

**ESTERIFIKASI ASAM STEARAT(*Stearic Acid*)
DENGAN KATALIS KARBON BIJI ALPUKAT(*Parsea Americana*) TERSULFONASI**

SKRIPSI

*Diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh
sarjana sains*



Isva Abdul Ghani

NIM/TM.17036119/2017

JURUSAN KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS NEGERI PADANG

2021

PERSETUJUAN SKRIPSI

ESTERIFIKASI ASAM STEARAT (Stearic Acid) DENGAN KATALIS KARBON BIJI ALPUKAT (Parsea Americana) TERSULFONASI

Nama : Isva Abdul Ghani
NIM : 17036119
Program Studi : Kimia
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

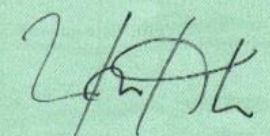
Padang, September 2021

Mengetahui:
Ketua Jurusan



Fitri Amelia, S.Si, M.Si, Ph.D
NIP. 19800819 200912 2 002

Disetujui oleh:
Dosen Pembimbing



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

PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI

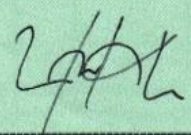
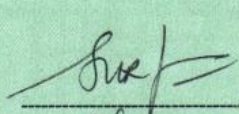
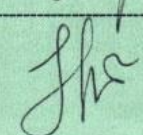
Nama : Isva Abdul Ghani
NIM : 17036119
Program Studi : Kimia
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

ESTERIFIKASI ASAM STEARAT (Stearic Acid) DENGAN KATALIS KARBON BIJI ALPUKAT (*Parsea Americana*) TERSULFONASI

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

Padang, September 2021

Tim Penguji

	Nama	Tanda tangan
Ketua	: Umar Kalmar Nizar, S.Si, M.Si, Ph.D	 _____
Anggota	: Dra. Suryelita, M.Si	 _____
Anggota	: Hary Sanjaya, S.Si, M.Si	 _____

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Isva Abdul Ghani
NIM : 17036119
Tempat/Tanggal lahir : Padang/ 19 Juni 1999
Program Studi : Kimia
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Judul Skripsi : **Esterifikasi Asam Stearat (Stearic Acid) Dengan Katalis Karbon Biji Alpukat (Parsea Americana) Tersulfonasi**

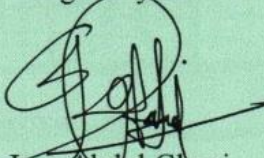
Dengan ini menyatakan bahwa :

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 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, September 2021

Yang menyatakan


Isva Abdul Ghani
NIM : 17036119

ESTERIFIKASI ASAM STEARAT(*Stearic Acid*) DENGAN KATALIS KARBON BIJI ALPUKAT(*Parsea Americana*) TERSULFONASI

Isva Abdul Ghani

ABSTRAK

Katalis karbon biji alpukat tersulfonasi disintesis dengan karbonisasi biji alpukat dengan metode kalsinasi pada suhu 300°C selama 1 jam, dilanjutkan proses sulfonasi dengan H₂SO₄ selama 4 jam pada suhu 160°C. Sintesis katalis ini bertujuan untuk di aplikasikan dalam pembuatan biodiesel dari asam stearate dan methanol dengan dan perbandingan mol methanol dan variasi waktu reaksi esterifikasi terhadap asam stearate. Hasil karakterisasi FTIR menunjukkan adanya vibrasi gugus SO₂ pada bilangan gelombang 1029 cm⁻¹ dan 1159,41 cm⁻¹. Hasil penentuan jumlah situs asam diketahui jumlah situs asam yang tersubstitusi ke kerangka karbon sebesar 1.40 mmol/g. Uji aktivitas katalitik katalis dalam pembuatan biodiesel dari asam stearate diketahui adanya penurunan nilai densitas, viskositas, dan bilangan asam dari biodiesel yang dihasilkan. Dimana persentase konversi yang didapatkan dari pengaruh variasi perbandingan mol methanol terhadap asam stearate dan waktu reaksi optimum adalah sebesar 88.85%.

Kata kunci: Karbonisasi, Sulfonasi, Asam stearate, Aktivitas katalitik

ESTERIFICATION OF STEARIC ACID WITH SULFONATED AVOCADO SEED CARBON CATALYST

Isva Abdul Ghani

ABSTRACT

Sulfonated avocado seed carbon catalyst was synthesized by carbonization of avocado seeds by calcination method at 300°C for 1 hour, followed by sulfonation process with H₂SO₄ for 4 hours at 160°C. This catalyst synthesis aims to be applied in the manufacture of biodiesel from stearic acid and methanol with the mole ratio of methanol and the variation of the esterification reaction time against stearic acid. The results of FTIR characterization show the presence of vibrations of the SO₂ group at wave number 1029 cm⁻¹ and 1159.41 cm⁻¹. The result of determining the number of acid sites is known that the number of acid sites that are substituted for the carbon skeleton is 1.40 mmol/g. The catalytic activity test of the catalyst in the manufacture of biodiesel from stearic acid is known to decrease the density, viscosity, and acid number of the biodiesel produced. Where the percentage of conversion obtained from the effect of variations in the ratio of moles of methanol to stearic acid and the optimum reaction time is 88.85%.

Keywords: Carbonization, Sulfonation, Stearic Acid, Catalytic activity

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberi kekuatan dan kesabaran kepada penulis dalam menyelesaikan Skripsi yang berjudul ***”ESTERIFIKASI ASAM STEARAT (Stearic Acid) DENGAN KATALIS KARBON BIJI ALPUKAT (Parsea Americana) TERSULFONAS ”***.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 selaku Penasehat Akademik dan Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan serta arahan selama proses pengerjaan hingga selesainya tugas akhir ini.
2. Bapak Hary Sanjaya, S.Si, M.Si selaku Tim Pembahas yang telah bersedia menjadi pembahas pada Ujian Seminar hasil.
3. Ibu Dra. Suryelita, M.Si selaku Tim Pembahas yang telah bersedia menjadi pembahas pada Ujian Seminar hasil.

4. Kedua Orang Tua penulis dan Adik tercinta yang telah memberi semangat serta dorongan kepada penulis dalam menyelesaikan proposal penelitian.
5. Sahabat serta teman terdekat yang telah memberikan masukan serta semangat kepada penulis hingga selesainya proposal penelitian ini.
6. Diana Wulandari yang telah membantu dalam melakukan penelitian hingga selesai.
7. Teuku Muhammad Khairudin yang telah memfasilitasi dalam pelaksanaan sidang skripsi hingga selesai.
8. *Last but not least, i wanna thank me, i wanna thank me for believing in me, i wanna thank me for doing all this hard work, i wanna thank me for having no days off, i wanna thank me for, for never quitting, i wanna thank me for always being a giver And tryna give more than, i recieve, i wanna thank me for tryna do more right than wrong, i wanna thank me for just being me at all times.*

Untuk kesempurnaan skripsi yang penulis lakukan, maka dengan kerendahan hati penulis mengharapkan masukan dan saran yang membangun dari berbagai pihak. Atas masukan dan saran yang telah diberikan penulis mengucapkan terimakasih.

Padang, Agustus 2021

Isva Abdul Ghani

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Identifikasi Masalah	2
C. Batasan Masalah.....	2
D. Rumusan Masalah	3
E. Tujuan Penelitian.....	3
F. Manfaat Penelitian	3
BAB II	1
KERANGKA TEORITIS.....	1
A. Biodisel.....	1
B. Asam Stearat.....	4
C. Katalis.....	5
1. Katalis Homogen	6
2. Katalis Heterogen	6
3. Katalis Enzimatik.....	7
D. Sulfonasi	7
E. Kalsinasi	8
F. Biji Alpukat.....	9
G. Karakterisasi Katalis.....	9
1. FT-IR	9
1. Sifat-sifat Biodisel.....	11
A. Densitas.....	11
B. Viskositas.....	11
C. Bilangan Asam.....	11
BAB III.....	13
METODE PENELITIAN	13
A. Waktu dan Tempat Penelitian	13
B. Variabel Penelitian	13
C. Alat dan Bahan	13

1. Alat.....	13
2. Bahan	14
D. Prosedur Penelitian.....	14
1. Preparasi dan Karakterisasi Katalis	14
2. Aplikasi Katalis Karbon Biji Alpukat Tersulfonasi.....	14
3. Uji Sifat Biodisel	15
BAB IV	19
HASIL DAN PEMBAHASAN	19
A. Sifat Fisikokimia Katalis Karbon Biji Alpukat Tersulfonasi.	19
B. Karakterisasi Katalis Biji Alpukat Tersulfonasi.....	19
1. Fourier Transform Infra-Red dari katalis karbon biji alpukat tersulfonasi.	19
2. Situs Asam Katalis Biji Alpukat Tersulfonasi.....	20
C. Sifat-sifat Biodisel Dari Perbandingan Rasio Mol Metanol Terhadap Asam Stearat	21
1. Densitas.....	22
2. Viskositas.....	23
3. Bilangan asam dan Presentase konversi	24
D. Sifat-sifat Biodisel Dengan Variasi Waktu Terhadap Biodisel.....	26
1. Densitas.....	27
2. Viskositas.....	28
3. Bilangan Asam dan Persentase Konversi	29
BAB V.....	32
PENUTUP.....	32
A. Kesimpulan.....	32
B. Saran.....	32
Daftar Pustaka.....	33

Daftar Gambar

Gambar 1 Reaksi Esterifikasi Pembuatan Biodisel	1
Gambar 2 Reaksi Transesterifikasi trigliserida dari minyak nabati dan alkohol rantai pendek (Lam et al., 2019)	1
Gambar 3 Pembuatan biodiesel pada konversi penuh reaksi keseluruhan	2
Gambar 4 Rumus Struktur Asam Stearat	4
Gambar 5 Jenis Katalis yang umum (Lokman et al., 2014)	6
Gambar 6 Spektrum IR karbonisasi glukosa sebelum dan sesudah sulfonasi.(Lokman et al., 2015).	10
Gambar 7 Spektrum FTIR karbon dan katalis karbon biji alpukat tersulfonasi.	20
Gambar 8 Biodisel variasi mol reaksi	22
Gambar 9 Data densitas biodisel variasi mol reaksi	22
Gambar 10 Data viskositas biodisel variasi mol reaksi	23
Gambar 11 Data bilangan asam biodisel variasi mol reaksi	24
Gambar 12 Data persentase konversi biodisel	25
Gambar 13 Biodisel variasi waktu	27
Gambar 14 Data densitas biodisel variasi waktu reaksi	27
Gambar 15 Data viskositas biodisel variasi waktu	28
Gambar 16 Data bilangan asam biodisel variasi waktu	29
Gambar 17 Data %konversi biodisel variasi waktu reaksi	30

Daftar Tabel

Tabel 1. Sifat diesel minyak bumi versus biodisel.....	3
Tabel 2. Variabel Penelitian.....	13
Tabel 3. Situs Asam	21

Lampiran

Lampiran 1: Diagram Alir Penelitian.....	37
Lampiran 2: Data dan Perhitungan Hasil Uji Situs Asam Katalis	42
Lampiran 3: Perhitungan Perbandingan Rasio Asam stearat: Metanol dan katalis	44
Lampiran 4: Data dan Perhitungan Hasil Uji Sifat Fisika Biodiesel	47

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Reaksi esterifikasi adalah reaksi yang berlangsung antara asam lemak bebas (FFA) dari minyak atau lemak dengan alkohol dan dengan bantuan katalis (García-Martín et al., 2018). Reaksi ini menghasilkan *Free Acid Metil Ester* sebagai produk utama dan air sebagai produk samping (Ibrahim et al., 2020). Bahan baku yang digunakan dalam esterifikasi adalah bahan baku dengan kandungan utama asam lemak bebas seperti PFAD, asam stearate, lemak hewan dan asam-asam karboksilat. Katalis yang umum digunakan dalam produksi biodiesel dari reaksi esterifikasi adalah katalis asam padat berbasis karbon tersulfonasi.

Katalis karbon tersulfonasi telah dilaporkan sebagai katalis dengan aktifitas katalitik yang tinggi dalam reaksi esterifikasi. Katalis ini dapat disintesis dengan melakukan karbonisasi pada limbah organik dan dilanjutkan dengan sulfonasi. Beberapa limbah organik yang mengandung selulosa, pati dan lignin seperti cangkang kelapa sawit, kulit ubi kayu dan ampas bengkoang telah dilaporkan sebagai sumber karbon dalam sintesis katalis karbon tersulfonasi. Katalis yang dihasilkan telah diaplikasi untuk produksi biodiesel dari PFAD, asam stearate, asam linoleat dan asam palmitat.

Biji alpukat merupakan limbah padat yang mengandung pati sebesar 81%. Berdasarkan kandungannya, biji alpukat telah dilaporkan sebagai sumber karbon untuk proses adsorpsi. Dalam grup riset ini, telah dan sedang berlangsung penelitian penggunaan biji alpukat sebagai sumber karbon untuk sintesis katalis karbon tersulfonasi. Penelitian berfokus pada waktu kalsinasi biji alpukat, waktu

sulfonasi karbon, suhu kalsinasasi biji alpukat, suhu sulfonasi karbon. Katalis yang dihasilkan diaplikasikan pada produksi biodiesel dari minyak sawit, minyak jelantah dan PFAD. Secara umum diperoleh suhu kalsinasi optimum pada suhu 300°C, waktu sulfonasi 4 jam dan suhu sulfonasi 160°C.

Berdasarkan uraian diatas, dalam penelitian ini katalis karbon biji alpukat tersulfonasi yang paling aktif dari penelitian sebelumnya, akan diaplikasikan dalam reaksi esterifikasi asam stearate. Asam stearate digunakan karena fraksi ini dipisahkan dari minyak goreng untuk memperoleh minyak goreng yang non kolesterol. Produk biodiesel yang dihasilkan akan dikarakterisasi dengan FTIR, analisis densitas, viskositas dan bilangan asam serta dihitung persen konversi.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas dapat diidentifikasi beberapa masalah sebagai berikut:

1. Asam stearate dapat dikonversi menjadi biodiesel dengan bantuan katalis asam padat berbasis karbon tersulfonasi.
2. Katalis karbon tersulfonasi dapat disintesis dari karbon biji alpukat.

C. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada Penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Katalis karbon biji alpukat tersulfonasi preparasi dengan suhu optimum dari penelitian sebelumnya dilanjutkan proses sulfonasi dengan merendam karbon pada H_2SO_4 selama 4 jam.
2. Karakterisasi katalis biji alpukat dilakukan dengan menggunakan instrumen FTIR.

3. Aplikasi katalis karbon biji alpukat tersulfonasi melalui reaksi esterifikasi dalam produksi biodiesel menggunakan Asam Stearat dan metanol.
4. Pengujian sifat biodiesel dibatasi pada uji densitas, viskositas, bilangan asam.

D. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada Penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana sifat fisikokimia dari katalis karbon biji alpukat yang disintesis dari proses kalsinasi dan sulfonasi dengan H_2SO_4 selama 4jam?
2. Bagaimana sifat biodiesel dari reaksi esterifikasi antara Asam Stearat dan metanol menggunakan katalis karbon biji alpukat tersulfonasi?

E. Tujuan Penelitian

Tujuan dari Penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menjelaskan sifat fisikokimia dari katalis karbon biji alpukat.
2. Menjelaskan bagaimana sifat dari biodiesel yang dihasilkan dengan uji densitas, viskositas dan bilangan asam.

F. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari Penelitian ini yaitu:

1. Memberikan informasi dan dapat mengetahui serta memahami sifat-sifat fisikokimia dari karbonisasi katalis karbon biji alpukat melalui proses kalsinasi dan disulfonasi menggunakan H_2SO_4 dengan waktu 4 jam.
2. Memberikan informasi dan dapat mengetahui serta memahami densitas, viskositas, bilangan asam, bilangan penyabunan, dan persentase konversi

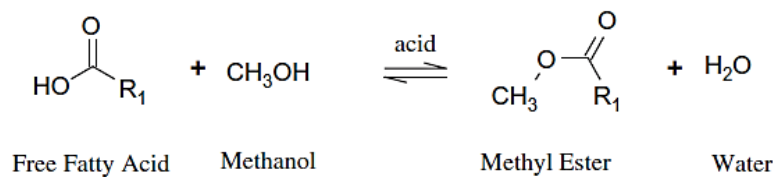
FFA biodisel yang dihasilkan dari Asam Stearat dan katalis karbon biji alpukat tersulfonasi.

BAB II

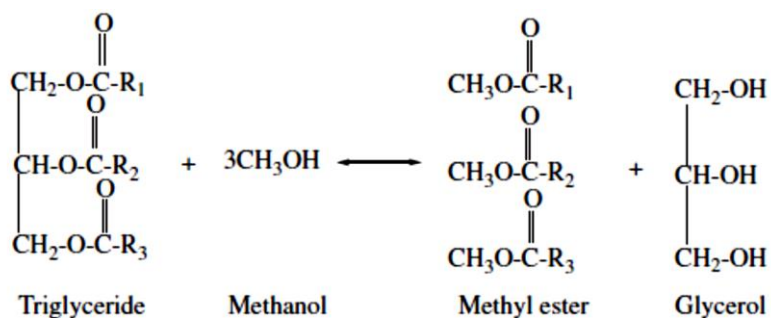
KERANGKA TEORITIS

A. Biodisel

Biodisel merupakan mono alkil ester dari asam lemak rantai panjang, disebut juga sebagai asam lemak metil ester (FAME). Biodisel dapat dihasilkan dari berbagai sumber daya terbarukan seperti minyak goreng yang dapat dimakan, limbah sulingan asam lemak, mikroalga, jamur, dan lemak hewani (Bastos et al., 2020). Dua reaksi utama yang digunakan untuk mengubah lipid menjadi biodiesel adalah esterifikasi asam lemak bebas dan transesterifikasi trigliserida dimana 3 molekul asam lemak bebas (FFA) dan 1 molekul gliserol (Bastos et al., 2020) dengan bantuan katalis asam, atau basa serta penambahan alkohol rantai pendek (Ibrahim et al., 2020).



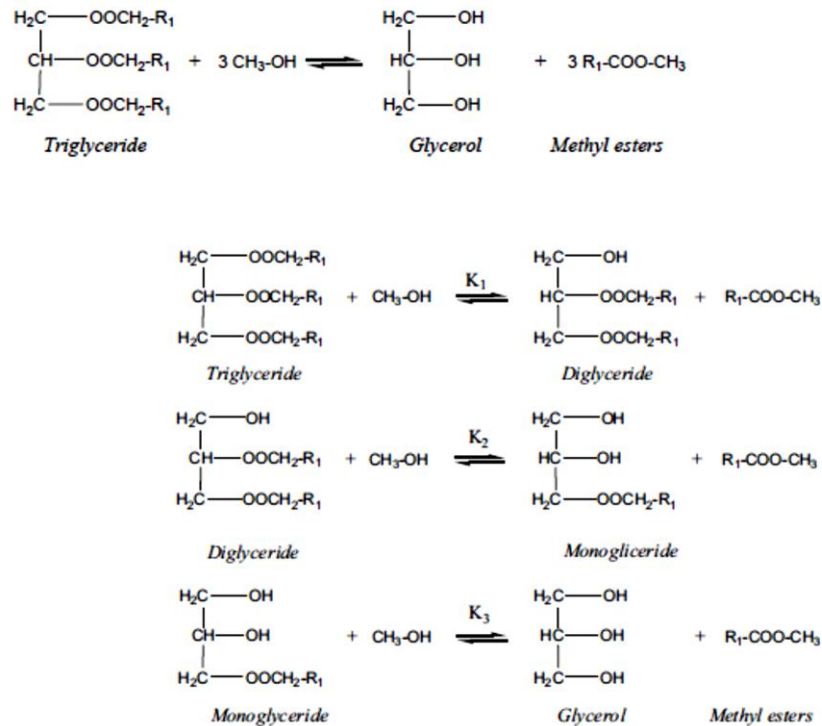
Gambar 1 Reaksi Esterifikasi Pembuatan Biodisel



Gambar 2 Reaksi Transesterifikasi trigliserida dari minyak nabati dan alkohol rantai pendek (Lam et al., 2019)

Proses dalam sintesis biodiesel dilakukan dengan tiga tahap yang dikendalikan oleh kesetimbangan kimia, dengan terbentuknya perantara

digliserida dan monogliserida, seperti yang dapat dilihat pada gambar dibawah (Board, 2019).



Gambar 3 Pembuatan biodiesel pada konversi penuh reaksi keseluruhan (Board, 2019)

Biodisel adalah sumber energy alternative yang terbarukan yang ideal sebagai pengganti bahan bakar disel yang dihasilkan dari minyak bumi. Berbagai Negara telah mengembangkan biodiesel sebagai bahan bakar pengganti solar dikarenakan menipisnya bahan bakar fosil dan kerawanan energy (Lim et al., 2020). Biodisel atau disebut juga “energy hijau” dan sumber alternative yang memiliki sifat yang berkelanjutan dan dapat terurai secara hayati dan tidak beracun (Zhou et al., 2019).

Bahan bakar disel yang terbarukanramah lingkungan dapat digunakan untuk bahan bakar pemanas pada boiler domestik maupun komersial adalah

biodisel. Biodisel tidak menyebabkan kerusakan lingkungan yang parah, memiliki kandungan sulfur rendah, aroma hidrokarbon rendah, titik nyala tinggi, dan memiliki karbon netral dan juga dapat dicampur dengan bahan bakar solar minyak bumi dalam kadar berapapun dan juga dapat digunakan langsung pada mesin diesel yang memiliki modifikasi bahan bakar cair (Zhang et al., 2020).

Tabel 1. Sifat diesel minyak bumi versus biodisel

Properti Bahan Bakar	Diesel	Biodisel
Standar Bahan Bakar	ASTM D975	ASTM D6751
Kompisisi Bahan Bakar	C ₁₀ -C ₂₁ HC ^a	C ₁₂ -C ₂₂ FAME ^a
Viskositas kinetik mm ² /s (pada 40° C)	1,3-4,1	1,9-6,0
Gravitasi spesifik kg/l	0,85	0,88
Titik didih, °C	188-343	182-338
Titik nyala, °C	60-80	100-170
Titik awan, °C	-15 sampai 5	-3 sampai 12
Titik tuang, °C	-35 sampai -15	-15 sampai 10
Nomor setana (kualitas penyalaan)	40-55	48-65
Rasio stoikiometri udara/ bahan bakar (AFR)	15	13,8
Keseimbangan energi siklus hidup (unit energi yang dihasilkan per unit energi yang dikonsumsi)	0,83/l	3,2/l

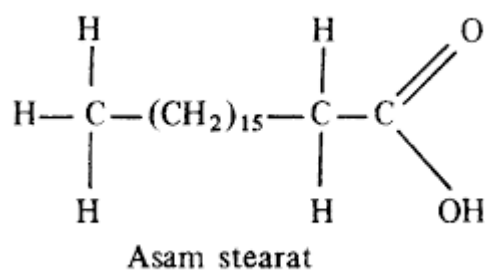
^a HC hidrokarbon, FAME asam lemak metil ester (Kiss, 2014).

Pemanfaatan bahan bakar fosil terbukti merugikan kesehatan manusia, menyebabkan pencemaran lingkungan dan mengancam perubahan iklim. Konsep

biorefinery merupakan konsep yang sama dengan kilang minyak bumi, biomassa yang diolah dapat menghasilkan berbagai produk yang memiliki nilai tambah dengan proses yang bersih yang memiliki dampak konstruktif pada ekologi. Untuk menghasilkan biofuel dapat memanfaatkan limbah dari sisa pertanian bahan baku yang tidak dapat dimakan dan limbah makanan untuk menghasilkan biofuel, biomaterial dan biopolymer yang bias dipasarkan. Pengolahan limbah berkelanjutan dengan konsep biorefinery limbah akan menghasilkan energy terbarukan (Malani et al., 2020).

B. Asam Stearat

Penggunaan bahan baku minyak pada produksi biodiesel banyak dicari dari bahan yang murah, terjangkau dan ramah lingkungan. Salah satunya penggunaan asam lemak. Asam lemak yang digunakan pada bahan bakar biodiesel memberi pengaruh pada sifat termofisik dari karakteristik dari bahan bakar biodiesel. Selain itu mempengaruhi proses pembakaran serta kinerja mesin. Salah satu asam lemak yang dapat digunakan adalah asam stearat (Mirabet al., 2020).



Gambar 4 Rumus Struktur Asam Stearat

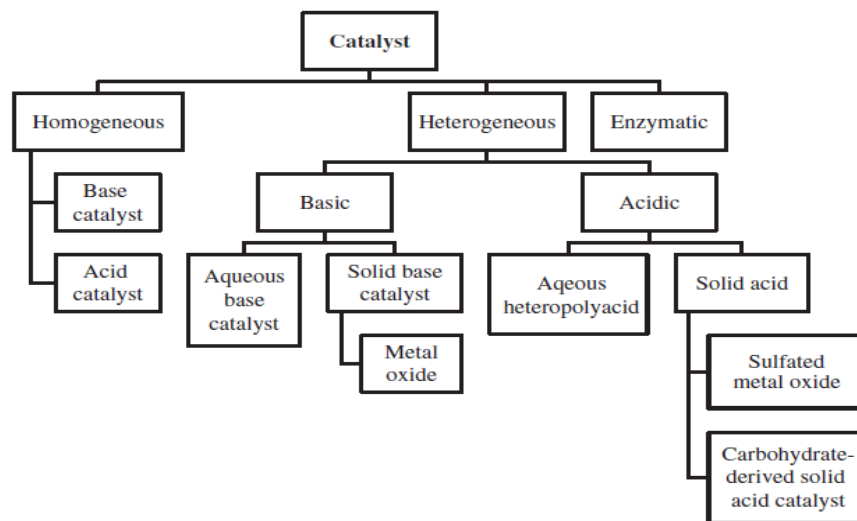
Asam stearat ($\text{C}_{18}\text{H}_{36}\text{O}_2$) merupakan asam lemak jenuh, berlimpah terdapat pada minyak yang dapat dimakan maupun minyak limbah (Niu et al., 2018). Asam stearat atau n-octadecanoid banyak terdapat dalam terutama banyak

ditemukan pada lemak hewani dan lemak nabati. Asam stearat memiliki titik leleh 69,4°C (Loften et al., 2014).

Jumlah asam lemak bebas dalam minyak utama yang digunakan menentukan jumlah tahap produksi biodiesel. Persentase asam lemak bebas berkisar 0,5%-3% (kecil dari 5%), produksi biodiesel dilakukan dengan satu langkah yaitu transesterifikasi. Kandungan asam lemak bebas lebih dari 3% dalam minyak, produksi biodiesel dapat dilakukan secara esterifikasi dan transesterifikasi (Mirab et al., 2020).

C. Katalis

Didalam ilmu kimia terdapat berbagai macam cara untuk mempercepat reaksi kimia, salah satunya yaitu katalis. Didalam termodinamika, katalis dapat dimanfaatkan untuk mempercepat reaksi tetapi tidak dapat mengubah kesetimbangan termodinamika dan perubahan kimiawi pada akhir tahap reaksi (Dumbre & Choudhary, 2020). Dalam Pembuatan biodiesel dapat digunakan katalis, katalis dikelompokkan menjadi tiga, yaitu: katalis homogen, katalis heterogen dan katalis enzimatik. Pada katalis homogeny ada dua bagian katalis yaitu katalis asam cari dan katalis basa cair. Katalis heterogen memiliki dua bagian yaitu katalis asam padat dan katalis basa padat (Xia et al., 2005).



Gambar 5 Jenis Katalis yang umum (Lokman et al., 2014)

1. Katalis Homogen

Katalis asam dan basa homogen terdapat dalam fasa yang sama pada produksi biodiesel. Katalis basa cair kurang efektif dalam produksi biodiesel karena terjadi reaksi saponifikasi terhadap minyak yang mengandung air dan asam lemak bebas (FFA) sehingga menghasilkan sabun. Katalis asam cair, berbeda dengan katalis basa cair, katalis asam cair tidak sensitif terhadap FFA dalam bahan baku dan dapat mengkatalis esterifikasi dan transesterifikasi secara bersamaan, kepopuleran katalis asam cair kurang digunakan dalam reaksi esterifikasi atau transesterifikasi karena laju reaksi katalis asam cair memiliki reaksi yang lambat (Talha & Sulaiman, 2016).

2. Katalis Heterogen

Katalis heterogen terdiri dari katalis asam dan basa. Katalis asam padat dapat berasal dari sifat alami katalis (zeolite), oksida biner ($\text{SiO}_2\text{-TiO}_2$) (Nizar et al., 2017) dan sulfonasi (karbon tersulfonasi). Produksi biodiesel melibatkan katalis, salah satunya katalis asam padat, katalis asam padat merupakan katalis

yang sangat baik digunakan dalam produksi biodiesel. Katalis asam padat memiliki stabilitas yang bagus, tidak beracun, non-korosif, dapat digunakan kembali, tidak sensitif terhadap kandungan FFA. Katalis asam padat dapat sekaligus digunakan untuk esterifikasi dan transesterifikasi sehingga cocok digunakan pada minyak yang mempunyai asam lemak bebas (FFA) yang tinggi (Talha & Sulaiman, 2016).

Produksi biodiesel dapat disederhanakan dengan menggunakan katalis asam padat, dimana katalis asam padat dapat digunakan berulang kali dan meminimalisir kerugian dalam aktifitas katalitiknya membuat proses lebih ekonomis (Farooq & Ramli, 2015).

3. Katalis Enzimatik

Katalis enzim adalah katalis yang terjadi tanpa terbentuknya produk samping, dapat berjalan pada kondisi reaksi ringan, tidak sensitive terhadap FFA tinggi dan katalis dapat digunakan kembali. Pada produksi biodiesel yang menggunakan katalis enzim telah terbukti memiliki potensi dalam proses kimiawi. Penggunaan katalis enzim pada produksi biodiesel kurang diminati dalam skala industri karena biaya yang mahal dan laju reaksi lambat dan deaktivitas enzim (Talha & Sulaiman, 2016).

D. Sulfonasi

Proses penambahan gugus sulfonat (HSO_3) pada senyawa karbon polisiklik aromatic disebut juga dengan sulfonasi. Sulfonasi karbon dilakukan dari bahan pati yang membentuk kepadatan yang tinggi dan situs aktif yang tinggi (M. Wang et al., 2015). Sulfonasi dengan bahan karbon dilakukan dengan memanaskan

bahan berkarbonisasi tidak sempurna dengan H_2SO_4 dengan suhu $150\text{ }^\circ\text{C}$ dengan waktu beberapa jam dalam lingkungan inert. Sulfonasi bertujuan untuk memasukkan gugus $-\text{SO}_3\text{H}$ kedalam struktur karbon.

Masuknya gugus sulfonat kedalam struktur karbon melalui ikatan kovalen dengan cara menggantikan ikatan hidrogen pada struktur katalis. Sulfonasi yang dilakukan pada karbonisasi tidak sempurna D-glukosa dengan penambahan $-\text{SO}_3\text{H}$ yang terikat pada cincin polisiklik aromatic kecil yang menghasilkan sebuah struktur asam padat yang sangat stabil dan memiliki kepadatan tinggi gugus $-\text{SO}_3\text{H}$ (Lokman et al., 2014).

E. Kalsinasi

Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk penguraian suatu material salah satunya adalah metode kalsinasi. Kalsinasi adalah proses penguraian material dengan suhu tinggi dengan menggunakan oksigen atau tidak adanya oksigen dalam proses kalsinasi. Pada kalsinasi suhu memiliki pengaruh yang besar terhadap karbon yang dihasilkan (Julius, 2015).

Pada proses kalsinasi suhu merupakan suatu hal yang penting dalam pembentukan karbon, dengan mencapainya suhu optimal maka akan terbentuk cincin karbon polyaromatik, seperti suhu yang digunakan tidak boleh lebih dari 200°C pada proses pembentukan karbon. Ketika suhu berada diatas $200\text{ }^\circ\text{C}$ maka yang akan terkarbonisasi adalah senyawa sulfoaromatik. Karbonisasi bahan organik karbohidrat dengan suhu optimal 400°C akan menghasilkan karbonisasi yang tidak sempurna. Untuk menghindari terbentuknya abu pada saat proses pembakaran maka dilakukan dalam lingkungan yang lembab (Lokman et al., 2014).

F. Biji Alpukat

Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki iklim tropis sehingga bisa ditanami berbagai macam tanaman seperti alpukat. Alpukat (*Persea Americana*) adalah buah yang mempunyai kandungan gizi tinggi seperti minyak tak jenuh tunggal. Produksi alpukat dalam beberapa tahun terakhir sangat berkembang pesat, sehingga buah alpukat banyak dimanfaatkan dalam berbagai produk seperti makanan, farmasi dan kosmetik. Banyaknya penggunaan buah alpukat tentunya banyak juga menghasilkan limbah yang cukup banyak, seperti biji alpukat yang dibuang tanpa adanya pemanfaatan lanjut. Dengan banyaknya limbah biji alpukat sehingga mengakibatkan kerusakan ekologi dan penyebaran hama serangga dan hewan pengerat semakin banyak.

Limbah biji alpukat mengandung pati yang tinggi, yang dapat digunakan sebagai salah satu sumber pati alternatif. Biji alpukat memiliki kandungan air (51-58%), pati (29%), gula (2,21-3,50%) terutama arabinose (2,04-2,15%), protein (2,38-2,45%) dan abu (1,24-1,34%). Biji alpukat menjadi salah satu sumber serat makanan yang sangat bagus dikarenakan memiliki kandungan kalsium dan antioksidan yang tinggi (Mart et al., 2016). Pemanfaatan biji alpukat yang dapat digunakan sebagai karbon aktif karena memiliki kandungan pati yang tinggi serta dapat mengurangi limbah biji alpukat (Zhu et al., 2016).

G. Karakterisasi Katalis

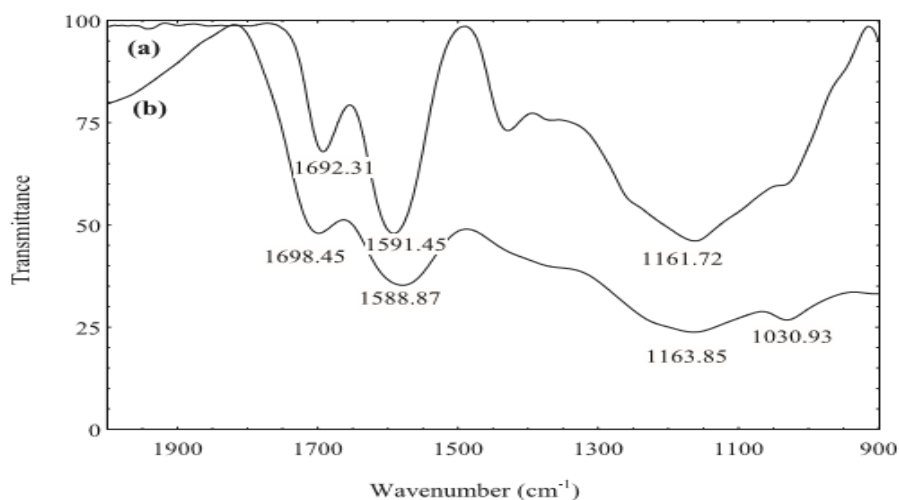
1. FT-IR

Identifikasi senyawa kimia dengan menggunakan spektrofotometer FT-IR secara umum dibagi menjadi dua bidang untuk serapan dan absorpsi senyawa anorganik menjadi senyawa organik. Daerah senyawa anorganik berada pada

kisaran bilangan gelombang antara 400-600 cm^{-1} dan untuk senyawa organik berkisar pada bilangan gelombang di atas 1000 cm^{-1} (Mohadi et al., 2016).

Keberadaan gugus fungsi dalam katalis dianalisa menggunakan FTIR. Prinsipnya adalah mengenali gugus fungsi suatu senyawa dari absorbansi inframerah yang dilakukan terhadap senyawa tersebut. Pola absorbansi yang diserap oleh tiap-tiap senyawa berbeda-beda, sehingga senyawa-senyawa dapat dibedakan dan dikualifikasikan (Farabi et al., 2019).

Gambar 6 menggambarkan spectrum IR dari katalis glukosa spectrum IR dari katalis glukosa yang tidak tersulfonasi dan katalis glukosa yang tersulfonasi (-SO₃). Pada panjang gelombang 1591,45 cm^{-1} - 1588,87 cm^{-1} ditunjukkan dengan cincin aromatik C=C yang terdapat dalam sketsa karbon polarisasi. Sementara itu, panjang gelombang 1692,31 cm^{-1} - 1698,45 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus C=O dari kelompok -COOH. Kehadiran gugus sulfonat ditunjukkan pada panjang gelombang yang kuat dan jelas pada 1030,93 cm^{-1} (Lokman et al., 2015).



Gambar 6 Spektrum IR karbonisasi glukosa sebelum dan sesudah sulfonasi. (Lokman et al., 2015).

1. Sifat-sifat Biodisel

A. Densitas

Densitas adalah rasio massa per satuan volume dalam liter. Karakterisasi tersebut berkaitan dengan nilai kalor dan tenaga yang dihasilkan oleh mesin diesel per satuan volume bahan bakar. Jika biodisel memiliki densitas melebihi ketentuan maka akan terjadi reaksi tidak sempurna pada konversi minyak nabati. Biodiesel yang kualitasnya di bawah sebaiknya tidak digunakan untuk mesin diesel karena akan meningkatkan emisi, dan menyebabkan kerusakan pada mesin. Dari analisis semua variabel, menurut SNI 04-7182-2006 dimana densitasnya masih di kisaran 0.850 – 0.890 gram/cm³(Putri et al., 2012).

B. Viskositas

Viskositas adalah pengukuran hambatan aliran suatu cairan. Viskositas diukur untuk menyelidiki perilaku aliran suatu bahan baku dan sampel biodiesel pada suhu tertentu (Ishola et al., 2020).

C. Bilangan Asam

Biodisel yang mengandung asam lemak bebas tingkat tinggi menyebabkan pembentukan deposit di motor, terutama di injektor bahan bakar dan juga dapat mengoksidasi tengki selama penyimpanan. Oleh karena itu konsentrasi biodiesel harus dikontrol dan dipertahankan pada tingkat yang rendah. Parameter yang mengukur asam ini adalah bilangan asam, didefinisikan sebagai kuantitas dalam mg KOH, yang dapat untuk menetralkan 1.0gram biodiesel. Stabilitas biodiesel dipengaruhi oleh berbagai kondisi penyimpanan, seperti suhu yang berbeda paparan atmosfer dan keberadaan air, bilangan asam memiliki kecenderungan meningkat seiring dengan peningkatan suhu (Aricetti & Tubino, 2012).

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Penentuan sifat fisikokimia dari katalis karbon biji alpukat dikarakterisasi menggunakan FTIR. Berdasarkan karakterisasi menggunakan FTIR terlihat adanya pita serapan pada bilangan gelombang 1159,41 cm^{-1} merupakan gugus SO_2 dari gugus sulfonat. Hal ini diperkuat dengan nilai situs asam yang didapat 1,40 mmol/g.
2. Hasil optimum dari biodiesel yang dihasilkan pada variasi mol adalah 1:12 dan pada variasi waktu reaksi adalah 2 jam, memiliki sifat - sifat seperti densitas, viskositas dan bilangan asam. Pada variasi mol reaksi 0.827 g/mL, 0.87 dan 11.22 mgKOH/g Sedangkan variasi waktu reaksi 0.827 g/mL, 0.87 dan 11.22 mgKOH/g

B. Saran

Penelitian ini menggunakan Asama stearate yang mudah membeku ketika suhu rendah sehingga menghasilkan minyak yang kurang sempurna. Diharapkan pada penelitian selanjutnya lebih diperhatikan lagi.

Daftar Pustaka

- Adekunle, A. S., Oyekunle, J. A. O., Oduwale, A. I., Owotomo, Y., Obisesan, O. R., Elugoke, S. E., Durodola, S. S., Akintunde, S. B., & Oluwafemi, O. S. (2020). Biodiesel potential of used vegetable oils transesterified with biological catalysts. *Energy Reports*, 6, 2861–2871. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2020.10.019>
- Akinfalabi, S. I., Rashid, U., Yunus, R., & Taufiq-Yap, Y. H. (2017). Synthesis of biodiesel from palm fatty acid distillate using sulfonated palm seed cake catalyst. *Renewable Energy*, 111, 611–619. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2017.04.056>
- Aricetti, J. A., & Tubino, M. (2012). A green and simple visual method for the determination of the acid-number of biodiesel. *Fuel*, 95, 659–661. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2011.10.058>
- Bastos, R. R. C., da Luz Corrêa, A. P., da Luz, P. T. S., da Rocha Filho, G. N., Zamian, J. R., & da Conceição, L. R. V. (2020). Optimization of biodiesel production using sulfonated carbon-based catalyst from an amazon agro-industrial waste. *Energy Conversion and Management*, 205(December 2019), 112457. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2019.112457>
- Board, N. B. (2019). 9.1 Introduction. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63876-2.00009-7>
- Das, R., Ali, M. E., & Hamid, S. B. A. (2014). Current applications of x-ray powder diffraction - A review. *Reviews on Advanced Materials Science*, 38(2), 95–109.
- Dumbre, D., & Choudhary, V. R. (2020). Properties of functional solid catalysts and their characterization using various analytical techniques. In *Advanced Functional Solid Catalysts for Biomass Valorization*. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-820236-4/00003-9>
- Farabi, M. S. A., Ibrahim, M. L., Rashid, U., & Taufiq-Yap, Y. H. (2019). Esterification of palm fatty acid distillate using sulfonated carbon-based catalyst derived from palm kernel shell and bamboo. *Energy Conversion and Management*, 181(September 2018), 562–570. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2018.12.033>
- Farooq, M., & Ramli, A. (2015). Biodiesel production from low FFA waste cooking oil using heterogeneous catalyst derived from chicken bones. *Renewable Energy*, 76, 362–368. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2014.11.042>
- García-Martín, J. F., Barrios, C. C., Alés-Álvarez, F. J., Dominguez-Sáez, A., & Alvarez-Mateos, P. (2018). Biodiesel production from waste cooking oil in an oscillatory flow reactor. Performance as a fuel on a TDI diesel engine. *Renewable Energy*, 125, 546–556. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2018.03.002>