

**SULFONASI KARBON DARI HASIL VARIASI SUHU KALSINASI  
KULIT UBI KAYU SEBAGAI KATALIS ASAM PADAT  
DALAM PEMBUATAN BIODISEL**

**SKRIPSI**

*Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana (S1) pada  
Jurusan Kimia*



**NAYLEND GUSTIA NINGSIH**

**14036012 / 2014**

**PROGRAM STUDI KIMIA  
JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS NEGERI PADANG  
2018**

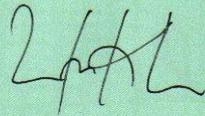
**PERSETUJUAN SKRIPSI**

**SULFONASI KARBON DARI HASIL VARIASI SUHU KALSINASI  
KULIT-UBI KAYU SEBAGAI KATALIS ASAM PADAT DALAM  
PEMBUATAN BIODISEL**

Nama : Naylend Gustia Ningsih  
Nim : 14036012  
Program Studi : Kimia  
Jurusan : Kimia  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

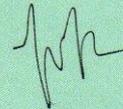
Padang, Juli 2018

Pembimbing I



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

Pembimbing II



Sherly Kasuma W N,S.Si, M.Si  
NIP. 19840914 200812 2 004

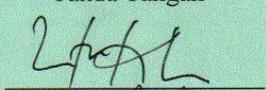
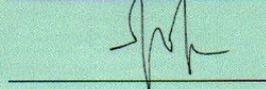
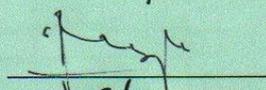
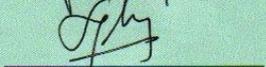
HALAMAN PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

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

Judul : Sulfonasi Karbon dari Hasil Variasi Suhu Kalsinasi Kulit Ubi Kayu sebagai Katalis Asam Padat dalam Pembuatan Biodisel  
Nama : Naylend Gustia Ningsih  
NIM : 14036012  
Program Studi : Kimia  
Jurusan : Kimia  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, Juli 2018

Tim Penguji

Nama	Tanda Tangan
1. Ketua : Umar Kalmar Nizar, S.Si, M.Si, Ph.D	
2. Sekretaris : Sherly Kasuma Warda Ningsih S.Si, M.Si	
3. Anggota : Edi Nasra, S.Si, M.Si	
4. Anggota : Dra. Sri Benti Etika, M.Si	

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Naylend Gustia Ningsih  
TM/NIM : 14036012/2014  
Tempat/Tanggal Lahir : Joho/ 10 Agustus 1996  
Program Studi : Kimia  
Jurusan : Kimia  
Fakultas : MIPA  
Alamat : IV Kampung Kamang Hilir, Kec.Kamang Magek,  
Kab.Agam  
No.HP/Telepon : 085263144637  
Judul Skripsi : Sulfonasi Karbon dari Hasil Variasi Suhu Kalsinasi  
Kulit Ubi Kayu sebagai Katalis Asam Padat dalam  
Pembuatan Biodisel

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Karya tulis/ skripsi ini adalah hasil dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademi (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 daftar pustaka.
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, Juli 2018  
Yang membuat pernyataan,



Naylend Gustia Ningsih  
NIM : 14036012

## ABSTRAK

### **Naylend Gustia Ningsih : Sulfonasi Karbon dari Hasil Variasi Suhu Kalsinasi Kulit Ubi Kayu sebagai Katalis Asam Padat dalam Pembuatan Biodisel**

Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis katalis asam padat berbasis karbon tersulfonasi limbah kulit ubi kayu, mengkarakterisasi sifat-sifat fisikokimia katalis, menguji sifat-sifat fisika biodisel. Katalis asam padat. Sulfonated incomplete carbonized cassava peels (SCCP) pada penelitian ini dilakukan dengan metoda sulfonasi karbon hasil kalsinasi dengan variasi suhu kalsinasi yaitu 250°C, 300°C, 350°C, 400 °C, dan 450°C. Katalis yang disintesis dikarakterisasi dengan FTIR, XRD dan XRF. Data FTIR sampel karbon tersulfonasi menunjukkan adanya pita serapan pada bilangan gelombang 1214-1039 cm<sup>-1</sup> yang merupakan vibrasi O=S=O pada gugus sulfonat. Analisa XRD menunjukkan bahwa sampel SCCP merupakan senyawa amorf berbentuk karbon karbon polisiklik aromatik yang tersusun secara acak. Analisa XRF memberikan informasi jumlah fraksi sulfat yang tersubsitusi pada karbon bervariasi. Hasil uji sifat-sifat fisika biodisel dengan adanya katalis SCCP menunjukkan terjadi penurunan densitas, viskositas serta bilangan asam akibat reaksi antara trigliserida pada minyak jelantah dengan metanol. Berdasarkan hasil yang telah didapatkan menunjukkan bahwa pembuatan biodisel menggunakan katalis asam padat pada penelitian ini telah memenuhi syarat SNI.

***Kata kunci : Biodisel, Kulit Ubi Kayu, Katalis Asam Padat Tersulfonasi***

## KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan syukur kehadirat Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Sulfonasi Karbon dari Hasil Variasi Suhu Kalsinasi Kulit Ubi Kayu sebagai Katalis Asam Padat dalam Pembuatan Biodisel”**. Shalawat dan salam untuk nabi tauladan kita, Nabi Muhammad SAW yang telah memberikan tauladan dalam setiap aktivitas yang kita lalui.

Skripsi ini diajukan untuk melengkapi dan memenuhi persyaratan untuk memperoleh Sarjana S-1 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 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 pembimbing I sekaligus Penasehat Akademik.
2. Ibu Sherly Kasuma Warda Ningsih S.Si, M.Si pembimbing II.
3. Bapak Edi Nasra,S.Si, M.Si dan ibuk Dra.Sri Benti Etika, M.Si selaku dosen penguji.
4. Bapak Drs.Mawardi, M.Si selaku Ketua Jurusan Kimia Universitas Negeri Padang.
5. Bapak Edi Nasra,S.Si, M.Si selaku Sekretaris Jurusan Kimia Universitas Negeri Padang.

6. Bapak Hary Sanjaya, S.Si., M.Si selaku Ketua Prodi Kimia Jurusan Kimia Universitas Negeri Padang.
7. Bapak / Ibu Staf Pengajar Jurusan Kimia Universitas Negeri Padang.
8. Kedua Orang Tua tercinta dan keluarga yang telah memberikan semangat serta motivasi.
9. Teman-teman kimia tahun 2014.
10. Semua pihak yang telah memberikan motivasi, dorongan dan masukan serta bantuan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi.

Padang, Juli 2018

Penulis

## DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	i
KATA PENGANTAR .....	ii
DAFTAR ISI .....	iv
DAFTAR GAMBAR .....	v
DAFTAR TABEL .....	vi
DAFTAR LAMPIRAN .....	vii
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Identifikasi Masalah .....	5
1.3 Batasan Masalah .....	6
1.4 Rumusan Masalah .....	6
1.5 Tujuan Penelitian .....	7
1.6 Manfaat Penelitian .....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	8
2.1 Katalis Asam Padat .....	8
2.2 Kalsinasi Kulit Ubi Kayu .....	11
2.3 Sulfonasi .....	12
2.4 Biodisel .....	13
2.5 Karakterisasi .....	17
BAB III METODA PENELITIAN .....	24
3.1 Waktu Pelaksanaan .....	24
3.2 Variabel Penelitian .....	24
3.3 Alat dan Bahan .....	25
3.4 Prosedur Kerja .....	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	29
4.1 Karakterisasi Sifat Fisikokimia Karbon Kulit Ubi Kayu dan Katalis SCCP .....	29
4.1.1 Karakterisasi <i>Fourier Transform Infrared</i> (FTIR) .....	29
4.1.2 Karakterisasi <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD) .....	34
4.1.3 Karakterisasi <i>X-Ray Fluorescence</i> (XRF) .....	37
4.2 Uji Sifat Fisika Biodisel Katalis SCCP .....	38
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	43
5.1 Kesimpulan .....	43
5.2 Saran .....	43
Daftar Pustaka .....	44
Lampiran .....	47

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Diagram skematik lembar karbon polisiklik amorf .....	12
2.2. Mekanisme sulfonasi karbon .....	13
2.3 Mekanisme reaksi tranesterifikasi trigliserida .....	15
2.4. Reaksi transesterifikasi trigliserida menghasilkan biodiesel.....	16
2.5 Spektrum FTIR karbon ubi jalar sebelum dan sesudah sulfonasi .....	19
2.6 Spektrum FTIR karbon tersulfonasi H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....	21
2.7 Pola XRD karbon ubi jalar a) setelah sulfonasi b) sebelum sulfonasi .....	22
4.1 Spektra Karbon Kulit Ubi Kayu.....	31
4.2 spektra katalis ubi kayu setelah sulfonasi (SCCP).....	33
4.3 Pola XRD Karbon Kulit Ubi Kayu .....	35
4.4 Pola XRD Katalis SCCP .....	36
4.5 Grafik Densitas Biodisel Katalis SCCP .....	39
4.6 Grafik Laju Alir Biodisel Katalis SCCP .....	40
4.7 Grafik Bilangan Asam Biodisel Katalis SCCP .....	41

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1. Ringkasan Jenis Katalis, Kelebihan dan Kelemahan .....	9
2.2 Sifat fisika biodiesel standar SNI.....	17
3.1. Variabel untuk sintesis katalis.....	25
3.2. Variabel untuk aplikasi katalis pada pembuatan biodiesel .....	25
4.1 Interpretasi Spektra .....	30
4.2 Kadar Kadar $\text{SO}_3^2$ pada Karbon Kulit Ubi Kayu dan Katalis SCCP.....	38
4.3 Sifat fisika minyak jelantah dan biodiesel menggunakan katalis SCCP.....	38

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Desain penelitian keseluruhan.....	47
2. Diagram alir penelitian.....	48
3. Hasil karakterisasi .....	51
4. Karakterisasi sifat fisika biodisel .....	55
5. Perhitungan Rasio Molar Minyak jelantah dan Metanol .....	58
6. Data dan perhitungan hasil uji sifat fisika biodisel. ....	59
7. Produk Biodisel.....	65

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Beberapa tahun terakhir, dampak negatif dari pembakaran bahan bakar fosil dari pabrik dan mesin menjadi masalah utama. Perubahan iklim terjadi ketika efek rumah kaca meningkat dari pembakaran bahan bakar fosil. Upaya untuk menggantikan sumber minyak bumi, meminimalkan biaya di masa depan, dan menghilangkan dampak negatif pada kesehatan dan lingkungan sangat penting untuk mengatasi dampak negatif dari bahan bakar fosil. Namun demikian, permintaan bahan bakar fosil terus meningkat sementara ketersediaannya mulai berkurang dan tidak dapat diperbarui (Lokman et al. 2014).

Bahan bakar fosil merupakan salah satu sumber energi yang tidak terbarukan. Bahan bakar ini diperkirakan akan habis dalam 50 tahun kedepan jika penggunaan sumber energi berskala besar terus berlanjut seiring dengan kenaikan harga minyak dan menipisnya sumber energi. Oleh karena itu, berbagai upaya telah dilakukan untuk mencari bahan bakar alternatif yang bersifat dapat diperbarui, ramah lingkungan dan berkelanjutan (Lokman et al. 2014).

Minyak nabati merupakan sumber bahan bakar yang dapat digunakan untuk menghasilkan sumber energi terbarukan. Namun demikian, minyak nabati murni tidak bisa digunakan secara langsung sebagai bahan bakar karena minyak nabati memiliki viskositas yang tinggi dan volatilitas yang rendah. Jika digunakan untuk bahan bakar akan akan menyumbat injektor bahan bakar. Oleh karena itu minyak nabati perlu dirubah menjadi zat yang memiliki viskositas, densitas dan volatilitas

mirip dengan diesel minyak bumi. Salah satu cara untuk mengubahnya adalah melalui reaksi transesterifikasi baik menggunakan alkohol rantai pendek seperti metanol dan etanol. Bahan baku untuk produk biodisel yang pernah digunakan berupa minyak sawit, minyak bunga matahari dan minyak kelapa. (Maria and Molina 2013).

Biodisel merupakan salah satu sumber bahan bakar alternatif pengganti bahan bakar fosil. Biodisel bersifat ramah lingkungan dan memiliki sifat fungsional hampir sama dengan bahan bakar fosil. Energi yang dihasilkan dari biodisel lebih besar dari pada energi yang dihasilkan dari minyak solar. Secara umum, biodisel atau dalam ilmiah lebih dikenal sebagai asam lemak metil ester (FAME) dapat diproduksi melalui reaksi transesterifikasi atau esterifikasi dari sumber terbarukan seperti minyak nabati dan lemak hewani (Lokman 2016).

Biodisel adalah campuran metil ester asam lemak (FAME) yang dapat diproduksi dari trigliserida yang ditemukan pada lemak hewani dan minyak nabati (Maria and Molina 2013). Minyak sawit merupakan sumber biodisel yang menjanjikan dibanding sumber-sumber lainnya. Pada tahun 2016 luas areal tanaman sawit adalah 11,3 juta (Statistik Perkebunan Indonesia Komoditi Kelapa Sawit 2015-2016). Masa hidup dan produktifitas pohon sawit lebih panjang (hingga 25 tahun) serta tahan terhadap perubahan cuaca (Axelsson et al 2012, Lam et al 2009). Minyak jelantah merupakan salah satu bahan biodisel yang potensial untuk dimanfaatkan di Indonesia. Hal ini dapat dilihat dari produk minyak jelantah di Indonesia yang dapat mencapai 4.000.000 ton/tahun. Minyak jelantah

memiliki potensi yang cukup besar untuk dikembangkan menjadi bahan bakar biodisel karena memiliki asam lemak yang tinggi.(Adhari,et al.2016)

Penambahan katalis dalam pembuatan biodisel dapat meningkatkan laju reaksi dan produk yang dihasilkan. Katalis dapat dibedakan ke dalam dua golongan utama yaitu katalis heterogen adalah katalis yang ada dalam fasa berbeda pereaksi dalam reaksi yang dikatalisnnya, sedangkan katalis homogen berada dalam fasa yang sama ( Purnami et al 2015).

Katalis dalam pembuatan biodisel dibagi atas tiga jenis yaitu katalis homogen,heterogen dan enzim. Pada katalis homogen ada dua yaitu katalis bersifat asam contohnya yaitu  $H_2SO_4$ , $H_3PO_4$  dan bersifat basa contohnya yaitu KOH dan NaOH. Pada katalis homogen ini memiliki kekurangan dimana pemisahan yang sulit,pada katalis bersifat asam terjadinya korosif dan pada basa terbentuknya sabun. Pada katalis enzim memiliki kekurangan yaitu biaya yang tinggi dan terjadinya denaturasi. Sehingga katalis heterogen dipilih.

Pada katalis heterogen ,katalis dan reaktan berada dalam fasa yang berbeda seperti padat,gas atau bercampur. Katalis heterogen memiliki tiga kelebihan dibanding katalis homogen yaitu : (1)katalis dapat didaur ulang (2)pemisahan dan pemurnian biodisel dan gliserol lebih mudah karena tidak adanya garam dan pembentukan sabun akan berkurang (3)penurunan kandungan produk air ketika proses pencucian. Katalis heterogen yang umum digunakan adalah oksida logam,logam campuran,zeolit, dan hydrocatalisis.katalis heterogen terdiri atas dua yaitu asam dan basa. Pada katalis basa cocok digunakan pada minyak FFA <5%. Pada katalis asam dapat digunakan pada minyak FFA tinggi, seperti:

ZnO/I<sub>2</sub>, ZrO<sub>2</sub>/SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, TiO<sub>2</sub>/SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, katalis asam padat berbasis karbon (Maria and Molina 2013).

Katalis yang biasanya digunakan untuk transesterifikasi adalah katalis homogen bersifat basa kuat seperti hidroksida logam alkali dan alkoksida dan homogen bersifat asam seperti H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Namun, katalis basa homogen memiliki kekurangan, dimana pada katalis basa umumnya merusak peralatan dan juga bereaksi dengan asam lemak bebas yang menyebabkan terbentuknya sabun. Katalis basa homogen sulit untuk didaur ulang dan bekerja pada suhu tinggi dan juga menimbulkan masalah lingkungan dan masalah korosi yang serius (Wei, Xu, and Li 2009). Pada katalis homogen produk dan reaktor bercampur, sehingga proses pemisahan dan pemurnian akan sulit. Selain itu pada pemisahan katalis dan produk memiliki proses daur ulang yang sulit dan limbah yang dihasilkan akan lebih banyak (Dall'Oglio, Evandro L et al 2014).

Salah satu metoda alternatif untuk produk biodisel adalah dengan menggunakan katalis heterogen (padat) dalam proses transesterifikasi. Katalis heterogen padat memiliki kelebihan pemisahan lebih mudah dari media reaksi dan mudah digunakan. Proses ini tidak membutuhkan pemurnian katalis, pemurnian produk lebih sederhana (Refaat 2011).

Katalis asam padat juga ramah lingkungan dan nilai ekonomis dibandingkan katalis basa homogen. Katalis asam dapat melakukan esterifikasi FFA dan transesterifikasi minyak secara bersamaan (Leyvison et al 2017). Penggunaan biomassa sebagai katalis asam padat dalam produksi biodisel telah banyak dilakukan. Katalis asam padat yang berasal dari biomassa yang tersulfonasi

memiliki aktivitas katalitik yang tinggi sehingga menghasilkan konversi biodisel yang tinggi. Sebagai contoh yaitu pemanfaatan ampas tebu sebagai katalis pada reaksi transesterifikasi minyak sawit menghasilkan 93% konversi biodisel dan pada sekam padi memiliki aktivitas katalit 88% pada biodisel dari minyak jelatah. Karena katalis asam padat terutama berasal dari limbah, pada dasarnya biaya yang rendah dan ketersediaan yang berlimpah (Endut et al. 2017).

Katalis asam padat berbasis karbon menarik digunakan karena biaya bahan yang rendah, penggunaan yang berkelanjutan, luas permukaan yang tinggi, porositas yang tinggi dan stabilitas termal yang efektif digunakan sebagai sumber katalis heterogen (Mardhiah et al. 2017). Singkong memiliki kandungan 71,5% pati dan 14-50% serat yang terutama terdiri dari selulosa dan polisakarida non pati lainnya. Sehingga singkong dapat dimanfaatkan sebagai salah satu sumber karbon (Zhang et al. 2016).

## **1.2. Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas dapat didefinisikan beberapa masalah sebagai berikut :

1. Bahan bakar yang berasal dari fosil tidak dapat diperbarui sehingga ketersediaannya semakin berkurang, maka dibutuhkan bahan bakar yang berasal dari sumber terbarukan. Biodisel merupakan bahan bakar yang dapat diperbarui sehingga dapat digunakan sebagai pengganti bahan bakar fosil untuk mesin diesel.
2. Produksi biodisel pada umumnya menggunakan katalis homogen relatif sulit dipisahkan dari produk, sehingga biaya produksinya tinggi. Oleh sebab itu,

sangat dibutuhkan katalis yang bersifat heterogen sehingga pemisahan katalis dengan produk lebih mudah dan biaya produksi lebih ekonomis.

3. Memanfaatkan limbah organik sebagai potensi sumber karbon dalam pembuatan katalis heterogen berbasis karbon tersulfonasi.

### **1.3. Batasan Masalah**

Berdasarkan identifikasi masalah diatas diatas, maka dalam penelitian ini masalah dibatasi pada :

1. Katalis disintesis menggunakan metode sulfonasi dengan variasi suhu kalsinasi 250°C, 300°C, 350°C, 400 °C, dan 450°C.
2. Karakterisasi sifat fisikokimia katalis menggunakan XRD ,FTIR, dan XRF.
3. Aplikasi katalis pada reaksi transesterifikasi pembuatan biodisel menggunakan minyak jelantah dan metanol.
4. Pengujian sifat fisika biodisel yang dihasilkan yaitu massa jenis, viskositas, dan bilangan asam.

### **1.4. Rumusan Masalah**

Bagaimana karakteristik sifat fisika katalis asam padat yang disintesis melalui sulfonasi hasil kalsinasi kulit ubi kayu.

1. Bagaimana karakteristik sifat fisika produk biodisel yang dihasilkan dari reaksi transesterifikasi minyak jelantah dengan metanol menggunakan katalis asam padat dari kulit ubi kayu (SCCP).
2. Bagaimana sifat-sifat fisika biodisel dari reaksi minyak jelantah dan metanol menggunakan katalis asam padat dari sulfonasi karbon hasil kalsinasi kulit ubi kayu.

### **1.5. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mensintesis katalis asam padat berbasis karbon limbah kulit ubi kayu menggunakan metode kalsinasi dan sulfonasi.
2. Melakukan karakterisasi dan menjelaskan sifat-sifat fisikokimia dari katalis asam padat hasil sulfonasi karbon dari kalsinasi kulit ubi kayu.
3. Menguji aktivitas katalitik asam padat berbasis karbon kulit ubi kayu untuk produksi biodisel dari reaksi transesterifikasi dan esterifikasi minyak jelantah dengan metanol.
4. Menentukan sifat fisika yaitu densitas, viskositas dan bilangan asam produk biodisel yang dihasilkan dari transesterifikasi minyak jelantah dengan metanol menggunakan katalis asam padat berbasis karbon limbah kulit ubi kayu.

### **1.6. Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian ini yaitu :

1. Memberikan informasi tentang karakteristik sifat fisikokimia katalis asam padat berbasis karbon limbah kulit ubi kayu yang disintesis menggunakan metode kalsinasi dan sulfonasi dengan variasi suhu kalsinasi dari limbah kulit ubi kayu.
2. Memberikan informasi karakteristik sifat fisika produk biodisel yang dihasilkan dari transesterifikasi dan esterifikasi minyak jelantah dengan metanol menggunakan katalis asam padat berbasis karbon limbah kulit ubi kayu.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Katalis Asam Padat**

Katalis berasal dari bahasa Yunani (*cata*) yang berarti turunan dan *lyein* (*lisis*) yang berarti untuk melonggarkan, untuk membebaskan. Katalis adalah suatu senyawa kimia yang menyebabkan reaksi menjadi lebih cepat untuk mencapai kesetimbangan tanpa mengalami perubahan kimiawi di akhir reaksi. Katalis tidak mengubah nilai kesetimbangan dan berperan dalam menurunkan energi aktivasi. Dalam penurunan energi aktivasi, menyebabkan energi yang dibutuhkan untuk terjadinya tumbukan berkurang sehingga reaksi berjalan lebih cepat (Li Zhijian 2005).

Katalis diklasifikasikan sesuai dengan fasanya yaitu katalis homogen dan heterogen. Pada katalis heterogen, katalis dan reaktan berada dalam fase yang berbeda. Reaktan dapat berupa fasa gas atau cairan dan katalis biasanya berfasa padat. Oleh karena itu, katalis heterogen juga disebut sebagai katalis padat (Li Zhijian, 2005).

Katalis basa homogen memiliki kelemahan dimana jika bereaksi dengan minyak seperti minyak kedelai, minyak sawit yang biasanya mengandung air dan asam lemak bebas (FFA) yang akan membentuk sabun. Di sisi lain, katalis asam homogen bersifat korosif untuk peralatan, sehingga penggunaan katalis dialihkan pada katalis heterogen padat karena katalis homogen padat nonkorrosive, tidak beracun dan mudah dipisahkan untuk didaur ulang. Penggunaan katalis heterogen yang berkesinambungan dapat meminimalkan pemisahan produk dan biaya pemurnian (Guo and Fang, 2011).

Pada katalis heterogen, katalis dan reaktan berada dalam fasa yang berbeda seperti padat, gas atau bercampur. Katalis heterogen memiliki tiga kelebihan dibanding katalis homogen yaitu : (1) katalis dapat didaur ulang (2) pemisahan dan pemurnian biodiesel dan gliserol lebih mudah karena tidak adanya garam dan pembentukan sabun akan berkurang (3) penurunan kandungan produk air ketika proses pencucian. Katalis heterogen yang umum digunakan adalah oksida logam, logam campuran, zeolit, dan hydrocatalisis (Maria and Molina 2013).

Tabel 2.1. Ringkasan Jenis Katalis, Kelebihan dan Kelemahan.

Jenis		Contoh	Kelebihan	Kelemahan
Basa (alkali)	Homogen	NaOH, KOH	Aktivitas katalitik tinggi, biaya yang rendah, kondisi operasi sederhana,	Persyaratan FFA rendah, kondisi anhidrat, pembentukan sabun, pembentukan emulsi, lebih banyak air limbah dari pemurnian, perbandingan molar tinggi antara alkohol dan minyak, suhu dan tekanan reaksi tinggi, terbatasnya difusi, biaya yang tinggi
	Heterogen	CaO, CaTiO <sub>3</sub> , CaZrO <sub>3</sub> , CaO-CeO <sub>2</sub> , CaMnO <sub>3</sub> , Ca <sub>2</sub> Fe <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , KOH/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , KOH/NaY, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /KI zeolit ETS-10, alumina/silika menunjang K <sub>2</sub> CrO <sub>3</sub>	nonkorosif, ramah lingkungan, dapat didaur ulang, pembuangan lebih sedikit, masa pakai katalis lebih lama,	Kebutuhan FFA rendah dengan sekali pemakaian, rasio molar tinggi alkohol terhadap minyak, suhu dan tekanan reaksi tinggi, keterbatasan difusi, biaya yang tinggi
Asam	Homogen	Asam sulfat pekat	Mengkatalisis esterifikasi dan tranesterifikasi secara bersamaan, mencegah pembentukan sabun	Terjadinya korosif, lebih banyak limbah dari netralisasi, sulit untuk didaur ulang, suhu reaksi yang tinggi, waktu reaksi yang lama, aktivitas katalitik yang lemah

	Heterogen	ZnO/I <sub>2</sub> , ZrO <sub>2</sub> /SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , TiO <sub>2</sub> /SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , katalis asam padat berbasis karbon, katalis turunan karbohidrat, vanadyl pospat, asam nabati, zirconia tersulfonasi, amberlyst 15, nafion NR50	Reaksi esterifikasi dan transesterifikasi secara bersamaan, daur ulang, ramah lingkungan,	Konsentrasi asam rendah, keterbatasan difusi, biaya tinggi
Enzim		Candida antarctica fraction b-lipase, rhizomucor micher lipase	mecegah pembentukan sabun tanpa pengurangan, pemurnian lebih mudah	Biaya yang tinggi, terdenaturasi

(Maria and Molina 2013).

Katalis asam padat berbasis karbon telah menarik perhatian karena menyediakan sejumlah situs asam kuat yang dapat menahan penonaktifan katalis dengan air yang dihasilkan selama reaksi. Selain itu, katalis ini rendah biaya dan mudah disiapkan. Chen dan fang menyiapkan katalis dari campuran pati glukosa dan juga menemukan bahwa rasio amilopektin dalam pati glukosa memiliki efek penting pada pembentukan cincin karbon aromatik polisiklik kecil yang memberikan titik jangkar untuk kelompok sulfonik (-SO<sub>3</sub>H). Zong et al, menyiapkan katalis gula dari D-glukosa dan menyediakan sifat katalitik dan struktur secara rinci. Hasil penelitian menunjukkan bahwa katalis ini sangat cocok untuk produksi minyak jelantah untuk biodisel dengan nilai bilangan asam tinggi. (Chen and Cui 2016)

Katalis asam padat lebih sering digunakan untuk produk biodisel karena dapat digunakan dengan minyak yang memiliki FFA tinggi. Katalis asam padat lebih efisien karena karena pemisan produk dengan dengan dekantasi sederhana atau proses sentrifus. Hal ini memungkinkan produk biodisel yang lebih ramah lingkungan dengan pengurangan masalah korosif dan memungkinkan potensi

proses yang berkelanjutan. Dalam aplikasi produk biodiesel, semakin besar pori-pori katalis untuk masuknya reaktan ke sisi aktif katalis akan memberikan keuntungan bagi selektivitas dan meningkatkan kecepatan reaksi (Lokman 2016).

## **2.2. Kalsinasi Kulit Ubi Kayu**

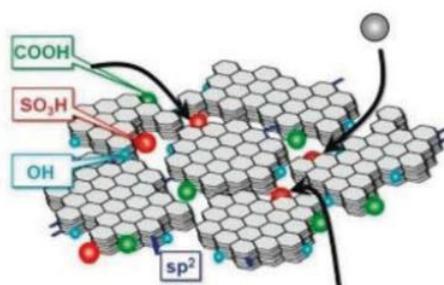
Karbonisasi merupakan dekomposisi termal untuk menghilangkan spesies non karbon dan menghasilkan massa karbon. Material karbon telah banyak digunakan sebagai penyangga katalis dalam berbagai aplikasi industri dan lingkungan karena stabilitas yang baik, luas permukaan yang tinggi, dan biaya rendah untuk di produksi secara komersial (Liu *et al.*, 2010). Kalsinasi adalah penguraian suatu bahan atau molekul organik pada suhu tinggi dengan adanya udara atau dengan udara terbatas. Kalsinasi senyawa organik menjadi karbon perlu dilakukan pengamatan variasi waktu dan suhu terhadap luas permukaan, diameter pori, volume pori keseluruhan, serta karakterisasi sifat kimia. Proses ini biasanya di lakukan di bawah suhu 800°C dalam suasana inert karena suhu diatas 800°C menyebabkan pengerasan truktur karbon dan penurunan porositas (Julius, 2015).

Ubi kayu (*Manihot Esculenta*) secara luas dibudidayakan di indonesia sebagai salah satu sumber utama makanan pokok serta tanaman agro-industri multiguna. Singkong atau ubi kayu (*Manihot Esculenta*) merupakan salah satu sumber karbohidrat lokal Indonesia yang menduduki urutan ketiga terbesar setelah padi dan jagung. Pati singkong merupakan komoditas bernilai tinggi untuk berbagai industri seperti pembuatan bir, makanan, kertas, plastik. Limbah kulit singkong yang dihasilkan dari industri menjadi perhatian besar terhadap

lingkungan, karena penanganan limbah yang tidak tepat akan menimbulkan masalah lingkungan akibat pelepasan hidrogen sianida (HCN). Kandungan pati kulit singkong berkisar 45-59 %. Sehingga singkong dapat dimanfaatkan sebagai salah satu sumber katalis (Lu et al. 2013).

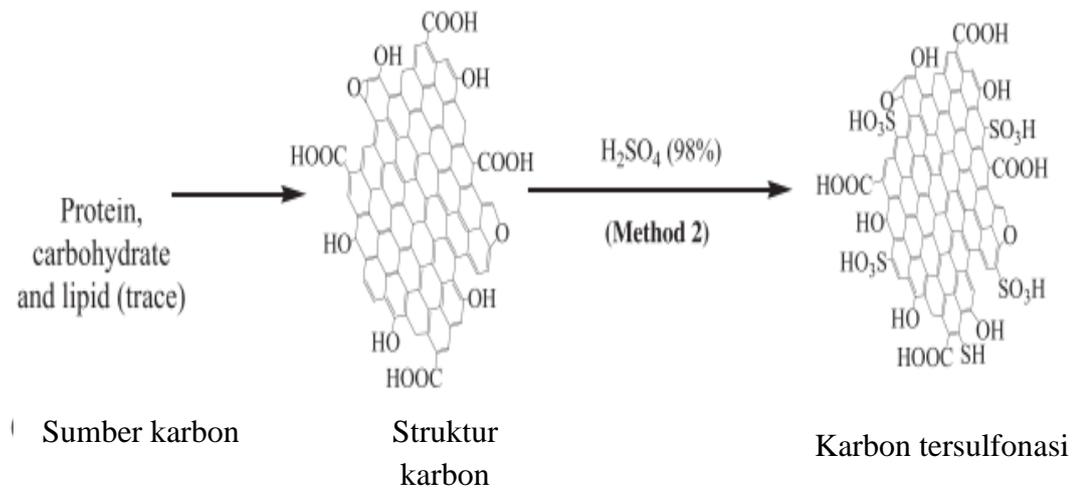
### 2.3. Sulfonasi

Sulfonasi merupakan suatu proses dilekatkannya gugus sulfonik ( $\text{HSO}_3$ ) pada lembaran karbon aromatik polisiklik yang kecil. Cincin aromatik polisiklik memberikan struktur yang kuat dan stabil terikat secara kovalen dengan gugus  $\text{HSO}_3$  sebagai bahan asam padat yang tidak larut (Lokman et al. 2014).



Gambar 2.1. Diagram skematik lembaran karbon polisiklik amorf, dengan  $-\text{COOH}$ ,  $\text{HSO}_3$  dan  $\text{OH}$  terikat pada prekursor karbon (Lokman et al. 2014).

Katalis asam padat berbasis karbon adalah material yang didasari oleh karbon amorf yang terdiri dari lembaran karbon aromatik polisiklik berukuran kecil yang terdapat pusat aktif asam pada permukaan karbon. Sebagai contoh penelitian terbaru mengenai material ini adalah katalis asam padat berbasis karbon yang bersumber dari pati dengan dipersiapkan melalui proses reaksi sulfonasi. Telah dilaporkan juga bahwa metode sulfonasi mengakibatkan pusat aktif asam terbentuk di permukaan karbon, dan hal ini sangat efektif untuk sintesis biodiesel dengan kandungan FFA tinggi (Win and Somsook, 2012; Lokman, 2016).



Gambar 2.2. Mekanisme sulfonasi karbon (Jyoti *et al.*, 2015).

#### 2.4. Biodisel

Biodisel dalam kimia didefinisikan sebagai bahan bakar yang terdiri dari mono alkil ester dari rantai panjang asam lemak yang berasal dari sumber terbarukan, seperti minyak nabati dan lemak hewani (Borges and Díaz 2012). Secara umum, biodisel dalam ilmiah dikenal sebagai asam lemak ester (FAME) yang dapat diproduksi dari reaksi transesterifikasi atau esterifikasi dari sumber terbarukan seperti minyak nabati dan lemak hewani (Lokman 2016).

Komponen utama dari minyak nabati dan lemak hewani adalah trigliserida yang merupakan ester dari FFA (asam lemak bebas) dan gliserol. Trigliserida biasanya mengandung beberapa FFA, dan demikian FFA yang berbeda dihubungkan ke satu gliserol. Dengan FFA yang berbeda, maka trigliserida juga memiliki sifat fisika dan kimia yang berbeda (Thanh *et al.* 2012).

Biodisel dapat disintesis dengan reaksi transesterifikasi trigliserida dengan alkohol primer dengan adanya katalis. Di antara alkohol primer, metanol sering digunakan untuk reaksi transesterifikasi karena reaktifitasnya yang tinggi, dimana

metanol merupakan rantai alkil terpendek dan alkohol yang paling polar (Thanh et al. 2012).

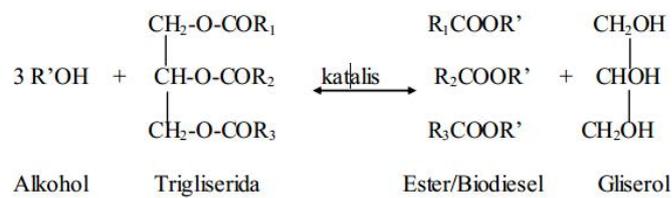
Reaksi esterifikasi dan transesterifikasi merupakan reaksi bolak balik yang relatif lambat. Untuk mempercepat jalannya reaksi dan meningkatkan hasil, maka dilakukan proses pengadukan yang baik, perlunya penambahan katalis dan pemberian reaktan yang berlebih agar reaksi bergeser ke kanan. Secara umum faktor-faktor yang mempengaruhi reaksi transesterifikasi adalah pengadukan, suhu, katalis, perbandingan pereaksi dan waktu reaksi (Darmoko and Cheriyan. 2000).

Pada kebanyakan penelitian yang telah dilakukan, metanol lebih sering digunakan untuk produksi biodiesel, karena pemurnian metanol dari produk akhir jauh lebih mudah. Hasil biodiesel yang diperoleh dari minyak jelatah menggunakan metanol lebih tinggi dari pada alkohol lainnya seperti etanol dan butanol. Viskositas biodiesel diperoleh dengan menggunakan metanol lebih rendah dari pada biodiesel yang diperoleh dari alkohol lainnya. Biaya metanol lebih rendah dari pada alkohol lainnya, namun metanol lebih sedikit beracun dibandingkan metanol. Jika etanol atau isopropanol digunakan maka akan membentuk azeotrope dengan air, sehingga pemisahan air dari alkohol selama proses destilasi akan semakin sulit (Gnanaprakasam et al. 2013).

Transesterifikasi adalah proses transformasi minyak (trigliserida) membentuk alkil ester (biodiesel) dan gliserol. Proses transformasi trigliserida ada beberapa senyawa yang berperan diantaranya alcohol seperti metanol atau etanol, dan katalis (Talha and Sulaiman, 2016). Reaksi ini berbeda dengan reaksi

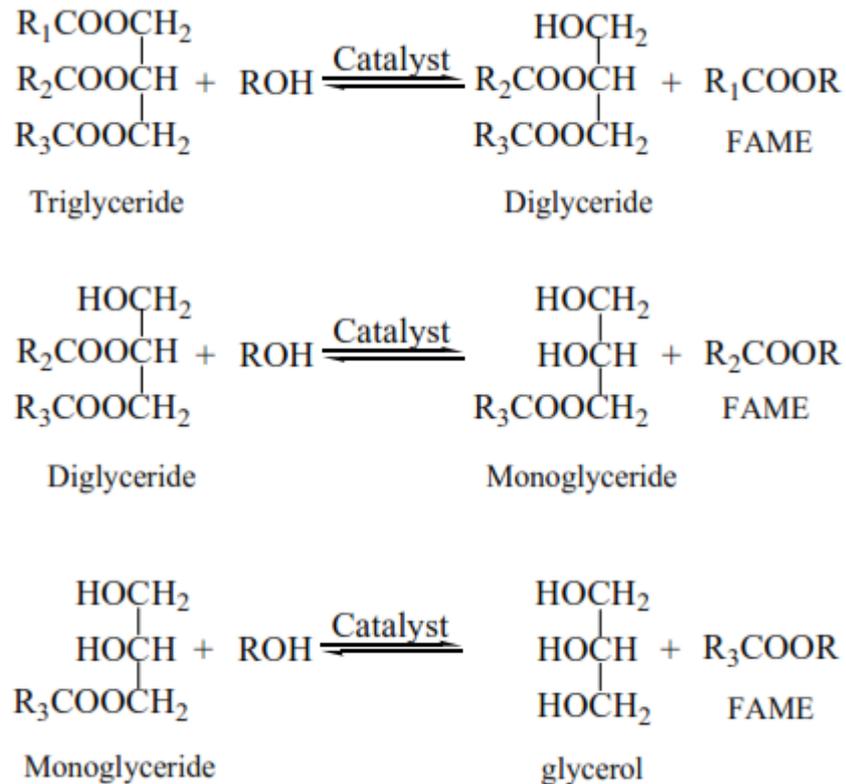
esterifikasi karena reaksi ini terdiri dari tiga reaksi berturut-turut dan reversible, dimana trigliserida diubah dalam digliserida, dan monogliserida dan gliserin (Carlos *et al.*, 2011). Reaksi tersebut lebih kompleks karena adanya proses pembentukan digliserida dan monogliserida dapat membentuk biodiesel (FAME), seperti yang diilustrasikan pada Gambar 2.3. proses terakhir pada reaksi transesterifikasi adalah terbentuknya biodiesel (FAME) dari monogliserida (Guo and Fang, 2011).

Mekanisme transesterifikasi trigliserida dengan alkohol dengan adanya katalis.



Gambar 2.3 Mekanisme reaksi transesterifikasi trigliserida

(Thanh et al. 2012)



Gambar 2.4. Reaksi transesterifikasi trigliserida menghasilkan biodiesel

Tahap-tahap proses reaksi transesterifikasi yang diilustrasikan pada gambar 2.4 adalah pertama, trgliserida diprotonasi oleh proton( $\text{H}^+$ ) pada kelompok C karbonil trigliserida, digliserida dan monogliserida yang terjadi pada permukaan katalis asam padat sehingga membentuk karbokation. Selanjutnya, terjadi penyerangan nukleofilik oleh metanol ke karbokation sehingga terbentuk kerangka tetrahedral (zat perantara). Terbentuknya zat perantara ini menyebabkan proton berpindah yang diikuti dengan berubahnya struktur zat antara. Setelah perombakan zat antara ini terbentuklah produk metal ester (biodiesel) (Guo & Fang, 2011; Thanh *et al.*, 2012).

Produk biodiesel yang dihasilkan dari proses esterifikasi dan transesterifikasi harus memiliki sifat fisika standar agar dapat digunakan sebagai

bahan baku sebagai biodiesel . Adapun contoh sifat fisika suatu biodiesel standar dapat di lihat pada tabel 2.2 (Birla *et al.*, 2011).

Tabel 2.2 Sifat fisika biodiesel standar SNI (Birla *et al.*, 2011; Ved *et al.*, 2013)

Parameter / satuan	Harga
Calorific (kJ/kg)	41,800–44,800
Acid (mg)	Maks. 0.8
Viscosity (40 °C) St (m <sup>2</sup> /s) x 10 <sup>-6</sup>	2.3-6.0
Density (kg/m <sup>3</sup> )	850–890
Flash point (°C)	60–80
Cloud point (°C)	-35–5
Pour point (°C)	-35 – (-15)

## 2.5. Karakterisasi

### 2.5.1. Fourier Transform Infrared (FTIR)

Spekrofotometer inframerah merupakan alat untuk mendeteksi gugus fungsional, mengidentifikasi senyawa, dan menganalisis campuran. Spektroskopi FTIR (*Fourier Transform Infrared*) merupakan spektroskopi inframerah yang dilengkapi dengan transformasi fourier untuk mendeteksi dan analisis hasil spektrumnya. Inti spektroskopi FTIR adalah interferometer michelson yaitu alat untuk menganalisis frekuensi dalam sinyal gabungan. Prinsip dasar adsorpsi radiasi inframerah adalah bila sinar inframerah dilewatkan melalui cuplikan

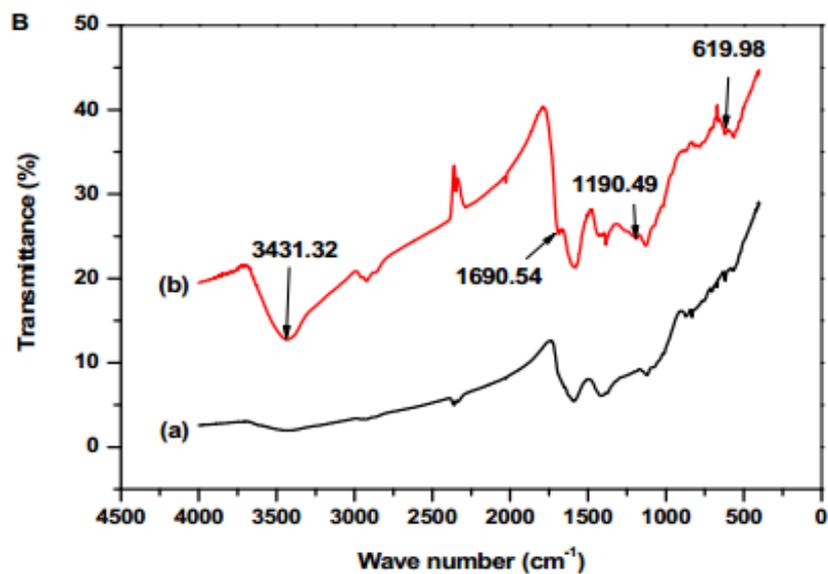
senyawa organik, maka sejumlah frekuensi diserap dan frekuensi lainnya diteruskan atau ditransmisikan tanpa diserap. Jika menggambarkan antara persen absorpsi atau persen transmitansi dengan frekuensi, maka akan dihasilkan suatu spektrum inframerah (Sastroamidjojo H. 1985).

Spektrum inframerah tersebut dihasilkan dari pentransmisiian cahaya yang melewati sampel, pengukuran intensitas cahaya dengan detektor dan dibandingkan dengan intensitas tanpa sampel sebagai fungsi panjang gelombang. Spektrum inframerah yang diperoleh kemudian diplot sebagai intensitas fungsi energi, panjang gelombang ( $\mu\text{m}$ ) atau bilangan gelombang ( $\text{cm}^{-1}$ ). Daerah yang sering dianalisis spektrofotometer inframerah adalah dalam kisaran  $4000\text{-}500\text{ cm}^{-1}$  atau lebih rendah (Tan, 1982).

Serapan inframerah berkaitan dengan getaran molekul atau atom. Atom-atom yang terikat oleh ikatan kovalen dalam suatu senyawa mengalami getaran (vibrasi) atau osilasi. Bila molekul menyerap radiasi inframerah, energi yang diserap menyebabkan kenaikan dalam keadaan amplitude getaran atom-atom yang terikat itu. Jadi, molekul ini berada dalam keadaan vibrasi tereksitasi (energi yang terserap ini akan dibuang dalam keadaan panas bila molekul itu kembali ke keadaan dasar). Keadaan vibrasi dari ikatan akan terjadi pada keadaan tetap, atau terkuantitas tingkat-tingkat energi. Panjang gelombang dari absorpsi oleh suatu tipe ikatan tertentu yang berlainan (C-H, C-C, O-H dan sebagainya) menyerap radiasi inframerah pada panjang gelombang karakteristik yang berlainan (Fessenden 1994).

Belum lama ini katalis asam padat berbasis karbon dari pati telah dilaporkan sebagai material katalis untuk produksi biodiesel. Hasil karakterisasi menggunakan teknik spektroskopi FTIR (Perkin Elmer, 1725 X) yang discanning pada bilangan gelombang 500-4000  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan pita serapan pada bilangan gelombang 1700 $\text{cm}^{-1}$  untuk karbon sebelum sulfonasi ( ICS ) dan bilangan gelombang 1590 $\text{cm}^{-1}$  setelah sulfonasi (ICS-SO<sub>3</sub>H). Struktur C-O-SO<sub>3</sub>H simetrik dan asimetrik juga teramati pada struktur karbon tersulfonasi kelompok CSI-SO<sub>3</sub>H dengan bilangan gelombang 1030 $\text{cm}^{-1}$  - 1140  $\text{cm}^{-1}$ (Lokman, 2016).

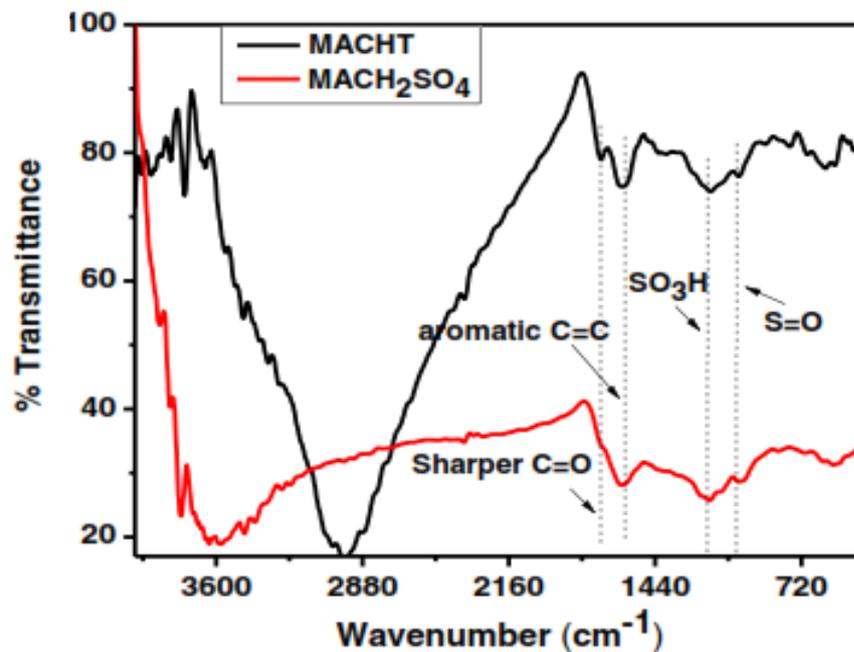
Ubi jalar telah digunakan sebagai sumber katalis asam padat berbasis karbon yang bisa menyerap energi mikrowave dan cocok untuk menerapkan radiasi microwave. Katalis asam padat berbasis karbon dari ubi jalar telah dilaporkan. Hasil karakterisasi dan sifat fisikokimia dengan spektrofotometer FTIR ditunjukkan pada pada gambar 2.5.



Gambar 2.5 Spektrum FTIR karbon ubi jalar sebelum dan sesudah sulfonasi

Spektrum FTIR sebelum dan sesudah sulfonasi. Setelah sulfonasi, puncak serapan baru muncul untuk katalis pada 619,98 dan 1190,49  $\text{cm}^{-1}$ , sesuai dengan puncak karakteristik dan kelompok sulfonat ( $-\text{SO}_3\text{H}$ ) dan simetris peregangan getarannya dari ikatan ganda dan asimetris peregangan getaran. Munculnya dua puncak memberikan indikasi yang akurat dari keberadaan gugus asam sulfat dan katalis berbasis karbon. Selain itu, bilangan gelombang pada 1690,54 dan 3431,32  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan mode peregangan  $\text{C}=\text{O}$  dan  $-\text{OH}$  dari kelompok karboksil mengidentifikasi adanya gugus fungsional  $-\text{COOH}$ . Kedua hidroksil dan karboksil menunjukkan kelompok polar terkait erat dengan kapasitas penyerapan microwave yang kuat dari katalis. (Chen and Cui 2016)

Baru baru ini katalis asam padat berbasis karbon yang bersumber dari biji jarak pagar ( mengandung protein, karbohidrat) telah dilaporkan menggunakan teknik FT-IR dengan butiran KBr pada Nicolet (Impact 410) FT-IR spektrofotometer. Data yang diperoleh menunjukkan bahwa keberhasilan proses sulfonasi ditandai dengan kehadiran kelompok  $-\text{SO}_3\text{H}$  di permukaan yang dikonfirmasi pada bilangan gelombang 1110-1118  $\text{cm}^{-1}$ . Adanya penyerapan yang lemah pada bilangan gelombang 1003  $\text{cm}^{-1}$ -1018  $\text{cm}^{-1}$  merupakan ikatan  $\text{S}=\text{O}$ . Dalam penelitian tersebut pita serapan pada bilangan gelombang 1171  $\text{cm}^{-1}$ -1175  $\text{cm}^{-1}$  dan 1267-1270  $\text{cm}^{-1}$  merupakan peregangan ikatan  $-\text{SO}_3\text{H}$ . Data yang diperoleh dapat dilihat pada gambar 2.6 (Jyoti *et al.*, 2015).



Gambar 2.6. Spektrum FTIR karbon tersulfonasi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (Jyoti *et al.*, 2015).

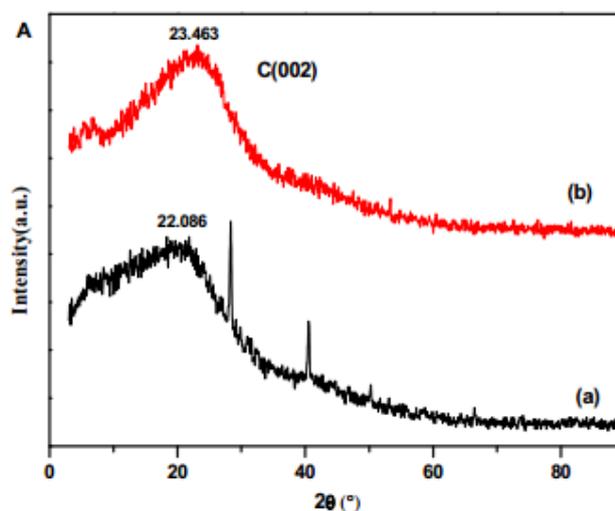
### 2.5.2. X-Ray Diffraction (XRD)

*X-Ray Diffraction* atau XRD merupakan salah satu alat yang digunakan untuk karakterisasi material. Teknik ini digunakan untuk mengidentifikasi fasa kristalin dalam material dengan cara menentukan parameter struktur kisi serta untuk mendapatkan ukuran partikel. Dasar dari prinsip pendifraksian sinar X yaitu difraksi sinar-X terjadi pada hamburan elastis foton-foton sinar-X oleh atom dalam sebuah kisi periodik. Berkas sinar-X tersebut, apabila melalui atom yang tersusun secara teratur seperti pada kristal, maka akan terjadi interferensi konstruktif (saling memperkuat) karena fasanya sama. Berkas inilah yang disebut sebagai berkas difraksi (Silibia,1996).

Difraksi sinar-X dapat memberikan informasi tentang struktur polimer, termasuk tentang keadaan amorf dan kristalin polimer. Polimer dapat

mengandung daerah kristalin yang secara acak bercampur dengan daerah amorf. Difraktogram sinar-X polimer kristalin menghasilkan puncak-puncak yang tajam, sedangkan polimer amorf cenderung menghasilkan puncak yang melebar. Pola hamburan sinar-X juga dapat memberikan informasi tentang konfigurasi rantai dalam kristalin, perkiraan ukuran kristalin, dan perbandingan daerah kristalin dengan daerah amorf (derajat kristalinitas) dalam sampel polimer. (Rohaeti, E. 2009).

Ubi jalar sebagai sumber karbon katalis asam padat dari proses karbonisasi dan sulfonasi telah dilaporkan. Pola untuk karbonisasi dari katalis asam padat tersulfonasi ditunjukkan pada gambar 2.7.



Gambar 2.7. Pola XRD karbon ubi jalar a) setelah sulfonasi b) sebelum sulfonasi

Dua pola difraksi XRD ditampilkan pada puncak difraksi yang luas pada  $2\theta = 22,086$  dan  $2\theta = 23,463$  masing-masing. Luas C(002) puncak difraksi menunjukkan bahwa puncak dapat dikaitkan dengan struktur karbon amorf, yang penting untuk aktivitas katalitik. Tidak ada perbedaan yang nyata dalam pola

XRD antara karbonisasi dan katalis karbon padat tersulfonasi, kecuali untuk di sudut terakhir dari puncak difraksi, yang bergeser ke kanan dengan sejumlah kecil. Hal ini menunjukkan bahwa proses memberitahukan kelompok asam sulfat (-SO<sub>3</sub>H) untuk pembawa karbon bertransformasi lebih lanjut dari struktur karbon. (Chen and Cui 2016)

### **2.5.3. X-Ray Fluorescence (XRF)**

XRF merupakan metoda analitik yang digunakan untuk menentukan komposisi semua jenis material. Material yang dapat dianalisis dengan XRF dapat dalam bentuk padatan, cair, bubuk (powder), filter atau bentuk lainnya. XRF sering juga digunakan untuk menentukan ketebalan dan komposisi lapisan dan coating.

Dalam XRF, sinar X dihasilkan dari sumber yang diradiasi pada sampel. Dalam banyak kasus sumber yang digunakan adalah tabung sinar-X, tetapi alternatif lain adalah material sinkotron atau radioaktif. Unsur-unsur yang ada dalam sampel akan memancarkan fluoresent radiasi sinar X dengan energi diskret (sama dengan warna-warna pada sinar optik) yang merupakan karakteristik dari unsur-unsur ini. Energi yang berbeda sama akan menghasilkan warna yang berbeda. Dengan mengukur energi dengan cara menentukan warna-warna radiasi yang diemisikan oleh sampel sehingga dapat ditentukan unsur yang ada pada sampel. Analisis itu dikenal dengan analisis kualitatif. Dengan mengukur intensitas energi yang diemisikan (warna) sehingga sangat memungkinkan untuk menentukan berapa banyak unsur yang terdapat dalam sampel, analisis ini disebut dengan analisis kuantitatif (Ningsih, Sherly Kasuma W 2016).

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1. Kesimpulan**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Katalis asam padat berbasis sulfonasi karbon hasil kalsinasi kulit ubi kayu dibuat dengan variasi suhu kalsinasi yaitu kalsinasi 250°C, 300°C, 350°C, dan 400°C selama 1 jam .
2. Suhu optimum kalsinasi kulit ubi kayu pada suhu 350°C, hal ini dapat ditunjukkan dari uji sifat fisika biodisel yang dihasilkan.
3. Katalis asam padat dari kulit ubi kayu (SCCP) dapat digunakan sebagai katalis pembuatan biodisel dari minyak jelantah yang memiliki kadar FFA yang tinggi.
4. Penurunan densitas, viskositas dan bilangan asam menunjukkan terjadinya reaksi antara trigliserida dengan metanol.

#### **5.2. Saran**

Saran untuk penelitian selanjutnya yaitu peneliti selanjutnya agar dapat melakukan pengujian tentang pengaruh waktu kalsinasi terhadap luas permukaan katalis.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adhari Hamsyah, Yusminar, and Syelvia Putri Utami. 2016. *Pemanfaatan Minyak Jelantah Menjadi Biodisel Katalis Zno Presipitan Zinc Karbonat: Pengaruh Waktu Reaksi dan Jumlah Katalis*. Jurnal Teknik Volume 3 No.2 Oktober 2016.
- Axelsson, L., Franzen, M., Ostwald, M., Berndes, G., Lakshmi, G. & Ravindranath N. H. 2012. Perspective : Jatropha Cultivation In Southern India : Assessing Farmer's Experiences. *Biofuels, Bioproducts And Biorefining*, 6(3), 246-256.
- Borges, M. E., and L. Díaz. 2012. "Recent Developments on Heterogeneous Catalysts for Biodiesel Production by Oil Esterification and Transesterification Reactions: A Review." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 16(5): 2839-49.
- Birla, A. *et al.* (2011) 'Author's personal copy Bioresource Technology Kinetics studies of synthesis of biodiesel from waste frying oil using a heterogeneous catalyst derived from snail shell'.
- Carlos A., G. F., Andrés, G.-R. and Fabio E., S. (2011) 'Biodiesel Production from Waste Cooking Oil', *Biodiesel - Feedstocks and Processing Technologies*, pp. 23-43.
- Chen, Hai-ying, and Zheng-wei Cui. 2016. "A Microwave-Sensitive Solid Acid Catalyst Prepared from Sweet Potato via a Simple Method."
- Dall'oglio, Evandro L. Et Al. 2014. "Use Of Heterogeneous Catalysts In Methylic Biodiesel Production Induced By Microwave Irradiation". *Quim. Ova*, Vol.37, No.3, 411-417, 2014.
- Darmoko, D. and Cheryan, M. 2000. *Kinetics of Palm Oil Transesterification in a Batch Reactor*. *Journal of The American Oil Chemists Society*. 77: 1263-1267.
- Endut, Azizah et al. 2017. "International Biodeterioration & Biodegradation Optimization of Biodiesel Production by Solid Acid Catalyst Derived from Coconut Shell via Response Surface Methodology."
- Fessenden, R.J. dan Fessenden, J. 1984. *Kimia Organik Edisi Ketiga Jilid 2*. Jakarta : Erlangga.
- Gnanaprakasam, A et al. 2013. "Recent Strategy of Biodiesel Production from Waste Cooking Oil and Process Influencing Parameters : A Review." 2013.
- Guo, Feng, and Zhen Fang. "Biodiesel Production with Solid Catalysts."
- Julius, M. mungai (2015) *Optimizing Conditions For Preparing Activated Carbon From*.
- Jyoti, L. *et al.* (2015) 'Applied Catalysis B: Environmental Towards carbon efficient