

SKRIPSI

**KOMBINASI ELEKTROKOAGULASI dan
OKSIDASI LANJUT BERBASIS O₃/GAC
dalam MENGOLAH LIMBAH INDUSTRI
BATIK**



Oleh :

DEBORA ROUSYELLA S T
NPM. 1652010053

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR
SURABAYA
2020**

SKRIPSI

**KOMBINASI ELEKTROKOAGULASI dan OKSIDASI
LANJUT BERBASIS O₃/GAC dalam MENGOLAH
LIMBAH INDUSTRI BATIK**



Oleh :

DEBORA ROUSYELLA S T
NPM. 1652010053

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR
SURABAYA**

2020

**KOMBINASI ELEKTROKOAGULASI dan OKSIDASI LANJUT
BERBASIS O₃/GAC dalam MENGOLAH LIMBAH INDUSTRI
BATIK**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Dalam Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (ST.)
Program Studi Teknik Lingkungan.

Diajukan Oleh :

DEBORA ROUSYELLA S T
NPM. 1652010053

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN”
JAWA TIMUR
SURABAYA
2020**

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi/ Tugas Akhir

**KOMBINASI ELEKTROKOAGULASI dan OKSIDASI LANJUT
BERBASIS O₃/GAC dalam MENGOLAH LIMBAH INDUSTRI
BATIK**

Diajukan Oleh :

DEBORA ROUSYELLA S T

NPM. 1652010053

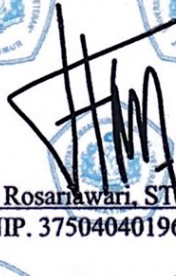
Telah Dipertahankan dan Diterima Oleh Tim Penguji Skripsi

Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

Pada Tanggal:

Menyetujui
Dosen Pembimbing,



Firra Rosariawari, ST, MT.
NIP. 375040401961

Mengetahui

DEKAN FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JATIM



Dr. Dra. Jariyah, MP

NIP. 19650403 199103 2 001

LEMBAR PERSETUJUAN
LULUS SKRIPSI
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN

Nama : Debora Rousyella Saulina Tampubolon

NPM : 1652010053

Judul Skripsi : Kombinasi Elektrokoagulasi dan Oksidasi Lanjut Berbasis O₃/GAC dalam Mengolah Limbah Industri Batik

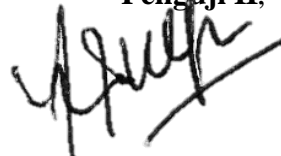
Disetujui oleh Tim Penguji Skripsi Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur Pada Tanggal:.....

Penguji I,



Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT
NIP. 19681126 1994032001

Penguji II,



Aulia Ulfah Farahdiba, ST, MSc.
NIP. 172 1989 0106 060

Mengetahui,
Koordinator Progam Studi
Teknik Lingkungan



Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT
NIP. 19681126 1994032001

CURRICULUM VITAE

PENELITI			
Nama Lengkap : Fakultas / Program Studi : NPM : Tempat, Tanggal Lahir : Alamat : Nomor Telepon / HP : Alamat E-mail :	Debora Rousyella Saulina Tampubolon Fakultas Teknik / Teknik Lingkungan 1652010053 Kebumen, 23 Februari 1998 Perumahan Citra Raya, Taman Puspa D3 / 45, Cikupa, Tangerang 087841227704 deborarousyella@gmail.com		
PENDIDIKAN			
Tingkat Edukasi	Institusi	Program Studi	Tahun Kelulusan
SD	SD Pius Bakti Utama Kutoarjo	-	2010
SMP	SMP Negeri 3 Purworejo	-	2013
SMA	SMA Tarakanita Citra Raya	IPA	2016
Universitas	Universitas Pembangunan Nasional (UPN) "Veteran" Jawa Timur	Teknik Lingkungan (TL)	2020
TUGAS AKADEMIK			
No.	Kegiatan	Judul / Tempat Pelaksanaan	Tahun Pengerjaan
1.	Kuliah Lapangan	SPAM Kartamantul, IPLT Sewon, Batik Dinar Hadi, PT. Mirota KSM	2019
2.	Kuliah Kerja Nyata (KKN)	Desa Sukokidul, Trenggalek	2019
3.	Kerja Praktik	PT. Pindad (Persero) Bandung	2019
4.	Tugas Perencanaan	Perencanaan Bangunan Pengolahan Air Buangan Industri Elektroplating	2019
5.	Skripsi	Kombinasi Elektrokoagulasi dan Oksidasi Lanjut Berbasis O ₃ /GAC dalam Mengolah Limbah Industri Batik	2020
IDENTITAS ORANG TUA			
Nama Lengkap : Alamat : Nomor Telepon / HP : Pekerjaan :	Sahala Tongam Tampubolon Taman Puspa D3 / 45, Citra Raya, Tangerang 081384933668 Kontraktor Swasta		

Surabaya, Oktober 2020

DEBORA ROUSYELLA SAULINA TAMPUBOLON

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan berkat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul **“Kombinasi Elektrokoagulasi dan Oksidasi Lanjut Berbasis O₃/GAC dalam Mengolah Limbah Industri Batik”**. Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan tepat waktu tentunya tidak lepas dari dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dr. Dra. Jariyah, MP selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur
2. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT selaku Koordinator Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur
3. Firra Rosariawari, ST, MT. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah membantu, mengarahkan, memotivasi, dan membimbing sehingga tugas akhir ini dapat selesai dengan baik dan tepat waktu
4. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT dan Aulia Ulfah Farahdiba, ST, MSc selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan masukan yang membangun sehingga tugas akhir ini dapat selesai dengan sebaik-baiknya
5. Seluruh dosen, staff pengajar, serta alumni Program Studi Teknik Lingkungan yang telah membagikan ilmu serta motivasi dan membantu proses rangkaian sidang tugas akhir hingga selesai
6. Kedua orang tua yang senantiasa memberikan doa, dukungan moral, serta motivasi dalam menyelesaikan tugas akhir
7. Vidia, Kawista, Lolita, dan Ericke yang senantiasa menemani, memberikan perhatian, dan memotivasi dari awal hingga akhir. Tompel, Andhika, Angger yang telah membantu jalannya proses pengerjaan penelitian tugas akhir
8. Teman-teman 1 bimbingan dan 1 penguji yang senantiasa saling memberi motivasi dan semangat dalam menyelesaikan dan mengerjakan tugas akhir

9. Semua teman – teman Teknik Lingkungan angkatan 2016 yang tidak bisa disebutkan satu per satu yang telah banyak membantu dan memotivasi dalam proses pengerjaan dan penyelesaian tugas akhir

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna dan mempunyai banyak kekurangan, baik dalam metode penulisan maupun dalam pembahasan materi, sehingga penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun dari para pembaca agar di kemudian hari segala kekurangan dapat diperbaiki dan menjadi lebih baik lagi.

Surabaya, September 2020

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
ABSTRAK	x
<i>ABSTRACT</i>	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Ruang Lingkup	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Tinjauan Umum.....	6
2.1.1 Air Limbah Industri Batik.....	6
2.1.2 Baku Mutu Air Limbah Industri Batik.....	10
2.1.3 Elektrokoagulasi	11
2.1.4 Oksidasi Lanjut	15
2.1.5 Ozonasi.....	15
2.1.6 Zat Warna dalam Pembuatan Batik.....	15
2.2 Landasan Teori	16
2.2.1 Elektrokoagulasi dengan Elektroda Aluminium	16
2.2.2 Kombinasi Elektrokoagulasi dengan Oksidasi Lanjut Berbasis O ₃ /GAC.....	17

2.2.3	<i>Granular Activated Carbon (GAC)</i>	18
2.2.4	Fungsi Masing-Masing Alat.....	19
2.2.5	Keuntungan Masing-Masing Alat	20
2.2.6	Mekanisme Proses yang Terjadi	21
2.2.7	Mekanisme Reaksi Masing-Masing Alat.....	21
2.2.8	<i>Chemical Oxygen Demand (COD)</i>	22
2.2.9	<i>Total Suspended Solid (TSS)</i>	23
2.2.10	Warna	23
2.3	Penelitian Terdahulu.....	24
BAB 3 METODE PENELITIAN.....		26
3.1	Kerangka Penelitian	26
3.2	Bahan dan Alat	27
3.2.1	Bahan.....	27
3.2.2	Alat.....	27
3.2.3	Desain Reaktor	27
3.3	Cara Kerja.....	29
3.3.1	Diagram Alir Secara <i>Batch</i>	29
3.3.2	Diagram Alir Secara Kontinyu	30
3.3.3	Proses Persiapan Penelitian dan Penelitian Pendahuluan	30
3.3.4	Proses Sistem Reaktor <i>Batch</i>	30
3.3.5	Proses Utama Secara Kontinyu	31
3.4	Variabel dan Parameter Penelitian	32
3.4.1	Variabel dan Parameter Penelitian Secara <i>Batch</i>	32
3.4.2	Variabel dan Parameter Penelitian Secara Kontinyu	33
3.5	Analisa Parameter.....	34

3.6	Jadwal Kegiatan	34
BAB 4 HASIL dan PEMBAHASAN		36
4.1	Hasil Penelitian.....	36
4.1.1	Proses Pengambilan Sampel	36
4.1.2	Penelitian Awal	36
4.1.3	Hasil Uji Parameter Penelitian.....	38
4.2	Pembahasan	40
4.2.1	Pengaruh Jarak Elektroda dan Waktu Detensi pada Proses Elektrokoagulasi Terhadap Penyisihan Kadar COD Limbah Industri Batik .	40
4.2.2	Pengaruh Jarak Elektroda dan Waktu Detensi pada Proses Elektrokoagulasi Terhadap Penyisihan Kadar TSS Limbah Industri Batik ..	43
4.2.3	Pengaruh Jarak Elektroda dan Waktu Detensi pada Proses Elektrokoagulasi Terhadap Penyisihan Kadar Warna Limbah Industri Batik	46
4.2.4	Pengaruh Dosis Ozon pada Proses Oksidasi Lanjut Berbasis O ₃ / GAC Terhadap Penyisihan Kadar COD Limbah Industri Batik.....	48
4.2.5	Pengaruh Dosis Ozon pada Proses Oksidasi Lanjut Berbasis O ₃ / GAC Terhadap Penyisihan Kadar TSS Limbah Industri Batik	49
4.2.6	Pengaruh Dosis Ozon pada Proses Oksidasi Lanjut Berbasis O ₃ / GAC Terhadap Penyisihan Kadar TSS Limbah Industri Batik	51
4.2.7	Pengaruh Proses Secara Kontinyu Terhadap Penyisihan Kadar COD Limbah Industri Batik.....	53
4.2.8	Pengaruh Proses Secara Kontinyu Terhadap Penyisihan Kadar TSS Limbah Industri Batik.....	55
4.2.9	Pengaruh Proses Secara Kontinyu Terhadap Penyisihan Kadar Warna Limbah Industri Batik	57
5.1	Kesimpulan.....	60
5.2	Saran.....	61

DAFTAR PUSTAKA 62

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Baku Mutu Air Limbah Kegiatan Industri Batik	10
Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu yang Pernah Dilakukan.....	24
Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan	34
Tabel 3.2 Matriks Penelitian	35
Tabel 4. 1 Hasil Analisa Awal Air limbah Batik	36
Tabel 4.2 Pengaruh Jarak Elektroda dan Waktu Detensi Terhadap Persen Penyisihan Parameter COD, TSS, dan Warna pada Proses Elektrokoagulasi	39
Tabel 4.3 Pengaruh Dosis Ozon Terhadap Persen Penyisihan Parameter COD, TSS, dan Warna pada Proses Oksidasi Lanjut Berbasis O ₃ / GAC	40
Tabel 4.4 Pengaruh Proses Kontinyu Terhadap Persen Penyisihan Parameter COD, TSS, dan Warna	40

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 struktur kimia remazol	7
Gambar 2.2 Struktur Kimia Indigosol21	8
Gambar 2.3 Struktur Kimia Naphthol	9
Gambar 2.4 Struktur kimia Procion	9
Gambar 2.5 Elektrokoagulasi sistem batch (Holt, 2005)	12
Gambar 2.6 Proses Elektrokoagulasi (<i>Holt, 2012</i>).....	14
Gambar 3.1 Kerangka Penelitian	26
Gambar 3.2 Desain Reaktor Elektrokoagulasi Secara <i>Batch</i>	27
Gambar 3.3 Desain Reaktor Oksidasi Lanjut Berbasis O ₃ /GAC Secara <i>Batch</i>	28
Gambar 3.4 Desain Reaktor Kombinasi Elektrokoagulasi dan Oksidasi Lanjut Berbasis O ₃ /GAC Secara Kontinyu	28
Gambar 3.5 Diagram Alir Cara Kerja Secara <i>Batch</i>	29
Gambar 3.6 Diagram Alir Cara Kerja Secara Kontinyu	30
Gambar 4.1 Hubungan Jarak Elektroda dan Waktu Detensi Terhadap % Penyisihan COD.....	41
Gambar 4.2 Hubungan Jarak Elektroda dan Waktu Detensi Terhadap % Penyisihan TSS	44
Gambar 4.3 Hubungan Jarak Elektroda dan Waktu Detensi Terhadap % Penyisihan Warna.....	46
Gambar 4.4 Hubungan Dosis Ozon Terhadap % Penyisihan COD.....	48
Gambar 4.5 Hubungan Dosis Ozon Terhadap % Penyisihan TSS	50
Gambar 4.6 Hubungan Dosis Ozon Terhadap % Penyisihan Warna.....	52
Gambar 4.7 Hubungan Waktu Sampling Terhadap % Penyisihan COD Secara Kontinyu.....	54

Gambar 4.8 Hubungan Waktu Sampling Terhadap % Penyisihan TSS Secara Kontinyu..... 56

Gambar 4.9 Hubungan Waktu Sampling Terhadap % Penyisihan Warna Secara Kontinyu58

ABSTRAK

Penggunaan pewarna kimia pada proses pembuatan batik menyebabkan limbah industri batik mengandung bahan kimia yang sukar diuraikan. Limbah cair industri batik juga mengandung bahan kimia lain, salah satunya COD, yang apabila kadarnya tinggi, maka kebutuhan oksigen terlarut akan rendah dan menyebabkan biota air mati, dan apabila TSS tinggi, akan menyebabkan sinar matahari terhalang mencapai dasar perairan dan tanaman berhenti memproduksi oksigen. Salah satu teknologi alternatif yang telah berhasil digunakan sebagai metode pengolahan untuk mengurangi konsentrasi senyawa organik beracun adalah proses oksidasi tingkat lanjut, dan salah satu yang efektif yaitu oksidasi lanjut berbasis O_3 /GAC yang dikombinasi dengan metode elektrokoagulasi. Keunggulan kedua teknologi proses tersebut yaitu tidak memerlukan tambahan bahan kimia, selain itu limbah sekunder berupa *sludge* sangat kecil, dan mudah dioperasikan, oleh karena itu dapat dikatakan sebagai *Green Technology*.

Hasil pengolahan limbah batik menggunakan proses elektrokoagulasi secara *batch*, didapatkan hasil parameter COD 331,2 mg / L; TSS 120 mg / L; dan warna 196 PtCo. Hasil pengolahan limbah batik menggunakan proses oksidasi lanjut berbasis O_3 /GAC secara *batch*, didapatkan hasil parameter COD 110,4 mg / L; TSS 40 mg / L; dan warna 30 PtCo. Hasil pengolahan limbah batik menggunakan kombinasi elektrokoagulasi dan oksidasi lanjut berbasis O_3 /GAC secara kontinyu, didapatkan hasil parameter COD 552 mg / L; TSS 360 mg / L; dan warna 374 mg / L. Hasil pengolahan limbah batik menggunakan kombinasi elektrokoagulasi dan oksidasi lanjut berbasis O_3 /GAC secara *batch* sudah cukup efisien dalam mendegradasi beban pencemar yang terkandung dalam limbah batik, namun apabila dilakukan secara kontinyu, hasil yang didapatkan belum efisien dikarenakan masih berada di atas baku mutu.

Kata kunci : elektrokoagulasi, oksidasi lanjut berbasis O_3 /GAC, limbah industri batik

ABSTRACT

The use of chemical dyes in the batik-making process causes the batik industrial waste to contain chemicals that are difficult to decompose. The batik industrial liquid waste also contains other chemicals, one of which is COD, which if the levels are high, the dissolved oxygen demand will be low and cause water biota to die, and if the TSS is high, it will block sunlight from reaching the bottom of the waters and plants stop producing oxygen. One alternative technology that has been used successfully as a processing method to reduce the concentration of toxic organic compounds is the advanced oxidation process, and one that is effective is the O₃ / GAC-based advanced oxidation combined with the electrocoagulation method. The advantages of these two process technologies are that they do not require additional chemicals, other than that secondary waste in the form of sludge is very small, and easy to operate, therefore it can be said as Green Technology.

The results of processing batik waste using a batch electrocoagulation process, the results obtained COD parameters 331.2 mg / L; TSS 120 mg / L; and 196 PtCo colors. The results of processing batik waste using an O₃ / GAC-based advanced oxidation process in batches, obtained the COD parameter results of 110.4 mg / L; TSS 40 mg / L; and 30 PtCo colors. The results of continuous processing of batik waste using a combination of electrocoagulation and continued oxidation based on O₃ / GAC, obtained the COD parameter of 552 mg / L; TSS 360 mg / L; and color 374 mg / L. The results of processing batik waste using a combination of electrocoagulation and further oxidation based on O₃ / GAC in batches are quite efficient in degrading the pollutant load contained in batik waste, but if it is done continuously, the results obtained are not efficient because they are still above the quality standard.

Keywords: electrocoagulation, O₃ / GAC based further oxidation, batik industrial waste