

**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/Un.02/DST/PP.00.9/1/2019

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

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : MOH ALI MAQSHUDI ZAEN
Nomor Induk Mahasiswa : 15630031
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 Kriyadhyanto, S.Si, M.Sc
NIP. 198111112011011007

Penguji I

Endangaji Setyadi, M.Sc.
NIP. 198202052015031003

Penguji II

Dr. Maya Rahmawati, S.Si, M.Si.
NIP. 198106272006042003

Yogyakarta, 27 September 2019

UIN Sunan Kalijaga

Fakultas Sains dan Teknologi

Tekan

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/Zeorlit 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 dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan 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

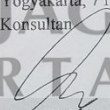
sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Kimia.

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

Wasalamu'alaikum wr. wb.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Yogyakarta, 7 November 2019
Konsultan


Endarujati 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 ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Yogyakarta, 7 November 2019
Konsultan

Dr. Maya Rahmayanti, S.Si., M.Si
NIP. 19810627 2004 2 003

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Mohammad Ali Maqshudi Zaen

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

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Moh. Ali Maqshudi Zaen
Moh. Ali Maqshudi Zae

MOTTO

**“Tatkala waktuku habis tanpa karya dan pengetahuan,
lantas apakah makna dari hidupku”
(Hadrotuss Syaikh KH M. Hasyim Asy’ari RA)**



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

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

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

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 diimpregnasikan menggunakan katalis bimetal Ni-Mo, hasil preparasi katalis akan digunakan sebagai katalis pada proses sintesis biodiesel dari minyak biji nyamplung. Penelitian ini dilakukan melalui dua proses, yaitu proses preparasi katalis Ni-Mo/Z dan sintesis biodiesel menggunakan minyak biji nyamplung. Preparasi 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 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 diimpregnasikan ke dalam zeolit teraktivasi asam dan tidak merusak strukturnya.

Reaksi esterifikasi menggunakan variasi katalis zeolit yang diimpregnasikan 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 (Kuncahyo *dkk*, 2013).

Upaya untuk menanggulangi ketergantungan pada bahan bakar fosil adalah dengan mengembangkan sumber energi alternatif lain yang dapat diperbaharui. Salah satu bahan bakar alternatif yang dapat diperbaharui 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 terbarui 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 pengemban. Material zeolit digunakan karena memiliki pori-pori yang dapat menukarkan 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 dalam teraktivasi asam menggunakan basa amonia.
2. Karakterisasi gugus fungsi menggunakan instrumen FT-IR sedangkan untuk menentukan kristalinitas katalis menggunakan instrumen 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 terembankan 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 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 $13,6^{\circ}$; $19,8^{\circ}$; $25,79^{\circ}$; $26,69^{\circ}$; $27,8^{\circ}$; $22,40^{\circ}$.
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 kg/m^3 , kadar asam 0,38 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 Catalysis for the Synthetic Chemist*. 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: Springer-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 Vegetabl 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