



**POLITEKNIK NEGERI  
CILACAP**

**TUGAS AKHIR**

**PEMANFAATAN ZEOLIT SINTESIS BERBAHAN DASAR LIMBAH  
DAUN NIPAH (*Nypa fruticans* Wurmb) DAN LIMBAH ALUMUNIUM  
KALENG BEKAS SEBAGAI ADSORBEN PADA LIMBAH CAIR SISA  
ANALISIS *CHEMICAL OXYGEN DEMAND* (COD)**

***UTILIZATION OF SYNTHETIC ZEOLITE BASED ON NIPA LEAF (*Nypa  
fruticans* Wurmb) WASTE AND USED ALUMUNIUM CANS AS  
ADSORBEN IN *CHEMICAL OXYGEN DEMAND* (COD) REMAINING  
LIQUID WASTE***

**Oleh**

**ARSITA NUR RIZKIA PUTRI**

**NPM. 190207044**

**DOSEN PEMBIMBING :**

**ILMA FADLILAH, S.Si., M.Eng., C.EIA.**

**NIP. 199201032019032022**

**OTO PRASADI, S.Pi., M.Si., C.EIA.**

**NPAK. 08.16.8020**

**JURUSAN REKAYASA MESIN DAN INDUSTRI PERTANIAN  
PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN  
TEKNIK PENGENDALIAN PENCEMARAN LINGKUNGAN  
POLITEKNIK NEGERI CILACAP  
CILACAP**

**2023**



**POLITEKNIK NEGERI  
CILACAP**

**TUGAS AKHIR**

**PEMANFAATAN ZEOLIT SINTESIS BERBAHAN DASAR LIMBAH  
DAUN NIPAH (*Nypa fruticans* Wurmb) DAN LIMBAH ALUMUNIUM  
KALENG BEKAS SEBAGAI ADSORBEN PADA LIMBAH CAIR SISA  
ANALISIS *CHEMICAL OXYGEN DEMAND* (COD)**

***UTILIZATION OF SYNTHETIC ZEOLITE BASED ON NIPA LEAF (*Nypa  
fruticans* Wurmb) WASTE AND USED ALUMUNIUM CANS AS  
ADSORBEN IN *CHEMICAL OXYGEN DEMAND* (COD) REMAINING  
LIQUID WASTE***

**Oleh**

**ARSITA NUR RIZKIA PUTRI**

**NPM. 190207044**

**DOSEN PEMBIMBING :**

**ILMA FADLILAH, S.Si., M.Eng., C.EIA.**

**NIP. 199201032019032022**

**OTO PRASADI, S.Pi., M.Si., C.EIA.**

**NPAK. 08.16.8020**

**JURUSAN REKAYASA MESIN DAN INDUSTRI PERTANIAN  
PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN  
TEKNIK PENGENDALIAN PENCEMARAN LINGKUNGAN  
POLITEKNIK NEGERI CILACAP  
CILACAP**

**2023**

## HALAMAN PENGESAHAN

### HALAMAN PENGESAHAN

PEMANFAATAN ZEOLIT SINTESIS BERBAHAN DASAR LIMBAH  
DAUN NIPAH (*Nypa fruticans* Wurmb) DAN LIMBAH ALUMINIUM  
KALENG BEKAS SEBAGAI ADSORBEN PADA LIMBAH CAIR SISA  
ANALISIS *CHEMICAL OXYGEN DEMAND* (COD)

Telah disusun oleh :

**ARSITA NUR RIZKIA PUTRI**

**NPM. 190207044**

Tugas Akhir ini diajukan sebagai salah satu syarat  
Untuk memperoleh Gelar Sarjana Terapan  
di Politeknik Negeri Cilacap

**Dosen Pembimbing I**



Ilma Fadlilah, S.Si., M.Eng., C.EIA.  
NIP. 199201032019032022

**Dosen Pembimbing II**



Oto Prasadi, S.Pi., M.Si., C.EIA.  
NPAK. 08.16.8020

**Dosen Penguji I**



Theresia Evila Purwanti Sri Rahayu, S.T., M.Eng.  
NIP. 198410252019032010

**Dosen Penguji II**



Ayu Pramita, S.T., M.M., M.Eng.  
NPAK. 08.17.8040

**Mengetahui**

**Koordinator Program Studi Sarjana Terapan  
Teknik Pengendalian Pencemaran Lingkungan**



Theresia Evila Purwanti Sri Rahayu, S.T., M.Eng.  
NIP. 198410252019032010

**Ketua Jurusan  
Rekayasa Mesin dan Industri Pertanian**



Mohammad Nurhila, S.T., M.Pd., M.T.  
NIP. 197610152021211005

## LEMBAR PERSETUJUAN

### LEMBAR PERSETUJUAN

Laporan Tugas Akhir dengan judul

**“PEMANFAATAN ZEOLIT SINTESIS BERBAHAN DASAR LIMBAH  
DAUN NIPAH (*Nypa fruticans* Wurmb) DAN LIMBAH ALUMINIUM  
KALENG BEKAS SEBAGAI ADSORBEN PADA LIMBAH CAIR SISA  
ANALISIS *CHEMICAL OXYGEN DEMAND* (COD)”**

yang ditulis oleh Arsita Nur Rizkia Putri NPM. 190207044 ini telah diperiksa dan  
disetujui serta layak diujikan di seminar akhir TA.

Cilacap, 01 Agustus 2023

Dosen Pembimbing I



Ilma Fadlilah, S.Si., M.Eng., C.EIA.  
NIP. 199201032019032022

Dosen Pembimbing II



Oto Prasadi, S.Pi., M.Si., C.EIA.  
NPAK. 08.16.8020

Mengetahui

Koordinator Program Studi Sarjana Terapan  
Teknik Pengendalian Pencemaran Lingkungan



Theresa Evila Purwanti Sri Rahayu, S.T., M.Eng.  
NIP. 198410252019032010

## LEMBAR PERNYATAAN

### LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan di suatu Perguruan Tinggi, dan disepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Cilacap, 01 Agustus 2023



METER  
TEMPERAN  
6074AKX572433338

Arsita Nur Rizkia Putri

**SURAT PERNYATAAN KESEDIAAN MEMBERIKAN  
HAK BEBAS ROYALTI NONEKSLUSIF**

**SURAT PERNYATAAN KESEDIAAN MEMBERIKAN  
HAK BEBAS ROYALTI NONEKSLUSIF**

---

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Arsita Nur Rizkia Putri  
NPM : 190207044  
Program Studi : Sarjana Terapan Teknik Pengendalian Pencemaran  
Lingkungan  
Jenis Karya Ilmiah : Laporan Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Negeri Cilacap Hak Bebas Royalti Noneklusif (*Non-exclusive Royalty- Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

“PEMANFAATAN ZEOLIT SINTESIS BERBAHAN DASAR LIMBAH DAUN  
NIPAH (*Nypa fruticans* Wurmb) DAN LIMBAH ALUMINIUM KALENG  
BEKAS SEBAGAI ADSORBEN PADA LIMBAH CAIR SISA ANALISIS  
*CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD)*”

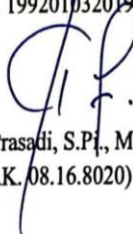
Hak Bebas Royalti Noneklusif ini Politeknik Negeri Cilacap berhak menyimpan, alih media/format, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Mengetahui,  
Tim Pembimbing



1. Ilma Fadlilah, S.Si., M.Eng., C.EIA.  
(NIP. 199201032019032022)



2. Oto Prasadi, S.Pi., M.Si., C.EIA.  
(NPAK. 08.16.8020)

Cilacap, 01 Agustus 2023  
Yang menyatakan,



Arsita Nur Rizkia Putri  
(NPM. 190207044)

## SURAT PERNYATAAN KESEDIAAN PUBLIKASI ILMIAH

### SURAT PERNYATAAN KESEDIAAN PUBLIKASI ILMIAH

---

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Arsita Nur Rizkia Putri  
NPM : 190207044  
Program Studi : Sarjana Terapan Teknik Pengendalian Pencemaran Lingkungan  
Jenis Karya Ilmiah : Laporan Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk melaksanakan kegiatan publikasi karya ilmiah sebagai luaran tugas akhir/skripsi ke dalam bentuk jurnal Nasional/Internasional maupun Paten/Paten sederhana maksimal sebelum pendaftaran wisuda. Apabila dalam waktu yang ditentukan, saya belum menghasilkan luaran minimal dalam status submit, maka sebagai konsekuensi saya tidak berhak mendapatkan nilai dari hasil tugas akhir saya.

Demikian pernyataan ini saya buat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Mengetahui,  
Tim Pembimbing

Cilacap, 01 Agustus 2023  
Yang menyatakan,



1. Ilma Fadlilah, S.Si., M.Eng., C.EIA.  
(NIP. 199201032019032022)



Arsita Nur Rizkia Putri  
(NPM. 190207044)



2. Oto Prasadi, S.Pi, M.Si., C.EIA.  
(NPAK. 08.16.8020)

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PERSETUJUAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>SURAT PERNYATAAN KESEDIAAN MEMBERIKAN HAK BEBAS ROYALTI NONEKSLUSIF .....</b>	<b>v</b>
<b>SURAT PERNYATAAN KESEDIAAN PUBLIKASI ILMIAH.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR SIMBOL .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR ISTILAH .....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>xvi</b>
<b>UCAPAN TERIMA KASIH .....</b>	<b>xvii</b>
<b>MOTTO .....</b>	<b>xix</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>xx</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xxi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian .....	5
1.4 Manfaat Penelitian .....	5
1.5 Batasan Masalah .....	6
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>7</b>
2.1 Penelitian Terdahulu.....	7
2.2 Teori - teori yang relevan .....	13
2.2.1 Pencemaran Lingkungan.....	13
2.2.2 Limbah Cair Laboratorium .....	14



2.2.3 <i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD) .....	16
2.2.4 Logam Berat Kromium (Cr) .....	17
2.2.5 Parameter Fisika dan Kimia .....	18
2.2.6 Zeolit .....	19
2.2.7 Karakteristik Zeolit .....	24
2.2.8 Karakterisasi Bahan dan Zeolit Sintesis.....	24
2.2.9 Hidrotermal .....	28
2.2.10 Alumunium .....	29
2.2.11 Daun Nipah .....	29
2.2.12 Silika.....	31
2.2.13 Adsorpsi .....	31
2.3 Hipotesis .....	34
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>35</b>
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	35
3.2 Bahan dan Alat .....	35
3.3 Diagram Penelitian .....	36
3.4 Prosedur Penelitian .....	38
3.4.1 Preparasi dan Ekstrasi Silika Daun Nipah .....	38
3.4.2 Preparasi Alumunium Kaleng Bekas.....	39
3.4.3 Sintesis Zeolit .....	39
3.4.4 Karakterisasi Bahan dan Produk Zeolit.....	41
3.4.5 Aplikasi Zeolit Sintesis.....	44
3.4.6 Analisis Parameter Fisika dan Kimia Limbah Cair Sisa Analisis COD	46
3.5 Metode Analisis Data .....	49
3.6 Data yang dibutuhkan .....	50
3.7 Variabel Penelitian .....	51
3.8 Jadwal Kegiatan Penelitian.....	53
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>55</b>
4.1 Hasil Karakterisasi Abu Limbah Daun Nipah menggunakan XRF .....	55
4.2 Ekstraksi Silika Abu Limbah Daun Nipah .....	58
4.3 Hasil Karakterisasi Alumunium .....	59

4.4 Sintesis Zeolit .....	61
4.5 Hasil Karakterisasi Zeolit Sintesis menggunakan SEM-EDX .....	65
4.5.1 Hasil Karakterisasi ZSR 1,7 .....	65
4.5.2 Hasil Karakterisasi ZSR 1,9 .....	67
4.6 Hasil Karakterisasi Zeolit Sintesis menggunakan FTIR .....	69
4.6.1 Hasil Karakterisasi ZSR 1,7 .....	70
4.6.2 Hasil Karakterisasi ZSR 1,9 .....	72
4.7 Adsorpsi Limbah Cair Sisa Analisis COD .....	74
4.7.1 Waktu Kontak terhadap pH .....	76
4.7.2 Waktu Kontak terhadap Suhu .....	78
4.7.3 Waktu Kontak terhadap TDS .....	79
4.7.4 Waktu Kontak terhadap COD .....	81
4.7.5 Waktu Kontak terhadap Logam Khrom .....	82
4.8 Kinetika Adsorpsi .....	87
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>90</b>
5.1 Kesimpulan .....	90
5.2 Saran .....	90
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>92</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>110</b>
<b>BIOGRAFI PENULIS .....</b>	<b>161</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Ringkasan Penelitian Terdahulu .....	9
Tabel 2.2. Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012.....	15
Tabel 2.3. Karakteristik Zeolit .....	24
Tabel 2.4. Ketentuan IR untuk Zeolit .....	25
Tabel 3.1. Perbandingan Komposisi dari masing-masing Zeolit Sintesis Rasio (ZSR) .....	41
Tabel 3.2. Persentase Kandungan Alumunium Kaleng .....	50
Tabel 3.3. Persentase Kandungan Silika.....	51
Tabel 3.4. Jadwal Kegiatan Penelitian .....	53
Tabel 4.1. Komposisi Kimia Abu Daun Nipah.....	56
Tabel 4.2. Komposisi Kimia Alumunium pada Kaleng Bekas .....	60
Tabel 4.3. Data EDX Komposisi Kimia ZSR 1,7 .....	66
Tabel 4.4. Data EDX Komposisi Kimia ZSR 1,9 .....	68
Tabel 4.5. Spektrum hasil FTIR ZSR 1,7 .....	71
Tabel 4.6. Spektrum hasil FTIR ZSR 1,9 .....	73
Tabel 4.7. Karakteristik Awal Limbah Cair Sisa Analisis COD .....	75
Tabel 4.8. Permodelan Kinetika Adsorpsi .....	87

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. (a) Struktur Zeolit, (b) Struktur Sisi Aktif dalam Zeolit .....	19
Gambar 2.2. FTIR merk IRT racer-100 .....	25
Gambar 2.3. SEM-EDX merk TESCAN .....	26
Gambar 2.4. XRF merk AMETEK .....	27
Gambar 2.5. Alumunium Kaleng Bekas .....	29
Gambar 2.6. Nipah ( <i>Nypa fruticans</i> Wurmb).....	30
Gambar 2.7. Struktur Tetrahedron Silika ( $\text{SiO}_2$ ).....	31
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian .....	37
Gambar 3.2. Reaktor PTFE.....	41
Gambar 3.3. Desain <i>Packaging</i> Produk Zeolit Sintesis .....	46
Gambar 4.1. Abu Daun Nipah.....	56
Gambar 4.2. Komposisi Kimia Abu Daun Nipah .....	57
Gambar 4.3. Silika dari Abu Daun Nipah .....	59
Gambar 4.4. Preparasi Alumunium.....	60
Gambar 4.5. Komposisi Kimia Alumunium Kaleng Bekas.....	61
Gambar 4.6. (a) Homogenisasi, (b) Campuran Si/Al pada reaktor PTFE.....	62
Gambar 4.7. (a) Penetralan pH, (b) Zeolit Sintesis .....	64
Gambar 4.8. (a) Morfologi Permukaan ZSR 1,7 dan (b) Diameter partikel ZSR 1,7 .....	65
Gambar 4.9. Hasil EDX dari ZSR 1,7.....	67
Gambar 4.10. (a) Morfologi Permukaan ZSR 1,9 dan (b) Diameter partikel ZSR 1,9 .....	68
Gambar 4.11. Hasil EDX dari ZSR 1,9.....	69
Gambar 4.12. Pola Spektra FTIR pada ZSR 1,7 .....	70
Gambar 4.13. Pola Spektra FTIR pada ZSR 1,9 .....	72
Gambar 4.14. Waktu Kontak terhadap pH.....	76
Gambar 4.15. (a) pH setelah penetralan menggunakan pH kertas, (b) pH setelah penetralan menggunakan pH meter .....	77
Gambar 4.16. Waktu Kontak terhadap Suhu .....	78

Gambar 4.17. (a) Suhu limbah awal, (b) Suhu limbah setelah adsorpsi .....	78
Gambar 4.18. Waktu Kontak terhadap TDS .....	79
Gambar 4.19. Waktu Kontak terhadap Efisiensi TDS .....	80
Gambar 4.20. (a) Pengukuran TDS limbah awal, (b) Pengukuran TDS limbah akhir .....	80
Gambar 4.21. Waktu Kontak terhadap COD .....	81
Gambar 4.22. Waktu Kontak terhadap Efisiensi COD .....	81
Gambar 4.23. Waktu Kontak terhadap Efisiensi COD .....	82
Gambar 4.24. Waktu Kontak terhadap Cr Heksavalen .....	83
Gambar 4.25. Waktu Kontak terhadap Efisiensi Cr Heksavalen .....	84
Gambar 4.26. Waktu Kontak terhadap Cr Total .....	85
Gambar 4.27. Waktu Kontak terhadap Efisiensi Cr Total .....	86
Gambar 4.28. (a) Kinetika Orde 1 Adsorpsi Ion Logam Cr, (b) Kinetika Orde 1 Adsorpsi Ion Logam Cr <sup>6+</sup> , (c) Kinetika Orde 2 Adsorpsi Ion Logam Cr, (d) Kinetika Orde 2 Adsorpsi Ion Logam Cr <sup>6+</sup> .....	88

## DAFTAR SIMBOL

SiO <sub>2</sub>	: Silika
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	: Alumunium Oksida
HCl	: Asam Klorida
NaOH	: Natrium Hidroksida
H <sub>2</sub> O	: Air
C <sub>1</sub>	: Konsentrasi awal larutan
C <sub>2</sub>	: Konsentrasi akhir larutan
M <sub>1</sub>	: Konsentrasi zat awal
M <sub>2</sub>	: Konsentrasi zat akhir
V <sub>1</sub>	: Volume awal
V <sub>2</sub>	: Volume akhir
SEM-EDX	: <i>Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive X-ray</i>
FTIR	: <i>Fourier Transform Infra Red</i>
XRF	: <i>X-Ray Fluorescence</i>
ZSR	: Zeolit Sintesis Rasio
Cr	: Khrom
Cr <sup>6+</sup>	: Khrom heksavalen
PTFE	: <i>Poly Tetra Fluoro Ethylene</i>
COD	: <i>Chemical Oxygen Demand</i>
BOD	: <i>Biologycal Oxygen Demand</i>

## DAFTAR ISTILAH

<i>Furnace</i>	: Sebuah alat yang digunakan untuk pemanasan.
Ekstraksi	: Proses pemisahan suatu zat berdasarkan perbedaan kelarutannya terhadap dua cairan tidak saling larut yang berbeda.
Abu	: Residu <i>non</i> cair yang tersisa dari proses pembakaran suatu bahan dan sebagian besar terdiri atas senyawa oksida logam.
Karakterisasi	: Analisis suatu bahan baik secara kualitatif maupun kuantitatif menggunakan instrumen.
Sintesis	: Pembuatan tiruan zat-zat yang terdapat di alam.
Rendemen	: Perbandingan berat kering produk yang dihasilkan dengan berat bahan baku.
Reaktor	: Suatu alat proses sebagai tempat terjadinya reaksi.
Kristalisasi	: Suatu pembentukan partikel padatan didalam sebuah fasa homogen.

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan Komposisi Rasio Molar Si/Al .....	110
Lampiran 2. Perhitungan Matematis dari Data Penelitian .....	112
Lampiran 3. Harga Jual Produk Zeolit Sintesis .....	129
Lampiran 4. Dokumentasi Penelitian .....	132
Lampiran 5. Dokumen Hasil Uji .....	136
Lampiran 6. Surat Perizinan.....	152
Lampiran 7. Hasil Uji Parameter Limbah Cair Sisa Analisis COD di LABKESDA Purbalingga.....	156
Lampiran 8. Spesifikasi Reaktor PTFE.....	159



## KATA PENGANTAR



*Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Puji dan syukur senantiasa kita panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala nikmat, kekuatan, taufik serta hidayah-Nya. Shalawat dan salam semoga tercurah limpahkan kepada Rasulullah SAW, keluarga, sahabat, dan para pengikut setianya, aamiin. Atas kehendak Allah sajalah, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul:

**“PEMANFAATAN ZEOLIT SINTESIS BERBAHAN DASAR LIMBAH DAUN NIPAH (*Nypa fruticans* Wurmb) DAN LIMBAH ALUMINIUM KALENG BEKAS SEBAGAI ADSORBEN PADA LIMBAH CAIR SISA ANALISIS *CHEMICAL OXYGEN DEMAND* (COD)”**

Pembuatan dan penyusunan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan (S.Tr) di Politeknik Negeri Cilacap. Penulis menyadari bahwa karya ini masih jauh dari sempurna karena keterbatasan dan hambatan yang dijumpai selama pengerjaannya. Sehingga saran yang bersifat membangun sangatlah diharapkan demi pengembangan yang lebih optimal dan kemajuan yang lebih baik.

*Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.*

Cilacap, 01 Agustus 2023

Arsita Nur Rizkia Putri

## UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah Subhanahuwata'ala, yang senantiasa memberikan nikmat dan karunia pada makhluk-Nya serta memberi bimbingan, petunjuk, pertolongan dan kesehatan kepada penulis, sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulis menyadari bahwa selama penyusunan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari dukungan beberapa pihak, oleh karena itu iringan do'a dan ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada :

1. Allah SWT yang selalu memberi ridho dan barokah-Nya;
2. Diri sendiri yang telah berhasil bertahan dengan penuh kekuatan, kesabaran, ketelitian, keberanian, dan semangat sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini;
3. Bapak Riyadi Purwanto, S.T., M.Eng. sebagai Direktur Politeknik Negeri Cilacap dan jejerannya;
4. Bapak Mohammad Nurhilal, S.T., M.Pd., M.T. sebagai Ketua Jurusan Teknik Rekayasa Mesin dan Industri Pertanian;
5. Ibu Theresia Evila Purwanti Sri Rahayu, S.T., M.Eng. sebagai Koordinator Program Studi Sarjana Terapan Teknik Pengendalian Pencemaran Lingkungan Politeknik Negeri Cilacap;
6. Ibu Ilma Fadlilah, S.Si., M.Eng., C.EIA sebagai Dosen Pembimbing 1 Tugas Akhir yang telah memberikan banyak masukan serta arahan sehingga penulis dapat menyempurnakan Tugas Akhir;
7. Bapak Oto Prasadi, S.Pi., M.Si., C.EIA sebagai Dosen Pembimbing 2 Tugas Akhir yang telah memberikan banyak masukan serta arahan sehingga penulis dapat menyempurnakan Tugas Akhir;
8. Ibu Theresia Evila Purwanti Sri Rahayu, S.T., M.Eng. sebagai Dosen Penguji 1 Tugas Akhir yang telah memberikan banyak masukan serta arahan sehingga penulis dapat menyempurnakan Tugas Akhir;
9. Ibu Ayu Pramita, S.T., M.M., M.Eng. sebagai Dosen Penguji 2 Tugas Akhir yang telah memberikan banyak masukan serta arahan sehingga penulis dapat menyempurnakan Tugas Akhir;

10. Ibu Ayu Pramita, S.T., M.M., M.Eng. sebagai wali dosen Teknik Pengendalian Pencemaran Lingkungan kelas 4B;
11. Bapak/Ibu Dosen Program Studi Sarjana Terapan Teknik Pengendalian Pencemaran Lingkungan Politeknik Negeri Cilacap;
12. Ibu Ema Mulia Chaerani, A.Md. sebagai PLP Laboratorium Program Studi Sarjana Terapan Teknik Pengendalian Pencemaran Lingkungan Politeknik Negeri Cilacap;
13. Kedua orang tua tersayang Bapak Agus Wiratmoko dan Ibu Rusilah Risnawati yang tiada hentinya memberikan do'a, kasih sayang, semangat, motivasi, pengorbanan, harapan dan dukungan dari segala aspek demi kelancaran penyelesaian tugas akhir ini;
14. Adik tersayang Tiara Rizki Arumsari, keponakan dan segenap keluarga besar yang telah memberikan perhatian dan dukungan baik moril maupun materil;
15. Ibu dan Bapak Ngadno yang telah membantu dalam pemenuhan bahan baku daun nipah;
16. Yuni Rahmita yang telah mendukung, memberi semangat, dan kebersamai perjuangan dari bangku SMP hingga saat ini;
17. Rena Jayana yang telah berjuang bersama dan kebersamai dalam penyelesaian Tugas Akhir ini;
18. Seluruh rekan mahasiswa Program Studi Sarjana Terapan Teknik Pengendalian Pencemaran Lingkungan Politeknik Negeri Cilacap.

## **MOTTO**

Kesempatan tidak datang dua kali, maka jadikan setiap peluang menjadi ruang untuk belajar dan memperluas pengalaman.

## ABSTRAK

Zeolit adalah mineral kristal alumina silika yang berisi ion-ion logam di dalam rongga-rongga yang saling berhubungan dengan atom-atom oksigen dan mempunyai kerangka tiga dimensi berbentuk tetrahedral  $[\text{SiO}_4]^{4-}$  dan  $[\text{AlO}_4]^{5-}$ . Zeolit terbentuk dari komponen utama berupa silika dan alumunium, yang keberadaannya dapat ditemukan di alam bernama zeolit alam dan/atau dapat ditemukan secara rekayasa bernama zeolit sintesis. Komponen utama pembentuk zeolit tersebut dapat didapatkan dari hasil pemanfaatan ulang limbah di lingkungan sekitar, terkhusus limbah daun nipah dan alumunium kaleng bekas. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui komposisi rasio molar Si/Al yang terbaik untuk dapat diaplikasikan sebagai adsorben limbah cair sisa analisis COD terhadap penurunan kadar logam berat khrom total (Cr), khrom heksavalen ( $\text{Cr}^{6+}$ ), TDS, COD, dan perubahan nilai pH, suhu. Kandungan silika pada limbah daun nipah sebesar 26,28 % dan kandungan alumunium pada kaleng bekas sebesar 53,09 %. Zeolit sintesis berbahan dasar limbah daun nipah dan alumunium kaleng bekas dibuat dengan 2 (dua) rasio molar Si/Al yaitu 1,7 dan 1,9 yang diproses dengan metode hidrotermal pada suhu  $150^\circ\text{C}$  selama 8 jam. Hasil karakterisasi menggunakan SEM-EDX menghasilkan rasio Si/Al terbaik pada ZSR 1,9 dibandingkan ZSR 1,7. Adapun hasil karakterisasi menggunakan FTIR menghasilkan munculnya cincin ganda yang merupakan ciri khas zeolit pada bilangan gelombang  $500 - 650 \text{ cm}^{-1}$  serta adanya sidik jari zeolit pada bilangan gelombang  $700 - 1100 \text{ cm}^{-1}$ . Efisiensi zeolit sintesis yang terbaik dalam penurunan kadar Cr sebesar 17,74 %,  $\text{Cr}^{6+}$  sebesar 7,37 %, TDS sebesar 99,2 %, COD sebesar 9,375 %, meningkatkan nilai pH 5,1 dan suhu  $31^\circ\text{C}$ . Maka, dapat disimpulkan bahwa zeolit sintesis berbahan baku limbah daun nipah dan alumunium kaleng bekas dapat menurunkan kadar Cr,  $\text{Cr}^{6+}$ , TDS, COD, serta perubahan pH dan suhu di dalam limbah cair sisa analisis COD.

**Kata kunci : alumunium; karakterisasi; limbah cair sisa analisis COD; silika; zeolit sintesis.**

## **ABSTRACT**

*Zeolite is a crystalline mineral of silica alumina that contains metal ions in cavities interconnected with oxygen atoms and has a tetrahedral three dimensional skeleton of  $[\text{SiO}_4]^{4-}$  and  $[\text{AlO}_4]^{5-}$ . Zeolite is formed from the main components in the form of silica and aluminium, the presence of which can be found in nature called natural zeolite and/or can be found by engineering called synthetic zeolite. The main components forming zeolite can be obtained from the reuse of waste in the surrounding environment, especially nipah leaf waste and used aluminium cans. This study was conducted to determine the composition of the best Si/Al molar ratio to be applied as an adsorbent for liquid waste residual COD analysis to reduce heavy metal levels of total chrome (Cr), hexavalent chromium ( $\text{Cr}^{6+}$ ), TDS, COD, and changes in pH values, temperature. The silica content in nipah leaf waste is 26,28 % and the aluminium content in used cans is 53,09 %. Synthetic zeolite made from nipah leaf waste and used aluminium cans is made with 2 (two) Si/Al molar ratio of 1,7 and 1,9 which are processed by hydrothermal method at a temperature of  $150^\circ\text{C}$  for 8 (delapan) hours. The characterization results using SEM-EDX resulted in the best Si/Al ratio at ZSR 1,9 compared to ZSR 1,7. The results of characterization using FTIR produce a double ring which is characteristic of zeolite at wavenumber  $500 - 650 \text{ cm}^{-1}$  and the presence of zeolite finger prints at wavenumbers  $700 - 1100 \text{ cm}^{-1}$ . The best synthetic zeolite efficiency in reducing Cr levels by 17,74 %,  $\text{Cr}^{6+}$  by 7,37 %, TDS by 99,2 %, COD by 9,375 %, increasing pH value by 5,1 and temperature  $31^\circ\text{C}$ . Thus it can be concluded that synthetic zeolite made from nipah leaf waste and used aluminium cans can reduce levels of Cr,  $\text{Cr}^{6+}$ , TDS, COD, as well as changes in pH and temperature in COD analysis of liquid waste residues.*

**Keywords:** *aluminum; characterization; liquid waste residual COD analysis; silica; zeolite synthesis.*