

**SKRIPSI**

**PENGARUH DERAJAT KEASAMAN DAN  
JARAK KATALIS PADA KOMBINASI  
PROSES ELEKTROKIMIA-FOTOKATALIS  
UNTUK PENYISIHAN BAHAN ORGANIK  
LIMBAH BATIK**



Oleh :

**AMALIA DIAN PUSPARINI**

**NPM. 1652010049**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"  
JAWA TIMUR  
SURABAYA**

**2020**

**PENGARUH DERAJAT KEASAMAN DAN JARAK KATALIS  
PADA KOMBINASI PROSES ELEKTROKIMIA-FOTOKATALIS  
UNTUK PENYISIHAN BAHAN ORGANIK LIMBAH BATIK**

**SKRIPSI**

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

**Diajukan Oleh :**

**AMALIA DIAN PUSPARINI**

**NPM. 1652010049**

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

**LEMBAR PENGESAHAN**

**Skripsi/ Tugas Akhir**

**PENGARUH DERAJAT KEASAMAN DAN JARAK KATALIS  
PADA KOMBINASI PROSES ELEKTROKIMIA-FOTOKATALIS  
UNTUK PENYISIHAN BAHAN ORGANIK LIMBAH BATIK**

Diajukan Oleh :

**AMALIA DIAN PUSPARINI**

**NPM. 1652010049**

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,

**Ir. Tuhu Agung R. MT**


**NIP. 19620501 198803 1 001**

Mengetahui  
DEKAN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JATIM

**Dr. Dra. Jariyah, MP**

**NIP. 19650403 199103 2 001**

## BIODATA

<b>IDENTITAS DIRI PENELITIAN</b>					
Nama Lengkap	Amalia Dian Pusparini				
Fakultas/Program Studi	Teknik/Teknik Lingkungan				
N.P.M	1652010049				
Tempat, Tanggal Lahir	Surabaya, 02 Agustus 1998				
Alamat	Jl. Rungkut Asri Timur XIII/15, Surabaya				
Nomor Telepon/HP	082257249302				
E-mail	<a href="mailto:amalia.dian02.ad@gmail.com">amalia.dian02.ad@gmail.com</a>				
<b>PENDIDIKAN</b>					
No.	Tingkat Edukasi	Institusi	Program Studi	Tahun	
				Masuk	Lulus
1.	SD	SD Muhammadiyah 6 Surabaya	-	2004	2010
2.	SMP	SMP Al-Izzah Batu	-	2010	2013
3.	SMA	SMAN 16 Surabaya	IPA	2013	2016
4.	Universitas	Universitas Pembangunan Nasional (UPN) "Veteran" Jawa Timur	Teknik Lingkungan	2016	2020
<b>TUGAS AKADEMIK</b>					
No.	Tugas Akademik / Kegiatan	Judul / Tempat Pelaksanaan			Tahun
1.	Kuliah Lapangan	Batik Dinar Hadi, IPLT Sewon, SPAM Kartamantul, PT.Mirota KSM, dan Desa Wisata Kampung Sukunan			2019
2.	Kuliah Kerja Nyata	Desa Jombok, Kecamatan Pule, Kabupaten Trenggalek			2019
3.	Kerja Praktik	PT. Indonesia Power Semarang PGU			2019
4.	Tugas Perencanaan	Pengolahan Air Buangan Industri Tepung Ikan			2019
5.	Skripsi	Pengaruh Derajat Keasaman dan Jarak Katalis pada Kombinasi Proses Elektrokimia-Fotokatalis untuk Penyisihan Bahan Organik Limbah Batik			2020
<b>IDENTITAS ORANG TUA</b>					
Nama Lengkap	Suyanto				
Alamat	Jl. Rungkut Asri Timur XIII/15, Surabaya				
Nomor Telepon / HP	081331553946				
Pekerjaan	Pensiunan PNS				

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul **“Pengaruh Derajat Keasaman dan Jarak Katalis pada Kombinasi Proses Elektrokimia-Fotokatalis untuk Penyisihan Bahan Organik Limbah Batik”**. Tugas Akhir ini dapat selesai dengan tepat waktu tentunya tidak lepas dari peran serta dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terimakasih 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. Ir. Tuhu Agung R., MT selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah membantu, mengarahkan dan membimbing sehingga tugas akhir ini dapat selesai dengan baik.
4. Seluruh Dosen dan Staff Pengajar Program Studi Teknik Lingkungan yang telah membagikan ilmu di dalam kelas maupun diskusi.
5. Kedua orangtua yang selalu memberikan do’a, dukungan, dan saran dalam menyelesaikan tugas ini.
6. Semua teman – teman Teknik Lingkungan angkatan 2016, yang telah membantu proses pengerjaan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna dan banyak kekurangan baik dalam metode penulisan maupun dalam pembahasan materi. Hal tersebut dikarenakan keterbatasan kemampuan penulis, sehingga penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun mudah-mudahan dikemudian hari dapat memperbaiki segala kekurangannya.

Surabaya, September 2020

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN.....</b>	<b>xiii</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>xiv</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat.....	2
1.5 Lingkup Penelitian.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
2.1 Tinjauan umum.....	4
2.1.1 Limbah Industri Batik.....	4
2.1.2 Karakteristik Limbah Industri Batik.....	5
2.1.3 Baku Mutu Industri Tekstil.....	6
2.1.4 Koagulasi-Flokulasi.....	7
2.1.5 Elektrokimia.....	10
2.1.6 Elektrolisis.....	16
2.1.7 Elektroplating.....	18
2.1.8 Elektrokoagulasi.....	19
2.1.9 Fotokatalis.....	20
2.2 Landasan Teori.....	25
2.3 Hasil Penelitian Sebelumnya.....	27
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>29</b>
3.1 Umum.....	29

3.2	Kerangka penelitian.....	29
3.3	Bahan dan alat.....	31
3.3.1	Bahan.....	31
3.3.2	Alat.....	31
3.4	Cara kerja.....	31
3.5	Variabel Penelitian.....	33
3.5.1	Variabel Tetap Sistem Batch dan Kontinu .....	33
3.5.2	Variabel Bebas .....	34
3.5.3	Desain Reaktor.....	34
3.6	Analisis.....	37
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>38</b>
4.1	Hasil Penelitian .....	38
4.1.1	Penelitian Awal.....	38
4.1.2	Hasil Uji Parameter Penelitian.....	39
4.2	Pembahasan .....	41
4.2.1	Pengaruh Derajat Keasaman dan Waktu Kontak terhadap Penyisihan COD pada Proses Elektrokimia.....	41
4.2.2	Pengaruh Derajat Keasaman dan Waktu Kontak terhadap Penyisihan TSS pada Proses Elektrokimia.....	49
4.2.3	Pengaruh Derajat Keasaman dan Waktu Kontak terhadap Nilai pH pada Proses Elektrokimia .....	56
4.2.4	Pengaruh Jarak Katalis dengan Lampu UV dan Waktu Pemaparan terhadap Penyisihan COD pada Proses Fotokatalis.....	57
4.2.5	Pengaruh Jarak Katalis dengan Lampu UV dan Waktu Pemaparan terhadap Nilai pH pada Proses Fotokatalis.....	64
4.2.6	Pengaruh Waktu Proses terhadap Penyisihan COD, TSS, dan Nilai pH pada Sistem Kontinu.....	65
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>		<b>68</b>
5.1	Kesimpulan.....	68
5.2	Saran.....	68
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		<b>xv</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Baku Mutu Air Limbah Untuk Industri Tekstil .....	6
Tabel 2. 2 Hasil Penelitian Sebelumnya .....	27
Tabel 4.1 Karakteristik awal air limbah pewarnaan batik.....	38
Tabel 4.2 Hasil Analisa Limbah Pewarnaan Batik Setelah Proses <i>Pretreatment</i> .	39
Tabel 4.3 Pengaruh Derajat Keasaman dan Waktu Kontak terhadap Persen Removal COD (%) pada Proses Elektrokimia .....	40
Tabel 4.4 Pengaruh Derajat Keasaman dan Waktu Kontak terhadap Persen Removal TSS (%) pada Proses Elektrokimia.....	40
Tabel 4.5 Pengaruh Derajat Keasaman dan Waktu Kontak terhadap Derajat Keasaman pada Proses Elektrokimia .....	40
Tabel 4.6 Pengaruh Jarak Katalis dan Waktu Pemaparan terhadap Persen Removal COD (%) pada Proses Fotokatalis .....	40
Tabel 4.7 Pengaruh Jarak Katalis dan Waktu Pemaparan terhadap Derajat Keasaman pada Proses Fotokatalis .....	41
Tabel 4.8 Pengaruh Waktu Proses Sistem Kontinu terhadap Penyisihan COD, TSS dan Nilai pH .....	41



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Mekanisme oksidasi fenol secara elektrokimia.....	11
Gambar 2.2 Tahap reaksi degradasi pada gugus benzene.....	13
Gambar 2.3 Mekanisme Proses Elektrokoagulasi .....	19
Gambar 2.4 Mekanisme Fotokatalis .....	21
Gambar 2.5 Reaksi Kimia Pada Fotokatalis TiO <sub>2</sub> .....	22
Gambar 2.6 Spektrum Ultraviolet.....	23
Gambar 3. 1 Kerangka Penelitian.....	30
Gambar 3.2 Sketsa Rangkaian Reaktor Pretreatment .....	34
Gambar 3.3 Sketsa Rangkaian Reaktor Elektrokimia.....	35
Gambar 3.4 Sketsa Rangkaian Reaktor Fotokatalis .....	35
Gambar 3.5 Sketsa Rangkaian Sistem Kontinu.....	36
Gambar 4. 1 Hubungan antara waktu kontak (menit) dengan removal COD (%) pada.....	42
Gambar 4. 2 Tahap Reaksi Degradasi pada Gugus Benzene .....	43
Gambar 4. 3 Hubungan antara derajat keasaman dengan removal COD (%) pada berbagai waktu kontak (menit) .....	45
Gambar 4. 4 Uji statistika regresi linier pengaruh pH terhadap removal COD ....	46
Gambar 4. 5 Uji statistika regresi linier pengaruh waktu kontak terhadap removal COD.....	47
Gambar 4. 6 Uji statistika ANOVA one-way pengaruh pH terhadap removal COD .....	48
Gambar 4. 7 Uji statistika ANOVA one-way pengaruh waktu kontak terhadap removal COD .....	49
Gambar 4. 8 Hubungan antara waktu kontak (menit) dengan removal TSS (%)..	50
Gambar 4. 9 Hubungan antara derajat keasaman dengan removal TSS (%) pada berbagai waktu kontak (menit) .....	52
Gambar 4. 10 Uji statistika regresi linier pengaruh pH terhadap removal TSS ....	53
Gambar 4. 11 Uji statistika regresi linier pengaruh waktu kontak terhadap removal TSS .....	54

Gambar 4. 12 Uji statistika ANOVA one-way pengaruh pH terhadap removal TSS .....	55
Gambar 4. 13 Uji statistika ANOVA one-way pengaruh waktu kontak terhadap removal TSS.....	55
Gambar 4. 14 Hubungan antara waktu kontak (menit) dengan nilai pH pada berbagai derajat keasaman .....	56
Gambar 4. 15 Hubungan antara waktu pemaparan (menit) dengan removal COD (%) pada berbagai jarak katalis dengan lampu UV (cm).....	58
Gambar 4. 16 Hubungan antara jarak katalis lampu UV (cm) dengan removal COD (%) pada berbagai waktu pemaparan (menit) .....	59
Gambar 4. 17 Uji statistika regresi linier pengaruh jarak katalis dengan lampu UV terhadap removal COD .....	60
Gambar 4. 18 Uji statistika regresi linier pengaruh waktu pemaparan terhadap removal COD .....	61
Gambar 4. 19 Uji statistika ANOVA one-way pengaruh jarak katalis dengan lampu UV terhadap removal COD.....	63
Gambar 4. 20 Uji statistika ANOVA one-way pengaruh waktu pemaparan terhadap removal COD .....	63
Gambar 4. 21 Hubungan antara waktu pemaparan dengan nilai pH pada berbagai jarak katalis dengan lampu UV .....	64
Gambar 4. 22 Hubungan antara waktu proses (menit) dengan removal COD (%) dan TSS (%) pada sistem kontinu .....	66
Gambar 4. 23 Hubungan antara waktu proses (menit) dengan nilai pH pada sistem kontinu .....	66

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran A: Hasil Analisis

Lampiran B: Perhitungan

Lampiran C: Dokumentasi

Lampiran D: Data Pendukung

## DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

COD	=	<i>Chemical Oxygen Demand</i>
TSS	=	<i>Total Suspended Solid</i>
pH	=	<i>Power of Hydrogen</i> (Derajat Keasaman)
TiO <sub>2</sub>	=	Titanium Dioksida
OH•	=	Radikal Hidroksil
HCl	=	Asam Klorida
UV	=	Ultraviolet
hν	=	Sinar Cahaya
PAC	=	<i>Poly Aluminium Chloride</i>
vb	=	<i>Valence Band</i> / Pita valensi
cb	=	<i>Conduction Band</i> / Pita konduksi
e <sup>-</sup>	=	Elektron
h <sup>+</sup>	=	Hole

## ABSTRAK

Seiring meningkatnya produksi batik dalam beberapa tahun terakhir menyebabkan permasalahan lingkungan, terutama untuk industri rumah tangga yang belum memiliki pengolahan air limbah pewarnaan batik. Pengolahan secara elektrokimia dan fotokatalis yang merupakan usulan dari beberapa peneliti dinilai lebih hemat dan tidak menghasilkan bahan-bahan pencemar baru. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh serta kondisi optimum derajat keasaman pada proses elektrokimia dan jarak katalis dengan lampu UV pada proses fotokatalis penyisihan COD dan TSS pada limbah pewarnaan batik. Metode yang digunakan adalah elektrokimia dan fotokatalis dengan elektroda aluminium, jarak antara elektroda 3 cm, katalis  $\text{TiO}_2$ , dan lampu UV-C. Penelitian dilakukan dengan variabel pH (8,1; 7; 6; 5; 4) dan jarak katalis dengan lampu UV (2, 3, 4, 5, 6 cm). Penyisihan bahan organik optimum sistem *batch* didapatkan pada proses elektrokimia dengan kondisi pH 4 dan jarak katalis dengan lampu UV 6 cm pada proses fotokatalis. Hasil tersebut dijadikan acuan pada sistem kontinu sehingga didapatkan penyisihan COD sebesar 79% pada elektrokimia dan 40% pada fotokatalis, sedangkan penyisihan TSS sebesar 75% dengan nilai pH akhir 9,5.

**Kata Kunci:** Asam Klorida, Aluminium, Titanium Dioksida

## **ABSTRACT**

*The increasing production of batik in recent years could cause environmental problems, especially for home industries that do not have batik dyeing wastewater treatment. The electrochemical and photocatalytic processing proposed by several researchers is considered more economical and does not produce new by product. The purpose of this study was to determine the effect and optimum conditions for potential of hydrogen in electrochemical process and distance between catalyst with UV light in photocatalyst process of COD and TSS removal in batik dyeing wastewater. The methods used were electrochemical and photocatalyst with aluminum electrodes, distance between electrodes 3 cm, TiO<sub>2</sub> catalyst, and UV-C light. This research was conducted with variable pH (8,1; 7; 6; 5; 4) and distance of the catalyst with a UV light (2, 3, 4, 5, 6 cm). The optimum removal of organic matter in the batch system was obtained in an electrochemical process with pH 4 and a distance of the catalyst with a UV light 6 cm in the photocatalytic process. These results are used as a reference in a continuous system that COD removal is 79% for electrochemical and 40% for photocatalyst, while TSS removal is 75% with final pH 9.5.*

**Keywords:** *Hydrochloric Acid, Aluminum, Titanium Dioxide*