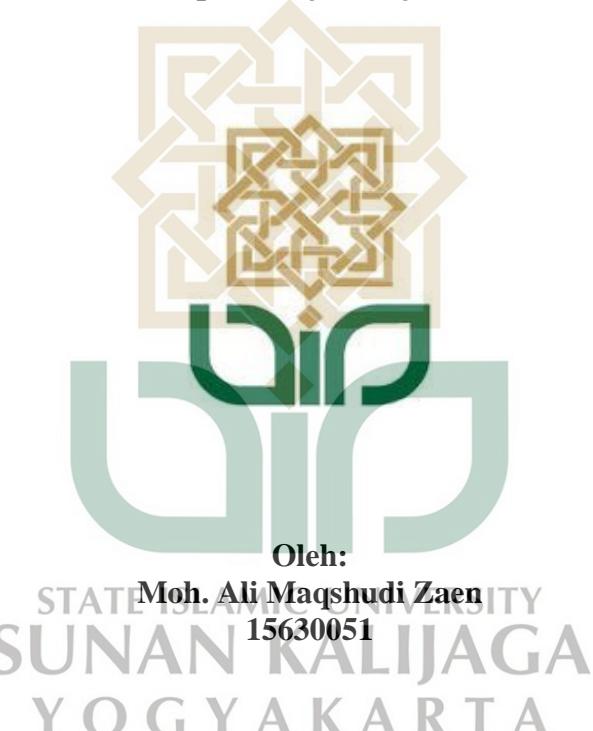


**PREPARASI KATALIS Ni-Mo/ZEOLIT ALAM  
TERAKTIVASI ASAM SEBAGAI KATALIS PADA  
REAKSI ESTERIFIKASI BIODIESEL BERBAHAN  
DASAR MINYAK BIJI NYAMPLUNG**

**Skripsi  
Untuk memenuhi sebagai persyaratan  
Mencapai derajat Sarjana S-1**



Oleh:

**Moh. Ali Maqshudi Zaen**

**15630051**

**STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA**

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



KEMENTERIAN AGAMA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-4786/Uit.02/DST/PP.00.9/11/2019

Tugas Akhir dengan judul : Preparasi Katalis Ni-Mo/Zeolit Alam sebagai Katalis pada Reaksi Esterifikasi Biodiesel Berbahan Dasar Minyak Biji Nyamplung

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : MOH ALI MAQSHUDI ZAEN  
Nomor Induk Mahasiswa : 15630051  
Telah diujikan pada : Jumat, 27 September 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. 198111142010911007

Pengaji I

Enggarji Sedyadi, M.Sc.  
NIP. 19830205 201503 1 003

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

Yogyakarta, 27 September 2019



STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
**SUNAN KALIJAGA**  
YOGYAKARTA



## **SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR**

Hal : Persetujuan Skripsi / Tugas Akhir

Kepada  
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta  
di Yogyakarta

*Assalamu'alaikum wr. wb.*

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

Nama : Mohammad Ali Maqshudi Zaen  
NIM : 15630051  
Judul Skripsi : Preparasi Katalis Ni-Mo/Zeolit Alam Sebagai Katalis Pada Reaksi Esterifikasi Biodiesel Berbahan Dasar Minyak Biji Nyamplung

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 dimunaqsylakan. Atas perhatiannya kami ucapan terima kasih.

*Wassalamu'alaikum wr. wb.*

Yogyakarta, 21 Agustus 2019  
Pembimbing

Didik Krisdiyanto M.Sc.

NIP: 19811111 201101 1 007



## NOTA DINAS KONSULTAN

Hal : Persetujuan skripsi/Tugas Akhir

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta  
di Yogyakarta

*Assalamu'alaikum wr. wb.*

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

Nama : Moh. Ali Maqshudi Zaen  
NIM : 15630051

Judul Skripsi : Preparasi Katalis Ni-Mo/Zeolit Alam Teraktivasi Asam Sebagai Katalis Pada Reaksi Esterifikasi Biodiesel Berbahan Dasar Minyak Biji Nyamplung

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 dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapan terima kasih.

*Was salamu'alaikum wr. wb.*

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
**SUNAN KALIJAGA**  
**YOGYAKARTA**

Yogyakarta, 7 November 2019  
Konsultan

Endaraji Sediyadi, M.Sc  
NIP. 19820205 201503 1 003



## NOTA DINAS KONSULTAN

Hal : Persetujuan skripsi/Tugas Akhir  
Kepada  
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta  
di Yogyakarta

*Assalamu'alaikum wr. wb.*

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

Nama : Moh. Ali Maqshudi Zaen  
NIM : 15630051  
Judul Skripsi : Preparasi Katalis Ni-Mo/Zeolit Alam Teraktivasi Asam Sebagai Katalis Pada Reaksi Esterifikasi Biodiesel Berbahan Dasar Minyak Biji Nyamplung

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 dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapan terima kasih.

*Wassalamu'alaikum wr. wb.*

Yogyakarta, 7 November 2019

Konsultan

Dr. Mayra Rahmayanti, S.Si., M.Si.  
NIP. 19810627 20504 2 003

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Mohammad Ali Maqshudi Zaeen

NIM : 15630051

Program Studi : Kimia

Fakultas : Sains dan Teknologi

Dengan ini menyatakan bahwa isi skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu Perguruan Tinggi dan sesungguhnya skripsi ini merupakan hasil pekerjaan penulis sendiri sepanjang pengetahuan penulis, bukan duplikasi atau saduran dari karya orang lain kecuali bagian tertentu yang penulis ambil sebagai bahan acuan. Apabila terbukti pernyataan ini tidak benar, sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis.

Yogyakarta, 20 Juli 2019



**MOTTO**

**“Tatkala waktuku habis tanpa karya dan pengetahuan,**

**lantas apakah makna dari hidupku”**

**(Hadrotuss Syaikh KH M. Hasyim Asy'ari RA)**



## **PERSEMBAHAN**

Skripsi ini dipersembahkan untuk bangsa dan agamaku, serta  
almamaterku  
Kimia UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta



## KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT atas segala karunia nikmat kesempatan dan kekuatan sehingga penyusun dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “*Preparasi Katalis Ni-Mo/Zeolit Alam Sebagai Katalis Pada Reaksi Esterifikasi Biodiesel Berbahan Dasar Minyak Biji Nyamplung*”. Sholawat beriring salam semoga senantiasa tercurah limpahkan kepada Nabi Muhammad SAW, para keluarga, sahabat, tabi’in, tabiit tabi’in dan semoga sampai kepada kita.

Penyusun mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu, memberi masukan dan mendukung penyusunan skripsi ini hingga selesai. Semoga dibalas oleh Allah SWT dengan ganjaran yang berlimpah. Ucapan terima kasih 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 UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Ibu Dr. Susy Yunita Prabawati, M.Si selaku Ketua Program Studi Kimia UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
4. Bapak Didik Krisdiyanto M.Sc selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing, mengarahkan, dan memberi motivasi penyusun dalam menyelesaikan skripsi ini.

5. Segenap Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Kimia UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah memberi berbagai ilmu pengetahuan dan wawasan yang bermanfaat.
6. Seluruh staf karyawan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah membantu kelancaran administrasi.
7. Ayah Ahmad Zaenudin Anshori dan Ibu Taniroh yang senantiasa mendukung, memberi motivasi serta mendoakan demi kelancaran dan kesuksesan penyusun.
8. Teman-teman Program Studi Kimia angkatan 2015 dan adik-adik angkatan yang telah memberi motivasi kepada penyusun.
9. Teman-teman penelitian di Laboratorium terpadu UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang bersedia untuk diajak berdiskusi mengenai penelitian penyusun.
10. Teman-teman pengurus Masjid Miftahul Hasanah yang telah mendoakan serta memberi motivasi bagi penyusun
11. Semua pihak yang tidak bisa penyusun sebutkan satu persatu atas bantuannya dalam penyelesaian laporan ini.

Penyusun menyadari bahwa masih banyak kekurangan dari skripsi yang telah disusun ini. Oleh karena itu dengan segala kerendahan hati, saran-saran dan kritikan yang membangun supaya menjadi evaluasi penyusun dalam membuat tugas akhir dimasa yang akan datang. Semoga

penelitian yang telah dilakukan dan laporan yang telah disusun dapat memberi manfaat bagi semua pihak terkhusus Program Studi Kimia UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.

Yogyakarta, 27 September 2019

Penyusun



## **DAFTAR ISI**

HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI .....	iii
HALAMAN NOTA DINAS KONSULTAN .....	iv
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI .....	vi
MOTTO .....	vii
PERSEMBAHAN .....	viii
KATA PENGANTAR .....	ix
DAFTAR ISI .....	xii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Batasan Masalah .....	3
C. Rumusan Masalah .....	4
D. Tujuan Penelitian .....	4
E. Manfaat Penelitian .....	5
BAB V PENUTUP .....	6
A. Kesimpulan .....	6
B. SARAN .....	6
DAFTAR PUSTAKA.....	7

## **ABSTRAK**

### **PREPARASI KATALIS NI-MO/Z ALAM TERAKTIVASI ASAM SEBAGAI KATALIS PADA REAKSI ESTERIFIKASI BIODIESEL BERBAHAN DASAR MINYAK BIJI NYAMPLUNG**

**Oleh**

**Moh. Ali Maqshudi Zaen**

**15630051**

Penelitian ini bertujuan mempersiapkan katalis zeolit alam yang teraktivasi asam dengan diimpregnasi menggunakan katalis bimetal Ni-Mo, hasil persiapan katalis akan digunakan sebagai katalis pada proses sintesis biodiesel dari minyak biji nyamplung. Penelitian ini dilakukan melalui dua proses, yaitu proses persiapan katalis Ni-Mo/Z dan sintesis biodiesel menggunakan minyak biji nyamplung. Persiapan katalis dilakukan dengan metode impregnasi menggunakan garam  $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 5 \text{ H}_2\text{O}$  dan  $\text{Mo}(\text{NH}_4)_7 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ .

Proses selanjutnya yaitu sintesis biodiesel dengan dua tahap, tahap pertama dengan reaksi esterifikasi menggunakan katalis dengan variasi Mo/Z, Ni-Mo/Z 5%, Ni-Mo/Z 10%. Tahap kedua reaksi transesterifikasi menggunakan katalis NaOH. Katalis hasil impregnasi yang sudah teraktivasi asam memiliki keasaman padatan berturut-turut Mo/Z 0,347 g/mmol, Ni-Mo/Z 5% 0,516 g/mmol, Ni-Mo/Z 10% 0,586 g/mmol. Berdasarkan analisis FT-IR diperoleh bilangan gelombang berturut-turut 475; 793,89; 1043,78; 1627,2  $\text{cm}^{-1}$ , sedangkan untuk analisis XRD diperoleh 2 theta sebesar 13,6 $^{\circ}$ ; 19,8 $^{\circ}$ ; 25,79 $^{\circ}$ ; 26,69 $^{\circ}$ ; 27,8 $^{\circ}$ ; 22,40 $^{\circ}$ . Berdasarkan analisis FT-IR dan XRD menunjukkan bahwa logam Ni dan Mo dapat diimpregnasi ke dalam zeolit teraktivasi asam dan tidak merusak strukturnya.

Reaksi esterifikasi menggunakan variasi katalis zeolit yang diimpregnasi dengan logam dapat menurunkan kadar asam lemak pada minyak biji nyamplung dengan hasil masing-masing variasi sebagai berikut: Mo/Z 1,69; Ni-Mo/Z 5% 1,52; dan Ni-Mo/Z 10% 0,74 mg/NaOH. Terbentuknya metil ester

sebagai penanda biodiesel telah berhasil disintesis, teridentifikasi pada analisis GC-MS terdapat 4 puncak metil ester yaitu, metil ester palmitat, linoleat, oleat dan stearat. Berdasarkan analisis fisis yang meliputi massa jenis, angka asam dan kadar air, biodiesel hasil sintesis dari minyak biji nyamplung telah memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk biodiesel.

Kata Kunci : Minyak Biji Nyamplung, Ni-Mo/Z, Impregnasi, Katalis, Biodiesel



## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **A. Latar Belakang**

Perkembangan industri dan jumlah penduduk yang semakin pesat, memberikan dampak yang besar terhadap tingginya permintaan jumlah pasokan energi. Cadangan energi yang ada selama ini berasal dari bahan bakar fosil (minyak bumi) dengan jumlah yang sangat terbatas dan mengalami penurunan 10% setiap tahunnya. Sedangkan tingkat konsumsi minyak bumi rata – rata 6% per tahun sehingga berdampak pada krisis energi (Kuncayyo dkk, 2013).

Upaya untuk menanggulangi ketergantungan pada bahan bakar fosil adalah dengan mengembangkan sumber energi alternatif lain yang dapat diperbarui. Salah satu bahan bakar alternatif yang dapat diperbarui yaitu biodiesel. Biodiesel merupakan solusi yang tersedia untuk menggantikan bahan bakar fosil sebagai sumber energi transportasi dan industri atau alat-alat mesin lainnya, karena biodiesel merupakan bahan bakar terbaru yang dapat menggantikan diesel petrol atau solar pada mesin (Maharani dan Zuliana, 2010 ).

Biodiesel terbuat dari proses sintesis dengan menggunakan asam karboksilat yang direaksikan dengan alkohol dengan hasil produk berupa metil ester. Asam karboksilat secara umum berasal dari minyak-minyak nabati

yang mudah didapatkan di alam bebas. Dalam penelitian ini, biodiesel akan disintesis dari asam karboksilat yang berasal dari minyak biji nyamplung. Berdasarkan teori minyak biji nyamplung memiliki gugus trigliserida yang dapat disintesis menjadi metil ester.

Selama ini, biodiesel diproduksi dengan menggunakan katalis basa homogen seperti NaOH atau KOH dengan konversi mencapai 98%, namun kelemahannya yaitu bersifat korosif atau sulit dipisahkan dari hasil produknya. Oleh sebab itu dari penelitian ini akan memberikan sedikit perbedaan pada proses sintesis biodiesel yaitu dengan menggunakan bantuan katalis heterogen. Berdasarkan hasil penelitian (Subagjo, 2012), katalis heterogen mempunyai aktivitas yang tinggi, kondisi reaksi yang ringan, masa hidup katalis yang lama, biaya relatif murah, tidak korosif, ramah lingkungan, menghasilkan sedikit masalah pembuangan, dan dapat dipisahkan dari larutan produk sehingga bisa digunakan kembali.

Katalis dibagi menjadi dua, yaitu katalis homogen dan katalis heterogen, katalis homogen adalah katalis yang memiliki fase sama dengan reaktannya, sedangkan katalis heterogen adalah katalis yang ada dalam fase berbeda dengan pereaksi pada reaksi katalitiknya. Dalam penelitian ini lebih difokuskan untuk katalis heterogen karena memiliki lebih banyak manfaat dalam aplikasinya (Nasikin, 2010).

Katalis heterogen yang akan digunakan pada sintesis biodiesel ini menggunakan material alam zeolite sebagai pengembang. Material zeolit digunakan karena memiliki pori-pori yang dapat menukar kation pada saat proses sintesis biodiesel sehingga kemampuan katalitiknya berjalan dengan baik. Material zeolit yang digunakan akan memiliki kemampuan yang lebih baik jika diimpregnasi dengan logam transisi. Syarat dari suatu katalis akan dapat membantu proses katalitik suatu reaksi jika katalis tersebut memiliki keasaman katalis yang tinggi (Trisunaryanti, 2015).

Logam transisi diimpregnasi ke dalam material zeolite agar katalis logam tersebut tidak mengalami proses sintering saat reaksi pada temperature tinggi. Proses ini terjadi karena pemanasan yang melebihi titik leleh katalis. Sintering pada suatu katalis akan mengakibatkan aglomerasi pada katalis tersebut dan mengakibatkan penurunan keasaman katalis. Berdasarkan teori, zeolit akan mengalami peningkatan keasaman katalis jika diimpregnasi dengan situs aktif logam. Dalam penelitian ini digunakan logam transisi Ni dan Mo yang diimpregnasi ke dalam pori-pori zeolite. Katalis yang disintesis kemudian diaplikasikan untuk menghasilkan biodiesel dari minyak biji nyamplung (Trisunaryanti, 2015).

## B. Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang dari penelitian ini dapat dirumuskan batasan masalah sebagai berikut:

1. Analisis keasaman katalis Ni-Mo/Z alam teraktivasi asam menggunakan basa amonia.
2. Karakterisasi gugus fungsi menggunakan instrumen FT-IR sedangkan untuk menentukan kristalinitas katalis menggunakan instrument XRD.
3. Karakterisasi gugus fungsi biodiesel menggunakan instrumen FT-IR sedangkan untuk mengetahui senyawa dan jenis metil esternya menggunakan instrumen GC-MS.

### C. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dapat dirumuskan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana Pengaruh kadar logam Ni-Mo terhadap nilai keasaman katalis, dan karakteristik berdasarkan analisis FT-IR dan XRD?
2. Bagaimana pengaruh penambahan katalis Ni-Mo/ZA terhadap pembentukan metil ester dengan parameter kadar asam lemak bebas yang dihasilkan?
3. Bagaimana karakteristik kandungan biodiesel berdasarkan analisis FT-IR dan GC-MS serta sifat fisik biodiesel yang meliputi densitas, kadar air, angka asam dan rendemen?

### D. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Memahami pengaruh penambahan kadar logam Ni-Mo terhadap nilai keasaman katalis serta karakteristik berdasarkan analisis FT-IR dan XRD.

2. Memahami pengaruh penambahan katalis Ni-Mo/ZA terhadap pembentukan metil ester berdasarkan parameter kadar asam lemak bebasnya.
3. Memahami karakteristik hasil analisis kandungan biodiesel dan sifat fisik biodiesel yang meliputi densitas, kadar air, angka asam dan rendemen.

#### **E. Manfaat Penelitian**

1. Memberikan informasi mengenai cara preparasi dan karakteristik katalis Ni-Mo/ZA menggunakan metode impregnasi.
2. Memberikan informasi mengenai pengaruh katalis Ni-Mo/ZA terhadap proses esterifikasi biodiesel minyak biji nyamplung.
3. Meningkatkan nilai guna dan nilai ekonomi dari zeolit alam yang berasal dari Wonosari Gunungkidul Yogyakarta.
4. Menjadikan biodiesel yang dibuat dari minyak biji nyamplung sebagai alternatif bahan bakar diesel yang terbuat dari minyak bumi.

## **BAB V** **PENUTUP**

### **A. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa :

1. Impregnasi logam Ni-Mo yang berhasil terembankkan pada material zeolit alam yang teraktivasi dapat meningkatkan keasaman katalis menjadi 0,347, 0,516, dan 0,586 g/mmol
2. Berdasarkan analisis FT-IR diperoleh bilangan gelombang berturut-turut  $475\text{ cm}^{-1}$ ;  $793,89\text{ cm}^{-1}$ ;  $1043,78\text{ cm}^{-1}$ ;  $1627,2\text{ cm}^{-1}$ . Dan analisis XRD didapatkan hasil  $2\theta$  berturut-turut  $13,6^0$ ;  $19,8^0$ ;  $25,79^0$ ;  $26,69^0$ ;  $27,8^0$ ;  $22,40^0$ .
3. Reaksi esterifikasi menggunakan variasi katalis Mo/Z, Ni-Mo/Z 5%, Ni-Mo/Z 10% dapat menurunkan kadar asam lemak pada minyak biji nyamplung menjadi 1,69; 1,52; 0,74.
4. Berdasarkan analisis fisis biodiesel diperoleh massa jenis sebesar  $860\text{ kg/m}^3$ , kadar asam  $0,38\text{ mg/KOH}$ , dan kadar air  $0,045$ .

### **B. SARAN**

Perlu dilakukan adanya kajian dan pendalaman penelitian lebih lanjut mengenai preparasi minyak biji nyamplung menggunakan katalis Ni-Mo/Z baik untuk proses esterifikasi ataupun transesterifikasi

## DAFTAR PUSTAKA

- Agung, H.W. 2008. *Kajian Pengaruh Regenerasi terhadap karakter dan Aktivitas Katalis Ni-Pd/Zeolit-Y untuk Hidrorengkah Aspalten dari Aspal Buton.* Skripsi. Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Atabani, A.E., A.S. Silitonga, T.M.I. Mahlia, H.H. Masjuki dan I.A. Badrudin. 2011. “*Calophyllum inophyllum L. as a Potential Feedstock for Biodiesel Production*”. Department of Mechanical Engineering. Kuala Lumpur : Universiti of Malaya.
- Augustine, R.L. 1996. *Heterogeneous Cathalysis for the Synthetic Chekmist.* New York : Marcel Dekker Inc.
- Bahar, dkk. 2017. *Jurnal Teknik Kimia Universitas Riau.* Vol 4(2).
- Dewajani, H., 2008. *Potensi Minyak Kapuk Randu (Ceiba Pentandra) sebagai Bahan Baku Biodiesel.* Politeknik Negeri Malang
- Ding, W., Liang, J., dan Anderson, L.L. 1997. *Hydrocracking and Hydroisomerization of High-Density Polyethylene and Waste Plastic over Zeolit and Silica-Alumina-Supported Ni and Ni-Mo Sulfides.* Energ.Fuel. 12, 1219-1224.
- Foger, K. 1984. *Dispersed Metal Catalysis.Catalysis : Science and Technology Volume 6.* Berlin: Spinger-Verlag.
- Hadi, A. dan Wahyudi. 2009. “*Pemanfaatan Minyak Biji Nyamplung (Calophyllum Inophyllum L.) Sebagai Bahan Bakar Minyak Pengganti Solar*”. *Jurnal Riset Daerah* Vol. VIII no. 2
- Istadi. 2011. *Teknologi Katalis untuk Konversi Energi.* Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Krisnangkura, Kanit.1986. A Simple Method For Estimation of Cetane Index of Vegetablr Oil Methyl Esters. *JAOCs.* Vol. 63. No 4

- Meher, L.C., Ssupaya D.V., Naik, S.N. 2006. *Technical Aspects of Biodiesel Production by Transesterification a Review*. Renew. Sustain. Energy Rev., 10, Page. 248-268.
- Motasemi, F. dan F.N. Ani. 2012. "A Review on Microwave-Assisted Production of Biodiesel". Johor Bahru : Faculty of Mechanical Engineering, Universiti Teknologi Malaysia
- Musta, R. 2010. *Preparasi dan Karakterisasi Katalis CoMo/H-Zeolit Y*. Jurnal Fisika Flux. Vol 7 No.2:149-159.
- Nasikin, M. 2010. *Katalis Heterogen*. Jakarta: UI Press.
- Ramdhani dkk. 2017. *Jurnal Kimia dan Pendidikan Kimia*. Vol 2(1). 72-79.
- Roth, H. J., 1988. *Analisis Farmasi*. Yogyakarta: UGM Press.
- Sudarlin. 2015. Eksplorasi Energi. Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga. Yogyakarta
- Taslim dkk. 2015. *Jurnal Teknik Kimia USU*. 4(1). 35-41
- Trisunaryanti, dkk. 2005. *Preparasi, Karakterisasi dan Modifikasi Katalis Ni-Mo/Zeolit dan Mo-Ni Alam*. Indo. J. Chem.4(1): 269-282.
- Trisunaryanti, W. 2015. *Material Katalis dan Karakternya*. Yogyakarta:Gadja Mada University Press.
- Zhang, A.M., Han, D.C., Zhu, Z.Q., Lee, J.W., Rhee, H.K. 2003. *Synthetic and Catalytic Application of Ni-Supported Carbon Nanotube for n-Heptane Cracking*. Korean. J. Chem. Eng. 20, 4, 649-650



STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
**SUNAN KALIJAGA**  
**YOGYAKARTA**