

**ANALISIS PENGARUH KECEPATAN OKSIGEN PADA
FOTOKATALISIS TERHADAP PENURUNAN BAKTERI
ESCHERICHIA COLI DALAM AIR TANAH**

SKRIPSI



Oleh :

NABILA PUTRI DINATHA
NPM 22034010005

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

2026

**ANALISIS PENGARUH KECEPATAN OKSIGEN PADA
FOTOKATALISIS TERHADAP PENURUNAN BAKTERI
ESCHERICHIA COLI DALAM AIR TANAH**

SKRIPSI

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

Diajukan Oleh :

NABILA PUTRI DINATHA

NPM: 22034010005

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

2026

LEMBAR PERSETUJUAN
ANALISIS PENGARUH KECEPATAN OKSIGEN PADA
FOTOKATALISIS TERHADAP PENURUNAN BAKTERI
***ESCHERICHIA COLI* DALAM AIR TANAH**


Disusun Oleh:


Nabila Putri Dinatha
NPM. 2203401005

Telah disetujui untuk mengikuti Ujian Penelitian

Menyetujui,

Pembimbing


Firra Rosariawari, 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 PENGESAHAN
ANALISIS PENGARUH KECEPATAN OKSIGEN PADA
FOTOKATALISIS TERHADAP PENURUNAN BAKTERI
***ESCHERICHIA COLI* DALAM AIR TANAH**

Disusun Oleh:


Nabila Putri Dinatha
NPM. 22034010005

Telah diuji kebenaran oleh Tim Penguji dan diterbitkan pada Jurnal
Serambi Engineering (Terakreditasi Sinta 4)

Menyetujui,

Pembimbing


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

TIM PENGUJI

1. Ketua


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

2. Anggota


P. S. Ardisty Sitogasa, ST., MT.
NIP./NPT. 19901001 202406 2 001

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

**ANALISIS PENGARUH KECEPATAN OKSIGEN PADA
FOTOKATALISIS TERHADAP PENURUNAN BAKTERI
ESCHERICHIA COLI DALAM AIR TANAH**

Disusun Oleh:


Nabila Putri Dinatha
NPM. 2203401005

Telah direvisi dan disahkan pada tanggal 25 Mei 2026

TIM PENILAI

KETUA


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

ANGGOTA


P. S. Ardisty Sitogasa, ST., MT.
NIP./NPT. 19901001 202406 2 001

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama. : Nabila Putri Dinatha
NPM : 22034010005
Program : Sarjana (S1)
Program Studi : Teknik Lingkungan
Fakultas : Teknik

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, 25 Mei 2026

Yang Membuat Pernyataan



Nabila Putri Dinatha
22034010005

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah Subhanahu wa ta'ala yang telah memberikan Rahmat dan hidayah-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **“Analisis Pengaruh Kecepatan Oksigen Pada Fotokatalisis Terhadap Penurunan Bakteri *Escherichia Coli* Dalam Air Tanah”** ini dengan baik. Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis telah banyak menerima bimbingan, dukungan, serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. 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. Ibu Firra Rosariawari, ST., MT. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan banyak arahan, saran, serta dukungan dalam pembuatan tugas perancangan ini sehingga dapat terselesaikan tepat waktu.
4. Seluruh anggota keluarga Papa, Mama, dan Adik, yang selalu memberikan dukungan berupa doa maupun dukungan material selama proses menyelesaikan Tugas Perancangan.
5. Zahra Rahimaputri Ranalita selaku *precious partner* tugas akhir penulis yang selalu membantu, menemani, memerikan arahan, teman untuk *brainstorming* dan memberi semangat di keadaan susah maupun senang dalam penyusunan Tugas Akhir.
6. Zidane Syah Putra yang selalu menjadi *support system* terbaik penulis yang selalu memberikan dukungan, inspirasi, motivasi, semangat, serta selalu membantu penulis baik fisik dan emosional tanpa mengenal lelah dan letih dalam penyelesaian Tugas Akhir.
7. Sahabat-sahabat penulis yaitu Vanesha, Fransisca, Ade, Zena, Bunga, dan Devi yang selalu memberikan semangat dan memotivasi untuk menyelesaikan tugas akhir ini.

8. Kedai kopi P.S.I Kayoon dan GWALK yang telah slalu setia menjadi tempat untuk penulis menyelesaikan tugas akhir ini.
9. Teman-teman Teknik Lingkungan Angkatan 2022 yang ikut membantu dan memberikan semangat dalam proses penyelesaian Tugas Akhir.
10. Terakhir, Terimakasih kepada diri sendiri yang selalu berusaha dan bekerja keras untuk melewati rintangan, dan kesulitan yang ada demi pembelajaran dan perkembangan diri menjadi lebih baik.

Penyusunan laporan ini telah diusahakan semaksimal mungkin, namun sebagaimana manusia biasa tentunya masih terdapat kesalahan. Untuk itu, kritik dan saran yang membangun sangat kami harapkan agar laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis dan juga pembaca.

Surabaya, 1 Februari 2026

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	viii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Maksud dan Tujuan	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	4
BAB 2	5
TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tinjauan Umum	5
2.1.1 Pencemaran Air Oleh Mikroorganismes	5
2.1.2 Fotokatalisis	7
2.1.3 Karakteristik Aliran	10
2.2 Landasan Teori	11
2.2.1 Kualitas Air Tanah	11
2.2.2 Syarat Kualitas Air Bersih	11
2.2.3 <i>Escherichia Coli</i> sebagai Indikator Kualitas Air	12
2.2.4 Fotokatalis	14
2.2.5 Katalis TiO ₂	20
2.2.6 Ultraviolet (UV)	22

2.2.7 <i>Reactive Oxygen Species</i> (ROS) dalam Proses Penurunan Bakteri	23
2.2.8 Kadar Oksigen Terlarut (DO) terhadap Penurunan Bakteri <i>E. Coli</i>	26
2.2.9 Karakteristik Aliran dalam Fotokatalis	31
2.2.10 Reaktor Fotokatalis Aliran <i>Kontinyu</i>	33
2.2.11 Intensitas UV	34
2.2.12 Porositas Air/(Gas Hold-up/ ϵg)	35
2.3 Penelitian Terdahulu	37
BAB 3 METODOLOGI	40
3.1 Kerangka Penelitian	40
3.2 Bahan dan Alat	41
3.2.1 Bahan Penelitian	41
3.2.2 Alat Penelitian	42
3.3 Cara Kerja	42
3.3.1 Titik Lokasi Penelitian	42
3.3.2 Skema Proses Penelitian	43
3.3.3 Proses Pra-Penelitian	44
3.3.4 Proses Persiapan Penelitian	44
3.3.5 Proses Penelitian	48
3.4 Variabel	49
3.4.1 Variabel Tetap	49
3.4.2 Variabel Bebas	49
3.4.3 Variabel Kontrol	49
3.5 Analisis	50
3.6 Jadwal Kegiatan	52
3.7 Matriks Penelitian	52

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	54
4.1 Hasil Penelitian	54
4.1.1 Karakteristik Awal	54
4.1.2 Hasil Proses Fotokatalis Berdasarkan Penyinaran dan Aliran terhadap <i>Escherichia Coli</i>	55
4.1.3 Hasil <i>Dissolved Oxygen</i> (DO) pada Fotokatalis terhadap <i>Escherichia Coli</i>	56
4.1.4 Efektivitas Fotokatalis Pada Reaktor tanpa Aerator dan dengan Aerator dalam Penurunan <i>Escherichia Coli</i>	57
4.2 Pembahasan	60
4.2.1 Pengaruh Waktu Penyinaran terhadap <i>Escherichia Coli</i> dalam Reaktor tanpa Aerator dan dengan Aerator	60
4.2.2 Pengaruh <i>Dissolved Oxygen</i> (DO) terhadap <i>Escherichia Coli</i> dalam dalam Reaktor tanpa Aerator dan dengan Aerator	64
4.2.3 Efektivitas Penurunan <i>Escherichia Coli</i> dalam dalam Reaktor tanpa Aerator dan dengan Aerator	69
4.3 Analisis Statistik	79
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	87
5.1 Kesimpulan	87
5.2 Saran	88
DAFTAR PUSTAKA	ix
LAMPIRAN.....	90

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Lingkaran Transmisi Penyakit.....	7
Gambar 2. 2 Jenis Zat Padat Berdasarkan Pita Energi.....	9
Gambar 2. 3 Mekanisme Mineralisasi E.coli oleh TiO ₂	19
Gambar 2. 4 Struktur Kristal Anatase, Rutile, Brookite.....	21
Gambar 2. 5 Ilustrasi Pembentukan Reactive Oxygen Species.....	24
Gambar 2. 6 Ilustrasi ROS Merusak Membran Sel Bakteri.....	25
Gambar 3. 1 Kerangka Penelitian.....	41
Gambar 3. 2 Titik Sampel Air Tanah.....	42
Gambar 3. 3 Skema Proses Penelitian.....	43
Gambar 3. 4 Desain Reaktor (a) Layout Reaktor (b) Potongan A-A (c) Potongan B-B (d) Detail Gambar Fotokatalis (e) Detail Gambar Fotokatalis Samping.....	47
Gambar 4. 1 Lokasi Sampling Air Tanah.....	54
Gambar 4. 2 Reaktor Fotokatalis.....	55
Gambar 4. 3 Reaktor Fotokatalis dengan Penambahan DO.....	61
Gambar 4. 4 Grafik Hubungan HRT pada Reaktor tanpa Aerator terhadap <i>E. coli</i>	61
Gambar 4. 5 Grafik Hubungan HRT pada Reaktor dengan Aerator terhadap <i>E. coli</i>	62
Gambar 4. 6 Grafik Hubungan Waktu Penyinaran terhadap Escherichia Coli dalam Reaktor dengan Aerator dan Tanpa Aerator.....	63
Gambar 4. 7 (a) Reaktor Fotokatalis tanpa Aerator (b) Reaktor Fotokatalis dengan Aerator.....	64
Gambar 4. 8 (a) Grafik Hubungan DO pada Fotolisis tanpa Aerator terhadap <i>E. coli</i>	66
Gambar 4. 9 (a) Grafik Hubungan DO pada Fotolisis dengan Aerator terhadap <i>E. coli</i> (b) Grafik Hubungan DO pada Fotokatalis dengan Aerator terhadap <i>E. coli</i>	67
Gambar 4. 10 Grafik Hubungan Efektivitas Fotokatalis dalam Penurunan Escherichia Coli.....	69
Gambar 4. 11 (a) Hubungan Nilai pH terhadap Fotolisis tanpa Aerator.....	71

Gambar 4. 12	(a) Hubungan Nilai pH terhadap Fotokatalis tanpa Aerator	73
Gambar 4. 13	(a) Hubungan Nilai Kekeruhan terhadap Fotolisis tanpa Aerator (b) Hubungan Nilai Kekeruhan Kekeruhan terhadap Fotolisis dengan Aerator	74
Gambar 4. 14	(a) Hubungan Nilai Kekeruhan terhadap Fotokatalis tanpa Aerator (b) Hubungan Nilai Kekeruhan Kekeruhan terhadap Fotokatalis dengan Aerator	75
Gambar 4. 15	(a) Hubungan Nilai Suhu terhadap Fotolisis tanpa Aerator (b) Hubungan Nilai Kekeruhan Suhu terhadap Fotolisis dengan Aerator	77
Gambar 4. 16	(a) Hubungan Nilai Suhu terhadap Fotokatalis tanpa Aerator (b) Hubungan Nilai Kekeruhan Suhu terhadap Fotokatalis dengan Aerator	78
Gambar 4. 17	Uji Normalitas Bakteri E. coli	79
Gambar 4. 18	Uji Normalitas Oksigen Terlarut	80
Gambar 4. 19	Uji ANOVA Two-Way Escherichia Coli	82
Gambar 4. 20	Uji ANOVA Oksigen Terlarut	84

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penyakit sering Dijumpai pada Orang dan Penularannya Melalui Air (Water-Borne Disease).....	6
Tabel 2. 2 Parameter Mikrobiologi.....	12
Tabel 2. 3 Waktu generasi E. coli.....	12
Tabel 2. 4 Standar Baku Mutu E. Coli Dari Lembaga Nasional Dan Internasional	13
Tabel 2. 5 Perbandingan Jenis Sinar UV dalam Fotokatalisis.....	23
Tabel 2. 6 Penelitian Terdahulu.....	37
Tabel 3. 1 Data Karakteristik Sampel Awal.....	44
Tabel 3. 2 Analisis Data.....	50
Tabel 3. 3 Tabel Variabel Kontrol.....	50
Tabel 3. 4 Jadwal Kegiatan.....	52
Tabel 4. 1 Data Karakteristik Sampel Awal.....	54
Tabel 4. 2 Pengaruh Waktu Penyinaran pada Sistem tanpa Aerator terhadap E.coli	56
Tabel 4. 3 Pengaruh Waktu Penyinaran pada sistem dengan Aerator terhadap E.coli.....	56
Tabel 4. 4 Pengaruh DO Pada Sistem Tanpa Aerator terhadap E.coli.....	57
Tabel 4. 5 Pengaruh DO pada Sistem dengan Aerator terhadap E.coli.....	57
Tabel 4. 6 Efektivitas Fotolisis dalam Penurunan Bakteri E.coli.....	58
Tabel 4. 7 Efektivitas Fotokatalis dalam Penurunan Bakteri E.coli.....	58
Tabel 4. 8 Pengaruh Nilai pH terhadap Proses Penelitian.....	59
Tabel 4. 9 Pengaruh Nilai Suhu terhadap Proses Penelitian.....	59
Tabel 4. 10 Pengaruh Nilai Kekeruhan terhadap Proses Penelitian.....	60

ABSTRAK

Air tanah yang tercemar bakteri *Escherichia coli* merupakan salah satu permasalahan kualitas air yang banyak ditemukan pada kawasan padat penduduk akibat buruknya sistem sanitasi. Teknologi fotokatalisis menggunakan katalis TiO_2 dan sinar UV merupakan metode desinfeksi yang ramah lingkungan karena mampu menghasilkan *Reactive Oxygen Species* (ROS) yang berperan dalam menginaktivasi bakteri. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh waktu penyinaran (*Hydraulic Retention Time / HRT*) dan ketersediaan *Dissolved Oxygen* (DO) terhadap penurunan bakteri *Escherichia coli* pada sistem fotokatalisis dengan dan tanpa aerator. Penelitian dilakukan menggunakan reaktor *fixed-bed photocatalytic reactor* dengan variasi waktu penyinaran 10, 15, 20, 25, dan 30 menit. Sampel air tanah berasal dari kawasan padat penduduk Surabaya Utara dengan konsentrasi awal *E. coli* sebesar 170 MPN/100 mL. Parameter yang dianalisis meliputi *Escherichia coli*, DO, pH, suhu, dan kekeruhan. Data hasil penelitian dianalisis menggunakan uji normalitas dan *Two-Way ANOVA*. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa peningkatan DO melalui penggunaan aerator mampu meningkatkan efektivitas proses fotokatalisis dalam menurunkan bakteri *Escherichia coli*. Kombinasi fotokatalisis TiO_2 , sinar UV-C, dan aerasi berpotensi menjadi alternatif teknologi desinfeksi air tanah yang efektif dan ramah lingkungan.

Kata kunci: Fotokatalisis, *Escherichia coli*, *Dissolved Oxygen* (DO), TiO_2 , UV-C, aerator, air tanah.

ABSTRACT

Groundwater contaminated with Escherichia coli bacteria is a common water quality problem in densely populated areas due to poor sanitation systems. Photocatalysis technology, which uses TiO₂ catalysts and UV light, is an environmentally friendly disinfection method because it generates Reactive Oxygen Species (ROS) that play a role in inactivating bacteria. This study aims to analyze the effect of irradiation time (Hydraulic Retention Time / HRT) and the availability of Dissolved Oxygen (DO) on the reduction of Escherichia coli bacteria in a photocatalytic system with and without an aerator. The study was conducted using a fixed-bed photocatalytic reactor with irradiation times of 10, 15, 20, 25, and 30 minutes. The groundwater samples were sourced from a densely populated area in North Surabaya with an initial E. coli concentration of 170 MPN/100 mL. The parameters analyzed included Escherichia coli, DO, pH, temperature, and turbidity. The research data were analyzed using normality tests and Two-Way ANOVA. Based on the results, it can be concluded that increasing DO through the use of an aerator enhances the effectiveness of the photocatalytic process in reducing Escherichia coli bacteria. The combination of TiO₂ photocatalysis, UV-C light, and aeration has the potential to serve as an effective and environmentally friendly alternative technology for groundwater disinfection.

Keywords: *Photocatalysis, Escherichia coli, Dissolved Oxygen (DO), TiO₂, UV-C, aerator, groundwater.*