

**UPAYA PENURUNAN KADAR LOGAM BERAT AIR
MENGUNAKAN METODE ELEKTROKOAGULASI UNTUK
MENGHASILKAN AIR BERSIH**

SKRIPSI

**RIA MULIYANA
75153010**



**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUMATERA UTARA
MEDAN
2019**

**UPAYA PENURUNAN KADAR LOGAM BERAT AIR
MENGUNAKAN METODE ELEKTROKOAGULASI UNTUK
MENGHASILKAN AIR BERSIH**

SKRIPSI

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Mencapai Gelar Sarjana Sains (S.Si.)
Dalam Ilmu Fisika*

**RIA MULIYANA
75153010**



**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUMATERA UTARA
MEDAN
2019**

PERSETUJUAN SKRIPSI

Hal : Surat Persetujuan Skripsi
Lamp : -

Kepada Yth.,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk, dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi saudara,

Nama	: Ria Mulyana
Nomor Induk Mahasiswa	: 75153010
Program Studi	: Fisika
Judul	: Upaya Penurunan Kadar Logam Berat Air Menggunakan Metode Elektrokoagulasi Untuk Menghasilkan Air Bersih

dapat disetujui untuk dapat segera *dimunaqasyahkan*.

Atas perhatiannya kami ucapkan terimakasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Medan, 31 Oktober 2019 M
03 Rabiul Awal 1441 H

Komisi Pembimbing,

Pembimbing Skripsi I,

Pembimbing Skripsi II,

Dr. Abdul Halim Daulay, S.T., M.Si.
NIP. 19811106 200501 1 003

Masthura, M.Si.
NIB. 1100000069

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Ria Mulyana
Nomor Induk Mahasiswa : 75153010
Program Studi : Fisika
Judul : Upaya Penurunan Kadar Logam Berat Air
Menggunakan Metode Elektrokoagulasi
Untuk Menghasilkan Air Bersih

menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, kecuali beberapa kutipan dan ringkasan yang masing-masing disebutkan sumbernya. Apabila di kemudian hari ditemukan plagiat dalam skripsi ini maka saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi lainnya sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Medan, 31 Oktober 2019

Ria Mulyana
NIM. 75153010



**KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUMATERA UTARA MEDAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

Jl. IAIN No. 1 Medan 20235

Telp. (061) 6615683-6622925, Fax. (061) 6615683
Url: <http://saintek.uinsu.ac.id>, E-mail: saintek@uinsu.ac.id

PENGESAHAN SKRIPSI

Nomor: 008/ST/ST.V/PP.01.1/01/2020

Judul : Upaya Penurunan Kadar Logam Berat Air Menggunakan
Metode Elektrokoagulasi Untuk Menghasilkan Air Bersih
Nama : Ria Mulyana
Nomor Induk Mahasiswa : 75153010
Program Studi : Fisika
Fakultas : Sains dan Teknologi

Telah dipertahankan di hadapan Dewan Penguji Skripsi Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan dan dinyatakan **LULUS**.

Pada hari/tanggal : Senin, 04 November 2019
Tempat : Ruang Sidang Fakultas Sains dan Teknologi

Tim Ujian Munaqasyah,
Ketua,

Dr. Abdul Halim Daulay, S.T., M.Si.
NIP. 19811106 200501 1 1003

Dewan Penguji,

Penguji I,

Penguji II,

Dr. Abdul Halim Daulay, S.T., M.Si.
NIP. 19811106 200501 1 1003

Masthura, M.Si.
NIB. 1100000069

Penguji III,

Penguji IV,

Mulkan Iskandar Nasution, M.Si.
NIB. 1100000120

Ety Jumiati, S.Pd., M.Si
NIB. 1100000072

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sumatera Utara Medan,

Dr. H. M. Jamil, M.A.
NIP. 19660910 199903 1 002

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian yang bertujuan: (i) untuk mengetahui hasil uji sampel air sumur gali sebelum diterapkan metode elektrokoagulasi dengan elektroda aluminium (Al), (ii) untuk mengetahui hasil uji sampel air sumur gali setelah diterapkan metode elektrokoagulasi dengan elektroda aluminium (Al) apakah memenuhi standar kualitas air bersih sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 416/MENKES/PER/IX/1990, dan (iii) untuk mengetahui pengaruh tegangan listrik terhadap metode elektrokoagulasi. Penelitian ini menggunakan air sumur gali yang berasal dari Desa Teluk Piyai Pesisir Kecamatan Kubu Kabupaten Rokan Hilir Provinsi Riau. Penjernihan air sumur gali menggunakan metode elektrokoagulasi dengan elektroda aluminium (Al). Penelitian ini memvariasikan tegangan listrik dari 3, 6, 9, dan 12 Volt. Analisis kualitas sampel air sumur gali dilakukan sebelum dan sesudah menggunakan metode elektrokoagulasi. Parameter yang digunakan yaitu, parameter fisika meliputi: bau, jumlah zat padat terlarut (TDS), kekeruhan, rasa, suhu, dan warna sedangkan parameter kimia meliputi: pH, besi (Fe), dan mangan (Mn). Hasil uji sampel air sumur gali sebelum diterapkan metode elektrokoagulasi dengan elektroda aluminium (Al) belum memenuhi standar kualitas air bersih berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 416/MENKES/PER/IX/1990. Untuk parameter fisika yang belum memenuhi standar air bersih adalah kekeruhan dan warna sedangkan parameter kimia yang belum memenuhi standar air bersih adalah pH dan besi. Hasil uji sampel air sumur gali setelah diterapkan metode elektrokoagulasi dengan elektroda aluminium (Al) dengan variasi tegangan listrik 3, 6, 9, dan 12 Volt telah memenuhi standar kualitas air bersih berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 416/MENKES/PER/IX/1990 kecuali pada parameter pH dengan tegangan 9 Volt. Tegangan listrik memberikan pengaruh yang signifikan terhadap proses penjernihan dengan menggunakan metode elektrokoagulasi. Hal ini ditunjukkan dengan semakin meningkatnya tegangan listrik maka proses elektrokoagulasi menjadi lebih singkat.

Kata-kata kunci: elektroda aluminium, elektrokoagulasi, dan tegangan listrik.

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah kepada Allah SWT atas rahmatNya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Upaya Penurunan Kadar Logam Berat Air Menggunakan Metode Elektrokoagulasi Untuk Menghasilkan Air Bersih”.

Penulisan skripsi ini dapat diselesaikan dengan bantuan baik moril maupun materil serta dorongan dan arahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Saidurrahman, M.Ag. selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan.
2. Dr.H. M. Jamil, M.A. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan.
3. Dr. Abdul Halim Daulay, S.T., M.Si. Selaku ketua Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan, serta Pembimbing I yang telah memberikan arahan dengan penuh kesabaran serta meluangkan waktu memberikan ide, masukan, saran, dan motivasi selama penyusunan skripsi, sekaligus Penasihat Akademik
4. Muhammad Nuh, S.Pd., M.Pd. Selaku Sekretaris Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan.
5. Masthura, M.Si. selaku pembimbing II yang telah membimbing dengan sabar serta meluangkan waktu memberikan saran dan motivasi selama penyusunan skripsi.
6. Mulkan Iskandar Nasution, M.Si. dan Ety Jumiati S.Pd., M.Si. selaku penguji III dan IV atas masukan dan saran terkait penyempurnaan skripsi ini.
7. Bapak Wagiman dan Ibu Sania selaku orang tua saya yang telah membimbing dan mengarahkan dengan penuh kasih sayang serta memberikan arti sebuah kesabaran dalam menjalani kehidupan. Serta kepada keluarga besar fisika stambuk 2015 yang senantiasa memberikan tawa, duka, semangat, dan motivasi.

Akhir kata, penulis hanya dapat berdoa semoga karya tulis yang dengan tulus dan ikhlas penulis susun dapat bermanfaat dan menambah wawasan keilmuan. Kritik dan saran yang sifatnya membangun terhadap penelitian ini sangat penulis harapkan sehingga penelitian selanjutnya akan lebih sempurna.

Medan, Oktober 2019

Penulis,

Ria Mulyana

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK.....	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR LAMPIRAN.....	viii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Air.....	6
2.1.1 Definisi Air	6
2.1.2 Sumber Air	8
2.1.3 Persyaratan Kualitas Air	11
2.1.4 Indikator Pencemaran Sumber Daya Air Tanah	12
2.2 Logam Berat	13
2.2.1 Definisi Logam Berat	13
2.2.2 Jenis-jenis Logam Berat	14
2.2.3 Karakteristik Logam Berat	15
2.2.4 Pencemaran Logam Berat.....	15
2.3 Elektrokoagulasi	16
2.3.1 Definisi Elektrokoagulasi	16
2.3.2 Mekanisme Elektrokoagulasi	16
2.3.3 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Elektrokoagulasi...	18
2.3.4 Kelebihan dan Kekurangan Elektrokoagulasi	21

2.4 Parameter yang diuji	22
2.4.1 Parameter Fisika	22
2.4.2 Parameter Kimia	23
2.5 Penelitian yang Relevan	24
2.6 Hipotesis.....	26
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	27
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	27
3.2 Bahan dan Alat.....	27
3.2.1 Bahan	27
3.2.2 Alat	27
3.3 Diagram Alir Penelitian	28
3.4 Prosedur Pengambilan Sampel Air Sumur Gali.....	30
3.5 Prosedur Pengolahan sampel air sumur gali menggunakan metode elektrokoagulasi	31
3.6 Prosedur Pengujian Air Sumur Gali.....	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1 Hasil	32
4.2 Pembahasan.....	37
4.2.1 Pengaruh Elektrokoagulasi Terhadap Kekeruhan	38
4.2.2 Pengaruh Elektrokoagulasi terhadap Warna	39
4.2.3 Pengaruh Elektrokoagulasi terhadap pH	40
4.2.4 Pengaruh Elektrokoagulasi terhadap Logam Besi.....	41
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	43
5.1 Kesimpulan	43
5.2 Saran.....	43
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN-LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul Gambar	Halaman
2.1	Diagram Skematik Proses Elektrokoagulasi.....	17
3.1	Diagram Alir Pengujian Kualitas Air Sumur Gali.....	28
3.2	Diagram Alir Penelitian dan Pengujian Air Sumur Gali Dengan Metode Elektrokoagulasi.....	29
3.3	Kondisi Sumur Gali	30
3.4	Kondisi Air Sumur Gali	30
3.5	Proses Pengolahan Air Sumur Gali Menggunakan Metode Elektrokoagulasi	31

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul Tabel	Halaman
4.1	Data Kualitas awal sampel air sumur gali sebelum dielektrokoagulasi	32
4.2	Data Kualitas sampel air sumur gali setelah dielektrokoagulasi dengan tegangan 3 Volt.....	33
4.3	Data Kualitas sampel air sumur gali setelah dielektrokoagulasi dengan tegangan 6 Volt.....	34
4.4	Data Kualitas sampel air sumur gali setelah dielektrokoagulasi dengan tegangan 9 Volt.....	35
4.5	Data Kualitas sampel air sumur gali setelah dielektrokoagulasi dengan tegangan 12 Volt.....	36
4.6	Pengaruh Elektrokoagulasi terhadap Kekeruhan.....	38
4.7	Pengaruh Elektrokoagulasi terhadap Warna.....	39
4.8	Pengaruh Elektrokoagulasi terhadap pH.....	40
4.9	Pengaruh Elektrokoagulasi terhadap Logam Besi	42

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul Lampiran
1.	Foto Kegiatan Proses Elektrokoagulasi
2.	Daftar Persyaratan Kualitas Air Bersih menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 416/MENKES/PER/IX/1990
3.	SNI 6989-58-2008 tentang metoda pengambilan contoh air tanah
4.	Peraturan Pemerintahan No. 82 Tahun 2001 tentang Kualitas air
5.	Undang-undang No. 32 tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup pasal 1 ayat 14

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan kebutuhan yang sangat utama bagi makhluk hidup terutama manusia. Setiap kegiatan yang dilakukan oleh manusia selalu berkaitan dengan air, seperti: minum, mandi, cuci, masak dan lainnya. Oleh karena itu jika kebutuhan air belum terpenuhi secara kuantitas maupun kualitas, maka akan menimbulkan dampak yang besar terhadap kehidupan sosial dan ekonomi masyarakat. Penggunaan air dapat dikategorikan dalam dua kategori, yaitu air rumah tangga dan air industri yang masing-masing mempunyai persyaratan tertentu. Persyaratan tersebut meliputi persyaratan fisik, kimia, dan bakteriologis.

Kriteria untuk kualitas air yang baik yaitu air tersebut harus bersih, jernih, tidak keruh, tidak berbau, tidak berasa, tidak meninggalkan endapan, tidak mengandung bahan kimia yang mengandung racun, dan tidak mengandung zat kimiawi. Di daerah yang belum mendapatkan air bersih, biasanya warga menggunakan air sumur galian atau air sungai untuk memenuhi kebutuhan sehari-harinya. Kebanyakan kondisi air yang digunakan kurang memenuhi standar air bersih berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 416/MENKES/PER/IX/1990, bahkan untuk daerah pedalaman kondisi air yang digunakan cenderung berwarna.

Tercemarnya air sumur galian dapat disebabkan oleh beberapa faktor, di antaranya: letak sumur dekat dengan pantai, membuang sampah sembarangan, dan faktor lainnya. Kontaminasi dari air sumur gali juga diperparah dengan adanya warga yang masih buang air besar di parit yang berada tidak jauh dari sumur gali. Sehingga pencemaran tersebut mengakibatkan perubahan warna pada air sumur gali menjadi coklat tua, keruh, adanya endapan, bau, dan banyak mengandung bakteri yang apabila digunakan untuk kegiatan sehari-hari dapat memicu datangnya penyakit.

Salah satu contoh air tanah yang terkontaminasi terdapat di Desa Teluk Piyai Pesisir Kecamatan Kubu Kabupaten Rokan Hilir Provinsi Riau, walaupun

kondisi air berwarna coklat tua, air tanah tersebut tetap dipakai karena sudah menjadi salah satu kebutuhan utama yang digunakan untuk aktivitas sehari-hari. Ada beberapa cara dalam pengolahan atau penjernihan air, dimulai dari yang berteknologi modern dan biaya yang besar (contoh: Reverse Osmosis, Penukaran ion, Sterilisasi ozon, dan lainnya) serta teknologi sederhana dan biaya rendah tanpa zat yang mengandung kimiawi (contoh: metode tradisional yang menggunakan lapisan ijuk-pasir batu kerikil, menggunakan metode elektrokoagulasi/elektrolisa, dan karbon aktif).

Metode elektrokoagulasi merupakan suatu metode yang sangat sederhana dan tanpa bahan kimia. Elektrokoagulasi adalah suatu proses koagulasi yang berkesinambungan dengan menggunakan arus listrik DC melalui peristiwa elektrokimia. Yaitu gejala dekomposisi elektrolit, di mana salah satu elektrodanya adalah aluminium (Al). Dalam proses ini akan terjadi reaksi reduksi dimana logam-logam akan direduksi dan diendapkan di kutub negatif, sedangkan elektroda positif (Al) akan terjadi reaksi oksidasi menjadi $[Al(OH)_3]$ yang berfungsi sebagai koagulan (Penggumpalan).

Tegangan dan arus listrik merupakan suatu hal yang sangat penting atau berpengaruh dalam penurunan kadar logam berat air, karena dengan memvariasikan suatu tegangan dan arus listrik kita bisa mengetahui berapa lama waktu air tersebut akan berubah warna menjadi bersih atau jernih. Studi pengaruh tegangan terhadap penurunan kadar logam berat air dari proses elektrokoagulasi dilakukan dengan variasi 3, 6, 9, dan 12 Volt.

Berikut ini beberapa penelitian yang dijadikan peneliti sebagai referensi yang terkait dengan penurunan kadar logam berat air menggunakan metode elektrokoagulasi yang peneliti jadikan sebagai acuan penelitian seperti Ashari (2015) pada jurnal yang berjudul "Efektivitas Elektroda pada Proses Elektrokoagulasi Untuk Pengolahan Air Asam Tambang" dilakukan teknologi elektrokoagulasi untuk pengolahan air asam tambang karena flokulan yang dihasilkan hanya berasal dari air asam tambang tersebut tanpa adanya tambahan bahan campuran penggumpalan dari luar, selain itu tidak terdapat bahaya pencemaran dari sisa bahan kimia saat penyimpanan atau saat distribusi bahan kimia ke lokasi pengolahan limbah cair serta peneliti menggunakan plat Fe dan

Mn untuk mengetahui efektifitas yang paling baik untuk tegangan listrik searah yang diperlukan, jarak antarelektroda, dan waktu proses elektrokoagulasi yang terjadi di dalam air asam tambang PT. Bukit Asam (Persero).

Pada penelitian selanjutnya oleh Yulianti Kartika (2015) dalam jurnal yang berjudul “Penurunan Kadar Ion Logam Kromium Pada Limbah Industri Sarung Samarinda Dengan Menggunakan Metode Elektrokoagulasi” dibuat untuk mengetahui pengaruhnya terhadap penurunan kadar logam Cr yang berasal dari limbah industri Sarung Samarinda sebagai kajian teori terhadap metode elektrokoagulasi serta penelitian ini lebih berfokus pada lama waktu kontak terhadap penurunan kadar logam Kromium.

Risanto Nugroho (2016) dalam jurnalnya yang berjudul “Pengolahan Air Kolam Renang Menggunakan Metode Elektrokoagulasi Dengan Elektroda Aluminium-Grafit” dilakukan untuk mengetahui kondisi yang terbaik menggunakan metode elektrokoagulasi dengan elektroda aluminium dan kualitas air kolam renang meliputi nilai pH yang berhubungan dengan elektrokoagulasi untuk pemisahan polutan pada air kolam renang serta penelitian berfokus pada pengujian pH dan TDS tetapi penggunaan metode elektrokoagulasi sebagai metode pengolahan air tidak efektif, karena kandungan logam Al dalam air kolam renang semakin bertambah dan melebihi syarat baku mutu air. Namun nilai pH air semakin mengarah ke netral dan TDS semakin menurun.

Masthura (2017) dalam jurnal yang berjudul “Peningkatan Kualitas Air Menggunakan Metode Elektrokoagulasi dan Filter Karbon” dilakukan untuk mengetahui cara yang aman dan menjadikan suatu pengganti untuk mewujudkan air bersih sampai dengan air minum yang dapat dipakai untuk memenuhi aktivitas keseharian warga sesuai dengan standar air bersih dan air minum. Hasil dari data pengujian memperlihatkan bahwa pengolahan air sumur gali dengan menggunakan metode elektrokoagulasi hasilnya tidak begitu bagus dibandingkan dengan menggunakan filter karbon.

Hary Vaujiah (2018) dalam skripsi yang berjudul “Perbandingan Efisiensi Penurunan Kesadahan Air Menggunakan Elektroda Aluminium dengan Konfigurasi Monopolar dan Bipolar Pada Proses Elektrokoagulasi” dilakukan untuk menurunkan kesadahan air menggunakan elektroda aluminium yang

ditinjau dari pengaruh konfigurasi elektroda, waktu kontak, dan kerapatan arus listrik pada sistem *batch*. Pada penelitian ini peneliti menggunakan air sadah yang mengandung kation yang berjumlah dua, seperti Kalsium dan Magnesium.

Pada penelitian ini penulis mengembangkan suatu “Upaya Penurunan Kadar Logam Berat Air Menggunakan Metode Elektrokoagulasi Untuk Menghasilkan Air Bersih” yang dibuat untuk menurunkan kadar logam berat air sumur gali dengan metode elektrokoagulasi dengan elektroda Aluminium (Al) dan dengan menggunakan pelat penyangga yang terbuat dari Aluminium (Al) yang berfokus pada pengukuran arus listrik dan tegangan yang akan divariasikan serta menggunakan penyaring supaya tidak terikut endapan ke dalam air yang sudah diuji dengan metode elektrokoagulasi dan yang akan dianalisis.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana hasil uji sampel air sumur gali sebelum diterapkan metode elektrokoagulasi dengan elektroda Aluminium (Al)?
2. Apakah hasil uji sampel air sumur gali setelah diterapkan metode elektrokoagulasi dengan elektroda Aluminium (Al) memenuhi standar kualitas air bersih sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 416/MENKES/PER/IX/1990?
3. Bagaimana pengaruh tegangan listrik terhadap metode elektrokoagulasi?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang akan dibahas peneliti yaitu:

1. Sampel air sumur gali diambil dari Desa Teluk Piyai Pesisir Kecamatan Kubu Kabupaten Rokan Hilir Provinsi Riau.
2. Penjernihan air sumur gali menggunakan metode elektrokoagulasi dengan elektroda Aluminium (Al)
3. Analisis kualitas sampel (air sumur gali) dilakukan sebelum dan sesudah menggunakan metode elektrokoagulasi.
4. Analisis parameter yang digunakan yaitu:

- 1) Parameter fisika meliputi: Kekeruhan, Warna, Jumlah Zat Padat Terlarut (TDS), Suhu, Rasa, dan Bau.
- 2) Parameter kimia meliputi: pH, Besi, dan Mangan.
5. Parameter penelitian yang divariasikan pada metode elektrokoagulasi yaitu: Tegangan listrik dengan nilai 3, 6, 9 , dan 12 volt.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui hasil uji sampel air sumur gali sebelum diterapkan metode elektrokoagulasi dengan elektroda Aluminium (Al).
2. Untuk mengetahui hasil uji sampel air sumur gali setelah diterapkan metode elektrokoagulasi dengan elektroda Aluminium (Al) apakah memenuhi standar kualitas air bersih sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 416/MENKES/PER/IX/1990.
3. Untuk mengetahui pengaruh tegangan listrik terhadap metode elektrokoagulasi.

1.5 Manfaat Penelitian

Dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Memberikan informasi tentang kualitas air sumur gali di Desa Teluk Piyai Pesisir Kecamatan Kubu Kabupaten Rokan Hilir Provinsi Riau sebelum dan sesudah menggunakan metode elektrokoagulasi.
2. Sebagai salah satu solusi bagi masyarakat untuk mengolah air sumur gali menjadi air bersih dengan biaya yang relatif murah.
3. Memberikan informasi apakah Aluminium (Al) efektif digunakan sebagai elektroda dalam proses elektrokoagulasi untuk mendapatkan air bersih.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air

2.1.1 Definisi Air

Air merupakan asal mula alam yang paling berharga di dunia, karena kalau tidak air aktivitas sehari-hari makhluk hidup menjadi terhambat. Air sering mengalami kontaminasi. Pencemaran air dapat dikategorikan menjadi dua, yaitu:

1. Berasal dari domestik (rumah tangga), kota, perkampungan, jalan, pasar, dan lainnya.
2. Berasal dari non-domestik seperti: industri, pabrik, peternakan, pertanian, perikanan, dan sumber lainnya). (Masthura, 2017)

Peranan air dalam kegiatan makhluk hidup sangat banyak pengaruhnya, baik untuk manusia, tumbuhan, dan hewan. Air merupakan hal yang sangat berpengaruh besar untuk kehidupan dan juga merupakan asal mula keberlangsungan kehidupan di bumi. Dengan demikian semakin banyak jumlah penduduk maka semakin banyak pula membutuhkan air. Air merupakan unsur dari golongan materi yang sangat mendasar, tidak hanya digunakan dalam kehidupan, tetapi air juga digunakan untuk kebutuhan yang lain, seperti untuk pertanian, pemadaman kebakaran, industri, dan lain-lain. Di samping itu peranan air sangat penting digunakan untuk beribadah, seperti: berwudhu, membersihkan diri dari najis, dan lain sebagainya. (Susilawaty, 2015)

Allah SWT berfirman dalam Q.S Al-Waqiah/56: 68-70 bahwa:

أَفَرَأَيْتُمُ الْمَاءَ الَّذِي تَشْرَبُونَ ﴿٦٨﴾
ءَأَنْتُمْ أَنْزَلْتُمُوهُ مِنَ الْمُزْنِ أَمْ نَحْنُ الْمُنزِلُونَ

﴿٦٩﴾ لَوْ نَشَاءُ جَعَلْنَاهُ أُجَاجًا فَلَوْلَا تَشْكُرُونَ ﴿٧٠﴾

Artinya: “Maka Terangkanlah kepadaKu tentang air yang kamu minum. Kamukah yang menurunkannya atau Kamukah yang menurunkannya? Kalau Kami

kehendaki, niscaya Kami jadikan dia asin, maka mengapakah kamu tidak bersyukur?”

Dari ayat di atas dapat dijelaskan bahwa Allah menurunkan air dalam wujud air hujan (yang berawal dari awan) menjadi anugrah yang sangat luar biasa bagi kehidupan umat manusia. Tanpa adanya air tidak mungkin manusia dapat melakukan aktivitas dalam sehari-hari. Ayat tersebut secara eksplisit menyebutkan dengan tegas fungsi utama air yang rasanya tawar, sehingga bisa digunakan oleh manusia (dalam bentuk minuman). Di samping itu, air berfungsi untuk membersihkan tubuh dari berbagai macam hadas dan kotoran, dan berfungsi pula sebagai wasilah/sarana ibadah kepada Allah SWT, seperti mandi, istinja'/membersihkan dari kotoran dan wudhu, yang semuanya merupakan persyaratan untuk ibadah kepada Allah SWT.

Air yang digunakan harus memenuhi syarat baik dari segi kualitas maupun kuantitasnya. Secara kualitas, air harus tersedia pada kondisi yang memenuhi kesehatan. Kualitas air juga sangat mempengaruhi untuk digunakan dalam beribadah, karena salah satu syarat air yang dapat digunakan untuk beribadah seperti: berwudhu, membersihkan diri dari najis, dan lain sebagainya yaitu tidak berbau dan tidak berwarna. Kualitas air dapat ditinjau dari segi fisika, kimia, dan biologi. (Vaujiah, 2018)

Kualitas air berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 dikelompokkan menjadi beberapa kelas menurut peruntukannya, yaitu:

- a. Kelas satu, air yang peruntukannya memenuhi persyaratan mutu air yang sama dengan kegunaannya dapat digunakan untuk air minum, air baku, dan peruntukkan lain.
- b. Kelas dua, air yang peruntukannya memenuhi persyaratan mutu air yang sama dengan kegunaannya dapat digunakan untuk prasarana atau sarana wisata air, peternakan, pembudidayaan ikan tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan peruntukan lain.
- c. Kelas tiga, air yang peruntukannya memenuhi persyaratan mutu air yang sama dengan kegunaannya dapat digunakan untuk peternakan,

pembudidayaan ikan air tawar, air untuk mengairi tanaman, dan peruntukan lain.

- d. Kelas empat, air yang peruntukannya memenuhi persyaratan mutu air dan kegunaannya dapat digunakan untuk mengairi tanaman dan peruntukan lain.

Menurut Gabriel (2001) ada beberapa pengertian Tentang Air, yaitu:

1. Air Sadah

Air sadah adalah air yang mengandung beberapa jenis mineral yaitu Ca, Mg, Sr, Fe, dan Mn yang konsentrasinya tinggi sehingga mengakibatkan air menjadi keruh dan dapat mengurangi daya kerja sabun serta menimbulkan kerak pada dasar periuk atau ketel. Kesadahan air dikenal dengan nama kekerasan air (*hard water*).

2. Perlunakan Air

Perlunakan air dalam bahasa Inggris dikenal dengan nama *water softening* yaitu suatu proses menghilangkan atau mengurangi kadar kalsium maupun magnesium dalam air.

3. Pemurnian Air

Pemurnian air dalam bahasa Inggris disebut *water purification* yaitu suatu proses merubah keadaan air dari keruh, berbau, dan berwarna, pH beraneka menjadi air yang jernih, bebas dari keruh, berbau, dan berwarna serta pH yang netral.

2.1.2 Sumber Air

Menurut Vaujiah (2018) jumlah air di alam ini konstan dan mengikuti suatu aliran yang dinamakan siklus hidrologi. Siklus hidrologi adalah pergerakan air yang natural yang terbagi atas berbagai kejadian, yaitu:

1. Penguapan (evaporasi) air yang terdapat di dalam dan atau keadaan berkeringat (transpirasi) yang dialami oleh makhluk hidup.
2. Pembentukan awan (kondensasi)
3. Peristiwa jatuhnya air ke bumi (presipitasi)
4. Aliran air pada permukaan bumi di dalam tanah.

Untuk memperoleh air bersih, warga atau penduduk pada umumnya menggunakan:

1. Air Laut

Air yang dijumpai di dalam alam berupa air laut sebanyak 80%, sedangkan sisanya berupa air tanah/daratan, es, salju, dan hujan. Air laut turut menentukan iklim dan kehidupan di bumi.

1) Komposisi air laut

Kadar dan komponen unsur di dalam air laut ditentukan sejumlah reaksi kimia fisik dan biokimia yang terjadi di samudera. (Gabriel, 2001).

2) Karakteristik air laut

Kadar garam pada air laut sangat berbeda dari setiap tempatnya. Contohnya Laut Hitam yang memiliki kadar garam sangat besar dibandingkan dengan kadar garam pada Samudera Pasifik. Larutan garam ini disebut pula larutan elektrolit. (Gabriel, 2001).

a) Fungsi air laut

Adapun beberapa fungsi dari air laut, yaitu:

- a. sebagai suatu unsur keseimbangan darat, laut, dan udara
- b. sebagai tempat hidupnya hewan dan tumbuhan laut.
- c. Sebagai sumber air hujan
- d. Sebagai sumber devisa negara, seperti melakukan budi daya udang, ikan, mutiara, teripang, dan lainnya
- e. Sebagai sumber pengobatan atau desinfektan. (Gabriel, 2001)

b) Pencemaran air laut

Air laut memperoleh pencemaran dari tiga lokasi, yaitu darat, laut, dan udara. Sekitar 90% bahan pencemar berasal dari darat, misalnya melalui air rembesan yang belum tersaring dengan baik, melalui pipa WC dan sungai. Dari udara bahan pencemar berasal dari pesawat terbang. Dari laut bahan pencemar berasal dari perahu nelayan dan kapal laut. (Gabriel,2001).

2. Air Permukaan

Air permukaan adalah air hujan yang mengalir di permukaan bumi. Air permukaan akan mendapat pengotoran selama pengalirannya, seperti batang-batang kayu, dedaunan, lumpur, kotoran industri, dan lain-lain. Air permukaan akan berbeda tergantung pengotorannya, tergantung pada daerah pengaliran air di permukaan ini. Jenis-jenis pengotorannya adalah kimia, kotoran fisik, dan bakteriologi. Setelah mengalami suatu pengotoran, pada suatu saat air permukaan ini akan mengalami suatu proses pembersihan sendiri yaitu udara yang mengandung oksigen akan membantu mengalami proses pembusukan yang terjadi pada air permukaan yang mengalami pengotoran, karena selama dalam perjalanan oksigen akan meresap ke dalam air permukaan. (Vaujiah, 2018).

3. Air Tanah

Air tanah adalah air yang berada di bawah permukaan tanah. Air tanah terdapat pada akuifer. Pergerakan air tanah sangat lambat, kecepatan arus yang berkisar antara 10^{-10} – 10^3 m/detik dan dipengaruhi oleh porositas, permeabilitas dari lapisan tanah, dan pengisian kembali air (*recharge*). Keunikan yang unggul dalam membedakan air tanah dari air permukaan yaitu pergerakan yang sangat lama dan waktu tinggal yang sangat lambat, dapat mencapai puluhan bahkan ratusan tahun. Pergerakan yang sangat lama dan waktu tinggal yang lambat tersebut, air tanah untuk jernih kembali akan sulit jika mengalami kontaminasi (Vaujiah, 2018).

Air tanah dapat dikelompokkan menjadi 2, yaitu:

1) Air permukaan tanah

Yang termasuk air permukaan tanah adalah sungai, rawa-rawa, danau, dan waduk (buatan). Kesemuanya itu sangat tergantung oleh curah hujan. Apabila curah hujan lebat, air sungai, danau akan pasang. Air permukaan tanah ini kadang kala tercemar oleh sampah keluarga, limbah industri, kotoran hewan sehingga dalam menggunakan air ini perlu dengan hati-hati. (Gabriel, 2001).

2) Air jauh permukaan tanah/air tertekan

Disebut pula air tertekan karena air yang tersimpan di dalam lapisan tanah, yang termasuk air tanah adalah sumur gali dan sumur bor (Gabriel, 2001).

2.1.3 Persyaratan Kualitas Air

Menurut Vaujiah (2018), persyaratan kesehatan untuk air bersih dan air minum meliputi persyaratan bakteriologis, kimiawi, radioaktif, dan fisik.

a. Persyaratan Fisik

Persyaratan fisika air bersih terjadi atas kondisi fisik air pada umumnya, yaitu kejernihan, suhu, derajat keasaman(pH), bau, dan warna. Bagian fisik ini sebenarnya penting untuk aspek kesehatan dan juga langsung dapat berhubungan dengan kualitas fisik air yakni keasaman dan suhu. Selain itu sifat fisik air juga penting untuk menjadi indikator tidak langsung pada persyaratan kimia dan biologis, misalnya bau dan warna air.

b. Persyaratan Bakteriologis

Persyaratan bakteriologis berarti air bersih tersebut tidak mengandung mikroorganisme yang nantinya menjadi infiltran dalam tubuh manusia. Mikroorganisme itu dapat dibagi dalam empat (4) grup, yaitu bakteri, parasit, kuman, dan virus. Dari keempat macam mikroorganisme tersebut, parameter kualitas air pada umumnya adalah bakteri, seperti *Eschericia coli*.

c. Persyaratan Radioaktif

Apapun bentuk radioaktivitas efeknya sama, yakni menimbulkan kerusakan pada sel yang terpapar. Kerusakan dapat berupa kematian sel, perubahan komposisi genetik, dan lain-lain. Kematian sel dapat diganti kembali apabila sel bergenerasi dari sel tidak mati sepenuhnya. Perubahan genetik dapat menimbulkan penyakit seperti kanker dan mutasi. Sinar alpha, beta, dan gamma mempunyai kemampuan menembus jaringan tubuh manusia.

Persyaratan radioaktif sering juga dimasukkan sebagai bagian dari persyaratan fisik, namun sering dipisahkan karena jenis

pemeriksaannya sangat bervariasi. Pada wilayah tertentu seperti wilayah di sekitar reaktor nuklir, isu radioaktif menjadi penting untuk kualitas air.

d. Persyaratan Kimia

Persyaratan Kimia merupakan hal yang sangat penting karena terdapat banyak kandungan kimiawi air yang dapat mengakibatkan kesehatan memburuk, karena hal ini tidak sesuai dengan proses biokimia tubuh. Bahan kimia seperti nitrat (NO_3), arsenic (As), dan berbagai macam logam berat khususnya mangan (Mn) dan besi (Fe) yang berlebihan dapat menimbulkan gangguan pada organ tubuh manusia karena dapat berubah menjadi racun dalam tubuh.

2.1.4 Indikator Pencemaran Sumber Daya Air Tanah

Pencemaran air adalah masuknya bahan yang tidak diinginkan ke dalam air (oleh kegiatan manusia dan atau secara alami) yang mengakibatkan turunnya kualitas air tersebut sehingga tidak dapat digunakan sesuai dengan peruntukannya. Kegiatan industri dan teknologi tidak dapat terlepas dari kebutuhan akan air. Dalam hal ini air sangat diperlukan agar industri dan teknologi dapat berjalan dengan baik. Kegunaan air yang dilakukan dalam kegiatan industri dan teknologi adalah sebagai berikut:

- a. Air proses,
- b. Air pendingin,
- c. Air ketel uap penggerak turbin,
- d. Air utilitas dan sanitasi.

Adanya perubahan atau tanda bahwa air telah terkontaminasi dapat diamati melalui:

1. Terdapat perubahan suhu air,
2. Terdapat perubahan pH atau konsentrasi hidrogen,
3. Terdapat perubahan warna, bau, dan rasa air,
4. Terdapat timbulnya endapan, koloidal, dan bahan terlarut,
5. Terdapat mikroorganisme,
6. Bertambahnya radioaktivitas air lingkungan (Vaujiah, 2018).

2.2 Logam Berat

2.2.1 Definisi Logam Berat

Dalam aktivitas sehari-harinya kita tidak bisa terpisah dari benda-benda yang bersifat logam. Benda ini digunakan sebagai alat perlengkapan rumah tangga seperti pisau, sendok, dan garpu. Secara langsung, dalam konotasi keseharian kita berpendapat bahwa logam diidentikan sebagai besi yang berat, padat, keras, dan sulit dibentuk.

Logam merupakan bahan pertama dikenal oleh manusia dan digunakan sebagai alat-alat yang berperan penting dalam sejarah peradaban manusia. Logam mula-mula diambil dari pertambangan dibawah tanah (kerak bumi) yang kemudian dicairkan dan dimurnikan dalam pabrik menjadi logam-logam murni. Logam kemudian dibentuk sesuai dengan keinginan misalnya, sebagai perhiasan emas, perak, dan peralatan pertanian.

Pada dasarnya logam sangat diperlukan dalam proses produksi dari suatu pabrik, baik pabrik cat, aki atau baterai, sampai pada produksi alat-alat listrik. Bahan yang digunakan oleh pabrik itu dapat berbentuk logam murni, bahan anorganik maupun bahan organik. Jumlah logam yang digunakan bervariasi menurut bentuk dan jenisnya, tergantung pada jenis pabriknya.

Logam berat adalah unsur logam yang mempunyai densitas $> 5 \text{ g/cm}^3$ dalam air laut, logam berat terdapat dalam bentuk terlarut dan tersuspensi. Dalam kondisi alami, logam berat juga dibutuhkan oleh organisme untuk melakukan pertumbuhan dan perkembangan hidupnya.

Berdasarkan sudut pandang toksikologi, logam berat ini dapat dibagi menjadi dua macam, yang pertama adalah logam berat esensial di mana keberadaannya dalam jumlah tertentu sangat diperlukan oleh organisme hidup, namun dalam jumlah yang berlebihan dapat menimbulkan efek racun, contoh logam berat ini adalah besi (Fe). yang kedua adalah logam berat tidak esensial di mana keberadaannya dalam tubuh masih belum diketahui manfaatnya, seperti Kadmium (Cd), Merkuri (Hg), dan lain-lain. (Supriadi, 2016)

2.2.2 Jenis-jenis Logam Berat

Logam berat merupakan golongan logam dengan kriteria-kriteria yang sama dengan logam-logam yang lain. Perbedaannya terletak dari pengaruh yang dihasilkan bila logam berat ini berikatan dan masuknya ke dalam tubuh organisme hidup. Logam berat biasanya menimbun efek-efek khusus pada makhluk hidup, bila masuk ke dalam tubuh dalam jumlah yang berlebihan akan menyebabkan pengaruh-pengaruh buruk terhadap fungsi fisiologis tubuh.

Berikut ini beberapa jenis logam berat yang dapat dijumpai adalah sebagai berikut:

a. Merkuri (Hg)

Logam merkuri atau air raksa dinamakan *hydragyrum* yang berteriak perak cair. Logam merkuri adalah salah satu logam transisi dengan golongan IIB dan memiliki nomor atom 80, serta memiliki bobot atom 200,59 dan satu-satunya logam yang berbentuk cair. Merkuri merupakan elemen alami oleh karena itu sering mencemari lingkungan.

b. Kadmium (Cd)

Logam kadmium mempunyai berat atom 112,41 titik cair 321 °C dan massa jenis 8,65 g/ml. keberadaan kadmium di alam berhubungan erat dengan hadirnya logam Pb dan Zn, proses pemurninya akan selalu memperoleh hasil samping kadmium yang terbuang dalam lingkungan, kadmium digunakan sebagai pigmen dalam pembuatan keramik.

c. Timbal (Pb)

Timbal (Pb) adalah senyawa kimia yang bersifat toksik dalam kehidupan makhluk hidup dan lingkungannya. Timbal (Pb) dapat berada di dalam badan perairan secara alamiah dan sebagai dampak dari aktivitas manusia.

Timbal dalam keseharian lebih dikenal dengan sebutan timah hitam yang merupakan sesuatu hal yang merugikan dan berdampak terhadap lingkungan, terlebih lagi untuk kesehatan dan lingkungan. Timbal dalam bahasa ilmiahnya dinamakan *plumbum*, logam ini

termasuk ke dalam kelompok logam-logam golongan IV-A dan mempunyai nomor atom 82 dengan berat atom 207,2. (Supriadi, 2016)

2.2.3 Karakteristik Logam Berat

Sifat fisika dan senyawa kimia Hg, Pb, Cd, Cu, dan Zn adalah jenis logam berat yang umumnya tidak mudah untuk didegradasi oleh karena waktu yang dibutuhkan untuk mendegradasi logam berat maka akan mudah diabsorpsi dan terakumulasi pada organisme air. Pada awalnya siklus peredaran logam berat di alam dalam keadaan normal sebelum dipakai sebagai bahan kimia industri, sifat bahan kimia yang mudah membentuk ikatan akhirnya menjadi zat pencemar yang harus diwaspadai.

2.2.4 Pencemaran Logam Berat

Menurut Undang-undang No. 32 tahun 2009 tentang perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup pasal 1 ayat 14 menyebutkan bahwa pencemaran lingkungan hidup adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan komponen lain ke dalam lingkungan hidup yang telah ditetapkan.

Pencemaran logam berat terhadap alam lingkungan merupakan suatu proses yang erat hubungannya dengan penggunaan logam tersebut oleh manusia. Digunakannya logam sebagai alat yang pada awalnya belum diketahui pengaruh kontaminasi pada lingkungan. Proses oksidasi dari logam yang menimbulkan perkaratan sebenarnya merupakan tanda-tanda adanya hal tersebut di atas.

Aktivitas manusia dapat meningkatkan konsentrasi logam menjadi lebih tinggi. Pertambangan dan pengolahan biji, limbah domestik, limbah air, limpasan air hujan, dan pembuangan limbah industri merupakan sumber utama pencemaran logam berat. Dalam banyak kasus, logam berat terdapat secara alami dalam badan air pada tingkat di bawah ambang batas beracun, namun sifat logam yang tidak bisa didegradasi walaupun dalam konsentrasi rendah masih mungkin menimbulkan resiko kerusakan melalui penyerapan dan bioakumulasi oleh organisme.

2.3 Elektrokoagulasi

2.3.1 Definisi Elektrokoagulasi

Elektrokoagulasi merupakan suatu proses koagulan (penggumpalan) kontinu dengan menggunakan arus listrik DC melalui peristiwa elektrokimia, yaitu gejala dekomposisi elektrolit, di mana elektrodanya adalah aluminium. Dalam proses elektrokoagulasi akan terjadi proses reaksi reduksi di mana logam-logam akan direduksi dan diendapkan di kutub negatif, sedangkan elektroda positif (Al) akan teroksidasi menjadi $[Al(OH)_3]$ yang berfungsi sebagai koagulan. (Masthura, 2017)

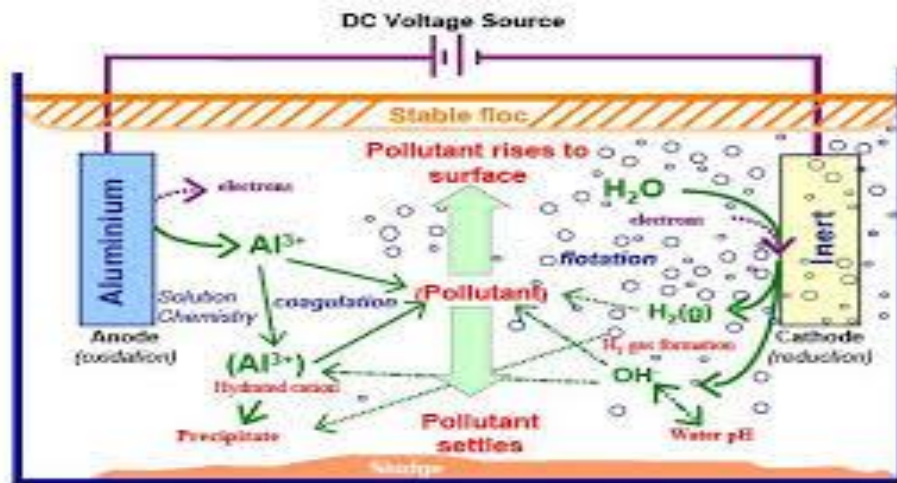
Pada proses elektrokoagulasi digunakan elektroda logam sebagai anoda dan katoda. Pada anoda terjadi reaksi oksidasi atau pelepasan ion logam sebagai koagulan aktif ke dalam larutan. Sedangkan, di katoda terjadi reaksi reduksi yang menyebabkan pelepasan gas hidrogen. Penggunaan arus listrik pada proses elektrokoagulasi berguna untuk menggantikan peran bahan kimia sebagai koagulan, di mana dengan digunakannya arus listrik partikel-partikel koloid yang berukuran kecil dapat diendapkan. (Vaujiah, 2018)

2.3.2 Mekanisme Elektrokoagulasi

Menurut Vaujiah (2018), terdapat tiga proses utama mekanisme elektrokoagulasi, yaitu: (a) proses oksidasi yang terjadi di anoda akan membentuk koagulan aktif, (b) koagulan yang terbentuk akan mendestabilisasi partikel koloid dan pemecahan emulsi yang terdapat di dalam larutan, dan (c) partikel koloid yang terdestabilisasi akan teragregatisasi membentuk flok. Mekanisme terjadinya destabilisasi partikel koloid dan pemecah emulsi adalah sebagai berikut:

1. Kompresi dari difusi lapisan ganda di sekitar spesies yang bermuatan terjadi oleh interaksi ion yang dihasilkan dari proses oksidasi pada *sacrificial anode*.
2. Netralisasi ion polutan dalam air menggunakan ion berlawanan yang dihasilkan oleh *sacrificial anode*. Ion berlawanan tersebut dapat meningkatkan gaya tarik menarik *van der waals* dengan ion polutan sehingga terjadinya proses koagulasi.

3. Pembentukan flok dari hasil proses elektrokoagulasi berupa *sludge* yang dalam hal ini berupa partikel yang terperangkap dalam pengendapan dan partikel koloid yang masih tersisa di air.



(Erlinaarikawati.blogspot.com)

Gambar 2.1 Diagram Skematik Proses Elektrokoagulasi

Prinsip dasar dari elektrokoagulasi ini merupakan reaksi reduksi dan oksidasi (redoks). Dalam suatu sel elektrokoagulasi, peristiwa oksidasi terjadi di elektroda (+) yaitu anoda, sedangkan reduksi terjadi di elektroda (-) yaitu katode. Yang terlibat reaksi dalam elektrokoagulasi selain electrode adalah air yang diolah yang berfungsi sebagai larutan elektrolit. (Vaujiah, 2018)

Pada proses elektrokoagulasi terjadi reduksi air dengan membentuk gas H_2 membawa partikel yang terflokulasi dan bahan pengotor yang terflokulasi mengapung ke permukaan akibat gaya *Buoyancy*. Sementara, arus listrik yang dialirkan ke anoda akan melarutkan logam ke dalam larutan yang selanjutnya akan bereaksi dengan anion OH^- .

Berikut adalah reaksi fisika-kimia yang terjadi di sel elektrokoagulasi (Vaujiah, 2018):

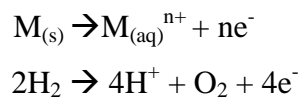
1. Reduksi katodik pada pengotor dalam air.
2. Pelepasan muatan dan koagulasi pada partikel koloid.
3. Perpindahan ion secara elektroforetik di larutan.
4. Elektroflotasi pada partikel koagulan dengan gelembung O_2 dan H_2 yang dihasilkan dari elektroda.

5. Reduksi ion logam pada katoda.
6. Proses elektrokimia dan kimia lainnya.

Reaksi yang terjadi pada proses elektrokoagulasi yaitu:

1. Reaksi di Anoda

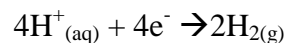
Reaksi yang terjadi di anoda adalah reaksi oksidasi, dimana logam yang digunakan pada elektroda akan mengalami oksidasi. Reaksi yang terjadi di anoda adalah sebagai berikut :



2. Reaksi di Katoda

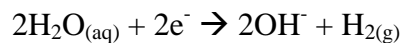
Ion H^{+} yang berasal dari senyawa asam akan direduksi menjadi suatu gas yang bebas dengan bentuk gelembung-gelembung gas.

Berikut ini adalah persamaan reaksinya:



Air yang menjadi pelarut akan mengalami reaksi reduksi sehingga membentuk gas hidrogen (H_2) di katoda.

Berikut ini persamaan reaksinya:



2.3.3 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Elektrokoagulasi

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi terjadinya proses Elektrokoagulasi antara lain:

1. Material Elektroda

Material elektroda dapat didefinisikan sebagai tempat terjadinya reaksi elektrokimia pada proses elektrokoagulasi. Pemilihan material elektroda didasarkan pada polutan yang akan dihilangkan serta pada sifat kimia yang terkandung pada larutan elektrolit. Semakin padu antara material elektroda dengan polutan yang dihilangkan serta elektrolit yang digunakan, maka semakin besar pula efisiensi pengurangan polutan pada proses elektrokoagulasi. (Vaujiah, 2018).

2. Pengaturan Elektroda

Elektroda pada proses elektrokoagulasi dapat diatur dengan beberapa cara yakni monopolar dan bipolar, serta seri dan paralel. Pemilihan pengaturan elektroda berdasar pada jenis polutan dan juga biaya yang dikeluarkan. Sementara menurut Khandegar, pengaturan elektroda sangat signifikan terhadap jumlah biaya yang digunakan pada proses elektrokoagulasi. Elektroda monopolar yang diatur dengan pola paralel memiliki beda potensial lebih kecil dibandingkan elektroda monopolar yang diatur dengan pola seri. Hal ini karena pada elektroda yang dipasang dengan pola paralel, arus akan dibagi. Jika dibandingkan dengan elektroda bipolar, elektroda monopolar lebih efektif, terutama jika diatur dengan pola paralel. (Vaujiah, 2018)

3. pH larutan

pH larutan adalah hal yang sangat berarti pada metode elektrokoagulasi. Efisiensi pengurangan polutan secara maksimum dapat terjadi jika larutan yang mengandung polutan memiliki pH optimum. Sementara itu, efisiensi pengurangan polutan akan berkurang bersamaan dengan bertambahnya atau berkurangnya pH larutan dari pH optimum larutan polutan. Selain berpengaruh pada efisiensi pengurangan polutan, pH larutan juga berpengaruh pada efisiensi arus, kelarutan elektroda dalam larutan, dan produk hidrolisis. (Vaujiah, 2018)

4. Kerapatan Arus

Kerapatan arus adalah parameter yang sangat berarti pada proses elektrokoagulasi, karena dapat menjelaskan laju dosis koagulan, laju produksi gelembung, ukuran dan bentuk flok, yang semuanya berdampak pada efisiensi proses elektrokoagulasi. Dengan bertambahnya kerapatan arus, maka laju disolusi pada anoda akan bertambah. Pada faktor kerapatan arus, ketika nilai kerapatan arus akan ditambah di atas nilai optimum, tidak akan terjadi penambahan nilai efisiensi pengurangan polutan. Selain itu, kerapatan arus pada proses elektrokoagulasi berdampak pada laju reaksi elektrokimia yang akan menghasilkan koagulan dan gelembung hidrogen. (Vaujiah, 2018)

5. Bentuk Elektroda

Bentuk Elektroda berpengaruh pada efisiensi proses elektrokoagulasi. Bentuk elektroda *punched hole* memiliki efisiensi lebih tinggi dibandingkan bentuk elektroda datar (*plane*). Hal ini disebabkan oleh intensitas medan listrik pada ujung jenis elektroda *punched hole* lebih besar (1,2 kali) dibandingkan jenis *plane*. Pengaruh bentuk elektroda tampak ketika terjadi pengendapan secara elektrostatik. (Vaujiah, 2018)

6. Tipe *Power Supply*

Penggunaan arus DC pada proses elektrokoagulasi dapat mengakibatkan korosi pada anoda dikarenakan oksidasi. Hal ini dapat menyebabkan efisiensi penyisihan polutan berkurang. (Vaujiah, 2018)

7. Jarak Elektroda

Efisiensi penyisihan polutan dapat berlangsung maksimal pada jarak yang optimum. Jarak elektroda yang terlalu kecil dapat mengakibatkan efisiensi penyisihan polutan berkurang. Karena pembentukan hidroksida logam menjadi flok dan polutan yang telah tersedimentasi akan terdegradasi. Hal tersebut dikarenakan gaya tarik elektrostatik yang menyebabkan terjadinya tubrukan antar flok sehingga flok yang terbentuk pecah. Efisiensi penyisihan polutan meningkat dengan peningkatan jarak antar elektroda dari minimum sampai jarak optimal antar elektroda. Hal ini disebabkan karena dengan lebih meningkatkan jarak antar elektroda, maka ada penurunan efek elektrostatik yang menyebabkan gerakan lebih lambat dari ion-ion yang dihasilkan. Hal ini memberikan lebih banyak waktu untuk logam hidroksida yang dihasilkan menggumpal untuk membentuk flok yang mengakibatkan peningkatan efisiensi penyisihan polutan dalam larutan. Sehingga, meskipun membutuhkan waktu yang lebih lama, efisiensi penyisihan dapat lebih optimum. Sementara, jarak elektroda yang melebihi dari jarak optimum akan mengurangi efisiensi pengurangan polutan karena ion yang terbentuk semakin lambat. (Vaujiah, 2018)

8. Kecepatan Pengadukan

Pengadukan akan membantu keseragaman kondisi di dalam sel elektrolisis. Penambahan kecepatan pengadukan hingga kecepatan

optimum akan meningkatkan efisiensi pengurangan polutan, dikarenakan pergerakan antar ion yang terbentuk semakin cepat. Akan tetapi juga, jika kecepatan pengadukan melebihi batas optimum, dapat menurunkan efisiensi karena tumbukan antar flok lebih besar dan menyebabkan saling terdegradasi. (Vaujiah, 2018)

2.3.4 Kelebihan dan Kekurangan Elektrokoagulasi

Berikut ini adalah kelebihan elektrokoagulasi (Vaujiah, 2018):

1. Tidak membutuhkan senyawa kimia (selain untuk kontrol pH).
2. Dapat digunakan untuk menangani berbagai jenis polutan seperti *suspended* dan *colloidal solids*, logam berat, bakteri, dan senyawa organik.
3. Biaya operasi cukup murah: untuk menghilangkan 1 kg *suspended solid* hanya membutuhkan 15 g Al/m³ dan 0,6 kWh.
4. Konsumsi energinya cukup rendah.
5. Gelembung gas yang terbentuk akan membawa polutan ke permukaan air sehingga air tersebut dapat digunakan kembali.
6. Dapat digunakan untuk proses *recycle* air yang telah digunakan sehingga air tersebut dapat digunakan kembali.
7. Elektrokoagulasi lebih efisien dibandingkan koagulasi kimia untuk proses penyisihan turbiditas.
8. Penggunaannya mudah dan sederhana.
9. Proses berjalan secara otomatis dan bahaya operasi minimum.

Berikut ini adalah kekurangan dari elektrokoagulasi (Vaujiah, 2018):

1. *Sacrificial electrode* yang mengalami proses oksidasi perlu dilakukan penggantian secara berkala.
2. Lapisan yang terbentuk di katoda dapat mengurangi efisiensi pada proses elektrokoagulasi.
3. Dibutuhkan konduktivitas yang tinggi untuk limbah tertentu.
4. *Gelatinous hydroxide* dapat terlarut dalam beberapa kasus elektrokoagulasi pada air limbah.

5. Besarnya reduksi logam berat yang terdapat dalam limbah cair dipengaruhi oleh besar kecilnya arus voltase listrik searah, luas sempitnya bidang kontak elektroda dan jarak antar elektroda.

2.4 Parameter Yang di Uji

2.4.1 Parameter Fisika

Beberapa parameter fisika yang digunakan untuk menentukan kualitas air meliputi: kekeruhan, warna, jumlah zat padat terlarut (TDS), suhu, rasa, dan bau. (Alamsyah, 2006)

a. Kekeruhan

Kualitas air yang baik adalah jernih (bening) tidak keruh. Batas maksimal kekeruhan air layak minum menurut PERMENKES RI 1990 adalah 5 skala NTU. Kekeruhan air disebabkan oleh partikel-partikel yang tersuspensi di dalam air yang menyebabkan air terlihat keruh, kotor, bahkan berlumpur. Air keruh bukan berarti tidak dapat diminum atau berbahaya bagi kesehatan. Namun, dari segi estetika, air keruh tidak layak (tidak wajar) diminum.

b. Warna

Warna pada air disebabkan adanya bahan kimia atau mikroorganik (plankton) yang terlarut di dalam air. Warna yang disebabkan oleh bahan-bahan kimia disebut *apparent color* yang berbahaya bagi tubuh manusia. Warna yang disebabkan oleh mikroorganik disebut *true color* yang tidak berbahaya bagi kesehatan. Air yang layak dikonsumsi harus jernih dan tidak berwarna.

c. Jumlah Zat Padat Terlarut (TDS)

Zat padat merupakan materi residu setelah pemanasan dan pengeringan pada suhu 103 – 105 °C. Air yang baik dan layak diminum tidak mengandung padatan terapung dalam jumlah yang melebihi batas maksimal yang diperbolehkan. Padatan terlarut di dalam air berupa bahan-bahan kimia anorganik dan gas-gas terlarut. Air yang mengandung jumlah padatan melebihi batas menyebabkan rasa tidak enak, menyebabkan mual, penyebab serangan jantung, dan *toxaemia* pada wanita hamil.

d. Suhu

Air yang mempunyai temperatur normal, kurang lebih 3 °C dari suhu kamar (27 °C). Suhu air yang melebihi batas normal menunjukkan indikasi terdapat bahan kimia yang terlarut dalam jumlah yang cukup besar atau sedang terjadi dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme.

e. Rasa

Air minum biasanya tidak memberikan rasa (tawar). Air yang berasa menunjukkan kehadiran berbagai zat yang dapat membahayakan kesehatan. Efek yang dapat ditimbulkan terhadap kesehatan manusia tergantung pada penyebab timbulnya rasa.

f. Bau

Air minum yang berbau, selain tidak estetik juga tidak disukai oleh masyarakat. Bau air dapat memberi petunjuk terhadap kualitas air, misalnya bau amis dapat disebabkan oleh adanya *algae* dalam air tersebut. Bau busuk merupakan sebuah indikasi bahwa telah atau sedang terjadi proses pembusukan (dekomposisi) bahan-bahan organik oleh mikroorganisme di dalam air.

2.4.2 Parameter Kimia

Beberapa parameter kimia yang digunakan untuk menentukan kualitas air meliputi: pH, besi (Fe), dan Mangan (Mn). (Abduh, 2018)

a. pH

Parameter pH merupakan salah satu kontaminan air penting yang tergolong dalam kategori kontaminan kimiawi. Derajat keasaman (pH) menunjukkan kekuatan antara asam dan basa dalam air dan suatu kadar konsentrasi ion hidrogen dalam larutan. Keasaman air pada umumnya disebabkan oleh gas oksida yang larut dalam air terutama karbondioksida (CO₂). Standar kualitas air minum terhadap pH yang lebih kecil 6,5 dan lebih besar dari 8,5 akan menyebabkan beberapa senyawa kimia berubah menjadi racun.

b. Besi (Fe)

Banyaknya kandungan besi dalam air akan menyebabkan air berwarna kuning dan menimbulkan korosi pada bahan yang terbuat dari metal. Besi

merupakan salah satu unsur dari hasil pelapukan. Batuan induk yang banyak ditemukan diperairan umum. Kandungan besi didalam air minum adalah 1,0 mg/l.

c. Mangan (Mn)

Mangan (Mn), metal kelabu-kemerahan, merupakan kation logam yang memiliki karakteristik kimia serupa dengan besi. Mangan berada dalam bentuk *manganous* (Mn^{2+}) dan *manganic* (Mn^{4+}). Di dalam tanah, Mn^{4+} berada dalam bentuk senyawa mangan dioksida yang sangat tak terlarut di dalam air dan mengandung karbondioksida. Pada kondisi reduksi (anaerob) akibat dekomposisi bahan organik dengan kadar yang tinggi.

2.5 Penelitian yang Relevan

Pada peneliti sebelumnya tidak sedikit yang membahas tentang masalah kekeruhan air, baik dari daerah yang dekat pantai maupun daerah yang jauh dari pantai. Ashari (2015) pada jurnal yang berjudul “Efektivitas Elektroda pada Proses Elektrokoagulasi Untuk Pengolahan Air Asam Tambang” dilakukan teknologi elektrokoagulasi untuk pengolahan air asam tambang karena flokulan yang dihasilkan hanya berasal dari air asam tambang tersebut tanpa adanya tambahan bahan campuran penggumpalan dari luar, selain itu tidak terdapat bahaya pencemaran dari sisa bahan kimia saat penyimpanan atau saat distribusi bahan kimia ke lokasi pengolahan limbah cair serta peneliti menggunakan plat Fe dan Mn untuk mengetahui efektifitas yang paling baik untuk tegangan listrik searah yang diperlukan, jarak antarelektroda, dan waktu proses elektrokoagulasi yang terjadi di dalam air asam tambang PT. Bukit Asam (Persero).

Pada penelitian selanjutnya oleh Yulianti Kartika (2015) dalam jurnal yang berjudul “Penurunan Kadar Ion Logam Kromium Pada Limbah Industri Sarung Samarinda Dengan Menggunakan Metode Elektrokoagulasi” dibuat untuk mengetahui pengaruhnya terhadap penurunan kadar logam Cr yang berasal dari limbah industri Sarung Samarinda sebagai kajian teori terhadap metode elektrokoagulasi serta penelitian ini lebih berfokus pada lama waktu kontak terhadap penurunan kadar logam Kromium.

Risanto Nugroho (2016) dalam jurnalnya yang berjudul “Pengolahan Air Kolam Renang Menggunakan Metode Elektrokoagulasi Dengan Elektroda

Aluminium-Grafit” dilakukan untuk mengetahui kondisi yang terbaik menggunakan metode elektrokoagulasi dengan elektroda aluminium dan kualitas air kolam renang meliputi nilai pH yang berhubungan dengan elektrokoagulasi untuk pemisahan polutan pada air kolam renang serta penelitian berfokus pada pengujian pH dan TDS tetapi penggunaan metode elektrokoagulasi sebagai metode pengolahan air tidak efektif, karena kandungan logam Al dalam air kolam renang semakin bertambah dan melebihi syarat baku mutu air. Namun nilai pH air semakin mengarah ke netral dan TDS semakin menurun.

Edy Syahputra (2016) dalam jurnal yang berjudul “Pengaruh Jarak Antara Elektroda Pada Reaktor Elektrokoagulasi Terhadap Pengolahan *Effluent* Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit” dilakukan untuk mengetahui pengaruh jarak antarelektroda terbaik terhadap parameter polutan seperti *chemical oxygen demand*, *total solid*, dan *total suspended solid*. Penelitian ini menggunakan reaktor tipe *batch* dengan reaktor berbentuk persegi empat yang terbuat dari kaca serta lebih berfokus pada pengaruh jarak antarelektroda terhadap perubahan TS.

Masthura (2017) dalam jurnal yang berjudul “Peningkatan Kualitas Air Menggunakan Metode Elektrokoagulasi dan Filter Karbon” dilakukan untuk mengetahui metode yang aman dan menjadikan suatu pengganti dalam menghasilkan air bersih sampai dengan air minum yang dapat dipakai untuk memenuhi aktivitas keseharian warga sesuai dengan standar air bersih dan air minum. Hasil dari data pengujian memperlihatkan bahwa pengolahan air sumur gali dengan menggunakan metode elektrokoagulasi hasilnya tidak begitu bagus dibandingkan dengan menggunakan filter karbon.

Hary Vaujiah (2018) dalam skripsi yang berjudul “Perbandingan Efisiensi Penurunan Kesadahan Air Menggunakan Elektroda Aluminium dengan Konfigurasi Monopolar dan Bipolar Pada Proses Elektrokoagulasi” dilakukan untuk menurunkan kesadahan air menggunakan elektroda aluminium yang ditinjau dari pengaruh konfigurasi elektroda, waktu kontak, dan kerapatan arus listrik pada sistem *batch*. Pada penelitian ini peneliti menggunakan air sadah yang mengandung kation yang berjumlah dua, seperti Kalsium dan Magnesium.

2.6 Hipotesis

Rumusan hipotesis penelitian ini yaitu, penggunaan metode elektrokoagulasi dengan elektroda Aluminium (Al) dapat menurunkan kadar logam berat air sumur gali sehingga memenuhi standar air bersih sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 416/MENKES/PER/IX/1990 Tanggal 3 September 1990.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Pada proses penelitian ini metode yang digunakan adalah metode eksperimen. Pengambilan sampel air sumur yang dilakukan di Desa Teluk Piyai Pesisir Kecamatan Kubu Kabupaten Rokan Hilir Provinsi Riau, Penelitian dilakukan di Laboraturium Fisika Universitas Islam Negeri Sumatera Utara dan analisis sampel dilakukan di UPT Laboratorium Kesehatan Daerah Medan di Jl. Willem Iskandar Pasar V Barat 1 No. 4, yang dilakukan pada akhir Juli hingga akhir Agustus 2019.

3.2 Bahan dan Alat

3.2.1 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian yaitu:

1. Sampel air sumur gali
2. Plat Aluminium 0,5 mm

3.2.2 Alat

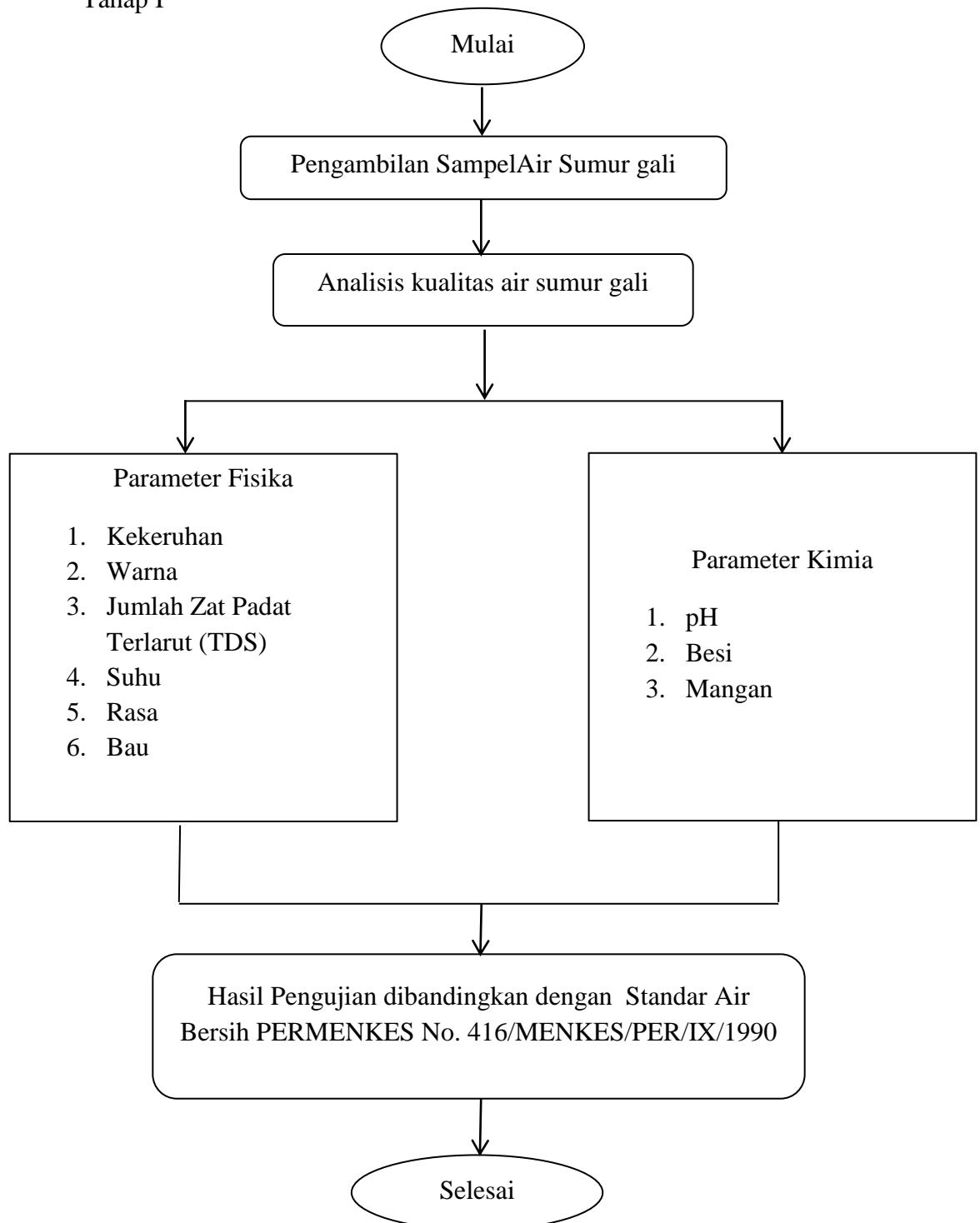
Alat yang digunakan dalam penelitian yaitu:

1. pH meter
2. Thermometer
3. Power Supply Adaptor
4. Multimeter
5. Kabel Penghubung
6. Aquarium 30 cm x 15 cm x 15 cm
7. Stopwatch
8. Beaker Glass 1000 ml
9. Plat Penyangga

3.3 Diagram Alir Penelitian

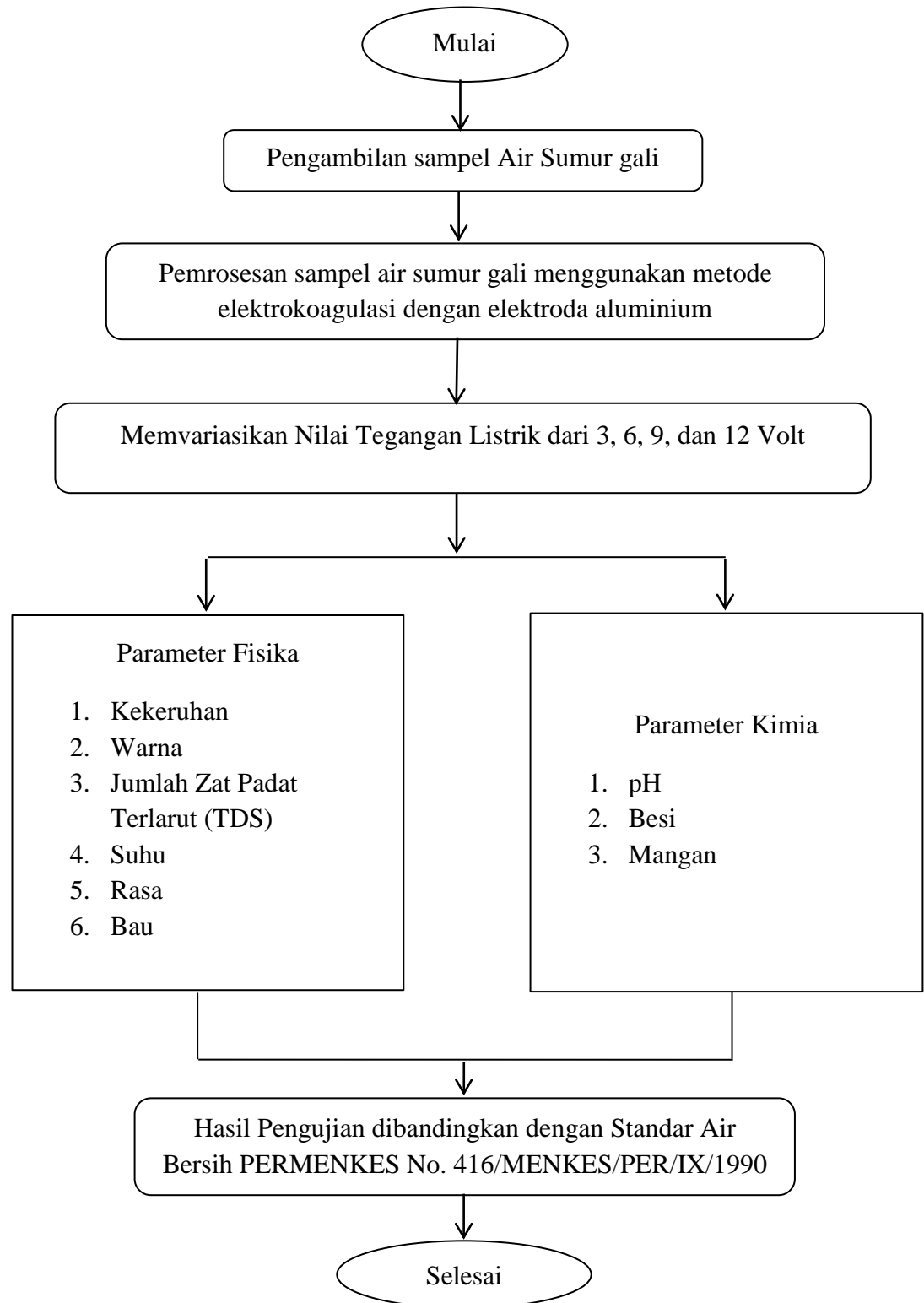
Diagram alir penelitian akan dilakukan secara 2 (dua) tahap yaitu:

Tahap I



Gambar 3.1. Diagram Alir Pengujian Kualitas Air Sumur Gali

Tahap II



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian dan Pengujian Kualitas Air Sumur Gali Dengan Metode Elektrokoagulasi

3.4 Prosedur Pengambilan Sampel Air Sumur Gali

Pada penelitian ini sampel air sumur gali yang digunakan berasal dari Desa Teluk Piyai Pesisir Kecamatan Kubu Kabupaten Rokan Hilir Provinsi Riau dengan tinggi permukaan air sekitar 2 meter dan Luas 1 meter persegi. Pengambilan sampel dilakukan sebanyak 2 titik pengambilan yaitu bagian permukaan air dan di dasar air sumur sesuai dengan SNI 6989-58-2008 tentang metoda pengambilan contoh air tanah.



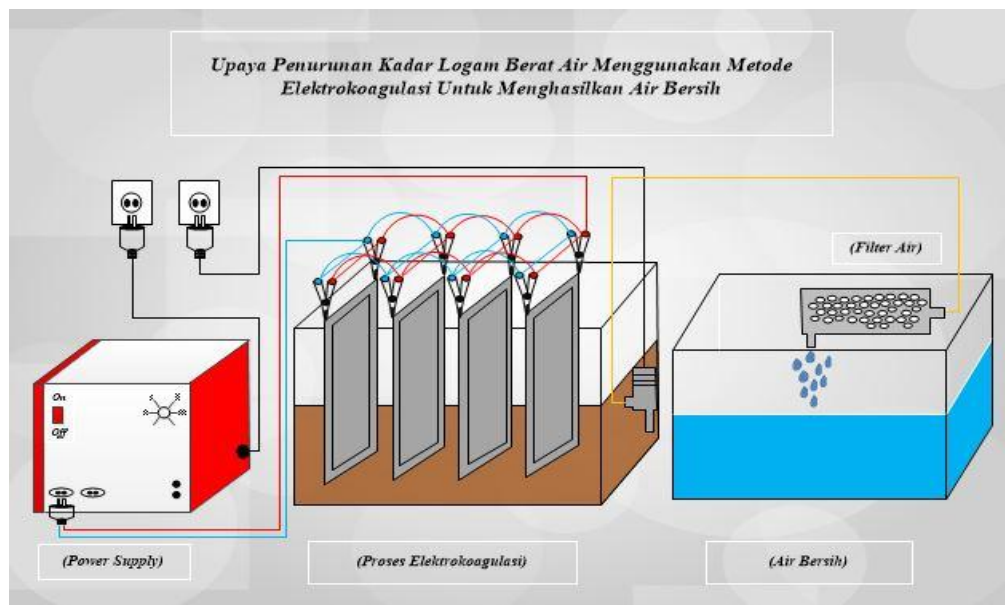
Gambar 3.3 Kondisi Sumur Gali



Gambar 3.4 Kondisi Air Sumur Gali

3.5 Prosedur Pengolahan Sampel Air Sumur Gali Menggunakan Metode Elektrokoagulasi

Proses pengolahan sampel air sumur gali menggunakan metode elektrokoagulasi dapat dilihat pada gambar di bawah ini, terlebih dahulu disiapkan alat dan bahan yang akan digunakan kemudian dirangkai seperti gambar di bawah, dan mulai lah dilakukan penelitian dengan memvariasikan nilai tegangan (3, 6, 9, dan 12 Volt) pada *power supply*.



Gambar 3.5 Proses Pengolahan Air Sumur Gali Menggunakan Metode Elektrokoagulasi

3.6 Prosedur Pengujian Air Sumur Gali

Prosedur Pengujian Air Sumur Gali yaitu:

1. Sampel air sumur gali dimasukkan ke dalam Akuarium.
2. Dijepitkan plat Aluminium di penyangga.
3. Plat Aluminium dihubungkan dengan kabel ke *power supply*.
4. Diatur tegangan pada *power supply* dengan memvariasikan nilai tegangan mulai dari 3, 6, 9, dan 12 Volt.
5. Dicatat hasil data tegangan dan arus yang optimum (terbaik).

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

Data kualitas sampel air sumur gali di Desa Teluk Piyai Pesisir Kecamatan Kubu Kabupaten Rokan Hilir Provinsi Riau sebelum dielektrokoagulasi dapat dilihat pada tabel 4.1:

Tabel 4.1 Data kualitas awal sampel air sumur gali sebelum dielektrokoagulasi

Parameter Uji	Hasil	Standar Air Bersih Menurut Permenkes No. 416 Tahun 1990
a. Fisika		
1. Kekeruhan	> 50 NTU	25 NTU
2. Warna	103 TCU	50 TCU
3. TDS	414 mg/l	1500 mg/l
4. Suhu	29°C	Suhu Udara ±3°C
5. Rasa	Tidak Berasa	Tidak Berasa
6. Bau	Tidak Berbau	Tidak Berbau
b. Kimia		
1. pH	4,75	6,5-8,5
2. Besi (Fe)	2,386 mg/l	1,0 mg/l
3. Mangan (Mn)	0,121 mg/l	0,5 mg/l

Tabel 4.1 menunjukkan bahwa hasil air sumur gali sebelum diolah dengan menggunakan metode elektrokoagulasi untuk parameter fisika yaitu kekeruhan dengan nilai > 50NTU dengan standar maksimumnya 25 NTU yang artinya nilai ini jauh melampaui standar air bersih. Warna dengan nilai 103 TCU dengan standar maksimumnya 50 TCU yang artinya nilai ini jauh melampaui standar air bersih. TDS dengan nilai 414 mg/l dengan standar maksimumnya 1500 mg/l yang artinya nilai ini masih dalam standar air bersih. Suhu dengan nilai 29°C yang artinya nilai ini masih dalam standar air bersih. Rasa dengan hasil tidak berasa yang airnya masih dalam standar air bersih. Bau dengan hasil tidak berbau yang artinya masih dalam standar air bersih. Untuk parameter kimia yaitu pH dengan nilai 4,75 dengan standar maksimumnya 6,5-8,5 yang artinya nilai ini dibawah standar air bersih. Besi (Fe) dengan nilai 2,386 mg/l dengan standar

maksimumnya 1,0 mg/l yang artinya nilai ini melampaui standar air bersih. Dan mangan (Mn) dengan nilai 0,121 mg/l dengan standar maksimumnya 0,5 mg/l yang artinya nilai ini masih dalam standar kualitas air bersih.

Data kualitas sampel air sumur gali di Desa Teluk Piyai Pesisir Kecamatan Kubu Kabupaten Rokan Hilir Provinsi Riau setelah dielektrokoagulasi dengan tegangan listrik 3 volt dapat dilihat pada tabel 4.2:

Tabel 4.2 Data kualitas sampel air sumur gali setelah dielektrokoagulasi dengan tegangan listrik 3 Volt

Parameter Uji	Hasil	Standar Air Bersih Menurut Permenkes No. 416 Tahun 1990
a. Fisika		
1. Kekeruhan	1 NTU	25 NTU
2. Warna	47,2 TCU	50 TCU
3. TDS	187 mg/l	1500 mg/l
4. suhu	31°C	Suhu Udara $\pm 3^{\circ}\text{C}$
5. Rasa	Tidak Berasa	Tidak Berasa
6. Bau	Tidak Berbau	Tidak Berbau
b. Kimia		
1. pH	6,59	6,5-8,5
2. Besi	0,002 mg/l	1 mg/l
3. Mangan	<0,0034 mg/l	0,5 mg/l

Tabel 4.2 menunjukkan bahwa hasil air sumur gali setelah diolah dengan menggunakan metode elektrokoagulasi dengan tegangan listrik 3 volt untuk parameter fisika yaitu kekeruhan dengan nilai 1 NTU dengan standar maksimumnya 25 NTU yang artinya nilai ini masih dalam standar air bersih. Warna dengan nilai 47,2 TCU dengan standar maksimumnya 50 TCU yang artinya nilai ini masih dalam standar air bersih. TDS dengan nilai 187 mg/l dengan standar maksimumnya 1500 mg/l yang artinya nilai ini masih dalam standar air bersih. Suhu dengan nilai 31°C yang artinya nilai ini masih dalam standar air bersih. Rasa dengan hasil tidak berasa yang artinya masih dalam standar air bersih. Bau dengan hasil tidak berbau yang artinya masih dalam standar air bersih. Untuk parameter kimia yaitu pH dengan nilai 6,59 dengan standar maksimumnya 6,5-8,5 yang artinya nilai ini masih dalam standar air bersih. Besi (Fe) dengan nilai 0,002 mg/l dengan standar maksimumnya 1,0 mg/l yang artinya nilai ini masih dalam standar air bersih. Dan mangan (Mn) dengan

nilai $< 0,0034$ mg/ dengan standar maksimumnya 0,5 mg/l yang artinya nilai ini masih dalam standar air bersih.

Data kualitas sampel air sumur gali di Desa Teluk Piyai Pesisir Kecamatan Kubu Kabupaten Rokan Hilir Provinsi Riau setelah dielektrokoagulasi dengan tegangan listrik 6 volt dapat dilihat pada tabel 4.3:

Tabel 4.3 Data kualitas sampel air sumur gali setelah dielektrokoagulasi dengan tegangan 6 Volt

Parameter uji	Hasil	Standar Air Bersih Menurut Permenkes No. 416 Tahun 1990
a. Fisika		
1. Kekeruhan	1 NTU	25 NTU
2. Warna	16,3 TCU	50 TCU
3. TDS	154 mg/l	1500 mg/l
4. Suhu	31°C	Suhu Udara $\pm 3^{\circ}\text{C}$
5. Rasa	Tidak Berasa	Tidak Berasa
6. Bau	Tidak Berbau	Tidak Berbau
b. Kimia		
1. pH	7,11	6,5-8,5
2. Besi	0,003 mg/l	1 mg/l
3. Mangan	0,003 mg/l	0,5 mg/l

Tabel 4.3 menunjukkan bahwa hasil air sumur gali setelah diolah dengan menggunakan metode elektrokoagulasi dengan tegangan listrik 6 volt untuk parameter fisika yaitu kekeruhan dengan nilai 1 NTU dengan standar maksimumnya 25 NTU yang artinya nilai ini masih dalam standar air bersih. Warna dengan nilai 16,3 TCU dengan standar maksimumnya 50 TCU yang artinya nilai ini masih dalam standar air bersih. TDS dengan nilai 154 mg/l dengan standar maksimumnya 1500 mg/l yang artinya nilai ini masih dalam standar air bersih. Suhu dengan nilai 31°C yang artinya nilai ini masih dalam standar air bersih. Rasa dengan hasil tidak berasa yang artinya masih dalam standar air bersih. Bau dengan hasil tidak berbau yang artinya masih dalam standar air bersih. Untuk parameter kimia yaitu pH dengan nilai 7,11 dengan standar maksimumnya 6,5-8,5 yang artinya nilai ini masih dalam standar air bersih. Besi (Fe) dengan nilai 0,003 mg/l dengan standar maksimumnya 1,0 mg/l yang artinya nilai ini masih dalam standar air bersih. Dan mangan (Mn) dengan

nilai 0,003 mg/l dengan standar maksimumnya 0,5 mg/l yang artinya nilai ini masih dalam standar air bersih.

Data kualitas sampel air sumur gali di Desa Teluk Piyai Pesisir Kecamatan Kubu Kabupaten Rokan Hilir Provinsi Riau setelah dielektrokoagulasi dengan tegangan listrik 9 volt dapat dilihat pada tabel 4.4:

Tabel 4.4 Data kualitas sampel air sumur gali setelah dielektrokoagulasi dengan tegangan 9 Volt

Parameter uji	Hasil	Satndar Air Bersih Menurut Permenkes No. 416 Tahun 1990
a. Fisika		
1. Kekeruhan	1 NTU	25 NTU
2. Warna	30,4 TCU	50 TCU
3. TDS	205 mg/l	1500 mg/l
4. Suhu	31°C	Suhu Udara ±3°C
5. Rasa	Tidak Berasa	Tidak Berasa
6. Bau	Tidak Berbau	Tidak Berbau
b. Kimia		
1. pH	8,60	6,5-8,5
2. Besi	0,004 mg/l	1 mg/l
3. Mangan	0,007 mg/l	0,5 mg/l

Tabel 4.4 menunjukkan bahwa hasil air sumur gali setelah diolah dengan menggunakan metode elektrokoagulasi dengan tegangan listrik 9 volt untuk parameter fisika yaitu kekeruhan dengan nilai 1 NTU dengan standar maksimumnya 25 NTU yang artinya nilai ini masih dalam standar air bersih. Warna dengan nilai 30,4 TCU dengan standar maksimumnya 50 TCU yang artinya nilai ini masih dalam standar air bersih. TDS dengan nilai 205 mg/l dengan standar maksimumnya 1500 mg/l yang artinya nilai ini masih dalam standar air bersih. Suhu dengan nilai 31°C yang artinya nilai ini masih dalam standar air bersih. Rasa dengan hasil tidak berasa yang artinya masih dalam standar air bersih. Bau dengan hasil tidak berbau yang artinya masih dalam standar air bersih. Untuk parameter kimia yaitu pH dengan nilai 8,60 dengan standar maksimumnya 6,5-8,5 yang artinya nilai ini melampaui standar air bersih. Besi (Fe) dengan nilai 0,004 mg/l dengan standar maksimumnya 1,0 mg/l yang artinya nilai ini masih dalam standar air bersih. Dan mangan (Mn) dengan nilai

0,007 mg/l dengan standar maksimumnya 0,5 mg/l yang artinya nilai ini masih dalam standar air bersih.

Data kualitas sampel air sumur gali di Desa Teluk Piyai Pesisir Kecamatan Kubu Kabupaten Rokan Hilir Provinsi Riau setelah dielektrokoagulasi dengan tegangan listrik 12 volt dapat dilihat pada tabel 4.5:

Tabel 4.5 Data kualitas air sumur gali setelah dielektrokoagulasi dengan tegangan 12 Volt

Parameter uji	Hasil	Standar Air Bersih Menurut Permenkes No. 416 Tahun 1990
a. Fisika		
1. Kekeruhan	1 NTU	25 NTU
2. Warna	33,1 TCU	50 TCU
3. TDS	176 mg/l	1500 mg/l
4. Suhu	31°C	Suhu Udara $\pm 3^{\circ}\text{C}$
5. Rasa	Tidak Berasa	Tidak Berasa
6. Bau	Tidak Berbau	Tidak Berbau
b. Kimia		
1. pH	7,09	6,5-8,5
2. Besi	0,001 mg/l	1 mg/l
3. Mangan	0,005 mg/l	0,5 mg/l

Tabel 4.5 menunjukkan bahwa hasil air sumur gali setelah diolah dengan menggunakan metode elektrokoagulasi dengan tegangan listrik 12 volt untuk parameter fisika yaitu kekeruhan dengan nilai 1 NTU dengan standar maksimumnya 25 NTU yang artinya nilai ini masih dalam standar air bersih. Warna dengan nilai 33,1 TCU dengan standar maksimumnya 50 TCU yang artinya nilai ini masih dalam standar air bersih. TDS dengan nilai 176 mg/l dengan standar maksimumnya 1500 mg/l yang artinya nilai ini masih dalam standar air bersih. Suhu dengan nilai 31°C yang artinya nilai ini masih dalam standar air bersih. Rasa dengan hasil tidak berasa yang artinya masih dalam standar air bersih. Bau dengan hasil tidak berbau yang artinya masih dalam standar air bersih. Untuk parameter kimia yaitu pH dengan nilai 7,09 dengan standar maksimumnya 6,5-8,5 yang artinya nilai ini masih dalam standar air bersih. Besi (Fe) dengan nilai 0,001 mg/l dengan standar maksimumnya 1,0 mg/l yang artinya nilai ini masih dalam standar air bersih. Dan mangan (Mn) dengan

nilai 0,005 mg/l dengan standar maksimumnya 0,5 mg/l yang artinya nilai ini masih dalam standar air bersih.

4.2 Pembahasan

Penjernihan air sumur dengan metode elektrokoagulasi dilakukan untuk melihat penurunan kontaminasi-kontaminan dalam air sumur sebelum dan sesudah diteliti menggunakan metode elektrokoagulasi berdasarkan standar air bersih (PERMENKES RI No.416 tahun 1990). Parameter-parameter pengujian yang dilakukan terdiri atas dua parameter yaitu parameter fisika (kekeruhan, warna, TDS, suhu, rasa, dan bau) dan parameter kimia (pH, besi (Fe), Mangan (Mn)). Air sumur yang dipakai adalah air sumur gali penduduk di Desa Teluk Piyai Pesisir Kecamatan Kubu Kabupaten Rokan Hilir Provinsi Riau. Sebelum menggunakan metode elektrokoagulasi, air sumur dianalisis terlebih dahulu sehingga dapat diketahui kandungan airnya.

Pada hasil pengujian menunjukkan bahwa hasil air sumur gali di desa Teluk Piyai Pesisir Kecamatan Kubu Kabupaten Rokan Hilir Provinsi Riau untuk parameter fisika yang sudah memenuhi standar adalah TDS, Suhu, Rasa, dan bau sedangkan untuk parameter yang belum memenuhi standar adalah kekeruhan dengan nilai > 50 NTU dan Warna dengan nilai 103 TCU. Untuk parameter kimia yang sudah memenuhi standar adalah Mangan (Mn) sedangkan untuk parameter yang belum memenuhi standar adalah pH dengan nilai 4,75 dan Besi (Fe) dengan nilai 2,386 mg/l. Penyebab belum terpenuhinya standar air bersih dikarenakan adanya pembusukkan sampah-sampah organik di dasar sumur sehingga kondisi air sumur gali berwarna kemerahan.

Menurut penelitian Masthura dan Ety Jumiaty (2017) hasil pengujian air sumur di daerah Kelurahan Pahlawan Kecamatan Medan Perjuangan, Sumatera Utara setelah dilakukan proses elektrokoagulasi hasil pengujian air mengalami penurunan dibandingkan dengan hasil pengujian sebelum diolah.. Hal ini menunjukkan penelitian yang dihasilkan sama bahwa metode elektrokoagulasi dapat menurunkan kadar logam.

Berikut ini ada 4 parameter yang dibahas, karena sebelum di lakukan proses elektrokoagulasi hanya 4 parameter yang belum memenuhi standar kualitas air bersih menurut PERMENKES No. 416/PER/IX/1990 tentang kualitas air bersih.

4.1.1 Pengaruh Elektrokoagulasi terhadap Kekeruhan

Salah satu syarat fisik yang mempengaruhi mutu air adalah kekeruhan. Akibat adanya kekeruhan pada air adalah padatan tersuspensi, seperti tanah atau partikel anorganik lainnya yang bermula dari limpasan air hujan (erosi). Air yang keruh perlu diolah agar memenuhi persyaratan air bersih walaupun kekeruhan tidak mengganggu kesehatan makluk hidup secara spontan. Tingkat kekeruhan air memperlihatkan adanya komponen-komponen terlarut dan tersuspensi, baik berasal dari dampak erosi maupun fraksi-fraksi sisa perombakan tumbuhan. Pengaruh tegangan terhadap waktu kontak pada proses elektrokoagulasi air sumur gali dapat dilihat pada tabel 4.6:

Tabel 4.6 Pengaruh Elektrokoagulasi terhadap kekeruhan

No	Tegangan (Volt)	Arus (mA)	Waktu (menit)	Hasil Kekeruhan (NTU)
1	0	0	0	>50
2	3	0,04	346	1
3	6	0,4	134	1
4	9	5,5	122	1
5	12	8,2	80	1

Untuk parameter kekeruhan yang ditunjukkan pada tabel diatas hasil yang didapat sebelum dilakukan proses elektrokoagulasi (0 Volt) belum memenuhi standar air bersih yaitu dengan nilai > 50 NTU sedangkan setelah dielektrokoagulasi mulai dari tegangan 3 Volt hingga 12 Volt hasil yang didapat sudah memenuhi standar. Berdasarkan data yang diperoleh hasil yang efisien terdapat pada tegangan 12 Volt dengan arus listrik 8,2 mA dan waktu 80 menit.

Menurut penelitian dari Nurul Arifiani (2014) bahwa parameter kekeruhan setelah dielektrokoagulasi mengalami penurunan yang cenderung landai (tidak berbeda signifikan antar perlakuan) dibandingkan dengan

penelitian yang dilakukan ini, hasil yang didapat sudah memenuhi Peraturan Menteri Kesehatan NO. 416/MENKES/PER/IX/1990 meskipun perlakuan ini tidak menghasilkan penurunan yang optimal.

4.1.2 Pengaruh Elektrokoagulasi terhadap Warna

Salah satu syarat fisik yang mempengaruhi estetika pada air yang akan digunakan adalah warna. Warna yang keruh menimbulkan air tidak diterima karena alasan estetika. Hal yang menyebabkan air tersebut berwarna yaitu bahan organik terlarut yang sering bermula dari proses pembusukan vegetasi, pertumbuhan alga atau bahan pewarna dari limbah industri. Pengaruh tegangan terhadap waktu kontak pada proses elektrokoagulasi air sumur gali dapat dilihat pada tabel 4.7:

Tabel 4.7 Pengaruh Elektrokoagulasi terhadap Warna

No	Tegangan (Volt)	Arus (mA)	Waktu (menit)	Hasil Warna (TCU)
1	0	0	0	103
2	3	0,04	346	47,2
3	6	0,4	134	16,3
4	9	5,5	122	30,4
5	12	8,2	80	33,1

Untuk Parameter warna yang ditunjukkan pada tabel di atas hasil yang didapat sebelum dilakukan proses elektrokoagulasi (0 Volt) belum memenuhi standar air bersih yaitu dengan nilai 103 TCU sedangkan setelah dilakukan proses elektrokoagulasi mulai dari tegangan 3 Volt sampai dengan tegangan 12 Volt tidak menghasilkan penurunan warna yang optimal, namun sudah memenuhi persyaratan mutu air bersih. Berdasarkan data yang diperoleh hasil yang efisien terdapat pada tegangan 12 Volt dengan arus listrik 8,2 mA dan waktu 80 menit walaupun pada tegangan 6 Volt dengan arus listrik 0,4 mA menghasilkan data yang lebih bagus tetapi tidak efisien karena waktu yang dibutuhkan terlalu lama.

Menurut penelitian Nurul Arifiani (2014) bahwa parameter warna setelah dielektrokoagulasi mengalami penurunan, sama halnya dengan

penelitian yang dilakukan ini bahwa parameter ini sudah memenuhi Peraturan Menteri Kesehatan No. 416/MENKES/PER/IX/1990.

4.1.3 Pengaruh Elektrokoagulasi terhadap pH

Salah satu syarat yang termasuk dalam kategori kontaminan kimiawi adalah pH. Derajat keasaman (pH) memperlihatkan kekuatan antara asam dan basa dalam air dan suatu kadar konsentrasi ion hidrogen dalam larutan. Pada umumnya tingkat keasaman air sumur gali yaitu 7-8. Pengaruh tegangan terhadap waktu kontak pada proses elektrokoagulasi air sumur gali dapat dilihat pada gambar 4.8:

Tabel 4.8 Pengaruh Elektrokoagulasi terhadap pH

No	Tegangan (Volt)	Arus (mA)	Waktu (menit)	Hasil pH
1	0	0	0	4,75
2	3	0,04	346	6,59
3	6	0,4	134	7,11
4	9	5,5	122	8,60
5	12	8,2	80	7,09

Untuk parameter pH yang ditunjukkan tabel di atas nilai pH air sumur gali sebelum dielektrokoagulasi belum memenuhi persyaratan standard air bersih yaitu dengan nilai 4.75 sedangkan setelah dielektrokoagulasi nilai pH air sumur gali sudah termasuk dalam batas pH standard air bersih terkecuali pada tegangan listrik 9 Volt dan waktu 122 menit dengan nilai yang diperoleh melebihi batas standard air bersih yaitu 8,60. Berdasarkan data yang diperoleh hasil yang efisien terdapat pada tegangan 12 Volt dengan arus listrik 8,2 mA dan waktu 80 menit.

Menurut penelitian Nurul Arifiani (2014) bahwa parameter pH yang diperoleh setelah dilakukan metode elektrokoagulasi mengalami penurunan, hal ini sama dengan penelitian yang dilakukan ini tetapi tidak untuk tegangan 9 Volt, pH mengalami kenaikan sehingga melebihi batas standar air bersih hal ini disebabkan karena adanya akumulasi ion OH^- yang semakin banyak dalam larutan akan menyebabkan terjadinya peningkatan

kebasaaan air sumur gali. Dengan adanya peningkatan basa dari air sumur gali yang mengalami proses elektrokoagulasi maka akan berpengaruh pada peningkatan nilai pH air tersebut. Saat proses elektrokoagulasi berlangsung, akan terjadi reaksi reduksi di sekitar katoda yang akan mengakibatkan akumulasi ion OH⁻ dan menyebabkan perubahan kebasaaan.

4.1.4 Pengaruh Elektrokoagulasi terhadap Logam Besi (Fe)

Salah satu syarat penting yang tergolong dalam kategori kontaminan kimiawi adalah besi (Fe). Besi merupakan metal berwarna putih keperakan, liat, dan dapat dibentuk. Besi (Fe) di dalam susunan unsur berkala termasuk logam golongan VIII, dengan nomor atom 26. Besi (Fe) adalah logam yang dihasilkan dari bijih besi, dan jarang dijumpai dalam keadaan bebas. Pengaruh tegangan terhadap waktu kontak pada proses elektrokoagulasi air sumur gali dapat dilihat pada tabel 4.9:

Tabel 4.9 Pengaruh Elektrokoagulasi terhadap Besi

No	Tegangan (Volt)	Arus (mA)	Waktu (menit)	Hasil Besi (mg/l)
1	0	0	0	2,386
2	3	0,04	346	0,002
3	6	0,4	134	0,003
4	9	5,5	122	0,004
5	12	8,2	80	0,001

Untuk parameter logam besi (Fe) yang ditunjukkan pada tabel di atas hasil besi yang didapat sebelum dilakukan proses elektrokoagulasi belum memenuhi standar air bersih yaitu dengan nilai 2,386 mg/l sedangkan setelah dilakukan proses elektrokoagulasi hasil yang didapat sudah memenuhi standar air bersih walaupun mengalami penurunan yang tidak optimal. Berdasarkan data yang diperoleh hasil yang efisien terdapat pada tegangan 12 Volt dengan arus listrik 8,2 mA dan waktu 80 menit.

Menurut penelitian Masthura (2017) bahwa parameter logam besi (Fe) yang diperoleh setelah dilakukan metode elektrokoagulasi mengalami penurunan, sama halnya dengan penelitian yang dilakukan ini bahwa parameter ini sudah memenuhi Peraturan Menteri Kesehatan No. 416/MENKES/PER/IX/1990.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian tentang upaya penurunan kadar logam berat air menggunakan metode elektrokoagulasi untuk menghasilkan air bersih yang telah dilakukan maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil uji sampel air sumur gali sebelum diterapkan metode elektrokoagulasi dengan elektroda aluminium (Al) belum memenuhi standar kualitas air bersih berdasarkan Peraturan Menteri No. 416/MENKES/PER/IX/1990. Untuk parameter fisika yang belum memenuhi standar air bersih adalah kekeruhan dan warna sedangkan parameter kimia yang belum memenuhi standar air bersih adalah pH dan kadar besi.
2. Hasil uji sampel air sumur gali setelah diterapkan metode elektrokoagulasi dengan elektroda aluminium (Al) dengan variasi tegangan listrik 3, 6, 9, dan 12 Volt telah memenuhi standar kualitas air bersih berdasarkan Peraturan Menteri No. 416/MENKES/PER/IX/1990 kecuali pada parameter pH dengan tegangan 9 Volt.
3. Tegangan listrik memberikan pengaruh yang signifikan terhadap proses penjernihan dengan menggunakan metode elektrokoagulasi. Hal ini ditunjukkan dengan semakin meningkatnya tegangan listrik maka proses elektrokoagulasi menjadi lebih singkat.

5.2 Saran

Berikut ini adalah beberapa hal yang dapat disarankan terkait penelitian ini:

1. Peneliti selanjutnya hendaknya lebih memaksimalkan proses elektrokoagulasi agar diperoleh kualitas air yang baik.
2. Peneliti selanjutnya hendaknya melakukan pengujian terhadap parameter-parameter lain yang belum dilakukan pada penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abduh, M. Natsir. 2018. *Ilmu Dan Rekayasa Lingkungan*. Makassar: CV Sah Media.
- Alamsyah, Sujana. 2016. *Merakit Sendiri Alat Penjernih Air Untuk Rumah Tangga*. Jakarta: Kawan Pustaka
- Arifiani, Nurul. 2014. *Studi Proses Elektrokoagulasi Untuk Meningkatkan Kualitas Air Sungai Sebagai Air Baku* [Skripsi]. Bogor: IPB.
- Ashari,dkk. 2015. *Efektivitas Elektroda pada Proses Elektrokoagulasi untuk Pengolahan Air Asam Tambang*. Jurnal Penelitian Sains.Vol 17.No 2: Hal 45-47.
- Gabriel, 2001.*Fisika Lingkungan*. Jakarta: Hipokrates.
- Hanum, Farida, dkk. 2015. *Aplikasi Elektokoagulasi dalam Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit*. Jurnal Teknik Kimia USU.Vol 4(4):Hal 13-16.
- Harmami, dkk. 2014.*Optimasi Tegangan pada Proses Elektrokoagulasi Penurunan Kadar Kromium dari Filtrat Hasil Hidrolisis Limbah Padat Penyamakan Kulit*.Jurnal Sains dan Seni Pomits.Vol 3.No 2:Hal 9-10.
- Hasanah, Moraida. 2011 .*Efektivitas Elektroda Tembaga (Cu) Pada Proses Elektrokoagulasi dalam Penjernihan Air Sungai di Desa Air Hitam Kabupaten Labuhan Batu Utara* [Skripsi]. Medan: USU.
- Holisaturrahman dan Suprpto. 2013. *Pengurangan Turbiditas pada Air Laut Menggunakan Metode Elektrokoagulasi*. Jurnal Sains dan Seni Pomits.Vol 2. No 2: Hal 47-48.
- Kartika,Yulianti,dkk. 2015. *Penurunan Kadar Logam Kromium Pada Limbah Industri Sarung Samarinda dengan Menggunakan Metode Elektrokoagulasi*. Jurnal Kimia Mulawarman.Vol 13.No1: Hal 45-46.
- Maddusa, Sri Seprianto, dkk. 2017. *Kandungan Logam Berat Timbal (Pb), Merkuri (Hg), Zink (Zn), dan Arsen (As)*. Jurnal Al-Sihah Public Health Science Journal. Vol 9.No 2: Hal 153-154.
- Masthura dan Ety Jumiati. 2017.*Peningkatan Kualitas Air Menggunakan Metode Elektrokoagulasi dan Filter*. Jurnal Fisitek Jurnal Ilmu Fisika dan Teknologi.Vol 1. No 2: Hal 1-5.

- Ningsih, Dede Area dan Nurdin Siregar. 2016. *Pengaruh Intrusi Air Laut dan Kandungan Air Sumur Bordengan Konduktimeter di Desa Pasar Baru Kecamatan Teluk Mengkudu Kabupaten Serdang Berdagai*. Jurnal Einstein. Vol 4. No 1: Hal 2.
- Nugroho, Risanto dan Suryanta. 2016. *Pengolahan Air Kolam Renang Menggunakan Metode Elektrokoagulasi dengan Elektroda Aluminium – Grafit*. Yogyakarta: FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta.
- Purwana,Rachmadhi. 2013. *Manajemen Kedaruratan Kesehatan Lingkungan dalam Kejadian Bencana*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Risomas,Risinti. 2017. *Uji Kelayakan Air Sumur Gali Berdasarkan Nilai Konduktivitas dan Baku Mutu Air di Desa Lobu Tua Kabupaten Tapanuli Tengah* [Skripsi]. Medan: UNIMED.
- Saputra, Edy dan Farida Hanum. 2016. *Pengaruh Jarak Antara Elektroda Pada Reaktor Elektrokoagulasi Terhadap Pengolahan Effluent Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit*. Jurnal Teknik Kimia USU. Vol 5. No 4: Hal 33-34.
- Supriadi, 2016, *Analisis Kadar Logam Berat Timbal (Pb), Kadmium (Cd), dan Merkuri (Hg) Pada Air Laut Di Wisata Pantai Akkarena dan Tanjung Bayang Makassar* [Skripsi]. Makassar: UIN ALAUDDIN MAKASSAR.
- Susilawaty, Andi, dkk. 2015. *Peningkatan Kualitas Air Sumur Gali Berdasarkan Parameter Besi (Fe) dengan Pemanfaatan Kulit Pisang Kepok di Dusun Alekanrung Desa Kanrung Kabupaten Sinjai*. Jurnal Al-Sihah Public Health Science Journal. Vol 7. No 2: Hal 168.
- Suwanto, Nandar, dkk. 2017. *Penyisihan Fe, Warna, dan Kekeruhan pada Air Gambut Menggunakan Metode Elektrokoagulasi*. Jurnal S1 Undip. Vol 6. No 2: Hal 1-3.
- Vaujiah, Hary. 2018. *Perbandingan Efisiensi Penurunan Kesadahan Air Menggunakan Elektroda Aluminium (Al) dengan Konfigurasi Monopolar dan Bipolar pada Proses Elektrokoagulasi* [Skripsi]. Medan: USU.