

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI KATALIS KARBON SABUT
PINANG (*Areca cathecu L.*) TERSULFONASI
UNTUK PRODUKSI BIODIESEL DARI
*PALM FATTY ACID DISTILLATE***



NADIA

NIM/TM. 18036136/2018

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

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI KATALIS KARBON SABUT
PINANG (*Areca cathecu L.*) TERSULFONASI
UNTUK PRODUKSI BIODIESEL DARI
*PALM FATTY ACID DISTILLATE***

SKRIPSI

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



NADIA

NIM/TM. 18036136/2018

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

PERSETUJUAN SKRIPSI

SINTESIS DAN KARAKTERISASI KATALIS KARBON KULIT KACANG TANAH (*Arachis hypogaea*) TERSULFONASI UNTUK PRODUKSI BIODIESEL DARI PFAD (*Palm Fatty Acid Destillate*)

Nama : Rida
NIM : 18036143
Program Studi : Kimia (NK)
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, Juni 2022

Mengetahui:
Kepala Departemen

Disetujui oleh:
Dosen Pembimbing



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



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

PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI

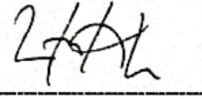


Nama : Nadia
NIM : 18036136
Program Studi : Kimia (NK)
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

SINTESIS DAN KARAKTERISASI KATALIS KARBON SABUT PINANG (*Areca cathecu L.*) TERSULFONASI UNTUK PRODUKSI BIODIESEL DARI PALM FATTY ACID DESTILATE

Dinyatakan Lulus Setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi
Program Studi Kimia Departemen Kimia
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Padang, Juni 2022

Tim Penguji

	Nama	Tanda tangan
Ketua	: Umar Kalmar Nizar, S.Si., M.Si., Ph.D	
Anggota	: Ananda Putra, S.Si., M.Si., Ph.D	
Anggota	: Dr. Desy Kurniawati, S.Pd., M.Si	

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Nadia
NIM : 18036136
Tempat/Tanggal lahir : Ganting/ 12 Februari 2000
Program Studi : Kimia (NK)
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Judul Skripsi : **Sintesis dan Karakterisasi Katalis Karbon Sabut Pinang (*Areca cathecu L.*) Tersulfonasi untuk Produksi Biodiesel dari Palm Fatty Acid Distillate**

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 telah 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, Juni 2022
Yang menyatakan



Nadia
NIM : 18036136

Sintesis dan Karakterisasi Katalis Karbon Sabut Pinang (*Areca cathecu L*) Tersulfonasi untuk Produksi Biodiesel dari *Palm Fatty Acid Distillate*

Nadia

ABSTRAK

Penelitian ini membahas terkait dengan aktivitas katalitik katalis dalam produksi biodiesel menggunakan *Palm Fatty Acid Distillate*. Metoda yang digunakan dalam sintesis katalis yaitu kalsinasi dan sulfonasi. Sintesis karbon dilakukan dengan variasi suhu kalsinasi 250°C, 300°C dan 350°C selama 1 jam, kemudian dilanjutkan dengan proses sulfonasi dengan H₂SO₄ selama 4 jam dengan suhu 160°C. Karbon dan katalis yang diperoleh dikarakterisasi dengan menggunakan FTIR, XRD dan penentuan situs asam. Katalis diaplikasikan pada produksi biodiesel dari PFAD dengan metode reaksi esterifikasi. Selanjutnya biodiesel yang dihasilkan dilakukan uji sifat fisikokimianya seperti uji densitas, laju alir, bilangan asam dan persen konversi. Hasil karakterisasi menunjukkan bahwa aktivitas katalitik tertinggi dihasilkan oleh K-SP350°C, yang memiliki situs asam tertinggi. Katalis recycle atau (R)K-SP menunjukkan biodiesel yang dihasilkan menurun dibandingkan dengan K-SP.

Kata Kunci : Katalis, kalsinasi, katalis karbon tersulfonasi, esterifikasi, PFAD

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberi kekuatan dan kesabaran kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi yang berjudul "*Sintesis dan Karakterisasi Katalis Karbon Sabut Pinang (Areca cathecu l.) Tersulfonasi untuk Produksi Biodiesel dari Palm Fatty Acid Distillate*". Shalawat beserta salam untuk nabi tauladan kita, Muhammad SAW yang telah memberikan tauladan dalam setiap aktivitas yang kita lalui.

Skripsi 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 Penasehat Akademik sekaligus Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan serta arahan selama proses pengerjaan hingga selesainya tugas akhir ini.
2. Bapak Ananda Putra, S.Si., M.Si., Ph.D sebagai Dosen Pembahas.
3. Ibu Dr. Desy Kurniawati, S.Pd., M.Si sebagai Dosen Pembahas.
4. Bapak Budhi Oktavia, S.Si, M.Si, Ph.D sebagai Kepala Departemen Kimia.
5. Bapak dan Ibu staf pengajar serta seluruh staf akademik dan non akademik Jurusan Kimia FMIPA UNP.

6. Orang tua penulis yang telah memberikan semangat serta dorongan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
7. Teman-teman kimia angkatan 2018 yang telah membantu dalam pembuatan skripsi ini.

Semoga rahmat dan kasih sayang selalu diberikan pada kita semua oleh Allah SWT bernilai ibadah di hadapan Nya, Amin Ya Rabbal ‘Alamin. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan masukan dari pembaca agar skripsi ini bermanfaat dikemudian harinya.

Padang, Mei 2022

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	4
C. Batasan Masalah.....	5
D. Rumusan Masalah	6
E. Tujuan Penelitian.....	6
F. Manfaat Penelitian.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
A. Biodiesel dari PFAD.....	7
B. Katalis Karbon Tersulfonasi	10
C. Karbon Sabut Pinang.....	14
D. Karakterisasi Katalis.....	16
E. Analisis Sifat Biodiesel.....	19
BAB III METODELOGI PENELITIAN	21
A. Waktu dan Tempat Penelitian	21
B. Variabel Penelitian	21
C. Alat dan Bahan.....	21

D. Prosedur Kerja.....	22
BAB IV PEMBAHASAN	29
A. Sifat Fisikokimia Katalis Karbon Sabut Pinang Tersulfonasi	29
B. Uji Sifat Fisikokimia Biodiesel.....	35
C. Aktivitas Katalitik Recycle Katalis Sabut Pinang Tersulfonasi.....	42
BAB V PENUTUP	46
A. KESIMPULAN	46
B. SARAN.....	46
DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1. Persamaan umum reaksi esterifikasi (Sangar et al., 2019)	9
Gambar 2. Reaksi transesterifikasi (Knothe & Steidley, 2017)	9
Gambar 3. Spektrum FTIR katalis HTC dan HTC-S.....	17
Gambar 4. Pola XRD untuk MKSB dan MKSB—JADI3H	18
Gambar 5. Karbon a) 250°C, b) 300°C, c) 350°C, d) 400°C, dan e) 450°C	29
Gambar 6. Spektrum FTIR Karbon SP 250°C, 300°C dan 350°C	30
Gambar 7. Spektrum FTIR K-SP 250°C, 300°C dan 350°C	32
Gambar 8. XRD Karbon SP 350°C dan Katalis SP 350°C	33
Gambar 9. Situs Asam Karbon Sabut Pinang Sebelum dan Sesudah	35
Gambar 10. Densitas dari PFAD dan Biodiesel yang dihasilkan	37
Gambar 11. Laju Alir PFAD dan Biodiesel yang dihasilkan	38
Gambar 12. Bilangan Asam PFAD dan Biodiesel yang dihasilkan	40
Gambar 13. Persen Konversi Biodiesel yang dihasilkan	42
Gambar 14. a) Densitas B-(R)KSP, b) Laju Alir B-(R)KSP, c) Bilangan Asam B-(R)KSP, d) Persen Konversi B-(R)KSP.....	44

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Sumber Katalis Karbon Tersulfonasi.....	13
2. Syarat mutu biodiesel B100 SNI 7182:2015	19
3. Kode sampel yang digunakan.....	23
4. Kode biodiesel yang dihasilkan	26
5. Situs Asam Karbon Sabut Pinang Sebelum dan Sesudah Sulfonasi.....	35
6. Uji Densitas PFAD dan Biodiesel yang dihasilkan	37
7. Uji Laju Alir PFAD dan Biodiesel yang dihasilkan	38
8. Uji Bilangan Asam PFAD dan Biodiesel yang dihasilkan.....	40
9. Persen Konversi Biodiesel yang dihasilkan	41

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Diagram Alir Penelitian	51
2. Perhitungan.....	59
3. Data Penelitian	70
4. Dokumentasi	75

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Energi yang diperoleh dari batubara dan minyak dalam bentuk bahan bakar dan listrik merupakan kebutuhan mendasar manusia dan pembangunan masyarakat. Penipisan cadangan minyak yang cepat, dan permintaan energi yang terus meningkat, sedangkan harga minyak mentah yang berfluktuasi dan emisi gas buang negatif dari konsumsi bahan bakar fosil yang berlebihan mengacu pada pencemaran lingkungan. Oleh karena itu perlunya pencarian sumber energi alternatif (Malani *et al.*, 2020). Salah satu sumber energi terbarukan yang sudah dikembangkan dan dijadikan sebagai alternatif yaitu biodiesel.

Biodiesel merupakan bahan bakar berkelanjutan, tidak berbasis minyak bumi, tetapi memiliki banyak keunggulan, seperti emisi rendah, biodegradable, dan pelumasan lebih tinggi (do Nascimento *et al.*, 2011). Biodiesel juga disebut sebagai FAME atau metil ester asam lemak, diartikan sebagai ester alkil yang sederhana dari asam lemak rantai panjang yang dihasilkan pada sumber alam terbarukan seperti lemak hewani dan minyak nabati. Beberapa kelebihan biodiesel dibandingkan bahan bakar lainnya yaitu antara lain: memiliki emisi karbon monoksida yang rendah, menghasilkan lebih sedikit asap, memiliki profil emisi pembakaran yang lebih baik, hidrokarbon dan sulfur dioksida tidak terbakar, serta mudah terurai secara hayati (Kefas *et al.*, 2018).

Produksi biodiesel dapat diperoleh melalui reaksi esterifikasi atau reaksi transesterifikasi. Reaksi transesterifikasi didefinisikan sebagai reaksi lemak dan minyak serta alkohol untuk pembentukan ester dengan adanya katalis dan gliserol (Talha & Sulaiman, 2016). Reaksi esterifikasi merupakan transformasi asam lemak bebas menjadi biodiesel dengan bantuan alkohol rantai pendek serta katalis (Roman *et al.*, 2019). Salah satu bahan baku murah dan menjanjikan yang dapat digunakan yaitu *Palm Fatty Acid Distillate* (PFAD).

Limbah PFAD merupakan hasil samping proses penggilingan minyak sawit. Kandungan yang terdapat dalam PFAD adalah 98% asam lemak bebas (FFA), asam lemak palmitat, asam lemak oleat, komponen sisanya adalah trigliserida dan gliserida parsial. Tingginya kandungan FFA (*Free Fatty Acid*) pada PFAD menjadikannya potensial dimanfaatkan untuk bahan baku dalam produksi biodiesel. Reaksi pembentukan biodiesel dari PFAD adalah reaksi esterifikasi yang berlangsung lambat sehingga diperlukan katalis untuk meningkatkan laju reaksi (Ibrahim *et al.*, 2020).

Katalis yang sesuai untuk produksi biodiesel dari PFAD adalah katalis asam padat tersulfonasi (Kefas *et al.*, 2018). Katalis ini disintesis melalui proses kalsinasi dari limbah organik yang mengandung glukosa, selulosa, pati dan lignin, seperti tongkol jagung, ampas tebu, bambu dan kentang (Garg *et al.*, 2014). Kalsinasi merupakan proses penguraian atau pemanasan pada suhu tinggi dengan adanya udara maupun tanpa udara atau dengan aliran gas N₂ dan tanpa adanya gas N₂ (Lokman *et al.*, 2014).

Sulfonasi merupakan proses substitusi gugus asam sulfonat (HSO_3) pada rangka karbon senyawa aromatik polisiklik. Sulfonasi bisa dilakukan dengan merendam karbon dalam H_2SO_4 pekat. Metode sulfonasi sangat efektif digunakan pada bahan baku dengan kandungan FFA yang tinggi untuk produksi biodiesel (Zhang *et al.*, 2016).

Beberapa katalis karbon tersulfonasi yang disintesis dari limbah organik yang telah dilaporkan dalam esterifikasi PFAD seperti tandan kelapa sawit dan biji kelapa sawit yang dikarbonisasi dengan aliran N_2 pada suhu 700°C selama 2 jam dan 400°C selama 2 jam. Karbon tandan kelapa sawit disulfonasi dengan HSO_3Cl pada suhu 70°C . Dihasilkan persentase katalis sebesar 98,6% (Ibrahim *et al.*, 2019). Sulfonasi untuk biji kelapa sawit menggunakan H_2SO_4 pada suhu 150°C selama 12 jam. Proses sulfonasi memungkinkan gugus asam sulfonat untuk melekat pada selembur karbon aromatik polisiklik. Katalis ini diaplikasikan pada produksi biodiesel dari PFAD. Diperoleh kondisi optimal untuk reaksi pada suhu 60°C setelah 2 jam (Akinfalabi *et al.*, 2017).

Sintesis katalis asam padat berbasis karbon tersulfonasi dari bambu juga telah dilaporkan. Katalis disintesis melalui karbonisasi pada suhu 500°C dilanjutkan dengan sulfonasi menggunakan asam klorosulfonat pekat pada 70°C . Katalis bambu dapat mengubah lebih dari 90% PFAD menjadi biodiesel. Kondisi optimal ini terjadi pada suhu 65°C selama 1 jam, massa katalis terhadap minyak 4% dan rasio molar metanol terhadap minyak 15:1 (Farabi *et al.*, 2019).

Sabut pinang (*Areca cathecu L.*) merupakan limbah dari pengolahan buah pinang. Kandungan utamanya yaitu 32,98% hemiselulosa, 53,20% alfa selulosa, 7,20% lignin dan 4,81% komponen lain yang ada dalam sabut pinang (Frida *et al.*, 2019). Menurut Panjaitan (2008), adanya selulosa dalam sabut pinang dapat digunakan sebagai sumber karbon untuk produksi karbon aktif (Syauqi *et al.*, 2016).

Sitanggang, dkk (2017) melaporkan pemanfaatan selulosa sabut pinang sebagai karbon aktif untuk bahan dasar yang dapat dimanfaatkan sebagai adsorben ion Pb(II) dalam air. Aktivasi karbon dilakukan dengan menggunakan larutan asam sulfat (H_2SO_4) pada berbagai konsentrasi. Karbon aktif yang diperoleh digunakan untuk mengadsorbsi Pb(II) dalam larutan. Namun, belum ada penelitian yang mengkaji pemanfaatan katalis karbon sabut pinang tersulfonasi secara spesifik pada produksi biodiesel dari PFAD.

Berdasarkan uraian diatas maka akan dilakukan sintesis dan karakterisasi katalis karbon sabut pinang (*Areca cathecu L.*) tersulfonasi untuk produksi biodiesel dari PFAD. Sulfonasi sampel dilakukan dengan H_2SO_4 , dan katalis akan dikarakterisasi menggunakan instrumen FTIR, XRD, dan situs asam, yang akan diaplikasikan pada produksi biodiesel. Biodiesel yang didapatkan akan dilakukan uji sifat fisika biodiesel seperti uji densitas, viskositas, bilangan asam, dan persen konversi.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang diperoleh dapat diidentifikasi beberapa masalah sebagai berikut:

1. Bahan bakar fosil yang bisa menyebabkan polusi lingkungan karena sumbernya yang tidak dapat diperbaharui, oleh karena itu dibutuhkan sumber energi terbarukan.
2. Biodiesel adalah sumber energi terbarukan yang dapat digunakan untuk bahan bakar mesin diesel. Bahan baku yang digunakan dapat berasal dari limbah seperti PFAD.
3. Kandungan asam lemak bebas (FFA) yang tinggi dalam PFAD dapat digunakan sebagai bahan baku produksi biodiesel dengan bantuan katalis. Katalis yang digunakan harus sesuai dengan bahan baku dengan FFA tinggi yaitu berbasis katalis asam padat tersulfonasi.
4. Katalis asam padat dapat diperoleh dengan memanfaatkan limbah organik, salah satunya sabut pinang. Sabut pinang memiliki kandungan selulosa yang sangat tinggi sehingga dapat digunakan sebagai sumber karbon untuk sintesis katalis asam padat tersulfonasi.

C. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Katalis karbon sabut pinang tersulfonasi disintesis dengan variasi suhu kalsinasi (250°C, 300°C, 350°C, 400°C, 450°C) kemudian dilanjutkan dengan proses sulfonasi menggunakan H₂SO₄ pada suhu 160°C selama 4 jam.
2. Karakterisasi katalis sabut pinang dilakukan dengan menggunakan instrumen FTIR, XRD, dan penentuan situs asam.
3. Aplikasi katalis karbon sabut pinang tersulfonasi melalui reaksi esterifikasi pada produksi biodiesel menggunakan PFAD dan metanol.

4. Pengujian sifat fisika biodiesel dibatasi pada uji densitas, viskositas, bilangan asam, dan persen konversi.

D. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana sifat fisikokimia dari katalis karbon sabut pinang yang disintesis dari proses kalsinasi dan sulfonasi dengan H_2SO_4 ?
2. Bagaimana sifat-sifat fisika biodiesel melalui reaksi esterifikasi antara PFAD dan metanol menggunakan katalis karbon sabut pinang tersulfonasi?

E. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan sifat fisikokimia dari katalis karbon sabut pinang yang disintesis dari proses kalsinasi dan sulfonasi dengan H_2SO_4 .
2. Menentukan sifat biodiesel melalui reaksi esterifikasi antara PFAD dan metanol menggunakan katalis karbon sabut pinang tersulfonasi

F. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu:

1. Memberikan informasi mengenai sifat fisikokimia dari karbonisasi katalis karbon sabut pinang melalui proses kalsinasi dan disulfonasi menggunakan H_2SO_4 .
2. Memberikan informasi mengenai beberapa sifat-sifat biodiesel yang diperoleh melalui reaksi esterifikasi antara PFAD dan metanol dengan menggunakan katalis karbon sabut pinang tersulfonasi.