

**ANALISIS PENGARUH MEDIA IMMOBILISASI KASA DAN  
RESIN TERHADAP LAJU PENURUNAN *ESCHERICHIA COLI*  
DENGAN FOTOKATALIS  $TiO_2$**

**SKRIPSI**



Oleh :

**ZAHRA RAHIMAPUTRI RALANITA**

**NPM 22034010009**

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

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

**2026**

**ANALISIS PENGARUH MEDIA IMMOBILISASI KASA DAN  
RESIN TERHADAP LAJU PENURUNAN *ESCHERICHIA COLI*  
DENGAN FOTOKATALIS  $TiO_2$**

**SKRIPSI**

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

Diajukan Oleh :

**ZAHRA RAHIMAPUTRI RALANITA**

**NPM: 22034010009**

**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 MEDIA IMMOBILISASI KASA DAN  
RESIN TERHADAP LAJU PENURUNAN *ESCHERICHIA COLI*  
DENGAN FOTOKATALIS  $TiO_2$**

Disusun Oleh:



**Zahra Rahimaputri Ralanita**

**NPM. 22034010009**

**Telah disetujui untuk mengikuti Ujian Penelitian**

Menyetujui,

Pembimbing



**Firra Rosariawati, S.T., M.T.**

**NIP./NPT. 19750409 202121 2 004**

Mengetahui,

**Dekan Fakultas Teknik dan Sains**

**Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur**



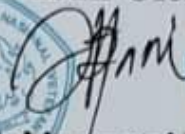
**Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P.**

**NIP. 19650403 199103 2 001**

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS PENGARUH MEDIA IMMOBILISASI KASA DAN RESIN TERHADAP LAJU PENURUNAN *ESCHERICHIA COLI* DENGAN FOTOKATALIS  $TiO_2$

Disusun Oleh:



Zahra Rahimaputri Ralanita

NPM. 22034010009


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

Menyetujui,

Pembimbing

TIM PENGUJI

1. Ketua



Firra Rosariawari, S.T., M.T

NIP/NPT. 19750409 202121 2 004



Ir. Tuhu Agung Rachmanto, M.T.

NIP/NPT. 19620501 198803 1 001

2. Anggota


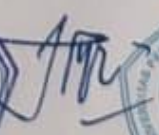


P. S. Ardisty Sitogasa, ST., MT.

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 MEDIA IMMOBILISASI KASA DAN RESIN TERHADAP LAJU PENURUNAN *ESCHERICHIA COLI* DENGAN FOTOKATALIS  $TiO_2$**

**Disusun Oleh:**



**Zahra Rahimaputri Ralanita**

**NPM. 22034010009**

**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. : Zahra Rahimaputri Ralanita  
NPM : 22034010009  
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



Zahra Rahimaputri Ralanita  
22034010009

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah Subhanahu wa ta'ala yang telah memberikan Rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “**Analisis Pengaruh Media Immobilisasi Kasa dan Resin Terhadap Laju Penurunan *Escherichia Coli* Dengan Fotokatalis TiO<sub>2</sub>**” ini dengan baik. Dalam proses penyusunan laporan 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. Firra Rosariawari, ST., MT selaku koordinator Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Firra Rosariawari, ST., MT selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan banyak arahan, saran, serta dukungan dalam pembuatan tugas akhir ini sehingga dapat terselesaikan tepat waktu.
4. Seluruh anggota keluarga Ayah, Bundi, Adik, Ogik dan Bude, terima kasih atas dukungan dan doa yang selalu dipanjatkan. Teruntuk kedua orang tua, Terima kasih Ayah dan Bundi telah mengusahakan yang terbaik kepada penulis selama penyelesaian tugas akhir. Terima kasih atas segala doa yang dipanjatkan selalu kepada penulis sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan. Penulis meminta maaf apabila selama proses kepenulisan tugas akhir terdapat perbuatan maupun perkataan yang kurang dapat diterima oleh Ayah dan Bundi. Semoga sehat selalu, sehingga dapat melihat dan terus mendoakan penulis untuk memenangkan tujuan di *chapter* berikutnya.
5. Nabila Putri Dinatha selaku *precious partner* tugas akhir penulis. Terima kasih selalu ada disaat tangis, tawa, sedih, dan kecewa yang dirasakan saat penyusunan tugas akhir. Penulis meminta maaf atas segala ego, tekanan, dan kesalahan baik kata dan perbuatan disengaja dan tidak disengaja. Semoga semesta selalu memberikan jalan terbaik di segala proses, maupun *chapter* yang akan dilalui oleh *precious partner*.

6. Aditya Reyhan Prasetyo, *writer's precious person*. Terima kasih selalu menjadi *support system* terbaik, memberikan keyakinan dan percaya bahwa semua dapat dilalui oleh penulis. Tidak berhenti untuk selalu mengingatkan bahwasannya “Tidak ada salahnya apabila diselesaikan perlahan asal tidak berhenti”. Semoga semesta selalu melindungi dan memberi kesempatan penulis untuk terus menemani kemanapun *precious person* melangkah.
7. Sahabat terbaik penulis Clara Salsabil, Marwa Ardiyanti Safa Widyaningtyas, Hanif Faizah Eka Fediyani, dan Safira Zahra Zakia. Sahabat-sahabat penulis yaitu Azka, Nanda, Andini, Sada, Gatot, Adam, yang selalu memberikan semangat dan memotivasi untuk menyelesaikan tugas akhir. Terima kasih telah menjadi alasan penulis untuk tetap bertahan bahkan di titik terendah selama penyusunan tugas akhir.
8. Teman-teman Teknik Lingkungan Angkatan 2022 yang ikut membantu dan memberikan semangat dalam proses penyelesaian Tugas Akhir.
9. Terakhir, Terima kasih kepada diri sendiri yang telah bertahan meskipun hampir menyerah dan enggan untuk melangkah kembali, yang tetap dalam diam menguatkan diri sendiri ditengah banyaknya keraguan. Terima kasih telah membuktikan dan percaya bahwa setiap proses, rasa sabar, cobaan, dan rintangan sekecil apapun yang terjadi selama proses penulisan Tugas Akhir ini pasti akan menemukan skenario terbaiknya di ujung *chapter*. Kepada penulis yang berhasil melewati semua ini, *Proud of you*.

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, 28 Oktober 2025

Zahra Rahimaputri Ralanita

## DAFTAR ISI

<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>iii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>ix</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	3
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
1.5 Ruang Lingkup Penelitian .....	4
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
2.1 Tinjauan Umum .....	5
2.1.1 Pencemaran Air oleh Mikroorganisme .....	5
2.1.2 Fotokatalis .....	7
2.1.3 Imobilisasi Katalis.....	9
2.2 Landasan Teori .....	13
2.2.1 Air Tanah .....	13
2.2.2 <i>Escherichia Coli</i> .....	14
2.2.3 Reactive Oxygen Species (ROS) .....	18
2.2.4 Radiasi Ultraviolet .....	20
2.2.5 Katalis TiO <sub>2</sub> .....	25
2.2.6 Pengaruh Proses Immobilisasi .....	28
2.2.7 Metode Sintesis Fotokatalis .....	29
2.2.8 Laju Penurunan .....	32
2.2.9 Reaktor Fotokatalis Aliran Kontinyu.....	33
2.3 Penelitian Terdahulu .....	35
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	<b>37</b>
3.1 Kerangka Penelitian.....	37
3.2 Bahan dan Alat.....	38
3.2.1 Bahan Penelitian .....	38

3.2.2	Peralatan Penelitian.....	38
3.3	Cara Kerja .....	39
3.3.1	Titik Lokasi Penelitian .....	39
3.3.2	Skema Proses Penelitian .....	40
3.3.3	Proses Pra-Penelitian.....	40
3.3.4	Proses Persiapan Penelitian.....	41
3.3.4	Proses Penelitian .....	44
3.4	Variabel.....	44
3.4.1	Variabel Tetap.....	44
3.4.2	Variabel Bebas .....	45
3.4.3	Variabel Kontrol .....	45
3.5	Analisis .....	45
3.6	Jadwal Kegiatan.....	47
3.7	Matriks Penelitian.....	47
<b>BAB 4</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>48</b>
4.1	Hasil Penelitian.....	48
4.1.1	Karakteristik Awal Air Tanah.....	48
4.1.2	Pengaruh Waktu Penyinaran Terhadap Penurunan Bakteri <i>Escherichia Coli</i> .....	49
4.1.3	Pengaruh Sistem Reaktor Terhadap Efisiensi Penurunan Bakteri <i>Escherichia Coli</i> .....	49
4.1.4	Pengaruh Sistem Reaktor dan Waktu Penyinaran Terhadap Laju Penurunan Bakteri <i>Escherichia Coli</i> .....	52
4.2	Pembahasan .....	52
4.2.1	Hubungan Waktu Penyinaran Terhadap Penurunan Bakteri <i>Escherichia Coli</i> .....	52
4.2.2	Hubungan Sistem Reaktor Terhadap Efisiensi Penurunan Bakteri <i>Escherichia Coli</i> .....	58
4.2.3	Hubungan Sistem Reaktor dan Waktu Penyinaran Terhadap Laju Penurunan Bakteri <i>Escherichia Coli</i> .....	72
4.2.4	Analisis Statistika.....	75

<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>79</b>
5.1 Kesimpulan .....	79
5.2 Saran .....	79
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>xii</b>
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b>	Jenis-jenis Akuifer.....	14
<b>Gambar 2.2</b>	Skema Penghancuran dan Mineralisasi Sel Bakteri .....	17
<b>Gambar 2.3</b>	Ilustrasi Pembentukan Reactive Oxygen Species.....	19
<b>Gambar 2.4</b>	Ilustrasi ROS .....	20
<b>Gambar 2.5</b>	Electromagnetic Spectrum.....	22
<b>Gambar 2.6</b>	Ilustrasi DNA Bakteri.....	24
<b>Gambar 2.7</b>	Jenis Zat Padat.....	26
<b>Gambar 2.8</b>	Struktur Kristal Anatase, Rutile, Brookite .....	27
<b>Gambar 3.1</b>	Kerangka Penelitian.....	38
<b>Gambar 3.2</b>	Titik Sampel Air Tanah.....	39
<b>Gambar 3.3</b>	Skema Proses Penelitian.....	40
<b>Gambar 3.4</b>	Desain Reaktor (a) Denah Reaktor (b) Potongan A-A (c) Potongan B-B (d) Detail Desain Reaktor .....	43
<b>Gambar 4.1</b>	Dokumentasi Lokasi Pengambilan Sampel Air Tanah.....	48
<b>Gambar 4.2</b>	Dokumentasi Kerangka Reaktor Fotokatalis.....	53
<b>Gambar 4.3</b>	Hubungan Pengaruh Waktu Penyinaran Terhadap Penurunan Bakteri <i>Escherichia Coli</i> Dengan Reaktor Kasa Berlapis TiO <sub>2</sub> ....	54
<b>Gambar 4.4</b>	Hubungan Pengaruh Waktu Penyinaran Terhadap Penurunan Bakteri <i>Escherichia Coli</i> Dengan Reaktor Resin-TiO <sub>2</sub> .....	55
<b>Gambar 4.5</b>	Hubungan Pengaruh Waktu Penyinaran Terhadap Penurunan Bakteri <i>Escherichia Coli</i> .....	56
<b>Gambar 4.6</b>	Hubungan Variasi Reaktor Kasa Berlapis TiO <sub>2</sub> Terhadap Efisiensi Penurunan Bakteri <i>Escherichia Coli</i> .....	59
<b>Gambar 4.7</b>	Hubungan Variasi Reaktor Resin-TiO <sub>2</sub> Terhadap Efisiensi Penurunan Bakteri <i>Escherichia Coli</i> .....	60
<b>Gambar 4.8</b>	Hubungan Variasi Reaktor Terhadap Efisiensi Penurunan Bakteri <i>Escherichia Coli</i> .....	61
<b>Gambar 4.9</b>	Nilai pH Pada Proses Fotolisis .....	63
<b>Gambar 4.10</b>	Nilai pH Pada Proses Reaktor Kasa Berlapis TiO <sub>2</sub> .....	63

<b>Gambar 4.11</b> Nilai pH Pada Proses Resin-TiO <sub>2</sub> .....	64
<b>Gambar 4.12</b> Nilai Suhu Pada Proses Fotolisis .....	66
<b>Gambar 4.13</b> Nilai Suhu Pada Proses Reaktor Kasa Berlapis TiO <sub>2</sub> .....	67
<b>Gambar 4.14</b> Nilai Suhu Pada Proses Resin-TiO <sub>2</sub> .....	67
<b>Gambar 4.15</b> Nilai Kekeruhan Pada Proses Fotolisis.....	70
<b>Gambar 4.16</b> Nilai Kekeruhan Pada Proses Reaktor Kasa Berlapis TiO <sub>2</sub> .....	70
<b>Gambar 4.17</b> Nilai Kekeruhan Pada Proses Reaktor Resin-TiO <sub>2</sub> .....	71
<b>Gambar 4.18</b> Grafik Laju Penurunan Terhadap Waktu Penyinaran .....	73
<b>Gambar 4.19</b> Hasil Uji Normalitas.....	76
<b>Gambar 4.20</b> Hasil Uji ANOVA Two-Way.....	77

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b>	Penyakit sering Dijumpai pada Orang dan Penularannya Melalui Air (Water-Borne Disease) .....	6
<b>Tabel 2.2</b>	Waktu Generasi <i>Escherchia Coli</i> .....	16
<b>Tabel 2.3</b>	Penelitian Terdahulu .....	35
<b>Tabel 3.1</b>	Data Karakteristik Sampel Awal .....	41
<b>Tabel 3.2</b>	Metode Uji .....	45
<b>Tabel 3.3</b>	Tabel Variabel Kontrol .....	45
<b>Tabel 3.4</b>	Jadwal Kegiatan .....	47
<b>Tabel 3.6</b>	Matriks Penelitian .....	47
<b>Tabel 4.1</b>	Data Karakteristik Sampel Awal .....	48
<b>Tabel 4.2</b>	Pengaruh Waktu Penyinaran Terhadap Kinerja Antar Media Immobilisasi .....	49
<b>Tabel 4.3</b>	Pengaruh Variasi Reaktor Terhadap Efisiensi Penurunan Bakteri <i>Escherichia Coli</i> .....	49
<b>Tabel 4.4</b>	Pengaruh Nilai pH Pada Proses Penelitian .....	50
<b>Tabel 4.5</b>	Pengaruh Nilai Suhu Pada Proses Penelitian .....	51
<b>Tabel 4.6</b>	Pengaruh Nilai Kekeruhan Pada Proses Penelitian.....	51
<b>Tabel 4.7</b>	Pengaruh Variasi Reaktor dan Waktu Penyinaran Terhadap Laju Penurunan Bakteri <i>Escherichia Coli</i> .....	52
<b>Tabel 4.8</b>	Tabel Laju Penurunan .....	72
<b>Tabel 4.9</b>	Tabel Log Reduksi.....	74

## **DAFTAR LAMPIRAN**

**Lampiran A** Perhitungan dan Prosedur Kerja

**Lampiran B** Hasil Analisis/Pengukuran

**Lampiran C** Dokumentasi

## ABSTRAK

Adanya kontaminasi bakteri *Escherichia Coli* pada air tanah di kawasan padat penduduk pada salah satu kota besar di Indonesia yaitu Surabaya menjadi ancaman yang serius bagi kesehatan masyarakat dan keberlanjutannya. Proses fotokatalis menggunakan  $\text{TiO}_2$  merupakan salah satu teknologi alternatif yang efektif untuk menurunkan laju bakteri *Escherichia Coli* tanpa menghasilkan residu berbahaya. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis efektivitas dan laju kinetika penurunan bakteri *Escherichia Coli* menggunakan dua sistem reaktor dengan media immobilisasi yang berbeda yaitu media kasa berlapis  $\text{TiO}_2$  dan RIPT- $\text{TiO}_2$ . Reaktor dirancang secara annular dengan diameter 10 cm dan tinggi 26 cm yang dioperasikan pada variasi waktu 10, 20, dan 30 menit. Sampel air tanah memiliki konsentrasi E. Coli awal sebesar 170 MPN/100 mL. Immobilisasi kasa dilakukan menggunakan metode dip-coating, sedangkan pada resin dilakukan pengadukkan selama 72 jam. Hasil ini menunjukkan persentase penyisihan bakteri dan konstanta laju penurunan pada kedua sistem reaktor. Hasil penelitian diharapkan akan memberikan rekomendasi media immobilisasi yang paling stabil dan efisien untuk pengembangan teknologi pengolahan air bersih di masa depan.

**Kata Kunci:** Fotokatalis,  $\text{TiO}_2$ , *Escherichia Coli*, Immobilisasi, Kasa, Resin

## **ABSTRACT**

*The presence of Escherichia coli contamination in groundwater in densely populated areas of one of Indonesia's major cities, Surabaya, poses a serious threat to public health and sustainability. The photocatalytic process using TiO<sub>2</sub> is an effective alternative technology for reducing Escherichia coli levels without producing hazardous residues. This study was conducted to analyze the effectiveness and kinetic rate of E. coli reduction using two reactor systems with different immobilization media: TiO<sub>2</sub>-coated mesh and RIPT-TiO<sub>2</sub>. The reactors were designed as annular columns with a diameter of 10 cm and a height of 26 cm, operated at varying times of 10, 20, and 30 minutes. The groundwater samples had an initial E. coli concentration of 170 MPN/100 mL. Mesh immobilization was performed using the dip-coating method, while the resin was stirred for 72 hours. These results show the percentage of bacterial removal and the reduction rate constant for both reactor systems. The research findings are expected to provide recommendations for the most stable and efficient immobilization media for the development of clean water treatment technology in the future.*

**Keyword:** *Photocatalysis, TiO<sub>2</sub>, Escherichia Coli, Immobilization, Mesh, Resin*