

**PREPARASI NI/ZEOLIT ALAM TERAKTIVASI ASAM
SEBAGAI KATALIS PADA REAKSI ESTERIFIKASI BIODIESEL DARI
MINYAK KELAPA SAWIT *OFF GRADE***

Skripsi
Untuk memenuhi sebagian persyaratan
Mencapai derajat Sarjana S-1



Oleh:
Mazlan
15630039

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
2019



PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-1924/Un.02/DST/PP.00.9/05/2019

Tugas Akhir dengan judul : Preparasi Ni/Zeolit Alam Teraktivasi Asam sebagai Katalis pada Reaksi Esterefikasi Biodiesel dari Minyak Sawit Off Grade

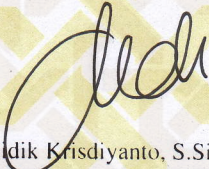
yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : MAZLAN
Nomor Induk Mahasiswa : 15630039
Telah diujikan pada : Jumat, 10 Mei 2019
Nilai ujian Tugas Akhir : A

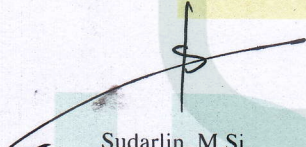
dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR

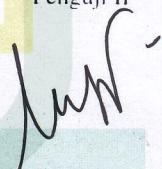
Ketua Sidang


Didik Krisdiyanto, S.Si., M.Sc
NIP. 19811111 201101 1 007

Penguji I


Sudarlin, M.Si.
NIP. 19850611 201503 1 002

Penguji II


Dr. Maya Rahmayanti, S.Si. M.Si.
NIP. 19810627 200604 2 003

Yogyakarta, 10 Mei 2019
UIN Sunan Kalijaga
Fakultas Sains dan Teknologi
DEKAN

Dekan
D. Munono, M.Si.
NIP. 19691212 200003 1 001



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal :

Lamp :

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

Di Yogyakarta

Assalamu Alaikum Wr. Wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk, dan mengoreksi dan mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi saudara:

Nama : Mazlan

NIM : 15630039

Judul Skripsi : Preparasi Ni/Zeolit Alam Teraktivasi Asam sebagai Katalis Pada Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Sawit *Off Garde*

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang kimia.

Dengan ini kami mengharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqosyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu Alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 20 April 2019

Pembimbing

Didik Krisdiyanto, M.Sc.

NIP. 19811111 201101 1 007



NOTA DINAS KONSULTAN

Hal : Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir

Lamp :

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

Di Yogyakarta

Assalamu Alaikum Wr. Wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk, dan mengoreksi dan mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi saudara:

Nama : Mazlan

NIM : 15630039

Judul Skripsi : Preparasi Ni/Zeolit Alam Teraktivasi Asam sebagai Katalis Pada Reaksi Esterifikasi Biodiesel Dari Minyak Sawit *Off Garde*

Sudah benar dan sesuai ketentuan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang kimia.

Dengan ini kami sampaikan. Atas perhatiannya kami ucapkan terimakasih.

Wassalamu Alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 23 Mei 2019

Konsultan,

Sudarlin, M.Si

NIP. 19859611 201503 1 002



NOTA DINAS KONSULTAN

Hal : Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir

Lamp :

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

Di Yogyakarta

Assalamu Alaikum Wr. Wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk, dan mengoreksi dan mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi saudara:

Nama : Mazlan

NIM : 15630039

Judul Skripsi : Preparasi Ni/Zeolit Alam Teraktivasi Asam sebagai Katalis Pada Reaksi Esterifikasi Biodiesel Dari Minyak Sawit *Off Garde*

Sudah benar dan sesuai ketentuan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang kimia.

Dengan ini kami sampaikan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu Alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 23 Mei 2019

Konsultan

Dr. Maya Rahmayanti, M.Sq

NIP. 19810627 200604 2 003

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Mazlan
Nim : 15630039
Jurusan : Kimia
Fakultas : Sains dan Teknologi
Universitas : Universitas UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

Menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul "Preparasi Ni/Zeolit Alam Teraktivasi Asam Sebagai Katalis Pada Reaksi Esterifikasi Biodiesel Dari Minyak Sawit *Of-Grade* merupakan hasil penelitian saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diajukan, dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya yang ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Yogyakarta, 26 Mei 2019



Mazlan
NIM : 15630039

MOTTO

من خرج في طلب العلم فهو في سبيل الله حتى يرجع

“Barangsiapa yang keluar untuk mencari ilmu maka ia berada
di jalan Allah hingga ia pulang”

(H.R. Termudzi)

من سلك طريقا يلتمس فيه علما سهل الله له به طريقا إلى الجنة

“Siapa yang menempuh suatu jalan untuk mencari ilmu, maka Allah akan
mudahkan baginya jalan menuju surga.”

(H.R. Muslim)

“Hidup hanya sekali maka pastikan spektakuler”

(Mazlan)

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk bangsa dan agamaku, Serta
almamaterku Kimia UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta



KATA PENGANTAR

Alhamdulillahillahirabbil 'alamin

Segala puji bagi Tuhan *Rabbul'alamin* yang telah memberi kesempatan dan kekuatan sehingga skripsi yang berjudul “Preparasi Ni/Zeolit Alam teraktivasi asam sebagai katalis pada pembuatan biodiesel dari minyak sawit *oh-grade*” dapat diselesaikan. Solawat beriringkan salam semoga senantiasa tercurah limpahkan kepada Nabi Muhammad SAW, para keluarga, sahabat, tabi'in, tabiit tabi'in, dan semoga sampai kepada kita.

Penyusun mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah memberi dorongan, semangat, dan ide-ide kreatif sehingga tahap demi tahap penyusunan skripsi ini telah selesai. Ucapan terimakasih tersebut secara khusus penyusun sampaikan kepada:

1. Bapak Prof. Drs. KH. Yudian Wahyudi, Ph.D, selaku Rektor UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Bapak Dr. Murtono, M.Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Ibu Dr. Susy Yunita Prabawati, M.Si. selaku Ketua Program Studi Kimia Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
4. Bapak Didik Krisdiyanto M.Sc. selaku Dosen Pembimbing skripsi yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing, mengarahkan, dan memotivasi penyusun dalam penyelesaian skripsi ini.
5. Segenap Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Kimia yang telah mengajarkan berbagai ilmu pengetahuan dan wawasan.

6. Seluruh Staf Karyawan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah membantu sehingga penyusunan skripsi ini dapat berjalan dengan lancar.
7. Ayah Muhammad Arsyad dan Ibu Ani yang senantiasa membimbing, mendukung, serta mendoakan.
8. Teman-teman Program Studi Kimia angkatan 2015 dan adik-adik angkatan yang telah sama-sama berjuang dan memberi motivasi kepada penulis.
9. Semua pihak yang tidak bisa penyusun sebutkan satu persatu atas bantuannya dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penyusun Menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu dengan segala kerendahan hati, saran-saran dan kritik yang membangun agar menjadi evaluasi penyusun dalam membuat tugas akhir dimasa yang akan datang. Semoga penelitian yang dilakukan dan laporan yang disusun ini dapat memberi manfaat bagi semua pihak terkhusus prodi kimia.

Yogyakarta 24 April 2019

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI	i
HALAMAN SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI	ii
HALAMAN NOTA DINAS KONSULTAN	iii
HALAMAN SURAT PERNYATAAN KEASLIAN	v
HALAMAN MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
ABSTRAK	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Batasan Masalah	6
C. Rumusan Masalah.....	6
D. Tujuan Penelitian	7
E. Manfaat Penelitian	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	9
A. Tinjauan Pustaka.....	9
B. Dasar Teori.....	12
1. Katalis	12
2. <i>Fourier Transform-Infra Red</i>	20
3. X-Ray Diffraction.....	21
4. Biodiesel.....	22
5. Tahap-tahap Reaksi Biodiesel	25
6. Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS).....	28
7. Karakterisasi Biodiesel	29
C. Hipotesis Penelitian.....	30
BAB III METODE PENELITIAN	32
A. Waktu dan Tempat Penelitian	32
B. Alat-alat Penelitian.....	32
C. Bahan Penelitian	32
D. Prosedur Penelitian	33
1. Preparasi Zeolit Alam	33
2. Preparasi Katalis Zeolit Teraktivasi	33
3. Preparasi Katalis Ni/Zeolit.....	34
4. Penentuan Keasaman Katalis	34
5. Sintesis Biodiesel	35
6. Uji Kualitas Biodiesel	36
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	38
A. Aktivasi Zeolit Alam dengan HCl 2M.....	38
B. Pengembangan Logam Nikel	39

C.	Karakterisasi Katalis	41
D.	Preparasi Minyak Sawit <i>Of Grade</i>	48
E.	Esterifikasi Minyak Sawit	49
G.	Analisis Biodiesel dengan FT-IR	55
H.	Analisis Metil Ester dengan GC-MS	56
I.	Uji Kualitas Biodiesel	67
BAB V	PENUTUP	69
A.	Kesimpulan	69
B.	Saran.....	69
DAFTAR PUSTAKA		70
LAMPIRAN		72



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Proses pengembanan logam nikel pada zeolit.....	15
Gambar 2.2	<i>Primary building unit</i> zeolit	16
Gambar 2.3	<i>Secondary building unit</i> zeolit.....	16
Gambar 2.4	Situs asam Brosted.	17
Gambar 2.5	Konfigurasi Elektron Logam Nikel.	17
Gambar 2.6	Struktur Molekul Trigliserida.....	22
Gambar 4.7	Mekanisme Reaksi Esterifikasi Katalis Ni/Zeolit	26
Gambar 2.8	Reaksi Transesterifikasi	27
Gambar 2.9	Reaksi Total Transesterifikasi	27
Gambar 4.1	Mekanisme Pengantian Logam Pada Zeolit Alam.	38
Gambar 4.2	Reaksi Dealuminasi Dalam Rangka Zeolit.....	39
Gambar 4.3	Konfigurasi Elektron Logam Nikel	40
Gambar 4.4	Gambar Zeolit Alam, H/Zeolit, dan Ni/Zeolit.....	40
Gambar 4.5	Spektra Inframerah Zeolit	42
Gambar 4.6	Difraktogram Zeolit.....	44
Gambar 4.7	Grafik Keasaman Padatan	46
Gambar 4.8	Konfigurasi Elektron Logam Nikel Dalam Netral.	47
Gambar 4.9	Konfigurasi Elektron Logam Nikel Dalam Oksidanya.	47
Gambar 4.10	Grafik Peersentase Kandungan Asam Lemak Bebas	50
Gambar 4.11	Mekanisme Reaksi Esterifikasi Katalis H/Zeolit.....	52
Gambar 4.12	Pengaruh Jenis Katalis Terhadap Rendemen Biodiesel	54
Gambar 4.13	Spektra Hasil FT-IR Biodiesel.	55
Gambar 4.14	Kromatogram Biodiesel Dari Minyak Sawit.....	56
Gambar 4.15	Spektra Massa Puncak 4 dan <i>Library</i>	59
Gambar 4.16	Fregmentasi Pada Metil Oleat.	60
Gambar 4.17	Spektra Massa Puncak Nomor 2 dan <i>Library</i>	61
Gambar 4.18	Fregmentasi Metil Palmitat	62
Gambar 4.19	Spektra Massa Puncak Nomor 3 dan <i>Library</i>	63
Gambar 4.20	Fregmentasi Metil Linoleat.	64
Gambar 4.21	Spektra Massa Puncak Nomor 5 dan <i>Library</i>	65
Gambar 4.22	Fregmentasi Metil Stearat.....	65
Gambar 4.23	Spektra Puncak Nomor 1 dan <i>Library</i>	66
Gambar 4.24	Fregmentasi Metil Miristat	66

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perbandingan Katalis Heterogen Dan Katalis Homogen	13
Tabel 2.2	Produksi Minyak Nabati Perhektar	23
Tabel 2.3	Parameter Kualitas Biodiesel	24
Tabel 4.1	Intensitas 10 Puncak Difraktogram	45
Tabel 4.2	Karakteristik Minyak Sawit <i>Of Grade</i>	49
Tabel 4.3	Rendeman Biodiesel Minyak Sawit <i>Off Grade</i>	54
Tabel 4.4	Gugus Fungsional Biodiesel	55
Tabel 4.5	Waktu Retensi dan Luas Area Kromatogram Biodiesel	58
Tabel 4.6	Perbandingan Karakter Fisis Biodiesel	67



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Bagan Alir Prosuder Penelitian	72
Lampiran 2	Perhitungan	75
Lampiran 3	Data Karakterisasi XRD	79
Lampiran 4	Data Karakterisasi FT-IR	82
Lampiran 5	Data Karakterisasi GC-MS.....	88
Lampiran 6	Data JCPDS	97
Lampiran 7	Foto Penelitian	100



ABSTRAK

PREPARASI NI/ZEOLIT ALAM TERAKTIVASI ASAM SEBAGAI KATALIS PADA PEMBUATAN BIODIESEL DARI MINYAK SAWIT *OFF GRADE*

Oleh:
Mazlan
15630039

Penelitian ini dilakukan melalui dua proses yaitu proses preparasi katalis H/Zeolit, Ni/Zeolit 5%, dan Ni/Zeolit 10%. Preparasi katalis Ni/Zeolit dilakukan dengan metode impregnasi menggunakan garam $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$. Proses selanjutnya yaitu sintesis biodiesel yang dilakukan secara 2 tahap, tahap pertama yaitu esterifikasi menggunakan 3 jenis katalis H/Zeolit, Ni/Zeolit 5%, dan Ni/Zeolit 10%. Tahap kedua transesterifikasi menggunakan katalis NaOH.

Keasaman padatan katalis H/Zeolit, Ni/Zeolit 5%, dan Ni/Zeolit 10% berturut-turut yaitu 1,21 g/mmol; 1,23 g/mmol; dan 1,79 g/mmol. Berdasarkan analisis FT-IR dan XRD diperoleh hasil bilangan gelombang dan sudut 2θ yaitu $482,48 \text{ cm}^{-1}$, $793,89 \text{ cm}^{-1}$; $1043,78 \text{ cm}^{-1}$; $1638,00 \text{ cm}^{-1}$; $3428,47 \text{ cm}^{-1}$ dan $9,86^\circ$; $13,56^\circ$; $19,72^\circ$; $22,39^\circ$; $25,78^\circ$; $26,69^\circ$; $27,83^\circ$; $43,28^\circ$ dan $63,04^\circ$. Berdasarkan Analisis FT-IR dan XRD menunjukkan Logam Ni berhasil diimbangkan dan tidak merusak struktur penyusun zeolit.

Reaksi esterifikasi menggunakan katalis H/Zeolit, Ni/Zeolit 5%, dan Ni/Zeolit 10% menurunkan kadar asam lemak bebas pada minyak sawit *off grade* dari 4,02% menjadi 0,9705%; 1,4557%; dan 0,7278%. Berdasarkan hasil esterifikasi dan transesterifikasi diperoleh hasil konversi biodiesel sebesar 70,23% dari bahan dasar. Terbentuknya biodiesel dibuktikan dengan muncul puncak yang mengidentifikasi metil ester yaitu metil oleat (45,80%); metil palmitat (38,87%); metil linoleat (9,54%); metil stearat (5,27%); dan metil miristat (0,53%). Berdasarkan analisis fisis biodiesel yang meliputi massa jenis, angka asam, dan kadar air, biodiesel yang disintesis dari minyak sawit *off grade* telah memenuhi Standar Nasional Indonesia untuk biodiesel.

Kata Kunci: Minyak sawit *off grade*, Ni/Zeolit, impregnasi, katalis, biodiesel.

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Seiring dengan perkembangan zaman, semakin banyak kebutuhan manusia untuk menunjang kehidupan menjadi lebih baik. Dalam hal ini, diperlukan teknologi untuk memproduksi bahan atau material yang diperlukan manusia sesuai zamannya. Kebutuhan yang terus berkembang ini menyebabkan proses yang awalnya telah ditemukan senantiasa mengalami modifikasi untuk memenuhi kebutuhan manusia. Begitu juga dengan katalis, katalis banyak digunakan dalam proses industri seperti reaksi perengkahan minyak bumi, proses produksi bahan kimia, proses produksi makanan, proses produksi biodiesel, pembangkit listrik tenaga nuklir, dan pengendalian pencemaran (Nurhayati dkk, 2014).

Katalis baru dihasilkan apabila diperlakukan proses baru (Nasikin dan Susanto, 2010). Katalis Heterogen merupakan katalis yang memiliki fase berbeda dengan reaktannya. Pada katalis heterogen terjadi proses katalitik karena ada fenomena permukaan. Dengan demikian, sangat diperlukan fenomena permukaan seperti adsorpsi, difusi, dan absorpsi untuk menentukan kecepatan reaksi. Secara umum, proses katalitik terjadi melalui proses adsorpsi dan desorpsi. Pertama, reaktan akan teradsorpsi oleh permukaan aktif katalis heterogen dan selanjutnya akan terjadi interaksi. Reaksi dapat berupa reaksi sebenarnya pada permukaan atau terjadi suatu proses pelemahan ikatan dari molekul yang teradsorpsi. Selanjutnya, produk yang telah terbentuk akan dilepas dari permukaan katalis

(Nasikin dan Susanto, 2010). Oleh karena itu, katalis heterogen yang baik adalah katalis yang memiliki kemampuan adsorpsi dan desorpsi yang baik pula.

Salah satu jenis katalis heterogen yaitu katalis bifungsional berupa katalis dengan sistem logam diimbangkan pada suatu material pengemban. Katalis bifungsional dipilih karena katalis logam tunggal tidak memiliki kestabilan termal yang tinggi dan akan membentuk logam pejal yang dapat memperkecil luas permukaan, serta mempermudah terjadinya deaktivasi katalis (Foger, 1984; Augustine, 1996 dalam Trisunaryanti, 2015). Oleh karena itu, katalis logam perlu didispersikan ke dalam material pengemban (padatan pendukung) yang berpori, stabil terhadap panas dan zat kimia, luas permukaan besar, serta kuat secara mekanis (Trisunaryanti dan Emmanuel, 2009).

Katalis bifungsional terdiri atas situs asam dan logam. Situs asam pada material pengemban, seperti zeolit, dan bentonit, sedangkan situs logam pada logam-logam transisi, seperti Ni, Mo, W, Co, dan bisa juga kombinasinya (Dieng dkk, 1997 dalam Trisunaryanti, 2015). Logam transisi dipilih sebagai katalis karena memiliki orbital *d* sehingga efektif menerima pasangan elektron dari reaktan untuk mencapai suatu reaksi. Pemilihan bahan pengemban harus memperhatikan sifat-sifat yang dimilikinya antara lain memiliki sifat inert, stabilitas termal tinggi, memiliki rongga yang memungkinkan terjadinya adsorpsi, mempunyai kemampuan untuk mengikat logam, sebagai katalis dan memiliki luas permukaan besar. Reaksi yang terjadi selama proses katalis berlangsung pada permukaan, sehingga salah satu bahan pengemban yang sering digunakan adalah zeolit. Hal ini karena zeolit memiliki struktur stabil, murah secara ekonomi,

tersedia dalam berbagai macam ukuran, dan distribusi pori, serta memiliki permukaan yang cukup luas dibandingkan dengan lainnya, memiliki sejumlah sifat kimia maupun fisika yang menarik, mampu menyerap zat organik dan anorganik, dapat berlaku sebagai penukar kation, dan sebagai katalis untuk berbagai reaksi (Handoko, 2002).

Sifat-sifat yang dimiliki zeolit dapat ditingkatkan dengan melakukan proses aktivasi terhadap zeolit melalui aktivasi secara fisik maupun aktivasi secara kimia. Zeolit sebagai pengemban berfungsi untuk tempat logam-logam aktif katalis teremban. Logam-logam yang diembankan ke dalam zeolit akan menyebabkan luas permukaan relatif besar, sehingga reaksi akan berjalan lebih cepat (Nurhayati dkk, 2014). Logam dapat terdispersi secara merata di seluruh sistem pori sehingga dihasilkan permukaan logam yang aktif (Zhang dkk, 2003). Dengan cara ini katalis yang dihasilkan lebih efisien dengan luas permukaan spesifik, besar, stabilitas termal tinggi, masa pakai yang lebih lama, serta menghasilkan katalis yang lebih efektif. Terdapat 2 hal yang dapat menyebabkan logam nikel dapat teremban ke dalam zeolit. Yang pertama yaitu karena terdapat perbedaan potensial kimia antara logam nikel (Ni^{2+}) dan unsur aluminium yang kelebihan 1 elektron karena menerima 4 elektron pada kerangka dasar zeolit (Nasikin dan Susanto, 2010).

Pada era modern ini, setiap tahunnya cadangan dan produksi bahan bakar minyak bumi (fosil) mengalami penurunan sebanyak 10% akan tetapi setiap tahunnya konsumsi minyak meningkat sebanyak 6% (Kuncahyo dkk, 2013). Keterbatasan sumber daya alam minyak bumi (fosil) dapat diatasi dengan bahan

bakar alternatif berupa biodiesel. Biodiesel merupakan alternatif bahan bakar terbuat dari sumber daya alam yang dapat diperbaharui baik dari tumbuhan maupun hewan. Minyak kelapa sawit *off grade* merupakan salah satu bahan dasar yang dapat digunakan dalam pembuatan biodiesel. Indonesia merupakan negara penghasil buah sawit terbesar di dunia (Putri dkk, 2015) akan tetapi masih banyak petani yang belum bisa mengelola buah sawitnya dengan baik, sehingga masih banyak ditemukan buah sawit yang memiliki kualitas rendah (buah sawit *off grade*).

Sawit *off grade* merupakan buah sawit yang memiliki kualitas rendah dan belum layak digunakan dalam proses pembuatan minyak goreng. Sawit *off grade* terjadi karena beberapa hal seperti terlalu cepat dalam memanen buah sawit, terlalu lambat dalam proses pengambilan buah sawit atau karena terlalu lama dalam mobilitas pengiriman buah segar ke pabrik, sehingga terdapat buah sawit yang telah busuk sebelum sampai ke pabrik. Selain itu minyak sawit *off grade* juga dihasilkan dari proses sortiran buah segar yang dilakukan langsung oleh perusahaan dan menurut data lapangan bahwa dari hasil sortiran pabrik terhadap buah sawit terdapat 7-10% merupakan buah sawit *off grade* (Gemy, dkk. 2015).

Pembuatan biodiesel menggunakan bahan baku minyak sawit *off grade* memiliki biaya yang relatif tinggi, karena sekitar 60-70% biaya dikeluarkan hanya untuk penyediaan bahan dasar, sehingga dibutuhkan alternatif bahan dasar yang lebih murah untuk menurunkan biaya produksi. Penggunaan minyak sawit *off grade* yang diperoleh dari buah sawit *off grade* merupakan salah satu alternatif untuk menurunkan biaya produksi pada proses pembuatan biodiesel menjadi

sekitar 30-40% (Putri dkk, 2015). Proses pembuatan biodiesel saat ini masih menggunakan katalis homogen pada reaksi esterifikasi biasanya menggunakan senyawa asam berupa asam sulfat. Akan tetapi katalis ini memiliki kekurangan karena sulit dipisahkan dengan produk yang dihasilkan, sehingga produk yang dihasilkan akan berbahaya terhadap lingkungan dan produk yang dihasilkan bersifat korosi. Hal ini sesuai yang dikemukakan oleh Kusuma dkk, 2011 bahwa penggunaan katalis homogen pada proses pembuatan biodiesel dapat menyulitkan proses pemisahan katalis dari produk akhir reaksi, karena reaktan, katalis, dan metil ester yang dihasilkan diakhir reaksi berada pada fase yang sama.

Dari permasalahan di atas dibutuhkan alternatif katalis yang mudah dipisahkan dengan produk ketika digunakan. Dengan ini, digunakan katalis heterogen berupa Ni/Zeolit alam teraktivasi asam untuk menggantikan katalis homogen. Harapannya, katalis yang digunakan lebih mudah dipisahkan, produk yang dihasilkan lebih murni, dan tidak berbahaya terhadap lingkungan. Penelitian sebelumnya telah mempelajari penggunaan katalis zeolit alam tanpa diimbakan logam nikel pada proses pembuatan biodiesel oleh Aziz dkk, 2012 akan tetapi rendemen yang dihasilkan masih relatif rendah yaitu sebesar 12%.

Untuk meningkatkan rendemen tersebut, maka akan dilakukan penelitian terkait preparasi Ni/Zeolit alam teraktivasi sebagai katalis pada pembuatan biodiesel dari minyak sawit *off grade*. Penggunaan Ni/Zeolit dalam reaksi esterifikasi dapat dilakukan sebagaimana yang dikonfirmasi oleh Ramdhani, 2017 dalam jurnalnya yang berjudul sintesis Ni/zeolit alam teraktivasi asam sebagai katalis pada biodiesel minyak biji ketapang. Proses pengembangan logam Ni ke

dalam material pengemban zeolit alam dilakukan dengan metode impregnasi dengan konsentrasi logam Ni yang diimbangkan pada zeolit alam teraktivasi asam berturut sebesar 0%, 5%, dan 10% (b/b) (Fatimah, N.F.; Utami, B. 2017). Proses pengembangan ini bertujuan untuk meningkatkan kemampuan adsorpsi zeolit alam. Proses katalitik pada reaksi esterifikasi dapat berlangsung lebih baik. Selain itu, zeolit alam juga dapat membantu proses pemurnian biodiesel (Furqo dkk, 2013). Proses pemurnian biodiesel dilakukan melalui mekanisme adsorpsi pengotor-pengotor yang terdapat pada hasil akhir reaksi biodiesel yang kemudian ikut terbuang bersamaan dengan katalis zeolit ketika dilakukan pemisahan menggunakan corong pisah. .

B. Batasan Masalah

Batasan masalah yang perlu diberikan dari penelitian ini yaitu:

- a. Zeolit yang digunakan merupakan zeolit yang berasal dari PT. Prima Zeolita Wonosari Gunungkidul Yogyakarta.
- b. Kelapa sawit yang digunakan merupakan kelapa sawit berasal dari Pulau Sebatik Kalimantan Utara.
- c. Karakterisasi keasaman padatan Ni/Zeolit alam teraktivasi asam menggunakan basa amonia, analisis gugus fungsional menggunakan *Fourier Transform Infrared* (FT-IR), dan analisis kristanilitas zeolit menggunakan instrumen *X-Ray Diffraction* (XRD).
- d. Karakterisasi biodiesel untuk mengetahui gugus fungsional biodiesel menggunakan instrumen *Fourier Transform Infrared* (FT-IR) dan untuk

mengetahui jenis senyawa dalam biodiesel menggunakan *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS).

C. Rumusan Masala

Rumusan masalah yang diberikan pada penelitian ini yaitu:

- a. Bagaimana pengaruh kadar logam nikel terhadap terhadap keasaman dan kristalinitas katalis Ni/Zeolit alam teraktivasi?
- b. Bagaimana karakteristik katalis Ni/Zeolit alam yang dihasilkan menggunakan metode impregnasi?
- c. Bagaimana pengaruh penambahan katalis Ni/Zeolit alam terhadap kadar asam lemak bebas hasil esterifikasi dan nilai rendemen biodiesel dari minyak kelapa sawit *off grade*?
- d. Bagaimana karakteristik kandungan biodiesel dan sifat fisik biodiesel yang meliputi densitas, kadar air, dan angka asam.

D. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

- a. Mengetahui pengaruh kadar logam nikel terhadap terhadap keasaman dan kristalinitas katalis Ni/ Zeolit alam teraktivasi.
- b. Mengetahui karakteristik katalis Ni/Zeolit alam teraktivasi yang dihasilkan menggunakan metode impregnasi.
- c. Mengetahui pengaruh penambahan katalis Ni/Zeolit alam teraktivasi terhadap kadar asam lemak bebas hasil esterifikasi dan rendemen biodiesel dari minyak kelapa sawit *off grade*.

- d. Mengetahui karakteristik kandungan biodiesel dan sifat fisik biodiesel yang meliputi densitas, kadar air, dan angka asam.

E. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu:

- a. Memberikan informasi mengenai cara preparasi Ni/Zeolit alam teraktivasi sebagai katalis menggunakan metode impregnasi.
- b. Memberikan informasi mengenai karakteristik katalis Ni/Zeolit alam teraktivasi hasil preparasi menggunakan metode impregnasi.
- c. Memberikan informasi mengenai pengaruh penambahan katalis Ni/Zeolit alam teraktivasi reaksi esterifikasi pada proses pembuatan biodiesel.
- d. Meningkatkan nilai guna dan nilai ekonomi dari zeolit alam yang berasal dari Wonosari Gunungkidul Yogyakarta.
- e. Menjadikan biodiesel yang dibuat dari minyak sawit *off grade* sebagai alternatif diesel yang terbuat dari minyak bumi.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Pengembanan logam nikel 0%, 5%, dan 10% pada material zeolit alam teraktivasi asam meningkatkan keasaman padatan zeolit alam dari 0,71 g/mmol menjadi 1,21 g/mmol; 1,23 g/mmol; 1, 79 g/mmol.
2. Analisis FT-IR dan XRD yang dilakukan terhadap katalis Ni/Zeolit diperoleh hasil bilangan gelombang dan sudut 2θ yaitu 482,48 cm^{-1} , 793,89 cm^{-1} ; 1043,78 cm^{-1} ; 1638,00 cm^{-1} ; 3428,47 cm^{-1} dan 9, 86°; 13,56°; 19,72°; 22,39°; 25,78°; 26,69°; 27,83°; 43,28° dan 63,04°. Berdasarkan Analisis FT-IR dan XRD menunjukkan Logam Ni berhasil diembankan dan tidak merusak struktur penyusun zeolit.
3. Penambahan katalis H/Zeolit, Ni/Zeolit 5%, dan 10% pada proses esterifikasi dapat menurunkan kadar asam lemak bebas minyak sawit *oh grade* dari 4,02% menjadi 0,9705%; 1,4557%, dan 0,7278%.
4. Berdasarkan analisis fisis biodiesel diperoleh densitas, kadar asam, dan kadar air biodiesel dari minyak sawit *oh grade* berturut-turut yaitu 856 kg/m^3 ; 0,69 KOH/g, dan 0,05.

B. Saran

Perlu dilakukan kajian lebih dalam terkait proses transesterifikasi menggunakan katalis Ni/Zeolit.

DAFTAR PUSTAKA

- Aziz, I; Nurhayati, S.; Rahman, A. 2012. Penggunaan Zeolit Alam sebagai Katalis dalam Pembuatan Biodiesel. *Jurnal Valensi*. Vol.2. No.4:511-515.
- Badan Standarisasi Nasional. SNI-04-7182-2006 (Standar Baku Mutu Biodiesel). Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Bijang, M.C.; Aryanto, Y.; Trisunaryanti, W. 2002. Pengaruh Kadar Logam Nikel Terhadap Aktivitas Katalis Ni/Zeolit-Y Dalam Reaksi Hidrorengkai Minyak Bumi. *Jurnal Teknosains* Vol 15. No 1: 57-69.
- Cotton & Wilkinson. 1989. *Kimia Anorganik Dasar*. Jakarta: UI-Press.
- Damayanti, E. 2016. Transesterifikasi Minyak Hasil Pengelolaan Industri Pengalengan Ikan Dengan Katalis KOH/Zeolit Alam Menggunakan Variasi Jumlah Metanol. *Skripsi*. Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Dewajani, H. 2008. *Potensi Minyak Kapuk Randu (Caiba Pentandra) Sebagai Bahan Biodiesel*. Politeknik Negeri Malang.
- Farida, I. 2018. Modifikasi Zeolit Alam Dengan Zirkonium Oxydechloride Produk PSTA BATAN dan Uji Katalitiknya Untuk Sintesis Senyawa Turunan Gliserol. *Skripsi*. Kimia Fakultas Sains Dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta: Yogyakarta.
- Fatimah, N.F.; Utami, B. 2017. Sintesis dan Analisis Spektra IR, Difraktogram XRD, SEM Pada Material Katalis Berbahan Ni/Zeolit Alam Teraktivasi dengan Metode Impregnasi. *Jurnal Cis-Trans (JC-T)*. Vol.1. No.1:35-39.
- Furqon, M. H.; Prasetya, A.; Wilopo, W. 2013. Pemanfaatan Zeolit Diaktifkan dengan Larutan Asam Untuk Pemurnian Biodiesel. *ASEAN Journal of systems Engineering*, Vol. 1, No. 1.
- Hadi, W.A. 2009. Pemanfaatan Minyak Biji Nyamplung sebagai Bahan Bakar Minyak Pengganti Solar. *Jurnal Riset Daerah*. Vol.8. No.2.
- Indartono Y.S. 2008. Mengenal Biodiesel: Karakteristik, Produksi, Hingga Performa Mesin. *Majalah Inovasi*. 18.
- Irvantino, B. 2013. Preparasi Katalis Ni/Zeolit Alam Dengan Metode Senokimia Untuk Perengkahan Katalitik Polipropilen dan Polietilen. *Skripsi Kimia FMIPA*. Universitas Negeri Semarang: Semarang.
- Istadi. 2011. *Teknologi Katalis Untuk Konversi Energi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Kateren. 2005. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. Jakarta: UI-Press.
- Khomkar, 1990. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Jakarta: UI Press.
- Kuncahyo, P.; Fathallah, A.Z.M.; Semin. 2013. Analisis Prediksi Potensi Bahan Baku Biodiesel Sebagai Suplemen Bahan Bakar Motor Diesel di Indonesia. *Jurnal Teknik Pomits*. Vol.2. No.1:62-66.

- Maliana, N. 2016. Pembuatan Biodiesel Dari *Crude Palm Oil* (CPO) Melalui Reaksi Dua Tahap Dengan Menggunakan Katalis H_2SO_4 dan K_2O Dari Abu Tandan Kosong Kelapa Sawit (ATKKS). *Skripsi*. FMIPA: Universitas Halu Oleo.
- Musta, R. 2010. Preparasi dan Karakterisasi Katalis CoMo/H-Zeolit Y. *Jurnal Fisika Flux*. Vol 7. No.2: 149-159.
- Nurhayati, N.D. & Wigiani, A. 2014. Sintesis Katalis Ni-Cr/Zeolit Dengan Metode Impragnasi Terpisah. *Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia VI*. Surakarta. 21 Juni 2014.
- Puji, S. 2015. Study Pengaruh Konselven Dietil Eter Pada Sintesis Biodiesel dengan Katalis Heterogen CaO dari Minyak Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit. *Skripsi*. Kimia Fakultas Sains Dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta: Yogyakarta.
- Ramdhani, G.D.; Fatimah, N.F.; Sarjono, A.W.; Setyoko, H.; Nurhayati, N.D. 2017. Sintesis Ni/Zeolit Alam Teraktivasi Asam Sebagai Katalis Pada Biodiesel Minyak Biji Ketapang. *Jurnal Kimia dan Pendidikan Kimia (JKPK)* Vol.1. No.2:72-79.
- Sastrohamidjo, H. 2007. *Spektroskopi*. Yogyakarta: Liberty.
- Sudarlin, M.Sc. 2016. Eksplorasi Energi. Yogyakarta: Omah Ilmu.
- Susanto, H.B.; Nasikin, M. 2010. *Katalis Heterogen*. Jakarta: UI-Press.
- Trisunaryanti, T.; Triwahyuni, E.; Sudiono, S. 2005. Preparasi, Karakterisasi dan Modifikasi Katalis Ni-Pd/Zeolit Alam. *Indo. J. Chem.* Vol.5. No.1: 48-53.
- Trisunaryanti, W. 2015. *Material Katalis dan Karakternya*. Yogyakarta: Gadjadara University Press.
- Wijaya, K., Hadi, K., Herlina, I., Kurnia, T. A. 2016. *Nano Material* (Aplikasinya dalam pembuatan biofuel). Yogyakarta: UGM Press.
- Yoeseptha, W.; Helwani, Z.; Saputra, E. 2016. Produksi Biodiesel Dari Minyak Sawit *Off Grade* Menggunakan Katalis $\text{Na}_2\text{O}/\text{Fe}_3\text{O}_4$ Pada Tahap Transesterifikasi. *Jom FTEKNIK*. Vol.3. No. 2