

**KONVERSI LIMBAH *STYROFOAM* MENJADI BAHAN
BAKAR CAIR DENGAN METODE *CATALYTIC CRACKING*
MENGUNAKAN KATALIS ZEOLIT ALAM AKTIF (ZAA)**



**Disusun sebagai salah satu syarat
Menyelesaikan Pendidikan Sarjana Terapan (DIV)
Pada Jurusan Teknik Kimia Program Studi Teknik Energi**

OLEH :

**MITHA PRATIWI
061640411600**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2020**

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

**KONVERSI LIMBAH *STYROFOAM* MENJADI BAHAN BAKAR CAIR
DENGAN METODE *CATALYTIC CRACKING* MENGGUNAKAN
KATALIS ZEOLIT ALAM AKTIF (ZAA)**

OLEH :

MITHA PRATIWI
061640411600

Palembang, September 2020

Pembimbing II,

(Ahmad Zikri, S.T., M.T.)
NIDN 0007088601

Menyetujui,
Pembimbing I,

(Ir. Arizal Aswan, M.T.)
NIDN 0024045811

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia



(Ir. Jaksen M. Amin, M.Si.)
NIP 196209041990031002



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
JURUSAN TEKNIK KIMIA**

Jalan Srijaya Negara, PALEMBANG 30139
Telp.0711-353414 Fax. 0711-355918. E-mail : kimia@polsri.ac.id.

**Telah diseminarkan dihadapan Tim Penguji
di Program Diploma IV – Teknik Energi Jurusan Teknik Kimia
Politeknik Negeri Sriwijaya
pada 17 September 2020**

Tim Penguji:

Tanda Tangan

1. **Dr. Yohandri Bow, S.T., M.S.**
NIDN 0023107103
2. **Ir. Erlinawati, M.T.**
NIDN 0005076115
3. **Ir. Sutini Pujiastuti L., M.T.**
NIDN 0023105603

()
()
()

**Palembang, September 2020
Mengetahui,
Koordinator Program Studi
Sarjana Terapan (DIV) Teknik Energi**



Ir. Sahrul Effendy A., M.T.
NIP 196312231996011001

ABSTRAK

KONVERSI LIMBAH *STYROFOAM* MENJADI BAHAN BAKAR CAIR DENGAN METODE *CATALYTIC CRACKING* MENGGUNAKAN KATALIS ZEOLIT ALAM AKTIF (ZAA)

(Mitha Pratiwi, 2020, 49 Halaman, 22 Tabel, 11 Gambar, 4 Lampiran)

Banyaknya penggunaan *styrofoam* dalam kehidupan sehari-hari ataupun industri dapat mengancam kestabilan ekosistem lingkungan karena *styrofoam* merupakan jenis sampah plastik yang tidak dapat terurai secara biologis. Untuk mengatasi hal tersebut, proses perengkahan merupakan metode yang tepat untuk mengatasi limbah *styrofoam* dan memanfaatkan limbah *styrofoam* menjadi bahan bakar cair. Pada penelitian yang dilakukan, proses perengkahan dilakukan dengan metode perengkahan katalitik menggunakan katalis zeolit alam yang telah diaktivasi (ZAA). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jumlah katalis terhadap % yield, sifat fisis dan komposisi senyawa bahan bakar cair. Proses perengkahan katalitik berlangsung pada suhu 460°C dengan waktu perengkahan 60 menit. Variabel bebas yang digunakan adalah 0% - 25% katalis dari jumlah reaktan. Dari hasil penelitian yang dilakukan, diperoleh % yield tertinggi sebesar 77,7846% pada 20% katalis dengan nilai densitas sebesar 839,2807 kg/m³, viskositas sebesar 2,8814 mm²/s, titik nyala sebesar 25,67°C dan nilai kalor sebesar 42,9428 MJ/kg. Komposisi senyawa dari bakar bakar cair yang dihasilkan juga dilakukan analisis dengan *Gas Chromatography-Mass Spectometry*. Bahan bakar cair yang dihasilkan setara dengan bahan bakar fraksi gasoline dengan kandungan senyawa yang terdiri dari alkana, alkena, sikloalkana, aldehid, keton, benzena, stirena, phenil, alkohol dan naphtalena.

Kata kunci: *Styrofoam*, Perengkahan Katalitik, ZAA, Bahan Bakar Cair.

ABSTRACT

CONVERSION OF STYROFOAM WASTE INTO LIQUID FUEL BY CATALYTIC CRACKING METHOD USING ZAA CATALYST

(Mitha Pratiwi, 2020, 49 Pages, 22 Tables, 11 Pictures, 4 Appendices)

The large number of uses of styrofoam in daily or industrial life, can threaten the stability of the environmental ecosystem because styrofoam is a type of plastic waste that cannot be biodegradable. To solve the problem, cracking is the right method to resolve styrofoam waste and utilizing styrofoam waste into liquid fuel. In this study, the cracking process was carried out by catalytic cracking method using ZAA catalyst. The aims of this study are to determine the effect of the number of catalyst on the percentage of yield, physical properties and compound content of liquid fuel. The catalytic cracking process takes place at 460 °C with 60 minutes of a cracking time. Variabels varied are the number of catalyst of 0-25% from total reactants. The result shows, the highest % yield is 77,7846% at 20% catalyst with a density value amounted to 839,2807 kg/m³, viscosity amounted to 2,8814 mm²/s, flash point amouted to 25,67 °C and heating value amounted to 42,9428 MJ/kg. The composition of the compounds from the liquid fuel is also analyzed by Gas Chromatography-Mass Spectometry. The resulting liquid fuel is equivalent to the fuel fraction of gasoline with a compound content consisting of alkanes, alkenes, cycloalkanes, aldehydes, ketones, benzene, styrene, phenyl, alcohol and naphthalene.

Keyword: Styrofoam, Catalytic Cracking, ZAA, Liquid Fuel.

MOTTO

“Put Allah First and You’ll Never be Last”

~Unknown~

“The Purpose of Our Lives is to be Happy”

~Dalai Lama~

“You Don’t Have to be Great to Start, But You Have to Start to be Great”

~Zig Ziglar~

“Never Lose Faith in Yourself and Never Lose Hope. Remember, Even When This World Throws Its Worst and Then Turns Its Back, There’s Still Always Hope”

~Pittacus Lore~

“Don’t Explain Yourself to Anyone, Because Those Who Like You, Don’t Need That and Those Who Hate You Don’t Believe That”

~Ali bin Abi Thalib~

Kupersembahkan untuk:

- *Allah SWT*
- *My precious self*
- *Orang tua tercinta (Ayah dan Ibu)*
- *Saudara dan keponakan tersayang*
- *Teman terbaik yang selalu mendukung*
- *Teman-teman EGB 2016*
- *Almamater, Politeknik Negeri Sriwijaya*

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, petunjuk, dan ilmu kepada penulis sehingga penulis bisa menyelesaikan Tugas Akhir guna memenuhi syarat menyelesaikan pendidikan sarjana terapan (DIV) pada Jurusan Teknik Kimia Program Studi Teknik Energi dengan judul: “Konversi Limbah *Styrofoam* Menjadi Bahan Bakar Cair dengan Metode *Catalytic Cracking* Menggunakan Katalis Zeolit Alam Aktif (ZAA)”.

Selama pelaksanaannya, penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini. Kepada pihak-pihak yang telah meluangkan waktu dan tenaga dalam membantu kelancaran penyelesaian Tugas Akhir ini penulis menyampaikan rasa terima kasih sebesar-besarnya, kepada:

1. Dr. Ing. Ahmad Taqwa, M.T., selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Ir. Jaksen M. Amin, M.Si., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Ahmad Zikri, S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya dan Dosen Pembimbing II yang telah membantu proses penyelesaian penelitian dan penyusunan Tugas Akhir.
4. Ir. Sahrul Effendy A., M.T., selaku Koordinator Program Studi DIV Teknik Energi.
5. Ir. Arizal Aswan, M.T., selaku Dosen Pembimbing I yang telah membantu proses penyelesaian penelitian dan penyusunan Tugas Akhir.
6. Ir. Aisyah Suci Ningsih, M.T., selaku Pembimbing Akademik.
7. Seluruh Dosen dan Staf Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
8. Kedua Orang Tuaku tercinta dan keluarga yang selalu memberikan doa restu, dukungan dan pengorbanan yang tiada henti-hentinya.
9. Teman-teman kelompok pirolisis limbah plastik yang telah berjuang bersama selama proses penelitian dan penyusunan laporan Tugas Akhir.
10. Teman-teman teknik energi, khususnya EGB 2016 yang telah berjuang bersama dan senantiasa saling memberikan semangat serta masukan.

11. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu baik materi maupun moral.

Penulis menyadari bahwa laporan Tugas Akhir ini jauh dari kesempurnaan, masih banyak kesalahan serta kekurangan di dalamnya. Oleh karena itu, penulis masih sangat membuka pintu kritik dan saran selebar-lebarnya untuk menyempurnakan laporan ini. Kritik dan saran yang membangun dari pembaca diharapkan dapat bermanfaat khususnya bagi penulis dan juga bagi pembaca pada umumnya. Terima kasih.

Palembang, September 2020

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PENGUJIAN	iii
ABSTRAK	iv
MOTTO	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan.....	3
1.3 Manfaat.....	3
1.4 Perumusan Masalah.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 <i>Styrofoam</i>	5
2.2 Pirolisis	6
2.3 <i>Catalytic Cracking</i>	8
2.4 Zeolit Alam.....	11
2.4.1 Sifat-Sifat Kimia dan Fisika Zeolit Alam	11
2.4.2 Rasio Si/Al dalam Zeolit.....	12
2.4.3 Luas Permukaan Zeolit	12
2.4.4 Selektivitas Zeolit Alam.....	13
2.5 Bahan Bakar Bensin	13
2.6 Bahan Bakar Kerosene	14
2.7 Bahan Bakar Solar	15
2.8 Sifat Fisik-Kimia Produk.....	17
2.6.1 Massa Jenis	17
2.6.2 Viskositas	17
2.6.3 Titik Nyala	18
2.6.4 Nilai Kalor.....	18
2.6.5 <i>Gas Chromatography-Mass Spectrometry</i>	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	20
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	20
3.2 Bahan dan Alat	20
3.2.1 Bahan yang Digunakan	20
3.2.2 Alat yang Digunakan.....	20

3.3	Perlakuan dan Rancangan Percobaan	21
3.3.1	Perlakuan Percobaan	21
3.3.2	Rancangan Percobaan	22
3.4	Pengamatan	22
3.4.1	Variabel Penelitian	22
3.4.2	Data Pengamatan.....	23
3.5	Prosedur Percobaan	23
3.5.1	Preparasi Bahan Baku	23
3.5.2	Preparasi dan Aktivasi Katalis	23
3.5.3	Prosedur Perengkahan Katalitik.....	24
3.5.4	Analisis Produk	24
3.5.5	Diagram Alir Penelitian	28
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1	Hasil Penelitian.....	29
4.1.1	Hasil XRD Katalis Zeolit Alam	29
4.1.2	Komposisi Senyawa Produk	29
4.1.3	Analisis Karakteristik Produk	30
4.1.4	Analisis Kuantitatif Produk.....	30
4.1.5	Analisis Kualitatif Produk.....	31
4.2	Analisis Uji Aktivitas Katalis.....	32
4.2.1	Pengaruh Jumlah Katalis terhadap Densitas Produk.....	32
4.2.2	Pengaruh Jumlah Katalis terhadap Viskositas Produk.....	33
4.2.3	Pengaruh Jumlah Katalis terhadap Titik Nyala Produk	35
4.2.4	Hasil Uji Nilai Kalor Produk.....	37
4.2.5	Pengaruh Jumlah Katalis terhadap % Yield Produk	37
4.2.6	Analisis Komposisi Senyawa Kimia Bahan Bakar Cair	39
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	42
5.1	Kesimpulan.....	42
5.2	Saran	42
	DAFTAR PUSTAKA	44
	LAMPIRAN	49

DAFTAR TABEL

Tabel		Halaman
2.1	Karakteristik <i>Polystyrene</i>	6
2.2	Perbedaan Antara Perengkahan Termal dan Katalitik	11
2.3	Spesifikasi Bensin 88	14
2.4	Spesifikasi Minyak Tanah.....	15
2.5	Spesifikasi Solar/Biosolar	16
3.1	Data Pengamatan.....	23
4.1	Hasil <i>X-Ray Diffraction</i> Katalis Zeolit Alam	29
4.2	Komposisi Senyawa Produk dengan 20% Katalis	29
4.3	Karakteristik Pada Setiap Produk.....	30
4.4	Volume dan % Yield Produk	30
4.5	Sifat Fisik Pada Setiap Produk.....	31
4.6	Perbandingan Sifat Fisik Produk dengan Standar.....	31
L.1	Hasil Karakterisasi XRD Katalis Zeolit Alam Sebelum Aktivasi.....	49
L.2	Hasil Karakterisasi XRD Katalis Zeolit Alam Setelah Aktivasi.....	50
L.3	Volume Produk Hasil Perengkahan Katalitik.....	50
L.4	Massa Produk Hasil Perengkahan Katalitik	51
L.5	Data Densitas Produk	51
L.6	Data Viskositas Produk	52
L.7	Data Titik Nyala Produk.....	52
L.8	Data Nilai Kalor Produk.....	52
L.9	Data Senyawa dan Komposisi Kimia Produk 0% Katalis.....	53
L.10	Data Senyawa dan Komposisi Kimia Produk 20% Katalis.....	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar		Halaman
3.1	Diagram Alir Penelitian	28
4.1	Pengaruh Jumlah Katalis terhadap Densitas Produk	32
4.2	Pengaruh Jumlah Katalis terhadap Viskositas Produk.....	34
4.3	Pengaruh Jumlah Katalis terhadap Titik Nyala Produk	36
4.4	Pengaruh Jumlah Katalis terhadap % Yield Bahan Bakar Cair	38
4.5	Kromatogram Bahan Bakar Cair Hasil Perengkahan Katalitik.....	39
4.6	Komposisi Senyawa Hidrokarbon Pada Bahan Bakar Cair	40
L.1	Grafik Spektrum Difraksi Sinar X-Ray Katalis Zeolit Alam.....	49
L.2	Grafik Spektrum Difraksi Sinar X-Ray Katalis Zeolit Alam Aktif.....	50
L.3	Grafik Analisis GC-MS Produk 0% Katalis.....	58
L.4	Grafik Analisis GC-MS Produk 20% Katalis.....	59

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran		Halaman
A	DATA PENGAMATAN.....	50
B	PERHITUNGAN.....	60
C	DOKUMENTASI.....	99
D	SURAT-SURAT.....	110