

**EFEKTIVITAS FOTOKATALIS BERBASIS KOMPOSIT TiO_2 -
KARBON AKTIF UNTUK MENDEGRADASI POLUTAN PADA
LIMBAH CAIR BATIK**

SKRIPSI



Oleh :

WIRANTISALSABILA
NPM 22034010014

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

**EFEKTIVITAS FOTOKATALIS BERBASIS KOMPOSIT TiO_2 -
KARBON AKTIF UNTUK MENDEGRADASI POLUTAN
PADA LIMBAH CAIR BATIK**

SKRIPSI

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

Diajukan Oleh

WIRANTI SALSABILA

NPM: 22034010014

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

2026

LEMBAR PERSETUJUAN

**EFEKTIVITAS FOTOKATALIS BERBASIS KOMPOSIT TiO_2 -
KARBON AKTIF UNTUK MENDEGRADASI POLUTAN
PADA LIMBAH CAIR BATIK**

Disusun Oleh

Wiranti Salsabila
NPM. 22034010014

Telah disetujui untuk mengikuti Ujian Penelitian

Menyetujui,

Pembimbing

Aussie Amalia, S.T., M.Sc.
NIP./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 PENGESAHAN

**EFEKTIVITAS FOTOKATALIS BERBASIS KOMPOSIT TiO_2 -
KARBON AKTIF UNTUK MENDEGRADASI POLUTAN
PADA LIMBAH CAIR BATIK**

Disusun Oleh:

Wiranti Salsabila

NPM. 22034010014

**Telah diuji kebenaran oleh Tim Penguji dan diterbitkan pada Jurnal
Aplikasi Teknik dan Pengabdian Masyarakat (Terakreditasi Sinta 5)**

Menyetujui,

Pembimbing

**TIM PENGUJI
1. Ketua**

**Aussie Amalia, S.T., M.Sc.
NIP./NPT. 172 1992 1124 059**

**Ir. Tuhu Agung Rachmanto, M.T.
NIP./NPT. 19620501 198803 1 001**

2. Anggota

**Dr. Aulia Ulfa Farahdiba, ST., MSc.
NIP./NPT. 19890106 202406 2 002**

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

**EFEKTIVITAS FOTOKATALIS BERBASIS KOMPOSIT TiO_2 -
KARBON AKTIF UNTUK MENDEGRADASI POLUTAN
PADA LIMBAH CAIR BATIK**

Disusun Oleh:

Wiranti Salsabila

NPM. 22034010014

Telah direvisi dan disahkan pada tanggal 21 Juli 2026

TIM PENILAI

KETUA

ANGGOTA

Ir. Tuhu Agung Rachmanto, M.T.
NIP./NPT. 19620501 198803 1 001

Dr. Aulia Ulfah Farahdiba, ST., MSc.
NIP./NPT. 19890106 202406 2 002

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Wiranti Salsabila
NPM : 22034010014
Program : Sarjana (S1)
Program Studi : Teknik Lingkungan
Fakultas : Teknik dan Sains

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Skripsi ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah 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 ditemukan indikasi plagiat pada Skripsi 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, 21 Juli 2026

Yang Membuat Pernyataan



Wiranti Salsabila
22034010014

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, berkah, dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul **“Efektivitas Fotokatalis Berbasis Komposit TiO₂ - Karbon Aktif untuk Mendegradasi Polutan pada Limbah Cair Batik”** dengan baik.

Penyusunan skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik & Sains Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur. Penulis menyadari bahwa proses penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih yang tulus 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 dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Aussie Amalia, S. T., M. Sc. selaku Dosen Pembimbing yang telah membantu, mengarahkan, dan membimbing sehingga tugas akhir ini dapat selesai dengan baik.
4. Kepada wanita kuat, hebat dan sabar yaitu ibu saya tercinta. Terimakasih telah berjuang untuk kehidupan penulis hingga saat ini, terimakasih telah menjadi ibu terbaik yang selalu menjadi garda terdepan dan selalu mengusahakan apapun untuk penulis, terimakasih atas setiap pengorbanan, ridho yang tulus, dan doa yang tak pernah terlewatkan dalam setiap sujud. Doa-doa ibu adalah nafas perjuangan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini, semoga dalam setiap episode perjalanan berikutnya ibu masih ada di dalamnya. Terima kasih ibu. Skripsi ini untukmu.

5. Kepada sosok yang paling saya rindukan yaitu Almarhum ayah, berat sekali rasanya ditinggalkan sedari kecil. Hari ini, selain rindu dan doa, kuhaturkan gelar S.T ini untukmu, sebagai bagian dari janji kecil yang dari dulu ingin penulis buktikan: *“bahwa aku akan tumbuh menjadi seseorang yang tidak mudah menyerah”*. Terimakasih telah mengajarkanku arti kuat yang sesungguhnya. Jika suatu hari aku terlihat tegar, itu karena aku membawa sebagian jiwamu bersamaku. Semoga setiap doa yang penulis panjatkan sampai kepadamu sebagai isyarat rindu yang tak pernah terobati.
6. Kepada Uti dan Adik, terimakasih atas dukungan dan doa yang selalu dipanjatkan kepada penulis, semoga dengan selesainya skripsi ini dapat menjadi suatu kebanggaan tersendiri yang penulis berikan untuk keluarga.
7. Kepada sahabat rasa saudara kandung penulis, Linda Silvia Puspitasari, yang selalu memberikan semangat dan dorongan kepada penulis, bahkan ketika penulis tidak percaya kepada dirinya sendiri. Terimakasih untuk raga yang selalu siap hadir ketika penulis butuhkan, telinga yang selalu siap mendengar kata hati penulis tanpa penghakiman, terimakasih telah menjadi penguat penulis untuk bertahan selama penyusunan tugas akhir.
8. Kepada sahabat penulis di bangku perkuliahan, Vivi Indah Cahyani, Agus Adam Rahman dan Ragil Prastyo, terimakasih untuk segala uluran tangan yang telah diberikan, ketulusan tanpa pamrih sedari awal mengenal, dan semua momen berharga selama perjalanan perkuliahan. Penulis meminta maaf teruntuk ego serta kesahalan baik perkataan maupun perbuatan yang disengaja ataupun tidak disengaja. Semoga dunia senantiasa memberikan kabar baik kepada kita di perjalanan berikutnya.
9. Kepada saksi penulis menangis di kamar, Naila Mukhbitha Syaharani. Hari ini penulis telah membuktikan bahwa penulis bisa menyelesaikan skripsi ini, terimakasih telah memberikan dukungan saat penulis merasa runtuh, juga teruntuk telinga yang tiada lelahnya mendengarkan keluhan penulis. Semoga setiap langkahmu diikuti kebahagiaan dan keberkahan.

10. Teman-teman Program Studi Teknik Lingkungan UPN “Veteran” Jawa Timur Angkatan tahun 2022, yang telah memberikan dukungan dalam melaksanakan tugas akhir.

11. *Last But Not Least*, terima kasih untuk Wiranti Salsabila, diri penulis sendiri atas perjuangan yang tidak banyak terlihat oleh orang lain, terima kasih telah melawan rasa takutmu sendiri, kini kamu telah membuktikan bahwa kamu bisa berdiri di atas rasa keraguanmu sendiri. Untuk setiap malam dengan tidur yang tak tenang, setiap pagi yang disambut kekhawatiran, namun tetap dijalani dan telah berhasil dilalui. Terima kasih kepada hati yang tetap ikhlas, meski banyak hal yang terjadi di luar prediksi. Kamu telah melakukan yang terbaik, teruslah melangkah dengan penuh keyakinan dan tetap sehat demi mimpi dan wishlistmu yang belum terwujud. Kamu layak bangga, kamu layak bahagia. Dan hari ini, izinkan penulis berkata: *I’m so proud of you, Wiranti Salsabila*.

Penulis telah berusaha memberikan yang terbaik dalam melaksanakan dan menyelesaikan tugas akhir ini, dan tentunya masih terdapat kesalahan sebagaimana layaknya manusia. Untuk itu kritik dan saran penulis harapkan agar menjadi perbaikan atau evaluasi di masa yang akan datang. Terimakasih.

Surabaya, 30 Juni 2026

Wiranti Salsabila

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
ABSTRACT.....	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 Penelitian	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tinjauan Umum / Dasar Teori	5
2.1.1 Air Limbah Batik	5
2.1.2 Parameter Air Limbah Batik	6
2.1.2.1 Potensial Hidrogen (pH).....	6
2.1.2.2 <i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD)	6
2.1.2.3 Kadar Warna.....	7
2.1.3 Fotokatalisis.....	8
2.1.4 Adsorpsi dan Karbon aktif sebagai Material Pengolahan Limbah	9
2.1.5 Mekanisme Reaksi Fotokatalisis TiO ₂	11
2.1.6 Mekanisme Degradasi Zat Warna Batik (Naphtol) oleh TiO ₂ ..	12
2.2 Landasan Teori.....	16
2.2.1 Titanium Dioksida (TiO ₂) sebagai Fotokatalis	16
2.2.2 Karbon aktif Ampas Tebu	17

2.2.3	Karbon aktif Tempurung Kelapa	18
2.2.4	Aktivasi Karbon aktif Menggunakan HCl.....	20
2.2.5	Komposit TiO ₂ –Karbon Aktif	20
2.2.6	Pengaruh Massa Karbon aktif dan Waktu Penyinaran.....	21
2.2.7	Sinergi Adsorpsi dan Fotokatalisis pada Komposit TiO ₂ –Karbon aktif	22
2.3	Hasil Penelitian Sebelumnya	23
BAB 3 METODE PENELITIAN		25
3.1	Kerangka Penelitian	25
3.2	Bahan dan Alat.....	26
3.2.1	Bahan Penelitian	26
3.2.2	Alat Penelitian	26
3.3	Cara Kerja	26
3.3.1	Tahap Pendahuluan.....	26
3.3.2	Tahap Utama.....	29
3.4	Variabel.....	30
3.4.1	Variabel Terikat	30
3.4.2	Variabel Bebas.....	31
3.4.3	Variabel Kontrol	31
3.5	Analisis Penelitian.....	31
3.6	Jadwal Kegiatan	32
3.7	Rancangan Anggaran Biaya.....	32
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....		84
4.1	Hasil Pembuatan Komposit TiO ₂ -Karbon Aktif.....	84
4.1.1	Hasil Uji <i>Fourier Transform Infrared Spectroscopy</i> (FTIR)	86
4.1.2	Hasil Uji <i>Scanning Electron Microscope – Energy Dispersive X-Ray</i> (SEM-EDX).....	92
4.2	Hubungan Karakteristik Komposit TiO ₂ – Karbon Aktif terhadap Mekanisme Fotokatalisis dan Penurunan Warna serta COD.....	100

4.3	Hasil Penelitian	103
4.3.1	Hasil Uji Fotokatalis Terhadap Penurunan Kadar Warna	104
4.3.2	Hasil Uji Fotokatalis Terhadap Penurunan Kadar COD	106
4.3.3	Hasil Uji Fotokatalis Terhadap Perubahan pH	109
4.4	Pengaruh Rasio Karbon Aktif terhadap Penurunan Parameter	112
4.4.1	Pengaruh Rasio Karbon Aktif terhadap Penurunan Warna	112
4.4.2	Pengaruh Rasio terhadap Penurunan COD	115
4.4.3	Pengaruh Rasio terhadap Perubahan pH	118
4.5	Pengaruh Variasi Massa Campuran Karbon Aktif terhadap Penurunan Parameter	120
4.5.1	Pengaruh Massa Campuran Karbon Aktif terhadap Penurunan Warna	121
4.5.2	Pengaruh Massa Campuran Karbon Aktif terhadap Penurunan COD	123
4.5.3	Pengaruh Massa Campuran Karbon Aktif terhadap Perubahan pH	124
4.6	Pengaruh Waktu Penyinaran terhadap Penurunan Parameter.....	126
4.6.1	Pengaruh Waktu Penyinaran terhadap Penurunan Warna.....	126
4.6.2	Pengaruh Waktu Penyinaran terhadap Penurunan COD.....	128
4.6.3	Pengaruh Waktu Penyinaran terhadap Perubahan pH	129
4.7	Analisis Statistika	131
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		135
5.1	Kesimpulan	135
5.2	Saran	136
DAFTAR PUSTAKA.....		xii
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Hasil Penelitian Sebelumnya.....	23
Tabel 3. 1 Karakteristik Awal Limbah.....	27
Tabel 3. 2 Jadwal Kegiatan Penelitian	32
Tabel 3. 3 Rancangan Anggaran Biaya	32
Tabel 4. 1 Intrepetasi Gugus Fungsi Hasil Uji FTIR Sebelum Komposit.....	88
Tabel 4. 2 Intrepetasi Gugus Fungsi Komposit Hasil Uji FTIR Sebelum Komposit ..	90
Tabel 4. 3 Tabel EDX Karbon Aktif Sebelum Komposit	94
Tabel 4. 4 Tabel EDX Komposit TiO ₂ -Karbon Aktif	97
Tabel 4. 5 Hasil Uji Fotokatalis Terhadap Penurunan Kadar Warna dengan Komposisi TiO ₂ 6 gram.....	104
Tabel 4. 6 Hasil Uji Fotokatalis Terhadap Penurunan Kadar COD dengan Komposisi TiO ₂ 6 gram.....	107
Tabel 4. 7 Hasil Uji Fotokatalis Terhadap Perubahan pH dengan Komposisi TiO ₂ 6 gram	110
Tabel 4. 8 Pengaruh Rasio Karbon Aktif terhadap Penurunan Warna	113
Tabel 4. 9 Pengaruh Rasio Karbon Aktif terhadap Penurunan COD.....	115
Tabel 4. 10 Pengaruh Rasio Karbon Aktif terhadap Perubahan pH	118
Tabel 4. 11 Pengaruh Massa Campuran Karbon Aktif terhadap Penurunan Warna	121
Tabel 4. 12 Pengaruh Massa Campuran Karbon Aktif terhadap Penurunan COD..	123
Tabel 4. 13 Pengaruh Massa Campuran Karbon Aktif terhadap Perubahan pH	125
Tabel 4. 14 Pengaruh Waktu Penyinaran terhadap Penurunan Warna	127
Tabel 4. 15 Pengaruh Waktu Penyinaran terhadap Penurunan COD.....	128
Tabel 4. 16 Pengaruh Waktu Penyinaran terhadap Perubahan pH	130

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Karbon aktif	10
Gambar 2. 2 Mekanisme Fotodegradasi Naphtol.....	14
Gambar 2. 3 Karbon aktif Ampas Tebu	17
Gambar 2. 4 Karbon aktif Tempurung Kelapa	19
Gambar 3. 1 Pencampuran TiO ₂ dan Karbon aktif.....	28
Gambar 3. 2 Detail Beaker Glass	28
Gambar 3. 3 Reaktor Fotokatalisis	29
Gambar 3. 4 Detail Erlenmeyer	30
Gambar 3. 5 Detail Pengaduk Magnet	30
Gambar 3. 6 Detail Magnetic Strirrer.....	30
Gambar 4. 1 Komposit TiO ₂ -Karbon Aktif	84
Gambar 4. 2 Hasil Uji FTIR Karbon Aktif.....	86
Gambar 4. 3 Hasil Uji SEM Karbon Aktif	93
Gambar 4. 4 Grafik Pengaruh Rasio Karbon Aktif terhadap Penurunan Warna	114
Gambar 4. 5 Grafik Pengaruh Rasio Karbon Aktif terhadap Penurunan COD	117
Gambar 4. 6 Grafik Pengaruh Rasio Karbon Aktif terhadap Perubahan pH.....	120
Gambar 4. 7 Grafik Pengaruh Massa Campuran Karbon Aktif terhadap Penurunan Warna	122
Gambar 4. 8 Grafik Pengaruh Massa Campuran Karbon Aktif terhadap COD.....	124
Gambar 4. 9 Grafik Pengaruh Massa Campuran Karbon Aktif terhadap pH.....	125
Gambar 4. 10 Grafik Pengaruh Waktu Penyinaran terhadap Penurunan Warna	127
Gambar 4. 11 Grafik Pengaruh Waktu Penyinaran terhadap Penurunan COD	129
Gambar 4. 12 Grafik Pengaruh Waktu Penyinaran terhadap Perubahan pH.....	130
Gambar 4. 13 Hasil Uji Normalitas.....	132
Gambar 4. 14 Hasil Uji Korelasi.....	133

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A Hasil Analisis

LAMPIRAN B Perhitungan

LAMPIRAN C Dokumentasi

LAMPIRAN D Data Pendukung

ABSTRAK

Industri batik menghasilkan limbah cair dengan kandungan zat warna sintetis dan senyawa organik yang tinggi, sehingga berpotensi mencemari lingkungan jika tidak diolah dengan tepat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas komposit TiO_2 -karbon aktif berbahan ampas tebu dan tempurung kelapa dalam menurunkan kadar warna dan COD limbah cair batik. Karbon aktif diaktivasi menggunakan HCl dan dikompositkan dengan TiO_2 melalui metode impregnasi. Variabel yang diteliti meliputi rasio karbon aktif (1:1, 1:2, dan 2:1), massa komposit (2; 2,5; dan 3 g), serta waktu penyinaran UV-A (30, 60, dan 90 menit). Hasil penelitian menunjukkan kondisi optimum diperoleh pada rasio 1:1, massa 3 g, dan waktu penyinaran 90 menit. Dalam kondisi tersebut, kadar warna menurun dari 2945 menjadi 720 Pt-Co (75,6%) dan COD turun dari 2144 menjadi 768 mg/L (64,2%), sementara pH meningkat dari 6,44 menjadi 6,91. Hasil karakterisasi menggunakan SEM-EDX menunjukkan adanya unsur Ti sebesar 21,2% yang mengonfirmasi bahwa proses komposit berhasil dilakukan. Komposit TiO_2 -karbon aktif ini berpotensi besar untuk digunakan sebagai alternatif pengolahan limbah batik yang efektif dan ramah lingkungan

Kata Kunci: Limbah Cair Batik, Komposit TiO_2 -Karbon Aktif, Fotokatalisis, COD, Degradasi Warna

ABSTRACT

The batik industry generates wastewater containing high levels of synthetic dyes and organic compounds, posing a significant environmental threat if left untreated. This study aims to analyze the effectiveness of a TiO₂-activated carbon composite, derived from sugarcane bagasse and coconut shells, in reducing color intensity and Chemical Oxygen Demand (COD) in batik wastewater. The activated carbon was chemical-activated using HCl and synthesized with TiO₂ via the impregnation method. The parameters investigated included the activated carbon ratio (1:1, 1:2, and 2:1), composite mass (2, 2.5, and 3 g), and UV-A irradiation time (30, 60, and 90 minutes). The results indicated that the optimum conditions were achieved at a 1:1 ratio, a composite mass of 3 g, and an irradiation time of 90 minutes. Under these conditions, the color intensity decreased from 2945 to 720 Pt-Co (75.6%) and the COD level dropped from 2144 to 768 mg/L (64.2%), while the pH increased from 6.44 to 6.91. SEM-EDX characterization revealed a titanium content of 21.2%, confirming the successful fabrication of the composite. This TiO₂-activated carbon composite shows great potential as an effective and eco-friendly alternative for batik wastewater treatment.

Keywords: Batik Wastewater, TiO₂-Activated Carbon Composite, Photocatalysis, Chemical Oxygen Demand, Color Removal