

**ADVANCED OXIDATION PROCESSES (AOPs)
MENGUNAKAN H_2O_2 -UV DALAM MENURUNKAN
JUMLAH *TOTAL COLIFORM*, NH_3-N , DAN COD PADA
PROSES LANJUTAN UNIT *FINAL CLARIFIER* IPLT**

SKRIPSI



Oleh :

RIZKY MAULIDA ANNISAFETRI

NPM. 21034010052

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

SURABAYA

2026

**ADVANCED OXIDATION PROCESSES (AOPs)
MENGUNAKAN H_2O_2 -UV DALAM MENURUNKAN
JUMLAH TOTAL COLIFORM, NH_3 -N, DAN COD PADA
PROSES LANJUTAN UNIT FINAL CLARIFIER IPLT**

SKRIPSI

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

Diajukan Oleh :

RIZKY MAULIDA ANNISAFITRI

NPM: 21034010052

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR**

**FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN**

SURABAYA

2026

LEMBAR PERSETUJUAN

ADVANCED OXIDATION PROCESSES (AOPs)

**MENGUNAKAN H_2O_2 -UV DALAM MENURUNKAN
JUMLAH TOTAL COLIFORM, NH_3 -N, DAN COD PADA
PROSES LANJUTAN UNIT FINAL CLARIFIER IPET**

Disusun Oleh :



Rizky Maulida Annisafitri
NPM 21034010052

Telah disetujui untuk mengikuti Ujian Penelitian

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



Mohamad Mirwan, ST., MT.

NIP. 19760212 202121 1 004



Rizka Novembrianto ST., MT.

NIP. 198711272025211062

Mengetahui,

**Dekan Fakultas Teknik Dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur**



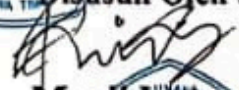
Prof. Dr. Dra. Jarayah., MP

NIP. 19650403 199103 2 001

LEMBAR PENGESAHAN
ADVANCED OXIDATION PROCESSES (AOPs)

**MENGGUNAKAN H_2O_2 -UV DALAM MENURUNKAN
JUMLAH TOTAL COLIFORM, NH_3-N , DAN COD PADA
PROSES LANJUTAN UNIT FINAL CLARIFIER IPT**

Disusun Oleh :


Rizky Maulida Annisafitri
NPM. 21034010052

Telah diuji kebenaran oleh Tim Penguji dan diterbitkan pada Jurnal
*Asian Journal of Applied Research for Community Development and
Empowerment* (Terakreditasi SINTA 2)

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

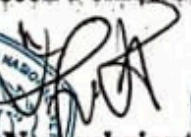
Tim Penguji
Ketua


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


Ir. Tuhu Agung R. MT.
NIP. 19620501 198803 1 001

Dosen Pembimbing II

2. Anggota


Rizka Novembrianto, ST., MT.
NIP. 198711272025211062


Firra Rosariawari, ST., MT.
NIP. 19750409 202121 2 004

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


Prof. Dr. Dra. Jarivah, MP.
NIP. 19650403 199103 2 001

LEMBAR REVISI

**ADVANCED OXIDATION PROCESSES (AOP)
MENGUNAKAN H_2O_2 -UV DALAM MENURUNKAN
JUMLAH TOTAL COLIFORM, NH_3 -N, DAN COD PADA
PROSES LANJUTAN UNIT FINAL CLARIFIER IPLT**

Disusun Oleh

Rizky Maulida Annisafitri
NPM 21034010052

Telah direvisi dan disahkan pada tanggal 23 Februari 2026

TIM PENILAI

KETUA

ANGGOTA

Ir. Tuhu Agung R., MT.
NIP. 19620501 198803 1 001

Elrra Rosariawati ST., MT.
NIP. 19750409 202121 2 004

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rizky Maulida Annisafitri
NPM : 21034010052
Program : Sarjana (S1) / Magister (S2) / Doktor (S3)
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 ditemukan 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, 23 Februari 2026

Y
atahan
10000
MULAIAN
TEMPEL
4689ANX257458085
Rizky Maulida Annisafitri
21034010052

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 "*Advanced Oxidation Processes (AOPs) Menggunakan H₂O₂-UV dalam Menurunkan Jumlah Total coliform, NH₃-N, dan COD pada Proses Lanjutan Unit Final Clarifier IPLT*".

Penulisan skripsi ini bertujuan untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar sarjana pendidikan bagi mahasiswa 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 materil secara langsung maupun tidak langsung kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai, terutama kepada yang saya hormati:

1. Ibu Prof. Dr. Dra. Jariyah, MP selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur.
2. Ibu Firra Rosariawari, ST., MT. selaku Koordinator Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur.
3. Bapak Mohamad Mirwan S.T., M.T. dan Bapak Rizka Novembrianto S.T., M.T. selaku dosen pembimbing skripsi saya yang telah memberikan arahan maupun kritik dan saran bimbingan yang sangat berguna dalam penyusunan skripsi ini.
4. Bapak Ir. Tuhu Agung Rachmanto, MT dan Ibu Firra Rosariawari, ST., MT. selaku Dosen Penguji yang telah memberikan saran dan masukan untuk menjadikan skripsi yang disusun menjadi lebih baik.

5. Seluruh dosen dan Staff Pengajar Program Studi Teknik Lingkungan UPN "Veteran" Jawa Timur yang telah membagikan ilmu baik didalam kelas maupun pada saat diskusi
6. Orang tua dan keluarga yang telah memberikan semangat serta bantuan baik secara riil maupun materiil yang senantiasa mendoakan anaknya dalam setiap doa yang dipanjatkan
7. Kepada Anita, Okta, dan Naurah yang telah menjadi patner diskusi dan saling mendukung baik dalam suka maupun duka selama penyusunan skripsi.
8. Seluruh teman-teman Program Studi Teknik Lingkungan Angkatan 2021 yang telah memberikan dukungan dan selalu membantu satu sama lain selama berkuliah serta saat penyusunan laporan akhir skripsi.
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan yang telah membagi sebagian pengetahuannya dan juga memberikan semangat sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Skripsi ini.

Akhir kata penulis mengucapkan terimakasih 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, Februari 2025

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	I
DAFTAR ISI	III
DAFTAR TABEL.....	VI
DAFTAR GAMBAR	VII
ABSTRAK.....	IX
ABSTRACT.....	X
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat	4
1.5 Ruang Lingkup.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Tinjauan Umum.....	5
2.1.1 Lumpur Tinja.....	5
2.1.2 Karakteristik Lumpur Tinja.....	5
2.1.3 Batas Baku Mutu Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja.....	7
2.1.4 IPLT Keputih.....	7
2.1.5 <i>Final Clarifier</i> IPLT Keputih	9
2.1.6 Metode AOPs	10
2.2 Landasan Teori	11
2.2.1 Mekanisme kerja AOPs.....	11
2.2.2 H ₂ O ₂	12

2.2.3	UV-H ₂ O ₂	13
2.2.4	Faktor yang mempengaruhi Proses UV- H ₂ O ₂	14
2.2.5	<i>Total Coliform</i>	15
2.2.6	Respon Mikroorganisme terhadap Cahaya UV	15
2.2.7	Degradasi Amonia	16
2.2.8	Degradasi COD	17
2.3	Hasil Penelitian Sebelumnya.....	18
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....		21
3.1	Kerangka Penelitian	21
3.2	Bahan dan Alat	22
3.3	Cara Kerja	23
3.3.1	Rancangan Alat	23
3.3.2	Pengambilan Sampel Air.....	24
3.3.3	Penelitian Utama	24
3.4	Variabel	25
3.5	Matriks Penelitian	26
3.6	Analisis Hasil	26
3.7	Jadwal Pelaksanaan.....	27
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....		28
4.1	Kemampuan H ₂ O ₂ -UV dalam Menurunkan Kandungan <i>Total coliform</i> , Amonia-nitrogen (NH ₃ -N), dan COD	28
4.2	Pengaruh Variasi Kecepatan Pengadukan H ₂ O ₂ , Konsentrasi H ₂ O ₂ , dan Waktu Kontak Sinar UV dalam Penurunan <i>Total coliform</i>	33
4.3	Pengaruh Variasi Kecepatan Pengadukan H ₂ O ₂ , Konsentrasi H ₂ O ₂ , dan Waktu Kontak Sinar UV dalam Penurunan Amonia-nitrogen (NH ₃ -N)	42

4.4	Pengaruh Variasi Kecepatan Pengadukan H_2O_2 , Konsentrasi H_2O_2 , dan Waktu Kontak Sinar UV dalam Penurunan COD	52
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		62
5.1	Kesimpulan	62
5.2	Saran.....	63
DAFTAR PUSTAKA.....		64
LAMPIRAN A		72
LAMPIRAN B		77
LAMPIRAN C		81

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Karakteristik Lumpur Tinja	5
Tabel 2. 2 Karakteristik Limbah pada Tangki Septik hasil penyedotan	6
Tabel 2. 3 Batas Baku Mutu Air Limbah Domestik	7
Tabel 2. 4 Hasil Uji Parameter Tiap Unit IPLT Keputih	9
Tabel 2. 5 Hasil Uji Parameter Final Clarifier IPLT Keputih.....	9
Tabel 2. 6 Nilai Potensi Tiap Agen Oksidasi	10
Tabel 2. 7 Penelitian Terdahulu	18
Tabel 3. 1 Matriks Penelitian.....	26
Tabel 3. 2 Analisa Parameter	26
Tabel 3. 3 Jadwal Pelaksanaan Penelitian	27
Tabel 4. 1 Karakteristik Air Limbah Outlet Final Clarifier IPLT	28
Tabel 4. 2 Hasil Perubahan pH.....	29
Tabel 4. 3 Hasil Konsentrasi Total coliform sebelum dan sesudah dilakukan pengolahan	30
Tabel 4. 4 Hasil Konsentrasi Amonia-nitrogen ($\text{NH}_3\text{-N}$) sebelum dan sesudah dilakukannya pengolahan.....	31
Tabel 4. 5 Hasil Konsentrasi COD Sebelum dan Setelah dilakukan Pengolahan	32
Tabel 4. 6 Hasil Konsentrasi Total coliform sebelum dan sesudah dilakukan pengolahan	33
Tabel 4. 7 Persentase Penyisihan Total coliform pada Pengolahan $\text{H}_2\text{O}_2\text{-UV}$	33
Tabel 4. 8 Hasil Konsentrasi Amonia-nitrogen ($\text{NH}_3\text{-N}$) sebelum dan sesudah dilakukannya pengolahan.....	42
Tabel 4. 9 Persen Removal Amonia-nitrogen ($\text{NH}_3\text{-N}$) pada Pengolahan $\text{H}_2\text{O}_2\text{-UV}$	42
Tabel 4. 10 Hasil Konsentrasi COD Sebelum dan Setelah dilakukan Pengolahan	52
Tabel 4. 11 Persen Removal COD pada Pengolahan $\text{H}_2\text{O}_2\text{-UV}$	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Diagram Alir Proses Pengolahan pada IPLT Keputih.....	8
Gambar 2. 2	Kerusakan pada Asam Nukleat	16
Gambar 3. 1	Kerangka Penelitian.....	22
Gambar 3. 2	Detail (A) Bak Penampung Sementara (B) Reaktor H ₂ O ₂ (C) Reaktor UV	23
Gambar 3. 3	Skema Proses Penelitian	24
Gambar 3. 4	Skema Reaktor Penelitian.....	25
Gambar 4. 1	Grafik Persentase Removal Total coliform (%) terhadap Konsentrasi H ₂ O ₂ dengan Kecepatan Pengaduk 100 RPM.....	34
Gambar 4. 2	Grafik Persentase Removal Total coliform (%) terhadap Konsentrasi H ₂ O ₂ dengan Kecepatan Pengaduk 150 RPM.....	35
Gambar 4. 3	Grafik Persentase Removal Total coliform (%) terhadap Waktu Kontak Sinar UV-C dengan Kecepatan Pengaduk 100 RPM	35
Gambar 4. 4	Grafik Persentase Removal Total coliform (%) Terhadap Waktu Kontak Sinar UV-C dengan Kecepatan Pengaduk 150 RPM	36
Gambar 4. 5	Korelasi Penyisihan Total coliform (%) terhadap Variabel Bebas..	37
Gambar 4. 6	Persamaan Regresi Penyisihan Total coliform	38
Gambar 4. 7	Uji Parameter Model Penyisihan Total coliform	38
Gambar 4. 8	ANOVA.....	39
Gambar 4. 9	Normal Probabilty Plot.....	40
Gambar 4. 10	Versus Fits Penyisihan Total coliform	40
Gambar 4. 11	Histogram Penyisihan Total coliform	41
Gambar 4. 12	Grafik Persentase Removal Amonia-nitrogen (%) Terhadap Konsentrasi H ₂ O ₂ dengan Kecepatan Pengaduk 100 RPM.....	43
Gambar 4. 13	Grafik Persentase Removal Amonia-nitrogen (%) Terhadap Konsentrasi H ₂ O ₂ dengan Kecepatan Pengaduk 150 RPM.....	44
Gambar 4. 14	Grafik Persentase Removal Amonia-nitrogen (%) Terhadap Waktu Kontak Sinar UV dengan Kecepatan Pengadukan 100 RPM	45

Gambar 4. 15 Grafik Persentase Removal Amonia-nitrogen (%) Terhadap Waktu Kontak Sinar UV dengan Kecepatan Pengadukan 150 RPM	46
Gambar 4. 16 Korelasi Penyisihan Amonia-nitrogen (%) terhadap Variabel Bebas	47
Gambar 4. 17 Persamaan Regresi Penyisihan Amonia-nitrogen.....	48
Gambar 4. 18 Uji Parameter Model Penyisihan Amonia-nitrogen.....	49
Gambar 4. 19 Anova.....	50
Gambar 4. 20 Normal Probability Plot Penyisihan Amonia-nitrogen (%)	50
Gambar 4. 21 Versus Fits Penyisihan Amonia-nitrogen (%).....	51
Gambar 4. 22 Histogram Penyisihan Amonia-nitrogen (%).....	51
Gambar 4. 23 Grafik %Removal COD berdasarkan Konsentrasi H_2O_2 dengan Kecepatan Pengadukan 100 RPM.....	53
Gambar 4. 24 Grafik %Removal COD berdasarkan Konsentrasi H_2O_2 dengan Kecepatan 150 RPM	54
Gambar 4. 25 Grafik Persentase Removal COD (%) Terhadap Waktu Kontak dengan Kecepatan Pengadukan 100 RPM	55
Gambar 4. 26 Grafik Persentase Removal COD (%) Terhadap Waktu Kontak dengan Kecepatan Pengadukan 150 RPM	55
Gambar 4. 27 Korelasi Penyisihan COD (%) terhadap Kecepatan Pengaduk, Konsentrasi H_2O_2 , dan Waktu Kontak	57
Gambar 4. 28 Persamaan Regresi Penyisihan COD.....	58
Gambar 4. 29 Uji Parameter Model Penyisihan COD.....	58
Gambar 4. 30 ANOVA.....	59
Gambar 4. 31 Normal Probabilty Plot Penyisihan COD	60
Gambar 4. 32 Versus Fits Penyisihan COD.....	60
Gambar 4. 33 Histogram Penyisihan COD	61

ABSTRAK

Tingginya pertumbuhan penduduk Indonesia menciptakan permasalahan sanitasi yang krusial. Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) hadir sebagai solusi pengelolaan limbah tinja, meskipun masih memiliki keterbatasan dalam menyisihkan kontaminan utama seperti amonia-nitrogen, Total coliform, dan Chemical Oxygen Demand (COD) secara optimal. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi kinerja proses oksidasi lanjut (AOP) kombinasi hidrogen peroksida dan sinar ultraviolet (H_2O_2 -UV) dalam mendegradasi ketiga polutan tersebut pada air limbah yang bersumber dari outlet unit Final Clarifier IPLT. Eksperimen dilaksanakan dalam reaktor batch dengan pengaturan pH awal ± 6 . Variabel operasi yang diuji meliputi kecepatan pengadukan (100 dan 150 RPM), konsentrasi H_2O_2 (0,1–0,7%), dan waktu iradiasi UV (15–45 menit). Hasil penelitian mengungkapkan bahwa efisiensi penyisihan tertinggi untuk Total Coliform (99,24%) dan amonia-nitrogen (88,32%) dicapai pada konsentrasi H_2O_2 0,7% dengan waktu kontak 45 menit. Sementara itu, penyisihan COD optimal sebesar 79,55% diperoleh pada konsentrasi H_2O_2 0,5% dengan waktu kontak yang sama. Temuan ini membuktikan efektivitas proses H_2O_2 -UV sebagai teknologi yang mampu mendegradasi berbagai polutan dalam limbah IPLT secara simultan melalui mekanisme produksi radikal hidroksil ($\bullet\text{OH}$) yang bersifat non-selektif.

Kata Kunci: Oksidasi lanjut, H_2O_2 -UV, IPLT, Total Coliform, Amonia-nitrogen, COD, radikal hidroksil

ABSTRACT

Indonesia's high population growth has created crucial sanitation problems. Sewage Treatment Plants (STPs) are a solution for sewage management, although they still have limitations in optimally removing major contaminants such as ammonia, total coliform, and chemical oxygen demand (COD). This study aims to evaluate the performance of the advanced oxidation process (AOP) combining hydrogen peroxide and ultraviolet light (H₂O₂-UV) in degrading these three pollutants in wastewater sourced from the outlet of the IPLT Final Clarifier unit. The experiment was conducted in a batch reactor with an initial pH setting of ± 6 . The operating variables tested included stirring speed (100 and 150 RPM), H₂O₂ concentration (0.1–0.7%), and UV irradiation time (15–45 minutes). The results revealed that the highest removal efficiency for Total Coliform (99.24%) and ammonia (88.32%) was achieved at a H₂O₂ concentration of 0.7% with a contact time of 45 minutes. Meanwhile, optimal COD removal of 79.55% was obtained at a H₂O₂ concentration of 0.5% with the same contact time. These findings prove the effectiveness of the H₂O₂-UV process as a technology capable of simultaneously degrading various pollutants in IPLT wastewater through the mechanism of non-selective hydroxyl radical ($\bullet$ OH) production.

Keywords: *Advanced oxidation, H₂O₂-UV, IPLT, Total Coliform, Ammonia, COD, hydroxyl radicals*