

LAPORAN PENELITIAN

POTENSI KULIT PISANG KEPOK MATANG SEBAGAI KATALIS HETEROGEN PENGHASIL BODIESEL DENGAN BAHAN BAKU MINYAK JELANTAH



Disusun Oleh :

Nisrina Nada Salma (3335180038)

Umi Hanifah (3335180028)

**JURUSAN TEKNIK KIMIA – FAKULTAS
TEKNIK UNIVERSITAS SULTAN AGENG
TIRTAYASA CILEGON - BANTEN**

2022

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Nisrina Nada Salma

NIM : 333518038

Menyatakan bahwa hasil penelitian saya yang berjudul:

**“POTENSI KULIT PISANG KEPOK MATANG SEBAGAI KATALIS
HETEROGEN PENGHASIL BIODIESEL DENGAN BAHAN BAKU MINYAK
JELANTAH”**

Adalah hasil karya sendiri dan bukan hasil jiplakan. Apabila dikemudian hari diketahui bahwa hasil penelitian saya merupakan hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai aturan hukum yang berlaku.

Cilegon, 14 Agustus 2023

Yang Menyatakan,



Nisrina Nada Salma

NIM.3335180038

LEMBAR PENGESAHAN
PROPOSAL PENELITIAN
POTENSI KULIT PISANG KEPOK MATANG SEBAGAI
KATALIS HETEROGEN PENGHASIL BIODIESEL DENGAN
BAHAN BAKU MINYAK JELANTAH

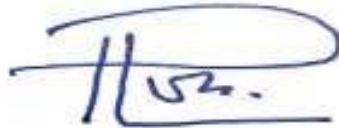
Diajukan Oleh :

Nisrina Nada Salma (3335180038)

Umi Hanifah (3335180028)

Telah Diperiksa dan Disetujui Oleh Dosen Pembimbing

Pada Tanggal 22 Juni 2021



Dr. H. Rudi Hartono, S.T., M.T.

NIP. 196702062001121001

LEMBAR PENGESAHAN

LAPORAN PENELITIAN

**POTENSI KULIT PISANG KEPOK MATANG SEBAGAI
KATALIS HETEROGEN PENGHASIL BIODIESEL DENGAN
BAHAN BAKU MINYAK JELANTAH**

Disusun Oleh :

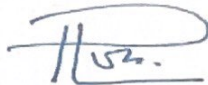
Nisrina Nada Salma (3335180038)

Umi Hanifah (3335180028)

Telah Disetujui Oleh Dosen Pembimbing dan Telah dipertahankan di Hadapan
Dewan Penguji

Pada Tanggal 27 Desember 2022

Dosen Pembimbing



Dr. H. Rudi Hartono, ST., MT., IPM

NIP. 196702062001121001

Dosen Penguji 1



Dr.-Ing. Anton Irawan, ST., MT

NIP.197510012008011007

Dosen Penguji 2



Wardalia, ST., MT

NIP.198406202008122002

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Kimia



Dr. Jayanudin, S.T., M.Eng

NIP.197808112005011003

ABSTRAK

POTENSI KULIT PISANG KEPOK MATANG SEBAGAI KATALIS HETEROGEN PENGHASIL BIODIESEL DENGAN BAHAN BAKU MINYAK JELANTAH

Oleh :

Nisrina Nada Salma (3335180038)

Umi Hanifah (3335180028)

Biodiesel adalah sumber energi terbarukan serta ramah lingkungan. Pada umumnya bahan baku biodiesel yang digunakan adalah minyak nabati, akan tetapi berdasarkan hasil evaluasi kelayakan beberapa bahan baku, minyak nabati yang paling layak untuk digunakan sebagai biodiesel adalah minyak jelantah atau minyak goreng bekas pakai. Dalam pembuatan biodiesel, salah satu cara untuk meminimalisir pengotor dalam produk biodiesel dan efisiensi proses pembuatan, digunakan katalisator basa padat heterogen berasal dari limbah kulit pisang kepok matang untuk proses reaksi transesterifikasi. Pada penelitian ini dimulai dengan pembuatan katalis kalium dioksida yang berasal limbah kulit pisang kepok matang dengan kalsinasi pada suhu 450°C, 550°C, 650°C selama 5 jam. Pada reaksi transesterifikasi sintesis biodiesel dilakukan pada temperatur 50°C, 55°C, 60°C dengan waktu 1-3 jam, jumlah katalis yang digunakan sebesar 1% (b/b) dan rasio molar methanol dan minyak jelantah 6:1. Kondisi terbaik diperoleh dengan jumlah katalis 1% (b/b) yang dikalsinasi pada 550°C, suhu reaksi 60°C, waktu reaksi 2 jam dan rasio mol alkohol dan minyak jelantah adalah 6:1, sehingga *yield* biodiesel sebesar 90,94 % serta kandungan metil ester sebesar 96,6 %. Karakteristik katalis dianalisa melalui SEM-EDX dan didapati struktur berpori pada permukaannya dengan kandungan kalium terbanyak setelah di kalsinasi sebesar 40,09%. Karakteristik biodiesel yang diperoleh pada kondisi optimum memiliki densitas (40 °C), viskositas (40 °C), dan titik nyala memperoleh hasil berturut-turut sebesar 860 kg/m³, 2,57 cSt dan 132 °C. Hasil tersebut menyatakan bahwa biodiesel yang dihasilkan sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) 04-7182:2015. Hasil dari penelitian ini layak untuk digunakan dalam pembuatan biodiesel dengan katalis heterogen yang berasal dari limbah kulit pisang kepok matang.

Kata Kunci : Biodiesel, Katalis Heterogen, Kulit Pisang Kepok Matang, Minyak Jelantah, Transesterifikasi

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan kami kemudahan sehingga penyusun mendapatkan kemudahan dalam menyelesaikan Laporan Penelitian ini yang berjudul “*Potensi Pisang Kepok sebagai Katalis Heterogen Penghasil Biodiesel dengan Bahan Baku Minyak Jelantah*”. dengan tepat waktu. Tanpa pertolongan-Nya tentunya kami tidak akan sanggup untuk menyelesaikan makalah ini dengan baik. Shalawat serta salam semoga terlimpah curahkan kepada baginda tercinta kita yaitu Nabi Muhammad SAW yang kita nanti-nantikan syafa’atnya di akhirat nanti.

Pada kesempatan ini penyusun menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung selama kegiatan penelitian sampai dengan penyusunan laporan penelitian ini. Rasa ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya penyusun tujukan kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa, Allah SWT atas berkat dan rahmat-Nya penyusun dapat menyelesaikan Laporan Penelitian ini.
2. Orang Tua dan Keluarga penulis yang sudah memberikan doa serta dukungan baik secara moril maupun materil.
3. Bapak Prof. Dr. H. Fatah Sulaiman, ST., M.T sebagai Rektor Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
4. Bapak Dr. Jayanudin, S.T., M.Eng sebagai Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
5. Ibu Dr. Rahmayetty, S.T., M.T sebagai Koordinator Penelitian Jurusan Teknik Kimia Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
6. Bapak Dr. H. Rudi Hartono, ST.,MT.,IPM sebagai Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan dalam pelaksanaan penelitian sampai dengan penyusunan laporan penelitian.
7. Serta teman-teman angkatan 2018 Jurusan Teknik Kimia Universitas Sultan Ageng Tirtayasa yang selalu memberikan dukungan dan motivasi.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan ini tidak terlepas dari kesalahan baik dalam penulisan maupun cara penyampaiannya. Oleh karena itu, penulis memohon maaf atas kesalahan yang pernah dilakukan baik disengaja ataupun tidak. Penulis menerima kritik dan saran yang bersifat membangun untuk perbaikan dan penyempurnaan laporan ini. Semoga laporan ini dapat bermanfaat dan digunakan dengan baik.

Cilegon, 27 Desember

2022

Penulis

DAFTAR ISI

	halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Ruang Lingkup Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pisang.....	5
2.1.1 Pisang Kepok	5
2.2 Biodiesel	6
2.3 Minyak Jelantah.....	9
2.4 Katalis Heterogen	10
2.5 Reaksi Transesterifikasi.....	11
2.6 Methanol	13
2.7 Kalsinasi Kulit Pisang Kepok.....	14
BAB III METODE PENELITIAN	17
3.1 Tahapan Penelitian.....	17
3.1.1 Tahapan Preparasi Katalis K_2O dari Kulit Pisang.....	17
3.1.2 Tahapan Preparasi Minyak Jelantah	18
3.1.3 Tahapan Biodiesel melalui Reaksi Transesterifikasi	18
3.1.4 Tahapan Reusability Katalis K_2O	19

3.2	Prosedur Penelitian	20
3.2.1	Prosedur Preparasi Katalis K ₂ O dari Kulit Pisang.....	20
3.2.2	Prosedur Preparasi Minyak Jelantah.....	20
3.2.3	Prosedur Biodiesel melalui Reaksi Transesterifikasi.....	21
3.2.4	Prosedur Reusability Katalis K ₂ O.....	22
3.3	Alat dan Bahan	22
3.3.1	Alat.....	22
3.3.2	Bahan	23
3.4	Variabel Penelitian	24
3.5	Metode Pengumpulan Data dan Analisa Data.....	24
3.5.1	Analisa Kadar Asam Lemak Minyak Jelantah	25
3.5.2	Uji Densitas.....	25
3.5.3	Uji Viskositas.....	25
3.5.4	Yield Biodiesel	26
3.5.5	Analisa GC-MS (<i>GasChromatography-MassSpectrometry</i>)	26
3.5.6	Analisa XRD (<i>X-ray Diffraction</i>)	29
3.5.7	Analisa FT-IR (<i>Fourier Transform Infra Red</i>).....	29
3.5.8	Analisa SEM-EDX (<i>Scanning Electron Miscroscopy-Energy Dispersive X-ray Spectroscopy</i>).....	30
3.5.9	Analisa Titik Nyala Api.....	30
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1	Karakteristik Minyak Jelantah/WCO (<i>Waste Cooking Oil</i>).....	32
4.2	Proses <i>Pretreatment</i> Minyak Jelantah/WCO (<i>Waste Cooking Oil</i>)	32
4.2.1	Karakteristik Minyak Jelantah/WCO (<i>Waste Cooking Oil</i>) setelah <i>Pretreatment</i>	32
4.3	Karakteristik Katalis dari Limbah Kulit Pisang Kepok Matang ...	34
4.3.1	Analisa XRD (<i>X-ray Diffraction</i>)	34
4.3.2	Analisa FT-IR (<i>Fourier Transform Infra Red</i>)	35
4.3.3	Analisa SEM-EDX (<i>Scanning Electron Miscroscopy-Energy</i>	

<i>Dispersive X-ray Spectroscopy</i>).....	39
4.4 Pengaruh Variasi Kondisi Operasi Terhadap Yield Biodiesel	43
4.4.1 Pengaruh Waktu Reaksi dan Suhu Kalsinasi Katalis terhadap Yield Biodiesel pada Kondisi Suhu Reaksi 50°C, 55°C, dan 60°C.....	43
4.4.2 Pengaruh Suhu Reaksi dan Waktu Reaksi terhadap Yield Biodiesel pada Kondisi Suhu Kalsinasi Katalis 450°C,550°C,dan 650°C.....	46
4.4.3 Pengaruh Suhu Kalsinasi dan Suhu Reaksi terhadap Yield Biodiesel pada Kondisi Waktu Reaksi 1 jam, 2 jam dan 3 jam.....	48
4.5 Karakteristik Biodiesel dari Limbah Minyak Jelantah/WCO (<i>Waste Cooking Oil</i>)	51
4.5.1 Analisa Densitas Biodiesel.....	51
4.5.2 Analisa Viskositas Biodiesel.....	54
4.5.3 Analisa Densitas Biodiesel.....	57
4.5.4 Karakteristik Biodiesel Optimum dari Limbah Minyak Jelantah/WCO (<i>Waste Cooking Oil</i>).....	59
4.5.5 Analisis Kandungan Ester dengan GC-MS (<i>Gas Chromatography - Mass Spectrometry</i>).....	60
4.6 <i>Reusability</i> Katalis	62
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	64
5.1 Kesimpulan.....	64
5.2 Saran.....	65

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

LAMPIRAN A PERHITUNGAN

LAMPIRAN B HASIL ANALISA

LAMPIRAN C DOKUMENTASI

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Reaksi Transesterifikasi.....	11
Gambar 2.2 Hasil Kalsinasi dari K_2CO_3	15
Gambar 3.1 Diagram Alir Tahapan Preparasi Katalis K_2O dari Kulit Pisang.....	17
Gambar 3.2 Diagram Alir Tahapan Preparasi Minyak Jelantah.....	18
Gambar 3.3 Diagram Alir Tahap Transesterifikasi.....	19
Gambar 3.4 Diagram Alir Tahap Reusability Katalis.....	20
Gambar 3.5 Rangkaian Peralatan Pembuatan Biodiesel dari Minyak Jelantah Secara Transesterifikasi menggunakan Katalis K_2O dari Abu Kulit Pisang Kepok.....	23
Gambar 4.1 Hasil Analisa XRD (<i>X-ray diffraction</i>) (a) Sebelum Kalsinasi, (b) Setelah Kalsinasi, dan (c) Setelah Reaksi Transesterifikasi.....	34
Gambar 4.2 Hasil Analisa Spektrum FT-IR (<i>Fourier Transform - Infra Red</i>) (a) Sebelum Kalsinasi, (b) Setelah Kalsinasi, dan (c) Setelah Reaksi Transesterifikasi.....	37
Gambar 4.3 Hasil Analisa SEM-EDX (<i>Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive X-ray Spectroscopy</i>) (a) Sebelum Kalsinasi, (b) Setelah Kalsinasi, dan (c) Setelah Reaksi Transesterifikasi.....	40
Gambar 4.4 Pengaruh Waktu Reaksi dan Suhu Kalsinasi Katalis terhadap Yield Biodiesel pada Kondisi Suhu Reaksi (a) 50 °C, (b) 55 °C, dan (c) 60 °C.....	44
Gambar 4.5 Pengaruh Suhu Reaksi dan Waktu Reaksi terhadap Yield Biodiesel pada Kondisi Suhu Kalsinasi Katalis (a) 450 °C, (b) 550 °C, dan (c) 650 °C.....	47
Gambar 4.6 Pengaruh Suhu Kalsinasi Katalis dan Suhu Reaksi terhadap Yield	

Biodiesel pada Kondisi Waktu Reaksi (a) 1 jam, (b) 2 jam, dan (c) 3 jam.....	49
Gambar 4.7 Pengaruh Waktu Reaksi dan Suhu Reaksi terhadap Densitas Biodiesel pada Kondisi Suhu Kalsinasi Katalis (a) 450 °C, (b) 550 °C, dan (c) 650 °C.....	52
Gambar 4.8 Pengaruh Waktu Reaksi dan Suhu Reaksi terhadap Viskositas Biodiesel pada Kondisi Suhu Kalsinasi Katalis (a) 450 °C, (b) 550 °C, dan (c) 650 °C.....	55
Gambar 4.9 Pengaruh Waktu Reaksi dan Suhu Reaksi terhadap Flash Point Biodiesel pada Kondisi Suhu Kalsinasi Katalis (a) 450 °C, (b) 550 °C, dan (c) 650 °C.....	58
Gambar 4.10 Kromatogram Kromatografi Gas Sampel Biodiesel pada Suhu Reaksi 60 °C selama 2 jam pada Suhu Kalsinasi Katalis 550 °C....	62
Gambar 4.11 Reusability Katalis Kondisi Optimum Reaksi Transesterifikasi..	63

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi Mineral pada Kulit Pisang Kepok (mg/100g)	6
Tabel 2.2 Standar Kualitas Biodiesel Menurut SNI 189-7182-2019 Dirjen EBTKE.....	7
Tabel 2.3 Kualitas Sampel dari <i>Waste Cooking Oil</i> (WCO) Sebelum dan Setelah Purifying.....	10
Tabel 2.4 Perbandingan Komponen Penyusun Bagian dari Pisang seperti Abu Pelepah Pisang, Abu Batang Pisang dan Abu Kulit pisang serta Kualitas Biodiesel yang Dihasilkan pada Penelitian Sebelumnya.....	15
Tabel 4.1 Karakteristik Minyak jelantah/ WCO (<i>Waste Cooking Oil</i>) Sebelum <i>Pretreatment</i>	32
Tabel 4.2 Karakteristik Minyak jelantah/ WCO (<i>Waste Cooking Oil</i>) Setelah <i>Pretreatment</i>	33
Tabel 4.3 Kandungan kulit pisang kepok matang, katalis, dan katalis sesudah digunakan untuk sintesis biodiesel hasil analisis EDX (<i>Energy Dispersive X-ray Spectroscopy</i>).....	42
Tabel 4.4 Densitas yang dihasilkan dengan Variasi Waktu Reaksi dan Suhu Reaksi pada Kondisi Suhu Kalsinasi Katalis.....	54
Tabel 4.5 Viskositas yang dihasilkan dengan Variasi Waktu Reaksi dan Suhu Reaksi pada Kondisi Suhu Kalsinasi Katalis.....	56
Tabel 4.6 Flash Point yang dihasilkan dengan Variasi Waktu Reaksi dan Suhu Reaksi pada Kondisi Suhu Kalsinasi Katalis.....	59
Tabel 4.7 Karakteristik Biodiesel Optimum dari Limbah Minyak Jelantah/WCO (<i>Waste Cooking Oil</i>).....	59
Tabel 4.8 Komposisi dan Kandungan (%) Senyawa pada Sampel Biodiesel Optimum.....	60

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam konteks pertumbuhan ekonomi dan pembangunan yang berlangsung di Indonesia, permintaan terhadap minyak bumi terus mengalami peningkatan sejalan dengan kebutuhan masyarakat. Minyak bumi berperan sebagai sumber daya alam sangat penting menjadi bahan bakar mendukung berbagai sektor seperti industri, rumah tangga, dan transportasi. Pertumbuhan penduduk dan perkembangan industri turut berkontribusi pada peningkatan penggunaan minyak bumi, namun disadari bahwa sifat tidak dapat diperbaharui (*unrenewable*) dari minyak bumi dapat mengakibatkan ketersediaannya semakin berkurang seiring berjalannya waktu (Mahibin, 2015). Pengembangan pembuatan bahan bakar dari bahan-bahan yang terbarukan di era ini terus dilakukan untuk memperoleh bahan bakar dengan dampak lingkungan yang lebih rendah sebagai pengganti bahan bakar konvensional yang ketersediaannya terbatas dan limbah yang dihasilkan pun merusak lingkungan.

Pengembangan teknologi untuk menghasilkan bahan bakar alternatif dari sumber daya terbarukan menjadi fokus utama, salah satu contohnya adalah biodiesel hasil produksi dari minyak nabati atau lemak hewani.. Biodiesel memiliki keunggulan berupa sifat dapat diperbaharui (*renewable*), ramah lingkungan (*biodegradable*), rendah kadar sulfur (*non toxic*), dan membentuk emisi pembakaran relatif bersih (Christian dan Setiadi, 2019). Upaya pemerintah Indonesia untuk mempromosikan penggunaan biodiesel terlihat melalui kebijakan peningkatan perbandingan campuran (*blending*) antara

biodiesel dan solar yaitu dari B20 (80 bagian solar dan 20 bagian biodiesel) menjadi B30 (70 bagian solar dan 30 bagian biodiesel) seperti yang diatur dalam Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 12 Tahun 2015 (EBTKE, 2019). Dalam kebijakan ini akan berdampak pada peningkatan produksi biodiesel di Indonesia, maka kebutuhan biodiesel otomatis akan mengalami peningkatan. Berdasarkan data dari Organisasi Kerja Sama dan Pembangunan Ekonomi (OECD) mencatat bahwa produksi biodiesel di Indonesia mencapai 5,5 juta kiloliter (kl) sepanjang Januari hingga Juni 2022, dengan sebagian besar digunakan dalam negeri (Rizaty, 2022).

Dalam produksi biodiesel, minyak jelantah yang merupakan limbah hasil penggorengan makanan, menjadi salah satu pilihan bahan baku potensial. Pemakaian minyak jelantah sebagai alternatif bahan baku biodiesel tidak hanya berpotensi mengurangi dampak lingkungan akibat pembuangan limbah, tetapi juga memberikan manfaat ekonomi bagi pedagang makanan yang terdapat di Indonesia. Dalam proses produksi biodiesel, reaksi transesterifikasi memainkan peran penting dengan mereaksikan alkohol dan trigliserida menghasilkan *methyl ester* dan gliserol yang prosesnya dapat berjalan maksimal apabila ditambahkan katalis, baik katalis homogen maupun katalis heterogen. Pemakaian katalis heterogen sebagai pengganti alternatif dari pemakaian katalis homogen karena lebih mudah untuk dipisahkan dan digunakan kembali (Dang Tan-Hiep *et al*, 2017). *Bio-Based* atau *green catalyst* merupakan sebutan untuk katalis yang diproduksi dari sumber bahan alam seperti biomassa (Konwar *et al*, 2014). Penggunaan katalis heterogen berbasis bahan alam seperti kulit pisang kepok matang menjadi solusi yang menjanjikan. Kulit pisang kepok merupakan limbah yang jumlahnya relatif besar atau sekitar $\pm 30\%$ dari buah pisang segar (Zuhal, 2013). Kulit pisang kepok matang di dalamnya mengandung beberapa komponen mineral (mg/100g) seperti

mengandung kalium 9,83, fosfor 0,49, kalsium 6,01, magnesium 2,31, natrium 6,09, besi 20,40, seng 1,86, dan tembaga 0,85 (Okorie dkk,2015). Keberadaan kalium yang cukup tinggi dapat dimanfaatkan sebagai katalis basa heterogen dalam reaksi transesterifikasi. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mensintesis biodiesel dengan memanfaatkan katalis heterogen yang berasal dari biomassa kulit pisang kepok matang. Diharapkan bahwa langkah ini tidak hanya akan menghasilkan biodiesel yang lebih ramah lingkungan, tetapi juga efisien dalam proses produksi.

1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian latar belakang di atas, peningkatan kontinu pada penggunaan bahan bakar menjadi isu yang semakin mendesak seiring dengan pertumbuhan populasi dan ekspansi sektor industri. Dampak yang tak terhindarkan adalah semakin berkurangnya ketersediaan minyak bumi yang tidak dapat diperbaharui. Dalam rangka mengatasi tantangan ini, pengembangan bahan bakar alternatif dari sumber terbarukan menjadi fokus utama, dengan biodiesel sebagai salah satu solusi yang menjanjikan. Terdapat berbagai sisa hasil dari proses penggorengan makanan, baik dari pabrik makanan khusus maupun penjual makanan gorengan yang bisa menghasilkan limbah minyak jelantah. Di sisi lain, limbah kulit pisang yang dihasilkan dari aktivitas pengolahan buah pisang juga merupakan masalah yang perlu diatasi untuk mencegah dampak pencemaran lingkungan yang lebih lanjut. Oleh karena itu, pada penelitian ini pendekatan yang diambil adalah menghasilkan biodiesel melalui pemanfaatan limbah minyak jelantah sebagai minyak nabati dan limbah kulit pisang kepok matang sebagai katalis heterogen basa.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini dapat dirinci sebagai berikut :

1. Mencapai keefektifan dari katalis heterogen terbaik didasarkan pada bahan dasar kulit pisang kepok matang
2. Menganalisis kualitas produk biodiesel yang didapatkan melalui penggunaan limbah minyak jelantah sebagai bahan baku dan katalis K_2O yang berasal dari limbah kulit pisang kepok matang dengan variasi suhu kalsinasi, variasi suhu reaksi transesterifikasi dan waktu reaksi transesterifikasi dalam produksi biodiesel dari minyak jelantah dengan pengujian sifat fisik dan sifat kimia yang dibandingkan dengan (SNI) 04-7182:2015
3. Menguji kemampuan katalis K_2O yang diperoleh dari limbah kulit pisang kepok matang sebagai katalis heterogen yang dapat digunakan kembali secara berulang - ulang dalam pembuatan biodiesel dengan menggunakan minyak jelantah.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Pembuatan biodiesel melibatkan pemakaian minyak jelantah sebagai material yang diolah dengan katalis K_2O yang diperoleh dari limbah kulit pisang yang dikalsinasi dengan reaksi transesterifikasi berupa variasi suhu kalsinasi $450^{\circ}C$, $550^{\circ}C$ dan $650^{\circ}C$, variasi suhu reaksi transesterifikasi $50^{\circ}C$, $55^{\circ}C$, $60^{\circ}C$ dan variasi waktu reaksi 1, 2, 3 jam. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kimia Dasar dan Laboratorium Kimia Organik Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Christian dan W. Setiadi. 2019. “ *Turunan Bahan Kimia dari Industri Petrokimia.*” Ponorogo : Myria Publishers.
- Abdullah, S. H. Y. S., Hanapi, N. H. M., Azid, A., Umar, R., Juahir, H., Khatoon, H., & Endut, A. 2017. A review of biomass-derived heterogeneous catalyst for a sustainable biodiesel production. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 70 (September 2015), 1040–1051.
- Akintunde, A.M, Ajala, S.O, dan Betiku, E. 2015. *Optimization of Bauhiniamonandra seed oil extraction via artificial neural network and response surface methodology: a potential biofuel candidate.* Ind. Crops Prod. 67, 387–394.
- An H., W.M. Yang, dan J. Li. 2015. ”Numerical Modeling on a Diesel Engine Fueled by Biodiesel–Methanol Blends”. *Energy Conversion and Management.* Vol 93: 100–108.
- Asri W, dan Budiman, A. 2013. *Synthesis of Biodiesel from Second-Used Cooking Oil.* Phys Procedia 32 pp. 190–9.
- Aziz , Isalmi., Nurbayti, Siti., dan Suwandari, Juwita. 2013. *Production of glycerol by hydrolysis of used cooking oil.* Chem. Prog. Vol. 6, No.1
- Badan Standarisasi Nasional Indonesia. 2013. *Minyak Goreng.* Standar Nasional Indonesia 01-3741-2013.
- Baiq Safira,O.P.Z. 2021. Produksi Biodiesel Menggunakan Abu Pelepah Pisang sebagai Katalis Basa Heterogen dan Kosolven Aseton dengan Metode Sonikasi, *Skripsi*, Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Balajii, M., & Niju, S. (2019). A novel biobased heterogeneous catalyst

derived from *Musa acuminata* peduncle for biodiesel production— Process optimization using central composite design. *Energy Conversion and Management*, 189, 118-131.

Betiku Eriola, Aramide Mistunda Akuntinde, Tunde Victor Ojumu, Banana peels as a biobase catalyst for fatty acid methyl esters production using Napoleon's plume (*Bauhinia monandra*) seed oil: A process parameters optimization study, *Energy*, 2016.

BPPT. 2020. *Pedoman Umum Penanganan dan Penyimpanan Biodiesel dan B30*. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi : Jakarta.

Dahlia, N., Rahmalia, W., dan Usman, T. 2019. ADSORPSI ASAM LEMAK BEBAS PADA CRUDE PALM OIL MENGGUNAKAN ZEOLIT TERAKTIVASI K_2CO_3 . *Indo. J. Pure App. Chem.* 2(3), pp.112-120, <http://jurnal.untan.ac.id/index.php/IJoPAC>

Damanik, B. M. M., Bachtiar, E. H., Fauzi, Sarifuddin., dan Hamidah, H. 2017. Pengaruh Perbandingan Molar Metanol dengan Minyak dan Waktu Reaksi pada Pembuatan Biodiesel dari Minyak Jelantah dengan Menggunakan Katalis Heterogen Abu Kulit Pisang Kepok, *Skripsi*, Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara.

Đặng, Tân-Hiệp, Chen, Bing-Hung, & Lee, Duu-Jong. (2017). Optimization of biodiesel production from transesterification of triolein using zeolite LTA catalysts synthesized from kaolin clay. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, 79, 14-22. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jtice.2017.03.009>

Drelienkievics, D., Kalembe-Jaje, Z., Lalik, E., dan Kosydar, R. 2014. *Organo- Sulfonic Acids Doped Polyaniline-Based Solid Acid Catalysts for The Formation of Bio-esters in Trasterification and Esterification Reactions*. *Fuel* 116: 760-771.

EBKE (2019), FAQ : Program Mandatori Biodiesel 30% (B30), <https://ebtke.esdm.go.id/post/2019/12/19/2434/faq.progr am.mandatori.biodiesel.30.b30>

Erwin, Patibong, O., Pasaribu S. 2014. Pemanfaatan Abu Batang Pisang (*Musa Paradisiaca*) Dengan Variasi Berat Abu Sebagai Katalis Dalam Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Jelantah. *Skripsi*.

Universitas Mulawarman.

- F. U. M, Allah., dan Alexandru, G. (2016). *Waste cooking oil as source for renewable fuel in Romania*. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 147(1):012133
- Fitriani. 2016. *Produksi Biodiesel dari Minyak Jelantah Melalui Transesterifikasi dengan Bantuan Gelombang Ultrasonik*. Skripsi. Lampung : Universitas Lampung.
- G. Y. Chen, R. Shan, B. B. Yan, J. F. Shi, S. Y. Li, dan C. Y. Liu, Remarkably Enhancing the Biodiesel Yield from Palm Oil Upon Abalone Shell Derived CaO Catalysts Treated by Ethanol, *Elsevier. Fuel Processing Technology*, 143, (2016), 110-117
- Gnanaprakasam, A., Sivakumar, V.M., Surendhar, A., Thirumarimurugan, M., dan Kannadasan, T. 2013. Recent strategy of biodiesel production from waste cooking oil and process influencing parameters: a review. *Journal of Energy*.
- Gohain, M., Devi, A., & Deka, D. (2017). Musa balbisiana Colla peel as highly effective renewable heterogeneous base catalyst for biodiesel production. *Industrial Crops and Products*, 109(August), 8–18. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.08.006>
- Gohain, M., Laskar, K., Paul, A. K., Daimary, N., Maharana, M., Goswami, I. K., ... & Deka, D. (2020). Carica papaya stem: A source of versatile heterogeneous catalyst for biodiesel production and C–C bond formation. *Renewable Energy*, 147, 541-555.
- Hewett, E., Stem A dan Mrs. Wildfong. 2011. *Banana Peel Heavy Metal Water Filter*. <http://users.wpi.edu>. diakses 9 Desember 2015.
- Jakarta. Hal 102-103.
- Jannah, Raodatul. 2008. “*Reaksi Transesterifikasi Trigliserida Minyak*

Jarak Pagardengan Metanol menggunakan Katalis Padatan Basa $K_2CO_3/\gamma-Al_2O_3$ ". Departemen Kimia. FMIPA. Depok : Universitas Indonesia.

Jitjamnong, J., Thunyaratchatanon, C., Luengnaruemitchai, A., Kongrit, N., Kasetsoomboon, N., Sopajarn, A., Chuaykarn, N., & Khantikulanon, N. 2020. Response surface optimization of biodiesel synthesis over a novel biochar-based heterogeneous catalyst from cultivated (*Musa sapientum*) banana peels. *Biomass Conversion and Biorefinery*. <https://doi.org/10.1007/s13399-020-00655-8>

Kesuburan Tanah dan Pemupukan. Medan. USU Press.

Khamish, D. Pandiangan dan Simanjuntak, W. 2013. *Sintesis Katalis Heterogen $MgO-SiO_2$ Sekam Padi dengan Metode Sol Gel dan Aplikasinya pada Reaksi Transesterifikasi*. Seminar Nasional Sains & Teknologi V. Lembaga Penelitian Universitas Lampung 19-20 November 2013.

Kimia, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.

Konwar, L. J., Boro, J., & Deka, D. (2014). *Review on latest developments in biodiesel production using carbon-based catalysts*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 29, 546–564.

Lien, Yi-shen, Li-shan Hsieh, and Jeffrey C S Wu. 2010. "Biodiesel Synthesis by Simultaneous Esterification and Transesterification Using Oleophilic Acid Catalyst." : 2118–21.

Mahfud, P. Pantjawarni, G.A. Wibawa dan R. Putra. 2012. *Pembuatan Biodiesel Secara Batch dengan Memanfaatkan Gelombang Mikro*. Surabaya: Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh November. Vol. 1 No. 1, Hal 34.

Mahibin. 2015. *Pengaruh Waktu Adsorpsi Minyak Jelantah Menggunakan*

Arang Aktif Tongkol Jagung Sebagai Bahan Pembuatan Biodiesel Berkatalis NaOH Terhadap Kualitas Biodiesel. IKIP Mataram, Mataram. Hal. 8-9.

Maneerung, T., Kawi, S., Dai, Y., Wang, C.-H. 2016. *Sustainable biodiesel production via transesterification of waste cooking oil by using CaO catalysts prepared from chicken manure.* Energy Convers. Manag. 123, 487–497.

Martinez-guerra, Edith, and Veera Gnaneswar Gude. 2014. “*ECM Transesterification of Used Vegetable Oil Catalyzed by Barium Oxide Transesterification of Used Vegetable Oil Catalyzed by Barium Oxide under Simultaneous Microwave and Ultrasound Irradiations.*” ENERGY CONVERSION AND MANAGEMENT 88(October): 633–40.

Material Safety Data Sheet. 2016. “*Methanol*”. Terra Nitrogen Corporation. Maulana, Farid. 2011. Penggunaan Katalis NaOH dalam Proses Transesterifikasi Minyak Kemiri menjadi Biodiesel. Banda Aceh. *Jurnal Rekayasa dan Lingkungan* : Vol. 08, No. 2, hal 73-78.

Minakshi Gohain, Anuchaya Devi, dan Dhanapati Deka. 2017. *Musa balbisiana Colla peel as highly effective renewable heterogeneous base catalyst for biodiesel production.* Journal Industrial Crops & Products 109, 8–18.

Misbachudin., Lilis Yulianti dan Oyong Novareza. 2017. Pengaruh Persentasi Biodiesel Minyak Nyamplung–Solar Terhadap Karakteristik Pembakaran Droplet. *Jurnal Rekayasa Mesin* Vol. 8, No.1.

Oko, Syarifuddin., Irmawati. S., dan Muh. Irwan. 2018. *The Utilization Of CaO Catalyst Impregnated With KOH In Biodiesel Production From Waste Cooking Oil.* Internasional Journal of Scientific and Technology Research. 11(7): 115-118 .

- Okorie DO, Eleazu CO, dan Nwosu P. 2015. *Nutrient and Heavy Metal Composition of Plantain (Musa paradisiaca) and Banana (Musa paradisiaca) Peels*. Journal of Nutrition & Food Sciences (5): 370.
- Pathak, G., Das, D., Rajkumari, K., & Rokhum, L. (2018). Exploiting waste: Towards a sustainable production of biodiesel using: *Musa acuminata* peel ash as a heterogeneous catalyst. Green Chemistry, 20(10), 2365–2373. <https://doi.org/10.1039/c8gc00071a>
- Pittman, J.K, Dean, A.P, dan Osundeko, O. 2011. The Potential of Sustainable AlgaBiofuel Production Using Wastewater Resources. *Bioresource Technology* 102 (1) pp. 17–25.
- Purification Technology 81 (2) pp. 21622. doi.org/10.1016/j.seppur.2011.07.032
- R. Anr, A.A. Saleh, M.S. Islam, S. Hamdan, M.A. Maleque,. 2016. *Biodiesel Production from Crude Jatropha Oil using a Highly Active Heterogeneous Nanocatalyst by Optimizing Transesterification Reaction Parameters*, Energy and Fuels.
- Rizaty M., A. (2022) ."Produksi Biodiesel Indonesia 5,5 Juta Kiloliter hingga Juni 2022", <https://dataindonesia.id/bursa-keuangan/detail/produksi-biodiesel-indonesia-55-juta-kiloliter-hingga-juni-2022>.
- Sani J, Samir S, Rikoto II, Tambuwal AD, Sada A, Mairhanu SM dan Laden MM. 2017. Produksi dan Karakterisasi Heterogeneous Catalyst (CaO) dari Cangkang Keong untuk Produksi Biodiesel Menggunakan Pengolahan Limbah Minyak *Innov Ener Res*. 2017 Vol 6 (2): 162
- Saputra, Leo., Rakhmah, Noor., Pradita, Hapsari Tyas dan Sunardi. Produksi Biodiesel dari Minyak Jelantah dengan Cangkang Bekicot (*Achatina Fulica*) Sebagai Katalis Heterogen, *Prestasi*,

Vol. 1 No. 2, p. 118-125,2012

- Shahbaz, K., Mjalli, F.S., Hashim, M.A, dan Alnashef, I.M. 2011. *Eutectic Solvents for The Removal of Residual Palm Oil Based Biodiesel Catalyst*. Separation
- Sharma, M., Khan, A.A., Puri, S.K., Tuli, D.K., 2012. Wood ash as a potential heterogeneous catalyst for biodiesel synthesis. *Biomass Bioenergy* 41, 94–106.
- Shilvia, Agus, Haryanto, Triyono. 2014. Pengaruh Suhu dan Waktu Reaksi pada Pembuatan Biodiesel dari Minyak Jelantah. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*. Vol.3, No.3.
- Siahaan, Setriani, Melvha Hutapea, Rosdanelli Hasibuan, Penentuan Kondisi Optimum Dan Waktu Karbonisasi Pada Pembuatan Arang Dari Sekam Padi, *Jurnal Teknik Kimia Usu* Vol 2 No.1, 2013.
- Solidum, J.N. 2011. *Characterization of Saba Peels*. *International Journal of Chemical and Environmental Engineering*, 2(3), 147-152.
- Suhartono, A., 2011. *Studi Pembuatan Roti dengan Substitusi Tepung Pisang Kepok (Musa paradisiaca formatypica)*. Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Susetya, D. 2012. *Panduan Lengkap Membuat Pupuk Organik*. Penerbit Baru Press.
- Susvira, Dian, Rudi Hartono, dan R.A. Fauzantoro. 2022. *Synthesis of Biodiesel from Waste Cooking Oil Using Heterogeneous Catalyst (CaO) Based on Duck Eggshell with Transesterification Reaction*. *J. Kartika Kimia*, May 2022, 5, (1), 40-43. <http://jkk.unjani.ac.id/index.php/jkk>, P-ISSN: 2655-1322 E-ISSN: 2655-0938
- T.K. Lim. (2012). “*Musa acuminata × balbisiana (ABB Group) ‘Saba’*. *Edible Medicinal And Non-Medicinal Plants*”, Vol. 3, Fruits, Hal. 544-547. Springer Science+Business Media B.V.

- Tang, Zo Ee, Steven Lim, Yean-Ling Pang, Hwai-Chyuan Ong, Keat-Teong Lee. 2018. “*Synthesis of Biomass as Heterogeneous Catalyst for Application in Biodiesel Production: State of the Art and Fundamental Review.*” *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 92 (May): 235–53.
- Trisakti, B., Haryuwibawa, D., Pratama, J. M., & Irvan, I. (2018, October). Effect of Temperature on the Combustion of Kepok Banana (*Musa Paradisiaca* Linn cv.'Saba') Peel as Potassium Source. In *Talenta Conference Series: Energy and Engineering (EE)* (Vol. 1, No. 1, pp. 060-066).
- Wahab, Abd. Wahid., Syamsir Dewang., Bidayatul Armynah., dan Kusdiyanty Ponganan. 2011. *Analisis Spektrum Infra Merah dari Minyak Goreng Kelapa Untuk Identifikasi Perubahan Panjang Gelombang Akibat Variasi Temperatur.* Makalah Seminar Nasional Unjani. Ujung Pandang: Universitas Hasanuddin.
- Zhu, Wei-Wei., Zhi-Min Zong., Hong-Lei Yan., Yun-Peng Zhao., Yao Lu., Xian Yong Wei., dan Dongke Zhang. 2014. “Cornstalk Liquefaction in Methanol/Water Mixed Solvents”. *Fuel Processing Technology*. Vol 117:1–7.
- Zuhal, J.Z.R. 2013. *Pengaruh Ekstrak Kacang Hijau sebagai Sumber Nitrogen pada Pembuatan Nata de Banana dari Kulit Pisang.* Jurusan Pendidikan
- Zullaikah, S., Lai, C., Vali, S.R, dan Ju, Y. 2005. *A Two-Step Acid-Catalyzed Process for The Production of Biodiesel from Rice Bran Oil.* *Bioresource Technology* 96 (17) pp. 1889-96.