

**PERBANDINGAN RENDEMEN BIODIESEL DARI MINYAK
KELAPA SAWIT MENGGUNAKAN KATALIS K_2O /ZEOLIT
DAN K_2O /KARBON AKTIF**

SKRIPSI

**Untuk memenuhi sebagian persyaratan
Mencapai derajat sarjana S-1
Program Studi Kimia**



Oleh:
Ni'matul Khoiriyah
20106030003

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

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



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-1836/Un.02/DST/PP.00.9/10/2024

Tugas Akhir dengan judul : Perbandingan Rendemen Biodiesel dari Minyak Kelapa Sawit Menggunakan Katalis K₂O/Zeolit dan K₂O/Karbon Aktif

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : NIMATUL KHOIRIYAH
Nomor Induk Mahasiswa : 20106030003
Telah diujikan pada : Selasa, 24 September 2024
Nilai ujian Tugas Akhir : A-

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

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang

Sudarlin, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 66ff6d7d75efd



Penguji I

Khamidinal, S.Si., M.Si.
SIGNED

Valid ID: 66ff547d73959



Penguji II

Didik Krisdiyanto, S.Si., M.Sc
SIGNED

Valid ID: 66fe08c6e924d



Yogyakarta, 24 September 2024

UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 6700a1101a7c4

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ni'matul Khoiriyah
NIM : 20106030003
Jurusan : Kimia
Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul **“Perbandingan Rendemen Biodiesel dari Minyak Kelapa Sawit Menggunakan Katalis K_2O /Zeolit dan K_2O /Karbon Aktif”** adalah hasil karya pribadi yang tidak mengandung plagiarisme dan tidak berisi materi yang dipublikasikan atau ditulis orang lain, kecuali bagian-bagian tertentu yang penulis ambil sebagai acuan dengan tata cara yang dibenarkan secara ilmiah.

Jika terbukti pernyataan ini tidak benar, maka penulis siap mempertanggungjawabkan sesuai hukum yang berlaku.

Yogyakarta, 11 September 2024

Yang menyatakan

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA



Ni'matul Khoiriyah
NIM. 20106030003



Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga



FM-UINSK-BM-05-03/R0

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

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 serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Ni'matul Khoiriyah

NIM : 20106030003

Judul Skripsi : Perbandingan Rendemen Biodiesel dari Minyak Kelapa Sawit Menggunakan Katalis K_2O /Zeolit dan K_2O /Karbon Aktif

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 Program Studi Kimia.

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

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 11 September 2024

Pembimbing

Sudarlin, M.Si.

NIP. 19850611 201503 1 002

HALAMAN MOTTO

“Maka, ingatlah kepada-Ku, akupun akan ingat kepadamu. Bersyukurlah kepada-Ku dan janganlah ingkar kepada-Ku. Hai orang-orang yang beriman, jadikanlah sabar dan sholat sebagai penolongmu. Sesungguhnya Allah bersama orang-orang yang sabar”.

Q.S Al-Baqarah:2 ayat 152-153



HALAMAN PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim dengan memanjatkan puji syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya serta tidak lupa sholawat dan salam kepada Baginda Rasulullah SAW karya ini saya persembahkan untuk:

Kedua orang tua saya Bapak Kharisun dan Almarhumah Ibu Wiji Lestari
Ibu sambung saya Ibu Siti Robingatun
Segenap keluarga besar dan calon pendamping saya
Dosen Pembimbing Bapak Sudarlin, S.Si., M.Si.
Terima kasih atas seluruh dukungan materi, ilmu, dan nasihat yang selalu
diberikan, serta doa yang selalu kalian panjatkan

Untuk Almamater tercinta
Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah *rabbi* *Alamin*, puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat, taufik, serta hidayah-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan skripsi tugas akhir dari awal penelitian hingga penyusunan skripsi yang berjudul “Perbandingan Rendemen Biodiesel dari Minyak Kelapa Sawit Menggunakan Katalis K_2O /Zeolit dan K_2O /Karbon Aktif” yang dilaksanakan di Laboratorium Kimia Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga. Skripsi ini disusun sebagai bentuk pertanggungjawaban tertulis atas terlaksananya penelitian tugas akhir sebagai syarat memperoleh gelar Sarjana Sains bidang kimia UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dan mendukung sehingga penyusunan skripsi ini dapat terselesaikan. Ucapan terima kasih tersebut secara khusus penyusun sampaikan kepada:

1. Bapak Prof. Noorhaidi, M.A, M.Phil., Ph.D. selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Ibu Dr. Hj. Khurul Wardati, M.Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Ibu Dr. Imelda Fajriati, M.Si. selaku Ketua Program Studi Kimia
4. Ibu Dr. Esti Wahyu Widowati, M.Si. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan motivasi dan pengarahan selama studi.
5. Bapak Sudarlin, S.Si., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang dengan sabar dan ikhlas telah meluangkan waktunya untuk membimbing, mengarahkan, dan memotivasi dalam menyelesaikan penyusunan skripsi ini.
6. Bapak Indra Noviyanto, S.Si. selaku Pranata Laboratorium Kimia yang telah memberikan pengarahan dan masukan selama penelitian.
7. Seluruh dosen dan staf karyawan di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga yang telah membantu sehingga penyusunan skripsi ini dapat berjalan dengan lancar.
8. Seluruh staf dan teman-teman laboratorium kimia UIN Sunan Kalijaga atas saran dan bantuannya.
9. Segenap keluarga tercinta Bapak Kharisun, Almarhumah Ibu Wiji Lestari, dan Ibu Siti Robingatun.
10. Keluarga Hydroxyl (Kimia angkatan 20) yang bersedia memotivasi, memberi masukan dan dukungan selama ini.
11. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberikan semangat dan membantu baik dalam kegiatan penelitian maupun dalam penyusunan skripsi.

Semoga laporan skripsi ini dapat bermanfaat khususnya bagi mahasiswa Program Studi Kimia. Penyusun menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan laporan ini. Oleh karena itu, penyusun mengharapkan kritik dan

saran yang membangun sehingga dapat memperbaiki kembali penulisan laporan ini dan diharapkan dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Yogyakarta, 10 Agustus 2024

Penyusun



DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN	iii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI	iv
HALAMAN MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
ABSTRAK	xiv
ABSTRACT	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Batasan Masalah	4
C. Rumusan Masalah	5
D. Tujuan Penelitian	5
E. Manfaat Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	7
A. Tinjauan Pustaka	7
B. Landasan Teori	9
1. Biodiesel	9
2. Zeolit	14
3. Karbon Aktif	15
4. Kalium Hidroksida (KOH)	17
5. Metode Impregnasi	18
6. X-Ray Diffraction (XRD)	19
7. Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS)	20
C. Hipotesis Penelitian	21
BAB III METODE PENELITIAN	23
A. Waktu dan Tempat Penelitian	23
B. Alat-alat Penelitian	23
C. Bahan Penelitian	23
D. Cara Kerja Penelitian	23
6. Analisis Parameter Uji Biodiesel	28
7. Teknik Analisis Data	28
BAB IV PEMBAHASAN	30
A. Sintesis Katalis K_2O /Zeolit dan K_2O /Karbon Aktif	30
B. Penentuan Kadar Asam Lemak Bebas (FFA) Minyak Kelapa Sawit	35
C. Sintesis Biodiesel dari Minyak Kelapa Sawit	37
D. Karakterisasi Biodiesel Menggunakan Instrumen GC-MS	40

E. Pengujian Titik Nyala Biodiesel	48
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	50
A. Kesimpulan	50
B. Saran.....	50
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN.....	56



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Reaksi transesterifikasi.....	11
Gambar 2. 2. Reaksi esterifikasi	13
Gambar 2. 3. Struktur aluminosilikat	14
Gambar 4. 1. Difraktogram katalis K_2O /zeolit dan K_2O /karbon aktif	33
Gambar 4. 2. Reaksi indikator fenolftalein dengan NaOH	36
Gambar 4. 3. Dua lapisan pada biodiesel katalis K_2O /karbon aktif.....	38
Gambar 4. 4. Dua lapisan pada biodiesel katalis K_2O /zeolit	38
Gambar 4. 5. Kromatogram biodiesel dari minyak kelapa sawit dengan katalis K_2O /karbon aktif	41
Gambar 4. 6. Spektrum massa puncak pertama biodiesel - K_2O /karbon aktif.....	42
Gambar 4. 7. Spektrum massa puncak kedua biodiesel - K_2O /karbon aktif.....	43
Gambar 4. 8. Spektrum massa puncak ketiga biodiesel - K_2O /karbon aktif.....	43
Gambar 4. 9. Spektrum massa puncak keempat biodiesel - K_2O /karbon aktif.....	43
Gambar 4. 10. Spektrum massa puncak kelima biodiesel - K_2O /karbon aktif.....	44
Gambar 4. 11. Spektrum massa puncak keenam biodiesel - K_2O /karbon aktif.....	44
Gambar 4. 12. Spektrum massa puncak ketujuh biodiesel - K_2O /karbon aktif.....	44
Gambar 4. 13. Kromatogram biodiesel dari minyak kelapa sawit dengan katalis K_2O /zeolit.....	45
Gambar 4. 14. Spektrum massa puncak pertama biodiesel - K_2O /zeolit	46
Gambar 4. 15. Spektrum massa puncak kedua biodiesel - K_2O /zeolit.....	46
Gambar 4. 16. Spektrum massa puncak ketiga biodiesel - K_2O /zeolit	46
Gambar 4. 17. Spektrum massa puncak keempat biodiesel - K_2O /zeolit.....	47
Gambar 4. 18. Spektrum massa puncak kelima biodiesel - K_2O /zeolit	47
Gambar 4. 19. Spektrum massa puncak keenam biodiesel - K_2O /zeolit.....	47
Gambar 4. 20. Spektrum massa puncak ketujuh biodiesel - K_2O /zeolit	48

DAFTAR TABEL

Tabel	2. 1. Spesifikasi biodiesel SNI 7182:2015	13
Tabel	2. 2. Sifat fisika dan kimia kalium hidroksida	17
Tabel	4. 1. Rendemen biodiesel minyak kelapa sawit	39
Tabel	4. 2. Komposisi senyawa metil ester biodiesel minyak kelapa sawit dengan katalis K_2O /karbon aktif	42
Tabel	4. 3. Komposisi senyawa metil ester biodiesel minyak kelapa sawit dengan katalis K_2O /zeolit.....	45
Tabel	4. 4. Hasil pengujian titik nyala biodiesel.....	49

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan.....	56
Lampiran 2. Gambar sintesis katalis K_2O /Zeolit	61
Lampiran 3. Gambar sintesis katalis K_2O /karbon aktif	62
Lampiran 4. Gambar sintesis biodiesel	63
Lampiran 5. Hasil Uji GC-MS biodiesel dengan katalis K_2O /zeolit	65
Lampiran 6. Hasil Uji GC-MS biodiesel dengan katalis K_2O /karbon aktif.....	66
Lampiran 7. Hasil Uji XRD katalis K_2O /zeolit dan K_2O /karbon aktif	67

ABSTRAK

Perbandingan Rendemen Biodiesel dari Minyak Kelapa Sawit Menggunakan Katalis K_2O /Zeolit dan K_2O /Karbon Aktif

Oleh: Ni'matul Khoiriyah

Pembimbing: Sudarlin, M.Si.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan perbandingan rendemen biodiesel dari minyak kelapa sawit menggunakan katalis K_2O /zeolit dan K_2O /karbon aktif. Sintesis katalis K_2O /zeolit dan K_2O /karbon aktif dilakukan melalui proses impregnasi KOH. Hasil pengujian XRD katalis K_2O /zeolit dan K_2O /karbon aktif menunjukkan bahwa puncak K_2O berhasil terbentuk pada sudut 2θ : $29,6^\circ$; $32,2^\circ$; $39,7^\circ$; dan $48,6^\circ$. Reaksi transesterifikasi dilakukan pada suhu 60°C selama 2 jam dengan perbandingan mol minyak dan metanol sebesar 1:6 dan penambahan katalis 3%. Biodiesel dengan katalis K_2O /zeolit menghasilkan rendemen sebesar 51,66% dan biodiesel dengan katalis K_2O /karbon aktif menghasilkan rendemen sebesar 78,53%. Rendemen biodiesel K_2O /karbon aktif lebih tinggi disebabkan karena katalis K_2O /karbon aktif memiliki senyawa K_2O yang lebih banyak. Berdasarkan hasil pengujian GC-MS, biodiesel dengan katalis K_2O /zeolit dan K_2O /karbon aktif memiliki komposisi metil ester masing-masing sebesar 99,6% dan 100% dengan komponen metil ester yang mendominasi yaitu metil ester palmitat. Pengujian titik nyala biodiesel dengan katalis K_2O /zeolit dan K_2O /karbon aktif menunjukkan hasil masing-masing pada suhu 150°C dan 145°C .

Kata Kunci: Biodiesel, Minyak Kelapa Sawit, K_2O /Zeolit, K_2O /Karbon Aktif, Impregnasi

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

ABSTRACT

Comparison of Biodiesel Yield from Palm Oil Using K_2O /Zeolite and K_2O /Activated Carbon Catalysts

By: Ni'matul Khoiriyah

Supervisor: Sudarlin, M.Si.

This research aims to determine the comparison of biodiesel yield from palm oil using K_2O /zeolite and K_2O /activated carbon catalysts. Synthesis of K_2O /zeolite and K_2O /activated carbon catalysts were carried out through a KOH impregnation process. XRD test results of K_2O /zeolite and K_2O /activated carbon catalysts show that the K_2O peak is successfully formed at corner 2θ : $29,6^\circ$; $32,2^\circ$; $39,7^\circ$; and $48,6^\circ$. The transesterification reaction was carried out at a temperature of 60°C for 2 hours with a mole ratio of oil and methanol of 1:6 and the addition of 3% catalyst. Biodiesel with K_2O /zeolite catalyst produced a yield of 51,66% and biodiesel with K_2O /activated carbon catalyst produced a yield of 78,53%. The higher yield of K_2O /activated carbon biodiesel is due to the fact that the K_2O /activated carbon catalyst has more K_2O compounds. Based on the GC-MS test results, biodiesel with K_2O /zeolite and K_2O /activated carbon catalyst has a methyl ester composition of 99.6% and 100% respectively with the dominating methyl ester component, namely methyl ester palmitate. Flash point testing of biodiesel with K_2O /zeolite catalyst and K_2O /activated carbon catalyst show the respective results at a temperature of 150°C and 145°C .

Keywords: Biodiesel, Palm Oil, K_2O /Zeolite, K_2O /Activated Carbon, Impregnation

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Biodiesel merupakan energi alternatif ramah lingkungan yang dibuat melalui reaksi esterifikasi dan transesterifikasi minyak atau lemak dengan bantuan katalis (Rahardja, dkk., 2019). Biodiesel dibuat menggunakan minyak yang merupakan bahan baku terbarukan sehingga ketersediannya terjamin. Biodiesel disebut sebagai bahan bakar ramah lingkungan karena tidak mengandung belerang sehingga dapat meminimalisir kerusakan lingkungan akibat hujan asam. Hal ini disebabkan karena bahan baku yang digunakan yaitu minyak nabati memiliki kandungan sulfur yang rendah sehingga dapat mengurangi kadar SO_x di udara (Suwarsono, dkk., 2008). Pembakaran biodiesel menghasilkan emisi gas buang yang relatif lebih rendah dibandingkan dengan emisi bahan bakar konvensional (Janajreh et al., 2015).

Biodiesel diperoleh melalui reaksi esterifikasi asam lemak nabati atau transesterifikasi trigliserida dengan alkohol. Proses ini menghasilkan dua produk yaitu biodiesel (senyawa metil ester) dan gliserin sebagai produk samping (Rahayu, 2005). Produksi biodiesel dapat menggunakan minyak nabati sebagai bahan baku utama. Beberapa minyak nabati yang dapat digunakan dalam produksi biodiesel adalah minyak kedelai, kelapa sawit, bunga matahari, dan jarak pagar. Minyak nabati mengandung komponen utama berupa trigliserida yang merupakan ikatan asam lemak jenuh dan tak jenuh (Dimawarnita, dkk., 2021). Dalam penelitian ini,

minyak kelapa sawit dipilih sebagai bahan baku dalam sintesis biodiesel karena minyak kelapa sawit memiliki kandungan trigliserida mencapai 93% (Setyopartomo, P., 2013). Selain itu, minyak kelapa sawit juga merupakan bahan yang ramah lingkungan dan dianggap efektif dalam menurunkan emisi karbon di sektor energi. Selain itu, minyak kelapa sawit merupakan sumber energi potensial yang ketersediannya melimpah (Julianti, dkk., 2014).

Maulidan, dkk. (2020) telah melakukan penelitian mengenai sintesis biodiesel dari minyak kelapa sawit dan diperoleh rendemen sebesar 29,5%. Penggunaan katalis menjadi hal yang harus diperhatikan dalam proses sintesis karena dapat meningkatkan laju reaksi. Katalis heterogen dinilai memiliki aktivitas katalitik yang lebih tinggi dan lebih stabil dibandingkan katalis homogen (Taslim, dkk., 2017). Dalam sintesis biodiesel, katalis heterogen dapat menyuplai sisi aktifnya untuk trigliserida dan alkohol sehingga dapat mempercepat reaksi (Melki, dkk., 2022). Penggunaan katalis heterogen melibatkan proses difusi, sehingga katalis heterogen harus memiliki luas permukaan yang besar. Di antara bahan yang memiliki luas permukaan yang besar dan berpotensi menjadi bagian dari katalis yaitu zeolit dan karbon aktif. Kedua bahan ini berperan sebagai penyangga sisi aktif katalis. Zeolit sebagai penyangga sisi aktif katalis memiliki stabilitas termal yang tinggi. Hal ini dibuktikan dengan penggunaan kembali katalis zeolit selama tiga siklus reaksi, di mana katalis baru dan bekas memiliki difraktogram XRD yang mirip dan gugus fungsi yang serupa (Seejandee, et al., 2024). Karbon aktif sebagai penyangga sisi aktif katalis menyebabkan proses transesterifikasi lebih efisien dibandingkan dengan penggunaan katalis homogen. Katalis karbon aktif juga

memiliki stabilitas termal yang baik. Hal ini dibuktikan dengan penggunaan katalis secara berulang selama tiga siklus reaksi tetap menghasilkan rendemen biodiesel yang tinggi dan tanpa kehilangan aktivitas yang signifikan (Narowska, et al., 2020).

Penggunaan zeolit sebagai katalis dapat diaktivasi dengan dimodifikasi untuk memperbesar aktivitasnya. Parinduri, dkk. (2017) berhasil memodifikasi zeolit dengan impregnasi senyawa basa KOH. Di samping itu, karbon aktif tidak dapat digunakan secara langsung sebagai katalis dalam biodiesel karena memiliki sifat kebasahan yang rendah. Maka dari itu perlu dilakukan modifikasi pada karbon aktif. Zamhahri, M., dkk. (2021), telah berhasil memodifikasi karbon aktif dengan impregnasi senyawa basa KOH sebagai katalis dalam biodiesel. Namun belum dilakukan penelitian mengenai perbandingan zeolit dan karbon aktif melalui perlakuan yang sama sebagai bahan penyangga katalis dalam sintesis biodiesel sehingga dapat diketahui zat yang mampu menghasilkan biodiesel dengan rendemen yang lebih tinggi.

Penggunaan zeolit dan karbon aktif sebagai katalis dalam sintesis biodiesel, dapat menjadi solusi dari penggunaan katalis homogen yang dinilai kurang ramah lingkungan. Katalis homogen memiliki kelemahan yaitu sulit dipisahkan yang pada akhirnya harus dibuang sebagai limbah sehingga dapat mencemari lingkungan. Selain itu, penggunaan katalis homogen dapat menyebabkan terjadinya reaksi samping berupa reaksi penyabunan sehingga akan berpengaruh pada produk akhir yang dihasilkan (Santoso, dkk., 2013).

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka penelitian ini perlu melakukan modifikasi dua katalis basa heterogen yaitu K_2O /zeolit dan K_2O /karbon

aktif melalui impregnasi KOH. Penggunaan kedua katalis heterogen termodifikasi tersebut diharapkan dapat menghasilkan biodiesel dengan rendemen yang lebih tinggi dan sebagai alternatif penggunaan katalis homogen yang lebih ramah lingkungan.

Karakterisasi katalis modifikasi dilakukan menggunakan metode *X-Ray Diffraction* (XRD) untuk mengetahui struktur zeolit dan karbon aktif pada kondisi setelah impregnasi KOH. Pengujian XRD juga dimaksudkan untuk mengetahui keberhasilan proses impregnasi yang ditandai dengan munculnya puncak K_2O pada pola difraksi XRD. Terbentuknya K_2O merupakan konversi dari KOH setelah proses impregnasi (Suryana, 2018). Biodiesel yang terbentuk dihitung nilai *yield* biodiesel untuk mengetahui katalis modifikasi yang lebih optimal. Hasil sintesis biodiesel dikarakterisasi menggunakan GC-MS untuk menentukan struktur kimia dari metil ester berdasarkan perhitungan massa dari molekul tersebut dan pola fragmentasinya (Syaifuddin, 2020). Selain itu, dilakukan pula pengujian titik nyala pada biodiesel untuk mengetahui pada suhu berapa biodiesel dapat terbakar ketika didekatkan dengan sumber api (Palupi & Siswani, 2016).

B. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian yang dilakukan sebagai berikut:

1. Zeolit yang digunakan pada penelitian ini merupakan zeolit komersial yang telah teraktivasi.
2. Karbon aktif yang digunakan pada penelitian ini merupakan karbon komersial yang telah teraktivasi.

3. Metode impregnasi yang digunakan merujuk pada kondisi optimum hasil penelitian sebelumnya. Kondisi optimum proses impregnasi KOH ke dalam karbon aktif yaitu dengan konsentrasi KOH 5 N dan waktu impregnasi selama 21 jam (Zamhari, dkk., 2021). Hasil terbaik proses impregnasi KOH ke dalam zeolit yaitu menggunakan konsentrasi larutan KOH 75 gram/100 mL akuades dengan waktu impregnasi selama 2 jam (Taslim, dkk., 2017).
4. Minyak yang digunakan pada penelitian ini merupakan minyak kelapa sawit sebagai minyak goreng komersial yang belum pernah digunakan.
5. Karakterisasi katalis modifikasi dilakukan menggunakan metode *X-Ray Diffraction* (XRD) untuk mengetahui struktur kristal zeolit dan karbon aktif sebelum dan setelah impregnasi KOH.

C. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian adalah sebagai berikut:

1. Apakah K_2O /zeolit dan K_2O /karbon aktif dapat disintesis melalui proses impregnasi KOH berdasarkan data XRD?
2. Bagaimana perbandingan rendemen produk biodiesel dari minyak kelapa sawit menggunakan katalis K_2O /zeolit dan K_2O /karbon aktif berdasarkan data GC-MS?

D. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menyintesis K_2O /zeolit dan K_2O /karbon aktif melalui proses impregnasi KOH yang dikarakterisasi menggunakan XRD.

2. Menentukan rendemen biodiesel dari minyak kelapa sawit menggunakan katalis K_2O /zeolit dan K_2O /karbon aktif.

E. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan informasi bahwa minyak dapat diolah menjadi biodiesel sebagai energi terbarukan yang ramah lingkungan
2. Mengurangi pencemaran lingkungan dengan penggunaan katalis heterogen termodifikasi dalam pembuatan biodiesel
3. Menambah khasanah ilmu pengetahuan

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Sintesis katalis K_2O /zeolit dan K_2O /karbon aktif dapat dilakukan menggunakan metode impregnasi KOH. Karakterisasi katalis menggunakan instrumen XRD menghasilkan puncak difraksi pada sudut 2θ : $29,6^\circ$; $32,2^\circ$; $39,7^\circ$; dan $48,6^\circ$ yang mengindikasikan terbentuknya senyawa K_2O .
2. Biodiesel dengan katalis K_2O /zeolit menghasilkan rendemen sebesar 51,66% dan biodiesel dengan katalis K_2O /karbon aktif menghasilkan rendemen sebesar 78,53%. Rendemen biodiesel K_2O /karbon aktif lebih tinggi disebabkan karena katalis K_2O /karbon aktif memiliki senyawa K_2O yang lebih banyak.

B. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, terdapat saran untuk penelitian selanjutnya yaitu:

1. Menambah variasi penambahan katalis di bawah 3%
2. Menambah parameter uji biodiesel berdasarkan SNI 7182:2015

DAFTAR PUSTAKA

- Ainayya, Q. Impregnasi kalium hidroksida (koh) terhadap karbon aktif tempurung kelapa untuk adsorpsi gas h₂s pada area eksplorasi panas bumi (Bachelor's thesis, Fakultas Sains dan Teknologi UIN Syarif Hidayatullah Jakarta).
- Anggraini, T. M., & Fitriani, N. (2018). Limbah Ampas Tahu Sebagai Bahan Baku Untuk Produksi Biodiesel. *Jurnal Integrasi Proses*, 7(1), 13-19.
- Arijanto, B. Y. 2010. Pengujian Kompok Gas Hemat Energi Dengan Memanfaatkan Elektrolisa Air Berlarutan KOH. Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) ke-9. Fakultas Teknik Jurusan Mesin Universitas Diponegoro Semarang.
- Atmono, A., Natalina, N., & Mukti, A. M. (2017). Pengaruh arang aktif dan zeolit sebagai media adsorben dalam penurunan kadar logam krom pada air limbah cair penyablonan pakaian. *Jurnal Rekayasa, Teknologi, dan Sains*, 1(1).
- Baidawi, A., Latif, I., dan Rachmaniah, O., 2008, Transesterifikasi dengan Co-Solvent sebagai salah satu alternatif Peningkatan Yield Metil Ester pada Pembuatan Biodiesel dari Crude Palm Oil (CPO), Chemical National Seminar, 26 Agustus 2008, Surabaya.
- Baroutian, S., Aroua, M. K., Raman, A. A. A., & Sulaiman, N. M. N. (2010). Potassium hydroxide catalyst supported on palm shell activated carbon for transesterification of palm oil. *Fuel Processing Technology*, 91(11), 1378-1385.
- Bhatnagar, A., Hogland, W., Marques, M., dan Sillanpää, M. (2013, Mar). "An Overview of the Modification Methods of Activated Carbon for Its Water Treatment Applications." *Chemical Engineering Journal*. 219, pp. 499 – 511.
- Cahaya, R. A. D., Fadarina, H. C., & Zamhari, M. (2022). Sintesis Katalis Karbon Aktif Cangkang Biji Karet Diimpregnasi CaO dan KOH untuk Pembuatan Biodiesel dari Minyak Jelantah. *KINETIKA*, 13(02), 42-46.
- Catalyst, American Society, 155, 6687 – 6718.
- Darmapatni, K. A. G., A. Basori, dan N. M. Suaniti. 2016. Pengembangan Metode GCMS Untuk Penetapan Kadar Acetaminophen Pada Spesimen Rambut Manusia. *Jurnal Biosains Pascasarjana*. 3(18): 62-69
- David, G. W., 2005, Analisis Farmasi, Edisi kedua, EGC, Jakarta
- Dermawan, Panji. 2008. evaluasi persamaan bet dan hasil modifikasinya dalam merepresentasikan data hasil eskperimen adsorpsi gas pada tekanan tinggi. Fakultas Teknik. Universitas Indonesia:Depok.

- Dewi, R., Azhari, A., & Nofriadi, I. (2021). Aktivasi karbon dari kulit pinang dengan menggunakan aktivator kimia KOH. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 9(2), 12-22.
- Dewi, T. K., Mahdi, M., & Novriyansyah, T. (2016). Pengaruh rasio reaktan pada impregnasi dan suhu reduksi terhadap karakter katalis kobalt/zeolit alam aktif. *Jurnal Teknik Kimia*, 22(3), 9-18.
- Dimawarnita, F., Arfiana, A. N., Mursidah, S., Maghfiroh, S. R., & Suryadarma, P. (2021). OPTIMASI Produksi Biodiesel Berbasis Minyak Nabati Menggunakan Aspen HYSYS. *Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor*.
- Dongoran, J., Sulistiawati, P., Simangunsong, S. Y., Paksi, P. G. R., & Pasaribu, M. H. (2021). Perkembangan Zeolit Sebagai Katalis Alam Potensial. *Jurnal Jejaring Matematika dan Sains*, 3(2), 28-39.
- Effendi, S. R., & Sofith, C. D. (2021). Pengaruh Ukuran Partikel Zeolit Alam yang Diaktivasi dan Diimpregnasi HCl dan Mg^{2+} pada Penjerapan Ion Fosfat. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 10(1), 13-18.
- Efiyanti, L., Wati, S. A., & Maslahat, M. (2020). Pembuatan dan analisis karbon aktif dari cangkang buah karet dengan proses kimia dan fisika. *Jurnal Ilmu Kehutanan*, 14(1), 94-108.
- Falah, A. S. A. (2018). Modifikasi katalis zeolit menggunakan ultrasonik dengan variasi konsentrasi kalium hidroksida dan aplikasinya untuk pembuatan biodiesel dari minyak jarak (*Ricinus Communis*) (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim).
- Hastuti, E. (2011). Analisa Difraksi Sinar X TiO_2 dalam Penyiapan Bahan Sel Surya Tersensitisasi Pewarna. *Jurnal Neutrino: Jurnal Fisika dan Aplikasinya*.
- Janajreh I, El-Samad T, Al-Jaberi A, Diouri M. 2015. Transesterification of waste cooking oil: kinetic study and reactive flow analysis. *Journal Energy Procedia*. 75:547-553.
- Jatmiko, G. M., & Murwani, I. K. (2017). Sintesis dan Luas Permukaan Padatan $Mg_{1-x}Cu_xF_1$, 985OH0, 015. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 6(2), C49-C51.
- Jazuli, M., & Wibowo, A. A. (2020). Biodiesel sebagai Sumber Energi Terbarukan: Proses dan Teknologi Terkini. *DISTILAT: Jurnal Teknologi Separasi*, 6(2), 445-450.
- Julianti, N. K., Wardani, T. K., Gunardi, I., & Roesyad, A. (2014). Pembuatan Biodiesel dari Minyak Kelapa Sawit RBD dengan Menggunakan Katalis Berpromotor Ganda Berpenyangga γ -Alumina ($CaO/MgO/\gamma-Al_2O_3$) dalam Reaktor Fluidized Bed. *Jurnal Teknik ITS*, 3(2), B143-B148.

- Kartika, I. A., & Pujiastuti, Y. (2012). Optimasi produksi biodiesel dari biji jarak pagar melalui transesterifikasi in situ menggunakan metode respon permukaan. *E-jurnal Agro-Industri Indonesia*, 1(2).
- Kusdarto, 2008. Potensi Zeolit di Indonesia. Pusat Sumber Daya Geologi, Badan Geologi, Departemen Energi dan Sumberdaya Mineral, Bandung.
- Kusuma, R. I., Hadinoto, J. P., Ayucitra, A., Soetaredjo, F. E., & Ismadji, S. (2013). Natural zeolite from Pacitan Indonesia, as catalyst support for transesterification of palm oil. *Applied Clay Science*, 74, 121-126.
- Las, T., & Zamroni, H. (2002). Penggunaan zeolit dalam bidang industri dan lingkungan. *Jurnal Zeolit Indonesia*, 1(1), 27-34.
- Maulidan, F., Ramadhanti, F. A., & Wahyudi, B. (2020). Pemanfaatan CPO Off-Grade Dalam Pembuatan Biodiesel Menggunakan Katalis CaO Pada Reaksi Transesterifikasi. *Chempro*, 1(2), 26-31.
- Mikrajuddin, A., & Khairurrijal, K. (2009). Review: Karakterisasi Nanomaterial. *J. Nanosains Nanoteknologi*.
- Moshoeshoe, M., Nadiye-Tabbiruka, M.S., and Obuseng, V., 2017, A Review of the Chemistry, Structure, Properties and Applications of Zeolites, *Am. J. Mater. Sci.*, 7, 191–221.
- Munasir, M., Triwikantoro, T., Zainuri, M., & Darminto, D. (2012). Uji XRD dan XRF pada bahan mineral (batuan dan pasir) sebagai sumber material cerdas (CaCO_3 dan SiO_2). *Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya (JPFA)*, 2(1), 20-29.
- Munnik P., Petra, E., Kirjn, P. 2015. Recent Developments In The Synthesis Of Supported
- Muzwar, K., Hidajat, W. K., & Winarno, T. (2018). Genesis dan Karakteristik Endapan Zeolit Desa Hargomulyo dan Sekitarnya, Kecamatan Gedangsari, Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal Geosains dan Teknologi*, 1(1), 19-24.
- Narowska, B. E., Kułazyński, M., & Łukaszewicz, M. (2020). Application of Activated Carbon to Obtain Biodiesel from Vegetable Oils. *Catalysts*, 10(9), 1049.
- Palupi, A. T., & Siswani, E. D. (2016). Sintesis Biodiesel dari Minyak Biji Kapuk Randu pada Variasi Suhu dan Waktu Transesterifikasi Berkatalis NaOH. *Jurnal Elemen Kimia*, 5(3).
- Parinduri, S. Z. D. M., & Ningsih, P. R. W. (2017). Pembuatan Biodiesel dari Minyak Dedak Padi Dengan Reaksi Transesterifikasi Menggunakan Katalis Heterogen Zeolit Alam Yang Dimodifikasi Dengan Koh. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 6(1), 12-18.
- Prasetyo, J. (2018). Studi Pemanfaatan Minyak Jelantah Sebagai Bahan Baku Pembuatan Biodiesel. *Jurnal Ilmiah Teknik Kimia UNPAM*, 2(2), 1-10.

- Pratapa, S. (2009). Difraksi Sinar-X untuk Sidikjari dalam Analisis Nanostruktur. Prosiding Seminar Nasional Hamburan Neutron Dan Sinar-X Ke 7, 1–5
- Rahardja, I. B., Sukarman, S., & Ramadhan, A. I. (2019). Analisis Kalori Biodiesel Crude Palm Oil (CPO) dengan Katalis Abu Tandan Kosong Kelapa Sawit (ATKKS). *Prosiding Semnastek*.
- Rahayu M. 2005. Teknologi proses produksi biodiesel. buku ilmiah : prospek pengembangan bio-fuel sebagai substitusi bahan bakar minyak. 17–28
- Ramadani, S. (2020). *Analisa Kohesi dan Sudut Geser Tanah Lempung Dengan Campuran Zeolit* (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Santoso, H., Kristianto, I., & Setyadi, A. (2013). Pembuatan biodiesel menggunakan katalis basa heterogen berbahan dasar kulit telur. *Research Report-Engineering Science*, 1.
- Saputra, A. T., Wicaksono, M. A., & Irsan, I. (2018). Pemanfaatan Minyak Goreng Bekas untuk Pembuatan Biodiesel Menggunakan Katalis Zeolit Alat Teraktivasi. *Jurnal Chemurgy*, 1(2), 1-6.
- ScienceLab (2011) Material Safety Data Sheet Pottasium ydroxide MSDS
- Seejandee, P., Osakoo, N., Sereerattanakorn, P., Krukkratoke, P., Keawkumay, C., Pansakdanon, C., & Prayoonpokarach, S. (2024). Comparison of potassium catalysts on zeolite sodium A and X in transesterification of palm oil and active species specification. *Heliyon*, 10(16).
- Sembiring, M.T. dan T. Sinaga. 2003. Arang Aktif Pengenalan dan Proses Pembuatannya. Universitas Sumatera Utara. Sumatera Utara.
- Setiawan, Y., Mahatmanti, F. W., & Hanis, H. (2018). Preparasi dan Karakterisasi Nanozeolit dari Zeolit Alam Gunungkidul dengan Metode Top-Down. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 7(1), 43-49.
- Setyoprato, P. (2013). Produksi asam lemak dari minyak kelapa sawit dengan proses hidrolisis. *Jurnal Teknik Kimia*, 7(1), 26-31.
- Suryana, R. (2018). Pengaruh variasi penambahan KOH/Zeolit alam teraktivasi sebagai katalis heterogen pada reaksi transesterifikasi minyak jarak (*Ricinus communis*) pembuatan biodiesel (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim).
- Suwarso, W. P., Gani, I. Y., & Kusyanto, K. (2008). Sintesis Biodiesel dari Minyak Biji Ketapang (*Terminalia Catappa* Linn.) yang berasal dari Tumbuhan di Kampus UI Depok. *Jurnal Kimia Valensi*, 1(2).
- Syaifuddin. (2020). *Sintesis dan karakterisasi KOH/zeolit alam menggunakan metode sonikasi sebagai katalis pada transesterifikasi minyak kelapa sawit dengan variasi waktu reaksi* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim).
- Tarmidzi, F. M., Putri, M. A. S., Andriani, A. N., & Alviany, R. (2021). Pengaruh Aktivator Asam Sulfat dan Natrium Klorida pada Karbon Aktif Batang

- Semu Pisang untuk Adsorpsi Fe. *Jurnal Rekayasa Bahan Alam dan Energi Berkelanjutan*, 5(1), 17-21.
- Taslim, B., Parinduri, S., Ningsih, P., & Taruna, N. (2019). Preparation, Characterization and Application of Natural Zeolite from Tapanuli Indonesia Modified with KOH as Catalyst Support for Transesterification of Rice Bran Oil. *International Journal of Engineering Research and Technology*, 12(9), 1452-1456.
- Taslim, T., Bani, O., Iriany, I., Aryani, N., & Kaban, G. S. (2018). Preparation of activated carbon-based catalyst from candlenut shell impregnated with KOH for biodiesel production. *Key Engineering Materials*, 777, 262-267.
- Trisnaliany, L. (2018). Proses Produksi Biodiesel Dari Minyak Jelantah Menggunakan *Microwave Hydro Distillation* dan Separasi Tegangan Tinggi. *KINETIKA*, 9(2), 25-30.
- Umam, M. N. (2018). Variasi waktu reaksi transesterifikasi minyak jarak dengan menggunakan katalis KOH/Zeolit dalam pembuatan biodiesel (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim).
- Wu, L., T. Wei, T, Z. Tong, Y. Zou, Z. Lin, J. Sun. 2016. Bentonite Enhanced Biodiesel Production by NaOH-Catalyzed Transesterification of Soybean Oil
- Yahya, M.A. (2018, Jun). "A Brief Review on Activated Carbon Derived From Agriculture By-Product." *Recent Advancement on Applied Physics Industrial Chemistry and Chemical Technology*, pp. 1 – 8
- Yuhermita, N. M., Nazarudin, N., Alferando, O., Prabasari, I. G., & Haviz, M. (2021). Perengkahan Katalitik Minyak Jelantah Menggunakan Katalis Co-Carbon Yand Dihasilkan Dengan Metode Ion Exchange. *Journal BiGME*, 1(1), 1-22.
- Zamhari, M., Junaidi, R., Rachmatika, N., & Oktarina, A. (2021). Pembuatan Katalis Berbasis Karbon Aktif Dari Tempurung Kelapa (Cocos Nucifera) Diimpregnasi KOH Pada Reaksi Transesterifikasi Sintesis Biodiesel. *KINETIKA*, 12(1), 23-31.
- Zhou, B. (2010). "Potassium Hydroxide MSDS English." Retrieved 17 Oktober, 2013, from <http://www.docstoc.com/docs/49025968/Potassium-Hydroxide-MSDSEnglish-ETABLISSEMENT-D-UNE--avoid-contacts-with>