



**POLITEKNIK NEGERI
CILACAP**

TUGAS AKHIR

**SINTESIS ZEOLIT DARI PEMANFAATAN LIMBAH DAUN NIPAH
(*Nypa fruticans* Wurmb) DAN ALUMINIUM FOIL BEKAS SEBAGAI
ADSORBEN UNTUK MENGOLAH LIMBAH CAIR SISA PENGUJIAN
*CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD)***

***SYNTHESIS OF ZEOLITE FROM UTILIZING NIPAH LEAF WASTE (*Nypa
fruticans* Wurmb) AND ALUMINUM FOIL AS ADSORBENT IN LIQUID
WASTE OF CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD) TESTS***

Oleh

RENA JAYANA

190107028

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

**SINTESIS ZEOLIT DARI PEMANFAATAN LIMBAH DAUN NIPAH
(*Nypa fruticans* Wurm) DAN ALUMINIUM FOIL BEKAS SEBAGAI
ADSORBEN UNTUK MENGOLAH LIMBAH CAIR SISA PENGUJIAN
*CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD)***

***SYNTHESIS OF ZEOLITE FROM UTILIZING NIPAH LEAF WASTE (*Nypa
fruticans* Wurm) AND ALUMINUM FOIL AS ADSORBENT IN LIQUID
WASTE OF CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD) TESTS***

Oleh

RENA JAYANA

190107028

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
SINTESIS ZEOLIT DARI PEMANFAATAN LIMBAH DAUN NIPAH
(*Nypa fruticans* Wurm) DAN ALUMINIUM FOIL BEKAS SEBAGAI
ADSORBEN PADA LIMBAH CAIR SISA PENGUJIAN *CHEMICAL*
OXYGEN DEMAND (COD)

Telah disusun oleh :

RENA JAYANA

NPM. 190107028

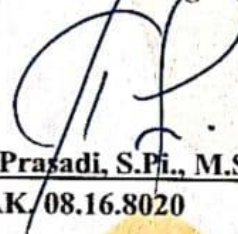
Tugas Akhir ini diajukan sebagai salah satu syarat
Untuk memperoleh Gelar Sarjana Terapan
di Politeknik Negeri Cilacap

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., C.EIA.
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 Nurhilal, S.T., M.Pd., M.T.
NIP. 197610152021211005

HALAMAN PERSETUJUAN

Laporan Tugas Akhir dengan judul

“SINTESIS ZEOLIT DARI PEMANFAATAN LIMBAH DAUN NIPAH (*Nypa fruticans* Wurmb) DAN ALUMINIUM FOIL BEKAS SEBAGAI ADSORBEN PADA LIMBAH CAIR SISA PENGUJIAN *CHEMICAL OXYGEN DEMAND* (COD)”

yang ditulis oleh Rena Jayana NIM. 190107028 ini telah diperiksa dan disetujui serta layak diujikan di seminar akhir TA

Cilacap, 27 Juli 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**



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

NIP. 198410252019032010

HALAMAN PERNYATAN

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, 24 Juli 2023



Rena Jayana

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

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Rena Jayana
NIM : 190107028
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:

“SINTESIS ZEOLIT DARI PEMANFAATAN LIMBAH DAUN NIPAH (*Nypa fruticans* Wurmb) DAN ALUMINIUM FOIL BEKAS SEBAGAI ADSORBEN
PADA LIMBAH CAIR SISA PENGUJIAN *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/penciptaan sebagai pemilik Hak Cipta.


Demikian pernyataan ini saya buat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Mengetahui,
Tim Pembimbing

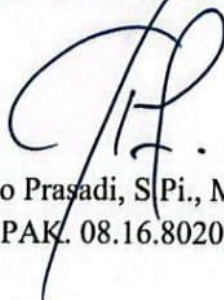
Cilacap, 20 Juli 2023
Yang menyatakan,



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



Rena Jayana
(NIM. 190107028)



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

SURAT PERNYATAAN KESEDIAAN PUBLIKASI ILMIAH

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rena Jayana
NIM : 190107028
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, 20 Juli 2023
Yang menyatakan,



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



Rena Jayana
(NIM. 190107028)



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

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAN	iv
SURAT PERNYATAAN KESEDIAAN MEMBERIKAN HAK BEBAS ROYALTI NONEKSLUSIF	v
SURAT PERNYATAAN KESEDIAAN PUBLIKASI ILMIAH	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR SIMBOL.....	xiv
DAFTAR ISTILAH	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
KATA PENGANTAR	xvii
UCAPAN TERIMA KASIH	xviii
MOTTO.....	xxi
ABSTRAK.....	xxii
<i>ABSTRACT</i>	xxiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Penelitian Terdahulu.....	7
2.2 Teori - teori yang relevan.....	20
2.2.1 Zeolit	20
2.2.2 Jenis Zeolit Sintesis.....	21
2.2.3 Nipah (<i>Nypa fructicans</i>)	23
2.2.4 Alumunium Foil	25

2.2.5 Karakteristik Zeolit	26
2.2.6 Sifat Kimia dan Fisika Zeolit	27
2.2.7 Struktur Kimia dan Topologi Kerangka Zeolit.....	28
2.2.8 Adsorpsi	28
2.2.9 Limbah Cair Hasil Uji COD	30
2.2.10 Penentuan Golongan Limbah Cair I dan II	32
2.2.11 Komposisi Molar Zeolit.....	32
2.2.12 <i>Fourier-Transform Infrared</i> (FTIR)	33
2.2.13 <i>Scanning Electron Miscroscope – Energy Dispersive X-Ray</i> (SEM-EDX)	35
2.3 Hipotesis	36
BAB III METODE PENELITIAN	37
3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan	37
3.2 Bahan dan Alat	38
3.3 Prosedur Penelitian	38
3.3.1 Pengumpulan Referensi	39
3.3.2 Penjelasan alat dan bahan	39
3.4 Tahapan Penelitian.....	39
3.5 Prosedur Penelitian	40
3.5.1 Preparasi Alumunium Foil Bekas.....	40
3.5.2 Preparasi Abu Daun Nipah.....	40
3.5.3 Ekstraksi Silika dari Abu Daun Nipah	40
3.5.4 Sintesis Zeolit	41
3.5.5 Proses Adsorpsi Fe (Aplikasi Zeolit Sintesis)	41
3.5.6 Analisis Besi (Fe).....	42
3.5.7 <i>Analisis Chemical Oxygen Demand</i> (COD).....	42
3.5.8 Prosedur Analisis Sampel dengan TDS Meter.....	43
3.6 Diagram Alir Penelitian	44
3.7 Metode Analisa Data	44
3.7.1 Analisa Abu Daun Nipah	44
3.7.2 Analisa Alumunium Foil Bekas.....	45

3.7.3 Analisa Zeolit Hasil Sintesis	45
3.7.4 Analisis Efisiensi Penyisihan Adsorpsi Zeolit Sintesis	45
3.7.5 Analisis Kinetika Reaksi	46
3.8 Variabel	48
3.8.1 Variabel Tetap/ Kontrol	48
3.8.2 Variabel Bebas	48
3.8.3 Variabel Terikat	49
3.8.4 Variabel Tetap/ Kontrol	49
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	52
4.1 Kandungan Unsur Kimia Abu Daun Nipah dan Alumunium Foil Bekas	52
4.2 Ekstraksi Silika dari Abu Daun Nipah	56
4.3 Sintesis Zeolit dengan Metode Sol-Gel Hidrotermal	58
4.4 Karakterisasi Zeolit Sintesis	62
4.4.1 Hasil Identifikasi Menggunakan FTIR	62
4.4.2 Hasil Identifikasi Menggunakan SEM-EDX	66
4.4.3 Perbandingan Kualitas ZSR-1 dan ZSR-2	68
4.5 Hasil Pengolahan Limbah Cair Sisa Pengujian COD	71
4.5.1 Analisis Waktu Kontak terhadap Penyisihan Fe	74
4.5.2 Analisis Waktu Kontak terhadap Penyisihan COD	83
4.5.3 Analisis Waktu Kontak terhadap Penyisihan TDS	85
BAB V PENUTUP	87
5.1 Kesimpulan	87
5.2 Saran	88
LAMPIRAN - LAMPIRAN	94

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Ringkasan penelitian terdahulu	9
Tabel 2. Zeolit Sintetis dan Penerapannya	21
Tabel 3. Komposisi Unsur Kimia Abu Sawit (% berat).....	24
Tabel 4. Karakteristik Zeolit.....	26
Tabel 5. PERMEN Lingkungan Hidup RI Nomor 5 Tahun 2014.....	31
Tabel 6. Komposisi Variasi Rasio Molar Zeolit Sintesis	41
Tabel 7. Massa komponen reaktan zeolit sintesis	41
Tabel 8. Unsur anorganik dalam abu dari berbagai bagian pohon nipah	47
Tabel 9. Kandungan Alumina dari berbagai jenis sampel.....	47
Tabel 10. Jadwal Kegiatan Penelitian	50
Tabel 11. % Rendemen abu daun nipah	53
Tabel 12. Kandungan unsur kimia abu daun nipah	54
Tabel 13. Interpretasi spektra zeolit sintesis.....	65
Tabel 14. Komposisi unsur kimia ZSR-1 dan ZSR-2	67
Tabel 15. Perbandingan Kualitas ZSR-1 Dan ZSR-2.....	69
Tabel 16. Hasil pengujian inlet limbah cair.....	72
Tabel 17. Data hasil aplikasi zeolit sintesis rasio 2	74
Tabel 18. Efisiensi penyisihan Fe dan kapasitas adsorpsi.....	74
Tabel 19. Parameter pada model kinetika adsorpsi ion logam Fe dengan Zeolit Sintesis Rasio 2 (ZSR-2)	79
Tabel 20. Data perhitungan isoterm adsorpsi Langmuir	81
Tabel 21. Data perhitungan isoterm adsorpsi Freundlich.....	81
Tabel 22. Pengaruh waktu terhadap penyisihan COD.....	83
Tabel 23. Pengaruh waktu terhadap penurunan TDS	85
Tabel 24. Massa komponen reaktan zeolit sintesis	102
Tabel 25. Massa komponen reaktan zeolit sintesis	102
Tabel 26. Massa komponen reaktan zeolit sintesis	112
Tabel 27. Efisiensi penyisihan logam Fe.....	121

Tabel 28. Data perhitungan q_t (mg/g)	121
Tabel 29. Data perhitungan kinetika reaksi model pseudo first order.....	123
Tabel 30. Data perhitungan kinetika reaksi model pseudo second order	123
Tabel 31. Data perhitungan Kapasitas maksimal (Q_{max}).....	124
Tabel 32. Data perhitungan isoterm adsorpsi Langmuir	124
Tabel 33. Kapasitas adsorpsi oleh zeolit sintesis rasio 2.....	125
Tabel 34. Data hasil pengukuran diameter ZSR-1	126
Tabel 35. Data hasil pengukuran diameter ZSR-2	128
Tabel 36. Dokumentasi kegiatan penelitian	129
Tabel 37. Biaya Tetap.....	136
Tabel 38. Biaya Variabel / Bahan Baku	136
Tabel 39. Biaya Tenaga Kerja Langsung	137
Tabel 40. Hasil Penelitian.....	137

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Struktur kerangka zeolit.....	20
Gambar 2. Limbah Daun nipah. Sumber: (dokumen pribadi).....	24
Gambar 3. Alumunium foil bekas. Sumber (dokumen pribadi).....	26
Gambar 4. Zeolit komersial dipasaran.....	27
Gambar 5. Diagram komposisi terner NaO-Al ₂ O ₃ -SiO ₂	33
Gambar 6. Instrumen FTIR	34
Gambar 7. Instrumen SEM-EDX	35
Gambar 8. TDS Meter	36
Gambar 9. Peta lokasi Politeknik Negeri Cilacap	37
Gambar 10. Diagram alir penelitian	38
Gambar 11. Botol Teflon <i>Polytetrafluoroethylene</i> (PTFE).....	39
Gambar 12. Diagram Alir Penelitian.....	44
Gambar 13. Packaging Produk Zeolit Sintesis	51
Gambar 14. (a) Proses furnace limbah daun nipah (b) abu limbah daun nipah. Sumber: (dokumen pribadi).....	52
Gambar 15. Perbandingan kandungan unsur kimia abu daun nipah	54
Gambar 16. Alumunium foil bekas	56
Gambar 17. (a) Abu daun nipah dan NaOH ; (b) Proses ekstraksi ; (c) Gel silika yang terbentuk ; (d) Pengovenan gel silika ; (e) Silika kering ; (f) Serbuk silika	56
Gambar 18. (a) Campuran alumunium foil bekas & silika daun nipah ; (b) peleburan campuran dengan NaOH ; (c) Proses homogenisasi ; (d) larutan campuran yang homogen ; (e) Proses hidrotermal ; (f) zeolit sintesis.....	59
Gambar 19. Proses perubahan sol menjadi gel (a) sol (b) gel.....	60
Gambar 20. Produk ZSR-1 dan ZSR-2.....	62
Gambar 21. Spektra FTIR dari ZSR-1 dan ZSR-2	63
Gambar 22. Struktur kerangka zeolit.....	64

Gambar 23. (a) Hasil uji SEM ZSR-1, (b) Hasil uji SEM ZSR-2.....	66
Gambar 24. Kondisi fisik limbah cair	72
Gambar 25. Mekanisme Adsorpsi	73
Gambar 26. Efisiensi penyisihan Fe	75
Gambar 27. Kinetika adsorpsi ion logam Fe untuk model <i>pseudo first order</i> (a) dan <i>pseudo second order</i> (b)	79
Gambar 28. Isoterm adsorpsi Langmuir pada adsorpsi zeolit sintesis rasio.....	81
Gambar 29. Isoterm adsorpsi Freundlich pada adsorpsi zeolit sintesis rasio 2 ...	82
Gambar 30. Efisiensi penyisihan COD.....	83
Gambar 31. Efisiensi penyisihan TDS	86
Gambar 32. Tutup Botol PTFE.....	103
Gambar 33. Pengukuran ZSR-1.....	126
Gambar 34. Histogram rata-rata diameter partikel ZSR-1	127
Gambar 35. Pengukuran ZSR-2.....	127
Gambar 36. Histogram rata-rata diameter partikel ZSR-2	128

DAFTAR SIMBOL

SiO ₂	: Silika
Al ₂ O ₃	: Alumunium Oksida
NaOH	: Natrium Hidroksida
H ₂ O	: Air
HCl	: Asam Klorida
Fe	: Besi
ZSR-1	: Zeolit Sintesis Rasio – 1
ZSR-2	: Zeolit Sintesis Rasio – 2
XRF	: <i>X-Ray Fluorescence</i>
SEM-EDX	: <i>Scanning Electron Miscroscope – Energy Dispersive X-Ray</i>
FTIR	: <i>Fourier Transform Infrared</i>
PTFE	: Politetrafluoroetilena

DAFTAR ISTILAH

- Ekstraksi : Proses pemisahan suatu zat berdasarkan perbedaan kelarutannya terhadap dua cairan tidak saling larut yang berbeda.
- Sintesis zeolit : Proses pembuatan zeolit yang memiliki kemiripan sifat fisik dan kimia dengan zeolit alam (Bahri, 2015).
- Furnace* : Sebuah alat yang digunakan untuk pemanasan.
- Rendemen : Perbandingan berat kering produk yang dihasilkan dengan berat bahan baku.
- Filtrasi : Suatu proses pemisahan zat padat dari fluida (gas maupun cair) yang membawanya menggunakan suatu medium berpori atau bahan berpori lain untuk menghilangkan sebanyak mungkin zat padat halus yang tersuspensi dan koloid.
- Politetrafluoroetilena : Sering dikenal dengan PTFE yaitu resin sintetik yang kuat, keras, seperti lilin, tidak mudah terbakar yang dihasilkan dari polimerisasi tetrafluoroetilen. Dikenal dengan merek dagang seperti Teflon. Bahan ini tahan terhadap panas hingga suhu 250 °C.

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1. Perhitungan Rendemen Abu	94
LAMPIRAN 2. Perhitungan Rendemen Silika	95
LAMPIRAN 3. Surat Permohonan Pemakaian Alat <i>Furnace</i>	96
LAMPIRAN 4. Komposisi Reaktan Zeolit Sintesis	97
LAMPIRAN 5. Perhitungan massa komposisi zeolit sintesis.....	98
LAMPIRAN 6. Spesifikasi botol PTFE.....	103
LAMPIRAN 7. Tabel unsur kimia abu daun nipah	105
LAMPIRAN 8. Senyawa kimia abu daun nipah	107
LAMPIRAN 9. Unsur kimia alumunium foil bekas	109
LAMPIRAN 10. Surat Pengantar Uji FTIR di UMP	111
LAMPIRAN 11 Lampiran Perhitungan larutan	112
LAMPIRAN 12. Perhitungan Rendemen Zeolit Sintesis	112
LAMPIRAN 13. Hasil Uji SEM-EDX	113
LAMPIRAN 14. Hasil Uji Inlet Limbah Cair Di LABKESDA	116
LAMPIRAN 15. Hasil Uji Inlet Outlet Limbah Cair Di LABKESDA	117
LAMPIRAN 16. Perhitungan Efisiensi Penyisihan Fe	121
LAMPIRAN 17. Perhitungan Kinetika Reaksi	121
LAMPIRAN 18. Perhitungan Isoterm adsorpsi.....	124
LAMPIRAN 19. Perhitungan Kapasitas adsorpsi	125
LAMPIRAN 20. Pengukuran Diameter Partikel Zeolit Sintesis	126
LAMPIRAN 21. Dokumentasi Kegiatan Penelitian	129
LAMPIRAN 22. Analisis Harga Jual Zeolit Sintesis	136
LAMPIRAN 23. Biografi Penulis	139

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

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

**“SINTESIS ZEOLIT DARI PEMANFAATAN LIMBAH DAUN NIPAH
(*Nypa fruticans* Wurmb) DAN ALUMINIUM FOIL BEKAS SEBAGAI
ADSORBEN UNTUK MENGOLAH LIMBAH CAIR SISA PENGUJIAN
CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD)”**

Pembuatan dan penyusunan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan (S.T.r) 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, 24 Juli 2023

Rena Jayana

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah Subhanahuwata'ala, yang senantiasa memberikan nikmat dan karunia pada makhluknya serta memberi bimbingan, petunjuk, pertolongan dan kesehatan kepada penulis, sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Semoga tugas akhir ini menjadi salah satu jalan keridhoan-Nya dan dapat bermanfaat bagi para pembaca, dengan judul Tugas Akhir “Sintesis Zeolit Dari Pemanfaatan Limbah Daun Nipah (*Nypa fruticans* Wurmb) dan Alumunium Foil Bekas Sebagai Adsorben Untuk Mengolah Limbah Cair Sisa Pengujian *Chemical Oxygen Demand* (COD)” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknik (S.Tr.) pada Program Studi D-IV Teknik Pengendalian Pencemaran Lingkungan Politeknik Negeri Cilacap dengan semaksimal mungkin. Penulis menyadari bahwa dalam penyelesaian tugas akhir/skripsi ini masih terdapat kekurangan, akan tetapi semoga segala usaha yang telah dilakukan dapat bermanfaat bagi semua, sebagai ilmu yang bermanfaat dan barokah.

Penulis menyadari bahwa selama berlangsungnya penyusunan tugas akhir ini tidak terlepas dari dukungan serta bantuan beberapa pihak. Oleh karena itu iringan do'a dan ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada :

1. Allah SWT. yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan inayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak Riyadi Purwanto, S.T., M.Eng. selaku Direktur Politeknik Negeri Cilacap.
3. Bapak Bayu Aji Girawan, S.T., M.T. selaku Wakil Direktur Bidang Akademik Politeknik Negeri Cilacap.
4. Bapak Mohammad Nurhilal, S.T., M.Pd., M.T. selaku Ketua Jurusan Rekayasa Mesin dan Industri Pertanian.
5. Ibu Theresia Evila Purwanti Sri Rahayu, S.T., M.Eng selaku Koordinator Program Studi Sarjana Terapan Teknik Pengendalian Pencemaran Lingkungan Politeknik Negeri Cilacap.

6. Ibu Nurlinda Ayu Triwuri selaku Koordinator Tugas Akhir Program Studi Sarjana Terapan Teknik Pengendalian Pencemaran Lingkungan Politeknik Negeri Cilacap.
7. Ibu Ilma Fadlilah, S.Si., M.Eng., C.EIA selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan banyak arahan, masukan, serta motivasi dalam membimbing penulis untuk dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.
8. Bapak Oto Prasadi, S.Pi., M.Si., C.EIA selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan banyak arahan, masukan, serta motivasi dalam membimbing penulis untuk dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.
9. Ibu Theresia Evila Purwanti Sri Rahayu, S.T., M.Eng selaku dosen penguji I yang telah banyak memberikan masukan dan saran sehingga tugas akhir ini bisa menjadi lebih baik.
10. Ibu Ayu Pramita, S.T.,M.M., M.Eng selaku dosen penguji II yang telah banyak memberikan masukan dan saran sehingga tugas akhir ini bisa menjadi lebih baik.
11. Bapak Dodi Satriawan, S.T., M.Eng selaku wali kelas Teknik Pengendalian Pencemaran Lingkungan 4C.
12. Segenap Bapak/ Ibu dosen program studi Teknik Pengendalian Pencemaran Lingkungan Politeknik Negeri Cilacap atas segala ilmu dan bimbingannya.
13. Ibu Ema Mulia Chaerani, A.M.d selaku laboran dan staf administrasi program studi Teknik Pengendalian Pencemaran Lingkungan Politeknik Negeri Cilacap atas segala kontribusinya sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.
14. Kedua orang tua tercinta (Bapak Rosidin dan Ibu Ronimah serta saudara-saudaraku tercinta (Rusmani, Jumrotus Safiha, M. Jefri dan Epi Trisnawati) yang telah memberikan nasihat, do'a dan dukungan moril maupun materil untuk penulis dalam menuntut ilmu, sehingga penyusunan tugas akhir ini dapat terselesaikan.

15. Arsita Nur Rizkia Putri sebagai rekan Tugas akhir dan teman-teman angkatan 2019 yang telah saling memotivasi sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.

Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat dan menambah khasanah ilmu pengetahuan. Aamiin yaa rabbal'alamiin.

MOTTO

Sebuah keberhasilan, setiap individu memiliki arah dan jalannya masing-masing, bukan tentang siapa yang lebih dahulu tiba, melainkan tentang proses dan cara menghargainya.

ABSTRAK

Zeolit adalah mineral alumina silikat yang merupakan suatu unit yang tersusun atas AlO_4 dan SiO_4 yang memiliki struktur berpori, dapat membentuk muatan negatif (Marfuatun, 2011). Terdapat dua jenis zeolit berdasarkan sumbernya yaitu zeolit alam dan zeolit sintetis. Kunggulan zeolit sintetis jika dibandingkan zeolit alam yaitu tingkat kemurnian tinggi, ukuran kristal dan porinya merupakan karakteristik zeolit sintesis yang dapat direkayasa melalui bahan kimia saat sintesis (Hartati, 2019). Pembuatan zeolit sintesis memerlukan biaya yang relatif tinggi sehingga perlu adanya solusi alternatif bahan dasar pembuatan zeolit sehingga biaya preparasi dan sintesis zeolit dapat berkurang. Satu dari beberapa alternatif pembuatan zeolit sintesis dapat berasal dari limbah buangan dan bahan alam berupa alumunium foil bekas sebagai sumber alumunium dan limbah daun nipah sebagai sumber silika. Pemanfaatan limbah buangan dan bahan alam tersebut sekaligus sebagai salah satu upaya penyelesaian permasalahan lingkungan (Fitriyah dan Krisnandi, 2023). Dalam penelitian ini akan dilakukan upaya pemanfaatan limbah daun nipah (*Nypa frutycans* wurmb) dan alumunium foil bekas untuk dijadikan sebagai bahan baku pembuatan zeolit sintesis serta aplikasinya dalam pengolahan limbah cair sisa pengujian *Chemical Oxygen Demand* (COD). Karakteristik unsur kimia yang terkandung dalam abu limbah daun nipah yaitu Si, K, Mg, Cl, Ca, Na, Mn, P, S, Fe dengan nilai % berat berturut-turut yaitu 26,28 %, 19,12 %, 2,586 %, 0,1256 %, 4,160 %, 1,653 %, 1,466 %, 1,521 %, 8,162 %, 0,1592 %. Kandungan Al dalam alumunium foil bekas yaitu 54 %. Karakteristik unsur kimia yang terkandung dalam ZSR-1 yaitu Si, Al, Na, O dengan nilai % berat berturut-turut yaitu 2,37 %, 31,72 %, 3,13 %, 62,78 %. Unsur kimia yang terkandung dalam ZSR-2 yaitu Si, Al, Na, O dengan nilai % berat berturut-turut yaitu 6,81 %, 26,97 %, 7,29 %, 58,93 %. ZSR-2 lebih optimal dibandingkan ZSR-1. Keunggulan ZSR-2 dibandingkan ZSR-1 didukung oleh hasil uji FTIR dan SEM-EDX. Jenis ZSR-2 dengan bentuk kubus merupakan zeolit NaY dan ZSR-1 dengan bentuk permukaan tidak beraturan merupakan zeolit NaX. Hasil uji EDX menunjukkan rasio Si/Al ZSR-2 lebih tinggi yaitu 0,25 % dibandingkan ZSR-1 yang hanya 0,07 %. Hal ini terbukti dengan hasil uji FTIR yang menunjukkan bahwa panjang gelombang pada vibrasi ulur simetri internal O-Si-O/O-Al-O ZSR-2 lebih tinggi yaitu $725,23\text{ cm}^{-1}$ dibandingkan ZSR-1 yaitu $663,51\text{ cm}^{-1}$ sehingga rasio Si/Al ZSR-2 lebih tinggi dibandingkan ZSR-1. Waktu kontak optimum pada proses pengolahan limbah cair sisa pengujian COD menggunakan ZSR-2 (sebagai zeolit rasio terbaik) menghasilkan efisiensi penyisihan logam Fe sebesar 93,2 % pada waktu kontak 120 menit dan 150 menit. Efisiensi penyisihan COD sebesar 31,4 % pada waktu kontak 150 menit. Efisiensi penyisihan TDS sebesar 75,5 % pada waktu kontak 60 menit.

Kata kunci : Alumunium foil; adsorpsi; daun nipah; limbah; zeolit sintesis

ABSTRACT

*Zeolite is an alumina silicate mineral which is a unit composed of AlO_4 and SiO_4 which has a porous structure, can form a negative charge (Marfuatun, 2011). There are two types of zeolite based on the source, namely natural zeolite and synthetic zeolite. The superiority of synthetic zeolite when compared to natural zeolite is the high level of purity, crystal size and pores which are the characteristics of synthetic zeolite which can be engineered through chemicals during synthesis (Hartati, 2019). The production of synthetic zeolite requires a relatively high cost, so there is a need for an alternative solution for the basic ingredients for zeolite manufacture so that the cost of preparing and synthesizing zeolite can be reduced. One of several alternatives for the manufacture of synthetic zeolite can be derived from waste and natural materials in the form of used aluminum foil as a source of aluminum and nipa leaf waste as a source of silica. Utilization of waste and natural materials is also an effort to solve environmental problems (Fitriyah and Krisnandi, 2023). In this research efforts will be made to utilize nipah leaf waste (*Nypa frutycans wurmb*) and used aluminum foil to be used as raw material for synthetic zeolite and its application in the processing of liquid waste remaining from Chemical Oxygen Demand (COD) testing. The characteristics of the chemical elements contained in the ashes of palm leaf waste are Si, K, Mg, Cl, Ca, Na, Mn, P, S, Fe with weight% values respectively 26.28%, 19.12%, 2.586% , 0.1256 %, 4.160 %, 1.653 %, 1.466 %, 1.521 %, 8.162 %, 0.1592 %. The Al content in used aluminum foil is 54%. The characteristics of the chemical elements contained in ZSR-1 are Si, Al, Na, O with weight % values respectively 2.37 %, 31.72 %, 3.13 %, 62.78 %. The chemical elements contained in ZSR-2 are Si, Al, Na, O with weight % values respectively 6.81 %, 26.97 %, 7.29 %, 58.93 %. ZSR-2 is more optimal than ZSR-1. The superiority of ZSR-2 compared to ZSR-1 is supported by the FTIR and SEM-EDX test results. Type ZSR-2 with a cubic shape is a NaY zeolite and ZSR-1 with an irregular surface shape is a NaX zeolite. The results of the EDX test showed that the Si/Al ratio of ZSR-2 was higher, namely 0.25% compared to ZSR-1 which was only 0.07%. This is proven by the results of the FTIR test which shows that the wavelength of the internal symmetry stretching vibration of O-Si-O/O-Al-O ZSR-2 is higher, namely 725.23 cm^{-1} compared to ZSR-1, namely 663.51 cm^{-1} so that the Si/Al ratio of ZSR-2 is higher than ZSR-1. The optimum contact time in the remaining liquid waste treatment process COD testing using ZSR-2 (as the best ratio zeolite) resulted in an efficiency of Fe metal removal of 93.2% at contact times of 120 minutes and 150 minutes. COD removal efficiency was 31.4% at 150 minutes contact time. The TDS removal efficiency is 75.5% at 60 minutes contact time.*

Keywords : Aluminum foil; adsorption; nipah leaf; waste; synthetic zeolite.