

**DEGRADASI AIR LIMBAH PUPUK UREA
MENGUNAKAN METODE ELEKTROLISIS**

SKRIPSI



Oleh :

DIMAS RIZOI PRATAMA

NPM 19034010090

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
SURABAYA
2024**

**DEGRADASI AIR LIMBAH PUPUK UREA MENGGUNAKAN
METODE ELEKTROLISIS**

SKRIPSI

**Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada Fakultas Teknik dan Sains Universitas Pembangunan Nasional "Veteran"
Jawa Timur**



OLEH

DIMAS RIZOI PRATAMA
NPM. 19034010090

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
SURABAYA
2024**

LEMBAR PERSETUJUAN

**DEGRADASI AIR LIMBAH PUPUK UREA MENGGUNAKAN METODE
ELEKTROLISIS**

Disusun Oleh:

DIMAS RIZOI PRATAMA
NPM. 19034010090

Telah disetujui untuk mengikuti Ujian Penelitian/Verifikasi Artikel Ilmiah

Menyetujui,

PEMBIMBING



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

Mengetahui,

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



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

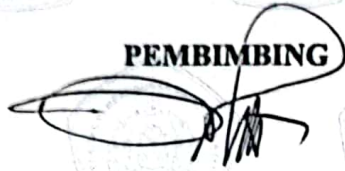
LEMBAR PENGESAHAN
DEGRADASI AIR LIMBAH PUPUK UREA MENGGUNAKAN METODE
ELEKTROLISIS

Dsusun Oleh:

DIMAS RIZOI PRATAMA
NPM. 19034010090

Telah diuji kebenaran oleh Tim Penguji dan diterbitkan pada Jurnal
Serambi Engineering (Terakreditasi SINTA 4)
Volume 9, Nomor 2, April 2024

PEMBIMBING



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

Menyetujui,

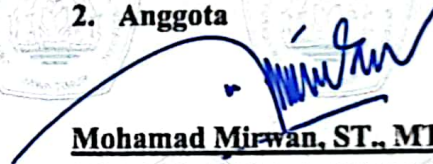
TIM PENGUJI

1. Ketua



Ir. Yayok Suryo Purnomo, MS.
NIP. 19600601 198703 1 001

2. Anggota



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

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik dan Sains

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur



Prof. Dr. Dra. Jarivah, M.P.
NIP. 19650403 199103 2 001

LEMBAR REVISI

**DEGRADASI AIR LIMBAH PUPUK UREA MENGGUNAKAN METODE
ELEKTROLISIS**

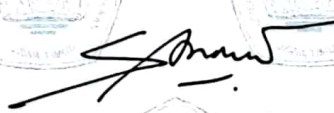
Disusun Oleh:

DIMAS RIZOI PRATAMA
NPM. 19034010090

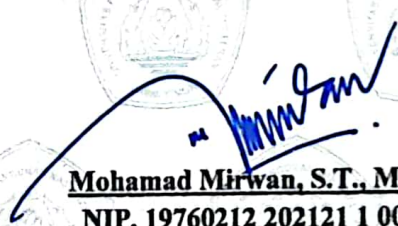
Telah direvisi dan disahkan pada tanggal 27 Mei 2024

TIM PENILAI

KETUA


Ir. Yayok Suryo P., MS.
NIP. 19600601 198703 1 001

ANGGOTA


Mohamad Mirwan, S.T., M.T.
NIP. 19760212 202121 1 004

SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Dimas Rizqi Pratama
NIM : 19034010090
Fakultas /Program Studi : Teknik / Teknik Lingkungan
Judul Skripsi/Tugas Akhir/
Tesis/Desertasi : Degradasi Air Limbah Pupuk Urea Menggunakan Metode Elektrolisis

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, 27 Mei 2024

Yang Menyatakan



METERAI
TEMPER
75ALX1636/6001

(Dimas Rizqi Pratama)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan TUGAS AKHIR ini yang berjudul “Degradasi Air Limbah Pupuk Urea Menggunakan Metode Elektrolisis”. Dalam penyusunan laporan ini, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Akhmad Fauzi, MMT., IPU. selaku Rektor Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Prof. Dr. Dra. Jariyah, MP. selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Firra Rosariawari, ST., MT. selaku Koordinator Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
4. Kedua orangtua dan adik saya yang sudah memberikan doa dan dukungan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan perkuliahan maupun dalam menyelesaikan Tugas Akhir disini.
5. Ir. Tuhu Agung Rachmanto, MT. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan arahan dan saran selama proses pengerjaan.
6. Ir. Yayok Suryo P., MS dan Mohamad Mirwan, ST., MT.. selaku Dosen Penguji Tugas Akhir yang memberi kritik dan saran pada laporan skripsi ini.
7. Aulia Ulfah Farahdiba, ST., MT. selaku dosen wali yang telah memberikan bimbingan dan arahan selama menempuh perkuliahan.
8. Seluruh bapak dan ibu dosen dan staff jurusan Teknik Lingkungan yang terlibat serta membantu baik semasa perkuliahan hingga penyelesaian tugas akhir
9. Suci Rahmadani yang selalu memberikan semangat dan doa, memberikan kritik dan saran kepada penulis dari awal perkuliahan hingga menyelesaikan tugas akhir ini.
10. Narendra Satrya P., Rafi Yogatama I., Abrar Athaya Y.E., Fikry A., Ferlian Vida S., dan Anarta C. yang sudah menjadi teman penulis selama masa perkuliahan dan membantu mendengarkan keluh kesah penulis selama mengerjakan tugas akhir.

11. Teman-teman di jurusan Teknik lingkungan Angkatan 2019, yang telah membantu penulis dengan beragam diskusi dan berjuang bersama selama masa perkuliahan.

Penyusunan laporan ini telah diusahakan semaksimal mungkin namun tetap tak luput dari kekurangan, untuk itu penulis mohon maaf. Penulis mengharapkan berbagai masukan yang berkaitan dengan isi laporan agar kedepannya penulis dapat berbuat yang lebih baik lagi.

Surabaya, 27 Mei 2024

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
ABSTRAK	x
ABSTRACT	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Ruang Lingkup	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Air Limbah	4
2.2 Sumber Air Limbah	5
2.3 Limbah Cair Pupuk Urea	5
2.4 Baku Mutu Air Limbah Pupuk Urea	6
2.3 Amonia (NH ₃ -N)	6
2.4 Chemical Oxygen Demand (COD)	8
2.5 Total Nitrogen	8
2.6 Elektrokimia	9
2.7 Elektrolisis	10
2.8 Elektroda	12
2.9 Faktor yang Mempengaruhi Elektrolisis	14

2.10	Logam Tembaga (Cu).....	15
2.11	Karbon (C)	16
2.12	Penelitian Terdahulu	17
BAB 3 METODE PENELITIAN.....		20
3.1	Kerangka Penelitian	20
3.2	Bahan dan Alat	21
3.2.1	Bahan	21
3.2.2	Alat	21
3.3	Cara Kerja	21
3.3.1	Penyiapan Elektroda	21
3.3.2	Proses Penelitian Prosedur.....	21
3.4	Variabel Peneltian	21
3.4.1	Variabel Tetap	21
3.4.2	Variabel Bebas.....	22
3.4.3	Parameter yang Diamati	22
3.5	Matriks Penelitian	22
3.6	Analisis Data.....	22
3.7	Gambar Alat.....	25
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		26
4.1	Hasil Penelitian.....	26
4.1.1	Kemampuan Metode Elektrolisis dalam Menurunkan Nitrogen Amonia (NH ₃ -N)	26
4.1.2	Kemampuan Metode Elektrolisis dalam Menurunkan COD.....	27
4.1.3	Kemampuan Metode Elektrolisis dalam Menurunkan pH	28
4.1.4	Kemampuan Metode Elektrolisis dalam Menurunkan Total Nitrogen.....	28
4.2	Pembahasan.....	29

4.2.1	Pengaruh Jumlah Plat dan Waktu Kontak Terhadap Penurunan Jumlah Nitrogen Amonia ($\text{NH}_3\text{-N}$).....	29
4.2.2	Pengaruh Jumlah Plat dan Waktu Kontak Terhadap Penurunan Jumlah COD.....	32
4.2.3	Pengaruh Jumlah Plat dan Waktu Kontak Terhadap Penurunan Jumlah Ph.....	34
4.2.4	Pengaruh Jumlah Plat dan Waktu Kontak Terhadap Penurunan Jumlah Total Nitrogen	37
4.3	Analisis Statistika.....	39
4.3.1	Analisis Statistika Menggunakan Regresi Linier Berganda Terhadap parameter $\text{NH}_3\text{-N}$	39
4.3.2	Analisis Statistika Menggunakan Regresi Linier Berganda Terhadap parameter COD	40
4.3.3	Analisis Statistika Menggunakan Regresi Linier Berganda Terhadap parameter pH.....	41
4.3.4	Analisis Statistika Menggunakan Regresi Linier Berganda Terhadap parameter Total Nitrogen	41
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		43
5.1	Kesimpulan	43
5.2	Saran	43
DAFTAR PUSTAKA		45
LAMPIRAN A		49
LAMPIRAN B		50
LAMPIRAN C		53
LAMPIRAN D		56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses Elektrolisis	11
Gambar 2.2 Deret Volta atau Deret Potensial Logam.....	13
Gambar 3. 1 Reaktor Elektrolisis dengan 8 Plat	25
Gambar 4. 1 Grafik Pengaruh Jumlah Plat Terhadap Penurunan $\text{NH}_3\text{-N}$ pada Berbagai Waktu Kontak.....	30
Gambar 4.2 Grafik Pengaruh Waktu Kontak Terhadap Penurunan $\text{NH}_3\text{-N}$ pada Berbagai Jumlah Plat	30
Gambar 4. 3 Grafik Pengaruh Jumlah Plat Terhadap Penurunan COD pada Berbagai Waktu Kontak.....	32
Gambar 4. 4 Grafik Pengaruh Waktu Kontak Terhadap Penurunan COD pada Berbagai Jumlah Plat	33
Gambar 4. 5 Grafik Pengaruh Jumlah Plat Terhadap Penurunan pH pada Berbagai Waktu Kontak.....	35
Gambar 4. 6 Grafik Pengaruh Waktu Kontak Terhadap Penurunan pH pada Berbagai Jumlah Plat	36
Gambar 4. 7 Grafik Pengaruh Jumlah Plat Terhadap Penurunan Total Nitrogen pada Berbagai Waktu Kontak	37
Gambar 4. 8 Grafik Pengaruh Waktu Kontak Terhadap Penurunan Total Nitrogen pada Berbagai Jumlah Plat.....	38
Gambar 4. 9 Hasil Regresi Linier Berganda Terhadap Parameter $\text{NH}_3\text{-N}$	39
Gambar 4. 10 Hasil Regresi Linier Berganda Terhadap Parameter COD.....	40
Gambar 4. 11 Hasil Regresi Linier Berganda Terhadap Parameter pH	41
Gambar 4. 12 Hasil Regresi Linier Berganda Terhadap Parameter Total Nitrogen	42
Gambar A. 1 Laporan Hasil Uji dari Laboratorium Pengujian dan Kalibrasi.....	49

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Baku mutu air limbah pupuk urea	6
Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu yang Pernah Dilakukan.....	17
Tabel 3.1 Parameter NH ₃ -N	22
Tabel 3. 2 Metode pengujian/Analisis data	22
Tabel 4.1 Hasil Analisa Awal Air Limbah Pupuk Urea.....	26
Tabel 4.2 Pengaruh Variasi Jumlah Plat dan Waktu Kontak (menit) terhadap Penurunan Nilai NH ₃ -N	27
Tabel 4.3 Pengaruh Variasi Jumlah Plat dan Waktu Kontak (menit) terhadap Penurunan Nilai COD	27
Tabel 4.4 Pengaruh Variasi Jumlah Plat dan Waktu Kontak (menit) terhadap Penurunan Nilai pH.....	28
Tabel 4.5 Pengaruh Variasi Jumlah Plat dan Waktu Kontak (menit) terhadap Penurunan Nilai Total Nitrogen.....	28

ABSTRAK
DEGRADASI AIR LIMBAH PUPUK UREA MENGGUNAKAN METODE
ELEKTROLISIS

DIMAS RIZQI PRATAMA

NPM.19034010090

Urea adalah senyawa kimia berbasis nitrogen yang disintesis dari reaksi antara ammonia dengan karbon dioksida pada kisaran temperatur dan tekanan tertentu. Untuk memproduksi setiap ton urea dibutuhkan air sebanyak 12 m³ dan menghasilkan limbah cair sebesar 2,3 m³. Salah satu bahan kimia yang paling umum dalam limbah adalah ammonia (NH₃). Teknologi elektrolisis telah dikembangkan untuk pengolahan limbah yang mengandung amonia. Elektrolisis amonia merupakan aplikasi potensial dalam pengolahan limbah karena merupakan teknologi sederhana dengan biaya perawatan yang rendah dan produk sampingan gas nitrogen yang dapat langsung dilepaskan ke lingkungan. Proses elektrolisis memisahkan molekul air menjadi gas hidrogen dan oksigen dengan cara mengalirkan arus listrik ke elektroda tempat larutan elektrolit (air dan katalis) berada. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas penurunan kadar amonia (NH₃-N), *Chemical Oxygen Demand* (COD), pH, dan Total Nitrogen menggunakan metode elektrolisis dengan elektroda tembaga (Cu) dan karbon (C) yang dilakukan dengan variasi jumlah plat 2; 4; 6; dan 8 plat. Variasi waktu elektrolisis (td) yang digunakan ialah 0 menit; 30 menit; 60 menit; 90 menit; dan 120 menit. Dari penelitian ini didapatkan hasil bahwa jumlah plat 8 dengan waktu elektrolisis 120 menit paling efektif menurunkan kadar amonia (NH₃-N), *Chemical Oxygen Demand* (COD), dan pH, yang menurunkan kadar amonia (NH₃-N) sebesar 84.63 %; COD sebesar 20.04 %; pH terdapat penurunan dari kadar awal 9.34 menjadi 8.64. Lalu untuk total nitrogen hasil yang didapatkan adalah jumlah plat 4 dengan waktu elektrolisis 120 menit, yang menurunkan Total Nitrogen sebesar 42,5%.

Kata kunci : Urea, Elektrolisis, NH₃-N, COD, pH, Total Nitrogen, waktu Elektrolisis, Jumlah Plat

ABSTRACT

DEGRADASI AIR LIMBAH PUPUK UREA MENGGUNAKAN METODE ELEKTROLISIS

DIMAS RIZQI PRATAMA

NPM.19034010090

Urea is a nitrogen-based chemical compound synthesized from the reaction between ammonia and carbon dioxide at specific temperature and pressure ranges. Producing each ton of urea requires 12 m³ of water and generates 2.3 m³ of liquid waste. One of the most common chemicals in wastewater is ammonia (NH₃). Electrolysis technology has been developed for treating wastewater containing ammonia. Ammonia electrolysis is a potential application in waste treatment because it is a simple technology with low maintenance costs and nitrogen gas by-products that can be directly released into the environment. The electrolysis process separates water molecules into hydrogen and oxygen gases by passing an electric current through electrodes where the electrolyte solution (water and catalyst) is present. This study aims to determine the effectiveness of reducing ammonia (NH₃-N), Chemical Oxygen Demand (COD), pH, and Total Nitrogen levels using electrolysis methods with copper (Cu) and carbon (C) electrodes, conducted with variations in the number of plates: 2, 4, 6, and 8 plates. The variations in electrolysis time (td) used were 0 minutes, 30 minutes, 60 minutes, 90 minutes, and 120 minutes. From this research, it was found that 8 plates with a 120-minute electrolysis time were most effective in reducing ammonia (NH₃-N) levels by 84.63%, COD by 20.04%, and pH from the initial level of 9.34 to 8.64. For total nitrogen, the result obtained was that 4 plates with a 120-minute electrolysis time reduced Total Nitrogen by 42.5%.

Keywords : Urea, Electrolysis, NH₃-N, COD, pH, Total Nitrogen, Electrolysis Time, Number of Plates.