

**PENGARUH ZnO-KARBON AKTIF DAN JENIS
SINAR TERHADAP DEGRADASI Cr(VI) AIR
LIMBAH BATIK DENGAN METODE
FOTOKATALISIS**

SKRIPSI



Oleh :

FARHAN AULADANA PUTRA ANHAR
NPM 21034010080

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
SURABAYA
2026**

PENGARUH ZnO -KARBON AKTIF DAN JENIS SINAR TERHADAP DEGRADASI $Cr(VI)$ AIR LIMBAH BATIK DENGAN METODE FOTOKATALISIS

SKRIPSI



Oleh:

FARHAN AULADANA PUTRA ANHAR

NPM 21034010080

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
SURABAYA**

2026

**PENGARUH ZnO -KARBON AKTIF DAN JENIS SINAR
TERHADAP DEGRADASI $Cr(VI)$ AIR LIMBAH BATIK
DENGAN METODE FOTOKATALISIS**

SKRIPSI

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

Diajukan Oleh

FARHAN AULADANA PUTRA ANHAR

NPM 21034010080

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN**

SURABAYA

2026

LEMBAR PERSETUJUAN

PENGARUH ZnO -KARBON AKTIF DAN JENIS SINAR TERHADAP DEGRADASI $Cr(VI)$ AIR LIMBAH BATIK DENGAN METODE FOTOKATALISIS

Disusun Oleh:


Farhan Auladana Putra Anhar

NPM 21034010080

Telah disetujui untuk mengikuti Ujian Penelitian

Menyetujui,

Dosen Pembimbing 1

Dosen Pembimbing 2


Mohamad Mirwan, ST., MT.
NIP. 19760212 202121 1 004


M. Abdus Salam Jawwad, ST., M.Sc.
NIP. 19940727 202406 1001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur


Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P.
NIP. 19650403 199103 2 001

LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH ZnO -KARBON AKTIF DAN JENIS SINAR TERHADAP DEGRADASI $Cr(VI)$ AIR LIMBAH BATIK DENGAN METODE FOTOKATALISIS

Disusun Oleh:


Farhan Auladana Putra Anhar
NPM 21034010080

Telah diuji kebenaran oleh Tim Penguji dan diterbitkan pada Jurnal
Serambi Engineering Vol. XI, No. 2 (Terakreditasi Sinta 4)

Menyetujui,

Pembimbing 1


Mohamad Mirwan ST., MT.
NIP. 19760212 202121 1 004

Pembimbing 2


M. Abdus Salam Jawwad, ST., M.Sc.
NIP. 19940727 202406 1001

TIM PENGUJI
1. Ketua


Prof. Dr. Ir. Sri Muljani, MT.
NIP. 19611112 198903 2 001

2. Anggota


Aussie Amalia, ST., M.Sc.
NPT. 172-1992 1124 059

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur


Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P.
NIP. 19650403 199103 2-001

LEMBAR REVISI

PENGARUH ZnO -KARBON AKTIF DAN JENIS SINAR TERHADAP DEGRADASI $Cr(VI)$ AIR LIMBAH BATIK DENGAN METODE FOTOKATALISIS

Disusun Oleh:


Farhan Auladana Putra Anhar

NPM 21034010080

Telah direvisi dan disahkan pada tanggal 18 Februari 2026

TIM PENILAI

KETUA

ANGGOTA


Prof. Dr. Ir. Srie Muljani, MT.
NIP. 19611112 198903 2 001


Aussie Amalia, ST., M.Sc.
NPT. 172 1992 1124 059

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Farhan Auladana Putra Anhar

NPM : 21034010080

Program : Sarjana (S1)

Program Studi: Teknik Lingkungan

Fakultas : Teknik Dan Sains

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Tugas Akhir/Skripsi/Tesis/Disertasi* ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dan saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi. Apabila dikemudian hari ditemulan indikasi plagiat pada Skripsi/Tesis/Desertasi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun juga dan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 20 Februari 2026

Yang Membuat Pernyataan



Farhan Auladana Putra Anhar
NPM. 21034010080

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, Sehingga penulis mendapat menulis Skripsi dengan judul “Pengaruh ZnO-Karbon Aktif dan Jenis Sinar Terhadap Degradasi Cr(VI) Air Limbah Batik Dengan Metode Fotokatalisis”. Skripsi ini dapat tersusun atas dukungan berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan kali ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Dra. Jariyah. M.P., selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Firra Rosariawari, S.T., M.T., selaku Koordinator Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Prof. Euis Nurul Hidayah, ST.,MT.,Ph.D., selaku Koordinator Mata Kuliah Metodologi Penelitian Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
4. Mohamad Mirwan, ST, MT. dan Muhammad Abdus Salam Jawwad, ST, MSc. selaku dosen pembimbing skripsi yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bantuan serta bimbingan juga kritik maupun saran dalam penyusunan skripsi.
5. Prof. Dr. Ir. Srie Muljani, MT. dan Aussie Amalia, ST, MSc. selaku dosen penguji skripsi yang telah memberi saran maupun masukan sehingga bisa membantu menyempurnakan penyusunan skripsi.
6. Teman-teman Teknik Lingkungan angkatan 2021 yang senantiasa memberikan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan laporan ini.

Penyusun menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan proposal skripsi ini. Saran dan kritik sangat diharapkan untuk pengembangan skripsi ini

Surabaya

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL.....	v
DAFTAR GAMBAR	vi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Ruang Lingkup.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Air Limbah Batik	5
2.2 Kromium Heksavalen.....	6
2.3 Fotokatalisis	7
2.4 Semikonduktor	9
2.5 Katalis ZnO	10
2.6 Karbon Aktif	11
2.6.1 Karbon Aktif Tempurung Kelapa.....	11
2.7 Komposit ZnO-Karbon Aktif.....	13
2.8 Sinar UV	14
2.9 Sinar Tampak.....	14
2.10 Penelitian Terdahulu.....	15
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	20

3.1	Waktu dan Tempat Pelaksanaan	20
3.2	Kerangka Penelitian	20
3.3	Alat dan Bahan	21
3.4	Variabel Penelitian	22
3.5	Prosedur Kerja.....	22
3.5.1	Desain Reaktor	22
3.5.2	Perhitungan Reaktor.....	23
3.5.3	Aktivasi Karbon Aktif.....	25
3.5.4	Preparasi Komposit ZnO-Karbon Aktif	25
3.5.5	Penelitian Utama	25
3.6	Matrik Penelitian.....	27
3.7	Analisis Data	28
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....		30
4.1	Hasil Penelitian	30
4.1.1	Karakteristik Awal Air Limbah	30
4.1.2	Hasil Pengujian Cr(VI)	30
4.2	Pembahasan Penelitian.....	32
4.2.1	Pengaruh ZnO-Karbon Aktif dalam Menurunkan Cr(VI).....	32
4.2.2	Pengaruh Jenis Sinar Terhadap Kinerja Fotokatalisis dalam Menurunkan Cr(VI)	40
4.2.3	Pengaruh Massa Katalis Terhadap Kinerja dalam Fotokatalisis dalam Menurunkan Cr(VI)	45
4.2.4	Identifikasi Kondisi Optimal dalam Menurunkan Cr(VI).....	48
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		52
5.1	Kesimpulan	52

5.2	Saran.....	52
	DAFTAR PUSTAKA.....	53
	LAMPIRAN A HASIL ANALISIS.....	58
	LAMPIRAN B PERHITUNGAN.....	64
	LAMPIRAN C DOKUMENTASI PENELITIAN.....	72
	LAMPIRAN D DATA PENDUKUNG.....	75

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu	15
Tabel 3.1 Matriks Penelitian	27
Tabel 4.1 Hasil Penelitian	31
Tabel 4.2 Pengaruh ZnO-Karbon Aktif Terhadap Penurunan Kadar Cr(VI).....	32
Tabel 4.3 Pengaruh Jenis Sinar Terhadap Penurunan Kadar Cr(VI)	41
Tabel 4.4 Pengaruh Massa Katalis Terhadap Penurunan Kadar Cr(VI)	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Reaksi Fotokatalis.....	8
Gambar 3.1 Kerangka Penelitian.....	21
Gambar 3.2 Desain Reaktor.....	23
Gambar 4.1 Pengaruh ZnO-Karbon Aktif 30 gram	34
Gambar 4.2 Pengaruh ZnO-Karbon Aktif 45 gram	34
Gambar 4.3 Pengaruh ZnO-Karbon Aktif 60 gram	34
Gambar 4.4 Uji Statistika ZnO-Karbon Aktif Sinar UV	37
Gambar 4.5 Uji Statistika ZnO-Karbon Aktif Sinar Tampak	38
Gambar 4.6 Uji Statistika ZnO Sinar UV.....	38
Gambar 4.7 Uji Statistika ZnO Sinar Tampak.....	38
Gambar 4.8 Pengaruh Jenis Sinar Katalis 30 gram	42
Gambar 4.9 Pengaruh Jenis Sinar Katalis 45 gram	42
Gambar 4.10 Pengaruh Jenis Sinar Katalis 60 gram	43
Gambar 4.11 Pengaruh Massa Katalis Iradiasi Sinar UV	47
Gambar 4.12 Pengaruh Massa Katalis Iradiasi Sinar Tampak	47
Gambar 4.13 Uji Statistika ZnO-Karbon Aktif Sinar UV	50
Gambar 4.14 Uji Statistika ZnO-Karbon Aktif Sinar Tampak	51

Abstrak

Pengaruh ZnO-Karbon Aktif dan Jenis Sinar Terhadap Degradasi Cr(VI) Air Limbah Batik Dengan Metode Fotokatalisis

Farhan Auladana Putra Anhar

21034010080

Industri batik menghasilkan air limbah yang mengandung logam berat kromium heksavalen Cr(VI) yang bersifat toksik, karsinogenik, dan berbahaya bagi lingkungan perairan. Salah satu metode yang berpotensi efektif dan ramah lingkungan untuk menurunkan kadar Cr(VI) adalah fotokatalisis menggunakan material semikonduktor. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penggunaan komposit ZnO–karbon aktif, variasi jenis sinar, dan massa katalis terhadap kinerja fotokatalisis dalam menurunkan kadar Cr(VI) pada air limbah batik. Penelitian dilakukan secara eksperimental pada skala laboratorium menggunakan reaktor aliran kontinu berbahan akrilik. Variasi yang digunakan meliputi massa komposit ZnO–karbon aktif sebesar 30 g, 45 g, dan 60 g, jenis sinar berupa sinar UV-C dan sinar tampak (LED), serta waktu sampling 0, 50, dan 100 menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan komposit ZnO–karbon aktif mampu meningkatkan efisiensi penurunan Cr(VI) dibandingkan ZnO tanpa modifikasi. Peningkatan massa katalis dan waktu kontak cenderung meningkatkan persen removal Cr(VI). Selain itu, jenis sinar berpengaruh signifikan terhadap kinerja fotokatalisis, di mana sinar UV memberikan hasil penurunan Cr(VI) yang lebih tinggi dibandingkan sinar tampak. Kombinasi kondisi optimal diperoleh pada penggunaan komposit ZnO–karbon aktif dengan massa terbesar dan waktu kontak terlama dengan efisiensi penyisihan sebesar 47%. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa komposit ZnO–karbon aktif berpotensi diaplikasikan sebagai alternatif teknologi pengolahan air limbah batik yang efektif dan berkelanjutan.

Kata Kunci: air limbah batik, Cr(VI), fotokatalisis, ZnO, karbon aktif, jenis sinar

Abstract

The Effect of ZnO–Activated Carbon and Light Source Type on Degradation of Cr(VI) in Batik Wastewater Using Photocatalysis Method

Farhan Auladana Putra Anhar

21034010080

The batik industry generates wastewater containing hexavalent chromium Cr(VI), a heavy metal that is toxic, carcinogenic, and hazardous to aquatic environments. One environmentally friendly and potentially effective method to reduce Cr(VI) concentration is photocatalysis using semiconductor materials. This study aims to analyze the effect of ZnO–activated carbon composite, light source variation, and catalyst mass on the photocatalytic performance in reducing Cr(VI) levels in batik wastewater. The research was conducted experimentally at the laboratory scale using a continuous-flow acrylic reactor. The variables included ZnO–activated carbon composite masses of 30 g, 45 g, and 60 g; light sources of UV-C and visible light (LED); and sampling times of 0, 50, and 100 minutes. The results showed that the ZnO–activated carbon composite significantly improved Cr(VI) removal efficiency compared to unmodified ZnO. Increasing catalyst mass and contact time tended to enhance the percentage removal of Cr(VI). In addition, the type of light source had a significant effect on photocatalytic performance, with UV light producing higher Cr(VI) removal than visible light. The optimal condition was achieved using the ZnO–activated carbon composite at the highest catalyst mass and the longest contact time, resulting in a maximum removal efficiency of 47%. These findings indicate that the ZnO–activated carbon composite has strong potential as an effective and sustainable alternative technology for batik wastewater treatment.

Keywords: Batik Wastewater, Cr(VI), Photocatalysis, ZnO, Activated Carbon, Light Source