagulasi tersebut (Yuniarti dan Tri, 2021).

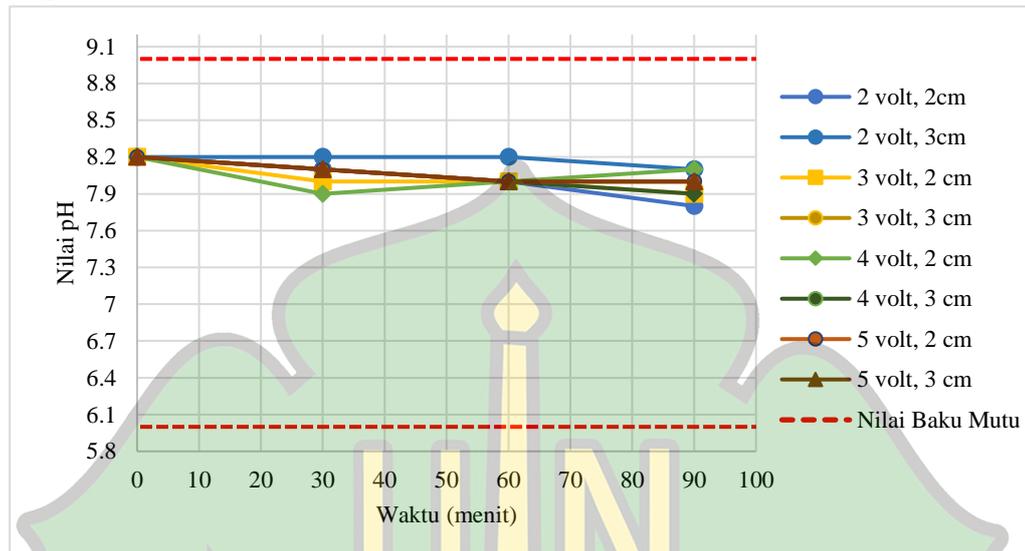


Gambar 4.7 Pengaruh waktu kontak (menit), tegangan (volt) dan jarak antara elektroda (cm) terhadap penurunan konsentrasi surfaktan pada limbah cair.

#### f. pH (*Potential of Hydrogen*)

Selain itu, pH juga merupakan salah satu syarat termasuk dalam kontaminan kimiawi. Derajat keasaman (pH) menunjukkan derajat keasaman atau kebasaan suatu larutan. Pada umumnya tingkat keasaman pada air limbah yaitu 6-9. Berdasarkan Tabel 4.3, hasil pengukuran nilai awal pH adalah 8. Perlakuan elektrokoagulasi dengan jarak elektroda 2 cm diperoleh perubahan nilai pH mulai dari 7,8 sampai 8,2. Sedangkan perlakuan elektrokoagulasi dengan jarak elektroda 3 cm diperoleh perubahan nilai pH mulai dari 7,9 hingga 8,2. Penurunan nilai pH yang paling terkecil dalam proses elektrokoagulasi yaitu dengan nilai 7,8 yaitu pada perlakuan elektrokoagulasi dengan waktu kontak yang diberikan 90 menit, tegangan 2 V serta jarak antara elektroda yaitu 2 cm. Perubahan nilai pH pada proses elektrokoagulasi tidak berpengaruh secara signifikan, karena air mengalami elektrolisis yang menghasilkan gas hidrogen serta ion hidroksida. Semakin lama waktu kontak, maka semakin cepat

pembentukan ion hidroksida dan menyebabkan nilai pH naik (Andili dan Tuhu, 2021). Grafik hasil uji perubahan nilai pH oleh pengaruh waktu dapat dilihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Pengaruh waktu kontak (menit), tegangan (volt) dan jarak antara elektroda (cm) terhadap perubahan nilai pH pada limbah cair.

#### 4.2.2 Pengaruh Waktu Kontak, Tegangan, dan Jarak Antara Elektroda Terhadap Penurunan Parameter Pencemar Pada Limbah Cair

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi proses elektrokoagulasi diantaranya waktu kontak, tegangan, serta jarak antara elektroda. Pengaruh waktu kontak pada proses elektrokoagulasi yaitu semakin lama waktu kontak yang diberikan dalam proses elektrokoagulasi, maka semakin banyak  $Al^{3+}$  yang dihasilkan, sehingga semakin banyak pula terbentuknya  $Al(OH)_3$  yang berfungsi untuk mengikat bahan pencemar (Yunitasari dkk., 2017). Selanjutnya, hubungan besarnya tegangan listrik dengan penurunan bahan pencemar pada air limbah, hal ini dimungkinkan semakin besar tegangan listrik yang digunakan juga akan mempercepat pelepasan ion  $Al^{3+}$  dan  $OH^-$  yang berfungsi sebagai koagulan. Besarnya tegangan yang diberikan juga berdampak terhadap jumlah gelembung yang terbentuk, gelembung-gelembung tersebut yang akan membawa polutan ke permukaan dan mengikatnya, sehingga hal ini yang menyebabkan penurunan bahan polutan pada air limbah (Andili dan Tuhu, 2021; Saputra, 2018).

Selain itu, besar kecilnya jarak antara elektroda berdampak terhadap besarnya hambatan elektrolit, semakin besar jarak antara elektroda maka semakin besar pula hambatannya, sehingga semakin kecil arus listrik yang mengalir (Saputra, 2018). Jarak elektroda berdampak terhadap kecepatan transfer elektron antara anoda dan katoda. Semakin besar jarak antara elektroda maka semakin besar hambatan arus yang dialirkan. Interaksi antar molekul menjadi lemah ketika jarak antara elektroda terlalu jauh. Namun, jarak antara elektroda yang terlalu dekat juga akan menyebabkan jumlah koagulan meningkat, sehingga sistem akan terganggu dikarenakan hubungan yang singkat antara elektroda. Hal ini juga dinyatakan pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Saputra dan Hanum pada tahun 2016. Pengaruh waktu kontak, tegangan serta jarak antara elektroda pada proses elektrokoagulasi dapat dilihat pada Gambar 4.3 hingga Gambar 4.8.

Kemudian dilakukannya uji regresi linear berganda untuk melihat terdapat atau tidaknya pengaruh variasi waktu kontak, tegangan, serta jarak antara elektroda terhadap parameter pencemar pada limbah cair pencucian kendaraan bermotor. Selain itu, uji regresi linear dilakukan untuk melihat apakah terdapatnya interaksi antara lama waktu kontak, besarnya tegangan, serta jarak antara elektroda pada proses elektrokoagulasi. Hasil uji regresi linear berganda menunjukkan variabel tegangan listrik, waktu kontak, serta jarak antara elektroda berpengaruh dalam penurunan nilai TSS (nilai signifikansi masing-masing untuk tegangan listrik, waktu kontak, serta jarak antara elektroda adalah  $0,000 < 0,05$ ,  $0,003 < 0,05$  dan  $0,002 < 0,05$ ). Hasil uji regresi linear berganda menunjukkan variabel tegangan listrik, waktu kontak, dan jarak antara elektroda juga berpengaruh dalam penurunan nilai COD (nilai signifikansi masing-masing untuk tegangan listrik, waktu kontak, serta jarak antara elektroda adalah  $0,000 < 0,05$ ,  $0,011 < 0,05$ , dan  $0,000 < 0,05$ ).

Selain itu juga dilakukan hasil uji pada nilai kekeruhan dalam air limbah. Hasil uji regresi linear berganda menunjukkan variabel tegangan listrik, waktu kontak, serta jarak antara elektroda berpengaruh dalam penurunan nilai kekeruhan, serta adanya perbedaan yang signifikan terhadap penurunan nilai kekeruhan menggunakan elektrokoagulasi (nilai signifikansi masing-masing untuk tegangan listrik, waktu kontak, dan jarak antara elektroda adalah  $0,000 < 0,05$ ,  $0,003 < 0,05$ ,

serta  $0,002 < 0,05$ ). Sedangkan hasil uji pada nilai pH dalam air limbah, waktu kontak pada proses elektrokoagulasi mempengaruhi nilai pH, sedangkan tegangan dan jarak antara elektroda tidak mempengaruhi nilai pH (nilai signifikansi masing-masing untuk tegangan listrik, waktu kontak, serta jarak antara elektroda adalah  $0,285 < 0,05$ ,  $0,030 < 0,05$ , dan  $0,000 < 0,700$ ). Nilai hasil uji regresi linear dapat dilihat pada Tabel 4.4.



## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengolahan air limbah pencucian kendaraan bermotor menggunakan metode elektrokoagulasi dengan pasangan elektroda aluminium dan Besi mampu menurunkan kadar COD, BOD, TSS, kekeruhan serta konsentrasi surfaktan. Penurunan nilai TSS dengan efektivitas tertinggi yaitu 96,07%, COD dengan efektivitas tertinggi yaitu 98,43%, BOD dengan efektivitas tertinggi yaitu 53,46 %, kekeruhan dengan efektivitas tertinggi yaitu 82,88%, dan penurunan surfaktan dengan efektivitas tertinggi yaitu 83,47% pada waktu kontak 90 menit, tegangan 5 volt dan jarak antara elektroda 2 cm. Sedangkan nilai pH yang diperoleh mulai dari 8,2 hingga 7,8. Berdasarkan nilai parameter-parameter pada hasil olahan, nilai TSS, COD, BOD, dan pH telah mencapai baku mutu yang telah diatur oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik.
2. Besar tegangan, lama waktu kontak serta jarak antara elektroda mempengaruhi efektivitas penurunan bahan pencemar. Semakin besar tegangan listrik serta semakin lama waktu kontak yang diberikan, maka semakin tinggi efektivitas penurunan bahan pencemar dalam limbah cair pencucian kendaraan bermotor.

#### **5.2 Saran**

Berikut ini beberapa hal yang dapat disarankan terkait penelitian ini:

1. Peneliti selanjutnya hendaknya memvariasikan tegangan, waktu kontak serta jarak antara yang belum digunakan pada penelitian ini.
2. Penelitian selanjutnya mengoptimalkan proses elektrokoagulasi untuk memperoleh kualitas air yang lebih baik.

3. Peneliti selanjutnya hendak melakukan pengujian terhadap parameter lain yang belum dilakukan pada penelitian ini.



## DAFTAR PUSTAKA

- Adeline, L., Iswanto, B., dan Lindu, M. (2015). Studi Kinerja Elektrokoagulasi Menggunakan Reaktor Kontinu dan *Batch* Terhadap Air Limbah Domestik Perkantoran Gedung Syarif Thajeb (M) Universitas Trisakti. *Indonesian Journal of Urban and Environmental Technology*, 7 (2).
- Akyol, A., Can, O. T., Demirbas, E., dan Kobya, M. (2013). A Comparative Study of Electrocoagulation and Electro-Fenton for Treatment of Wastewater from Liquid Organic Fertilizer Plant. *Separation and Purification Technology*, 112, 11–19.
- Andili, E. A., dan Tuhi, A. R. (2021). Pengelolaan Limbah Cair Jasa Pencucian Kendaraan dengan Metode Elektrokoagulasi. *Envirov Teknik Lingkungan*. 2 (1), 129–135.
- Apriyani, N. (2017). Penurunan Kadar Surfaktan dan Sulfat dalam Limbah Laundry. *MITL*, 2 (1), 37–44.
- Argita, D., dan Sarkowo, M. (2016). Fitoremediasi Tanah Inceptisols Tercemar Limbah Laundry dengan Tanaman Kenaf (*Hibiscus cannabinus L.*). *Jurnal Purifikasi*, 16 (1), 33–43.
- Azmi, Z., Saniman., dan Ishak. (2016). Sistem Perhitungan pH Air Pada Tambak Ikan Berbasis Mikrokontoller. *Jurnal SAINTIKOM*. 15 (2), 101 –108.
- Badan Pusat Statistik (BPS) Jakarta Pusat. (2020). *Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Provinsi dan Jenis Kendaraan (Unit) Tahun 2020*. Jakarta Pusat : Badan Pusat Statistik.
- Balasubramanian, S. V., Pahlevan, N., Smith, B., Binding, C., Schalles, J., Loisel, H., Gurlin, D., Greb, S., Alikas, K., Randla, M., Bunkei, M., Moses, W., Nguyễn, H., Lehmann, M. K., O'Donnell, D., Ondrusek, M., Han, T. H., Fichot, C. G., Moore, T., dan Boss, E. (2020). Robust Algorithm for Estimating Total Suspended Solids (TSS) in Inland and Nearshore Coastal Waters. *Remote Sensing of Environment*, 246 (May), 111768.
- Dahruji., Pipit, F. W., dan Totok, H. (2017). Studi Pengolahan Limbah Usaha Mandiri Rumah Tangga dan Dampak Bagi Kesehatan di Wilayah Kenjeran. *Aksiologi : Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1 (1), 36–44.
- Dewanti, B. S. D., Tafana, F. P., dan Alexander, T. S. H. (2019). Pengolahan Limbah Cair Batik Menggunakan Kombinasi Metode Netralisasi dan Elektrokoagulasi. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*. 7(3), 358–369.

- Ekemeviane, D. R., Sudarno., dan Pertiwi Andarani. (2016). Fluktuasi Konsentrasi TSS, COD, Nutrien ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ) dan *Coliform* Sebagai Kajian Kinerja Tiga Tipe Instalasi Pengolahan Air Limbah di Kota Semarang (Studi Kasus: IPAL MCK Gurame, IPAL Shallow Sewerage Banyumanik, IPAL Kombinasi Padalangan). *Jurnal Teknik Lingkungan*. 5 (2), 1–10.
- Fauziah, F., dan Rinda, R. K. (2019). Pelatihan Pengolahan Data Menggunakan Aplikasi SPSS Pada Mahasiswa. *Jurnal Pesut: Pengabdian Untuk Kesejahteraan Umat*, 1 (2), 129–136.
- Fendriani, Y., Nurhidayah, Handayani, L., Rustan., dan Samsidar. (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.
- Fernianti, D., Mardwita., dan Linda, S. (2017). Pengaruh Jenis Detergen dan Rasio Pengenceran Terhadap Proses Penyerapan Surfaktan dalam Limbah Detergen Menggunakan Karbon Aktif dari Ampas Teh. *Jurnal Distilasi*, 2 (2), 10–14.
- Fikri, E., Arifah, N. S. P., Teguh, B. P., dan Osman, S. (2020). Study of Liquid Waste Quality and Potential Pollution Load of Motor Vehicle Business in Bekasi City (Indonesia). *Journal of Ecological Engineering*, 2(3),18–34
- Guli dan Uli, W. N. (2017). Analisis Keberhasilan Usaha Cuci Sepeda Motor di Kota Serang dilihat dari Besarnya Modal, Kualitas Pelayanan dan Harga. *Jurnal Ekonomi Islam*, 8 (2), 141–168.
- Hanum, F., Tambun, R., Ritonga, M. Y., dan William, W. K. (2015). Aplikasi Elektrokoagulasi dalam Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 4 (4), 13–17.
- Hendrianti, E., dan Angelina, P. S. (2010). Pengaruh Jenis Elektroda dan Jarak Antar Elektroda dalam Penurunan COD dan TSS Limbah Cair Laundry Menggunakan Elektrokoagulasi Konfigurasi Monopolar Aliran Kontinyu. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*, 1 (2), 117–125.
- Hernaningsih, T. (2016). Tinjauan Teknologi Pengolahan Air Limbah Industri dengan Proses Elektrokoagulasi. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*. 9 (1), 31–46.
- Hudori, H., dan Soewondo, P. (2009). Pengolahan Deterjen Menggunakan Teknologi Elektrokoagulasi dengan Elektroda Aluminium. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*, 1 (2), 117–125.

- Indrayani, L. (2018). Pengolahan Limbah Cair Industri Batik Sebagai Salah Satu Percontohan IPAL Batik di Yogyakarta. *ECOTROPHIC : Jurnal Ilmu Lingkungan (Journal of Environmental Science)*, 12 (2), 173–184.
- Indrayani, L., dan Nur, R. (2018). Nilai Parameter Kadar Pencemar Sebagai Penentu Tingkat Efektivitas Tahapan Pengolahan Limbah Cair Industri Batik. *Jurnal Rekayasa Proses*, 12 (1), 41.
- Iswanto, B. (2016). Teknologi Elektrokoagulasi Hasil Penelitian Untuk Pengolahan Limbah Domestik. *Indonesian Journal of Urban and Environmental Technology*, 5 (4), 113.
- Jiyah., Bambang, S., dan Abdi, S. (2017). Studi Distribusi *Total Suspended Solid* (TSS) di Perairan Pantai Kabupaten Demak Menggunakan Citra Landsat. *Jurnal Geodesi Undip*. 6 (1), 41–47.
- Kementerian Negara Lingkungan Hidup. (2014). Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah. Jakarta.
- Khaer, A. (2018). Teknologi Terapan Pemanfaatan Limbah Cair Pencucian Kendaraan dengan Metode Koagulasi dan Biofilter Multimedia. *Media Kesehatan Politeknik Kesehatan Makassar*, 11 (2), 43–51.
- Kusumawardani, Y., Sri, S., dan Soehartono. (2019). Potensi dan Pengaruh Batang Pisang Sebagai Media Filter Pada Pengolahan Air Limbah Pencucian Kendaraan Bermotor. *Jurnal Presipitasi*, 16 (3), 196–204.
- Lestari, N. D., dan Tuhu, A. (2014). Penurunan TSS dan Warna Limbah Batik secara Elektrokoagulasi. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 6 (1), 37–44.
- Mallesh, B., Khrishna, B. M., dan Manoj, K. B. (2018). Tinjauan Proses Elektrokoagulasi untuk Pengolahan Air Limbah. *Jurnal Internasional Penelitian ChemTech*, 11 (3), 289–302.
- Maydiana, L. (2019). Pengaruh Kualitas Pelayanan dan Fasilitas Terhadap Kepuasan Pelanggan Pada Jasa Cuci Motor Mandiri. *Jurnal Pendidikan Tata Niaga (JPTN)*, 7 (2), 444 – 450.
- Mulyadi dan Idayani, S. S. (2020). Perbandingan Efektivitas Metode Elektrokoagulasi dan Destilasi Terhadap Penurunan Beban Pencemar Fisik pada Air Limbah Domestik. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*. Vol. 19 (1), 45–50.
- Nashrullah, F. K., Muslikhin, H., dan Moh, F. (2016). Integrasi Proses Elektrokoagulasi-Elektrooksidasi Sebagai Alternatif dalam Pengolahan

- Limbah Cair Batik Zat Warna Naftol. *Jurnal Rekayasa Proses*, 10 (1), 30–35.
- Nengsih, S. (2020). Pengaruh Metode Elektrokoagulasi dalam Mendapatkan Air Bersih. *Jurnal Phi: Jurnal Pendidikan Fisika dan Fisika Terapan*, 1 (2), 1–4.
- Ni'am, A. C., Caroline, J., dan Afandi, M. H. (2017). 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.
- Ningrum, S. O. (2018). Analisis Kualitas Badan Air dan Kualitas Air Sumur di Sekitar Pabrik Gula Rejo Agung Baru Kota Madiun. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 10 (1), 1–12.
- Nurjanah, A., Badrus, Z., dan Abdul, S. (2017). Penyisihan BOD dan COD Limbah Cair Industri Karet dengan Sistem Biofilter Aerob dan Plasma *Dielectric Barrier Discharge* (DBD). *Jurnal Teknik Lingkungan*, 6 (1), 1–14.
- Novitrianingsih, D., dan Harmin, S. T. (2016). Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) *Portable* untuk Kegiatan Usaha Pencucian Mobil di Kota Surabaya. *Jurnal Teknik ITS*, 5(2), 2–6.
- Pamungkas, M. T. O. A. (2016). Studi Pencemaran Limbah Cair dengan Parameter BOD<sub>5</sub> dan pH di Pasar Ikan Tradisional dan Pasar Modern di Kota Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. 4 (2), 166-175.
- Pemerintah Indonesia. (2009). *Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup*. Lembaran Negara RI Tahun 2009, No. 140. Sekretariat Negara. Jakarta.
- Prayitno, P., Vemi, R., dan Imam, P. (2016). Reduksi Aktivitas Uranium dalam Limbah Radioaktif Cair Menggunakan Proses Elektrokoagulasi. *Urania Jurnal Ilmiah Daur Bahan Bakar Nuklir*, 22 (3), 189–202.
- Rahmat, B., dan Anwar, M. (2018). Studi Karakteristik dan Kualitas BOD dan COD Limbah Cair Rumah Sakit Umum Daerah Lanto DG. Pasewang Kabupaten Jeneponto. *Jurnal Nasional Ilmu Kesehatan*, 1 (69), 1–16.
- Reningtyas, R., dan Mahreni. (2015). Biosurfaktan. *Eksergi*, 12 (2), 12–22.
- Rusydi, A. F., Dadan, S., dan Nyoma, S. (2016). Pengolahan Air Limbah Tekstil Melalui Proses Koagulasi - Flokulasi dengan Menggunakan Lempung Sebagai Penyumbang Partikel Tersuspensi Studi Kasus: Banaran,

- Sukoharjo dan Lawean, Kerto Suro, Jawa Tengah. *Arena Tekstil*, 31 (2), 105–113.
- Saeed, M. O., Mohammad, A. A., dan Ahmed, S. A. (2019). Evaluating Suitability of Source Water for A Proposed SWRO Plant Location. *Heliyon*, 5(1).
- Sahetapy, J. M. F., dan Ruku, R. B. (2018). Pengaruh Perbedaan Konsentrasi Detergen Bubuk Terhadap Frekuensi Buka-an Operklum dan Kelangsungan Hidup Ikan Emas ( *Cyprinus carpio*). *Journal Triton*, 14 (1), 35–40.
- Sali, G. P., Suprabawati, A., dan Purwanto, Y. (2018). Efektivitas Teknik Biofiltrasi dengan Media Sarang Tawon Terhadap Penurunan Kadar Nitrogen Total Limbah Cair. *Jurnal Presipitasi: Media Komunikasi Dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, 15 (1), 1–6.
- Santoso, A., Bambang, S., dan Abdi, S. (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.
- Saputra, E., dan Farida, H. (2018). Pengaruh Jarak Antara Elektroda Pada Reaktor Elektrokoagulasi Terhadap Pengolahan *Effluent* Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit. *Jurnal Teknik Kimia USU*. 6 (4), 33–38.
- Setiawan, A., dan Charles, S. (2017). Uji Beda Pengolahan Air Limbah Hasil Buangan Cuci-an Mobil dan Motor Melalui Proses Fisika dengan Menggunakan Media Pasir Silika dan Karbon Aktif. *Jurnal Universitas Satya Negara Indonesia*, 10 (1), 11–17.
- Setiawan, C. K., dan Sri, Y. Y. (2017). Pengaruh *Green Marketing* dan *Brand Image* Terhadap Keputusan Pembelian Produk *The Body Shop* Indonesia. *Jurnal Ilmiah M-Progress* 10 (1), 1–9.
- Suhendar, D. T., Suhendar, I. S., dan Azam, B. Z. (2020). Hubungan kekeruhan terhadap Materi Partikulat Tersuspensi (MPT) dan Kekeruhan Terhadap Klorofil dalam Tambak Udang. *Journal of Fisheries and Marine Research*, 4 (3), 332–338.
- Supu, I., Baso, U., Selviani, B., dan Sunarmi. (2016). Pengaruh Suhu Terhadap Perpindahan Panas pada Material yang Berbeda. *Jurnal Dinamika*, 7 (1), 62–73.

- Takwanto, A., Asalil, M., dan Hadi, P.S. (2018). Penurunan Kandungan Polutan pada Lindi dengan Metode Elektrokoagulasi-Adsorpsi Karbon Aktif. *Jurnal Teknik Kimia dan Lingkungan*, 2 (1), 11.
- Tahreen, A., Mohammed, S. J., dan Fathilah, A. (2020). Role of Electrocoagulation in Wastewater Treatment: A Developmental Review. *Journal of Water Process Engineering*, 37 (April), 101440.
- Thein, I., Berno, B. M., dan Yunita, E. P. B. (2021). Pengaruh Lingkungan Kerja dan Komitmen Terhadap Disiplin Kerja Pegawai Pada Kantor Dinas Pariwisata kabupaten Malaka. *Jurnal Inspirasi Ekonomi*, 3 (3), 28–36.
- Utomo, W. P., Zjakra, V. N., Afifah, R., Ova, M. S., Luthfi, K. N., Nia, N., dan Ika, F. U. (2018). Penurunan Kadar Surfaktan Anionik dan Fosfat dalam Air Limbah Laundry di Kawasan Keputih, Surabaya Menggunakan Karbon Aktif. *Akta Kimia Indonesia*, 3 (1), 127.
- Wardhani, E., Mila, D., dan Karina, P. V. (2012). Penerapan Metode Elektrokoagulasi dalam Pengolahan Air Limbah Industri Penyamakan Kulit . *Seminar Ilmiah Nasional, Penelitian Masalah Lingkungan di Indonesia Kampus Universitas Gadjah Mada*, 12 Juli 2012.
- Wirawan, S. M. S. (2019). Kajian Kualitatif Pengelolaan Air Limbah Domestik di DKI Jakarta. *Jurnal Riset Jakarta*, 12 (2), 57–68.
- Wulandari, P. R. 2014. Perencanaan Pengolahan Air Limbah Sistem Terpusat (Studi Kasus di Perumahan PT. Pertamina Unit Pelayanan III Plaju – Sumatera Selatan). *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 2 (3), 500.
- Yuniarti, B. I., dan Tri, W. (2021). Analisa Perubahan BOD, COD, dan TSS Limbah Cair Industri Tekstil Menggunakan Metode Elektrooksidasi-Elektrokoagulasi Elektroda Fe-C dengan Sistem Semi Kontinyu. *Jurnal Teknologi Ramah Lingkungan*. Vol. 5 (3), 238-247.
- Yunitasari, Y., Shinta, E., dan Ivaini, A. (2017). Metode Elektrokoagulasi untuk Mengolah Limbah Cair Batik di Unit Kegiatan Masyarakat Rumah Batik Andalan PT. Riau Andalam *Pulp and Paper (RAPP)*. *Jom F TEKNIK*. Vol. 4 (1), 1–9.
- Yusbarina dan Buchari. (2014). Optimasi Kerapatan Arus dan Waktu Elektrolisis dalam Pengolahan Limbah Surfaktan Secara Elektrokoagulasi. *Jurnal Photon*. Vol. 4 (2), 73–77.

## Lampiran 1 Analisis Data Menggunakan SPSS

- Data SPSS Nilai pH

### Variables Entered/Removed<sup>a</sup>

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Jarak, Tegangan, Waktu <sup>b</sup>	.	Enter

a. Dependent Variable: pH

b. All requested variables entered.

### Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.584 <sup>a</sup>	.341	.242	.07476

a. Predictors: (Constant), Jarak, Tegangan, Waktu

### ANOVA<sup>a</sup>

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	.058	3	.019	3.446	.036 <sup>b</sup>
	Residual	.112	20	.006		
	Total	.170	23			

a. Dependent Variable: pH

b. Predictors: (Constant), Jarak, Tegangan, Waktu

### Coefficients<sup>a</sup>

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	8.023	.099		81.317	.000
	Waktu	-.001	.001	-.425	-2.341	.030
	Tegangan	-.015	.014	-.200	-1.099	.285
	Jarak	.058	.031	.347	1.911	.070

a. Dependent Variable: pH

- Data SPSS Nilai Kekерuhan

Variables Entered/Removed<sup>a</sup>

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Jarak, Tegangan, Waktu <sup>b</sup>	.	Enter

a. Dependent Variable: Kekерuhan

b. All requested variables entered.

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.932 <sup>a</sup>	.868	.848	29.47655

a. Predictors: (Constant), Jarak, Tegangan, Waktu

ANOVA<sup>a</sup>

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	114249.305	3	38083.102	43.831	.000 <sup>b</sup>
	Residual	17377.334	20	868.867		
	Total	131626.640	23			

a. Dependent Variable: Kekерuhan

b. Predictors: (Constant), Jarak, Tegangan, Waktu

Coefficients<sup>a</sup>

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	451.155	38.901		11.598	.000
	Waktu	-.843	.246	-.279	-3.432	.003
	Tegangan	-55.472	5.382	-.837	-10.308	.000
	Jarak	-44.158	12.034	-.298	-3.670	.002

a. Dependent Variable: Kekерuhan

- **Data SPSS Nilai COD**

**Variables Entered/Removed<sup>a</sup>**

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Jarak, Tegangan, Waktu <sup>b</sup>	.	Enter

a. Dependent Variable: COD

b. All requested variables entered.

**Model Summary**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.941 <sup>a</sup>	.885	.868	33.47311

a. Predictors: (Constant), Jarak, Tegangan, Waktu

**ANOVA<sup>a</sup>**

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	172477.979	3	57492.660	51.312	.000 <sup>b</sup>
	Residual	22408.979	20	1120.449		
	Total	194886.958	23			

a. Dependent Variable: COD

b. Predictors: (Constant), Jarak, Tegangan, Waktu

**Coefficients<sup>a</sup>**

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	158.750	44.175		3.594	.002
	Waktu	-.781	.279	-.212	-2.801	.011
	Tegangan	-62.250	6.111	-.772	-10.186	.000
	Jarak	88.917	13.665	.493	6.507	.000

a. Dependent Variable: COD

- **Data SPSS Nilai TSS**

**Variables Entered/Removed<sup>a</sup>**

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Jarak, Tegangan, Waktu <sup>b</sup>	.	Enter

a. Dependent Variable: TSS

b. All requested variables entered.

**Model Summary**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.939 <sup>a</sup>	.882	.865	62.04949

a. Predictors: (Constant), Jarak, Tegangan, Waktu

**ANOVA<sup>a</sup>**

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	578299.179	3	192766.393	50.067	.000 <sup>b</sup>
	Residual	77002.779	20	3850.139		
	Total	655301.958	23			

a. Dependent Variable: TSS

b. Predictors: (Constant), Jarak, Tegangan, Waktu

**Coefficients<sup>a</sup>**

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	510.300	81.888		6.232	.000
	Waktu	-1.131	.517	-.168	-2.188	.041
	Tegangan	-108.050	11.329	-.731	-9.538	.000
	Jarak	186.917	25.332	.566	7.379	.000

a. Dependent Variable: TSS

**Lampiran 2 Baku Mutu Air Limbah PERMEN LHK Nomor 68 Tahun 2016**

-11-

LAMPIRAN I  
 PERATURAN MENTERI LINGKUNGAN HIDUP DAN KEHUTANAN  
 REPUBLIK INDONESIA  
 NOMOR P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016  
 TENTANG  
 BAKU MUTU AIR LIMBAH DOMESTIK

BAKU MUTU AIR LIMBAH DOMESTIK TERSENDIRI

Parameter	Satuan	Kadar maksimum*
pH	-	6 - 9
BOD	mg/L	30
COD	mg/L	100
TSS	mg/L	30
Minyak & lemak	mg/L	5
Amoniak	mg/L	10
Total Coliform	jumlah/100mL	3000
Debit	L/orang/hari	100

Keterangan:

\*- Rumah susun, penginapan, asrama, pelayanan kesehatan, lembaga pendidikan, perkantoran, perniagaan, pasar, rumah makan, balai pertemuan, arena rekreasi, permukiman, industri, IPAL kawasan, IPAL permukiman, IPAL perkotaan, pelabuhan, bandara, stasiun kereta api, terminal dan lembaga pemasyarakatan.

Salinan sesuai dengan aslinya

KEPALA BIRO HUKUM,

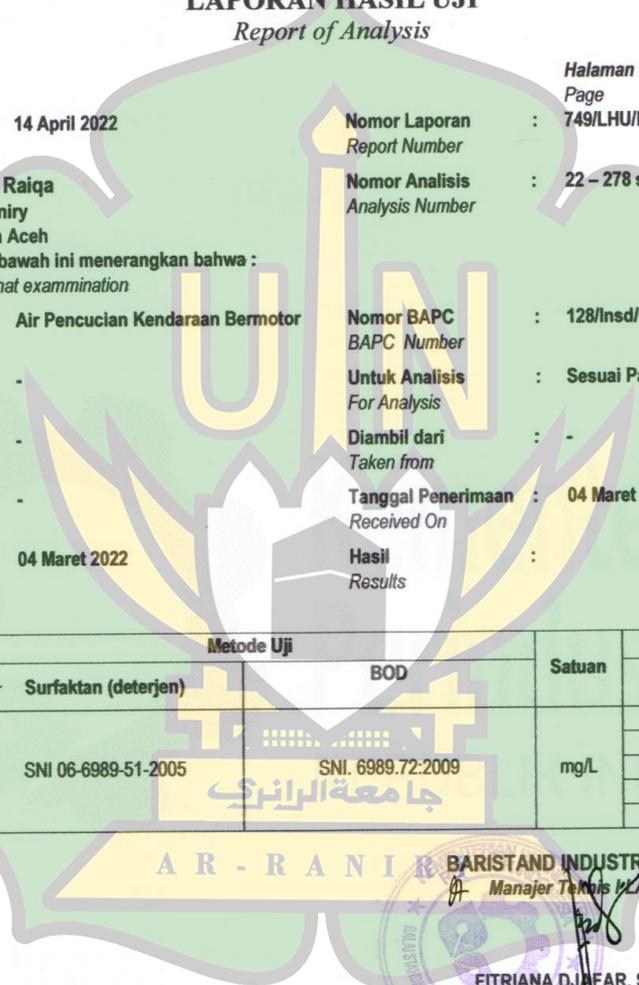


MENTERI LINGKUNGAN HIDUP DAN  
 KEHUTANAN REPUBLIK INDONESIA,

ttd.

SITI NURBAYA

## Lampiran 3 Hasil Uji Laboratorium

	<b>BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI</b> <b>BALAI RISET DAN STANDARDISASI INDUSTRI</b> <b>LABORATORIUM PENGUJI BARISTAND INDUSTRI BANDA ACEH (LABBA)</b> Jln. Cut Nyak Dhien No. 377 Lamteumen Timur Banda Aceh 23230 Telp. (0615) 49714 Fax. (0651) 49556 - 6302642 E-mail: <a href="mailto:brs_bna@yahoo.com">brs_bna@yahoo.com</a> Website: <a href="http://baristandaceh.kemenperin.go.id">http://baristandaceh.kemenperin.go.id</a>					
	<b>LAPORAN HASIL UJI</b> <i>Report of Analysis</i>					
<b>Tanggal Penerbitan</b> : 14 April 2022 <i>Date of issue</i>		<b>Nomor Laporan</b> : 749/LHU/LABBA/Baristand-Aceh/04/2022 <i>Report Number</i>				
<b>Kepada</b> : Salsabila Raiqa <b>To</b> : UIN Ar-Raniry di - Banda Aceh		<b>Nomor Analisis</b> : 22 - 278 sd. 282 - LC <i>Analysis Number</i>				
<b>Yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan bahwa :</b> <i>The undersigned certifies that examination</i>						
<b>Dari Contoh</b> : Air Pencucian Kendaraan Bermotor <i>Of the Sample (s)</i>		<b>Nomor BAPC</b> : 128/Insd/L/03/2023 <i>BAPC Number</i>				
<b>Keterangan contoh</b> : - <i>Identity Sample</i>		<b>Untuk Analisis</b> : Sesuai Parameter Uji <i>For Analysis</i>				
<b>Kode Contoh</b> : - <i>Code Sample</i>		<b>Diambil dari</b> : - <i>Taken from</i>				
<b>Tanggal Sampling</b> : - <i>Date of Sampling</i>		<b>Tanggal Penerimaan</b> : 04 Maret 2022 <i>Received On</i>				
<b>Tanggal Analisis</b> : 04 Maret 2022 <i>Date of Analysis</i>		<b>Hasil</b> : <i>Results</i>				
<b>Metode Uji</b>						
No.	Kode Contoh	Metode Uji		Satuan	Hasil Uji	
		Surfaktan (deterjen)	BOD		Surfaktan (deterjen)	BOD
1.	Sampel 1A	SNI 06-6989-51-2005	SNI. 6989.72:2009	mg/L	20,09	5,78
2.	Sampel 2A				11,34	6,98
3.	Sampel 3A				12,4	4,19
4.	Sampel 4A				3,58	3,34
5.	Sampel 5A				3,32	2,69
						
<b>AR-RANIRY BARISTAND INDUSTRI B. ACEH</b> Manajer Teknis LABBA,						
 <b>FITRIANA DJAFAR, S.Si, MT</b> NIP. 197904302002122001						
F. 5.10.01.02		Terbit/Revisi : 3/4				

\* Data Hasil Uji ini hanya berlaku untuk contoh tersebut di atas

\* Dilarang menggandakan tanpa izin tertulis dari Baristand Industri Banda Aceh

**LAPORAN HASIL UJI**  
*Report of Analysis*

Halaman : 1 dari 1

Page

 Tanggal Penerbitan : 04 April 2022  
 Date of issue

 Nomor Laporan : 650/LHU/LABBA/Baristand-Aceh/04/2022  
 Report Number

 Kepada : Salsabila Raiqa  
 To : UIN Ar-Raniry  
 di - Banda Aceh

 Nomor Analisis : 22 - 283 sd. 284 - LC  
 Analysis Number

 Yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan bahwa :  
 The undersigned certifies that examination

 Dari Contoh : Limbah Doorsmer  
 Of the Sample (s)

 Nomor BAPC : 129/Insd/LJ03/2023  
 BAPC Number

 Keterangan contoh : -  
 Identity Sample

 Untuk Analisis : Sesuai Parameter Uji  
 For Analysis

 Kode Contoh : -  
 Code Sample

 Diambil dari : -  
 Taken from

 Tanggal Sampling : -  
 Date of Sampling

 Tanggal Penerimaan : 04 Maret 2022  
 Received On

 Tanggal Analisis : 04 Maret 2022  
 Date of Analysis

 Hasil :  
 Results

No.	Parameter Uji	Kode Contoh	Metode Uji	Satuan	Hasil Uji
1.	Surfaktan (deterjen)	Sampel 1 B	SNI 06-6989-51-2005	mg/L	11,13
		Sampel 2 B			4,56

Keterangan : \*) Batas Pembacaan Metode Uji

 BARISTAND INDUSTRI B. ACEH  
 Manajer Teknis I LABBA,

 FITRIANA DIAFAR, S.Si, MT  
 NIP. 19790410 200212 2 001

F. 5.10.01.02

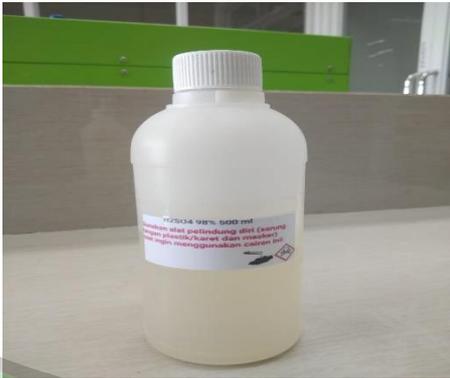
Terbit/Revisi : 3/4

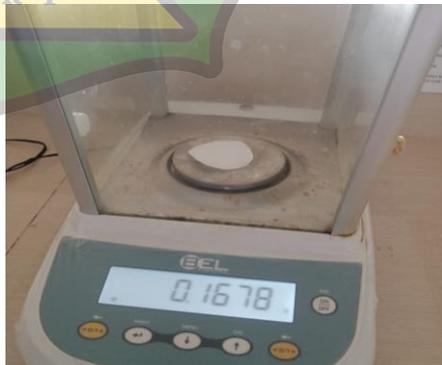
 جامعة الرانيري  
 AR - RANIRY

### Lampiran 4 Alat dan Bahan Proses Elektrokoagulasi

No.	Keterangan	Gambar
1	Power Supply Sunshine dengan kuat arus 2 Ampere	
2	Bak Kaca 20 ml	
3	Kabel Penghubung	

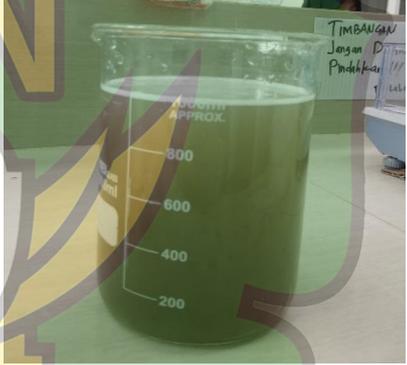
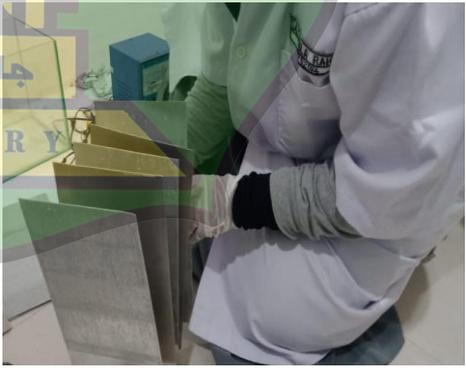
4	Penyangga Elektroda	
5	Elektroda Aluminium (Al)	
6	Elektroda Besi (Fe)	
7	Kertas Saring Whatman No. 42 diameter 125 mm	

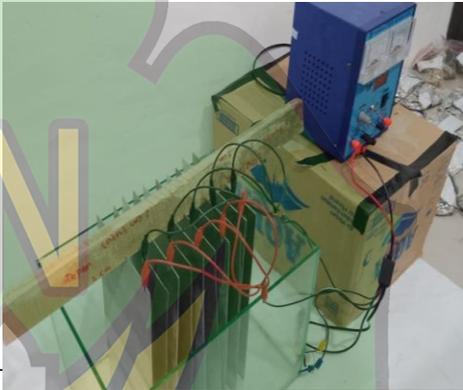
8	Larutan $H_2SO_4$ 98%	
9	Larutan $K_2Cr_2O_7$ 0,1 N 100 ml	
10	pH Meter	
11	Turbidimeter	

12	TSS Metode Gravimetri	
13	COD Meter	
14	Desikator	
15	Neraca Analitik	

16	Oven	
17	Beaker Glass 1000 ml	
18	Beaker Glass 100 ml	
19	Pipet Ukur	

**Lampiran 5 Dokumentasi Tahapan dan Persiapan Limbah Pencucian  
Kendaraan Bermotor**

No.	Keterangan	Gambar
1	Pengambilan Sampel Limbah Cair Pencucian Kendaraan Bermotor	
2	Sampel air limbah pencucian kendaraan bermotor sebelum diolah	
3	Pemasangan Elektroda Aluminium (Al) dan Besi (Fe) pada penyangga	

4	Pemasangan Elektroda pada Bak Kaca	
5	Pemasangan Kabel Penyambung pada Elektroda dan <i>Power Supply</i>	
6	Air Limbah diisi ke dalam bak kaca reaktor elektrokoagulasi sebanyak 10 liter	
7	Proses elektrokoagulasi dengan jarak elektroda 2 cm	

8	Pengukuran parameter pH	
---	-------------------------	--

