

**PENURUNAN KADAR PENCEMAR PADA LIMBAH CAIR
RUMAH TANGGA DENGAN METODE
ELEKTROKOAGULASI NON KONTINU**

TUGAS AKHIR

Diajukan Oleh:

IRA MAGHFIRAH

NIM. 180702097

**Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Teknik Lingkungan**



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

**LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR
PENURUNAN KADAR PENCEMAR PADA LIMBAH CAIR
RUMAH RUMAH TANGGA DENGAN METODE
ELEKTROKOAGULASI NON KONTINU**

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:

Ira Maghfirah

NIM. 180702097

Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry

Banda Aceh, 16 Juni 2022

Telah Diperiksa dan Disetujui Oleh:

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Dr. Abd Mujahid Hamdan, M.Sc.

Dr. Eng. Nur Aida, M.Si.

NIDN. 2013128901

NIDN. 201606780

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

Dr. Nur Aida, M.Si.

NIDN. 201606780

LEMBAR PENGESAHAN

PENURUNAN KADAR PENCEMAR PADA LIMBAH CAIR RUMAH TANGGA DENGAN METODE ELEKTROKOAGULASI NON KONTINU

TUGAS AKHIR

Telah Diuji oleh Panitia Ujian Munqasyah 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: Kamis, 21 Juli 2022
22 Dzulhijjah 1443

Panitia Ujian Munqasyah Skripsi

Ketua,

Sekretaris,


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


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

Penguji I,

Penguji II,


Vera Vieng, M.T.
NIDN. 01232067802


Aulia Rohendi, M.Sc.
NIDN. 2010048202

Mengetahui,
Dean 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 : Ira Maghfirah
NIM : 180702097
Program Studi : Teknik Lingkungan
Fakultas : Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh
Judul Skripsi : Penurunan Kadar Pencemar Pada Limbah Cair Rumah Tangga
Dengan Metode Elektrokoagulasi Non-Kontinu

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 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 UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Banda Aceh, Juli 2021

Yang Menyatakan,



Ira Maghfirah

ABSTRAK

Nama : Ira Maghfirah
NIM : 180702015
Program Studi : Teknik Lingkungan
Judul : Penurunan Kadar Pencemar Pada Limbah Cair Rumah
Tangga Dengan Metode Elektrokoagulasi Non-Kontinu
Tanggal Sidang : 21 Juli 2022
Jumlah Halaman : 92
Pembimbing I : Dr. Abd Mujahid Hamdan M.Sc.
Pembimbing II : Dr. Nur Aida, M. Sc
Kata Kunci : Elektrokoagulasi, limbah cair rumah tangga, rapat arus

Limbah cair rumah tangga mengandung kadar organik yang tinggi, sehingga jika dibuang langsung ke lingkungan dapat merusak ekosistem lingkungan. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menurunkan kadar pencemar yang terdapat pada limbah cair rumah tangga yaitu elektrokoagulasi non kontinu. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh variasi rapat arus dan kontak waktu dengan menggunakan lempeng elektroda aluminium (Al) dalam proses elektrokoagulasi terhadap degradasi parameter *power of hydrogen* (pH), *chemical oxygen demand* (COD), dan *total suspended solid* (TSS) di dalam pengolahan limbah cair rumah tangga dan menganalisis efektivitas penurunan bahan pencemar pada limbah cair rumah tangga menggunakan metode elektrokoagulasi non kontinu. Penelitian ini menggunakan dua variabel yaitu variabel terikat dan variabel bebas yang terdiri dari *potential of hydrogen* (pH), *chemical oxygen demand* (COD) dan *total suspended solid* (TSS) dan variasi waktu 30, 60, 90, 120, 150 dan 180 menit dan rapat arus 40, 45 dan 50 A/m². Hasil proses elektrokoagulasi non kontinu menunjukkan penurunan COD dari 381 mg/l menjadi 77 mg/l dengan efektivitas penurunan 79,79%, TSS dari 371 menjadi 10 mg/l dengan efektivitas penurunan 97,30% dan nilai pH dari 5,6 menjadi 8 dengan rapat arus 50 A/m² dan waktu kontak 180 menit. Hal ini menunjukkan proses elektrokoagulasi non kontinu mampu menurunkan kadar pencemar dalam limbah cair rumah tangga.

ABSTRACT

Name : Ira Maghfirah
NIM : 180702015
Study Program : Environmental Engineering
Title : Reduction of Pollutant Levels in Domestic Wastewater Using Non-Continuous Electrocoagulation
Session Date : 21 Juli 2022
Number of pages : 92
Advisor I : Dr. Abd Mujahid Hamdan M.Sc.
Advisor II : Dr. Nur Aida, M. Sc
Keywords : Electrocoagulation, domestic wastewater, current density

Domestic wastewater contains high levels of organic matter, so it can harm the ecosystem if discharged directly into the environment. One method to reduce the pollutant content in domestic wastewater is non-continuous electrocoagulation. The objective of this study was to analyze the effects of variations in current density and contact time using aluminum (Al) electrode plates in the electrocoagulation process on the degradation of hydrogen content (pH), chemical oxygen demand (COD), and total suspended solids (TSS) parameters in the treatment of domestic wastewater and to investigate the effectiveness of pollutant reduction in domestic wastewater using non-continuous electrocoagulation methods. In this study, two variables are used, namely the dependent variable and the independent variable consisting of hydrogen potential (pH), chemical oxygen demand (COD), and total suspended solids (TSS), and time variations of 30, 60, 90, 120, 150, and 180 minutes and current densities of 40, 45, and 50 A/m². The results of the non-continuous electrocoagulation procedure showed a reduction of COD from 381 mg/l to 77 mg/l with an effectiveness of 79.79%, TSS from 371 to 10 mg/l with an effectiveness of 97.30%, and pH from 5.6 to 8 at a current of 50 A/m² and a contact time of 180 minutes. This shows that the non-continuous electrocoagulation process is capable of reducing the level of pollutants in domestic wastewater.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Allah SWT Berkat rahmat, hidayah dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul “Penurunan Kadar Pencemar pada Limbah Cair Rumah Tangga dengan Metode Elektrokoagulasi Non Kontinu”. Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T) pada program studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.

Penyusunan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari dukungan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena, itu penulis akan menyampaikan rasa terima kasih yang sangat tulus dan ikhlas kepada pihak-pihak yang terkait diantaranya:

1. Dr. Azhar Amsal, M.Pd, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Ar-Raniry, Banda Aceh.
2. Dr. Eng. Nur Aida, M.Si, selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan, dan selaku pembimbing II yang telah meluangkan waktu dan tenaganya untuk membimbing saya sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik..
3. Ibu Husnawati Yahya, M.Sc, selaku Sekretaris Program Studi Teknik Lingkungan.
4. Bapak M. Faisi Ikhwal, M.Eng. selaku Pembimbing Akademik.
5. Dr. Abdullah Mujahid Hamdan, M.Sc, selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktu dan tenaganya untuk membimbing saya sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan sangat baik.
6. Bapak Hadi Kurniawan, M.Si. selaku Kepala Lab Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry.
7. Bapak Arief Rahman, M.T. selaku Kepala Laboratorium Teknik Lingkungan UIN Ar-Raniry, Banda Aceh.
8. Seluruh Dosen Prodi Teknik Lingkungan yang telah memberikan ilmunya selama ini.

9. Ayahanda Marzuki dan Ibunda Aisyah selaku orang tua dan keluarga besar yang telah memberi dukungan dan doa. Penulis berharap tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua orang.
10. Delvi Febrilla Tiska, Salsabila Khalisa, Della Jaswita, Dian Fatziaty, Dhiya Shapira, Intan Fadhillah, Aya Khalila, M. Fadhil Zaidunnin, Salsabila Raiqa, Hanif, Akbar Sarif, Athalla Muafa Ikbar, Rahmad Maulana, Zakirul Rahmad, Dwi Ardiana Arsa, Meiliza Efriana, Alfaniati Rahma, Haifa Dzihninafira, Rapiza Mustaqin, Irfan Akbar yang telah membantu dan dukungan selama pengerjaan tugas akhir dan teman-teman seperjuangan Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
11. Semua pihak yang telah membantu dan mendukung dalam proses penyusunan tugas akhir yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini tidak luput dari kesalahan dan kekurangan, oleh sebab itu saran dan kritikan sangat kami harapkan untuk menyempurnakan tugas akhir ini. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pembaca.

Banda Aceh, Juli 2020

Penulis,

Ira Maghfirah

NIM.180702097

AR - RANIRY

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Limbah Cair Rumah Tangga	5
2.2 Elektrokoagulasi	7
2.3 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Elektrokoagulasi.....	8
2.3.1 Jenis plat elektroda.....	8
2.3.2 Rapat arus.....	9
2.3.3 Waktu	9
2.3.4 Jarak antar elektroda.....	10
2.3.5 pH.....	11
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	12
3.1 Tahapan Umum	12
3.2.1 Lokasi Pengambilan Sampel dan Penelitian Sampel	13
3.2.2 Teknik Pengambilan Sampel.....	14
3.2 Eksperimen	15
3.2.1 Bahan dan Alat Eksperimen.....	15
3.2.2 Desain Reaktor	16
3.2.4 Prosedur Eksperimen.....	17
3.3 Pengukuran Parameter Air Limbah Rumah Tangga.....	17
3.2.1 Bahan Pengukuran.....	17
3.2.2 Prosedur Pengukuran Parameter Limbah Cair	18
3.4 Analisis Data.....	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	23
4.1 Hasil.....	23
4.2 Pembahasan	29

4.2.1 Pengaruh Rapat Arus dan Lama Waktu Kontak Terhadap Penurunan Parameter COD, TSS dan Penormalan Nilai pH	29
4.2.2 Efektivitas Penurunan Parameter Pencemar pada Limbah Cair Rumah Tangga	33
BAB V PENUTUP	36
5.1 Kesimpulan	36
5.2 Saran	36
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN	43



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Standar Baku Mutu Air Limbah Rumah Tangga	7
Tabel 3.1	Bahan dan alat yang digunakan untuk eksperimen	15
Tabel 3.2	Desain Eksperimen.....	17
Tabel 3.3	Bahan-Bahan Pengukuran	18
Tabel 4.1	Hasil analisis kualitas air limbah rumah tangga di Gampong Laksana, Kecamatan Kuta Alam, Kota Banda Aceh	23
Tabel 4.2	Parameter <i>chemical oxygen demand</i> (COD) setelah dilakukan pengolahan air limbah rumah tangga	24
Tabel 4.3	Parameter <i>total suspended solid</i> (TSS) setelah dilakukan pengolahan air limbah rumah tangga	25
Tabel 4.4	Parameter <i>potential of hydrogen</i> (pH) setelah dilakukan pengolahan air limbah rumah tangga	26
Tabel 4.5	Hasil uji regresi linear berganda menggunakan SPSS	29



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Jenis susunan elektroda.....	10
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian	13
Gambar 3.2	Peta Lokasi Pengambilan Sampel.....	14
Gambar 3.3	Pengambilan sampel limbah cair rumah tangga di Gampong Laksana, Kecamatan Kuta Alam, Kota Banda Aceh	15
Gambar 3.4	Desain Reaktor Elektrokoagulasi.....	16
Gambar 3.5	Pengukuran nilai TSS	19
Gambar 3.6	Pengukuran nilai COD.....	20
Gambar 3.7	Pengukuran nilai pH	21
Gambar 4.1	Penampakan fisik limbah cair rumah tangga sebelum dan sesudah pengolahan dengan rapat arus 40 A/m ² dengan kontak waktu 180 menit.....	27
Gambar 4.2	Penampakan fisik limbah cair rumah tangga sebelum dan sesudah pengolahan dengan rapat arus 45 A/m ² dengan kontak waktu 180 menit.....	28
Gambar 4.3	Penampakan fisik limbah cair rumah tangga sebelum dan sesudah pengolahan dengan rapat arus 50 A/m ² dengan kontak waktu 180 menit.....	28
Gambar 4.4	Grafik persentase kadar COD terhadap variasi rapat arus 40 A/m ² , 45 A/m ² , 50 A/m ² dan waktu kontak 30, 60, 90, 120, 150, dan 180 menit.....	30
Gambar 4.5	Grafik penurunan kadar TSS terhadap variasi rapat arus 40 A/m ² , 45 A/m ² , 50 A/m ² dan waktu kontak 30, 60, 90, 120, 150, dan 180 menit.....	31
Gambar 4.6	Grafik kenaikan kadar parameter pH limbah cair rumah tangga.....	32
Gambar 4.7	Grafik persentase kadar COD terhadap variasi rapat arus 40 A/m ² , 45 A/m ² , 50 A/m ² dan waktu kontak 30, 60, 90, 120, 150, dan 180 menit.....	34
Gambar 4.8	Grafik persentase kadar TSS terhadap variasi rapat arus 40 A/m ² , 45 A/m ² , 50 A/m ² dan waktu kontak 30, 60, 90, 120, 150, dan 180 menit.....	35

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Hasil Perhitungan

Lampiran B Dokumen Penelitian

Lampiran C Analisis Statistical Program And Social Science (SPSS)

Lampiran D Peraturan Terkait Penelitian



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sekitar 65% sungai yang ada di Indonesia mengalami pencemaran akibat limbah cair domestik yang berasal dari rumah tangga di pemukiman (Kholif dan Sugito, 2020). Limbah cair rumah tangga mengandung bahan-bahan organik seperti, protein, karbohidrat, lemak dan anorganik seperti, butiran, garam dan metal, baik itu yang tersuspensi maupun yang terlarut. Akibat adanya kandungan-kandungan tersebut akan terjadinya pencemaran lingkungan yang akan memberi dampak yang negatif bagi makhluk hidup (Ratnawati dan Ulfah, 2020).

Baku mutu air limbah domestik terdapat dari parameter *chemical oxygen demand* (COD), *biological oxygen demand* (BOD), *total suspended solid* (TSS), *potential of hydrogen* (pH), minyak lemak dan amoniak. Parameter ini dijadikan sebagai acuan untuk menganalisis limbah cair domestik. Jika parameter tersebut tidak sesuai dengan baku mutu yang telah ditetapkan, maka akan menimbulkan berbagai dampak terhadap lingkungan dan manusia (Permen LH No. 68 Tahun 2016). Pengolahan ataupun pengelolaan dengan tidak baik, akan mengakibatkan terjadinya pencemaran air, turunnya kualitas air tanah dan pencemaran tanah. Akibat dari pencemaran tersebut akan menimbulkan banyak penyakit bawaan, hilangnya keseimbangan ekosistem lingkungan, mematikan biota air (Hanum dkk., 2015). Oleh karena itu, diperlukan suatu metode yang efektif dan efisien untuk menurunkan zat-zat yang berbahaya yang terkandung di dalam limbah cair rumah tangga. Salah satu metode yang tergolong efektif dan efisien dalam penurunan zat-zat yang berbahaya yang terkandung dalam limbah cair rumah tangga dengan menggunakan metode elektrokoagulasi (Kadir, 2022)

Metode elektrokoagulasi merupakan gabungan dari elektrolisis dan koagulasi (Kurniawan, 2021). Elektrokoagulasi suatu proses pengendapan partikel-partikel halus yang ada di dalam air limbah dengan memanfaatkan energi listrik. Prinsip kerja dari metode elektrokoagulasi yang menggunakan lempeng elektroda aluminium ataupun besi adalah melalui proses elektrokimia. Pada proses ini,

kation bergerak menuju katoda dan anion bergerak menuju anoda, kemudian akan terbentuk flokulan yang akan mengikat kontaminan ataupun partikel-partikel dari air limbah tersebut ke lapisan *floc-foam* pada permukaan cairan (Yuliyani dan Widayatno, 2020)

Metode elektrokoagulasi dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya suhu, kerapatan arus listrik, waktu operasi, tegangan, pH, ketebalan plat, jarak elektroda, jenis plat elektroda dan luas permukaan lempeng elektroda, selain itu, kelebihan elektrokoagulasi mampu mereduksi koloid atau partikel kecil, hal ini dikarenakan arus listrik di dalam air akan mempercepat pergerakan koloid atau partikel dalam air. Pada perlakuannya, arus listrik yang diberikan tidak mempengaruhi temperatur, tidak memerlukan pengaturan pH, dan tidak perlu menggunakan bahan kimia (Sayow dkk., 2020). Sementara itu, kekurangan metode ini adalah tidak dapat digunakan untuk mengolah air limbah yang mempunyai sifat elektrolit cukup tinggi dikarenakan akan terjadi hubungan singkat antar elektroda. Di lain sisi, reduksi logam berat dalam air limbah dipengaruhi oleh besar kecilnya arus listrik searah pada elektroda, luas sempitnya bidang kontak elektroda dan jarak antar elektroda, sehingga penggunaan listrik yang akan kemungkinan mahal dan batang anoda yang mudah mengalami korosi sehingga harus selalu diganti (Melani dkk., 2017)

Metode elektrokoagulasi sudah digunakan untuk melakukan penurunan parameter *total suspended solid* (TSS), *chemical oxygen demand* (COD), *biological oxygen demand* (BOD), *power of hydrogen* (pH), *total dissolve solid* (TDS), kekeruhan, fosfat, minyak, surfaktan, dan lemak. Berbagai jenis limbah yang telah diolah dengan metode ini adalah pengolahan air payau menjadi air bersih, pengolahan air limbah industri batik dan sarung, tekstil, kelapa sawit, rumah potong hewan, pangan, penyamakan kulit, *laundry*, *pulp* dan *paper*, air limbah industri tahu dan limbah cair rumah (Masrullita dkk., 2021). Namun, sejauh pengetahuan penulis, belum ada yang menguji kemampuan rapat arus dan lama waktu kontak menggunakan lempeng elektroda aluminium (Al) pada limbah cair rumah tangga.

Menurut hasil investigasi Takwanto dkk. (2018), penurunan kadar COD dan TSS yang efisien terjadi pada rapat kuat arus 1, 39 A/m² dengan waktu 180 menit dengan kadar awal COD 501, 67 mg/l menjadi 277, 22 mg/l dan nilai awal TSS 301 mg/l menjadi 110 mg/l. Sementara itu, berdasarkan penelitian Nur (2017), penurunan kadar COD pada rapat arus 104 A/m² dengan waktu 75 menit dengan kadar awal COD 500 mg/l menjadi 71 mg/l. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penurunan COD, TSS yang tinggi dan perubahan nilai pH terjadi pada rapat arus 50 A/m² dengan waktu 180 menit dengan kadar awal COD 381 mg/l dan TSS 371 mg/l mengalami penurunan 77 mg/l pada COD dan 10 mg/l. Hal ini menunjukkan bahwa rapat arus dan waktu merupakan parameter yang penting bagi elektrokoagulasi, semakin tinggi rapat arus dan waktu maka kerapatan gelembung gas semakin meningkat dan ukuran gelembung gas mengecil, sehingga dapat mempercepat penurunan polutan yang terdapat pada limbah cair rumah tangga (Mulyani dkk., 2017; Mulyana, 2019; Tahreen dkk., 2020)

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Masrullita dkk (2021), penggunaan lempeng aluminium (Al) sebagai elektroda di dalam proses elektrokoagulasi akan lebih mudah tereduksi di dalam air dan akan membentuk ion Al³⁺ yang berkaitan dengan ion OH⁻ yang akan mengikat kontaminan atau partikel tersuspensi yang terdapat dari air limbah. Oleh karena itu, penulis memilih judul tugas akhir yang dipilih adalah penurunan kadar pencemar pada limbah cair rumah tangga menggunakan metode elektrokoagulasi non kontinu.

1.2 Rumusan Masalah

Pertanyaan yang akan dijawab pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh variasi rapat arus dan waktu kontak dengan menggunakan lempeng aluminium (Al) dalam proses elektrokoagulasi terhadap degradasi parameter pH, COD, dan TSS dalam pengolahan limbah cair rumah tangga?
2. Bagaimana efektivitas penurunan bahan pencemar pada limbah cair rumah tangga menggunakan metode elektrokoagulasi non kontinu?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan sebelumnya, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui pengaruh variasi rapat arus dan kontak waktu dengan menggunakan lempeng elektroda aluminium (Al) dalam proses elektrokoagulasi terhadap degradasi parameter pH, COD, dan TSS di dalam pengolahan limbah cair rumah tangga.
2. Untuk mengetahui efektivitas penurunan bahan pencemar pada limbah cair rumah tangga menggunakan metode elektrokoagulasi non kontinu.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Bagi peneliti, penelitian ini akan menjadi penambahan informasi pertama mengenai penurunan kadar pencemar pada limbah cair rumah tangga menggunakan metode elektrokoagulasi.
2. Bagi masyarakat, penelitian ini akan menghasilkan teknologi baru pengolahan air limbah rumah tangga yang dapat digunakan masyarakat untuk mengolah air limbah rumah tangga di Aceh khususnya bahkan di Indonesia secara umumnya.

1.5 Batasan Penelitian

Penelitian ini hanya memfokuskan pada penurunan parameter COD TSS dan pH dengan menggunakan metode elektrokoagulasi non kontinu. Metode elektrokoagulasi dapat dilakukan dengan cara sistem non kontinu dan pada elektrokoagulasi terdapat beberapa unsur yang dapat menurunkan parameter tersebut dengan menggunakan faktor-faktor elektrokoagulasi seperti rapat arus, jarak antar elektroda, jenis plat elektroda dan waktu.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Limbah Cair Rumah Tangga

Limbah cair rumah tangga adalah air limbah yang berasal dari hasil kegiatan di dapur, kamar mandi dan toilet (Farahdiba dkk., 2019; Hajimi dkk., 2020). Terdapat dua jenis air limbah domestik atau air limbah rumah tangga yaitu *greywater* dan *black water*. *Grey water* merupakan air limbah yang berasal dari aktivitas domestik seperti mencuci baju, mencuci piring dan mandi, sedangkan *black water* berasal dari buangan biologis seperti tinja.

Sebagian besar penduduk Indonesia membuang limbah *black water* melalui *septic tank*, akan tetapi limbah *grey water* sebagian besar dibuang langsung ke sungai (Haratama, 2020). Akibatnya, hampir 60% pencemaran di sungai disebabkan oleh limbah domestik yang berasal dari rumah tangga (Sa'diyah dkk., 2018; Kholif dan Sugito, 2020) dan saat ini air limbah domestik menjadi polutan terbesar yang terdapat di perairan (Utami dkk., 2019 dan Liberda dkk., 2021) sehingga mengakibatkan terjadinya peristiwa kerusakan ekosistem pada perairan (Lutfi, 2014; Imron dkk., 2019; Yuli dkk., 2020).

Limbah cair rumah tangga pada umumnya mengandung bahan organik dan detergen. Kandungan bahan organik yang terdapat di dalam limbah cair berupa protein, karbohidrat, minyak dan lemak (Michalska dkk., 2022). Limbah domestik mempunyai sifat utama yaitu, mengandung bakteri, parasit, dan kemungkinan virus dalam jumlah besar yang sering terkontaminasi pada kerang dan di sekitar pantai, mengandung bahan organik dan padatan tersuspensi sehingga *biological oxygen demand* (BOD) biasanya tinggi. Padatan organik dan anorganik yang mengendap di dasar perairan. Komponen organik akan terurai sehingga kandungan oksigen menjadi lebih sedikit. Kandungan Unsur hara terutama komponen fosfor dan nitrogen tinggi sehingga sering terjadinya *eutrofikasi*. Mengandung bahan terapung berupa bahan organik dan anorganik di permukaan air atau berupa suspensi. Kondisi ini seringkali menghambat laju fotosintesis dan mengurangi proses pemurnian diri (Pratama dkk., 2020).

Air limbah rumah tangga mempunyai karakteristik berdasarkan sumbernya, digolongkan menjadi karakteristik fisika, kimia, dan biologi (Hidayah dkk., 2018; Indrayani dan Rahmah, 2018; Suryawan, 2018). Berikut ini beberapa karakteristik fisika, kimia dan biologi. Karakteristik fisika terdiri dari beberapa parameter yaitu *total solid* (TS merupakan padatan yang terdiri dari bahan organik atau anorganik yang dapat larut, mengendap atau tersuspensi di dalam air (Pratama dkk., 2020). *Total suspended solid* (TSS) adalah bahan tersuspensi (diameter $> 1 \mu$) tertahan pada saringan *millipore* dengan diameter pori 0,45 m) yang terdiri dari lumpur dan pasir halus (Jiyah dkk., 2016). Selanjutnya warna, warna pada air limbah biasanya air bersih tidak berwarna akan tetapi air limbah bisa berwarna abu-abu, kecoklatan, kekuningan, hal ini tergantung dengan jenis limbahnya.

Umumnya limbah cair rumah tangga berwarna abu-abu akan tetapi dengan seiring waktu air limbah domestik bisa berwarna kehitaman yang diakibatkan peningkatan anaerob di dalam air (Fitriyanti, 2020) disebabkan oleh adanya air yang tersuspensi, seperti tanah liat, lumpur, bahan organik, plankton dan zat halus lainnya. Kekeruhan merupakan sifat optik suatu larutan, yaitu hamburan dan penyerapan cahaya yang melaluinya (Ainurrofiq dkk., 2017). Kekeruhan mengacu pada konsentrasi tidak larut, keberadaan partikel dalam cairan yang diukur dalam *nephelometric turbidity units* (NTU) Suhu memegang peranan penting dalam organisme akuatik, laju reaksi dan reaksi kimia, oleh karena itu kestabilan suhu berpengaruh terhadap mikroorganisme yang berkembang dalam air limbah. Bau disebabkan oleh udara yang dihasilkan dalam proses penguraian materi atau penambahan zat ke dalam air limbah (Michalska dkk., 2022).

Selanjutnya karakteristik kimia terdiri dari beberapa parameter yaitu *chemical oxygen demand* (COD) adalah oksigen yang dibutuhkan untuk penguraian bahan organik di dalam air (Zhou dkk., 2019). *Biological oxygen demand* (BOD) adalah jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk penguraian bahan organik secara aerobik (Sitorus dan Mardina, 2020; Bezsényi dkk., 2021). pH adalah derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman dan kebasaan dalam suatu larutan (Rahmat dan Mallongi, 2018) dan karakteristik biologi hanya terdiri dari

mikroorganisme Mikroorganisme dapat ditemukan dalam berbagai bentuk yang sangat luas di hampir semua bentuk dalam air limbah. Kehadiran bakteri di unit pengolahan air limbah adalah kunci efisiensi proses biologis. Bakteri juga memainkan peran penting dalam mengevaluasi kualitas air (Indrayani dan Rahmah, 2018).

Pada Tabel 2.1 ditampilkan baku mutu limbah cair rumah tangga yang telah ditetapkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 68 Tahun 2016.

Tabel 2.1 Standar Baku Mutu Air Limbah Rumah Tangga

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
pH	-	6 - 9
BOD	mg/l	30
COD	mg/l	100
TSS	mg/l	30
Minyak dan Lemak	mg/l	5
Amoniak	mg/l	10
Total Coliform	Jumlah/100 mL	3000
Debit	L/orang/hari	100

Sumber: Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia No. 68 Tahun 2016

2.2 Elektrokoagulasi

Elektrokoagulasi merupakan salah satu proses elektrokimia yang sederhana (Mureth dkk., 2021) untuk mendegradasikan polutan-polutan yang terkandung di dalam air limbah (Nurdandi dan Afriani, 2018). Elektrokoagulasi juga diartikan sebagai destabilisasi koloid, padatan halus tersuspensi, emulsi, atau kontaminan terlarut dalam media berair dengan produksi elektro kimia dari koagulan dan agen flokulan, seperti spesies aluminium atau besidan gelembung gas (Merma dkk., 2020). Proses pada elektrokoagulasi mencakup pembuatan Koagulan in-situ melalui proses pelarutan elektron dari anoda karbon biasanya terdiri dari besi atau aluminium (El-Taweel dkk., 2015 dan Adamovic dkk., 2016). Elektroda karbon yang terdapat pada elektrokoagulasi berfungsi untuk mengacaukan

suspensi partikel yang terdapat dalam air.

Menurut Purnama dan Trisnawati (2021), prinsip dasar dari elektrokoagulasi adalah adanya reaksi reduksi dan oksidasi (redoks). Peristiwa oksidasi di dalam sel elektrokoagulasi terjadi di anoda sedangkan reduksi terjadi di katoda. Reaksi yang terjadi pada anoda, sebagai berikut:

a. Adona yang menggunakan lempeng aluminium akan teroksidasi dengan reaksi $Al^{3+} + 3H_2O \rightarrow Al(OH)_3 + 3H^- + 3e$, (2.1)

b. Ion OH^- dari basa akan mengalami oksidasi membentuk gas oksigen (O_2) dengan reaksi $4OH^- \rightarrow 2H_2O + O_2 + 4e$, (2.2)

c. Anion lainnya seperti (SO_4^-, SO_3^-) tidak dapat dioksidasi dari larutan, yang teroksidasi adalah pelarutnya (H_2O) sehingga dapat membentuk gas oksigen (O_2) pada anoda dengan reaksi $2H_2O + 4OH^- \rightarrow O_2 + 4e$, (2.3)

Menurut Loukanov dkk (2020), reaksi yang terjadi pada katoda sebagai berikut:

a. Ion H^+ dari suatu asam akan direduksi menjadi gas hydrogen, yang bebas sebagai gelembung gas dengan reaksi yang terjadi $2H^+ + 2e \rightarrow H_2$, (2.4)

b. Jika larutan mengandung ion logam alkali, alkali tanah, maka ion-ion ini tidak dapat direduksi dari larutan tereduksi adalah pelarut (air) dan akan terbentuk gas hidrogen (H_2) di katoda dengan reaksi $2H_2O + 2e \rightarrow 2OH^- + H_2$, (2.5)

Larutan mengandung ion logam lain, maka ion logam akan direduksi menjadi logamnya dan terdapat pada batang katoda. Reaksi yang terjadi pada proses elektrokoagulasi, katoda akan menghasilkan gas hidrogen dan reaksi ion logam dan anoda akan menghasilkan gas halogen dan mengendapkan flok yang terbentuk (Igwegbe dkk., 2021).

2.3 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Elektrokoagulasi

Faktor yang dapat mempengaruhi elektrokoagulasi terdiri dari jenis plat elektroda, rapat arus, waktu, jarak antar elektro dan pH.

2.3.1 Jenis plat elektroda

Jenis plat elektroda yang digunakan pada elektrokoagulasi sangat mempengaruhi terhadap penyisihan polutan dalam air limbah. Jenis plat elektroda

yang biasanya dipakai berupa tembaga (Cu), aluminium (Al) dan besi (Fe) (Erawati dan Nazhifah, 2020). Elektroda Al dan Fe telah banyak digunakan di seluruh dunia pada metode elektrokoagulasi dan berhasil menghilangkan polutan yang ditargetkan. Selain itu elektroda Al dan Fe memiliki harga yang murah, mudah didapatkan serta memiliki efisiensi penyisihan yang tinggi. Meskipun Al dan Fe berada pada tingkat yang sama dalam deret reaktivitas logam, akan tetapi menghasilkan ion yang berbeda dalam elektrokoagulasi. Selain itu banyak penelitian yang menunjukkan bahwa Al dan Fe menghasilkan kisaran penyisihan COD yang sama (Tahreen dkk., 2020).

2.3.2 Rapat arus

Rapat arus merupakan parameter penting yang dapat mempengaruhi efisiensi elektrokoagulasi, dikarenakan dapat mengurai laju reaksi koagulan, banyaknya gelembung yang dihasilkan dan ukuran flok. Semakin tinggi rapat arus yang dialirkan maka laju disolusi pada anoda akan semakin meningkat. Kerapatan arus pada elektrokoagulasi akan berdampak pada laju reaksi elektrokimia yang menghasilkan koagulan dan gelembung hidrogen (Mulyana, 2019). Kemudian kuat arus yang tinggi dapat mempercepat penurunan terhadap polutan dan flotasi sludge. Hal ini dikarenakan arus listrik dapat menyebabkan reaksi kimia yang terdapat di dalam air dan pada saat arus listrik dialirkan terjadinya perpindahan elektron dari elektroda ke larutan elektrolit (Yuliyani dan Widayatno, 2020).

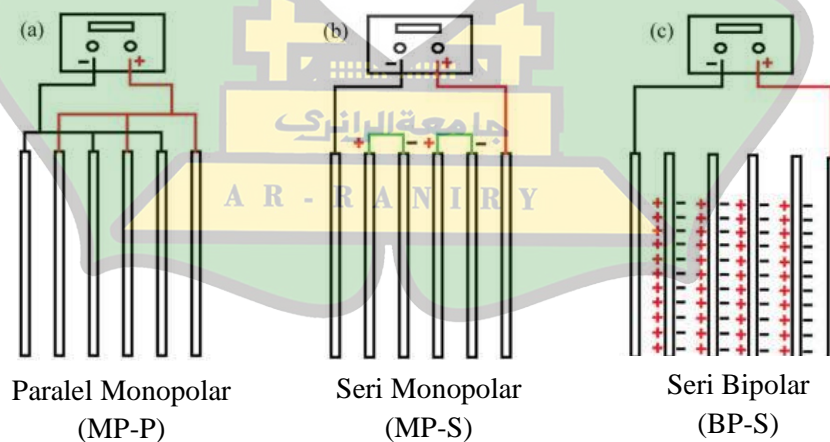
2.3.3 Waktu

Waktu juga dapat mempengaruhi dalam proses elektrokoagulasi semakin lama waktu yang digunakan selama proses elektrokoagulasi dapat terjadi interaksi antar partikel sehingga ukuran semakin besar dan kualitas air menjadi semakin baik. Hal ini dikarenakan terjadinya peningkatan gas H_2 dan OH^- sehingga jumlah kompleks yang mengikat polutan mengalami peningkatan. Selanjutnya semakin besar tegangan, semakin besar penyisihan polutan yang terdapat di dalam air limbah, dikarenakan tegangan berbanding lurus dengan arus listrik yang dialirkan sehingga terjadinya perpindahan elektron dari elektroda ke larutan elektrolit dan menghasilkan gelembung gas yang banyak, mempercepat logam hidroksida yang

terlarut dalam air maka endapan yang dihasilkan semakin banyak dan polutan dalam air mengalami penurunan. Besar tegangan dapat mempengaruhi ukuran gelembuk dan pembentukan flok (Merma dkk., 2020).

2.3.4 Jarak antar elektroda

Jarak antar elektroda merupakan parameter yang penting dalam proses elektrokoagulasi. Semakin lebar jarak antar elektroda maka penurunan polutan dalam air limbah juga akan semakin besar. Hal ini dikarenakan interaksi antara ion dengan koagulan semakin sedikit, akan tetapi dalam elektrokoagulasi disarankan menggunakan jarak elektroda yang kecil untuk menghemat energi dikarenakan tegangan yang dibutuhkan pada saat proses elektrokoagulasi semakin besar. Kemudian, luas plat elektroda yang digunakan pada proses elektrokoagulasi maka semakin bagus pada saat pengolahan air limbah dikarenakan luas luas plat elektroda dapat mereduksi keseluruhan air limbah. Selanjutnya, susunan elektroda juga dapat mempengaruhi kinerja elektrokoagulasi. Tiga jenis susunan elektroda adalah paralel monopolar (MP-P), seri monopolar (MP-S) dan seri bipolar (BP-S) (Tahreen dkk., 2020), susunan elektroda seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.1



Gambar 2.1 Jenis susunan elektroda

Sumber: Tahreen dkk., (2020).

2.3.5 pH

pH merupakan faktor penting yang harus dipertimbangkan untuk melakukan elektrokoagulasi dikarenakan pada saat proses elektrokoagulasi nilai pH cenderung berubah. Akibatnya sulit untuk mengetahui hubungan antara pH dengan efisiensi elektrokoagulasi. Oleh karena itu perlu dilakukan pengukuran awal terhadap nilai pH. Umumnya pH pada air limbah yang digunakan pada proses elektrokoagulasi harus disesuaikan dengan menambahkan asam sulfat encer atau asam klorida. Memvariasikan pH awal dapat membantu mengoptimalkan proses elektrokoagulasi untuk menentukan pH awal pada proses elektrokoagulasi yang spesifik. Setiap proses elektrokoagulasi khusus untuk jenis air limbah memberikan efisiensi elektrokoagulasi yang optimal pada pH awal asam (Loukanov dkk., 2020).

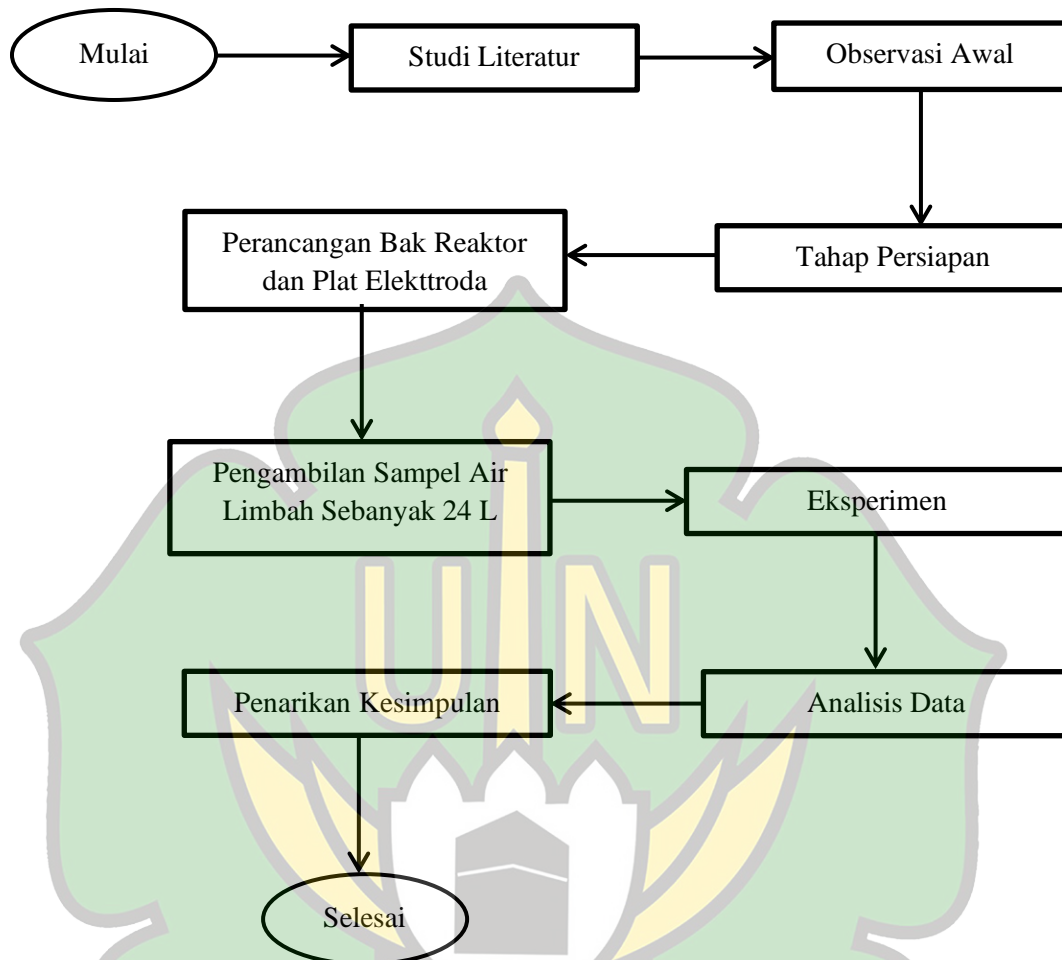


BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tahapan Umum

Tahapan umum pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.1 dan dibagi ke dalam beberapa tahapan diantaranya:

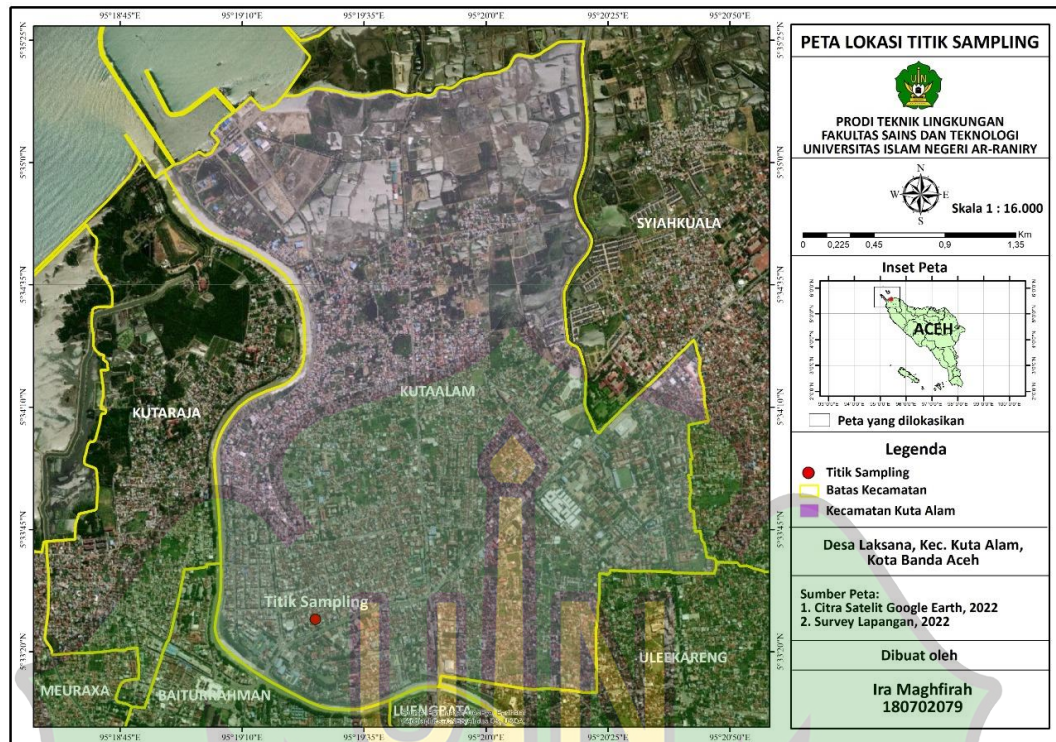
1. Tahapan studi literatur merupakan studi yang dilakukan untuk mencari informasi dan mengumpulkan data yang berhubungan dengan penelitian baik dari buku, jurnal maupun skripsi.
2. Tahap pengamatan awal merupakan tahap pertama untuk mengetahui kondisi air limbah rumah tangga, sehingga dapat ditentukan alternatif pengolahan yang tepat.
3. Tahap persiapan merupakan tahap menyiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan dalam penelitian dengan tujuan agar waktu dan pekerjaan yang dilakukan dapat efektif.
4. Perancangan reaktor dan plat aluminium yang digunakan untuk mengangkat flok-flok yang terdapat pada air limbah rumah tangga.
5. Pengambilan sampel air limbah rumah tangga sebanyak 24 L untuk dilakukan eksperimen terhadap penurunan parameter COD, TTS dan pH.
6. Tahap eksperimen merupakan tahap untuk mengetahui pengaruh variabel terhadap penurunan parameter COD, TTS dan pH yang terdapat di dalam air limbah sesuai dengan Permen LHK No. 68 Tahun 2016 Baku Mutu Air Limbah Domestik.
7. Tahap analisis data merupakan tahap ini dilakukan apabila sampel air limbah rumah tangga yang telah diuji parameternya sehingga menjadi informasi dan bisa dipergunakan untuk menarik kesimpulan.
8. Tahapan penarikan kesimpulan yaitu menjawab beberapa persen efisiensi dari kuat arus dan luas lempeng elektroda dari pengolahan air limbah rumah tangga untuk mengadsorpsi COD, TSS dan pH.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2.1 Lokasi Pengambilan Sampel dan Penelitian Sampel

Pengambilan sampel dilakukan di Gampong Laksana, Kecamatan Kuta Alam, Kota Banda Aceh. Jenis sampel yang diambil adalah limbah cair rumah tangga. Peta lokasi dapat dilihat pada Gambar 3.2. Lokasi pengujian parameter kualitas air limbah dilakukan di Laboratorium Teknik Lingkungan UIN Ar-Raniry Banda Aceh.



Gambar 3.2 Peta Lokasi Pengambilan Sampel

3.2.2 Teknik Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel menggunakan metode *grab sampling* atau sesaat. Pengambilan sampel dilakukan di saluran pembuangan limbah rumah tangga pada perumahan di Gampong Laksana, Kecamatan Kuta Alam, Kota Banda Aceh sebanyak 24 l (SNI 6989.59:2008) dengan cara, sampel limbah cair rumah tangga diambil langsung dari *outlet* perumahan di Gampong Laksana, Kecamatan Kuta Alam, Kota Banda Aceh. Waktu pengambilan sampel dilakukan pada pagi hari antara pukul 07.00 – 10.00 WIB. Waktu tersebut dipilih karena pada saat itu banyak kegiatan yang dilakukan seperti mencuci pakaian, mencuci piring, mandi dan memasak. Sampel diambil menggunakan gayung bertangkai, kemudian dimasukkan ke dalam botol plastik sesuai dengan ketentuan (SNI 6989.59:2008) yaitu terbuat dari bahan kaca atau plastik atau *polyethylene* (PE), *polypropylene* (PP) atau *teflon* dan *Poly Tetra Fluoro Ethylene* (PTFE). Teknik pengambilan sampel dapat dilihat pada Gambar 3.3



Gambar 3. 3 Pengambilan sampel limbah cair rumah tangga di Gampong Laksana, Kecamatan Kuta Alam, Kota Banda Aceh

3.2 Eksperimen

3.2.1 Bahan dan Alat Eksperimen

Bahan dan alat yang digunakan pada eksperimen ini dapat dilihat pada Tabel

3.1.

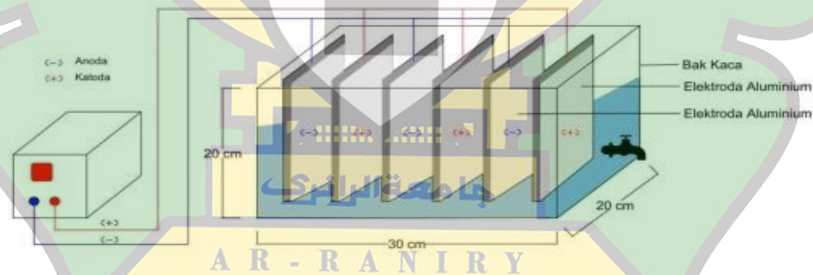
Tabel 3.1 Bahan dan alat yang digunakan untuk eksperimen

Bahan	Merek	Spesifikasi	Jumlah	Kegunaan
Limbah cair rumah tangga	-	8 liter	1 jerigen	Sampel yang akan diteliti
<i>Power Supply</i>	Sunshine	Tegangannya 5 V, dengan variasi rapat arus 40 A/m ² , 45 A/m ² , 50 A/m ²	1 buah	Sebagai sumber arus pada proses elektrokoagulasi
Bak Kaca	-	Ketebalan 0,5 cm, ukurannya 30 × 20 × 20 cm	1 buah	Sebagai wadah penampung limbah cair rumah tangga
Plat Aluminium	-	Ketebalan 1,5 mm dengan luas 320 cm ²	6 buah	Sebagai plat elektroda pada proses elektrokoagulasi
Kabel	-	1 meter	6 buah	Digunakan untuk

penghubung				menghubungkan antara plat elektroda dengan <i>power supply</i> .
Penjepit Buaya	-	-	6 buah	Sebagai penghubung antara kabel plat elektroda dengan kabel penghubung
Kran Air	-	-	1 buah	Sebagai tempat keluar limbah yang sudah diolah dengan elektrokoagulasi
Jeriken	-	10 liter	3 buah	Sebagai tempat untuk memasukkan limbah cair rumah tangga
Gayung	-	-	1 buah	Sebagai tempat untuk mengambil limbah cair rumah tangga
Corong	-	-	1 buah	Sebagai tempat untuk memudahkan memasukkan sampel ke dalam wadah penampungan sampel

3.2.2 Desain Reaktor

Reaktor terdiri dari bak kaca yang berukuran $30 \times 20 \times 20$ cm. Adapun bentuk reaktor yang akan digunakan pada eksperimen ini dapat dilihat pada Gambar 3.4



Gambar 3.4 Desain Reaktor Elektrokoagulasi

Sumber: Modifikasi desain reactor dari Masrullita dkk., (2021)

3.2.3 Desain Eksperimen

Desain eksperimen terdiri dari variabel terikat dan variabel bebas, dapat dilihat pada Tabel 3.2

Tabel 3.2 Desain Eksperimen

Variabel Terikat	Variabel Bebas	Variasi Variabel Bebas
COD, TSS, pH	Rapat Arus	40 A/m ² , 45 A/m ² dan 50 A/m ²
	Waktu	30, 60, 90, 120, 150, dan 180 menit

3.2.4 Prosedur Eksperimen

Adapun prosedur eksperimen yang dilakukan pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Plat elektroda dipasang pada bak reaktor yang berukuran 30 × 20 × 20 cm dengan jarak antar elektroda 3 cm dengan menggunakan elektroda aluminium dengan luas permukaan 320 m².
2. Sampel air limbah rumah tangga dimasukkan ke dalam bak reaktor sebanyak 8 L.
3. *Power supply* dihubungkan dengan plat elektroda yang telah dipasang pada bak reaktor.
4. *Power supply* dinyalakan dengan rapat arus 40 A/m²
5. Prosedur 1 sampai 4 diulangi untuk kontak waktu elektrokoagulasi 30, 60, 90, 120, 150 dan 180 menit
6. Prosedur 1 sampai 5 diulangi untuk variasi rapat arus 45 A/m² dan 50 A/m²
7. Sampel diambil sebanyak 550 ml untuk pengujian TSS, pH dan COD (Mulyana, 2019)

3.3 Pengukuran Parameter Air Limbah Rumah Tangga

3.2.1 Bahan Pengukuran

Adapun bahan-bahan pengukuran yang digunakan pada penelitian ini, ditunjukkan pada Tabel 3.3, sebagai berikut

Tabel 3.3 Bahan-Bahan Pengukuran

Bahan	Jumlah	Satuan	Kegunaan
Air limbah	15	liter	Sampel uji
Kertas saring Whatman 45 μ m	18	Lembar	Pengujian TSS
K ₂ Cr ₂ O ₇	10,21	Gram	Pengujian COD
H ₂ SO ₄	168	ml	Pengujian COD
HgSO ₄	33,3	Gram	Pengujian COD
Ag ₂ SO ₄	10,12	ml	Pengujian COD
Aquadest	2000	ml	Pengujian COD
Multimeter (henna)	-	-	Pengujian pH

3.2.2 Prosedur Pengukuran Parameter Limbah Cair

1. Pengukuran TSS

Berdasarkan (SNI 6989.3:2004) pengukuran nilai TSS dapat dilakukan sebagai berikut:

- a. Dilakukan penyaringan dengan menggunakan peralatan penyaring. Kertas saring dibasahi dengan air bebas mineral.
- b. Diaduk sampel uji sampai diperoleh sampel uji yang homogen, kemudian diambil sampel kuantitatif dengan volume tertentu dan dimasukkan ke dalam media filter, kemudian dinyalakan sistem vakum. Setelah itu dibilas media penyaring 3 kali dengan masing-masing 10 ml air bebas mineral, dilanjutkan penyaringan dengan sistem vakum hingga tiris.
- c. Dipindahkan *glass-fiber filter*. Secara hati-hati dari peralatan penyaring ke media penimbang.
- d. Dikeringkan media penimbang atau cawan yang berisi media penyaring dalam oven minimal 1 jam pada suhu 103°C sampai dengan 105°C, kemudian didinginkan di dalam desikator, dan ditimbang.
- e. Dihitung TSS dan dilaporkan hasil. Pada Gambar 3.5 ditampilkan proses pengukuran TSS.



Gambar 3.5 Pengukuran nilai TSS

2. Pengukuran COD

Berdasarkan (SNI 6989.15:2004) pengukuran COD dapat dilakukan sebagai berikut:

- a. Sampel diuji di pipet 2,5 ml kemudian ditambahkan 1,5 ml larutan baku $K_2Cr_2O_7$ dan ditambahkan 3,5 ml larutan pereaksi asam sulfat (Hg_2SO_4 dan Ag_2SO_4) ke dalam tabung.
- b. Tabung ditutup dan dikocok perlahan hingga homogen.
- c. Tabung diletakkan pada *heating block* yang telah dipanaskan pada suhu $150^\circ C$ dan digesti dilakukan selama 2 jam.
- d. Sampel yang sudah direfluks diuji kemudian didinginkan perlahan-lahan sampai suhu ruang. Ditutup sampel uji sesekali dibuka saat pendinginan untuk mencegah adanya tekanan gas.
- e. Sampel yang diuji dipindahkan secara kuantitatif dari tabung ke dalam erlenmeyer untuk dititrasikan.
- f. Indikator ferroin ditambahkan 1-2 tetes ke dalam erlenmeyer dan dititrasi dengan larutan standar FAS 0,05 M sampai terjadi perubahan warna bening dari hijau-biru menjadi coklat kemerahan. Kemudian volume larutan FAS dicatat sebagai B.

- g. Tahapan pengerjaan sampel aquades sebagai blanko dilakukan dan dicatat volume larutan FAS yang digunakan sebagai A. Pada Gambar 3.5 ditampilkan proses pengukuran COD.



Gambar 3.6 Pengukuran nilai COD

3. Pengukuran pH

Berdasarkan SNI 6898.11:2004, pengukuran pH dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- Elektroda dibilas dengan aquades dan dikeringkan menggunakan tisu.
- Elektroda dicelupkan ke dalam sampel limbah cair rumah tangga sampai multimeter menunjukkan hasil yang stabil.
- Dicatat hasil yang ditampilkan di multimeter
- Dilakukan pembilas setelah pengukuran pada elektroda dengan aquades dan dilakukan pengeringan dengan tisu. Pada Gambar 3.5 ditampilkan proses pengukuran pH.



Gambar 3.7 Pengukuran nilai pH

3.4 Analisis Data

1. Efektivitas Penyisihan

Efektivitas setiap penyisihan parameter dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 3.1, sebagai berikut :

$$\text{Efektivitas (\%)} = \frac{C_0 - C_1}{C_0} \times 100\% \quad (3.1)$$

Dengan C_0 adalah kadar sebelum pengolahan air limbah dan C_1 adalah kadar setelah pengolahan air limbah menggunakan metode elektrokoagulasi (Mulyani dkk., 2017)

2. Analisis SPSS (*statistical program and social science*)

SPSS merupakan *software* yang memiliki kemampuan untuk menganalisis data statistik secara akurat dan juga dapat memanajemen sistem data lingkungan secara grafis. Penelitian ini digunakan suatu teknik dengan analisis regresi linier berganda. Analisis regresi linier berganda merupakan analisis untuk melihat hubungan dari satu variabel atau lebih. Jadi, penelitian ini menganalisis apakah

ada pengaruh atau tidak variabel bebas yaitu rapat Arus dan waktu, terhadap variabel terikat yaitu pH, TSS dan COD untuk analisa pengaruh signifikansi antar variabel dilakukan menggunakan persamaan 3.2, sebagai berikut (Oktofiyani dan Anggraeni, 2016):

$$Y = a + bX, \quad (3.2)$$

Dengan Y adalah variabel terikat yaitu pH, TSS dan COD, X adalah variabel bebas yaitu rapat arus dan waktu, a adalah nilai konstanta dan b adalah nilai koefisien regresi dari X. Pada penelitian ini ada tiga variabel terikat dan dua variabel bebas, maka persamaan 3.2 dimodifikasi sebagai berikut:

$$Y_i = a + bX_1 + cX_2, \quad (3.3)$$

Dengan Y_i adalah variabel terikat, X_1 adalah variabel bebas waktu, X_2 adalah variabel bebas rapat arus, a adalah nilai konstanta, b dan c adalah nilai koefisien regresi dari X



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

Sumber limbah cair rumah tangga yang terdapat di Gampong Laksana, Kecamatan Kuta Alam, Kota Banda Aceh, berasal dari rumah toko, kos-kosan, rumah tinggal dan industri rumah tangga. Setelah dilakukan analisa awal terhadap sampel air limbah menunjukkan kualitas air melebihi baku mutu. Oleh karena itu, limbah cair rumah tangga di Gampong Laksana, Kecamatan Kuta Alam, Kota Banda Aceh harus diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan. Menurut Mureth dkk (2021), salah satu metode yang dapat menurunkan kadar pencemar yang tinggi adalah elektrokoagulasi. Elektrokoagulasi merupakan salah satu proses elektrokimia yang sederhana.

Hasil kualitas air limbah rumah tangga Gampong Laksana, Kecamatan Kuta Alam, Kota Banda Aceh, dapat dilihat pada Tabel 4.1 yang menunjukkan baku mutu limbah cair rumah tangga yang sesuai dengan Permen LHK No. 68 Tahun 2016.

Tabel 4.1 Hasil analisis kualitas air limbah rumah tangga di Gampong Laksana, Kecamatan Kuta Alam, Kota Banda Aceh

Parameter yang di uji	Hasil uji awal (mg/l)	Baku mutu (mg/l)
COD	381	100
TSS	371	30
pH	5,6	6-9

Sumber: Hasil analisis data, (2022)

Hasil parameter *chemical oxygen demand* (COD) setelah dilakukan pengolahan air limbah rumah tangga menggunakan elektrokoagulasi dapat dilihat pada Tabel 4.2

Tabel 4.2 Parameter *chemical oxygen demand* (COD) setelah dilakukan pengolahan air limbah rumah tangga

Parameter	Rapat Arus (A/m ²)	Waktu (menit)	Hasil setelah elektrokoagulasi (mg/l)	Baku Mutu (mg/l)	Efektifitas (%)
COD	40	30	158	30	58,53
		60	151		60,37
		90	133		65,09
		120	112		70,60
		150	95		75,07
		180	84		77,95
	45	30	125		67,19
		60	121		68,24
		90	114		70,08
		120	100		73,75
		150	92		75,85
		180	84		77,95
	50	30	118		69,03
		60	112		70,60
		90	96		74,80
		120	94		75,33
		150	86		77,43
		180	77		79,79

Sumber: Hasil analisis data, (2022)

Hasil parameter *total suspended solid* (TSS) setelah dilakukan pengolahan air limbah rumah tangga menggunakan elektrokoagulasi dapat dilihat pada Tabel 4.3

Tabel 4.3 Parameter *total suspended solid* (TSS) setelah dilakukan pengolahan air limbah rumah tangga

Parameter	Rapat Arus (A/m ²)	Waktu (menit)	Hasil setelah elektrokoagulasi (mg/l)	Baku Mutu (mg/l)	Efektifitas (%)
TSS	40	30	122	100	67,12
		60	120		67,65
		90	108		70,89
		120	103		72,24
		150	45		87,87
		180	43		88,41
	45	30	102		72,51
		60	82		77,90
		90	66		82,21
		120	54		85,44
		150	41		88,95
		180	18		95,15
	50	30	90		75,74
		60	88		76,28
		90	65		82,48
		120	30		91,91
		150	13		96,50
		180	10		97,30

Sumber: Hasil analisis data, (2022)

Hasil parameter *potential of hydrogen* (pH) setelah dilakukan pengolahan air limbah rumah tangga menggunakan elektrokoagulasi dapat dilihat pada Tabel 4.4.

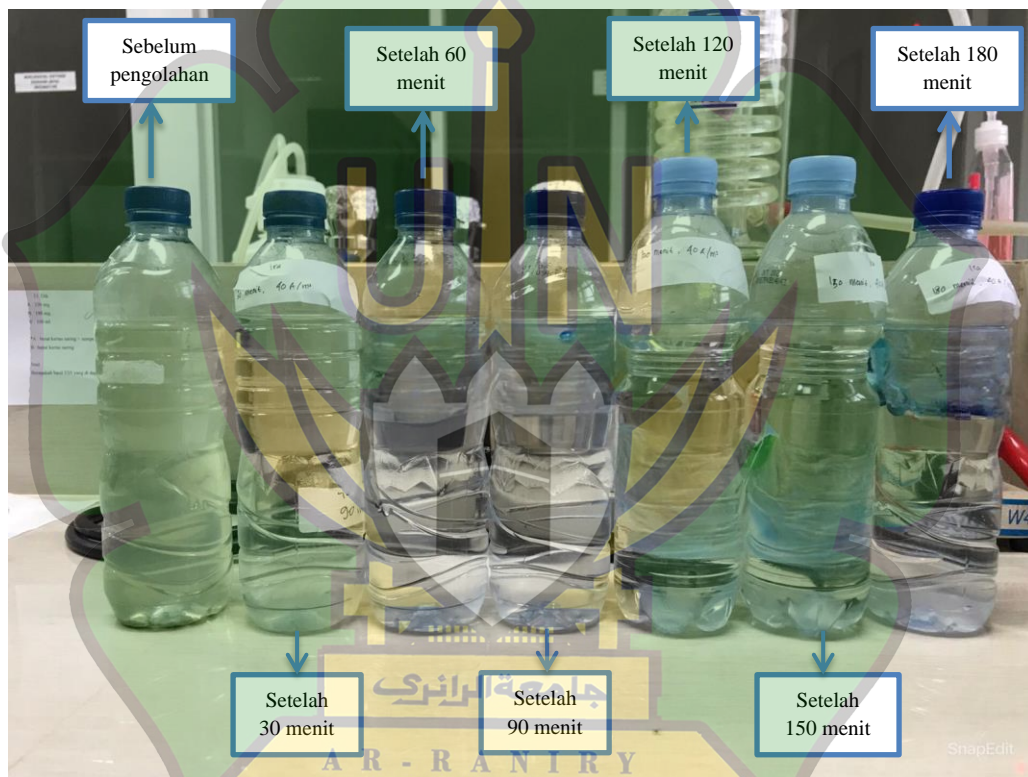
Tabel 4.4 Parameter *potential of hydrogen* (pH) setelah dilakukan pengolahan air limbah rumah tangga

Parameter	Rapat Arus (A/m ²)	Waktu (menit)	Hasil setelah elektrokoagulasi (mg/l)	Baku Mutu
pH	40	30	5,9	6-9
		60	6	
		90	6,3	
		120	7,1	
		150	7,6	
		180	7,4	
	45	30	6	
		60	6,3	
		90	6,7	
		120	7,3	
		150	7,5	
		180	7,9	
	50	30	6,6	
		60	7,2	
		90	7,4	
		120	7,7	
		150	7,8	
		180	8	

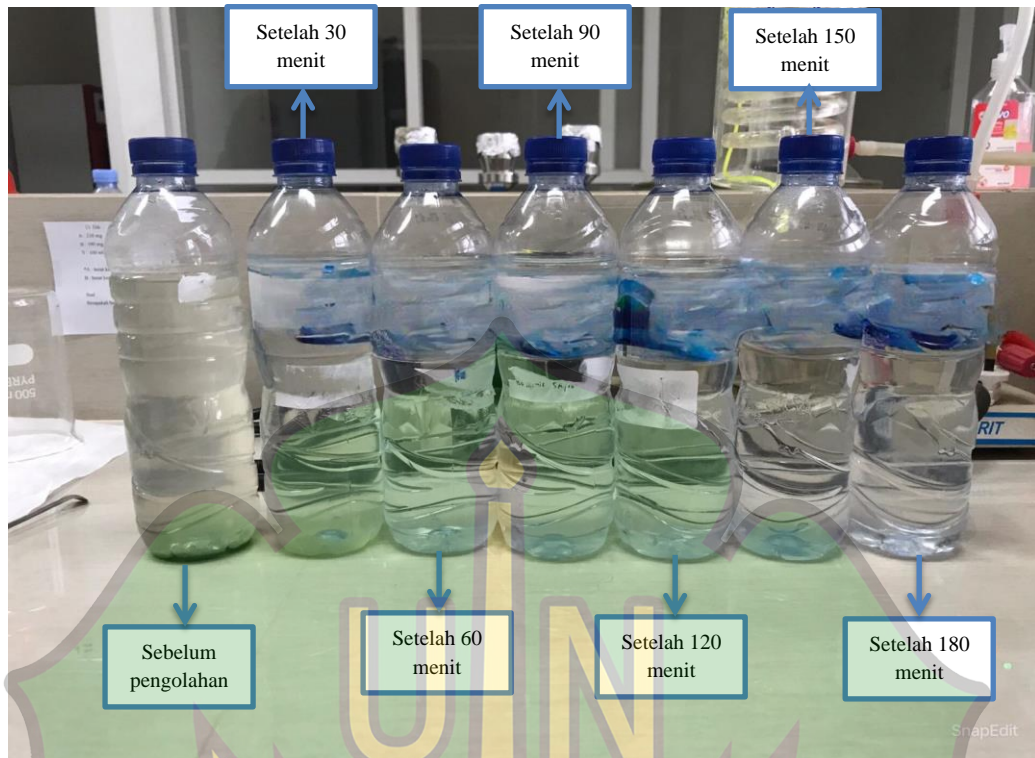
Berdasarkan Tabel 4.1 hasil analisis kadar parameter awal diketahui awal melebihi baku mutu yang telah ditetapkan pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia No.68 Tahun 2016 yang terdapat pada Tabel 4.1 yaitu COD 381 mg/l, TSS 371 mg/l dan pH. Setelah mengalami pengolahan menggunakan elektrokoagulasi dengan variasi rapat arus 40 A/m², 45 A/m² dan 50 A/m² dan lama kontak waktu dengan variasi 30, 60, 90, 120, 150 dan 180 menit kadar parameter awal mengalami penurunan yang sangat signifikan. COD dan TSS mengalami penurunan yang konstan pada variasi rapat arus 50 A/m² dengan lama kontak waktu 180 menit yaitu 77 mg/l dengan efisiensi

degradasi 79,79 % pada COD dan 10 mg/l dengan efisiensi degradasi 97,30% pada TSS. Sedangkan pada pH mengalami peningkatan pada variasi rapat arus 50 A/m² dengan waktu kontak 180 menit yaitu 8.

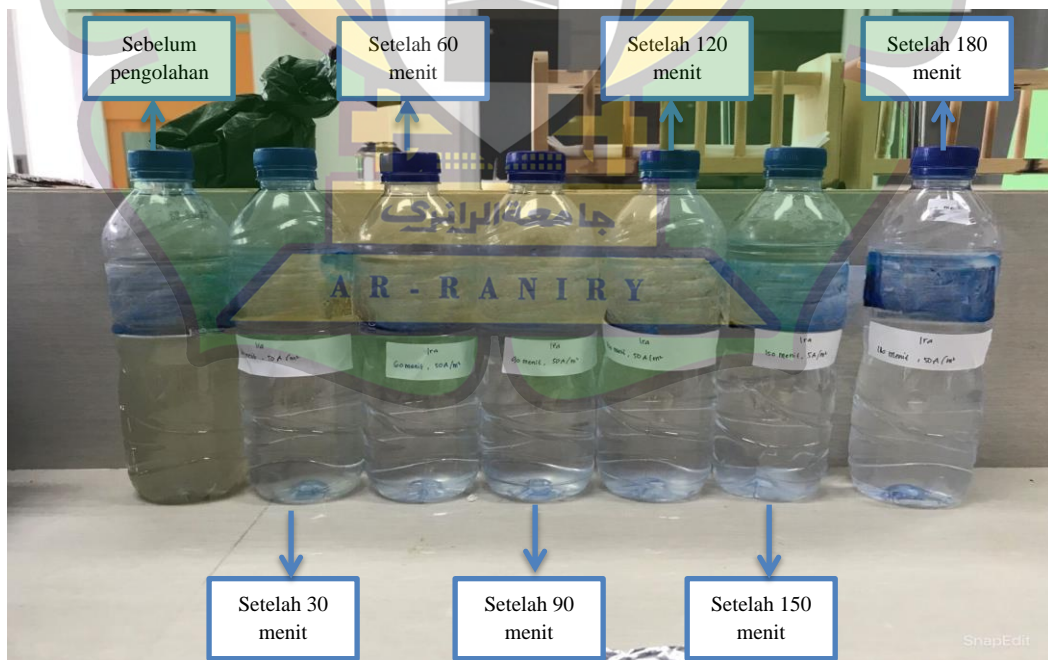
Penampakan fisik limbah cair rumah tangga di Gampong Laksana, Kecamatan Kuta Alam, Kota Banda Aceh, sebelum diolah dan sesudah diolah menggunakan metode Elektrokoagulasi dengan variasi rapat arus 40 A/m², 45 A/m² dan 50 A/m² dapat dilihat pada Gambar 4.1, Gambar 4.2 dan Gambar 4.3.



Gambar 4.1 Penampakan fisik limbah cair rumah tangga sebelum dan sesudah pengolahan dengan rapat arus 40 A/m² dengan kontak waktu 180 menit.



Gambar 4.2 Penampakan fisik limbah cair rumah tangga sebelum dan sesudah pengolahan dengan rapat arus 45 A/m^2 dengan kontak waktu 180 menit.



Gambar 4.3 Penampakan fisik limbah cair rumah tangga sebelum dan sesudah pengolahan dengan rapat arus 50 A/m^2 dengan kontak waktu 180 menit.

Berdasarkan Gambar 4.1, Gambar 4.2 dan Gambar 4.3 limbah cair rumah tangga yang sebelum diolah berwarna keruh dan sedikit kekuningan, setelah diolah menggunakan elektrokoagulasi dengan variasi rapat arus 40 A/m², 45 A/m² dan 50 A/m² dan dengan lama kontak waktu 30, 60, 90, 120, 150 dan 180 menit limbah cair rumah tangga menjadi jernih. Oleh karena itu dapat dilakukan uji regresi linear berganda untuk mengetahui pengaruh rapat arus dan waktu kontak terhadap penurunan parameter COD, TSS dan perubahan nilai pH dengan menggunakan *software statistical program and sosial science* (SPSS). Hasil uji regresi berganda dapat dilihat pada Tabel 4.2 sebagai berikut

Tabel 4.5 Hasil uji regresi linear berganda menggunakan SPSS

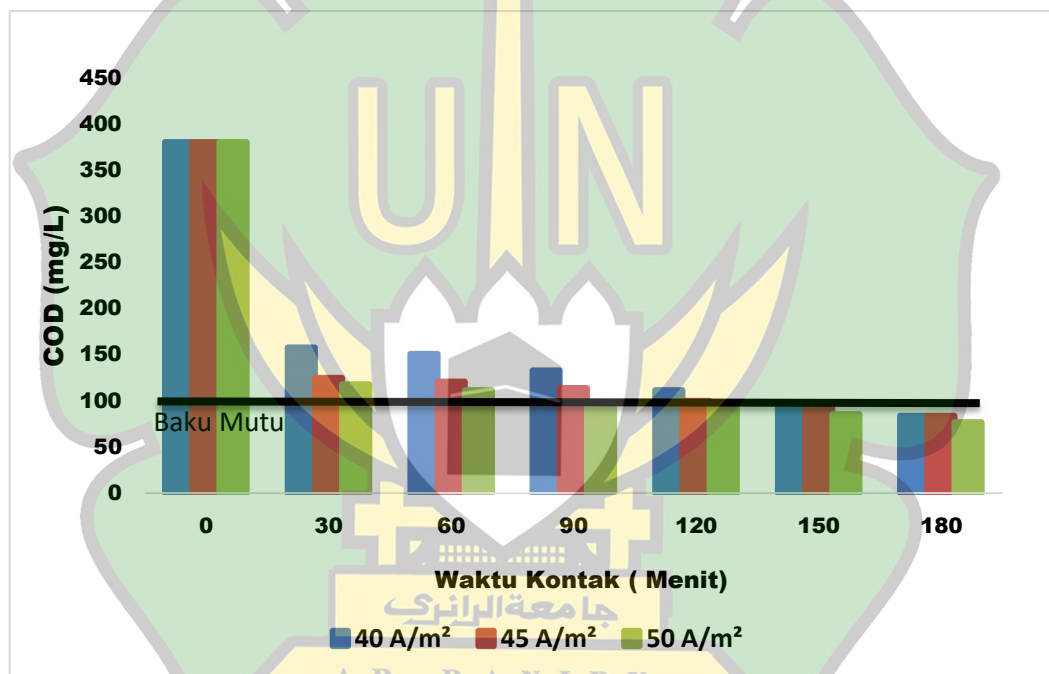
Variabel bebas	Probabilitas	Variabel Terikat			Keterangan
		COD	TSS	pH	
Rapat Arus (40, 45, 50 A/m ²)	0,05	0,000	0,000	0,000	Rapat arus dapat mempengaruhi terhadap penurunan parameter COD dan TSS serta perubahan nilai pH.
Waktu (30, 60, 90, 120, 150, 180 menit)		0,000	0,000	0,000	Waktu dapat mempengaruhi terhadap penurunan parameter COD, TSS dan perubahan nilai pH.

4.2 Pembahasan

4.2.1 Pengaruh Rapat Arus dan Lama Waktu Kontak Terhadap Penurunan Parameter COD, TSS dan Penormalan Nilai pH

Semakin tinggi rapat arus yang dialirkan pada saat proses elektrokoagulasi maka semakin tinggi penyisihan kadar COD, TSS dan perubahan terhadap nilai pH. Semakin besar rapat arus dan waktu kontak yang dialirkan maka kelarutan aluminium di anoda semakin meningkat, menghasilkan jumlah Al³⁺ dan Al (OH)⁻ yang lebih banyak. Meningkatkan konsentrasi Al³⁺ dapat meningkatkan reaksi

netralisasi muatan kontaminan membentuk flok. Selain itu, dengan meningkatnya rapat arus maka terjadinya peningkatan kecepatan terbentuknya gelembung gas hidrogen di katoda dan ukuran gelembung gas hidrogen menjadi kecil. Gelembung gas yang kecil memberi area permukaan yang lebih besar untuk meningkat untuk mengikat partikel terlarut sehingga menghasilkan efisiensi pemisahan yang baik (Yusbarina dan Buchari, 2014). Oleh karena itu karena peningkatan rapat arus sangat mempengaruhi penurunan parameter COD. Berikut ini hasil penurunan yang terjadi pada parameter COD dapat dilihat pada grafik Gambar 4.1

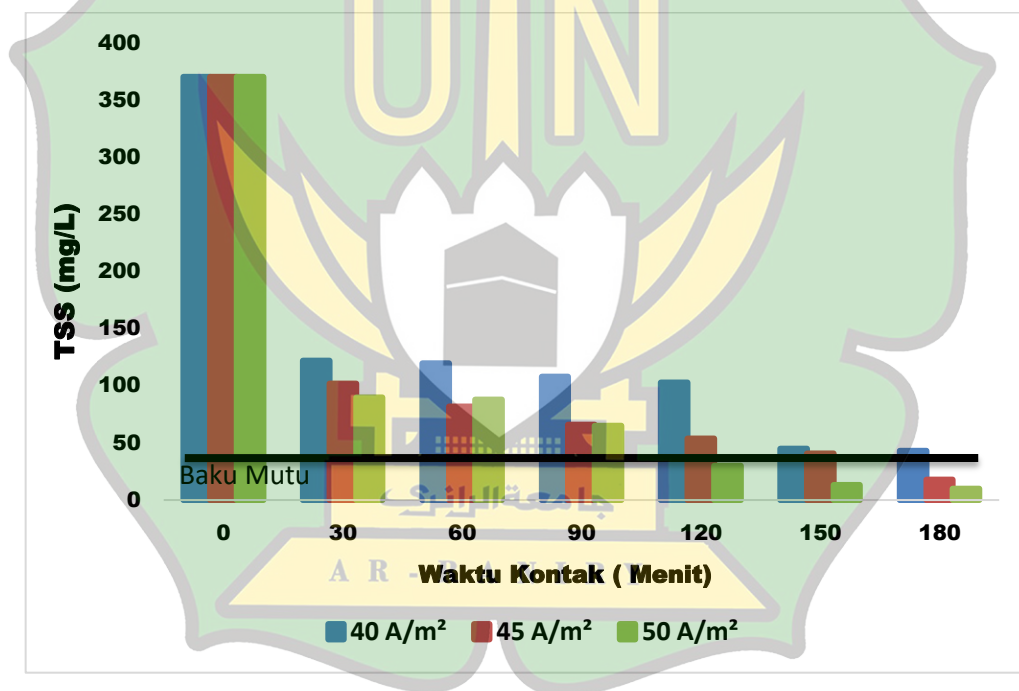


Gambar 4.4 Grafik persentase kadar COD terhadap variasi rapat arus 40 A/m², 45 A/m², 50 A/m² dan waktu kontak 30, 60, 90, 120, 150, dan 180 menit.

Berdasarkan Gambar 4.1, elektrokoagulasi mampu menurunkan parameter COD di bawah baku mutu yang telah ditetapkan pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia No. 68 Tahun 2016 dengan memiliki konsentrasi awal 381 mg/l menjadi 77 mg/l pada variasi rapat arus 50 A/m² dengan lama kontak waktu 180 menit. Turunnya konsentrasi COD

menandakan berkurangnya senyawa organik dalam air limbah cair, karena pengukuran COD dilakukan untuk melihat banyak oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasikan senyawa organik yang diperlukan untuk mengoksidasikan senyawa organik dalam air (Wardhani dkk., 2012).

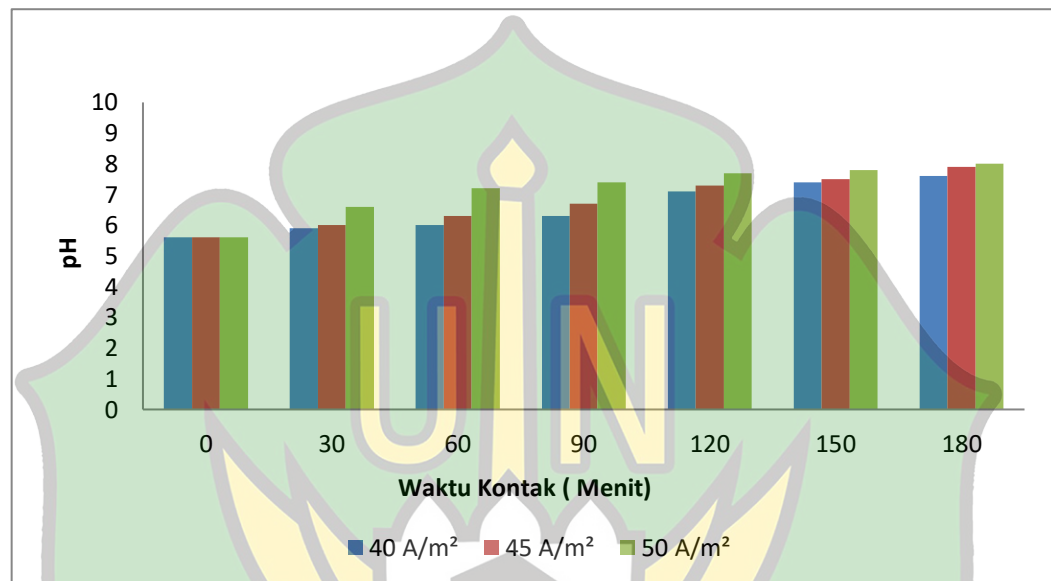
Semakin lama kontak waktu dan rapat arus pada saat proses elektrokoagulasi maka kadar TSS semakin mengalami penurunan dan dapat mengoptimalkan pH. Hal ini disebabkan karena terjadinya proses oksidasi dan reduksi. Pada elektroda-elektroda terbentuknya gas O_2 dan H_2 yang menyebabkan terjadi proses pengikatan koloid-koloid yang membentuk flok berukuran besar dan terlotasi di atas cairan (Purnama dan Trisnawati, 2021). Berikut ini hasil penurunan yang terjadi pada parameter TSS dapat dilihat pada grafik Gambar 4.2.



Gambar 4.5 Grafik penurunan kadar TSS terhadap variasi rapat arus 40 A/m², 45 A/m², 50 A/m² dan waktu kontak 30, 60, 90, 120, 150, dan 180 menit.

Grafik Gambar 4.6 di atas menunjukkan kemampuan elektrokoagulasi dalam menunjukkan kemampuan elektrokoagulasi dalam menurunkan TSS dengan perbedaan rapat arus dan waktu kontak. Dari sampel di atas terlihat penurunan

TSS tertinggi terjadi pada kontak waktu 180 menit dengan rapat arus 50 A/m². Semakin tinggi rapat arus dan lama kontak waktu selama proses elektrokoagulasi pH mengalami peningkatan, sehingga telah mencapai baku mutu yang telah ditetapkan pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia No. 68 Tahun 2016. Peningkatan pH dapat dilihat pada Gambar 4.8



Gambar 4.6 Grafik kenaikan kadar parameter pH limbah cair rumah tangga

Gambar diatas menunjukkan bahwa selama proses elektrokoagulasi pH mengalami perubahan dan cenderung meningkat dengan konsentrasi awal 5,6. Peningkatan pH terjadi pada kontak waktu 180 dengan rapat arus 50 A/m² yaitu 8. Hal ini disebabkan karena kondisi asam katoda Al akan mengalami reduksi asam menghasilkan gas H₂ sedangkan pada anoda aluminium akan mengalami oksidasi menghasilkan Al³⁺. Adanya gas H₂ yang dihasilkan membuat ion hidroksida yang mengikat polutan dalam limbah rumah tangga menjadi senyawa yang tidak larut dan mengalami pengapungan ke permukaan reactor atau terjadinya elektrolit (Prayitno dkk., 2018) dan dengan seiring berlangsungnya proses elektrokoagulasi yang menghasilkan ion hidroksil (OH⁻) sehingga pH meningkat dengan sendirinya (Wardhani dkk., 2012).

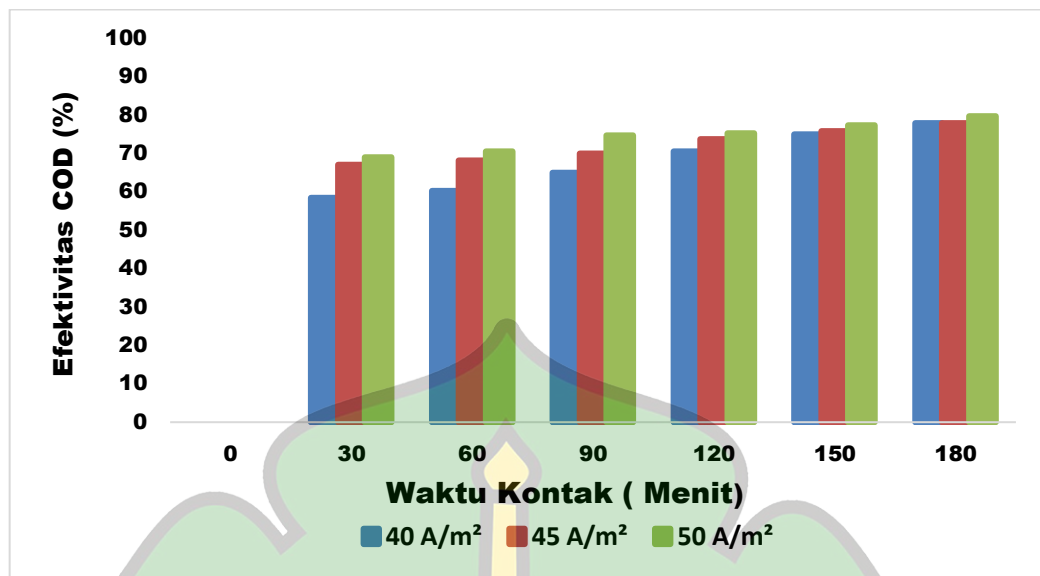
Pengaruh antara dua variabel yaitu rapat arus dan kontak waktu pada metode elektrokoagulasi terhadap penurunan parameter COD dan TSS serta

perubahan nilai pH. Hasil uji regresi linear berganda menunjukkan variabel rapat arus dan waktu kontak pada proses elektrokoagulasi dapat mempengaruhi penurunan COD dengan memiliki nilai signifikansi pada variabel rapat arus adalah $(0,000) < 0,05$ dan nilai signifikansi pada variabel waktu kontak adalah $(0,000) < 0,05$. Hasil uji regresi linear berganda menunjukkan variabel rapat arus dan waktu kontak pada proses elektrokoagulasi dapat mempengaruhi penurunan TSS dengan memiliki nilai signifikansi pada variabel rapat arus adalah $(0,000) < 0,005$ dan nilai signifikansi pada variabel waktu kontak adalah $(0,000) < 0,05$.

Hasil uji regresi linear berganda menunjukkan variabel rapat arus dan waktu kontak pada proses elektrokoagulasi dapat mempengaruhi perubahan pada nilai pH dengan memiliki nilai signifikansi pada variabel rapat arus adalah $(0,000) < 0,05$ dan nilai signifikansi pada variabel waktu kontak adalah $(0,000) < 0,05$. Oleh karena itu elektrokoagulasi dapat diterapkan sebagai penurunan kadar pencemar di dalam air limbah rumah tangga. Selain itu elektrokoagulasi dapat diterapkan pada pengolahan semua jenis limbah cair. Elektrokoagulasi ini dapat diterapkan pada setiap rumah dikarenakan biaya operasinya yang murah dan rangkaian alatnya yang sederhana dikarenakan cukup mengalirkan arus listrik ke lempeng elektroda, sehingga dapat menghasilkan ion-ion yang berperan sebagai koagulan yang dapat menyisihkan polutan dalam air limbah.

4.2.2 Efektivitas Penurunan Parameter Pencemar pada Limbah Cair Rumah Tangga

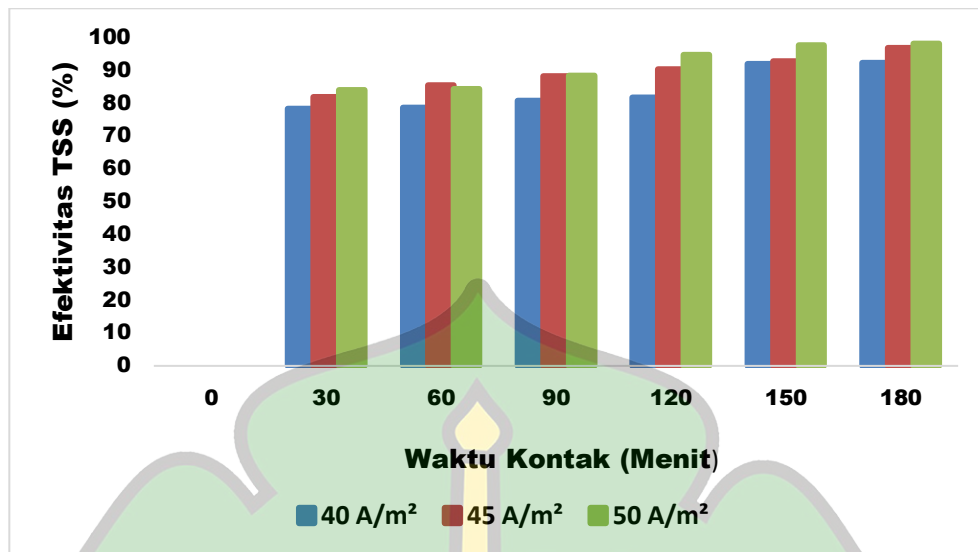
Berdasarkan hasil eksperimen pada penurunan parameter COD yang telah dilakukan. Hasil penurunan yang optimum pada parameter COD terjadi pada variasi rapat arus 50 A/m^2 dengan lama kontak waktu 180 menit 77 mg/l dengan efisiensi degradasi $79,79\%$. Berikut ini hasil persentase penurunan yang terjadi pada parameter COD dapat dilihat pada grafik Gambar 4.4.



Gambar 4.7 Grafik persentase kadar COD terhadap variasi rapat arus 40 A/m², 45 A/m², 50 A/m² dan waktu kontak 30, 60, 90, 120, 150, dan 180 menit.

Penurunan parameter COD disebabkan adanya proses oksidasi dan reduksi di dalam reaktor. Elektroda aluminium berperan sebagai ion Al³⁺ di anoda sedangkan di anoda terjadinya reaksi katodik dengan membentuk gelembung-gelembung gas hidrogen yang berfungsi untuk menaikan flok-flok tersuspensi yang tidak dapat mengendap di dalam sel (Hanum dkk., 2015). Gas hidrogen dapat membantu kontaminan mengapung atau terangkat. Hal ini disebabkan oleh tereduksinya *dissolved* organik atau material terlarut sehingga kadar COD menurun (Wardhani dkk., 2012).

Kadar parameter TSS awal air limbah cair rumah tangga di Gampong Laksana, Kecamatan Kuta Alam, Kota Banda Aceh, melebihi baku mutu yang telah ditetapkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia No.68 Tahun 2016 dengan kadar parameter awal 371 mg/l. TSS yang tinggi pada limbah cair rumah tangga disebabkan oleh partikel organik, padatan tersuspensi dan komponen koloid (Dewayani dan Haryanto, 2021). Kadar parameter TSS mengalami penurunan setelah dilakukan pengolahan dengan metode elektrokoagulasi 10 mg/l dengan efisiensi degradasi 97,30 %. Hal ini dapat dilihat pada grafik Gambar 4.5



Gambar 4.8 Grafik persentase kadar TSS terhadap variasi rapat arus 40 A/m², 45 A/m², 50 A/m² dan waktu kontak 30, 60, 90, 120, 150, dan 180 menit.

Gambar 4.5 menunjukkan bahwa semakin lama waktu dan semakin besar rapat arus maka semakin besar penyisihan TSS, demikian sebaliknya. Hal itu dikarenakan semakin lama kontak waktu dan rapat arus yang digunakan elektrokoagulasi terjadi interaksi antar partikel sehingga ukuran semakin meningkat dan kualitas air yang diolah semakin baik. Prinsip proses kerja pereduksian TSS secara umum yaitu adanya pertumbuhan masa flok sehingga berat jenis flok menjadi besar dan akhirnya mengendap (Kurniawan, 2021) dan dikarenakan juga adanya pertumbuhan massa flok sehingga berat jenis flok menjadi besar dan akhirnya mengendap (Wardhani dkk., 2012).

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

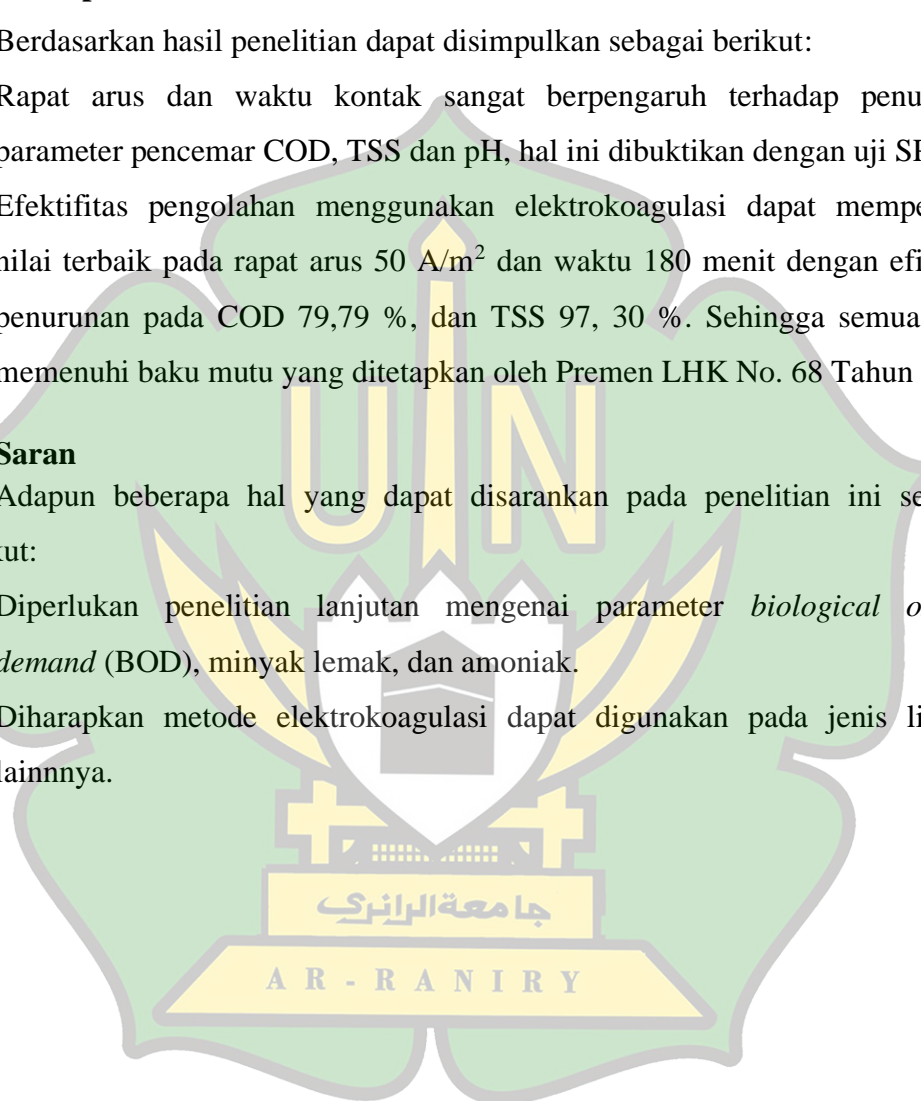
Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Rapat arus dan waktu kontak sangat berpengaruh terhadap penurunan parameter pencemar COD, TSS dan pH, hal ini dibuktikan dengan uji SPSS.
2. Efektifitas pengolahan menggunakan elektrokoagulasi dapat memperoleh nilai terbaik pada rapat arus 50 A/m^2 dan waktu 180 menit dengan efisiensi penurunan pada COD 79,79 %, dan TSS 97,30 %. Sehingga semua telah memenuhi baku mutu yang ditetapkan oleh Premen LHK No. 68 Tahun 2016

5.2 Saran

Adapun beberapa hal yang dapat disarankan pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Diperlukan penelitian lanjutan mengenai parameter *biological oxygen demand* (BOD), minyak lemak, dan amoniak.
2. Diharapkan metode elektrokoagulasi dapat digunakan pada jenis limbah lainnya.



DAFTAR PUSTAKA

- Adamovic, S., Prica, M., Dalmacija, B., Rapajic, S., Novakovic, D., Pavlovic, Z., dan Maletic, S. (2016). Feasibility of electrocoagulation/flotation treatment of waste offset printing developer based on the response surface analysis. *Arabian Journal of Chemistry*, 9(1), 152–162.
- Ainurrofiq, M. N., Purwono, dan Hadiwidodo, M. (2017). Menggunakan Kitosan dari Limbah Cangkang Sumpil (Faunus Aster) Sebagai Nano Biokoagulan Dalam Pengolahan Limbah Cair PT.PHAPROS Tbk Semarang. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 6(1), 1–7.
- Badan Standardisasi Nasional. (2004). Sni 06-6989.15-2004. *Air Dan Air Limbah - Bagian 15: Cara Uji Kebutuhan Oksigen Kimiawi (KOK) Refluks Terbuka Dengan Refluks Terbuka Secara Titrimetri*, 9.
- Bezsenyi, A., Sági, G., Makó, M., Wojnárovits, L., dan Takács, E. (2021). The effect of hydrogen peroxide on the biochemical oxygen demand (BOD) values measured during ionizing radiation treatment of wastewater. *Radiation Physics and Chemistry*, 189.
- Dewayani, R. K., dan Haryanto, H. (2021). Pengaruh Kuat Arus Dan Luas Penampang Elektroda Terhadap Penurunan Kadar Cod Dan Tss Pada Limbah Cair Batik Menggunakan Metode Elektrokoagulasi. *Jurnal Envirotek*, 13(2),
- El-Taweel, Y. A., Nassef, E. M., Elkheriany, I., dan Sayed, D. (2015). Removal of Cr(VI) ions from waste water by electrocoagulation using iron electrode. *Egyptian Journal of Petroleum*, 24(2), 183–192.
- Erawati, E., dan Nazhifah, D. N. (2020). Kinetika Reaksi pada Pengolahan Limbah Fe Sintesis dengan Metode Elektrokoagulasi. *Proceeding of The URECOL*, 354–360.
- Farahdiba, A. U., Purnomo, Y. S., Sakti, S. N., & Kamal, M. F. (2019).

- Pengolahan Limbah Domestik Rumah Makan Dengan Proses Moving Bed Biofilm Reactor (Mbbr). *Jukung (Jurnal Teknik Lingkungan)*, 5(1), 65–74.
- Fitriyanti, R. (2020). Karakteristik Limbah Domestik Di Lingkungan Mess Karyawan Pertambangan Batubara. *Jurnal Redoks*, 5(2), 72.
- Hajimi, H., Salbiah, S., & Susilawati, S. (2020). Penggunaan Serat Kelapa untuk Pengolahan Limbah Cair Domestik. *Jurnal Kesehatan Lingkungan: Jurnal Dan Aplikasi Teknik Kesehatan Lingkungan*, 17(2), 81.
- Hanum, F., Tambun, R., Ritonga, M. Y., & Kasim, W. W. (2015). Aplikasi Elektrokoagulasi Dalam Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 4(4), 13–17.
- Haratama, K. R. (2020). Peningkatan Pengetahuan Sanitasi Masyarakat Kampung TridiKota Malang Melalui Sosialisasi Septic Tank Untuk Pemukiman Padat Penduduk. *Jurnal Pengandian Masyarakat*, 3 (2), 60–68.
- Hidayah, E. N., Djalalembah, A., Asmar, G. A., & Cahyonugroho, O. H. (2018). Pengaruh Aerasi Dalam Constructed Wetland Pada Pengolahan Air Limbah Domestik. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 16(2), 155.
- Igwegbe, C. A., Onukwuli, O. D., Ighalo, J. O., & Umembamalu, C. J. (2021). Electrocoagulation-flocculation of aquaculture effluent using hybrid iron and aluminium electrodes: A comparative study. *Chemical Engineering Journal Advances*, 6(January), 100107.
- Imron, I., Dermiyati, D., Sriyani, N., Yuwono, S. B., dan Suroso, E. (2019). Perbaikan Kualitas Air Limbah Domestik Dengan Fitoremediasi Menggunakan Kombinasi Beberapa Gulma Air: Studi Kasus Kolam Retensi Talang Aman Kota Palembang. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 17(1), 51.
- Indrayani, L., dan Rahmah, N. (2018). Nilai Parameter Kadar Pencemar Sebagai Penentu Tingkat Efektivitas Tahapan Pengolahan Limbah Cair Industri Batik. *Jurnal Rekayasa Proses*, 12(1), 41.

- Jiyah, Sudarsono, B., dan Sukmono, A. (2016). Studi Distribusi Total Suspended Solid (TSS) di Perairan Pantai Kabupaten Demak Menggunakan Citra Landsat. *Jurnal Geodesi Undip*, 6, 41–47.
- Kadir, M. I. (2022). Pengelolaan Air Limbah Domestik di Kabupaten Boalemo Provinsi Gorontalo. *Jurnal Pendidikan Tembusai*, 6, 9400–9411.
- Kholif, M. Al, dan Sugito, S. (2020). Penyisihan Kadar Amoniak Pada Limbah Cair Domestik Dengan Menggunakan Sistem Constructed Wetland Bio-Rack. *Jukung (Jurnal Teknik Lingkungan)*, 6(1), 25–33.
- Kurniawan, H. F. (2021). Pengaruh Kecepatan Pengadukan dan Jarak Elektroda terhadap Penurunan Kadar COD dan TSS pada Limbah Batik Menggunakan Metode Elektrokoagulasi. *Syntax Idea*, 3(11), 2386.
- Liberda, R., Apriani, I., dan Utomo, K. P. (2021). Studi Benchmarking Unit Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat (SPALDT) Program SANIMAS IDB di Kota Pontianak. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 19(2), 465–478.
- Loukanov, A., El Allaoui, N., Omor, A., Elmadani, F. Z., Bouayad, K., dan Nakabayashi, S. (2020). Large-scale removal of colloidal contaminants from artisanal wastewater by bipolar electrocoagulation with aluminum sacrificial electrodes. *Results in Chemistry*, 2, 100038.
- Lutfi, M. (2014). Analisis Pengaruh Waktu Pretreatment dan Konsentrasi NaOH terhadap Kandungan Selulosa, Lignin dan Hemiselulosa Eceng Gondok Pada Proses Pretreatment Pembuatan Bioetanol Analysis of Pretreatment Time and NaOH Concentration Effect on Cellulose, Lignin and. *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis Dan Biosistem*, 2(2), 110–116.
- Melani, A., Andre, dan Rifdah. (2017). Kajian Pengaruh Waktu dan Ukuran Lempengan Terhadap Limbah Cair Industri Kain Tenun Songket Dengan Metode Elektrokoagulasi. *Distilasi*, 2(1), 23–34.

- Merma, A. G., Santos, B. F., Rego, A. S. C., Hacha, R. R., dan Torem, M. L. (2020). Treatment of oily wastewater from mining industry using electrocoagulation: Fundamentals and process optimization. *Journal of Materials Research and Technology*, 9(6), 15164–15176.
- Michalska, J., Turek-Szytow, J., Dudło, A., dan Surmacz-Górska, J. (2022). Characterization of humic substances recovered from the sewage sludge and validity of their removal from this waste. *EFB Bioeconomy Journal*, 2(December 2021), 100026.
- Muliyana, R. (2019). Upaya penurunan kadar logam berat air menggunakan metode elektrokoagulasi untuk menghasilkan air bersih. *Skripsi. Fakultas Sains Dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Sumatera Utara. Medan.*, 57.
- Mulyani, I. M., Prayitno, Mahatmanti, F. W., dan Kusumastuti, E. (2017). Pengaruh Jenis Plat Elektroda Pada Proses Elektrokoagulasi Untuk Menurunkan Kadar Thorium Dalam Limbah Hasil Pengolahan Logam Tanah Jarang. *Issn 0216-3128, November*, 401–412.
- Mureth, R., Machunda, R., Njau, K. N., dan Dodoo-Arhin, D. (2021). Assessment of fluoride removal in a batch electrocoagulation process: A case study in the Mount Meru Enclave. *Scientific African*, 12, e00737.
- Nur, A. (2017). *Organik Dan Minyak Lemak Air Buangan Domestik (Grey Water) Treatment of Domestic Wastewater (Grey Water) By Electrocoagulation Using Aluminum Electrodes*. 14(12), 81–86.
- Nurdandi, D., dan Afriani, F. (2018). *Peningkatan Kualitas Air Pasca Tambang Timah Dengan Teknik Elektrokoagulasi*. 1–4.
- Oktofiyani, R., dan Anggraeni, W. (2016). Penerimaan Sistem E-Learning Menggunakan Technology Acceptance Model (TAM) Study Kasus Siswa/I Kelas X Di SMU Negeri 92 Jakarta. *Jurnal Pilar Nusa Mandiri*, 46(1), 46–53.

- Pratama, G., Kurniawan, I. D., dan Ilhamdy, A. F. (2020). Pengendalian Pencemaran Limbah Domestik sebagai Upaya Rehabilitasi Pesisir di Desa Malangrapat, Kabupaten Bintan. *PRIMA: Journal of Community Empowering and Services*, 4(1), 45.
- Prayitno, Ridantami, V., dan Muji Mulyani, I. (2018). Pengaruh Ph Terhadap Penurunan Konsentrasi Thorium Dalam Limbah Menggunakan Proses. *Urania*, 24(3), 187–198.
- Purnama, H., dan Trisnawati. (2021). *Pengaruh waktu dan jarak elektroda pada pengolahan lindi dengan metode elektrokoagulasi-adsorpsi zeolit Effect of time and inter-electrode distance of leachate treatment using electrocoagulation-zeolite adsorption method*. 27(2), 54–60.
- Rahmat, B., dan Mallongi, A. (2018). Studi Karakteristik dan Kualitas BOD dan COD Limbah Cair. *Jurnal Nasional Ilmu Kesehatan (JNIK)*, 1(69), 1–16.
- Ratnawati, R., dan Ulfah, S. L. (2020). Pengolahan Air Limbah Domestik menggunakan Biosand Filter. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 18(1), 8–14.
- Sa'diyah, K., Syarwani, M., dan Udjiana, S. S. (2018). Pengolahan Air Limbah Domestik Menggunakan Kombinasi Settlement Tank dan Fixed-Bed Coloumn Up-Flow. *Jurnal Teknik Kimia Dan Lingkungan*, 2(2), 84.
- Sayow, F., Polii, B. V. J., Tilaar, W., dan Augustine, K. D. (2020). Analisis Kandungan Limbah Industri Tahu Dan Tempe Rahayu Di Kelurahan Uner Kecamatan Kawangkoan Kabupaten Minahasa. *Agri-Sosioekonomi*, 16(2)
- Suryawan, I. W. K. (2018). Fitoremediasi cod, fosfat, dan amonia air limbah domestik bersalinitas dengan eceng gondok (*eichhornia crassipes*). *Jurnal Riset Kajian Teknologi Dan Lingkungan (JRKTL)*, 1(2), 95–100.
- Tahreen, A., Jami, M. S., dan Ali, F. (2020). Role of electrocoagulation in wastewater treatment: A developmental review. *Journal of Water Process Engineering*, 37(April), 101440.

- Takwanto, A., Mustain, A., & Sudarminto, H. P. (2018). Penurunan Kandungan Polutan pada Lindi dengan Metode Elektrokoagulasi-Adsorpsi Karbon Aktif untuk Memenuhi Standar Baku Mutu Lingkungan. *Jurnal Teknik Kimia Dan Lingkungan*, 2(1), 11.
- Utami, A., Nugroho, N. E., Febriyanti, S. V., dan Nuur, T. (2019). Evaluasi Ai. *Jurnal Presipitasi*, 16(3), 172–179.
- Wardhani, E., Dirgawati, M., dan Valyana, K. P. (2012). Application of electrocoagulation method for leather tanning industrial waste water treatment. *Seminar Ilmiah Nasional, Masalah Lingkungan Di Indonesia 8, Kampus Universitas Gadjah Mada*, 12, 1–16.
- Yuli, D., Darjati, dan Malik. (2020). Penurunan Kadar BOD, COD, dan Total Coliform. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 18(1), 49–54.
- Yuliyani, L., dan Widayatno, T. (2020). Pengaruh Variasi Waktu Tinggal Dan Kuat Arus Terhadap Penurunan Kadar COD , TSS Dan BOD Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Elektrokoagulasi Secara Kontinyu. *The 11th University Research Colloquium 2020*, 48–55.
- Yusbarina, dan Buchari. (2014). Optimasi Kerapatan Arus Dan Waktu Elektrolisis Dalam Pengolahan Limbah Surfaktan Secara Elektrokoagulasi. *Photon: Jurnal Sain Dan Kesehatan*, 4(2), 73–77.
- Zhou, Z., Yu, T., Dong, H., Huang, L., Chu, R. K., Tolic, N., Wang, X., dan Zeng, Q. (2019). Chemical oxygen demand (COD) removal from bio-treated coking wastewater by hydroxyl radicals produced from a reduced clay mineral. *Applied Clay Science*, 180(June), 105199.

LAMPIRAN A

HASIL PERHITUNGAN

Lampiran 1. Perhitungan Mencari Nilai TSS

- Tanpa pengolahan

$$\begin{aligned} \text{Mg TSS per liter} &= \frac{(A-B) \times 1000}{\text{Volume contoh uji (ml)}} \\ &= \frac{(0,2705 - 0,2207) \times 1000}{0,1} \\ &= 371 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

1. Rapat arus 40 A/m²

- Perlakuan dengan waktu kontak 30 menit

$$\begin{aligned} \text{Mg TSS per liter} &= \frac{(A-B) \times 1000}{\text{Volume contoh uji (ml)}} \\ &= \frac{0,2329 - 0,2207 \times 1000}{0,1} \\ &= 122 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

- Perlakuan dengan waktu kontak 60 menit

$$\begin{aligned} \text{Mg TSS per liter} &= \frac{(A-B) \times 1000}{\text{Volume contoh uji (ml)}} \\ &= \frac{0,2327 - 0,2207 \times 1000}{0,1} \\ &= 120 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

- Perlakuan dengan waktu kontak 90 menit

$$\begin{aligned} \text{Mg TSS per liter} &= \frac{(A-B) \times 1000}{\text{Volume contoh uji (ml)}} \\ &= \frac{0,2315 - 0,2207 \times 1000}{0,1} \\ &= 108 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

- Perlakuan dengan waktu kontak 120 menit

$$\begin{aligned} \text{Mg TSS per liter} &= \frac{(A-B) \times 1000}{\text{Volume contoh uji (ml)}} \\ &= \frac{0,2310 - 0,2207 \times 1000}{0,1} \\ &= 103 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

- Perlakuan dengan waktu kontak 150 menit

$$\text{Mg TSS per liter} = \frac{(A-B) \times 1000}{\text{Volume contoh uji (ml)}}$$

$$= \frac{0,2252 - 0,2207 \times 1000}{0,1}$$

$$= 45 \text{ mg/L}$$

- Perlakuan dengan waktu kontak 180 menit

$$\text{Mg TSS per liter} = \frac{(A-B) \times 1000}{\text{Volume contoh uji (ml)}}$$

$$= \frac{0,2250 - 0,2207 \times 1000}{0,1}$$

$$= 43 \text{ mg/L}$$

2. Rapat arus 45 A/m²

- Perlakuan dengan waktu kontak 30 menit

$$\text{Mg TSS per liter} = \frac{(A-B) \times 1000}{\text{Volume contoh uji (ml)}}$$

$$= \frac{0,2309 - 0,2207 \times 1000}{0,1}$$

$$= 102 \text{ mg/L}$$

- Perlakuan dengan waktu kontak 60 menit

$$\text{Mg TSS per liter} = \frac{(A-B) \times 1000}{\text{Volume contoh uji (ml)}}$$

$$= \frac{0,2289 - 0,2207 \times 1000}{0,1}$$

$$= 82 \text{ mg/L}$$

- Perlakuan dengan waktu kontak 90 menit

$$\text{Mg TSS per liter} = \frac{(A-B) \times 1000}{\text{Volume contoh uji (ml)}}$$

$$= \frac{0,2273 - 0,2207 \times 1000}{0,1}$$

$$= 66 \text{ mg/L}$$

- Perlakuan dengan waktu kontak 120 menit

$$\text{Mg TSS per liter} = \frac{(A-B) \times 1000}{\text{Volume contoh uji (ml)}}$$

$$= \frac{0,2261 - 0,2207 \times 1000}{0,1}$$

$$= 54 \text{ mg/L}$$

- Perlakuan dengan waktu kontak 150 menit

$$\text{Mg TSS per liter} = \frac{(A-B) \times 1000}{\text{Volume contoh uji (ml)}}$$

$$= \frac{0,2248 - 0,2207 \times 1000}{0,1}$$

$$= 41 \text{ mg/L}$$

- Perlakuan dengan waktu kontak 180 menit

$$\text{Mg TSS per liter} = \frac{(A-B) \times 1000}{\text{Volume contoh uji (ml)}}$$

$$= \frac{0,2225 - 0,2207 \times 1000}{0,1}$$

$$= 18 \text{ mg/L}$$

3. Rapat arus 50 A/m²

- Perlakuan dengan waktu kontak 30 menit

$$\text{Mg TSS per liter} = \frac{(A-B) \times 1000}{\text{Volume contoh uji (ml)}}$$

$$= \frac{0,2297 - 0,2207 \times 1000}{0,1}$$

$$= 90 \text{ mg/L}$$

- Perlakuan dengan waktu kontak 60 menit

$$\text{Mg TSS per liter} = \frac{(A-B) \times 1000}{\text{Volume contoh uji (ml)}}$$

$$= \frac{0,2295 - 0,2207 \times 1000}{0,1}$$

$$= 82 \text{ mg/L}$$

- Perlakuan dengan waktu kontak 90 menit

$$\text{Mg TSS per liter} = \frac{(A-B) \times 1000}{\text{Volume contoh uji (ml)}}$$

$$= \frac{0,2272 - 0,2207 \times 1000}{0,1}$$

$$= 65 \text{ mg/l}$$

- Perlakuan dengan waktu kontak 120 menit

- Mg TSS per liter = $\frac{(A-B) \times 1000}{\text{Volume contoh uji (ml)}}$

$$= \frac{0,2237 - 0,2207 \times 1000}{0,1}$$

$$= 30 \text{ mg/l}$$

- Perlakuan dengan waktu kontak 150 menit

$$\text{Mg TSS per liter} = \frac{(A-B) \times 1000}{\text{Volume contoh uji (ml)}}$$

$$= \frac{0,2220 - 0,2207 \times 1000}{0,1}$$

$$= 13 \text{ mg/L}$$

- Perlakuan dengan waktu kontak 180 menit

$$\text{Mg TSS per liter} = \frac{(A-B) \times 1000}{\text{Volume contoh uji (ml)}}$$

$$= \frac{0,2217 - 0,2207 \times 1000}{0,1}$$

$$= 10 \text{ mg/L}$$



Lampiran 2. Perhitungan Persentase Efektivitas Penurunan Bahan pencemar

a. Mencari efektifitas penurunan COD dalam limbah cair rumah potong hewan

1. Rapat arus 40 A/m²

- Perlakuan dengan waktu kontak 30 menit.

$$\begin{aligned} \% \text{ Efektivitas} &= \frac{(C_0 - C_1)}{C_0} \times 100 \\ &= \frac{(381 - 158)}{381} \times 100 \\ &= 58.53 \% \end{aligned}$$

- Perlakuan dengan waktu kontak 60 menit.

$$\begin{aligned} \% \text{ Efektivitas} &= \frac{(C_0 - C_1)}{C_0} \times 100 \\ &= \frac{(381 - 151)}{381} \times 100 \\ &= 60.37 \% \end{aligned}$$

- Perlakuan dengan waktu kontak 90 menit.

$$\begin{aligned} \% \text{ Efektivitas} &= \frac{(C_0 - C_1)}{C_0} \times 100 \\ &= \frac{(381 - 133)}{381} \times 100 \\ &= 65.09 \% \end{aligned}$$

- Perlakuan dengan waktu kontak 120 menit.

$$\begin{aligned} \% \text{ Efektivitas} &= \frac{(C_0 - C_1)}{C_1} \times 100 \\ &= \frac{(381 - 112)}{381} \times 100 \\ &= 70.60 \% \end{aligned}$$

- Perlakuan dengan waktu kontak 150 menit.

$$\begin{aligned} \% \text{ Efektivitas} &= \frac{(C_0 - C_1)}{x} \times 100 \\ &= \frac{(381 - 95)}{381} \times 100 \\ &= 75.07 \% \end{aligned}$$

- Perlakuan dengan waktu kontak 180 menit.

$$\begin{aligned} \% \text{ Efektivitas} &= \frac{(C_0 - C_1)}{C_0} \times 100 \\ &= \frac{(381 - 84)}{381} \times 100 \\ &= 77.95 \% \end{aligned}$$

2. Rapat arus 45 A/m²

- Perlakuan dengan waktu kontak 30 menit.

$$\begin{aligned} \% \text{ Efektivitas} &= \frac{(C_0 - C_1)}{C_0} \times 100 \\ &= \frac{(381 - 125)}{381} \times 100 \\ &= 67.19 \% \end{aligned}$$

- Perlakuan dengan waktu kontak 60 menit.

$$\begin{aligned} \% \text{ Efektivitas} &= \frac{(C_0 - C_1)}{C_0} \times 100 \\ &= \frac{(381 - 121)}{381} \times 100 \\ &= 68.24 \% \end{aligned}$$

- Perlakuan dengan waktu kontak 90 menit.

$$\begin{aligned} \% \text{ Efektivitas} &= \frac{(C_0 - C_1)}{C_0} \times 100 \\ &= \frac{(381 - 114)}{381} \times 100 \\ &= 70.08 \% \end{aligned}$$

- Perlakuan dengan waktu kontak 120 menit.

$$\begin{aligned} \% \text{ Efektivitas} &= \frac{(C_0 - C_1)}{C_0} \times 100 \\ &= \frac{(381 - 100)}{381} \times 100 \\ &= 73.75 \% \end{aligned}$$

- Perlakuan dengan waktu kontak 150 menit.

$$\begin{aligned}
 \% \text{ Efektivitas} &= \frac{(C_0 - C_1)}{C_0} \times 100 \\
 &= \frac{(381 - 92)}{381} \times 100 \\
 &= 75.85 \%
 \end{aligned}$$

- Perlakuan dengan waktu kontak 180 menit.

$$\begin{aligned}
 \% \text{ Efektivitas} &= \frac{(C_0 - C_1)}{C_0} \times 100 \\
 &= \frac{(381 - 84)}{381} \times 100 \\
 &= 77.95 \%
 \end{aligned}$$

3. Rapat arus 50 A/m²

- Perlakuan dengan waktu kontak 30 menit.

$$\begin{aligned}
 \% \text{ Efektivitas} &= \frac{(C_0 - C_1)}{C_0} \times 100 \\
 &= \frac{(381 - 118)}{381} \times 100 \\
 &= 69.03 \%
 \end{aligned}$$

- Perlakuan dengan waktu kontak 60 menit.

$$\begin{aligned}
 \% \text{ Efektivitas} &= \frac{(C_0 - C_1)}{C_0} \times 100 \\
 &= \frac{(381 - 112)}{381} \times 100 \\
 &= 70.60 \%
 \end{aligned}$$

- Perlakuan dengan waktu kontak 90 menit.

$$\begin{aligned}
 \% \text{ Efektivitas} &= \frac{(C_0 - C_1)}{C_0} \times 100 \\
 &= \frac{(381 - 96)}{381} \times 100 \\
 &= 74.80 \%
 \end{aligned}$$

- Perlakuan dengan waktu kontak 120 menit.

$$\begin{aligned}
 \% \text{ Efektivitas} &= \frac{(C_0 - C_1)}{C_0} \times 100 \\
 &= \frac{(381 - 94)}{381} \times 100 \\
 &= 74.33 \%
 \end{aligned}$$

- Perlakuan dengan waktu kontak 150 menit.

$$\begin{aligned} \% \text{ Efektivitas} &= \frac{(C_0 - C_1)}{C_0} \times 100 \\ &= \frac{(381 - 86)}{381} \times 100 \\ &= 77.43 \% \end{aligned}$$

- Perlakuan dengan waktu kontak 180 menit.

$$\begin{aligned} \% \text{ Efektivitas} &= \frac{(C_0 - C_1)}{C_0} \times 100 \\ &= \frac{(381 - 77)}{381} \times 100 \\ &= 79.79 \% \end{aligned}$$

b. Mencari efektifitas penurunan TSS dalam limbah cair rumah potong hewan

1. Rapat arus 40 A/m²

- Perlakuan dengan waktu kontak 30 menit.

$$\begin{aligned} \% \text{ Efektivitas} &= \frac{(C_0 - C_1)}{C_0} \times 100 \\ &= \frac{(371 - 122)}{371} \times 100 \\ &= 78.37 \% \end{aligned}$$

- Perlakuan dengan waktu kontak 60 menit.

$$\begin{aligned} \% \text{ Efektivitas} &= \frac{(C_0 - C_1)}{C_0} \times 100 \\ &= \frac{(371 - 120)}{371} \times 100 \\ &= 78.72 \% \end{aligned}$$

- Perlakuan dengan waktu kontak 90 menit.

$$\begin{aligned} \% \text{ Efektivitas} &= \frac{(C_0 - C_1)}{C_0} \times 100 \\ &= \frac{(371 - 108)}{371} \times 100 \\ &= 80.85 \% \end{aligned}$$

- Perlakuan dengan waktu kontak 120 menit.

$$\begin{aligned} \% \text{ Efektivitas} &= \frac{(C_0 - C_1)}{C_0} \times 100 \\ &= \frac{(371 - 103)}{371} \times 100 \\ &= 81.74 \% \end{aligned}$$

- Perlakuan dengan waktu kontak 150 menit.

$$\begin{aligned} \% \text{ Efektivitas} &= \frac{(C_0 - C_1)}{C_0} \times 100 \\ &= \frac{(371 - 45)}{371} \times 100 \\ &= 92.02 \% \end{aligned}$$

- Perlakuan dengan waktu kontak 180 menit.

$$\begin{aligned} \% \text{ Efektivitas} &= \frac{(C_0 - C_1)}{C_0} \times 100 \\ &= \frac{(371 - 43)}{92.38} \times 100 \\ &= 84,75 \% \end{aligned}$$

2. Rapat arus 45 A/m²

- Perlakuan dengan waktu kontak 30 menit.

$$\begin{aligned} \% \text{ Efektivitas} &= \frac{(C_0 - C_1)}{C_0} \times 100 \\ &= \frac{(371 - 102)}{564} \times 100 \\ &= 26,77 \% \end{aligned}$$

- Perlakuan dengan waktu kontak 60 menit.

$$\begin{aligned} \% \text{ Efektivitas} &= \frac{(C_0 - C_1)}{C_0} \times 100 \\ &= \frac{(371 - 82)}{371} \times 100 \\ &= 85.46\% \end{aligned}$$

- Perlakuan dengan waktu kontak 90 menit.

$$\begin{aligned} \% \text{ Efektivitas} &= \frac{(C_0 - C_1)}{C_0} \times 100 \\ &= \frac{371 - 66}{88.30} \times 100 \\ &= 85.46 \% \end{aligned}$$

- Perlakuan dengan waktu kontak 120 menit.

$$\begin{aligned} \% \text{ Efektivitas} &= \frac{(C_0 - C_1)}{C_0} \times 100 \\ &= \frac{(371 - 54)}{371} \times 100 \\ &= 90.43 \% \end{aligned}$$

- Perlakuan dengan waktu kontak 150 menit.

$$\begin{aligned} \% \text{ Efektivitas} &= \frac{(C_0 - C_1)}{C_0} \times 100 \\ &= \frac{(371 - 41)}{371} \times 100 \\ &= 91.73 \% \end{aligned}$$

- Perlakuan dengan waktu kontak 180 menit.

$$\begin{aligned} \% \text{ Efektivitas} &= \frac{(C_0 - C_1)}{C_0} \times 100 \\ &= \frac{(371 - 18)}{371} \times 100 \\ &= 96.81 \% \end{aligned}$$

3. Rapat arus 50 A/m²

- Perlakuan dengan waktu kontak 30 menit.

$$\begin{aligned} \% \text{ Efektivitas} &= \frac{(C_0 - C_1)}{C_0} \times 100 \\ &= \frac{(371 - 90)}{371} \times 100 \\ &= 84.04 \% \end{aligned}$$

- Perlakuan dengan waktu kontak 60 menit.

$$\begin{aligned} \% \text{ Efektivitas} &= \frac{(C_0 - C_1)}{C_0} \times 100 \\ &= \frac{(371 - 88)}{371} \times 100 \\ &= 84.40 \% \end{aligned}$$

- Perlakuan dengan waktu kontak 90 menit.

$$\begin{aligned} \% \text{ Efektivitas} &= \frac{(C_0 - C_1)}{C_0} \times 100 \\ &= \frac{(371 - 65)}{371} \times 100 \\ &= 88.48 \% \end{aligned}$$

- Perlakuan dengan waktu kontak 120 menit.

$$\begin{aligned} \% \text{ Efektivitas} &= \frac{(C_0 - C_1)}{C_0} \times 100 \\ &= \frac{(371 - 30)}{371} \times 100 \\ &= 94.68 \% \end{aligned}$$

- Perlakuan dengan waktu kontak 150 menit.

$$\begin{aligned} \% \text{ Efektivitas} &= \frac{(C_0 - C_1)}{C_0} \times 100 \\ &= \frac{(371 - 13)}{371} \times 100 \\ &= 97.70 \% \end{aligned}$$

- Perlakuan dengan waktu kontak 180 menit.

$$\begin{aligned} \% \text{ Efektivitas} &= \frac{(C_0 - C_1)}{C_0} \times 100 \\ &= \frac{(371 - 10)}{371} \times 100 \\ &= 97.30 \% \end{aligned}$$

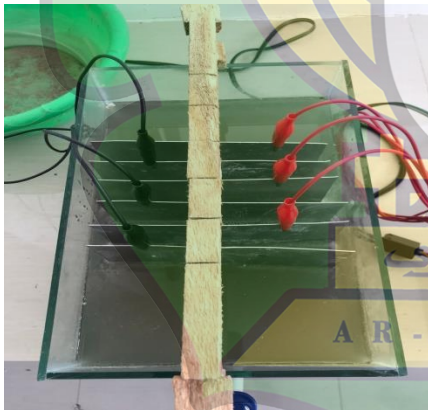
LAMPIRAN B
DOKUMEN PENELITIAN



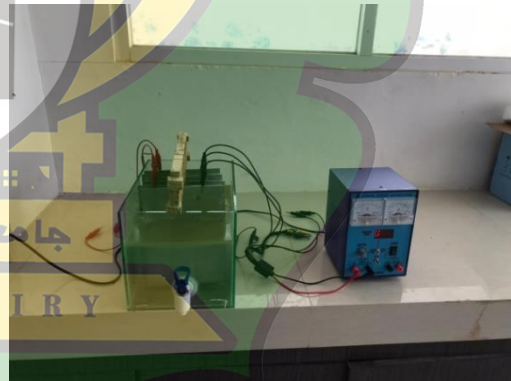
B.1 Kondisi air limbah di Gampong Laksana,
Kec. Kuta Alam, Kota Banda Aceh



B.2 Pengambilan air limbah



B.3 Pemasangan penjepit buaya
pada elektroda



B.4 Proses elektrokoagulasi



B.5 Proses pengangkatan flok



B.6 Proses pengukuran COD



B.7 Pengukuran nilai pH



B.8 Pengukuran nilai TSS



LAMPIRAN C

ANALISIS *statistical program and social science (SPSS)*Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Waktu, Rapat Arus ^b	.	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	.952 ^a	.906	.893	7.52695

a. Predictors: (Constant), Waktu, Rapat Arus

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	8172.619	2	4086.310	72.126	.000 ^b
	Residual	849.825	15	56.655		
	Total	9022.444	17			

a. Dependent Variable: COD

b. Predictors: (Constant), Waktu, Rapat Arus

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	259.278	19.970		12.984	.000
	Rapat Arus	-2.500	.435	-.456	-5.753	.000
	Waktu	-.365	.035	-.835	-10.543	.000

a. Dependent Variable: COD

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Waktu, Rapat Arus ^b	.	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	.957 ^a	.915	.904	11.40179

a. Predictors: (Constant), Waktu, Rapat Arus

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	21123.988	2	10561.994	81.246	.000 ^b
	Residual	1950.012	15	130.001		
	Total	23074.000	17			

a. Dependent Variable: TSS

b. Predictors: (Constant), Waktu, Rapat Arus

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	311.750	30.250		10.306	.000
	Rapat Arus	-4.083	.658	-.466	-6.203	.000
	Waktu	-.584	.052	-.836	-11.136	.000

a. Dependent Variable: TSS

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Waktu, Rapat Arus ^b	.	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	.959 ^a	.920	.910	.21170

a. Predictors: (Constant), Waktu, Rapat Arus

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	7.751	2	3.875	86.469	.000 ^b
	Residual	.672	15	.045		
	Total	8.423	17			

a. Dependent Variable: pH

b. Predictors: (Constant), Waktu, Rapat Arus

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	2.542	.562		4.526	.000
	Rapat Arus	.073	.012	.438	6.000	.000
	Waktu	.011	.001	.854	11.702	.000

a. Dependent Variable: pH

LAMPIRAN D
PERATURAN TERKAIT PENELITIAN



MENTERI LINGKUNGAN HIDUP DAN KEHUTANAN
REPUBLIK INDONESIA

PERATURAN MENTERI LINGKUNGAN HIDUP DAN KEHUTANAN
REPUBLIK INDONESIA

NOMOR: P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016

TENTANG

BAKU MUTU AIR LIMBAH DOMESTIK

DENGAN RAHMAT TUHAN YANG MAHA ESA

MENTERI LINGKUNGAN HIDUP DAN KEHUTANAN REPUBLIK INDONESIA,

- Menimbang :
- a. bahwa untuk melaksanakan ketentuan Pasal 20 ayat (2) huruf b Undang-undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, Menteri mengatur ketentuan mengenai baku mutu air limbah;
 - b. bahwa air limbah domestik yang dihasilkan dari skala rumah tangga dan usaha dan/atau kegiatan berpotensi mencemari lingkungan, sehingga perlu dilakukan pengolahan air limbah sebelum dibuang ke media lingkungan;
 - c. bahwa berdasarkan ketentuan sebagaimana dimaksud dalam huruf a dan huruf b, perlu menetapkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik;

- Mengingat : 1. Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2009 Nomor 140, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5059);
2. Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2001 Nomor 153, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4161);
3. Peraturan Presiden Nomor 16 Tahun 2015 tentang Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2015 Nomor 17);
4. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.18/MenLHK-II/2015 tentang Organisasi dan Tata Kerja Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2015 Nomor 713);

Menetapkan : **MEMUTUSKAN:**
PERATURAN MENTERI LINGKUNGAN HIDUP DAN KEHUTANAN TENTANG BAKU MUTU AIR LIMBAH DOMESTIK.

Pasal 1

Dalam Peraturan Menteri ini yang dimaksud dengan:

1. Air limbah adalah air sisa dari suatu hasil usaha dan/atau kegiatan.
2. Air limbah domestik adalah air limbah yang berasal dari aktivitas hidup sehari-hari manusia yang berhubungan dengan pemakaian air.
3. Baku mutu air limbah adalah ukuran batas atau kadar unsur pencemar dan atau jumlah unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam air limbah yang akan dibuang atau dilepas ke dalam sumber air dari suatu usaha dan atau kegiatan.

4. Izin lingkungan adalah izin yang diberikan kepada setiap orang yang melakukan Usaha dan/atau Kegiatan yang wajib Amdal atau UKL-UPL dalam rangka perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup sebagai prasyarat memperoleh izin Usaha dan/atau Kegiatan.
5. Surat Pernyataan Kesanggupan Pengelolaan dan Pemantauan Lingkungan Hidup yang selanjutnya disebut SPPL adalah pernyataan kesanggupan dari penanggung jawab usaha dan/atau kegiatan untuk melakukan dan pemantauan lingkungan hidup atas dampak lingkungan hidup dari usaha dan/atau kegiatannya di luar Usaha dan/atau kegiatan yang wajib amdal atau UKL-UPL.
6. Daya tampung beban pencemaran air adalah kemampuan air pada suatu sumber air untuk menerima masukan beban pencemaran tanpa mengakibatkan air tersebut menjadi cemar.
7. Alokasi beban pencemaran air adalah besaran beban pencemar yang masih diperbolehkan untuk dibuang atau besaran beban pencemar yang harus diturunkan di wilayah administrasi dan/atau DAS dari masing-masing sumber pencemar.
8. Sumber air adalah wadah air yang terdapat di atas dan di bawah permukaan tanah, termasuk dalam pengertian ini akuifer, mata air, sungai, rawa, danau, situ, waduk, dan muara.
9. Badan Usaha adalah Badan Usaha Milik Negara, Badan Usaha Milik Daerah, badan usaha swasta yang berbentuk Perseroan Terbatas, badan hukum asing, atau koperasi.
10. Titik penaan adalah satu lokasi atau lebih yang dijadikan acuan untuk pemantauan dalam rangka penaan baku mutu lindi.
11. Pemerintah Daerah adalah gubernur, bupati atau walikota dan perangkat daerah sebagai unsur penyelenggara pemerintah daerah.
12. Pemerintah Pusat adalah Presiden Republik Indonesia yang memegang kekuasaan pemerintahan negara Republik Indonesia yang dibantu oleh Wakil Presiden dan

menteri sebagaimana dimaksud dalam Undang-Undang Dasar Negara Republik Indonesia Tahun 1945.

13. Menteri adalah menteri yang menyelenggarakan urusan pemerintahan di bidang perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup.

Pasal 2

Peraturan Menteri ini bertujuan untuk memberikan acuan mengenai baku mutu air limbah domestik kepada:

- a. Pemerintah Daerah provinsi dalam menetapkan baku mutu air limbah domestik yang lebih ketat;
- b. Pemerintah Pusat, Pemerintah Daerah provinsi, dan Pemerintah Daerah kabupaten/kota, dalam menerbitkan izin lingkungan, SPPL dan/atau izin pembuangan air limbah; dan
- c. penanggung jawab usaha dan/atau kegiatan pengolahan air limbah domestik dalam menyusun perencanaan pengolahan air limbah domestik, dan penyusunan dokumen lingkungan hidup.

Pasal 3

- (1) Setiap usaha dan/atau kegiatan yang menghasilkan air limbah domestik wajib melakukan pengolahan air limbah domestik yang dihasilkannya.
- (2) Pengolahan air limbah domestik sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilakukan secara:
 - a. tersendiri, tanpa menggabungkan dengan pengolahan air limbah dari kegiatan lainnya; atau
 - b. terintegrasi, melalui penggabungan air limbah dari kegiatan lainnya ke dalam satu sistem pengolahan air limbah.
- (3) Pengolahan air limbah secara tersendiri sebagaimana dimaksud pada ayat (2) huruf a wajib memenuhi baku mutu air limbah sebagaimana tercantum dalam Lampiran I yang merupakan bagian tidak terpisahkan dari Peraturan Menteri ini.

- (4) Pengolahan air limbah secara terintegrasi sebagaimana dimaksud pada ayat (2) huruf b wajib memenuhi baku mutu air limbah yang dihitung berdasarkan ketentuan sebagaimana tercantum dalam Lampiran II Peraturan Menteri ini.
- (5) Baku mutu air limbah domestik sebagaimana dimaksud pada ayat (3) dan ayat (4) setiap saat tidak boleh terlampaui.

Pasal 4

- (1) Terhadap pengolahan air limbah domestik, wajib dilakukan pemantauan untuk mengetahui pemenuhan ketentuan baku mutu air limbah.
- (2) Pemantauan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilakukan untuk memenuhi ketentuan persyaratan teknis antara lain:
 - a. menjamin seluruh air limbah domestik yang dihasilkan masuk ke instalasi pengolahan air limbah domestik;
 - b. menggunakan instalasi pengolahan air limbah domestik dan saluran air limbah domestik ke air sehingga tidak terjadi perembesan air limbah domestik ke lingkungan;
 - c. memisahkan saluran pengumpulan air limbah domestik dengan saluran air hujan;
 - d. melakukan pengolahan air limbah domestik, sehingga mutu air limbah domestik yang dibuang ke sumber air tidak melampaui baku mutu air limbah domestik;
 - e. tidak melakukan pengenceran air limbah domestik ke dalam aliran buangan air limbah domestik;
 - f. menetapkan titik penaan untuk pengambilan contoh uji air limbah domestik dan koordinat titik penaan; dan
 - g. memasang alat ukur debit atau laju alir air limbah domestik di titik penaan.

- (3) Hasil pemantauan sebagaimana dimaksud pada ayat (2) disusun secara tertulis yang mencakup:
 - a. catatan air limbah domestik yang diproses harian;
 - b. catatan debit dan pH harian air limbah domestik; dan
 - c. hasil analisa laboratorium terhadap air limbah domestik yang dilakukan paling sedikit 1 (satu) kali dalam 1 (satu) bulan.
- (4) Hasil pemantauan sebagaimana dimaksud pada ayat (3) dilaporkan secara berkala paling sedikit 1 (satu) kali dalam 3 (tiga) bulan kepada bupati/walikota dengan tembusan gubernur, Menteri dan instansi terkait sesuai dengan ketentuan peraturan perundangan-undangan.

Pasal 5

- (1) Setiap usaha dan/atau kegiatan pengolahan air limbah domestik, wajib memiliki prosedur operasional standar pengolahan air limbah domestik dan sistem tanggap darurat.
- (2) Dalam hal terjadi pencemaran akibat kondisi tidak normal, penanggungjawab usaha dan/atau kegiatan pengolahan air limbah domestik sebagaimana dimaksud pada ayat (1) wajib melaporkan dan menyampaikan kegiatan penanggulangan pencemaran kepada bupati/walikota, dengan tembusan kepada gubernur dan Menteri paling lama 1 x 24 (satu kali dua puluh empat) jam.

Pasal 6

Dalam hal setiap usaha dan/atau kegiatan yang menghasilkan air limbah domestik sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 ayat (1) tidak mampu mengolah air limbah domestik yang dihasilkannya, pengolahan air limbah domestik wajib diserahkan kepada pihak lain yang usaha dan/atau kegiatannya mengolah air limbah domestik.

Pasal 7

- (1) Pihak lain yang usaha dan/atau kegiatannya mengolah air limbah domestik sebagaimana dimaksud dalam Pasal 6 wajib memiliki izin lingkungan dan izin pembuangan air limbah.
- (2) Ketentuan lebih lanjut mengenai tatacara perizinan lingkungan dan perizinan pembuangan air limbah sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilaksanakan sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan.

Pasal 8

- (1) Pemerintah Pusat dan/atau Pemerintah Daerah menyediakan dan mengelola sarana dan prasarana pengolahan air limbah domestik yang berasal dari skala rumah tangga.
- (2) Penyediaan dan pengelolaan sarana dan prasarana pengolahan air limbah domestik sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dapat dilakukan melalui kerjasama dengan badan usaha.
- (3) Penanggung jawab sarana dan prasarana pengolahan air limbah domestik sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dan ayat (2) wajib memenuhi ketentuan:
 - a. memiliki izin lingkungan atau SPPL;
 - b. memiliki izin pembuangan air limbah; dan
 - c. baku mutu air limbah domestik sebagaimana tercantum dalam Lampiran I Peraturan Menteri ini.
- (4) Ketentuan lebih lanjut mengenai tata cara perizinan lingkungan atau SPPL, dan perizinan pembuangan air limbah sebagaimana dimaksud pada ayat (3) huruf a dan huruf b dilaksanakan sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan.

Pasal 9

- (1) Pemerintah Daerah provinsi dapat menetapkan baku mutu air limbah domestik daerah yang lebih ketat.
- (2) Dalam menetapkan baku mutu air limbah domestik yang lebih ketat sebagaimana dimaksud pada ayat (1),

Pemerintah Daerah provinsi wajib melakukan kajian ilmiah yang memuat paling sedikit:

- a. ketersediaan teknologi paling baik yang ada untuk mengolah air limbah domestik;
- b. karakteristik air limbah domestik;
- c. daya tampung beban pencemaran air dan alokasi beban pencemaran air; dan
- d. nilai baku mutu air limbah domestik baru.

Pasal 10

- (1) Daya tampung beban pencemaran air dan alokasi beban pencemaran air sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (2) huruf c dihitung dengan memperhatikan laporan Pemerintah Daerah kabupaten/kota yang terdiri dari:
 - a. inventarisasi jenis dan jumlah air limbah domestik di wilayah administrasinya;
 - b. inventarisasi jenis dan jumlah air limbah domestik yang diproses di pengolahan air limbah domestik;
 - c. inventarisasi teknologi pengolahan air limbah domestik; dan
 - d. pengawasan terhadap pemrosesan air limbah domestik, pengolahan air limbah domestik dan pemenuhan baku mutu air limbah domestik.
- (2) Laporan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) disampaikan kepada Pemerintah Daerah provinsi dengan tembusan kepada Menteri paling sedikit 1 (satu) kali dalam 1 (satu) tahun.

Pasal 11

Baku mutu air limbah domestik yang ditetapkan oleh Pemerintah Daerah provinsi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9, wajib digunakan oleh Pemerintah Daerah provinsi dan Pemerintah Daerah kabupaten/kota dalam menerbitkan izin lingkungan dan/atau izin pembuangan air limbah, kecuali diperoleh baku mutu air limbah domestik lain yang lebih ketat melalui hasil kajian dokumen lingkungan.

Pasal 12

- (1) Menteri dan/atau Pemerintah Daerah provinsi melakukan pembinaan dan pengawasan kepada Pemerintah Daerah kabupaten/kota terhadap penerapan ketentuan baku mutu air limbah domestik.
- (2) Dalam melakukan pembinaan dan pengawasan sebagaimana dimaksud pada ayat (1):
 - a. Menteri dapat memberikan mandat kepada eselon I di lingkungan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan; dan
 - b. Pemerintah Daerah provinsi dapat memberikan mandat kepada instansi yang bertanggungjawab di bidang lingkungan hidup tingkat provinsi.
- (3) Hasil pembinaan dan pengawasan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) digunakan sebagai bahan evaluasi baku mutu air limbah domestik.

Pasal 13

Pada saat Peraturan Menteri ini berlaku:

- a. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 112 Tahun 2003 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik; dan
- b. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah, Lampiran XLIII Usaha dan/atau kegiatan Perhotelan, Lampiran XLIV huruf A bagi Kegiatan Fasilitas Pelayanan Kesehatan dan Lampiran XLVI tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha dan/atau Kegiatan Domestik (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2014 Nomor 1815), dicabut dan dinyatakan tidak berlaku.

Pasal 14

Peraturan Menteri ini mulai berlaku pada tanggal diundangkan.

Agar setiap orang mengetahuinya, memerintahkan pengundangan Peraturan Menteri ini dengan penempatannya dalam Berita Negara Republik Indonesia.

Ditetapkan di Jakarta
pada tanggal : 9 Agustus 2016

MENTERI LINGKUNGAN HIDUP DAN
KEHUTANAN REPUBLIK INDONESIA,

ttd.

SITI NURBAYA

Diundangkan di Jakarta
Pada Tanggal 2 September 2016

DIREKTUR JENDERAL
PERATURAN PERUNDANG-UNDANGAN
KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA
REPUBLIK INDONESIA,

ttd.

WIDODO EKA TJAHYANA

BERITA NEGARA REPUBLIK INDONESIA TAHUN 2016 NOMOR 1323

Salinan sesuai dengan aslinya
KEPALA BIRO HUKUM,

ttd.

KRISNA RYA

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 alinya
KEPALA BIRO HUKUM,

MENTERI LINGKUNGAN HIDUP DAN
KEHUTANAN REPUBLIK INDONESIA,

ttd.

ttd.

KRISNA RYA

SITI NURBAYA

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

PENGHITUNGAN BAKU MUTU AIR LIMBAH DOMESTIK TERINTEGRASI

Penentuan Baku Mutu air limbah domestik pada instalasi pengolahan air limbah terintegrasi dihitung dengan menggunakan rumusan sebagai berikut:

1. Debit air limbah paling tinggi

Debit air limbah paling tinggi adalah jumlah debit tertinggi air limbah domestik senyatanya (bila ada) atau berdasarkan prakiraan dari masing-masing kegiatan dan air limbah dari kegiatan lainnya, seperti yang dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$Q_{\max} = \sum_i^n Qi + \dots . Qm$$

Keterangan

- Q_{\max} : Debit air limbah paling tinggi, dalam satuan $m^3/waktu$
- Qi : Debit air limbah domestik paling tinggi dari kegiatan i, dalam satuan $m^3/waktu$
- Qm : Debit air limbah paling tinggi dari kegiatan m, dalam satuan $m^3/waktu$

2. Kadar air limbah gabungan paling tinggi

Penentuan kadar paling tinggi pada parameter yang sama dapat ditentukan dengan cara sederhana, yaitu dengan menggunakan metoda neraca massa dengan perhitungan sebagai berikut:

$$C_{\max} = \sum_i^n \frac{CiQi + CnQn}{Qi + Qn}$$

Keterangan

- C_{max} : kadar paling tinggi setiap parameter, dalam satuan mg/l
- C_i : Kadar paling tinggi setiap parameter dalam baku mutu air limbah domestik untuk kegiatan i, dalam satuan mg/l
- Q_i : Debit paling tinggi air limbah domestic kegiatan i, dalam satuan $m^3/waktu$
- C_n : Kadar paling tinggi setiap parameter dalam baku mutu air limbah untuk kegiatan n, dalam satuan mg/l
- Q_n : Debit paling tinggi air limbah kegiatan n, dalam satuan $m^3/waktu$

Untuk kadar parameter yang berbeda:

1. Parameter dari salah satu kegiatan lain yang tidak diatur di dalam baku mutu air limbah domestik dalam lampiran I Peraturan Menteri ini maka parameter tersebut wajib ditambahkan dalam baku mutu air limbah yang ditetapkan dalam izin.
2. Dalam hal terdapat Parameter yang sama dari beberapa kegiatan lain yang tidak diatur di dalam baku mutu air limbah domestik dalam lampiran I Peraturan Menteri ini maka parameter tersebut wajib ditambahkan dalam baku mutu air limbah yang ditetapkan dalam izin dengan kadar yang paling ketat.

Salinan sesuai dengan alinya MENTERI LINGKUNGAN HIDUP DAN
KEPALA BIRO HUKUM, KEHUTANAN REPUBLIK INDONESIA,

ttd.

KRISNA RYA

SITI NURBAYA

