

**PENGARUH pH PADA PROSES FOTOKATALIS
GREEN SYNTHESIS TiO_2 NPs DALAM
MENURUNKAN KONSENTRASI LOGAM BERAT
Cr(VI) PADA AIR LIMBAH TEKSTIL**

SKRIPSI



Oleh :

NATASYA YULIA RAHAYU

NPM 21034010082

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN
TEKNOLOGI UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL
“VETERAN” JAWA TIMUR FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
SURABAYA**

2025

**PENGARUH pH PADA PROSES FOTOKATALIS GREEN
SYNTHESIS TiO_2 NPs DALAM
MENURUNKAN KONSENTRASI LOGAM BERAT CR(VI)
PADA AIR LIMBAH TEKSTIL**

SKRIPSI



Oleh:

NATASYA YULIA RAHAYU

NPM 21034010082

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

SURABAYA

2025

**PENGARUH pH PADA PROSES FOTOKATALIS GREEN
SYNTHESIS TiO_2 NPS DALAM
MENURUNKAN KONSENTRASI LOGAM BERAT CR(VI)
PADA AIR LIMBAH TEKSTIL**

SKRIPSI

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

Diajukan Oleh :

NATASYA YULIA RAHAYU

NPM: 21034010082

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

2025

LEMBAR PERSETUJUAN
PENGARUH pH PADA PROSES FOTOKATALIS GREEN
SYNTHESIS TiO_2 NPs DALAM
MENURUNKAN KONSENTRASI LOGAM BERAT CR(VI)
PADA AIR LIMBAH TEKSTIL

Disusun Oleh:


NATASYA YULIA RAHAYU
NPM. 21034010082

Telah disetujui untuk mengikuti penelitian/verifikasi artikel ilmiah

Menyetujui,

PEMBIMBING


Raden Kokoh Haryo Putro ST., MT.
NIP./NPT- 19900905 201903 1 026

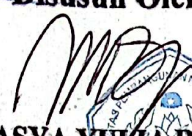
Mengetahui,

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 pH PADA PROSES FOTOKATALIS *GREEN*
***SYNTHESIS* TiO_2 NPs DALAM**
MENURUNKAN KONSENTRASI LOGAM BERAT CR(VI)
PADA AIR LIMBAH TEKSTIL

Disusun Oleh:


NATASYA YULIA RAHAYU
NPM. 21034010082

Telah Diterima Oleh Tim Penguji Skripsi dan Diterbitkan pada Jurnal
Envitats (Terakreditasi Sinta 5)

Menyetujui,

PEMBIMBING

TIM PENGUJI
1. Ketua


Raden Kokoh Haryo Putro ST., MT
NIP./NPT. 19900905 201903 1 026


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

2. Anggota


Firra Rosariawati, S.T., M.T.
NIP./NPT. 19750409 202121 2 004

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 pH PADA PROSES FOTOKATALIS GREEN
SYNTHESIS TiO_2 NPs DALAM
MENURUNKAN KONSENTRASI LOGAM BERAT CR(VI)
PADA AIR LIMBAH TEKSTIL

Disusun Oleh:

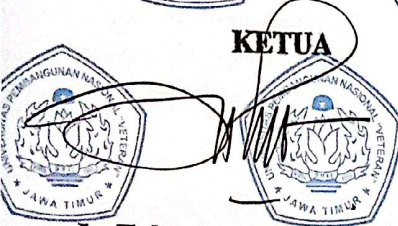

NATASYA YULIA RAHAYU
NPM. 21034010082

Telah direvisi dan disahkan pada tanggal 10 September 2025

TIM PENILAI

KETUA

ANGGOTA


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


Firra Rosariawari, S.T., M.T.
NIP./NPT. 19750409 202121 2 004

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Natasya Yulia Rahayu
NPM : 21034010082
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, September 2025

Yang Membuat pernyataan



Nama Natasya Yulia Rahayu
NPM 21034010082

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, petunjuk, dan karunia-Nya, penulis diberikan kekuatan dan kemudahan dalam menyelesaikan skripsi dengan judul “Pengaruh pH pada Proses Fotokatalis Green Synthesis TiO^2 NPs dalam Menurunkan Konsentrasi Logam Berat Cr(VI) pada Air Limbah Tekstil” dengan baik. Penulisan skripsi ini tidak terlepas dari tantangan yang penulis hadapi. Namun, terselesaikannya skripsi ini tentunya tidak terlepas dari bantuan, dukungan, serta doa dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu, penulis menyampaikan rasa 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. Raden Kokoh Haryo Putro, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan dukungan sehingga penulis mampu menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik
4. Restu Hikmah Ayu Murti, S.ST., M.Sc, Selaku Dosen Wali penulis yang telah mengarahkan dan membantu penulis selama masa perkuliahan
5. Kedua orang tua tercinta penulis yang senantiasa menjadi penopang hidup penulis. Terima kasih atas doa, kepercayaan, dan tidak pernah menyerah untuk selalu mengupayakan yang terbaik untuk penulis. Semoga Allah SWT memberikan keberkahan dunia dan akhirat atas kasih sayang yang tak pernah sekalipun luput untuk selalu menyertai langkah penulis
6. Gita Gempita, yang telah banyak sekali membantu penulis dan selalu kebersamai selama penelitian berlangsung
7. Andhiny Cindy dan Lailatul Fitriyah yang selalu menemani dan memberikan semangat positif ketika melakukan bimbingan tugas akhir, serta teman-teman Teknik Lingkungan Angkatan 21 yang telah mengisi cerita-cerita masa perkuliahan selama 4 tahun ini. Semoga Allah SWT

senantiasa memberikan kemudahan dan kelancaran untuk mencapai cita-cita kalian

8. Shaikoro Wahyu Cihiro, terima kasih karena tidak pernah menyerah dan berjuang untuk tetap bersama penulis sekaligus menjadi teman untuk penulis. Semoga selama hidupnya akan selalu seperti namanya (Hiro), menjadi doa, serta bisa menemani penulis lebih lama lagi.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah turut membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Semoga segala kebaikan dan pertolongan dari semua pihak mendapat berkah dari Tuhan Yang Maha Esa. Dengan segala kerendahan hati, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan dan masih terdapat keterbatasan baik dalam penulisan maupun pembahasan, seiring dengan keterbatasan ilmu yang dimiliki. Oleh karena itu, penulis menyampaikan permohonan maaf atas kekurangan yang ada. Penulis berharap karya ini dapat memberikan kontribusi positif sekaligus menjadi referensi yang bermanfaat bagi pembaca dan peneliti lain dalam mengembangkan penelitian ke arah yang lebih baik.

Surabaya, 10 September 2025

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
ABSTRAK	vii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Industri Tekstil	4
2.2 Kromium (Cr).....	7
2.3 AOPs (Advanced Oxidation Process)	8
2.4 Fotokatalis	12
2.5 <i>Green Synthesis</i>	18
2.6 Penelitian Terdahulu.....	20
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	25
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	25
3.2 Kerangka Penelitian	25
3.3 Alat dan Bahan	27
3.3.1 Alat.....	27
3.3.2 Bahan	27
3.4 Variabel	27
3.4.1 Variabel Bebas.....	27
3.4.2 Variabel Tetap.....	27
3.4.3 Variabel Kontrol	28
3.5 Cara Kerja.....	28
3.5.1 Penelitian Utama.....	28

3.6 Analisis Data	32
3.6.1 Matriks Penelitian	32
3.7 Jadwal Penelitian	34
3.8 Rancangan Anggaran Biaya	35
BAB 4 PEMBAHASAN	37
4.1 Karakteristik Air Limbah Tekstil	37
4.2 Karakteristik TiO ₂ NPs hasil <i>green synthesis</i>	39
4.3 Pengaruh waktu kontak dan pH larutan pada proses fotokatalis dalam menurunkan kadar Cr(VI)	40
4.3.1 Pengaruh waktu irradiasi (waktu kontak) dalam mendegradasi Cr(VI)	44
4.3.2 Pengaruh pH larutan pada proses fotokatalis dalam mendegradasi Cr(VI)	50
4.3.3 Efektivitas fotokatalis dengan <i>TiO₂ NPs</i> hasil <i>green synthesis</i> dalam mendegradasi kadar Cr pada air limbah tekstil	54
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	59
5.1 Kesimpulan	59
5.2 Saran	59
DAFTAR PUSTAKA	60
LAMPIRAN	65

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Baku Mutu Air Limbah Tekstil.....	7
Tabel 2. 2 Resume Penelitian Terdahulu	20
Tabel 3. 1 Matriks Penelitian	33
Tabel 3. 2 Jadwal Penelitian.....	35
Tabel 3. 3 Rancangan Anggaran Biaya.....	36
Tabel 4. 1 Karakteristik Air Limbah Tekstil.....	37
Tabel 4. 2 Matriks Penelitian	41
Tabel 4. 3 Intensitas cahaya dan suhu.....	47
Tabel 4. 4 Hasil Uji Mann-Whitney untuk tiap pasangan waktu kontak.....	49
Tabel 4. 5 Hasil Uji Mann-Whitney tiap kelompok pH.....	53
Tabel 4. 6 Konsentrasi Cr(VI) pada tiap waktu kontak	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Diagram alir proses produksi batik	6
Gambar 2. 2 Proses Fotokatalis Sumber: (Pelaez et al., 2012)	13
Gambar 3. 1 Proses Greensynthesis <i>TiO2</i> NPs Sumber: Data analisis.....	29
Gambar 3. 2 Bak penampungan awal Sumber: Data analisis	31
Gambar 3. 3 Reaktor fotokatalis dengan sinar tampak	32
Gambar 4. 1 .Air limbah tekstil a). sebelum pre-treatment, b). setelah pre-treatment.....	37
Gambar 4. 2 FTIR <i>TiO2</i> NPs	39
Gambar 4. 3 Uji Regresi Linear	43
Gambar 4. 4 Grafik Hubungan Waktu Kontak dengan Removal Cr(VI)	45
Gambar 4. 5 Uji Kruskal-Wallis: Removal vs waktu kontak	49
Gambar 4. 6 Grafik hubungan pH dengan removal Cr(VI)	51
Gambar 4. 7 Uji Kruskal-Wallis: removal vs pH.....	52
Gambar 4. 8 Grafik hubungan waktu kontak dengan removal Cr(VI)	55

ABSTRAK

PENGARUH PH PADA PROSES FOTOKATALIS *GREEN SYNTHESIS* *TiO₂*NPs DALAM MENURUNKAN KONSENTRASI LOGAM BERAT Cr(VI) PADA AIR LIMBAH TEKSTIL

Limbah industri tekstil terutama batik biasanya mengandung senyawa yang merugikan bagi lingkungan, yaitu logam berat krom (Cr) yang berasal dari penggunaan zat pewarna selama proses produksi. Logam berat tersebut biasanya berasal dari zat pewarna $CrCl_3$, $K_2Cr_2O_7$ dan zat mordan yang merupakan pengikat zat warna meliputi $(Cr(NO_3)_2)$, dan $PbCrO_4$. Sifat logam berat Cr(VI) yang toksik menjadi perhatian utama untuk diolah agar tidak berbahaya bagi kesehatan manusia. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh pH air limbah, dan waktu kontak sinar tampak terhadap penyisihan logam berat Cr(VI). Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk menganalisis efektivitas TiO_2 NPs hasil sintesis hijau sebagai katalis yang berperan dalam menurunkan kadar logam berat Cr(VI). Penelitian dilakukan secara batch dengan massa TiO_2 NPs 0,15 gr untuk 250 mL air limbah, serta variasi pH 2, 3, dan 4, dan variasi waktu kontak 60, 120, 180, 240 menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan waktu kontak mempengaruhi hasil persentase penyisihan Cr(VI) menjadi lebih tinggi. Penyisihan tertinggi dihasilkan dari waktu kontak 240 menit dengan hasil persentase penyisihan 99%. Variasi pH menunjukkan bahwa pH rendah memiliki efektifitas dalam menurunkan konsentrasi Cr(VI). pH air limbah yang optimal berada pada pH 2 dengan efisiensi penyisihan hingga 98%.

Kata Kunci: Krom Heksavalen (Cr^{6+}), Green synthesis, Cahaya tampak, Fotokatalis, TiO_2 NPs

ABSTRACT

THE EFFECT OF pH ON THE PHOTOCATALYTIC GREEN SYNTHESIS PROCESS OF TiO_2NPs IN REDUCING THE CONCENTRATION OF HEAVY METALS Cr(VI) IN TEXTILE WASTEWATER

Textile industrial wastewater typically contains harmful compounds for the environment, namely heavy metal chromium (Cr) derived from the use of dyes during the production process. These heavy metals are typically derived from dyes such as CrCl_3 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, and mordants, which are dye binders including $(\text{Cr}(\text{NO}_3)_2)$, and PbCrO_4 . The toxic nature of Cr(VI) heavy metals is a major concern that must be addressed to ensure they are not harmful to human health. The objective of this study is to analyze the effect of wastewater pH and visible light exposure time on the removal of Cr(VI) heavy metals. Additionally, this study aims to analyze the effectiveness of green-synthesized TiO_2NPs as a catalyst in reducing Cr(VI) levels. The study was conducted in batches using 0.15 g of TiO_2NPs per 250 mL of wastewater, with variations in pH (2, 3, and 4) and contact time (60, 120, 180, and 240 minutes). The results showed that increasing the contact time increased the percentage of Cr(VI) removal. The highest removal rate was achieved at a contact time of 240 minutes, with a removal percentage of 99%. pH variations indicated that lower pH levels were more effective in reducing Cr(VI) concentrations. The optimal pH of the wastewater was pH 2, with a removal efficiency of up to 98%.

Keywords: Hexavalent chromium (Cr^{6+}), Green synthesis, Visible light, Photocatalyst, TiO_2NPs