

TESIS

**PEMBUATAN *BIO-OIL* DARI MINYAK GORENG BEKAS DENGAN
PROSES *CATALYTIC CRACKING* MENGGUNAKAN KATALIS
LEMPUNG GAMBUT**

Tama Oktania

NIM. 2220834320020



PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK KIMIA

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT BANJARBARU

2024

TESIS

**PEMBUATAN *BIO-OIL* DARI MINYAK GORENG BEKAS DENGAN
PROSES *CATALYTIC CRACKING* MENGGUNAKAN KATALIS
LEMPUNG GAMBUT**

TAMA OKTANIA

NIM. 2220834320020

Tesis

**Diajukan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Magister Teknik**

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK KIMIA

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT BANJARBARU

2024

LEMBAR PENGESAHAN

TESIS PROGRAM STUDI S-2 TEKNIK KIMIA

Pembuatan *Bio-Oil* Dari Minyak Goreng Bekas Dengan Proses *Catalytic Cracking* Menggunakan Katalis Lempung Gambut

Oleh

Tama Oktania (2220834320020)

Telah dipertahankan didepan Tim Penguji pada 26 Juni dan dinyatakan

L U L U S

Komite Penguji :

Ketua : Prof. Dr. Ir. Agus Mirwan, S.T., M.T.

NIP. 19760819 200312 1 001

Anggota 2 : Prof. Ir. Iryanti Fatyasari Nata, S.T., M.T., PhD.

NIP. 19750113 200003 2 003

Anggota 3 : Dr. Abubakar Tuhuloula, S.T., M.T.

NIP. 19750820 200501 1 001

Pembimbing : Dr.Ir. Doni Rahmat Wicakso, ST., M.Eng.

Utama NIP.19810112 200312 1 001

Pembimbing : Ir. Hesti Wijayanti, S.T., M.Eng., Ph.D.

Pendamping NIP.19800529 200501 2 003

Banjarbaru, Juli 2024

Diketahui dan disahkan oleh

Wakil Dekan Bidang Akademik

Fakultas Teknik ULM,



Dr. Mahmud, S.T., M.T.

NIP. 19730903 199702 1 001

Koordinator Program Studi

S-2 Teknik Kimia

Prof. Dr. Ir. Agus Mirwan, S.T., M.T.

NIP. 19760819 200312 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Tama Oktania
NIM : 222083320020
Program Studi : Magister Teknik Kimia
Fakultas : Teknik
Perguruan Tinggi : Universitas Lambung Mangkurat
Judul Tesis : **Pembuatan *Bio-Oil* Dari Minyak Goreng Bekas Dengan Proses Catalytic Cracking Menggunakan Katalis Lempung Gambut**

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Tesis yang saya tulis ini benar-benar hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai tulisan atau pikiran saya sendiri. Terkecuali saya cantumkan sebagai acuan atau kutipan dalam naskah sebagai bahan literatur atau teori dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti Tesis ini hasil plagiat maupun manipulasi maka saya bersedia menerima sanksi.

Demikian pernyataan ini saya sampaikan dalam keadaan sehat dan tanpa paksaan apapun.

Banjarbaru, Juni 2024



Tama Oktania

NIM.222083320020

RINGKASAN

Semakin berkembangnya kehidupan manusia di dunia, semakin terbatas juga sumber energi untuk kehidupan manusia. Sementara cadangan energi tidak terbarukan, seperti minyak bumi, gas bumi, dan batu bara semakin menipis. Dengan kata lain, diperlukan suatu kondisi untuk memenuhi kebutuhan tersebut, maka dibutuhkan energi alternatif. Salah satu pengembangan energi terbarukan dengan cara mengolah minyak goreng bekas yang merupakan buangan dari industri makanan dimana memiliki potensi yang tinggi untuk dijadikan bahan bakar, mengingat kandungan atom karbon dan hidrogennya tinggi. Melihat potensi sumber energi dari minyak goreng bekas maka sangat menarik untuk dikembangkan menjadi *bio-oil* melalui proses *catalytic cracking* (perengkehan menggunakan katalis). Salah satu katalis yang sangat potensial untuk digunakan adalah lempung gambut, komposisi kimia tanah lempung gambut yang diaktivasi secara kimia dan fisika mengandung alumina (Al_2O_3) dan silika yang cukup tinggi. Kandungan alumina silika yang tinggi pada lempung gambut dapat dibuat suatu katalis untuk proses *bio-oil*. Proses *catalytic cracking* sendiri dipengaruhi beberapa faktor yaitu suhu dan berat katalis. Tujuan dari penelitian ini menganalisis pengaruh variasi berat katalis (5,10,15 dan 20 gram) dan variasi suhu katalis (400°C , 450°C , 500°C , 550°C dan 600°C) dalam proses *catalytic cracking* minyak goreng bekas menjadi *bio-oil* dan melakukan karakterisasi *bio-oil* yang dihasilkan dari proses *catalytic cracking* minyak goreng bekas. Katalis lempung gambut dan minyak goreng bekas sebelum digunakan pada proses *catalytic cracking* dilakukan uji karakterisasi terlebih dahulu untuk katalis lempung gambut dilakukan uji SEM, BET dan XRF. Untuk minyak goreng bekas dilakukan uji GC-MS, viskositas dan densitas. Untuk produk cair dari proses *catalytic cracking* akan dilakukan uji GC-MS, viskositas dan densitas. Adapun hasil dari karakterisasi katalis lempung gambut yaitu uji SEM menampilkan morfologi dari permukaan lempung gambut yang diperkirakan adanya katalis yang menjadi abu sehingga menutupi sebagian permukaan katalis lempung, uji BET menampilkan luas permukaan katalis yaitu $20,220\text{ m}^2/\text{g}$ dan uji XRF menampilkan katalis lempung yang memiliki kadar silika yang terkandung sebesar 22,6 % dan aluminium 11,1%. Sedangkan hasil uji GC-MS menampilkan komposisi senyawa pada minyak goreng bekas terdiri dari senyawa organik golongan trigeliserida, asam laurat, senyawa ester dan senyawa organik alkana bercabang. Adapun nilai dari viskositas dan densitas dari minyak goreng bekas secara berturut-turut adalah 2,257 cP dan 0,899 g/mL. Sedangkan karakterisasi hasil uji GC-MS pada produk cair (*bio-oil*) terdiri dari senyawa golongan alkana, alkena, alkuna, sikloalkana, alkohol lemak jenuh, asam karboksilat, alkynol, hidrokarbon aromatik, organofosfor, senyawa kompleks, asam lemak tak jenuh tunggal dan ganda, keton.

Kata kunci: lempung gambut, *bio-oil*, *catalytic cracking*, minyak goreng bekas

SUMMARY

The more human life develops in the world, the more limited the sources of energy for human life. While non-renewable energy reserves, such as petroleum, natural gas, and coal are dwindling. In other words, a condition is needed to meet these needs, so alternative energy is needed. One of the renewable energy developments is by processing used cooking oil which is waste from the food industry which has high potential to be used as fuel, given its high carbon and hydrogen atom content. Seeing the potential energy source of used cooking oil, it is very interesting to be developed into bio-oil through the catalytic cracking process. One potential catalyst is peat clay, the chemical composition of chemically and physically activated peat clay contains high levels of alumina (Al_2O_3) and silica. The high alumina silica content in peat clay can be made into a catalyst for the bio-oil process. The catalytic cracking process itself is influenced by several factors, namely temperature and catalyst weight. The purpose of this research is to analyze the effect of catalyst weight variation (5, 10, 15 and 20 grams) and catalyst temperature variation (400°C , 450°C , 500°C , 550°C and 600°C) in the catalytic cracking process of used cooking oil into bio-oil and characterize the bio-oil produced from the catalytic cracking process of used cooking oil. Peat clay catalysts and used cooking oil before being used in the catalytic cracking process carried out characterization tests first for peat clay catalysts carried out SEM, BET and XRF tests. For used cooking oil, GC-MS, viscosity and density tests were carried out. For liquid products from the catalytic cracking process, GC-MS, viscosity and density tests will be carried out. The results of the characterization of peat clay catalysts, namely the SEM test displays the morphology of the surface of peat clay which is thought to be the catalyst that becomes ash so that it covers part of the surface of the clay catalyst, BET test displays the surface area of the catalyst which is $20,220\text{ m}^2/\text{g}$ and XRF test displays the clay catalyst which has silica content contained by 22,6% and aluminum 11,1%. While the GC-MS test results display the composition of compounds in used cooking oil consists of triglyceride organic compounds, lauric acid, ester compounds and branched alkane organic compounds. The values of viscosity and density of used cooking oil are 2,257 cP and 0,899 g/mL, respectively. While the characterization of GC-MS test results on liquid products (bio-oil) consists of compounds of alkanes, alkenes, alkynes, cycloalkanes, saturated fatty alcohols, carboxylic acids, alkynols, aromatic hydrocarbons, organophosphorus, complex compounds, mono- and polyunsaturated fatty acids, ketones.

Keywords: peat clay, bio-oil, catalytic cracking, used cooking oil

RIWAYAT HIDUP PENULIS



Penulis Tesis ini bernama Tama Oktania, merupakan anak ke-1 dari 3 bersaudara, lahir di Kota Palangka Raya pada tanggal 31 Oktober 1998. Adapun riwayat pendidikan penulis, yaitu pada tahun 2011 lulus dari SD Negeri 1 Hampatung. Kemudian melanjutkan di SMP Negeri 1 Kapuas Hilir dan lulus pada tahun 2013. Pada tahun 2016 lulus dari SMA Negeri 1 Kapuas Hilir dan melanjutkan ke Universitas Palangka Raya Program S1 Pendidikan Kimia.

Setelah memperoleh gelas Serjana Pendidikan (S.Pd) penulis berkerja sebagai Laboran di SMA Negeri 1 kapuas Hilir. Tahun 2022-2023, penulis melanjutkan pendidikan di Pascasarjana Universitas Lambung Mangkurat dengan mengambil Jurusan Teknik Kimia. Tesis yang disusun sebagai syarat menempuh Program Pascasarjana adalah “Pembuatan *Bio-Oil* Dari Minyak Goreng Bekas Dengan Proses *Catalytic Cracking* Menggunakan Katalis Lempung Gambut”.

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat Rahmat-Nya proposal tesis yang berjudul: Pembuatan *bio-oil* dari minyak goreng bekas dengan proses *catalytic cracking* menggunakan katalis lempung gambut. Tujuan dari penulisan laporan kemajuan tesis ini adalah sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Magister pada Program Studi Magister Teknik Kimia di Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.

Dalam penyusunan laporan kemajuan tesis ini, penulis mendapatkan saran, bantuan, gagasan atau ide, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan rasa syukur dan terima kasih yang tak terhingga kepada:

1. Bapak Dr.Ir. Doni Rahmat Wicakso, S.T., M.Eng selaku dosen pembimbing utama yang telah memberikan bimbingan, masukan, dan saran dalam menyelesaikan tesis ini.
2. Ibu Ir. Hesti Wijayanti, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku dosen pembimbing II dan telah memberikan bimbingan, masukan, saran dan motivasi dalam menyelesaikan tesis ini.
3. Seluruh Bapak dan Ibu dosen Program Studi Magister Teknik Kimia yang senantiasa memberikan banyak ilmu yang bermanfaat bagi penulis selama masa perkuliahan dan pengerjaan tesis ini.
4. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu oleh penulis yang turut serta membantu dalam proses pembuatan tesis ini.

Penulis menyadari bahwa laporan tesis ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik serta saran dari pembaca yang bersifat membangun untuk menyempurnakan laporan tesis ini.

Banjarbaru, Juni 2024

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN.....	iii
RINGKASAN.....	iv
SUMMARY.....	v
RIWAYAT HIDUP PENULIS.....	vi
PRAKATA.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Hipotesis Penelitian.....	5
1.6 Luaran Penelitian.....	5
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Minyak Goreng.....	6
2.1.1 Komponen Minyak Goreng.....	6

2.1.2	Standar Mutu Minyak Goreng	7
2.1.3	Minyak Goreng Bekas.....	8
2.2	<i>Cracking</i>	9
2.3	<i>Catalytic Cracking</i>	10
2.3.1	Suhu.....	11
2.3.2	Waktu Reaksi.....	11
2.4	<i>Bio Oil</i>	12
2.5	Katalis Lempung Gambut	13
2.6	Pengaruh Suhu Kalsinasi Terhadap Kandungan Unsur Katalis Lempung Gambut	14
2.7	Persentase Berat Katalis Yang Baik Untuk Digunakan Pada Proses <i>Catalytic Cracking</i>	16
III.	METODOLOGI PENELITIAN.....	18
3.1	Waktu, Tempat dan Objek Penelitian.....	18
3.1.1	Waktu penelitian.....	18
3.1.2	Tempat Penelitian	18
3.1.3	Objek Penelitian.....	18
3.2	Peralatan dan Bahan Penelitian.....	18
3.2.1	Peralatan Penelitian.....	18
3.2.2	Bahan Penelitian	19
3.3	Variabel Proses	19
3.3.1	Variabel Bebas	19
3.3.2	Variabel Tetap.....	19
3.4	Prosedur Penelitian	19
3.4.1	Persiapan Bahan Baku Minyak Goreng	19

3.4.2	Katalis Lempung Gambut	20
3.4.3	Reaksi Perengkahan.....	21
3.5	Diagram Alir Penelitian	23
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1	Karakterisasi Katalis Lempung Gambut	24
4.1.1	Karakterisasi Katalis Lempung Gambut Menggunakan Uji <i>Brunauer Emmet Teller</i>	25
4.1.2	Uji <i>Scanning Electron Microscopy</i>	26
4.1.3	Uji <i>X-Ray Fluorescence</i>	27
4.2	Karakterisasi Minyak Goreng Bekas	29
4.3	Pengaruh Berat dan Suhu Katalis Terhadap Proses <i>Catalytic Cracking</i> Minyak Goreng Bekas	32
4.3.1	Pengaruh Berat Katalis Terhadap <i>Yield Bio-Oil</i>	32
4.3.2	Pengaruh Suhu Katalis Terhadap <i>Yield Bio-Oil</i>	34
4.4	Karakterisasi Produk Cair (<i>Bio-Oil</i>)	36
4.4.1	Karakterisasi Produk Cair (<i>Bio-Oil</i>) Variasi Berat Katalis	36
4.4.2	Karakterisasi Produk Cair (<i>Bio-Oil</i>) Variasi Suhu Katalis	43
V.	PENUTUP	50
5.1	Kesimpulan	50
5.2	Saran.....	51

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 2.1 Komposisi Asam Lemak Minyak Kelapa Sawit Dan Minyak Inti Kelapa Sawit	7
Tabel 2.2 Standart Mutu Minyak Nasional Indonesia (SNI) 3741-2013 ...	8
Tabel 2.3 Komposisi Unsur Kimia Tanah Lempung Gambut	14
Tabel 4.1 Perbandingan Hasil BET Lempung Gambut Sebelum dan Sesudah Kalsinasi	25
Tabel 4.2 Analisis Unsur Katalis Lempung Gambut	27
Tabel 4.3 Komposisi Senyawa Sampel Minyak Goreng Bekas	30
Tabel 4.4 Hasil Uji GC-MS Pada <i>Bio-Oil</i> Hasil Perengkahan Minyak Goreng Bekas Variasi Berat Katalis	37
Tabel 4.5 Hasil Uji GC-MS Pada <i>Bio-Oil</i> Hasil Perengkahan Minyak Goreng Bekas Variasi Suhu Katalis	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar		Halaman
Gambar 3.1	Minyak Goreng Bekas	20
Gambar 3.2	Pembuatan Katalis Lempung Gambut	20
Gambar 3.3	Proses Perhitungan Kadar Air Pada Lempung Gambut ...	21
Gambar 3.4	Rangkaian Alat Perengkahan	22
Gambar 3.5	Diagram Alir Penelitian.....	24
Gambar 4.1	Hasil Uji <i>Scanning Electron Microscopy</i>	26
Gambar 4.2	Grafik Hubungan Antara Berat Katalis (Gram) Terhadap <i>Yield Bio-Oil</i> (wt%) Berdasarkan Produk <i>Char</i> , <i>Bio-Oil</i> , dan Gas Pada Suhu 550° C	33
Gambar 4.3	Grafik Hubungan Antara Suhu Katalis (Gram) Terhadap <i>Yield Bio-Oil</i> (wt%) Berdasarkan Produk <i>Char</i> , <i>Bio-Oil</i> , dan Gas Pada Berat Katalis 10 Gram.....	35
Gambar 4. 4	Mekanisme Pembentukan Senyawa <i>Decane</i> dari Senyawa <i>Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriyl ester</i>	39
Gambar 4. 5	Mekanisme Reaksi Pemutusan Gugus Metil <i>Tetradecane, 6,9-dimethyl</i>	40
Gambar 4. 6	Mekanisme Reaksi Pembentukan Senyawa <i>Cyclodecane</i> Dari <i>Tetradecane, 6,9-dimethyl</i>	47

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran		Halaman
1	Prosedur penelitian.....	52
2	Perhitungan.....	53
3	Dokumentasi penelitian.....	59
4	Hasil Uji GCMS <i>Bio-Oil</i>	62
5	Bukti Publikasi.....	65