

SKRIPSI

**KOMBINASI FOTOKATALIS DAN
KARBON AKTIF UNTUK
MENDEGRADASI KROM TOTAL (Cr)
DAN COD DALAM LIMBAH TEKSTIL**



Oleh :

WIRDA FADHILAH RACHIM
NPM 1552010115

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN”
JAWA TIMUR
SURABAYA
2019**

**KOMBINASI FOTOKATALIS DAN KARBON AKTIF UNTUK
MENDEGRADASI KROM TOTAL (Cr) DAN COD DALAM
LIMBAH TEKSTIL**

SKRIPSI

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

Diajukan Oleh:
WIRDA FADHILAH RACHIM
1552010115

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN” JATIM

SURABAYA

2019

**KOMBINASI FOTOKATALIS DAN KARBON AKTIF UNTUK
MENDEGRADASI KROM TOTAL (Cr) DAN COD DALAM
LIMBAH TEKSTIL**

SKRIPSI

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

Diajukan Oleh :

WIRDA FADHILAH RACHIM
NPM: 1552010115

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN”
JAWA TIMUR
SURABAYA
2019**

Lembar Pengesahan
Skripsi / Tugas Akhir

Kombinasi Fotokatalis Dan Karbon Aktif Untuk Mendegradasi Krom Total (Cr) Dan COD Dalam Limbah Tekstil

Oleh :

WIRDA FADHILAH RACHIM
1552010115

Telah Dipertahankan Dihadapan dan Diterima Oleh Tim Penguji Skripsi
Fakultas Teknik Program Studi Teknik Lingkungan
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

Pada Tanggal :

Pembimbing

(10.1.2)

Iri. Tuhu Agung R., MT
NIP. 19620501 198603 2 001



ABSTRAK

Secara umum limbah industri tekstil sulit untuk didegradasi, karena mengandung senyawa-senyawa yang kompleks seperti zat organik, zat warna dan logam berat yang biasanya dihasilkan dari proses pewarnaannya. Metode adsorpsi untuk penggolahan limbah logam berat menggunakan karbon aktif saja memiliki kelemahan yaitu diperlukannya energi yang sangat tinggi dan atau bahan kimia yang sangat banyak. Kelemahan inilah yang mendasari penelitian ini untuk mengkombinasikan proses adsorpsi dengan fotokatalis. Fotokatalis yaitu proses yang memerlukan cahaya dan katalis semikonduktor TiO_2 untuk melangsungkan atau mempercepat transformasi kimia, dimana sumber cahaya yang digunakan bisa berasal dari sinar UV. Semikonduktor yang terkena sumber cahaya akan menghasilkan *electron/hole* (e^-/h^+) dan mengawali proses oksidasi polutan organik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi optimum dan besarnya penurunan kadar Krom Total (Cr) dan COD yang terdapat dalam limbah industri tekstil. Pada penelitian *batch* menggunakan 8 liter air limbah dengan peubah waktu pemaparan pada proses fotokatalis yaitu 30, 60, 90, 120, dan 150 menit dan pada proses adsorpsi yaitu menggunakan variasi waktu kontak yaitu 15, 30, 45, 60, 75 menit dan massa adsorben yaitu 100 gram dan 200 gram. Selain secara *batch*, penelitian kombinasi fotokatalis-adsorpsi ini juga dilakukan percobaan secara kontinyu dengan variable terbaik dari proses *batch* dan dengan waktu sampling kontinyu yaitu setiap 15 menit hingga 180 menit. Berdasarkan hasil penelitian, efisiensi pengolahan Krom Total (Cr) dan COD menggunakan proses kombinasi fotokatalis-adsorpsi masing-masing sebesar 86% dan 56% pada waktu pemaparan 150 menit, massa adsorben 200 gram, dan waktu sampling pada waktu 90 menit.

Kata kunci: limbah tekstil, fotokatalis, adsorpsi, krom total (Cr), COD

ABSTRACT

The adsorption method for processing heavy metal using activated carbon in textile industry waste has the disadvantage, that are they need very high energy and/or chemicals. To overcome these weaknesses, this study was designed to combine the adsorption process with photocatalysts. Photocatalyst is a process that requires light and TiO₂ semiconductor catalyst to carry out or accelerate chemical transformation, which is the light source used can come from UV light. Semiconductors that are exposed to light sources will produce electrons / holes (e-/h+) and initiate the oxidation process of organic pollutants. The objective of this study was to determine the optimum conditions and the reduction of total chromium (Cr) and COD levels in the textile industry waste. In a batch study using 8 liters of waste water with a time exposure variable in the photocatalyst process that was 30, 60, 90, 120, and 150minutes and in the adsorption process using contact time variations of 15, 30, 45, 60, 75 minutes and the mass of the adsorbent was 100 gram and 200 gram. On the other hand, the research of the photocatalyst-adsorption combination was also carried out in continuously process with the best variable from the batch process and with continuous sampling time was every 15 minutes to 180 minutes. Based on the research, efficiency of the Total Chromium (Cr) and COD processing uses a combination process of photocatalyst-adsorption were 86% and 56% at 150 minutes exposure time, 200 gram adsorbent mass, and at 90 minutes of sampling time.

Keyword: *textile industry wastewater, adsorption, photocatalyst, Total Chromium (Cr), COD*

CURRICULUM VITAE

IDENTITAS DIRI PENELITI			
1.	Nama Lengkap	Wirda Fadhilah Rachim	
2.	NPM	1552010115	
3.	Tempat, Tanggal Lahir	Yogyakarta, 26 Agustus 1997	
4.	Alamat	Perumahan dosen amban pantai no.47, Papua Barat	
5.	Nomor HP	082198688939	
6.	Email	wirdafr@gmail.com	
PENDIDIKAN			
No.	Nama Sekolah/Universitas	Jurusan	Tahun
1.	SD Negeri 02 Amban	-	2003 – 2009
2.	SMP Negeri 01 Manokwari	-	2009 – 2012
3.	SMA Negeri 01 Manokwari	IPA	2012 – 2015
4.	UPN “Veteran” Jawa Timur	TEKNIK LINGKUNGAN	2015 – 2020
TUGAS AKADEMIK			
No.	Kegiatan	Tempat/Judul	Tahun
1.	Kuliah Lapangan	PDAM Surya Sembada Surabaya, PT. Coca Cola Amatil Indonesia, PT. Itdc Nusa Dua Bali, PT. Gapura Liqua, PDAM Tirta Mangutama	2018
2.	KKN	Desa Kedungglugu, Kecamatan Gondang , Kabupaten Nganjuk	2018
3.	Kerja Praktek	PT. SIER Surabaya	2018
4.	Tugas PBPAB	Bangunan Pengolahan Air Buangan Industri Terpusat	2018
5.	Skripsi	Kombinasi Fotokatalis dan Karbon Aktif Untuk Mendegradasi Krom Total (Cr) dan COD Dalam Limbah Tekstil	2019
IDENTITAS ORANG TUA			
1.	Nama	Budi Santoso	
2.	Alamat	Perumahan dosen amban pantai no.47, Papua Barat	
3.	Nomor HP	0813 3015 3144	
4.	Pekerjaan	PNS	

Surabaya, Desember 2019

Penulis

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT karena dengan segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “**KOMBINASI FOTOKATALIS DAN KARBON AKTIF UNTUK MENDEGRADASI KROM TOTAL (Cr) DAN COD DALAM LIMBAH TEKSTIL**”.

Penulisan skripsi ini bertujuan untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar sarjana pendidikan bagi mahasiswa program S1 pada Program studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh sebab itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini.

Selesainya skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, sehingga pada kesempatan ini penulis dengan segala kerendahan hati dan penuh rasa hormat mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan moril maupun materiil secara langsung maupun tidak langsung kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai, terutama kepada yang saya hormati:

1. Bapak dan Ibu atas dukungan baik moril maupun materiil serta doa yang telah diberikan.
2. Ibu Dr. Dra. Jariyah, MP selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Ibu Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT selaku Koordinator Program Studi Teknik Lingkungan
4. Bapak Ir. Tuhu Agung R., MT selaku dosen pembimbing skripsi saya yang telah memberikan arahan maupun kritik dan saran bimbingan yang sangat berguna dalam penyusunan skripsi ini.
5. Bapak/Ibu dosen dan staf Program Studi Teknik Lingkungan yang telah banyak membantu saya untuk dapat melaksanakan penulis dalam studi.

6. Terima kasih juga kepada teman-teman serta semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan menjadi bahan masukan bagi dunia pendidikan.

Surabaya, Desember 2019

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iii
BAB 1	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	3
BAB 2	5
TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Limbah Cair Industri Tekstil.....	5
2.1.1 Proses Pewarnaan Pada Industri Tekstil	6
2.1.2 Baku Mutu Air Limbah Industri Tekstil.....	10
2.1.3 Parameter Limbah Cair Indsutri Tekstil	11
2.2 AOPs (<i>Advanced Oxidation Process</i>).....	13
2.3 AOPs Metode Fotokatalis TiO ₂	14
2.4 Faktor yang mempengaruhi Fotokatalis.....	17
2.5 Katalis	20
2.6 Proses Degradasi Logam Cr dan Polutan Organik oleh Fotokatalis.....	20
2.7 Adsorpsi	21
2.7.1 Faktor yang Mempengaruhi Adsorpsi	22
2.7.2 Adsorben.....	23
2.8 Dasar Metode Kombinasi Fotokatalis TiO ₂ dengan Adsorpsi.....	26
2.9 Proses Koagulasi Flokulasi	27
2.10 Penelitian Terdahulu	29
BAB 3	33
METODE PENELITIAN.....	33
3.1 Kerangka Penelitian	33
3.1.1 Ide Penelitian	34

3.1.2 Studi Literatur.....	34
3.2 Bahan dan Peralatan.....	35
3.2.1 Bahan Penelitian	35
3.2.2 Peralatan Penelitian	35
3.4 Cara Kerja	42
3.4.1 Proses Persiapan Penelitian dan Penelitian Pendahuluan.....	42
3.4.2 Penelitian Awal	42
3.4.3 Penelitian Utama	43
3.5 Variabel.....	45
3.5.1 Variabel Peubah.....	45
3.5.2 Variabel Tetap	46
3.6 Analisis	46
BAB 4	47
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	47
4.1 Karakteristik Limbah	47
4.2 Proses <i>Pre-Treatment</i> Koagulasi pada Limbah Sebelum Pengolahan....	47
4.3 Hasil Penelitian	50
4.4 Pengaruh Waktu Pemaparan Pada Proses Fotokatalis Terhadap Penyisihan COD Dan Krom Total (Cr)	52
4.4.1 Pengaruh Waktu Pemaparan Pada Proses Fotokatalis Terhadap Penyisihan COD	52
4.4.2 Pengaruh Waktu Pemaparan Pada Proses Fotokatalis Terhadap Penyisihan Krom Total (Cr)	55
4.5 Pengaruh Massa Adsorben Dan Waktu Kontak Pada Proses Kombinasi Fotokatalis Dan Adsorpsi Terhadap Penyisihan COD Dan Krom Total (Cr)	58
4.5.1 Pengaruh Massa Adsorben Dan Waktu Kontak Pada Proses Kombinasi Fotokatalis Dan Adsorpsi Terhadap Penyisihan COD	59
4.5.2 Pengaruh Massa Adsorben Dan Waktu Kontak Pada Proses Kombinasi Fotokatalis Dan Adsorpsi Terhadap Penyisihan Krom Total (Cr)	62
4.5.3 Persentase Penurunan Total Konsentrasi COD Dan Krom Total (Cr) Menggunakan Kombinasi Fotokatalis TiO ₂ Dan Adsorpsi Karbon Aktif Pada Sistem <i>Batch</i>	66
4.6 Penelitian Secara Kontinyu.....	67

4.6.1 Pengaruh Proses Kontinyu Dalam Penurunan COD	68
4.6.2 Pengaruh Proses Kontinu Dalam Penurunan Krom Total (Cr)	70
BAB 5	73
KESIMPULAN DAN SARAN.....	73
5.1 Kesimpulan	73
5.2 Saran	73
DAFTAR PUSTAKA	75
LAMPIRAN A	1
LAMPIRAN B	4
LAMPIRAN C	10
LAMPIRAN D	23

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nama dan Struktur Kimia Kromofor.....	7
Tabel 2.2 Baku Mutu Air Limbah Industri Tekstil.....	10
Tabel 2.3 Jurnal Penelitian Terdahulu.....	29
Tabel 4.1 Karakteristik Awal Limbah Batik	47
Tabel 4.2 Hasil analisa perhitungan dosis optimum koagulan pada proses <i>Pre-Treatment</i>	48
Tabel 4.3 Karakteristik Awal Limbah Batik Sebelum <i>Pre-Treatment</i>	49
Table 4.4 Karakteristik Awal Limbah Batik Setelah <i>Pre-Treatment</i>	49
Tabel 4.5 Hasil Analisa Penyisihan COD Dan Krom Total (Cr) Tanpa <i>Pre-Treatment</i> Koagulasi	51
Tabel 4.6 Hasil Analisa Penyisihan COD Dan Krom Total (Cr) Menggunakan <i>Pre-Treatment</i> Koagulasi	51
Tabel 4.7 Pengaruh Waktu Pemaparan Pada Proses Fotokatalis TiO ₂ Terhadap Penyisihan COD (%) Tanpa Dan Menggunakan <i>Pre-Treatment</i> Koagulasi.....	53
Tabel 4.8 Pengaruh Waktu Pemaparan Pada Proses Fotokatalis Terhadap Penyisihan Krom Total (Cr) (%) Tanpa Dan Menggunakan <i>Pre-Treatment</i> Koagulasi	56
Tabel 4.9 Pengaruh Massa Adsorben (gram) Dan Waktu Kontak (menit) Pada Proses Kombinasi Fotokatalis Dan Adsorpsi Terhadap Penyisihan COD	60
Tabel 4.10 Pengaruh Waktu Kontak (menit) Dan Massa Adsorben (gram) Terhadap Penyisihan COD (%) Setelah Pengolahan Kombinasi Fotokatalis dan Adsorpsi	60
Tabel 4.11 Pengaruh Massa Adsorben (gram) Dan Waktu Kontak (menit) Pada Proses Kombinasi Fotokatalis Dan Adsorpsi Terhadap Penyisihan Krom Total (Cr)	63

Tabel 4.12 Pengaruh Waktu Kontak (menit) Dan Massa Adsorben (gram) Terhadap Penyisihan Krom Total (Cr) (%) Setelah Pengolahan Kombinasi Fotokatalis Dan Adsorpsi	64
Tabel 4.13 Hasil Persentase Penurunan Total Konsentrasi COD Dan Krom Total (Cr) Menggunakan Kombinasi Fotokatalis TiO ₂ Dan Adsorpsi Karbon Aktif	66
Tabel 4.14 Hasil Analisa Waktu Sampling Proses Secara Kontinyu Dalam Penurunan COD Dan Krom Total (Cr).....	67
Tabel 4.15 Pengaruh Proses Kontinyu Terhadap % Penurunan COD	68
Tabel 4.16 Pengaruh Proses Kontinyu Terhadap % Penurunan Krom Total (Cr).....	70

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur Senyawa Zat Warna Yang Sering Digunakan Dalam Industri Tekstil Dan Batik	9
Gambar 2.2 Mekanisme Reaksi Pada Pembentukan Benzene Dari Degradasi Zat Warna Azo Oleh Radikal Oh.....	15
Gambar 2.3 Proses Adsorpsi Dan Desorpsi.....	22
Gambar 3.1 Kerangka Penelitian.....	34
Gambar 3.2 Desain Reaktor Fotokatalis Tampak Samping	36
Gambar 3.3 Desain Reaktor Fotokatalis Tampak Depan	36
Gambar 3.4 Desain Alat Proses Fotokatalis Ke Adsorpsi Secara <i>Batch</i>	37
Gambar 3.5 Desain Reaktor Sistem Kontinyu.....	37
Gambar 4.1 Hubungan Antara Waktu Pemaparan Terhadap Penyisihan Konsentrasi Cod (%) Tanpa Dan Menggunakan <i>Pre-Treatment</i> Koagulasi	54
Gambar 4.2 Hubungan Antara Waktu Pemaparan Terhadap Penyisihan Konsentrasi Krom Total (Cr) (%) Tanpa Dan Menggunakan <i>Pre-Treatment</i> Koagulasi	57
Gambar 4.3 Grafik Hubungan Antara Massa Adsorben (Gram) Terhadap % Penyisihan Cod Pada Berbagai Variasi Waktu Kontak (Menit) ...	61
Gambar 4.4 Grafik Hubungan Antara Massa Adsorben (Gram) Terhadap % Penyisihan Krom Total (Cr) Pada Berbagai Variasi Waktu Kontak (Menit)	65
Gambar 4.5 Hubungan Antara Penyisihan Cod (%) Dengan Waktu Sampling (Menit) Pada Proses Kombinasi Secara Kontinyu	69
Gambar 4.6 Hubungan Waktu Sampling Dengan Persen Penyisihan Konsentrasi Krom Total (Cr).....	71