

**PROSES ELEKTROKOAGULASI UNTUK PENGOLAHAN AIR SUNGAI
MARTAPURA : OPTIMASI PARAMETER, STATISTIK DAN ANALISIS
BIAYA OPERASIONAL**

SHEILVINA MILLIVIYANTHI DESSY

NIM. 2320834320002



**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU**

2025

**PROSES ELEKTROKOAGULASI UNTUK PENGOLAHAN AIR SUNGAI
MARTAPURA : OPTIMASI PARAMETER, STATISTIK DAN ANALISIS
BIAYA OPERASIONAL**

**SHEILVINA MILLIVIYANTHI DESSY
NIM. 2320834320002**

TESIS

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

MAGISTER TEKNIK KIMIA

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK KIMIA

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT

BANJARBARU

2025

ABSTRAK

Air sungai memerankan peranan penting dalam menyediakan sumber air layak digunakan maupun dikonsumsi terutama jika berada di perkotaan. Namun, sungai mengandung kekeruhan, warna, TDS, TSS dan *E-coli* yang tidak baik bagi kesehatan. Elektrokoagulasi adalah metode pengolahan air yang murah dan sangat efisien yang telah banyak diterapkan untuk mengolah berbagai macam air. Penelitian ini menyelidiki optimasi parameter dari rapat arus, jarak antar elektroda dan waktu reaksi pada penyisihan parameter kekeruhan, warna, TDS, TSS dan *E-coli*. Kemudian, digabungkan dengan *Response Surface Methodology* (RSM) tipe *Central Composite Design* (CCD) untuk menganalisis optimasi parameter secara statistik. Selanjutnya, dilanjutkan dengan membandingkan material elektroda aluminium dan besi untuk menganalisa kelayakan berdasarkan biaya operasional yang digunakan. Penelitian ini menemukan efisiensi penyisihan tertinggi pada rapat arus 6 mA/cm^2 , jarak antar elektroda 1,5 cm dan waktu reaksi 90 menit sebesar 97,81% kekeruhan; 98,6% warna; 46,18% TDS; 97,80% TSS dan 100% *E-coli* dengan menggunakan elektroda aluminium merupakan pilihan yang menguntungkan dengan biaya operasi sebesar $0,49 \text{ \$/m}^3$. Secara keseluruhan, dapat disimpulkan bahwa pengolahan elektrokoagulasi dianggap efektif untuk mengolah air sungai dengan menghasilkan air yang layak digunakan dengan biaya yang wajar.

Kata kunci : air sungai, polutan, elektrokoagulasi, optimasi parameter, analisis biaya

LEMBAR PENGESAHAN
TESIS PROGRAM STUDI S-2 TEKNIK KIMIA

**Proses Elektrokoagulasi untuk Pengolahan Air Sungai Martapura :
Optimasi Parameter, Statistik dan Analisis Biaya Operasional**

Oleh:

Sheilvina Milliviyanthi Dessy (2320834320002)

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 30 Juni 2025 dan dinyatakan

L U L U S

Komite Penguji :

Ketua : Prof. Ir. Meilana Dharma Putra, S.T., M.Sc., Ph.D
NIP. 19820501 200604 1 014

Anggota 1 : Ir. Hesti Wijayanti, S.T., M.Eng., Ph.D
NIP. 19800529 200501 2 003

Anggota 2 : Prof. Ir. Iryanti F. Nata, S.T., M.T., Ph.D
NIP. 19750113 200003 2 003

Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Agus Mirwan, S.T., M.T
Utama NIP. 19760819 200312 1 001

Pembimbing : Dr. Ir. Doni Rahmat Wicakso, S.T., M.Eng
Pendamping NIP. 19810112 200312 1 001

Banjarbaru, Juli 2025
diketahui dan disahkan oleh :

Wakil Dekan Bidang Akademik
Fakultas Teknik ULM,

Koordinator Program Studi
S-2 Teknik Kimia,

Dr. Mahmud, S.T., M.T
NIP. 19740107 199802 1 001

Prof. Dr. Ir. Agus Mirwan, S.T., M.T
NIP. 19760819 200312 1 001

PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah ta'ala berkat anugerah ilmu, kesempatan, hidayah, dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis penulis dengan judul sebagai berikut.

PROSES ELEKTROKOAGULASI UNTUK PENGOLAHAN AIR SUNGAI MARTAPURA : OPTIMASI PARAMETER, STATISTIK DAN ANALISIS BIAYA OPERASIONAL

Tesis ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar kesarjanaan di Program Studi Magister Teknik Kimia FT – ULM Banjarbaru. Pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan terima kasih atas segala bantuannya dalam pengerjaan tesis ini, kepada :

1. “Prof. Dr. Ir. Agus Mirwan, S.T., M.T” selaku ketua jurusan Magister Teknik Kimia FT – ULM Banjarbaru dan dosen pembimbing pertama penulis atas bimbingan dan saran yang telah diberikan.
2. “Dr. Ir. Doni Rahmat Wicakso, S.T., M.Eng” selaku dosen pembimbing kedua penulis atas bimbingan dan saran yang telah diberikan.
3. Bapak dan Ibu dosen di lingkungan Program Studi Magister Teknik Kimia FT – ULM Banjarbaru.
4. Seluruh karyawan Program Studi Magister Teknik Kimia FT – ULM Banjarbaru.
5. Kedua orang tua penulis dan keluarga yang telah banyak memberikan dukungan.

6. Teman-teman seangkatan S-2 Teknik Kimia angkatan 2023 yang telah memberikan dukungan kepada penulis.

Penulis menyadari tesis ini masih jauh daripada sempurna, masih banyak kekurangan dan perlu perbaikan, untuk itu penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari pembaca.

Banjarbaru, Juli 2025

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
PRAKATA.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Air Sungai	6
2.2 Karakterisasi Air Sungai	7
2.2.1 Kekeruhan	7
2.2.2 Warna	8
2.2.3 Total Dissolved Solid (TDS).....	9
2.2.4 Total Suspended Solid (TSS).....	9
2.2.5 Escherichia coli (E-coli).....	10
2.3 Elektrokoagulasi.....	10
2.4 Parameter Efisiensi Elektrokoagulasi.....	13
2.4.1 Rapat Arus.....	13
2.4.2 Jenis Plat Elektroda	13
2.4.3 Jarak Antar Elektroda.....	14
2.4.4 Waktu Reaksi	15
2.5 Response Surface Methodology (RSM).....	16
2.6 State of The Art	18
BAB III METODE PENELITIAN.....	20
3.1 Alat dan Bahan	20
3.1.1 Alat dan Rangkaian Alat Elektrokoagulasi	20
3.1.2 Bahan.....	20

3.2 Lokasi Penelitian	21
3.3 Rancangan Percobaan.....	21
3.4 Variabel Penelitian	24
3.4.1 Variabel Bebas	24
3.4.2 Variabel Terikat	25
3.5 Prosedur Penelitian.....	25
3.5.1 Persiapan Sampel Air Sungai Martapura	25
3.5.2 Proses Elektrokoagulasi	25
3.5.3 Analisis Sampel Hasil Elektrokoagulasi	25
3.6 Optimasi Statistik	26
3.6.1 Penentuan Respon dan Faktor.....	26
3.6.2 Desain of Experiment.....	26
3.6.3 Analisis Biaya Operasional	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1 Karakterisasi Air Sungai Martapura.....	28
4.2 Pengaruh Rapat Arus dan Waktu Reaksi terhadap Efisiensi Penyisihan Parameter kekeruhan, warna, TDS, TSS dan <i>E-coli</i>	30
4.3 Pengaruh Jarak Antar Elektroda dan Waktu Reaksi terhadap Efisiensi Penyisihan Parameter Kekeruhan, Warna, TDS, TSS dan <i>E-coli</i>	35
4.4 Optimasi Statistik	41
4.4.1 Pengaruh Rapat Arus Menggunakan CCD	41
4.4.2 Pengaruh Jarak Antar Elektroda Menggunakan CCD	52
4.5 Pengaruh Material Elektroda dan Waktu Reaksi terhadap Efisiensi Penyisihan Parameter kekeruhan, warna, TDS, TSS, dan <i>E-coli</i>	59
4.6 Analisis Biaya Operasional	65
BAB V KESIMPULAN	69
5.1 Kesimpulan.....	69
5.2 Saran.....	70
DAFTAR PUSTAKA	71
LAMPIRAN	82

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Baku Mutu Air untuk Air Minum	7
Tabel 4. 1	Karakterisasi Air Sungai	28
Tabel 4. 2	Penentuan model statistik untuk variasi rapat arus	42
Tabel 4. 3	Hasil ANOVA pada variasi rapat arus untuk respon efisiensi penyisihan kekeruhan	44
Tabel 4. 4	Hasil ANOVA pada variasi rapat arus untuk respon efisiensi penyisihan warna	46
Tabel 4. 5	Hasil ANOVA pada variasi rapat arus untuk respon efisiensi penyisihan TDS	48
Tabel 4. 6	Hasil ANOVA pada variasi rapat arus untuk respon efisiensi penyisihan TSS	50
Tabel 4. 7	Penentuan model statistik untuk variasi jarak antar elektroda	52
Tabel 4. 8	Hasil ANOVA pada variasi jarak antar elektroda untuk respon efisiensi penyisihan kekeruhan	53
Tabel 4. 9	Hasil ANOVA pada variasi jarak antar elektroda untuk respon efisiensi penyisihan warna	54
Tabel 4. 10	Hasil ANOVA pada variasi jarak antar elektroda untuk respon efisiensi penyisihan TDS	56
Tabel 4. 11	Hasil ANOVA pada variasi jarak antar elektroda untuk respon efisiensi penyisihan TSS	57
Tabel 4. 12	Biaya operasional berdasarkan perbedaan material elektroda	66

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Mekanisme Proses elektrokoagulasi.....	12
Gambar 3. 1	Rangkaian Alat Elektrokoagulasi	20
Gambar 3. 2	Lokasi Pengambilan Sampel Air Sungai	21
Gambar 3. 3	Rancangan Penelitian Proses Elektrokoagulasi	22
Gambar 3. 4	Rancangan Optimasi Statistik Proses Elektrokoagulasi	23
Gambar 3. 5	Rancangan Penelitian Elektrokoagulasi Berdasarkan Perbedaan Jenis Material.....	24
Gambar 4. 1	Pengaruh Rapat Arus dan Waktu Reaksi terhadap Persen Penyisihan Parameter Kekeruhan	31
Gambar 4. 2	Pengaruh Rapat Arus dan Waktu Reaksi terhadap Persen Penyisihan Parameter Warna	32
Gambar 4. 3	Pengaruh Rapat Arus dan Waktu Reaksi terhadap Persen Penyisihan Parameter TDS	33
Gambar 4. 4	Pengaruh Rapat Arus dan Waktu Reaksi terhadap Persen Penyisihan Parameter TSS	34
Gambar 4. 5	Pengaruh Rapat Arus dan Waktu Reaksi terhadap Persen Penyisihan Parameter E-coli	35
Gambar 4. 6	Pengaruh Jarak Antar Elektroda dan Waktu Reaksi terhadap Persen Penyisihan Parameter kekeruhan.....	37
Gambar 4. 7	Pengaruh Jarak Antar Elektroda dan Waktu Reaksi terhadap Persen Penyisihan Parameter Warna.....	38
Gambar 4. 8	Pengaruh Jarak Antar Elektroda dan Waktu Reaksi terhadap Persen Penyisihan Parameter TDS.....	39
Gambar 4. 9	Pengaruh Jarak Antar Elektroda dan Waktu Reaksi terhadap Persen Penyisihan Parameter TSS	40
Gambar 4. 10	Pengaruh Jarak Antar Elektroda dan Waktu Reaksi terhadap Persen Penyisihan Parameter E-coli.....	41
Gambar 4. 11	Predicted vs Actual (a) dan 3D Surface (b) untuk Efisiensi Penyisihan Kekeruhan.....	46
Gambar 4. 12	Predicted vs Actual (a) dan 3D Surface (b) untuk Efisiensi Penyisihan Warna.....	47
Gambar 4. 13	Predicted vs Actual (a) dan 3D Surface (b) untuk Efisiensi Penyisihan TDS	49
Gambar 4. 14	Predicted vs Actual (a) dan 3D Surface (b) untuk Efisiensi Penyisihan TSS.....	51
Gambar 4. 15	Predicted vs Actual (a) dan 3D Surface (b) untuk Efisiensi Penyisihan Kekeruhan.....	54
Gambar 4. 16	Predicted vs Actual (a) dan 3D Surface (b) untuk Efisiensi Penyisihan Warna.....	55
Gambar 4. 17	Predicted vs Actual (a) dan 3D Surface (b) untuk Efisiensi Penyisihan TDS	57

Gambar 4. 18 Predicted vs Actual (a) dan 3D Surface (b) untuk Efisiensi Penyisihan TSS.....	58
Gambar 4. 19 Pengaruh Perbedaan Material Elektroda dan Waktu Reaksi terhadap Penyisihan Parameter Kekeruhan.....	60
Gambar 4. 20 Pengaruh Perbedaan Material Elektroda dan Waktu Reaksi terhadap Penyisihan Parameter Warna.....	61
Gambar 4. 21 Pengaruh Perbedaan Material Elektroda dan Waktu Reaksi terhadap Penyisihan Parameter TDS.....	62
Gambar 4. 22 Pengaruh Perbedaan Material Elektroda dan Waktu Reaksi terhadap Penyisihan Parameter TSS.....	63
Gambar 4. 23 Pengaruh Perbedaan Material Elektroda dan Waktu Reaksi terhadap Penyisihan Parameter E-coli.....	64
Gambar 4. 24 Perbandingan penurunan berat (a) variasi rapat arus dan waktu reaksi dan (b) variasi jarak antar elektroda dan waktu reaksi.....	65
Gambar 4. 25 Perbandingan Penurunan berat material elektroda Al dan Fe	66