

SKRIPSI
KONDISI OPTIMUM JARAK LAMPU UV DAN
MASSA RESIN IMMOBILIZED-ZnO UNTUK
MENYISIHKAN COD, TOTAL-N, DAN FOSFAT
LIMBAH TAHU PADA REAKTOR
FOTOKATALISIS CONTINUE



Oleh:

ELSA ARINDA
NPM 19034010036

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JATIM
SURABAYA
TAHUN 2023

**KONDISI OPTIMUM JARAK LAMPU UV DAN MASSA RESIN
IMMOBILIZED-ZnO UNTUK MENYISIHKAN COD, TOTAL-N, DAN
FOSEAT LIMBAH TAHU DALAM REAKTOR FOTOKATALISIS**

CONTINUE

SKRIPSI

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

Diajukan Oleh:

**ELSA ARINDA
NPM 19034010036**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JATIM
SURABAYA
TAHUN 2023**

LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI

KONDISI OPTIMUM JARAK LAMPU UV DAN MASSA
RESIN *IMMOBILIZED-ZnO* UNTUK MENYISIHKAN COD,
TOTAL-N, DAN FOSFAT LIMBAH TAHU PADA REAKTOR
FOTOKATALISIS *CONTINUE*

Disusun Oleh :

ELSA ARINDA
NPM 19034010036

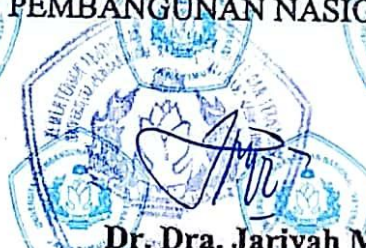
Telah Dipertahankan Dihadapan dan Diterima Oleh Tim Penguji Skripsi
Fakultas Teknik Program Studi Teknik Lingkungan
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
Pada Tanggal : 14 Juli 2023

Menyetujui
Dosen Pembimbing,



Prof. Euis Nurul Hidayah, ST., MT., Ph.D.
NIP. 19771023 202121 2 004

Mengetahui
DEKAN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JATIM



Dr. Dra. Jariyah M.P.
NIP. 19650403 199103 2 001

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Elsa Arinda
NIM : 19034010036
Fakultas /Program Studi : Teknik /Teknik Lingkungan
Judul Skripsi/Tugas Akhir/
Tesis/Desertasi : Kondisi Optimum Jarak Lampu UV dan Massa *Resin Immobilized-ZnO* untuk Menyisihkan COD, Total-N, dan Fosfat Limbah Tahu pada Reaktor Fotokatalisis *Continue*

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Hasil karya yang saya serahkan ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik baik di UPN "Veteran" Jawa Timur maupun di institusi pendidikan lainnya.
2. Hasil karya saya ini merupakan gagasan, rumusan, dan hasil pelaksanaan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan pembimbing akademik.
3. Hasil karya saya ini merupakan hasil revisi terakhir setelah diujikan yang telah diketahui dan di setujui oleh pembimbing.
4. Dalam karya saya ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali yang digunakan sebagai acuan dalam naskah dengan menyebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya. Apabila di kemudian hari terbukti ada penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini maka saya bersedia menerima konsekuensi apapun , sesuai dengan ketentuan yang berlaku di UPN "Veteran" Jawa Timur.

Surabaya, 20 Juli 2023

Yang Menyatakan



(Elsa Arinda)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Jarak Lampu UV dan Massa Optimum *Resin Immobilized-ZnO* untuk Menyisihkan COD, Total-N, dan Fosfat pada Limbah Tahu dalam Reaktor Fotokatalisis Secara *Continue*” dengan baik.

Tugas Akhir merupakan salah satu syarat yang harus ditempuh dalam kurikulum Program Studi Teknik Lingkungan dan bertujuan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur. Adapun penulisan Tugas Akhir ini juga bertujuan untuk menambah wawasan tentang teknologi fotokatalisis dengan media *resin immobilized photocatalyst-ZnO* bagi para pembaca dan juga bagi penulis.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis menyampaikan terima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Ibu Dr. Dra. Jariyah, MP., selaku Dekan Fakultas Teknik, 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 Prof. Euis Nurul Hidayah, Ph.D. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan, saran, bantuan, dan pengarahan selama penyusunan Tugas Akhir.
4. Seluruh dosen dan staff pengajar Program Studi Teknik Lingkungan yang telah memberikan sebagian ilmunya selama perkuliahan.

Penulis menyadari Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan penulis.

Surabaya, 06 Juli 2023

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan baik. Penyelesaian Tugas Akhir ini tidak luput dari peran berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Orang tua, adik, dan saudara yang telah memberikan semangat dan bantuan baik secara materi maupun rohani sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.
2. Teman-teman Teknik Lingkungan 2019 yang telah memberikan semangat, saran, dan masukannya. Khususnya teman seperjuangan Chia, Tari, Wati, Nabila, Shafa, Erwin, dan Kazal yang telah membantu penulis dalam berbagai hal.
3. Kakak tingkat Teknik Lingkungan yang telah memberikan pengetahuan dan inspirasi bagi penulis.
4. Sahabat saya, Eka Yunila, rekan senasib seperjuangan yang telah menemani keluh kesah dalam pengerjaan skripsi dan cerita kehidupan lainnya.

Semoga dukungan dan bantuan yang telah diberikan kepada penulis dapat memberikan berkah di kemudian hari dan selalu dilancarkan kegiatannya oleh Allah SWT.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
UCAPAN TERIMA KASIH	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
ABSTRAK	x
<i>ABSTRACT</i>	xi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Ruang Lingkup	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tinjauan Umum	5
2.1.1 Limbah Cair Tahu	5
2.1.2 <i>Chemical Oxygen Demand (COD)</i>	6
2.1.3 Total-N	7
2.1.4 Fosfat	8
2.2 Landasan Teori	8
2.2.1 Resin	8
2.2.2 Mekanisme Proses Resin	11
2.2.3 Fotokatalis	13
2.2.4 Fotokatalis ZnO	13
2.2.5 Prinsip Kerja Fotokatalis ZnO	15
2.2.6 Prinsip Kerja Sinar UV	22
2.2.7 <i>Resin Immobilized Photocatalyst ZnO</i>	23
2.2.8 Prinsip Kerja <i>Resin Immobilized Photocatalis ZnO</i>	23

2.2.9	Prinsip dan Fungsi Cahaya dalam Proses Fotokatalis	24
2.3	Penelitian Terdahulu	24
BAB 3 METODE PENELITIAN		27
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian	27
3.2	Kerangka Penelitian	28
3.3	Bahan dan Alat	29
3.4	Cara Kerja	32
3.4.1	Desain dan Pembuatan Reaktor	32
3.4.2	Proses Pembuatan RIP-ZnO	33
3.4.3	Penelitian Utama	34
3.5	Variabel Penelitian	35
3.6	Analisis Data	36
3.7	Jadwal Kegiatan Penelitian	37
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		39
4.1	Karakteristik Awal Air Limbah	39
4.1	Kondisi Optimum Jarak Lampu UV dan Massa <i>Resin Immobilized Photocatalyst-ZnO</i> serta Pengaruhnya dalam Menyisihkan COD, Total-N, dan Fosfat Air Limbah Tahu pada Reaktor Fotokatalisis Continue	39
4.1.1	Kondisi Optimum Jarak Lampu UV dan Massa Resin Immobilized Photocatalyst-ZnO serta Pengaruhnya dalam Menyisihkan <i>Chemical Oxygen Demand (COD)</i>	46
4.1.2	Kondisi Optimum Jarak Lampu UV dan Massa <i>Resin Immobilized Photocatalyst-ZnO</i> serta Pengaruhnya dalam Menyisihkan Total-N	55
4.1.3	Kondisi Optimum Jarak Lampu UV dan Massa <i>Resin Immobilized Photocatalyst-ZnO</i> serta Pengaruhnya dalam Menyisihkan Fosfat	65
4.2	Perbandingan Efektivitas RIP-ZnO dan Resin Kontrol dalam Menyisihkan COD, Total-N, dan Fosfat Limbah Tahu pada Reaktor Fotokatalisis <i>Continue</i>	74

4.2.1	Perbandingan Efektivitas RIP-ZnO dan Resin Kontrol dalam Menyisihkan <i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD).....	74
4.2.2	Perbandingan Efektivitas RIP-ZnO dan Resin Kontrol dalam Menyisihkan Total-N.....	76
4.2.3	Perbandingan Efektivitas RIP-ZnO dan Resin Kontrol dalam Menyisihkan Fosfat.....	78
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....		81
5.1	Kesimpulan.....	81
5.2	Saran.....	82
DAFTAR PUSTAKA		83
LAMPIRAN.....		91

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Pengolahan Kedelai.....	6
Tabel 2. 2 Penelitian Terdahulu.....	24
Tabel 3. 1 Bahan dan Alat yang Digunakan untuk Proses Penelitian	27
Tabel 3. 2 Metode Analisa Data	34
Tabel 3. 3 Matriks Penelitian	35
Tabel 3. 4 Jadwal Kegiatan	36
Tabel 4. 1 Karakteristik Awal COD, Total-N, dan Fosfat Sampel Air Limbah Tahu.....	39

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Rumus Struktur Resin Penukar Kation	9
Gambar 2. 2 Rumus Struktur Resin Penukar Anion	9
Gambar 2. 3 Resin Penukar Anion	9
Gambar 2. 4 Mekanisme Pertukaran Ion pada Resin	11
Gambar 2. 5 <i>Zinc Oxide</i>	14
Gambar 2. 6 Struktur Kristal ZnO	15
Gambar 2. 7 Mekanisme Proses Fotokatalitik	16
Gambar 2. 8 Penurunan pH Selama Proses Fotokatalis	19
Gambar 2. 9 Pengaruh Konsentrasi Awal Polutan terhadap Degradasi Fotokatalis	20
Gambar 3. 1 Kerangka Penelitian	29
Gambar 3. 2 Cara Kerja Penelitian	32
Gambar 3. 3 Desain Reaktor	33
Gambar 3. 4 Proses Imobilisasi <i>Resin Immobilized Photocatalyst-ZnO</i>	33
Gambar 3. 4 Proses Penelitian Utama	35
Gambar 4. 1 Fluktuasi Nilai pH Efluen	40
Gambar 4. 2 Fluktuasi Nilai <i>Dissolve Oxygen</i> Efluen Menggunakan RIP-ZnO 25 g (a), RIP-ZnO 37,5 g (b), RIP-ZnO 50 g (c), dan resin kontrol 25 g (d)	42
Gambar 4. 3 Fluktuasi Nilai Suhu Efluen	43
Gambar 4. 4 Penurunan TDS dalam Efluen Menggunakan RIP-ZnO 25 g (a), RIP-ZnO 37,5 g (b), RIP-ZnO 50 g (c), resin kontrol (d)	45
Gambar 4. 5 Persentase Removal COD Air Limbah Tahu Menggunakan RIP-ZnO 25 g (a), RIP-ZnO 37,5 g (b), dan RIP-ZnO 50 g (c) dalam Reaktor Fotokatalisis	48
Gambar 4. 6 Persentase Removal Total-N Air Limbah Tahu Menggunakan RIP-ZnO 25 g (a), RIP-ZnO 37,5 g (b), dan RIP-ZnO 50 g (c) dalam Reaktor Fotokatalisis	57

Gambar 4. 7 Persentase Removal Fosfat Air Limbah Tahu Menggunakan RIP-ZnO 25 g (a), RIP-ZnO 37,5 g (b), dan RIP-ZnO 50 g (c) dalam Reaktor Fotokatalisis	66
Gambar 4. 8 Perbandingan Efektivitas Resin dan RIP-ZnO 25 g dalam Menyisihkan COD Air Limbah Tahu.....	75
Gambar 4. 9 Perbandingan Efektivitas Resin dan RIP-ZnO 25 g dalam Menyisihkan Total-N Air Limbah Tahu.....	77
Gambar 4. 10 Perbandingan Efektivitas Resin dan RIP-ZnO 25 g dalam Menyisihkan Fosfat Air Limbah Tahu.....	79

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A HASIL ANALISIS/PENGUKURAN.....	91
A.1 Karakteristik Awal Air Limbah.....	91
A.2 Hasil Pengujian Persentase Removal Kadar COD Menggunakan Media RIP-ZnO dan Resin Kontrol.....	92
A.3 Hasil Pengujian Persentase Removal Total N Menggunakan Media RIP-ZnO dan Resin Kontrol.....	93
A.4 Hasil Pengujian Persentase Removal Fosfat Menggunakan Media RIP-ZnO dan Resin Kontrol.....	95
A.5 Hasil Pengujian pH dan Suhu Efluen	96
A.6 Hasil Pengujian TDS Efluen	98
A.7 Hasil Pengujian DO Efluen	99
LAMPIRAN B PROSEDUR ANALISIS DAN PERHITUNGAN.....	101
B.1 Prosedur Analisis COD.....	101
B.2 Prosedur Analisis Total-N.....	102
B.3 Prosedur Analisis Fosfat.....	102
LAMPIRAN C DOKUMENTASI.....	104
LAMPIRAN D DATA PENDUKUNG.....	106

ABSTRAK

Industri tahu menghasilkan air limbah yang mengandung *Chemical Oxygen Demand* (COD), Total-N, dan fosfat yang tinggi. Kandungan polutan yang tinggi dapat menyebabkan pencemaran air jika limbah cair tahu dibuang langsung ke lingkungan. Salah satu alternatif untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan menggunakan bahan *resin immobilized photocatalyst-ZnO* (RIP-ZnO) dalam reaktor fotokatalitik *continue* untuk mendegradasi polutan dengan prinsip AOPs melalui mekanisme oksidasi fotokatalitik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jarak sinar UV dan massa RIP-ZnO terhadap penyisihan COD, Total-N, dan fosfat pada air limbah tahu pada reaktor fotokatalitik *continue*. Reaktor fotokatalitik dirancang dengan diameter 3,1 cm, tinggi 50 cm, daya lampu UV 32 watt, dan laju alir 30 mL/menit. Reaktor fotokatalitik dioperasikan dengan variasi massa RIP-ZnO 25 g, 37,5 g, 50 g dan variasi jarak antara lampu UV dengan air 0 cm, 10 cm, 20 cm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jarak lampu dan massa RIP-ZnO terbaik dalam mendegradasi COD, Total-N, dan fosfat dalam air limbah tahu adalah 0 cm dan 37,5 g dengan waktu operasi 0 hingga 4 jam. Persentase removal COD, total-N, dan fosfat tertinggi yang dicapai pada jarak lampu 0 cm dengan massa 37,5 g pada pengambilan sampel jam ke-0 adalah sebesar 91,26%, 71,86%, dan 79,35%. Massa RIP-ZnO dan jarak antara lampu UV dengan air mempengaruhi proses degradasi polutan yang berkaitan dengan jumlah RIP-ZnO yang berkontak dengan air limbah dan faktor penyinaran yang berperan sebagai sumber energi dalam proses fotokatalis.

Kata kunci: massa, fotokatalis, resin terimobilisasi fotokatalis-ZnO, jarak lampu UV

ABSTRACT

The tofu industry produces wastewater containing high Chemical Oxygen Demand (COD), Total-N, and phosphate. The high content of pollutants can cause water pollution if tofu wastewater discharged directly into the environment. One alternative to overcome this problem is by using resin immobilized photocatalyst-ZnO (RIP-ZnO) material in a continuous photocatalytic reactor to degrade pollutants with the AOPs principle through a photocatalytic oxidation mechanism. This study aims to determine the effect of UV light distance and RIP-ZnO mass to remove COD, Total N, and phosphate in tofu wastewater in a continuous photocatalytic reactor. The photocatalytic reactor was designed with diameter 3.1 cm, 50 cm in height, UV lamp power 32 watt, and a flow rate 30 mL/minute. The photocatalytic reactor was operated with variations in the mass of RIP-ZnO 25 g, 37.5 g, 50 g and variations in the distance between the UV lamp and water 0 cm, 10 cm, 20 cm. The results showed that the best light distance and mass of RIP-ZnO in degrading COD, Total-N, and phosphate in tofu wastewater were 0 cm and 37.5 g with an operating time of 0 to 4 hours. The highest percentage removal of COD, total-N, and phosphate which was achieved at a lamp distance of 0 cm with a mass of 37.5 g at the 0 hour sampling were 91.26%, 71.86%, and 79.35%. The mass of RIP-ZnO and the distance between the UV lamp and water affect the pollutant degradation process which is related to the amount of RIP-ZnO in contact with wastewater and the irradiation factor which acts as an energy source in the photocatalyst process.

Keywords: *mass, photocatalyst, resin immobilized photocatalyst-ZnO, UV lamp distance*