

**ESTERIFIKASI *PALM FATTY ACID DESTILLATE*
MENGUNAKAN KATALIS KARBON AMPAS
BENGGKOANG (*Pachyrhizus Erosus*)
TERSULFONASI**



**FIFI JULIANI SYAFRI
NIM/TM.17036014/2017**

**PROGRAM STUDI KIMIA
DEPARTEMEN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2022**

**ESTERIFIKASI *PALM FATTY ACID DESTILLATE*
MENGUNAKAN KATALIS KARBON AMPAS
BENGKOANG (*Pachyrhizus Erosus*)
TERSULFONASI**

SKRIPSI

*Diajukan kepada Tim Penguji Skripsi Jurusan Kimia sebagai Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)*



**FIFI JULIANI SYAFRI
NIM/TM.17036014/2017**

**PROGRAM STUDI KIMIA
DEPARTEMEN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2022**

PERSETUJUAN SKRIPSI

Judul : Esterifikasi *Palm Fatty Acid Destilate* menggunakan Katalis Karbon Ampas Bengkoang (*pachyrhizus Erosus*) Tersulfonasi.

Nama : Fifi Juliani Syafri

NIM : 17036014

Program Studi : Kimia

Departemen : Kimia

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

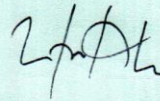
Padang, 29 Agustus 2022

Mengetahui:
Kepala Departemen Kimia



Budhi Oktavia, M.Si, Ph.D
NIP. 19721024 199803 1 001

Disetujui Oleh:
Pembimbing



Umar Kalmar Nizar, M.Si, Ph.D
NIP.19770311 200312 1 003

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

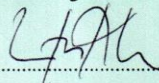


Nama : Fifi Juliani Syafri
NIM : 17036014
Program Studi : Kimia
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

ESTERIFIKASI *PALM FATTY ACID DESTILLATE* MENGGUNAKAN KATALIS KARBON AMPAS BENGKOANG (*Pachyrhizus Erosus*) TERSULFONASI

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan didepan Tim Penguji Skripsi
Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Padang, 26 Agustus 2022

Tim Penguji

	Nama	Tanda Tangan
Ketua	: Umar Kalmar Nizar, M.Si, Ph.D	
Anggota	: Hary Sanjaya, S.Si., M.Si	
Anggota	: Dr. Desy Kurniawati, S.Pd, M.Si	

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fifi Juliani Syafri

NIM : 17026014

Tempat/Tanggal lahir : Ampalu Tinggi / 09 1999

Program Studi : Kimia

Jurusan : Kimia

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Judul Skripsi : **ESTERIFIKASI *PALM FATTY ACID DESTILLATE***

MENGGUNAKAN KATALIS KARBON AMPAS

BENGGKOANG (*Pachyrhizus Erosus*) TERSULFONASI

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Karya tulis/skripsi ini adalah hasil karya saya dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik (sarjana) baik di UNP maupun perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis/skripsi ini murni gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan tim pembimbing.
3. Pada karya tulis/skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain kecuali tertulis dengan jelas dicantumkan pada kepustakaan.
4. Karya tulis/skripsi ini sah apabila ditandatangani **Asli** oleh tim pembimbing dan tim penguji.

Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran di dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima **Sanksi Akademik** berupa pencabutan gelar akademik yang telah diperoleh karena karya tulis/skripsi ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Padang, 26 Agustus 2022

Yang menyatakan


Fifi Juliani Syafri
NIM. 17036014

**ESTERIFIKASI *PALM FATTY ACID DESTILLATE*
MENGUNAKAN KATALIS KARBON AMPAS
BENGGKOANG (*Pachyrhizus Erosus*)
TERSULFONASI**

Fifi Juliani Syafri

ABSTRAK

Ampas bengkoang berpotensi untuk diteliti sebagai sumber karbon karena kandungan utamanya adalah pati. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aktivitas katalitik katalis karbon ampas bengkoang tersulfonasi untuk produksi biodiesel. Katalis dibuat dengan cara dikalsinasi dari ampas jimaca dan dilanjutkan dengan sulfonasi pada berbagai waktu. Katalis yang telah dibuat dikarakterisasi dengan FTIR dan XRD serta dianalisis dengan titrasi asam basa untuk penentuan asam sitasi. Hasil karakterisasi menggunakan FTIR terdapat satu pita serapan pada bilangan gelombang 1031 cm⁻¹ yang menunjukkan adanya SO₃H. XRD menunjukkan struktur amorf karbon setelah sulfonasi. Dalam penentuan asam situs, katalis untuk ampas bengkoang karbon dengan jumlah situs asam yang tinggi adalah K-KAB 4 jam. Sifat fisik biodiesel dengan katalis karbon ampas bengkoang menunjukkan bahwa densitas, laju alir, bilangan asam, dan persen konversi optimum pada K-KAB 4 jam.

Kata kunci — esterifikasi, PFAD, ampas bengkoang dan sulfonasi

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberi kekuatan dan kesabaran kepada penulis dalam menyelesaikan Skripsi yang berjudul **"Esterifikasi *Palm Fatty Acid Destillate* menggunakan Katalis Karbon Ampas Bengkoang (*Pachyrhizus Erosus*) Tersulfonasi"**. Shalawat beserta salam untuk nabi tauladan kita, Nabi Muhammad SAW yang telah memberikan tauladan dalam setiap aktivitas yang kita lalui.

Skripsi penelitian ini diajukan untuk melengkapi dan memenuhi persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Penulisan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, petunjuk, arahan, dan masukan yang sangat berharga dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang tulus kepada:

1. Bapak Umar Kalmar Nizar, S.Si, M.Si, Ph.D sebagai Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
2. Bapak Hary Sanjaya, M.Si dan Ibu Dr. Desy Kurniawati, S.Pd, M.Si sebagai Dosen Pembahas.
3. Bapak dan Ibu staf pengajar serta seluruh staf akademik dan non akademik di Jurusan Kimia FMIPA UNP.
4. Semua pihak terkait yang telah ikut berkontribusi dalam skripsi ini.

Semoga rahmat dan kasih sayang Allah SWT selalu tercurah pada kita semua serta usaha dan kerja kita bernilai ibadah di hadapan Allah SWT, Aamiin Yaa Rabbal 'Alamin. Penulis menyadari bahwa proposal penelitian ini masih jauh

dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan masukan dan saran agar skripsi ini bermanfaat dikemudian harinya.

Padang, 27 Agustus 2022

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL.....	vii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	3
C. Batasan Masalah.....	4
D. Rumusan Masalah	4
E. Tujuan Penelitian.....	5
F. Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
A. Esterifikasi PFAD	6
1. Reaksi Esterifikasi	6
2. PFAD.....	8
B. Katalis Karbon Tersulfonasi.....	8
1. Katalis	8
2. Karbon Tersulfonasi	10
C. Karbon Ampas Bengkoang	11
1. Karbon.....	11
2. Karbonisasi	11
3. Kalsinasi.....	12
4. Ampas Bengkoang.....	12
5. Karbon Ampas Bengkoang.....	13
D. Karakterisasi Katalis	13
1. XRD	14
2. FTIR	14
E. Analisis Sifat Biodiesel	16
1. Densitas.....	16

2. Viskositas.....	16
3. Bilangan Asam.....	16
4. Bilangan Penyabunan.....	17
BAB III METODE PENELITIAN	18
A. Waktu Dan Tempat Penelitian.....	18
B. Variabel Penelitian.....	18
C. Alat Dan Bahan.....	19
1. Bahan.....	19
2. Alat.....	19
D. Prosedur Kerja.....	19
1. Preparasi Katalis.....	19
2. Karakterisasi dan Analisa Sampel.....	20
3. Aplikasi Katalis Karbon Ampas Bengkoang Tersulfonasi.....	20
4. Uji Sifat Biodisel.....	21
E. Desain Penelitian.....	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	23
A. Uji Sifat Fisikokimia Katalis Karbon Ampas Bengkuang Tersulfonasi.....	23
1. Spektra FTIR.....	23
2. Pola Difraktogram XRD.....	25
B. Uji Sifat Fisika Biodiesel.....	27
1. Densitas.....	27
2. Laju Alir.....	28
3. Bilangan Asam.....	29
4. Persen Konversi.....	31
BAB V PENUTUP	32
A. Kesimpulan.....	32
B. Saran.....	32
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN.....	35

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Reaksi Esterifikasi.....	6
Gambar 2. 2 Reaksi transesterifikasi.....	7
Gambar 2. 3 Pengelompokkan Katalis.....	9
Gambar 2. 4 Pola XRD Katalis HTC dan HTC-S.....	14
Gambar 2. 5 Spektrum IR	15
Gambar 4. 1 Spektra FTIR Karbon dan Katalis Ampas Bengkuang Tersulfonasi 24	
Gambar 4. 2 Pola XRD dari K-KAB 4 Jam.....	25
Gambar 4. 3 Situs Aktif Katalis Karbon Ampas Bengkuang	27
Gambar 4. 4 Hasil Pengujian Densitas Biodiesel	28
Gambar 4. 5 Hasil Pengujian Laju Alir Biodiesel	29
Gambar 4. 6 Hasil Penentuan Bilangan Asam.....	30
Gambar 4. 7 Persen Konversi Biodiesel	31

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Komposisi Kimia Bengkoang	13
--	----

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Biodiesel merupakan suatu energi alternatif yang dapat digunakan sebagai bahan bakar layaknya bahan bakar fosil. Biodiesel diproduksi dari minyak nabati atau minyak hewani sehingga dapat diperbaharui. Pembakaran biodiesel bebas dari sulfur dan tidak berdampak negatif pada lingkungan. Salah satu cara yang dilakukan untuk dapat memproduksi biodiesel adalah melalui reaksi esterifikasi.

Reaksi esterifikasi adalah suatu reaksi pembentukan biodiesel dengan menggunakan bahan baku yang mengandung *Free Fatty Acid* (FFA) yang tinggi. Bahan baku ini direaksikan dengan alkohol (metanol) dan dibantu dengan katalis yang menghasilkan *Fatty Acid Metil Ester* sebagai produk utama (Sangar et al., 2019).

Sumber bahan baku dalam pembuatan biodiesel dapat berasal dari minyak yang dapat dikonsumsi ataupun yang tidak dapat dikonsumsi. Minyak yang dapat dikonsumsi yaitu seperti minyak jagung, minyak sawit, dan minyak kelapa. Namun penggunaan minyak yang dapat dikonsumsi ini menimbulkan kontroversi untuk dijadikan sumber biodiesel karena bersaing dengan kebutuhan pangan (Monteiro et al., 2018). Oleh sebab itu, sebagai alternatifnya digunakan minyak yang tidak dapat dikonsumsi yaitu seperti minyak jelantah, limbah penyulingan minyak kelapa sawit, dan PFAD (Thanh et al., 2012).

PFAD (*Palm Fatty Acid Distillate*) merupakan produk samping dari industri minyak sawit yang terdiri dari 85% asam lemak bebas (asam palmitat dan asam uleat, 10% trigliserida, sterol, dan vitamin E (Akinfalabi et al., 2017). Kandungan

FFA yang tinggi dalam PFAD menyebabkan PFAD berpotensi digunakan sebagai bahan baku produksi biodiesel melalui reaksi esterifikasi.

Sumber karbon untuk katalis karbon tersulfonasi dapat disintesis melalui proses karbonisasi limbah organik yang mengandung pati, ligin, selulosa, dan glukosa yang tinggi (Akinfalabi et al., 2017), kemudian dilanjutkan dengan proses sulfonasi. Beberapa limbah organik yang telah dilakukan sebagai sumber karbon diantaranya biji sawit dan bambu (Farabi et al., 2019), serta tandan kosong kelapa sawit (N. A. Ibrahim et al., 2019).

Proses sulfonasi adalah proses substitusi gugus sulfonat (HSO_3^-) pada kerangka karbon senyawa aromatik (Ji et al., 2011). Proses sulfonasi dapat dilakukan dengan merendam karbon menggunakan larutan H_2SO_4 pekat. Metode sulfonasi sangat efektif dalam pembuatan katalis asam padat untuk produksi biodiesel dengan kandungan FFA (*Free Fatty Acid*) yang tinggi (Sangar et al., 2019).

Bengkoang atau yang dikenal dengan nama Latin *Pachyrhizus erosus* adalah tumbuhan polong, kaya akan serat, vitamin, karbohidrat, dan mineral. Secara kimiawi bengkoang mengandung banyak sumber karbohidrat seperti selulosa, lignin, pektin, pati, dan hemiselulosa. Bengkoang biasanya dimanfaatkan sebagai sumber buah-buahan segar dan jus buah. Jus buah bengkoang menghasilkan ampas bengkoang yang masih mengandung pati. Oleh sebab itu, ampas bengkoang tersebut memiliki potensi untuk dijadikan sebagai sumber karbon (Ramos-de-la-Peña et al., 2012).

Pada penelitian sebelumnya, dalam tim riset ini telah dilakukan penggunaan ampas bengkoang sebagai sumber karbon untuk sintesis katalis karbon

tersulfonasi siti vivi melakukan riset dengan membandingkan metoda kalsinasi pada suhu rendah. Ayunida melakukan variasi waktu kalsinasi. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa karbon ampas bengkoang mampu memproduksi PFAD dengan biodiesel. Namun pengujian FFA masih rendah sehingga perlu dioptimasi lagi preparasi katalis ampas bengkoang.

Berdasarkan uraian diatas, maka peneliti akan melakukan sintesis karbon dari ampas bengkoang dengan variasi waktu sulfonasi. Katalis karbon ampas bengkoang yang telah disintesis akan dikarakterisasi menggunakan instrumen FTIR, XRD dan penentuan situs asam, serta akan di aplikasikan dalam produksi biodiesel menggunakan PFAD dan metanol. Biodiesel yang terbentuk akan dilakukan uji densitas, laju alir, bilangan asam dan persen konversi.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat diidentifikasi beberapa masalah sebagai berikut.

1. Ketersediaan bahan bakar fosil semakin menipis karena sifatnya tidak dapat diperbaharui maka dari itu dibutuhkan alternatif sumber energi yang terbarukan.
2. Kandungan FFA yang tinggi dalam PFAD menyebabkan PFAD berpotensi digunakan sebagai bahan baku produksi biodiesel melalui reaksi esterifikasi.
3. Metode sulfonasi sangat efektif dalam pembuatan katalis asam padat untuk produksi biodiesel dengan kandungan FFA (*Free Faty Acid*) yang tinggi.
4. Ampas bengkoang memiliki kandungan pati yang cukup besar sehingga berpotensi dijadikan sebagai sumber karbon.

5. Waktu sulfonasi yang digunakan dalam sintesis karbon merupakan salah satu faktor yang berpengaruh dalam produksi biodiesel, sehingga perlu adanya optimasi waktu sulfonasi yang dilakukan.

C. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Katalis asam padat berbasis karbon tersulfonasi diaktivasi melalui dua tahap, pertama karbonisasi pada suhu 250°C selama 5 jam, kedua sulfonasi dengan H₂SO₄ pada suhu 160°C selama 2 jam, 3 jam, 4 jam, dan 5 jam.
2. Karakterisasi karbon dan katalis karbon batang jagung tersulfonasi dilakukan dengan menggunakan instrumen FTIR, XRD, dan penentuan situs asam.
3. Aplikasi katalis karbon ampas bengkoang tersulfonasi melalui reaksi esterifikasi untuk produksi biodiesel dari PFAD dan metanol.
4. Pengujian sifat-sifat biodiesel dibatasi pada uji densitas, viskositas, bilangan asam, dan persen konversi FFA.

D. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimanakah sifat fisikokimia katalis karbon ampas bengkoang yang disintesis berdasarkan variasi waktu sulfonasi ?
2. Bagaimanakah aktifitas katalitik katalis karbon ampas bengkoang dalam mengkonversi PFAD menjadi biodiesel yang ditentukan melalui uji densitas, viskositas, bilangan asam, dan bilangan penyabunan ?

E. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui sifat fisikokimia katalis karbon ampas bengkoang diseintesis berdasarkan variasi waktu sulfonasi.
2. Mengetahui aktifitas katalitik katalis karbon ampas bengkoang dalam mengkonversi PFAD menjadi biodiesel yang ditentukan melalui uji densitas, viskoditas, bilangan asam, dan bilangan penyabunan.

F. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui sifat fisikokimia katalis karbon ampas bengkoang diseintesis berdasarkan variasi waktu sulfonasi.
2. Mengetahui aktifitas katalitik katalis karbon ampas bengkoang dalam mengkonversi PFAD menjadi biodiesel yang ditentukan melalui uji densitas, viskoditas, bilangan asam, dan bilangan penyabunan