

**SINTESIS BIODESEL DARI MINYAK *PLIEK U* MENGGUNAKAN
KATALIS CaO LANGKITANG (*Faunus ater*) IMPREGNASI ZnCl₂**

SKRIPSI

Diajukan Oleh:

ASYRAF RAHMAN SAFRAINI

NIM. 200704013

Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi UIN AR-Raniry

Program Studi Kimia



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH
2024 M / 1444 H**

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI
SINTESIS BIODESEL DARI MINYAK *PLIEK U* MENGGUNAKAN
KATALIS CaO LANGKITANG (*Faunus ater*) IMPREGNASI ZnCl₂

SKRIPSI

Diajukan kepada Fakultas Sains Dan Teknologi UIN Ar-Raniry
Sebagai Salah Satu Persyaratan Penulisan Skripsi
Prodi Kimia

Oleh:

ASYRAF RAHMAN SAFRAINI

NIM. 200704013

Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry

Program Studi Kimia

Disetujui Oleh:

Pembimbing I



Bhayu Gita Bhernama, M.Si
NIDN. 2023018901

Pembimbing II



Anjar Purba Asmara, M.Sc., Ph.D.
NIDN. 2009099501

AR - RANIRY

Mangetahui,

Ketua Program Studi Kimia



Muhammad Ridwan Harahap, M.Si
NIDN 20127118603

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**SINTESIS BIODESEL DARI MINYAK *PLIEK U* MENGGUNAKAN
KATALIS CaO LANGKITANG (*Faunus ater*) IMPREGNASI ZnCl₂**

SKRIPSI

Telah Diuji Oleh Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi
Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh dan Dinyatakan Lulus
Serta Sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1)
Dalam Ilmu Kimia

Pada Hari/Tanggal : **30, Juli 2024**

03 Dzulhijjah 1445


Di Darussalam, Banda Aceh

Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi

Ketua,


Sekretaris,



Bhayu Gita Bhernama, S.Si., M.Si
NIDN 2006069004


Agjar Purba Asmara, M. Sc., Ph.D
NIDN 2009099501

Penguji I,

Penguji II,


Dr. Khaifun Nisah, S.T., M.Si
NIDN 2016027920


Muslem, M.Sc
NIDN 2006069004

AR - RANIRY

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh



Dr. Ir. Muhammad Dirhamsyah, M.T., IPU
NIP. 196210021988111001

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR/SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Asyraf Rahman Safraini
NIM : 200704013
Program Studi : Kimia
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul : Sintesis Biodiesel Dari Minyak Pliek U Menggunakan Katalis Cao Langkitang (*Faunus Ater*) Impregnasi Zncl₂

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan tugas akhir/skripsi ini, saya:

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggungjawabkan;
2. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain;
3. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya;
4. Tidak memanipulasi dan memalsukan data;
5. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggung jawab atas karya ini.

Bila dikemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggungjawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya telah melanggar peraturan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun.



Banda Aceh, 15 Agustus 2024
Yang Menyatakan,

Asyraf Rahman Safraini

ABSTRAK

Nama : Asyraf Rahman Safraini
NIM : 200704013
Program studi : Kimia Fakultas Sains Dan Teknologi
Judul : Sintesis Biodiesel dari Minyak *Pliek U* Menggunakan Katalis Cao Langkitang (*Faunus ater*) Impregnasi $ZnCl_2$
Tanggal sidang : -
Jumlah halaman : 65 lembar
Pembimbing I : Bhayu Gita Bhernama, M.Si.
Pembimbing II : Anjar Purba Asmara, M.Sc., Ph.D.
Kata kunci : Biodiesel, Minyak Pliek U, Cangkang Kerang Langkitang, $ZnCl_2$

Biodiesel merupakan alternatif pengganti bahan bakar solar. Biodiesel mudah digunakan, bersifat *biodegradable*, tidak beracun, dan bebas dari sulfur dan senyawa aromatik. Biodiesel dapat diproduksi dari minyak nabati seperti minyak kelapa (*minyak pliek u*). Tujuan penelitian ini untuk mengetahui apakah katalis CaO Langkitang diimpregnasi $ZnCl_2$ dapat digunakan pada proses sintesis biodiesel minyak *pliek u*. Penelitian ini menggunakan katalis CaO diimpregnasi $ZnCl_2$ dengan perbandingan (b/b) 1:3 dan 3:1 yang difurnace selama 1,5 jam pada $500^\circ C$, dengan pengayakan 100 mesh. Katalis 3:1 memiliki nilai rendemen biodiesel yang lebih banyak sebesar 62% dibandingkan dengan katalis 1:3 sebesar 51%. Sintesis biodiesel dilakukan dengan proses esterifikasi dan transesterifikasi, dengan perbandingan minyak dan metanol sebesar 1:12 (v/v). Hasil analisis GC-MS pada biodiesel dengan katalis 3:1 menunjukkan adanya metil ester turunan dari asam palmitat, asam kaprilat, asam decanoat, asam laurat dan asam misristat. Dapat disimpulkan bahwa Katalis CaO Langkitang (*Faunus ater*) diimpregnasi $ZnCl_2$ dapat digunakan sebagai katalis dalam proses sintesis biodiesel pada minyak *pliek u* dan Katalis CaO/ $ZnCl_2$ dengan perbandingan 3:1 (katalis A) menghasilkan rendemen biodiesel paling banyak.

ABSTRACT

Name : Asyraf Rahman Safraini
NIM : 200704013
Study Program : Chemistry, Faculty of Science and Technology
Title : Synthesis of Biodiesel from Pliek U Oil Using CaO
Langkitang (*Faunus ater*) Catalyst Impregnated with
ZnCl₂
Defense Date : -
Number of Pages : 65 pages
Supervisor I : Bhayu Gita Bhernama, M.Si.
Supervisor II : Anjar Purba Asmara, M.Sc., Ph.D.
Keywords : Biodiesel, Pliek U Oil, Langkitang Shells, ZnCl₂

Biodiesel is an alternative to diesel fuel. It is easy to use, biodegradable, non-toxic, and free from sulfur and aromatic compounds. Biodiesel can be produced from vegetable oils such as coconut oil (pliek u oil). The purpose of this study is to determine whether CaO Langkitang (*Faunus ater*) impregnated with ZnCl₂ can be used as a catalyst in the synthesis of biodiesel from pliek u oil. This study uses CaO catalysts impregnated with ZnCl₂ at a ratio of 1:3 and 3:1 (w/w), which were furnace-treated for 1.5 hours at 500°C and sieved to 100 mesh. The 3:1 catalyst yielded more biodiesel at 62% compared to the 1:3 catalyst, which yielded 51%. The biodiesel synthesis was carried out through esterification and transesterification processes, with an oil-to-methanol ratio of 1:12 (v/v). GC-MS analysis of the biodiesel with the 3:1 catalyst showed the presence of methyl esters derived from palmitic acid, caprylic acid, decanoic acid, lauric acid, and myristic acid. It can be concluded that CaO Langkitang (*Faunus ater*) impregnated with ZnCl₂ can be used as a catalyst in the biodiesel synthesis process of pliek u oil, and the CaO/ZnCl₂ catalyst with a 3:1 ratio (catalyst A) produced the highest biodiesel yield.

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Puji syukur kehadiran Allah *Subhanahu Wata'ala* yang telah menganugerahkan Al-Quran sebagai *hudan lin nass* (petunjuk bagi seluruh manusia) dan *rahmatan lil'alam* (rahmat bagi segenap alam). Sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini. Shalawat dan salam semoga tercurahkan kepada junjungan Nabi Besar Muhammad SAW beserta keluarganya, para sahabatnya dan seluruh umatnya yang selalu istiqomah hingga akhir zaman.

Penulis dalam kesempatan ini mengambil judul skripsi “Sintesis Biodiesel dari Minyak *Pliek U* Menggunakan Katalis CaO Langkitang (*Faunus Ater*) Impregnasi ZnCl₂”. Penulisan skripsi bertujuan untuk melengkapi tugas-tugas dan memenuhi syarat-syarat untuk menyelesaikan pendidikan pada Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.

Penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini, terutama kepada orang tua dan keluarga yang telah memberikan dukungan dan untaian doanya selama ini. Penulis juga mendapatkan banyak pengetahuan dan wawasan baru yang sangat berarti. Oleh karena itu, penulis tidak lupa mengucapkan terimakasih kepada:

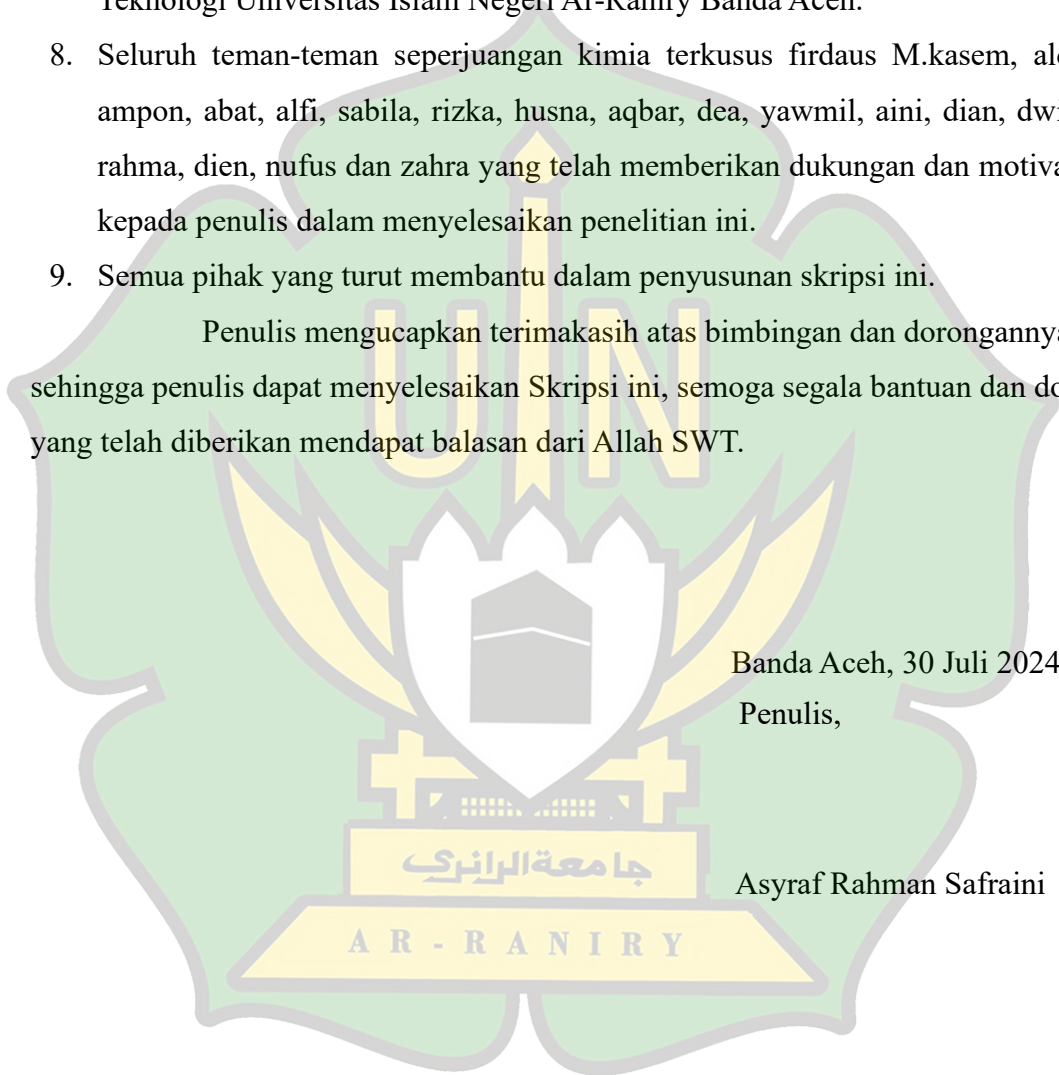
1. Bapak Dr. Ir. Muhammad Dirhamsyah, MT., IPU., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
2. Bapak Muammar Yulian, M.Si., selaku Ketua Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
3. Ibu Bhayu Gita Bhernama, M.Si. selaku Dosen Pembimbing I Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh
4. Bapak Anjar Purba Asmara, M.Sc., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing II Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh

5. Ibu Dr. Khairun Nisah, S.T., M.Si., selaku Dosen Penguji I Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
6. Bapak Muslem, M.Si., selaku Dosen Penguji II Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
7. Seluruh Ibu/Bapak Dosen dan Staf Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
8. Seluruh teman-teman seperjuangan kimia terkhusus firdaus M.kasem, aldi, ampon, abat, alfi, sabila, rizka, husna, aqbar, dea, yawmil, aini, dian, dwik, rahma, dien, nufus dan zahra yang telah memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.
9. Semua pihak yang turut membantu dalam penyusunan skripsi ini.

Penulis mengucapkan terimakasih atas bimbingan dan dorongannya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini, semoga segala bantuan dan doa yang telah diberikan mendapat balasan dari Allah SWT.

Banda Aceh, 30 Juli 2024
Penulis,

Asyraf Rahman Safraini



DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI	i
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
II.1 Biodiesel	4
II.2 Minyak <i>Pliek U</i>	5
II.4 Langkitang (<i>Faunus ater</i>)	6
II.3 Katalis	7
II.3.1 Kalsium oksida (CaO).....	7
II.3.2 Seng klorida (ZnCl ₂)	8
II.5 Reaksi Esterifikasi Transesterifikasi pada Biodiesel	8
II.6 <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD).....	11
II.7 <i>Gas Chromatography – Mass Spectrophotometry</i> (GC-MS)	11
BAB III METODE PENELITIAN	12
III.1 Waktu dan Tempat	12
III.2 Alat dan Bahan	12
III.2.1 Alat.....	12
III.2.2 Bahan	12
III.3 Prosedur Kerjaa	12
III.3.1 Uji Taksonomi Kerang Langkitang (<i>Faunus ater</i>)	12

III.3.2 Preparasi Katalis CaO Cangkang Langkitang (<i>Faunus ater</i>)	12
III.3.3 Modifikasi Katalis CaO/ZnCl ₂	13
III.3.4 Analisis Asam Lemak Bebas	13
III.3.5 Penurunan Kadar Asam Lemak Bebas (Proses Esterifikasi)	13
III.3.6 Sintesis Biodiesel (Reaksi Transesterifikasi).....	14
III.3.7 Identifikasi dan interpretasi data GC-MS	14
III.3.8 Uji Karakterisasi Biodiesel	14
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	17
IV.1 Data Hasil Pengamatan.....	17
IV.1.1 Uji Taksonomi Cangkang Langkitang	17
IV.1.2 Karakteristik katalis CaO Langkitang (<i>Faunus ater</i>).....	17
IV.2 Pembahasan	19
IV.2.1 Uji taksonomi cangkang Langkitang (<i>Faunus ater</i>)	19
IV.2.2 Preparasi katalis cangkang Langkitang (<i>Faunus ater</i>).....	19
IV.2.3 Katalis CaO cangkang Langkitang termodifikasi ZnCl ₂	20
IV.2.4 Kandungan asam lemak bebas (ALB) dari minyak <i>pliek u</i>	21
IV.2.5 Proses pembuatan biodiesel	21
IV. 2.6 Identifikasi Biodiesel Menggunakan GC-MS.....	22
IV.3 Uji Karakteristik Biodiesel	22
BAB V PENUTUP	24
V.1 Kesimpulan	24
V.2 Saran.....	24
DAFTAR PUSTAKA.....	25
LAMPIRAN.....	32

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1	Cangkang Langkitang (<i>Faunus ater</i>).....	7
Gambar II.2	Reaksi esterifikasi	8
Gambar II.3	Mekanisme reaksi pembentukan metil ester	8
Gambar II.4	Reaksi transestrifikasi menggunakan katalis CaO.....	9
Gambar II.5	ilustrasi reaksi katalis heterogen	9
Gambar VI.6	Pola difraksi sinar-X dari CaO Langkitang (<i>Faunus ater</i>) dan CaO- ZnCl ₂	16
Gambar IV.7	Kromatogram biodiesel A dari minyak <i>Pliek U</i> dengan katalis CaO/ZnCl ₂ (3:1, katalis A)	17



DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Standar Biodiesel Berdasarkan SNI 7182:2015	4
Tabel II.2 Asam lemak minyak kelapa (<i>pliek u</i>)	5
Tabel IV.3 Taksonomi Cangkang Langkitang	16
Tabel IV.4 Hasil Transferifikasi Biodiesel Dari Minyak <i>Pliek U</i>	17
Tabel IV.5 Hasil Uji Kualitas Biodiesel Dari Minyak <i>Pliek U</i>	17
Tabel IV.6 Data hasil analisa ekstraksi kimia minyak <i>pliek u</i> pada biodiesel	18



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan energi di dunia umumnya dipasok oleh minyak bumi, batu bara dan gas alam. Kebutuhan energi yang meningkat tidaklah sebanding dengan ketersediaan sumber energi tersebut yang semakin berkurang. Oleh karena itu, perlu dicari solusi dalam memenuhi ketersediaan sumber energi. Beberapa negara mulai mengembangkan energi nuklir, hidrogen, angin dan bahan bakar nabati (Putra dkk., 2021). Bahan bakar nabati yang pernah dikembangkan adalah bioetanol (Bahri dkk., 2019), biogas (Yonathan dkk., 2019), biohidrogen (Nurjannah dkk., 2022), dan biodiesel.

Biodiesel merupakan bahan bakar alternatif pengganti bahan bakar solar, yang dapat dicampur dengan petroleum diesel (solar). Biodiesel mudah digunakan, bersifat *biodegradable*, tidak beracun, dan bebas dari sulfur dan senyawa aromatik. Selain itu biodiesel mempunyai nilai *flash point* (titik nyala) yang lebih tinggi dari petroleum diesel sehingga lebih aman jika disimpan dan digunakan (Dermawan, 2013). Biodiesel dapat dibuat dari bermacam sumber, seperti minyak nabati, lemak hewani dan sisa dari minyak atau lemak. Biodiesel dapat diproduksi dari minyak nabati seperti minyak kelapa (Ardiansah dkk., 2020). Salah satu jenis minyak nabati lainnya yang berasal dari kelapa yaitu minyak *pliek u*. Minyak *pliek u* adalah minyak kelapa hasil ekstrak suhu rendah melalui fermentasi alami khas Aceh (Arpi, 2013).

Minyak *pliek u* mengandung senyawa yang terdiri dari berbagai macam asam lemak jenuh yang diperkirakan 91% terdiri dari asam laurat (30,13%), asam miristat (22,25%), asam palmitat (15,460%), asam stearat (9,337%), asam kaprat (3,063%), asam kaprilat (2,281%), dan asam elaidat (0,363%) (Earlia, 2023). Minyak kelapa juga mengandung asam lemak tak jenuh sekitar 9% yang terdiri dari asam oleat (13,476%), dan asam linoleat (3,367%), yang baik bagi kesehatan tubuh manusia (Faridah dkk., 2022). Proses produksi biodiesel membutuhkan katalis untuk mempercepat proses memproduksi biodiesel, katalis yang digunakan dalam sintesis biodiesel adalah katalis CaO,

Katalis CaO dapat ditemukan dalam beberapa jenis cangkang seperti contoh cangkang Langkitang.

Langkitang (*Faunus ater*) dalam bahasa Aceh dikenal dengan “*cue*” adalah siput *makrozoobentos* yang hidup di perairan di Indonesia. Cangkang Langkitang memiliki kandungan kalsium yang tinggi dalam bentuk kalsium karbonat (CaCO_3) (Wulandari dkk., 2021). Kandungan CaCO_3 pada Langkitang setelah proses kalsinasi menggunakan alat furnace pada suhu 900°C selama 5 jam sudah terurai menjadi CaO, sehingga mendapatkan serbuk putih yang mengandung senyawa CaO sebesar 97,71% (Fithratul dan Aini 2022).

Kalsium oksida (CaO) merupakan oksida basa kuat yang memiliki aktivitas katalitik yang tinggi sehingga dapat digunakan sebagai katalis untuk pembuatan biodiesel. CaO merupakan katalis heterogen yang memiliki bentuk berupa padatan sehingga mudah dipisahkan dari campuran dengan penyaringan dan tidak membutuhkan air yang banyak dalam proses penyaringannya (Nurhayati dkk., 2014).

Namun dalam penggunaannya, katalis CaO mudah bereaksi dengan CO_2 dan H_2O di udara sehingga menyebabkan aktivitas katalitiknya menjadi kurang efektif (Febriana 2022). Oleh karena itu diperlukan penambahan zat aktif untuk mengkombinasikan katalis CaO dengan katalis logam lain. Kombinasi dapat membantu mencegah deaktivasi atau penurunan aktivasi katalis dan meningkatkan aktivitas katalitik, memperbesar luas permukaan, dan dapat mengurangi pembentukan sabun dalam produksi biodiesel (Oko 2019), maka diimpregnasi CaO dengan ZnCl_2 .

Katalis asam Lewis seperti ZnCl_2 baik digunakan dalam reaksi esterifikasi maupun transesterifikasi. Katalis asam Lewis seperti ZnCl_2 dapat memberikan hasil signifikan, penambahan ZnCl_2 menghasilkan kadar metil ester yang lebih tinggi dibandingkan penggunaan katalis tanpa menggunakan pendukung. Hal ini disebabkan tingginya aktivitas katalitik yang dimiliki oleh katalis CaO dengan ZnCl_2 (Rachim, 2017). Kombinasi katalis CaO dengan katalis logam lain telah banyak dilakukan, seperti CaO/ ZnO (Putra dkk, 2015), CaO/ Al_2O_3

(Heterogenus, 2018), CaO/SrO, (Widiarti dan Kusumastuti, 2015) CaO/SiO₂ (Chori, 2023) dan CaO/KF (Wati, 2012).

Berdasarkan uraian di atas, peneliti tertarik untuk memanfaatkan minyak *pliek u* sebagai bahan untuk membuat biodiesel karna mengandung asam lemak rantai sedang menggunakan kombinasi katalis CaO dengan ZnCl₂

I.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah pada penelitian ini ialah:

- 1) Apakah katalis CaO Langkitang diimpregnasi ZnCl₂ dapat digunakan sebagai katalis pada proses sintesis biodiesel minyak *pliek u*?
- 2) Manakah kombinasi katalis CaO Langkitang diimpregnasi ZnCl₂ (1:3) (3:1) yang dapat menghasilkan rendemen biodiesel yang lebih tinggi?

I.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Untuk mengetahui apakah katalis CaO Langkitang diimpregnasi ZnCl₂ dapat di gunakan sebagai katalis pada proses sintesis biodiesel minyak *pliek u*.
- 2) Untuk mengetahui manakah katalis CaO Langkitang diimpregnasi ZnCl₂ (1:3) (3:1) yang dapat meghasilkan rendemen biodiesel yang lebih tinggi.

I.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini untuk menghasilkan bahan bakar yang lebih ramah lingkungan dari minyak *pliek u*.

I.5 Batasan Masalah Penelitian

- 1) Penelitian ini hanya berfokus pada penelitian biodiesel dari minyak *pliek u* dengan menggunakan modifikasi katalis CaO dari Langkitang dengan ZnCl₂.
- 2) Minyak *pliek u* di ambil dari tempat pembuatan *pliek u* di Jangka, Bireuen.
- 3) Langkitang di ambil dari limbah restoran rumah makan, di Banda Aceh.
- 4) Karakterisasi dengan GCMS dan XRD hanya dilakukan pada produk biodiesel dengan rendemen tertinggi.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Biodiesel

Biodiesel merupakan senyawa metil ester dengan asam lemak rantai panjang seperti laurat, palmitat, stearat, oleat, dan lain-lain. Biodiesel adalah bahan bakar alternatif yang berasal dari sumber daya terbarukan, terdiri dari ester asam lemak yang dihasilkan dari minyak nabati seperti minyak kelapa sawit, minyak kelapa, minyak jarak pagar, minyak biji kapuk, dan lebih dari 30 jenis tumbuhan lain di Indonesia yang memiliki potensi sebagai bahan baku pembuatan biodiesel (Wulandari dkk., 2021).

Biodiesel merupakan salah satu bahan bakar alternatif yang menjanjikan, bersifat ramah lingkungan, tidak mempunyai efek terhadap kesehatan yang dapat dipakai sebagai bahan bakar kendaraan bermotor yang dapat menurunkan emisi bila dibandingkan dengan minyak diesel. Biodiesel dapat digunakan secara murni maupun dicampur, dan dikhususkan untuk mesin jenis diesel (Devita, 2015).

Kualitas biodiesel merupakan produk bahan bakar mesin diesel yang ditentukan oleh beberapa parameter, diantaranya ialah bilangan asam, kekentalan kinematik, massa jenis dan lainnya. Berikut standar biodiesel Indonesia:

Tabel II.1 Standar Biodiesel Berdasarkan SNI 7182:2015 (Permana, 2020).

Parameter	SNI 7182:2015
Massa Jenis pada Suhu 40°C (kg/m ³)	850-890
Viskositas Kinematik pada Suhu 40°C (mpa.s)	2,3-6,0
Angka Asam	0,5
Titik Nyala (°C)	100
Kadar Air (% volume)	0,05

II.2 Minyak *Pliek U*

Minyak *pliek u* diperoleh dari fermentasi daging buah kelapa yang diendapkan selama beberapa hari. Buah kelapa yang digunakan bisa berupa kelapa tua atau kelapa setengah tua, dengan proporsi penggunaan yang sama antara keduanya. Minyak *pliek u* yang dihasilkan merupakan produk lokal Aceh yang dihasilkan melalui proses fermentasi kelapa dan memiliki banyak manfaat (Marvida dkk., 2023).

Minyak *pliek u* memiliki kadar asam lemak bebas yang tinggi, yang disebabkan oleh metode pembelahan atau pelubangan kelapa serta proses fermentasi minyak *pliek u*. Fermentasi dan penjemuran yang dilakukan selama pembuatan minyak *pliek u* meningkatkan kadar asam lemak bebas. Semakin lama waktu fermentasi dan penjemuran, semakin tinggi kadar asam lemak bebas yang dihasilkan. Tingginya bilangan asam lemak bebas yang dihasilkan. Tingginya bilangan peroksida pada minyak *pliek u* diduga disebabkan oleh proses fermentasi alami yang mendorong pertumbuhan mikroorganisme penguraian lemak dan pengoksidasi asam lemak, serta proses oksidasi selama penjemuran (Arpi, 2013).

Proses pembuatan minyak kelapa oleh masyarakat Aceh secara tradisional dilakukan dengan metode sederhana. Kelapa dilubangi terlebih dahulu dan dibiarkan membusuk selama tiga hari. Setelah itu, kelapa diparut dan diperam hingga parutan kelapa menjadi lumat dan berminyak. Parutan kelapa yang lumat kemudian dijemur dibawah sinar matahari sampai seluruh minyak keluar, dan minyak dipisahkan melalui pengepresan. Minyak kelapa hasil produksi rakyat umumnya masih mengandung berbagai senyawa yang mempengaruhi kualitas minyak, seperti asam lemak bebas, monogliserida, digliserida, zat warna, pospatida, karbohidrat, getah (gum) dan kotoran lainnya (Rejeki, 2018). Komposisi minyak kelapa (*pliek u*) dapat dilihat dari table II.2 berikut:

Tabel II.2. Asam lemak pada minyak kelapa (*pliek u*)

Komponen	Minyak kelapa (%)
Asam kaprilat	2,281
Asam kaprat	3,063
Asam laurat	30,130
Asam miristat	22,255

Asam palmitat	15,460
Asam linoleate	3,367
Asam oleat	13,476
Asam elaidat	0,363
Asam stearate	9,337

(Earlia dkk., 2023)

II.4 Langkitang (*Faunus ater*)

Langkitang (*Faunus ater*) dalam bahasa Aceh dikenal dengan “cue” adalah siput *makrozoobentos* yang hidup di perairan Aceh dan beberapa daerah di Indonesia. Limbah cangkang Langkitang memiliki kandungan kalsium yang tinggi dalam bentuk kalsium karbonat (CaCO_3) (Wulandari dkk., 2021). Pada penelitian Fithratul & Aini (2020) kandungan CaO pada Langkitang setelah proses kalsinasi menggunakan alat furnace pada suhu 900°C selama 5 jam sudah terbentuknya CaO sehingga mendapatkan serbuk putih yang mengandung senyawa CaO sebesar 97,71%.



Gambar II.1. Cangkang Langkitang (*Faunus ater*)

Sumber: Dokumen Pribadi

Menurut Jannah (2022). Klasifikasi pada cangkang Langkitang (*Faunus ater*) adalah sebagai berikut:

<i>Kingdom</i>	: <i>Animalia</i>
<i>Class</i>	: <i>Gastropoda</i>
<i>Phylum</i>	: <i>Kerang kerangan</i>
<i>Unranked</i>	: <i>Clade caenogastropoda, clade sorbeoconcha</i>
<i>Family</i>	: <i>Pachychilidae</i>
<i>Genus</i>	: <i>Faunus</i>
<i>Super family</i>	: <i>Cerithioidea</i>
<i>Spesies</i>	: <i>Faunus Ater</i>

II.3 Katalis

Katalis berperan dalam mempercepat laju reaksi dan menurunkan energi aktivasi, memungkinkan proses produksi biodiesel berlangsung lebih cepat. Katalis yang umum digunakan adalah katalis homogen seperti seperti NaOH dan H₂SO₄ karena mampu bereaksi dalam waktu singkat pada suhu rendah. Namun, katalis homogen memiliki kelemahan karena dapat bereaksi dengan asam lemak bebas, sehingga menyulitkan pemisahan dan pembentukan produk biodiesel. Oleh sebab itu, katalis heterogen dianggap lebih efektif dan efisien dalam pembuatan biodiesel (Rachim, 2017).

Katalis heterogen adalah katalis yang memiliki fase berbeda dari reaktan. Katalis ini memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan katalis homogen. Salah satu keuntungannya adalah kemudahan pemisahan dari produk reaksi. Selain itu, katalis heterogen lebih tahan terhadap asam lemak bebas yang terdapat dalam bahan baku tanpa terjadi reaksi saponifikasi, memungkinkan untuk melakukan reaksi transesterifikasi dan esterifikasi secara bersamaan dengan bahan baku yang memiliki kadar asam lemak bebas tinggi, baik dari sumber hewani maupun tumbuhan. Keuntungan lain adalah katalis heterogen dapat diregenerasi dan digunakan kembali beberapa kali, menjadikannya pilihan yang sangat ekonomis (Zamhari, 2019).

II.3.1 Kalsium oksida (CaO)

Kalsium oksida atau CaO, sangat mudah ditemukan di alam dan merupakan salah satu katalis yang paling banyak digunakan dalam proses sintesis biodiesel. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor: harganya yang murah, kelarutannya yang rendah dalam metanol, toksisitasnya yang ringan, ketersediaannya yang berlimpah di alam dan sifat kebasaannya yang tinggi memungkinkan menghasilkan *yield* ester yang tinggi (Ruhaiya, 2020).

Kalsium Oksida (CaO) adalah salah satu jenis katalis heterogen dengan kebasaaan yang tinggi. Tingginya kebasaaan CaO membuatnya sering digunakan sebagai katalis dalam proses transesterifikasi minyak menjadi biodiesel. Salah satu keunggulan CaO adalah bentuknya yang padat, sehingga mudah dipisahkan dari campuran reaksi setelah proses pembuatan biodiesel selesai (Sari dkk., 2022).

Namun, dalam penggunaannya, katalis CaO mudah bereaksi dengan CO₂ dan H₂O di udara, yang menyebabkan aktivitas katalitiknya menurun. Oleh karena itu diperlukan penambahan zat aktif dengan mengombinasikan katalis CaO dengan katalis logam lainnya untuk meningkatkan efektifitasnya. Banyak kombinasi katalis CaO dengan logam lain yang telah dilakukan, seperti CaO/ZnO, CaO/Al₂O₃, CaO/Li, CaO/K, dan CaO/KF. Kombinasi ini bertujuan untuk meningkatkan aktivitas katalitik, memperluas permukaan dan mengurangi pembentukan sabun dalam produksi biodiesel (Oko, 2019).

II.3.2 Seng klorida (ZnCl₂)

Seng klorida, dengan rumus kimia ZnCl₂ dan berbagai bentuk hidratnya, adalah senyawa berbentuk kristal yang tidak berwarna atau putih serta sangat mudah larut dalam air. ZnCl₂ bersifat higroskopis, yang berarti ia dapat menyerap kelembaban dari udara, sehingga dalam kondisi lembab, senyawa ini dapat mencair dan bahkan menghilang (*deliquescent*). Oleh karena itu, sampel ZnCl₂ harus dijauhkan dari sumber kelembaban, termasuk uap air di udara. Seng klorida memiliki berbagai aplikasi, termasuk dalam industri tekstil, sebagai fluks dalam metalurgi, dan dalam sintesis kimia (Anggraeni, 2015).

Seng klorida (ZnCl₂) bagus dalam proses mengubah asam lemak bebas menjadi ester. Ini membantu dalam mengurangi kadar FFA yang tinggi dalam minyak nabati, yang penting untuk memastikan kualitas biodiesel yang baik (Choirunnissa & Paongan 2024). Menggunakan ZnCl₂ sebagai pendukung menghasilkan kadar metil ester yang tinggi dibandingkan dengan katalis tanpa pendukung. Hal ini disebabkan oleh tingginya aktivitas katalitik katalis CaO yang didukung oleh ZnCl₂ (Rachim 2017).

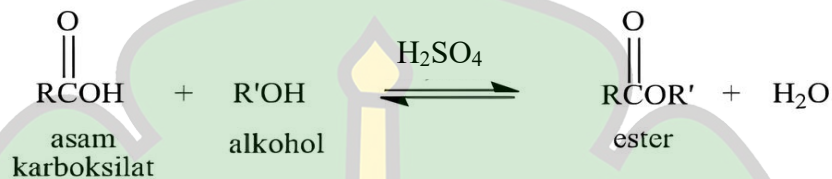
II.5 Reaksi Esterifikasi Transesterifikasi pada Biodiesel

Biasanya, biodiesel diproduksi melalui dua jenis reaksi, yaitu esterifikasi dan transesterifikasi, yang memiliki karakteristik masing-masing. Panggabungan kedua reaksi ini bertujuan untuk meningkatkan hasil produksi biodiesel.

Esterifikasi merupakan tahap konversi asam lemak bebas menjadi ester. Proses ini melibatkan reaksi antara asam lemak dan alkohol. Katalis yang cocok

untuk reaksi ini adalah zat-zat dengan sifat asam kuat, seperti asam sulfonat, asam sulfonat organik atau resin penukar kation asam kuat (Efendi, 2018).

Reaksi esterifikasi menggunakan katalis untuk mempercepat pembentukan metil ester dan meningkatkan selektivitas reaksi. Secara umum, katalis dapat dibagi menjadi dua jenis: katalis homogen dan katalis heterogen. Beberapa katalis homogen yang sering digunakan dalam proses esterifikasi antara lain asam sulfat (H_2SO_4), natrium hidroksida (NaOH), dan kalium hidroksida (KOH) (Arjek dan Fatimah, 2017).



Gambar II.2 Reaksi esterifikasi
Sumber : (Aziz dkk., 2012)

Transesterifikasi adalah proses transformasi kimia yang mengubah molekul trigliserida besar dan bercabang dari minyak nabati dan lemak menjadi yang lebih kecil dan berantai lurus, mirip dengan molekul dalam bahan bakar diesel. Dalam proses ini, minyak nabati atau lemak hewani bereaksi dengan alkohol (biasanya metanol) dengan bantuan katalis (biasanya basa) untuk menghasilkan alkil ester atau metil ester (Hadrach Kasman & Sari 2018).



Gambar II.3 Persamaan reaksi pembentukan metil ester
(Khan & Fatimah, 2016)

II.6 X-Ray Diffraction (XRD)

XRD merupakan alat untuk mengidentifikasi material kristalit, sebagai contoh identifikasi struktur kristalit (kualitatif) dan fasa (kuantitatif) suatu bahan. Prinsip dasar penggunaan XRD yakni difraksi cahaya melalui celah kristal. Difraksi ini dapat terjadi apabila berasal dari radius dengan panjang gelombang yang setara dengan jarak antar atom, yaitu sekitar 1 Angstrom. Radiasi yang digunakan yakni radiasi sinar-X, elektron, dan neutron. Sinar-X merupakan foton energi tinggi dengan panjang gelombang 0.5 sampai 2,5 Angstrom. Ketika berkas sinar-X berinteraksi dengan material, sebagian berkas akan diabsorpsi, ditransmisikan, dan dihamburkan terdifraksi. Hamburan terdifraksi inilah yang dideteksi oleh XRD (Amalia dkk., 2023).

II.7 Gas Chromatography – Mass Spectrophotometry (GC-MS)

Penggunaan GC-MS dapat mengidentifikasi dan mengukur kuantitas metil ester dalam sampel biodiesel dengan tingkat akurasi yang tinggi. Ini penting untuk mengetahui komposisi metil ester yang terkandung di dalam biodiesel, yang mempengaruhi kualitasnya. GC-MS adalah metode yang digunakan untuk pemisahan dan identifikasi komponen dalam campuran sampel, biasanya berupa senyawa-senyawa yang mudah menguap. GC-MS terdiri dari dua perangkat utama yaitu kromatografi gas (GC) dan spektrometri massa (MS) sebagai detektor. GC-MS bertujuan untuk memisahkan berbagai komponen dalam sampel, di mana pemisahan ini bergantung pada titik didih senyawa-senyawa yang ada dalam sampel yang dianalisis, serta interaksi antara analit dengan fase diam maupun fase gerak. Prinsip kerja kromatografi gas adalah dengan menginjeksikan sampel cairan ke dalam injektor yang kemudian akan diuapkan. Sampel yang sudah dalam bentuk uap ini kemudian dibawa oleh gas pembawa menuju kolom pemisahan. Senyawa dengan titik didih tinggi memiliki waktu retensi yang lebih lama dibandingkan dengan senyawa yang memiliki titik didih lebih rendah. Sementara itu, prinsip kerja spektrometri massa adalah dengan menembakkan berkas elektron ke bahan yang sedang dianalisis, dan secara kuantitatif mencatat hasilnya sebagai spektrum fragmen ion positif. Fragmen ion positif tersebut kemudian dikelompokkan berdasarkan massanya, sehingga dapat diperoleh berat molekul dari senyawa yang terkandung dalam sampel (Margareta & Wonorahardjo, 2023).

BAB III METODE PENELITIAN

III.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari 2024 sampai dengan April 2024, dilaksanakan di Laboratorium Kimia Multifungsi Universitas Islam Ar-Raniry, dan Laboratorium LPPOM MPU Aceh.

III.2 Alat dan Bahan

III.2.1 Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah instrument *X-Ray Diffraction* XRD, GC-MS, labu leher tiga lengkap dengan kondensor, hotplate, magnetic stirer, termometer, viscometer NDJ-8S, desikator, neraca analitik, kertas saring whatmann 42, mortar, alu, oven, furnace, ayakan 100 mesh, corong pisah, piknometer, dan peralatan gelas lainnya

III.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan untuk membuat biodiesel adalah minyak *pliek u*, cangkang Langkitang (*Faunus ater*) sebagai sumber katalis CaO, seng klorida ($ZnCl_2$), *n*-heksana (C_6H_{14}), isopropil alkohol C_3H_8O , kalium hidroksida (KOH), indikator fenolftalein (PP), metanol (CH_3OH), natrium sulfat anhidrat (Na_2SO_4), asam sulfat 98% (H_2SO_4), natrium hidroksida 0,1 N (NaOH), dan akuades (H_2O).

III.3 Prosedur Kerjaa

III.3.1 Uji Taksonomi Kerang Langkitang (*Faunus ater*)

Pengujian taksonomi cangkang Langkitang dilakukan pada Laboratorium Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, Banda Aceh.

III.3.2 Preparasi Katalis CaO Cangkang Langkitang (*Faunus ater*)

Katalis CaO diperoleh melalui proses kalsinasi cangkang Langkitang pada suhu $900^{\circ}C$ selama 5 jam. Setelah proses kalsinasi selesai, cangkang Langkitang tersebut didinginkan dalam desikator lalu diayak menggunakan ayakan lolos 100 mesh dan disimpan kembali di dalam desikator. Analisis untuk membuktikan adanya CaO menggunakan instrument XRD (Setiowati dkk., 2014).

III.3.3 Modifikasi Katalis CaO/ZnCl₂

Katalis dimodifikasi menggunakan metode impregnasi dengan ZnCl₂. CaO dan ZnCl₂ (perbandingan b/b 1:3 dan 3:1, selanjutnya disebut katalis A dan B) dilarutkan dalam metanol dan diaduk selama 3 jam. Larutan tersebut kemudian disaring dengan pompa vakum sambil dicuci dengan *n*-heksana dan akuades hingga filtratnya menjadi bening. Residu yang dihasilkan kemudian dikeringkan dalam oven selama 2 jam pada suhu 110°C dan kemudian dipanaskan dalam furnace selama 1,5 jam pada suhu 500°C. Analisis untuk membuktikan adanya impregnasi CaO dan ZnCl₂ dilakukan pengujian menggunakan instrumen XRD (Raya dan Zakir, 2017).

III.3.4 Analisis Asam Lemak Bebas

Sebanyak 20 g sampel minyak *pliek u* ditimbang di dalam erlenmeyer 250 mL. Sampel minyak ditambahkan 50 mL isopropil alkohol hangat (50-60°C). Campuran dikocok dan ditambahkan dengan 2-3 tetes indikator phenolphthalein (pp) dan digoyangkan supaya larut. Campuran dititrasi dengan larutan KOH 0,1 N sampai terjadi perubahan warna (Setiowati dkk., 2014). Analisis kadar asam lemak bebas (ALB) sampel minyak *pliek u* dihitung menggunakan persamaan berikut ini:

$$ALB = \frac{(V \text{ KOH} \times N \text{ KOH}) \times BM \text{ asam laurat (kandungan asam lemak bebas tertinggi)}}{\text{berat minyak (g)} \times 1000} \times 100\%$$

(Fanani dan Ningsih, 2018)

Keterangan:

V KOH : Volume KOH

N KOH : Normalitas KOH

BM : Berat molekul

III.3.5 Penurunan Kadar Asam Lemak Bebas (Proses Esterifikasi)

Sebanyak 300 mL *pliek u* dicampurkan dengan asam sulfat (H₂SO₄) 98% sebanyak 0,5% dari massa minyak *pliek u*, kemudian ditambahkan metanol sebanyak 10% dari volume minyak *pliek u*. Campuran ini diaduk selama 20-30 menit pada suhu 70°C. Produk hasil esterifikasi kemudian dipisahkan menggunakan corong pisah selama 24 jam sehingga terbentuk dua lapisan. Lapisan yang

mengandung minyak fasa atas kemudian diambil untuk digunakan dalam proses selanjutnya, yaitu proses transesterifikasi (Suryandari dkk., 2021).

III.3.6 Sintesis Biodiesel (Reaksi Transesterifikasi)

250 mL minyak *pliek u* dimasukkan ke dalam labu leher tiga dan dipanaskan hingga mencapai suhu 70°C. Setelah itu, metanol yang telah dicampurkan dengan katalis CaO/ZnCl₂ (dalam perbandingan 3% dari berat minyak) dengan perbandingan molar 1:12 dengan minyak *pliek u* dimasukkan ke dalam labu dan direfluks selama 4 jam pada suhu 65°C. Campuran tersebut kemudian dialirkan ke dalam corong pisah dan dibiarkan selama satu hari. Pada campuran tersebut terbentuk tiga fasa, dimana fasa atas berisi metanol, fasa tengah berisi metil ester, dan fasa bawah berupa katalis. Fasa tengah dipisahkan dan dicuci dengan akuades untuk menghilangkan gliserol yang terbentuk. Gliserol dipisahkan, sementara minyaknya (metil ester) diambil. Metil ester yang dihasilkan kemudian dipanaskan pada suhu 90°C selama satu jam untuk mendapatkan metil ester yang murni (biodiesel) (Raya dan Zakir, 2017).

III.3.7 Identifikasi dan interpretasi data GC-MS

Hasil sintesis berupa filtrat dikarakterisasi dengan menggunakan GC-MS untuk membuktikan adanya kandungan metil ester (biodiesel) di Laboratorium Fakultas Sains dan Tekhnologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, Banda Aceh.

III.3.8 Uji Karakterisasi Biodiesel

a. Uji Densitas (Ulfin dkk., 2018)

Uji densitas dilakukan dengan piknometer yang steril dan kering. Piknometer yang kosong ditimbang dan hasilnya dicatat. Biodiesel dipanaskan hingga suhu 40 °C. Kemudian, piknometer kosong diisi dengan biodiesel dan ditutup rapat sehingga tidak ada gelembung udara yang tersisa. Setelah itu, piknometer dengan biodiesel di dalamnya dicatat hasilnya. Densitas biodiesel kemudian dihitung menggunakan rumus persamaan yang telah ditentukan:

$$\rho = \frac{m_2 - m_1}{v}$$

Keterangan:

ρ : massa jenis cairan (g/mL)

- m1 : massa piknometer kosong (g)
 m2 : massa piknometer berisi cairan biodiesel (g)
 v : volume piknometer (mL)

b. Uji Viskositas (Ulfin dkk., 2018)

Pengukuran biodiesel menggunakan viskometer NDJ-8. Sampel dipanaskan pada suhu 40 °C, setelah itu dicelupkan *spindle* ke dalam biodiesel kemudian dilihat nilai viskositasnya.

c. Uji Bilangan Asam (Ulfin dkk., 2018)

Pengujian bilangan asam dilakukan dengan metode titrasi alkalimetri. sebanyak 20 g dicampur dengan 50 mL etanol 95%. Kemudian dipanaskan hingga biodiesel larut. Setelah itu, 2 tetes indikator PP ditambahkan, dan campuran dititrasi dengan KOH 0,1 N hingga larutan berubah menjadi merah jambu dan mempertahankan warna tersebut selama 15 detik. Jumlah larutan standar KOH yang digunakan dicatat. Penetapan bilangan asam kemudian dihitung menggunakan persamaan:

$$\text{Bilangan Asam} = \frac{V \text{ KOH (mL)} \times N \text{ KOH} \times Mr \text{ KOH}}{\text{massa sampel (g)}}$$

Keterangan:

V KOH: Volume (mL)

N KOH: Normalitas (N)

Mr KOH: Massa molekul relatif (g mol⁻¹)

d. Uji Kadar Air (Adhani dkk, 2016)

Sebanyak 5 g sampel diambil, ditimbang, dan dimasukkan ke dalam cawan yang telah dikeringkan dan diketahui beratnya. Sampel bersama cawan kemudian dimasukkan ke dalam oven pada suhu 105°C selama 3 jam. Setelah itu, cawan didinginkan dan ditimbang kembali hingga mencapai berat yang konstan. Kadar air dihitung menggunakan rumus berikut

$$\text{Kadar air} = \frac{a-(b-c)}{a} \times 100\%$$

Keterangan:

a: Berat sampel

b: cawan porselin terisi biodiesel

c: berat kosong cawan porselin



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1 Data Hasil Pengamatan

IV.1.1 Uji Taksonomi Cangkang Langkitang

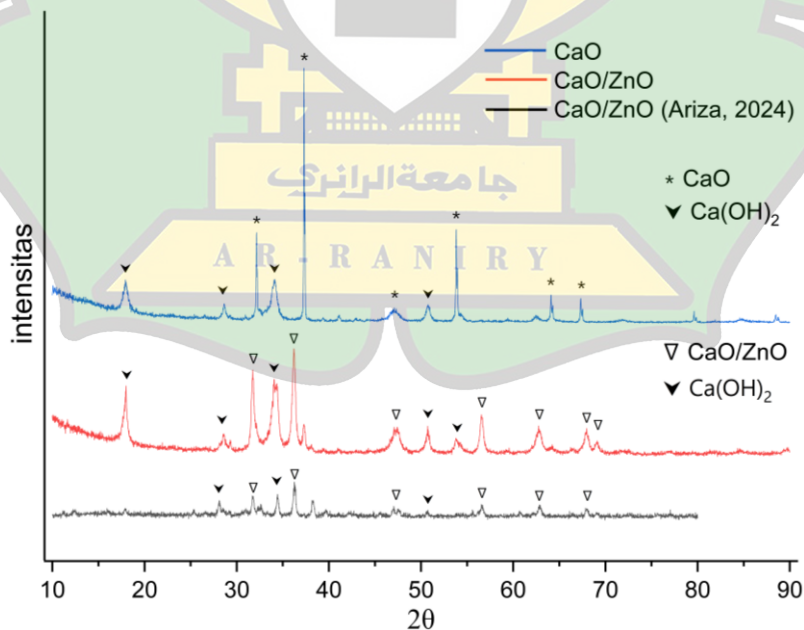
Hasil uji taksonomi pada sampel cangkang Langkitang yang telah dilakukan pada Laboratorium Biologi Multifungsi UIN Ar-Raniry Banda Aceh dapat dilihat pada tabel IV.3:

Tabel IV.3: Hasil uji taksonomi pada cangkang langkitang

Klarifikasi	Hasil
Kingdom	Animalia
Pyhlum	Mollusca
Kelas	Gastropoda
Ordo	Caenogastropoda
Familia	Pachychilidae
Genus	Faunus
Spesies	Faunus Ater

IV.1.2 Karakteristik katalis CaO Langkitang (*Faunus ater*)

Hasil karakteristik dengan XRD CaO dan CaO/ZnCl₂ (3:1, katalis A) yang telah dikalsinasi dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar IV.6 Pola difraksi sinar-X dari CaO Langkitang (*Faunus ater*) dan CaO/ZnCl₂ (3:1, katalis A)

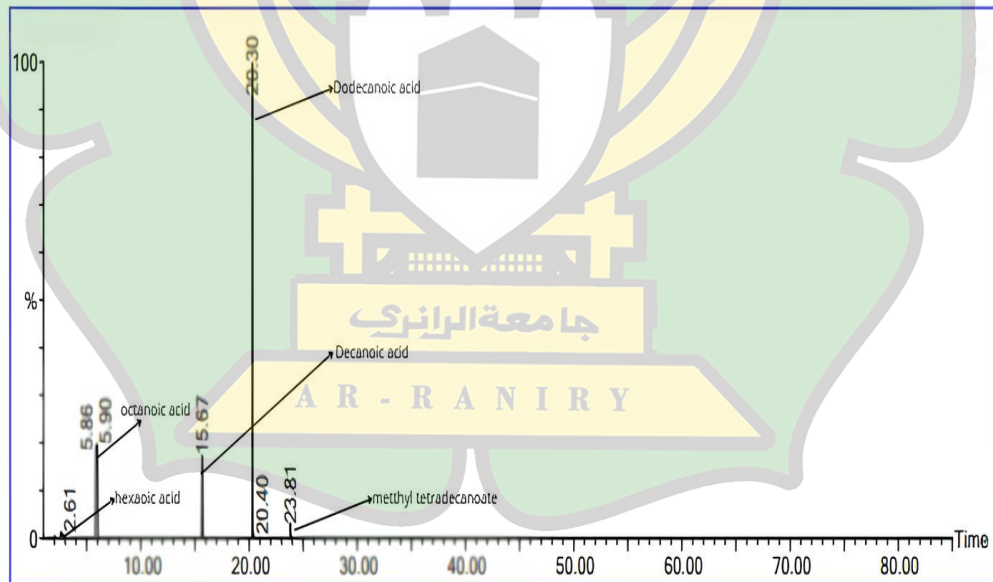
Tabel IV.4 Hasil rendemen biodiesel setelah proses Transesterifikasi Dari Minyak *Pliek U*:

Biodiesel	Perbandingan katalis CaO/ZnCl ₂	Massa biodiesel (g)	Yield (%)
A	3:1	155,127	62,051
B	1:3	127,632	51,053

Tabel IV. 5 Hasil Uji Kualitas Biodiesel Dari Minyak *Pliek U*

Karakteristik	SNI 7181:2015	Biodiesel A	Biodiesel B
Viskositas kinematik 40°C	2,3-6,0 Mm ² /s (cSt)	3,70 cSt	5,00 cSt
Angka asam	0,50 Mg-KOH/g, maks	0,44888 mg-KOH/g	0,47693 mg-KOH/g
Massa jenis 40°C	850-890 kg/m ³	881 kg/m ³	887 kg/m ³
Kadar air	0,05%, maks	0,031%	0,024%

IV.1.3 Hasil Identifikasi Kromatogram Senyawa Kimia Pada Biodiesel Dari Minyak *Pliek U* menggunakan GC-MS



Gambar IV.7 Kromatogram biodiesel A dari minyak *Pliek U* dengan katalis CaO/ZnCl₂ (3:1, katalis A)

Tabel IV.6 Data senyawa yang terdeteksi dalam biodiesel A dari minyak *pliek u* dengan GCMS.

Peak	R. (menit)	Nama IUPAC	Area (%)
1	2,651	<i>Hexanoic acid, methy ester</i> (metil palmitat)	2,022 %
2	5,920	<i>Octanoic acid, methy ester</i> (metil kaprilat)	44,93%
3	15,667	<i>Decanoic acid, methyl ester</i> (metil dekanat)	15,43%
4	20,301	<i>Dodecanoic acid, methyl ester</i> (metil laurat)	32,68%
5	23,815	<i>Methyl tetradecanoate</i> (metil miristat)	1,991%

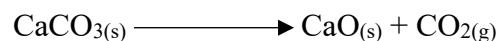
IV.2 Pembahasan

IV.2.1 Uji taksonomi cangkang Langkitang (*Faunus ater*)

Penelitian ini diawali dengan melakukan identifikasi/mengklarifikasi sampel melalui uji taksonomi. Pengujian sampel membantu untuk mengetahui bahwa sampel yang digunakan sesuai dengan penelitian yang dilakukan. Hasil pengujian sampel di Laboratorium Biologi Multifungsi UIN Ar-raniry Banda Aceh menyatakan bahwa sampel cangkang Langkitang yang di uji sesuai dengan spesies (*Faunus ater*.) Yang dapat dilihat pada tabel IV.3.

IV.2.2 Preparasi katalis cangkang Langkitang (*Faunus ater*)

Pembuatan katalis ini menggunakan cangkang Langkitang (*Faunus ater*) dari limbah, yang mengandung kalsium karbonat (CaCO_3). Kalsium karbonat ini terdekomposisi menjadi kalsium oksida (CaO) melalui proses kalsinasi. Menurut Hadiwinataetal (2021), kalsinasi adalah dimana tahapan untuk terlepasnya unsur-unsur karbonat pada cangkang. Proses kalsinasi pada cangkang Langkitang dilakukan pada suhu 900°C selama 5 jam. Menurut Ayuni (2023), suhu 900°C selama 5 jam pada cangkang Langkitang sudah terdekomposisi menjadi kalsium oksida (CaO). Terbentuknya CaO murni dapat diketahui dengan analisis XRD. Reaksi yang terjadi saat proses kalsinasi adalah sebagai berikut:



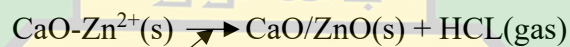
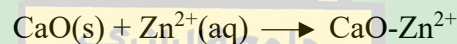
Hasil analisis menggunakan XRD mendapatkan keseluruhan puncak grafik terbentuknya CaO pada kisaran $2\theta = 32,15892$; $37,29927$ dan $53,82623$ secara stabil. Jika mengacu pada penelitian Kurniawan (2019) yang menunjukkan sudut $2\theta = 32,1767$; $37,3224$ dan $53,8253$, hasil analisis XRD dalam penelitian ini mirip

dengan penelitian tersebut. Masih munculnya $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dalam penelitian ini dikarenakan terjadinya kontak antara permukaan CaO dengan uap air di udara bebas.

IV.2.3 Katalis CaO cangkang Langkitang termodifikasi ZnCl_2

Tahapan modifikasi adalah dimana tahapan ini berfungsi untuk meningkatkan aktivitas katalitik dari katalis. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode impregnasi. Impregnasi adalah suatu metode preparasi katalis dengan menempelkan komponen aktif logam dari garam prekursor ke dalam material *support* (Nurjannah dkk, 2020). Logam yang di impregnasi adalah logam CaO dengan ZnCl_2 . Katalis diimpregnasi dengan variasi 1:3 dan 3:1, dalam proses modifikasi katalis dengan menstirer ZnCl_2 - CaO selama 3 jam menggunakan metanol (Raya dan Zakir, 2017). Tahap selanjutnya adalah dilakukan pompa vakum Bucher pada larutan sambil di cuci dengan *n*-heksana dan akuades dengan tujuan menarik pengotor bersifat non-polar. Vakum Bucher bertujuan untuk mempercepat proses penyaringan katalis, sehingga diperoleh filtrat dan residu. Residu dioven dengan suhu 105°C selama 2 jam untuk menghilangkan campuran metanol serta kadar air. Setelah pemanasan, padatan kering berwarna abu-abu selanjutnya ditanur dengan suhu 500°C selama 1,5 jam, untuk mengaktifasi katalis. Residu/katalis siap digunakan untuk pembuatan biodiesel melalui tahapan transesterifikasi.

Reaksi yang terbentuk setelah modifikasi katalis dapat dilihat sebagai berikut:



karakteristik katalis ZnCl_2 - CaO di uji menggunakan XRD untuk mengidentifikasi fasa kristalin dalam material dengan cara menentukan stuktur kisi serta untuk mendapatkan ukuran partikel (Maghfury, 2020). Pada penelitian ini, analisis XRD hanya dilakukan pada katalis untuk biodiesel A dikarenakan hasil *yield* biodiesel A dibandingkan biodiesel B. Penentuan kristalitas katalis biodiesel A menggunakan persamaan *Scherrer*. Persamaan *Scherrer* digunakan untuk menentukan satu nilai ukuran kristal (Azizah, 2020). Berdasarkan Gambar IV.5, hasil analisis menggunakan XRD mendapatkan keseluruhan puncak grafik pada katalis biodiesel A pada kisaran $2\theta = 31,667$ dan $36,172$. Dibandingkan dari penelitian ariza pada

tahun 2024, kombinasi CaO dengan ZnCl₂ pada kisaran $2\theta = 31,01$; dan $36,15$. Nilai yang dihasilkan tidak jauh berbeda, sehingga dapat dibilang bahwa ZnCl₂ yang digunakan pada impregnasi ke dalam CaO.

IV.2.4 Kandungan asam lemak bebas (ALB) dari minyak *pliek u*

ALB (asam lemak bebas) merupakan asam lemak yang tidak terikat pada trigliseraldehida yang terkandung dalam minyak. Asam lemak bebas dianalisis bilangan asamnya dengan menggunakan metode titrasi alkalimetri. Titrasi alkalimetri ialah titrasi asam basa yang dilakukan untuk menentukan konsentrasi larutan asam dengan menggunakan larutan basa sebagai standarnya. Metode titrasi menggunakan larutan KOH 0,1N. Larutan ini membantu melarutkan asam lemak dalam minyak dan memudahkannya dalam reaksi. Suatu proses untuk menjamin kemurnian minyak *pliek u* adalah 7%. Meskipun nilai tersebut belum dapat diatasi dalam proses produksi biodiesel, namun terdapat langkah-langkah untuk mengurangi tingginya kadar asam lemak dengan melakukan esterifikasi. Esterifikasi adalah reaksi reversibel di mana asam lemak bebas (ALB) diubah menjadi alkil ester melalui katalis asam seperti H₂SO₄.

Setelah esterifikasi, hasilnya menunjukkan nilai 1,9%, dikarenakan penggunaan asam sulfat pekat. Menurut Aziz dkk tahun 2011, penurunan disebabkan karena terbentuk metil ester dari reaksi antara H₂SO₄ dengan metanol yang ditandai perubahan larutan, menyebabkan jumlah metanol berkurang sehingga konversi ALB juga menurun. Baidawi (2008) mengatakan ALB yang tinggi dapat terjadi reaksi transesterifikasi terganggu akibat terbentuknya reaksi penyabunan antara katalis dengan ALB. Dalam proses transesterifikasi, minyak yang berkualitas baik memiliki kandungan asam lemak bebas kurang dari 2%.

IV.2.5 Proses pembuatan biodiesel

Menurut penelitian Ariza pada 2024 melakukan variasi katalis CaO/ZnCl₂ 2:1 ; 1:1 dan 1:2. Yang paling bagus menghasilkan rendemen biodiesel pada variasi 2:1 dengan rendemen 67%. Pada penelitian ini penulis melakukan variasi menggunakan rasio massa katalis sebesar 3:1 dan 1:3 (b/b, katalis A dan B). Variasi ini bertujuan untuk melihat apakah proporsi CaO atau ZnCl₂ yang berbeda dapat mempengaruhi kadar *yield* yang dihasilkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *yield* biodiesel A adalah 62%. Dalam penelitian Oko (2021), dijelaskan bahwa pada

rasio massa 3:1 dan 2:1 yang mengandung lebih banyak CaO, terjadi penurunan rendemen. Hal ini disebabkan oleh kemampuan katalis untuk mempercepat reaksi kimia berkurang dan menghasilkan rendemen yang menurun. Sedangkan pada biodiesel B adalah 51%. Di mana $ZnCl_2$ lebih dominan juga terjadinya penurunan rendemen. Hal ini dikarenakan katalis $ZnCl_2$ bereaksi terhadap minyak, terjadi bentuk gumpalan apabila biodiesel tidak segera dipisahkan dengan katalis.

IV. 2.6 Identifikasi Biodiesel Menggunakan GC-MS

Hasil identifikasi biodiesel A menggunakan GC-MS dapat dilihat pada tabel IV 6. terdapat 5 puncak kromatogram yang paling dominan, metil ester pada waktu retensi 20,301 menit adanya senyawa metil ester turunan asam laurat (*dodecanoic acid, methyl ester*) dengan area 32,68%. Pada waktu retensi 5,920 menit adanya senyawa metil ester turunan asam kaprilat (*Octanoic acid, Methyl ester*) dengan area 44,93%. Pada waktu retensi 15,667 menit adanya senyawa metil ester turunan asam dekanat (*decanoic acid, methy ester*) dengan area 15,43%. Pada waktu retensi 2,651 menit adanya senyawa metil ester turunan asam palmitat (*hexanoic acid, methy ester*) dengan area 2,022% dan pada waktu retensi 23,815 menit adanya senyawa metil ester turunan asam miristat (*mathy tetradecanoate*) dengan area 1,991%. Hal ini sesuai dengan penelitian Ariza pada tahun (2024), menyatakan komposisi paling tinggi metil ester pada minyak *pleik u* dengan katalis $CaO/ZnCl_2$ adalah laurat dengan area 59,99%, miristat 18,21%, kaprilat 12,94%, dekanat 9,74% dan palmitat 5,11%. Senyawa metil ester tersebut merupakan turunan dari asam lemak yang terkandung pada minyak *pleik u*.

IV.3 Uji Karakteristik Biodiesel

IV.3.1 Uji Massa Jenis Biodiesel

Menurut (Purnomo, 2020) massa jenis biodiesel dipengaruhi dengan panjang rantai asam lemak, ketidak jenuhan dan temperatur. Semakin panjang rantai asam lemak, maka densitas meningkat. Massa jenis yang didapat pada penelitian ini yaitu 881 kg/m^3 . Hasil analisis massa jenis pada biodiesel sesuai dengan syarat SNI 7182:2015 yang ditentukan pada syarat standar massa jenis biodiesel adalah $850\text{-}890 \text{ kg/m}^3$.

IV.3.2 Uji Viskositas Biodiesel

Uji kedua pada biodiesel yaitu viskositas. Viskositas memiliki pengaruh terhadap kualitas, viskositas biodiesel berbeda-beda tergantung dari komposisi yang dipakai dalam proses produksinya. Viskositas yang tidak memenuhi standar dapat berpengaruh kinerja mesin, contohnya penurunan performa dan peningkatan emisi. Analisa viskositas menggunakan viscometer NDJ-8S dengan kecepatan putaran 60 rpm, menggunakan spindle 1. Hasil pengujian viskositas menunjukkan nilai 3,70 mpa.s. Hal ini sesuai dengan SNI 7182:2015 biodiesel pada viskositas pada suhu 40°C senilai 2,3-6,0 mm²/s.

IV.3.3 Uji Kadar Air Biodiesel

Uji ketiga pada biodiesel yaitu kadar air, kadar air mempengaruhi kualitas pada biodiesel selama penyimpanan. Kadar air yang tinggi menyebabkan tumbuhnya mikroorganismen, sehingga terbentuk endapan yang dapat menyumbat filter dalam mesin. Kadar air yang tinggi juga dapat meningkatkan kadar FFA dikarenakan terjadi reaksi hidrolisis (Setyawardhani, 2021). Pengujian kadar air dilakukan pada cawan porselin kosong dan cawan porselin berisi biodiesel di timbang dengan neraca analitik. Kadar air yang dihasilkan sebanyak 0,031% dengan hasil ini sesuai dengan SNI 7182:2015 bahwa syarat kadar air biodiesel yang ditentukan adalah maks 0,05%.

IV.3.4 Uji Kadar Asam Biodiesel

Uji keempat pada biodiesel yaitu kadar asam. Kadar asam yang tinggi dapat menyebabkan korosi sehingga menghambat aliran bahan bakar. Oleh karena itu asam lemak pada biodiesel harus sesuai dengan standar SNI 7182:2015 dengan syarat kadar asam lemak 0,50 mg-KOH/g dari hasil pengujian didapat hasil kadar asam lemak yaitu 0,44888Mg-KOH/g.

BAB V PENUTUP

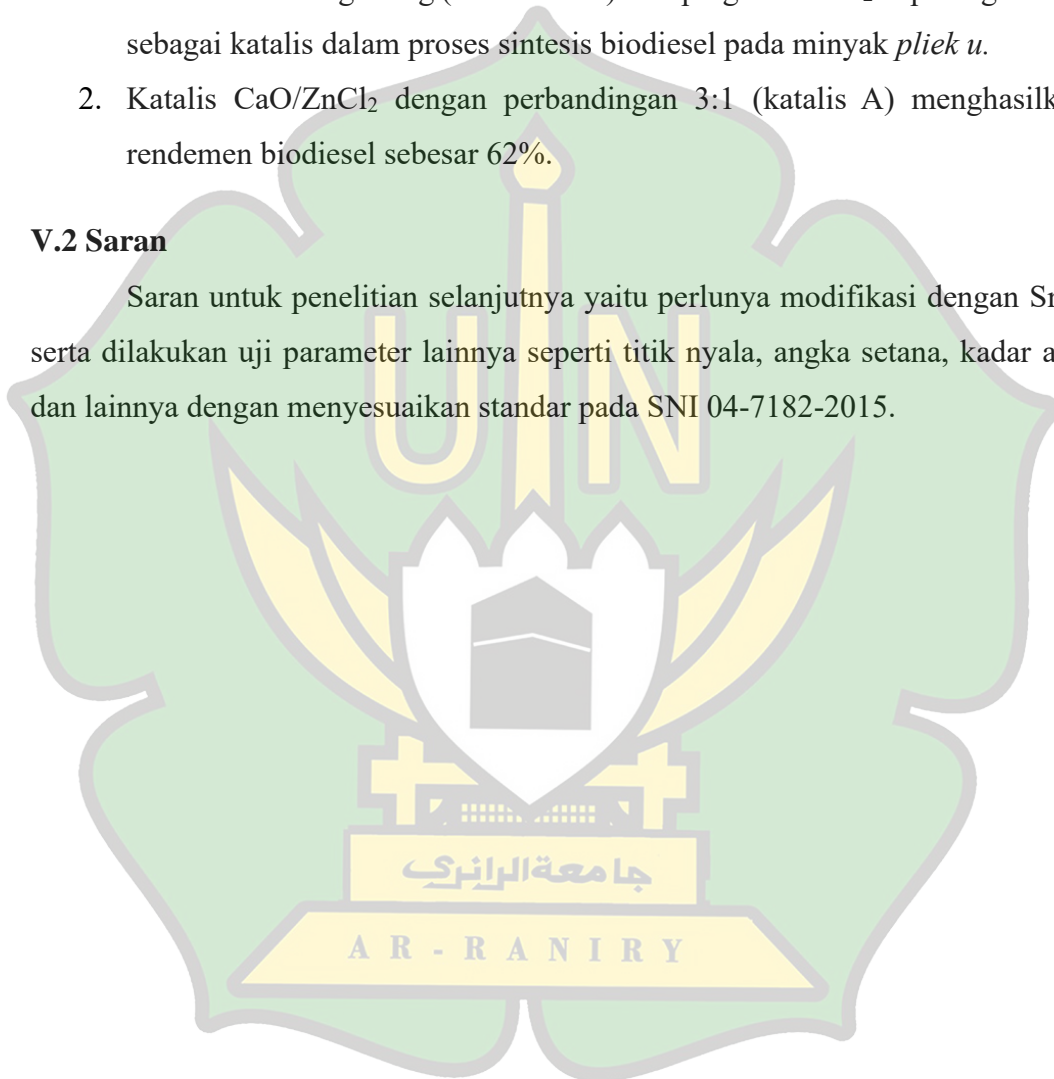
V.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa sebagai berikut:

1. Katalis CaO Langkitang (*Faunus ater*) diimpregnasi ZnCl₂ dapat digunakan sebagai katalis dalam proses sintesis biodiesel pada minyak *pliek u*.
2. Katalis CaO/ZnCl₂ dengan perbandingan 3:1 (katalis A) menghasilkan rendemen biodiesel sebesar 62%.

V.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya yaitu perlunya modifikasi dengan SrO, serta dilakukan uji parameter lainnya seperti titik nyala, angka setana, kadar abu dan lainnya dengan menyesuaikan standar pada SNI 04-7182-2015.



DAFTAR PUSTAKA

- Adhani, L., Aziz, I., Nurbayti, S., & Oktaviana, C. O. (2016). Pembuatan biodiesel dengan cara adsorpsi dan transesterifikasi dari minyak goreng bekas. *Jurnal Kimia Valensi*, 2(1), 71-80.
- Aini, F. (2022). *Pengaruh Variasi Komposisi Cao Cangkang Langkitang (Faunus Ater) dari Danau Maninjau terhadap Kekuatan Gigi Tiruan* (Doctoral dissertation, Universitas Negeri Padang).
- Anggraini Ika, dan Yuliana eka. (2015). Pembuatan Karbon Aktif Dari Limbah Tempurung Siwalan (*Borassus Flabellifer* L.) Dengan Menggunakan Aktivator Seng Klorida ($ZnCl_2$) Dan Natrium Karbonat (Na_2CO_3). Fakultas Teknologi Industri. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Ardiansah, Sabara, A. Z., dan Suryanto, A. (2020). Preparasi Katalis Dari Cangkang Telur Dengan Metode Impregnasi Untuk Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Kelapa. *Journal Of Chemical Process Engineering*, 5(1), 40–44.
- Arita, S., Dara, M. B., dan Irawan, J. (2008). Pembuatan Metil Ester Asam Lemak Dari CPO Off Grade Dengan Metode Esterifikasi-Transesterifikasi. *Jurnal Teknik Kimia*, 15(2).
- Arjek, O. C. H., dan Fatimah, I. (2017). Modifikasi Zeolit Dengan Tembaga (Cu) Dan Uji Sifat Katalitiknya Pada Reaksi Esterifikasi. *Indonesian Journal Of Chemical Research (Ijcr)*, 20-27.
- Arpi, N. (2013). Profil Medium Chain Fatty Acids (MCFA) Dan Sifat Kimia Minyak Kelapa (Virgin Coconut Oil/VCO, Minyak Simplah, Pliek U, Klentik, dan Kopra) Dibandingkan Dengan Minyak Sawit. *Agricultural Science and Technology*.
- Astuti, E. (2008). Pengaruh Konsentrasi Katalisator Dan Rasio Bahan Terhadap Kualitas Biodiesel Dari Minyak Kelapa. *Jurnal Rekayasa Proses*, 2(1), 5-9.
- Ayuni, K. (2023). *Pemanfaatan Cangkang Langkitang (Faunus Ater) Sebagai Katalis CaO Pada Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Jelantah* (Doctoral dissertation, UIN Ar-Raniry Banda Aceh).
- Aziz, I., Nurbayti, S., & Ulum, B. (2011). Esterifikasi asam lemak bebas dari minyak goreng bekas. *Jurnal Kimia VALENSI*, 2(2).

- Aziz, I., Nurbayti, S., & Ulum, B. (2012). Pembuatan produk biodiesel dari Minyak Goreng Bekas dengan Cara Esterifikasi dan Transesterifikasi. *Jurnal Kimia VALENSI*, 2(3), 443–448
- Azizah, A. T. W. (2020). *Analisis Parameter Struktur pada Reduced Graphene Oxide dari Tempurung Kelapa Menggunakan Metode Scherrer dan Williamson-Hall* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim).
- Bahri, S., Aji, A., & Yani, F. (2019). Pembuatan bioetanol dari kulit pisang kepok dengan cara fermentasi menggunakan ragi roti. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 7(2), 85-100.
- Bani, O., David, dan Febianto, T. (2022). Pengujian Kualitas Biodiesel Dari Minyak Kelapa Sawit Dengan Katalis Heterogen Abu Daun Kucai (*Allium Schoenoprasum*): Parameter Berat Katalis, Rasio Mol Minyak Terhadap Metanol Dan Waktu Reaksi. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 11(2), 80–88.
- Budhwani, A. A. A., Maqbool, A., Hussain, T., dan Syed, M. N. (2019). Production Of Biodiesel By Enzymatic Transesterification Of Non-Edible *Salvadora Persica* (Pilu) Oil And Crude Coconut Oil In A Solvent-Free System. *Bioresources And Bioprocessing*, 6, 1-9.
- Chori, R. (2023). Pengaruh Suhu Kalsinasi Terhadap Aktivitas Cao/Sio₂ Dengan Komposisi Massa 1: 5 Sebagai Katalis Transesterifikasi Minyak Kelapa Sawit.
- Darmawan, F. I. (2013). Proses Produksi Biodiesel dari Minyak Jelantah dengan Metode Pencucian Dry-Wash Sistem. *Jurnal Teknik Mesin*, 2(01).
- Devita, L. (2015). Biodiesel Sebagai Bioenergi Alternatif Dan Prospektif. *Agrica Ekstensia*, 9(2), 23-26.
- Dewi Amalia, S. T., Bagus Guritno, M. T. T., & Juarti, E. R. (2023). *Biopolimer: Perkuatan Tanah Ekspansif Ramah Lingkungan*. Deepublish.
- DS, I. P., Choirunissa, T., & Paongan, E. P. (2024). Pengaruh ZnCl₂, NaOH Dan Cao Pada Proses Esterifikasi-Transesterifikasi Terhadap Penurunan Kadar Free Fatty Acid (FFA) Dan Hasil Biodiesel Dari Minyak Brondolan Sawit. *Jurnal Chemurgy*, 8(1), 73-82.

- Earlia, N., Prakoeswa, C. R. S., dan Rinaldi Idroes, K. (2023). *Kajian in Silico dan Aplikasi Klinis Minyak Kelapa Tradisional Aceh Sebagai Terapi Adjuvant Pada Dermatitis Atopik*. Syiah Kuala University Press.
- Efendi, R., Faiz, H. A. N., dan Firdaus, E. R. (2018). Pembuatan Biodiesel Minyak Jelantah Menggunakan Metode Esterifikasitransesterifikasi Berdasarkan Jumlah Pemakaian Minyak Jelantah. In *Prosiding Industrial Research Workshop And National Seminar* (Vol. 9, Pp. 402-409).
- Enggawati, E. R., dan Ediati, R. (2013). Pemanfaatan Kulit Telur Ayam Dan Abu Layang Batubara Sebagai Katalis Heterogen Untuk Reaksi Transesterifikasi Minyak Nyamplung (*Calophyllum Inophyllum* Linn). *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 2(1), C1-C6.
- Erliyanti, N. K., Saputro, E. A., Yogaswara, R. R., dan Chumaidi, A. (2020). Sintesis Biodiesel Dari Minyak Biji Kapuk (*Ceiba Pentandra*) Pada Reaktor Batch Berpengaduk Bertekanan. Seminar Nasional Teknik Kimia Soeardjo Brotohardjono XVI, September, 1–6.
- Fanani, N., & Ningsih, E. (2018). Analisis Kualitas minyak goreng habis pakai yang digunakan oleh pedagang penyetan di daerah rungkut surabaya ditinjau dari kadar air dan kadar asam lemak bebas (ALB). *Jurnal Iptek*, 22(2), 59-66.
- Faridah, F., Yuniati, Y., Sari, R., Fitri, G., dan Facraniah, F. (2022). Pengaruh Persen Berat Bunga Telang Kering Dan Waktu Adsorpsi Terhadap Karakteristik Mutu Minyak Pliek U. *Proceeding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe* 6(1), 212–216.
- Febriana, I. D., Hamid, A., Jakfar, A., Abdullah, M., Rohmah, F., Purbaningtiyas, T. E., ... & Wijaya, S. D. (2022). Pemanfaatan Batu Kapur Madura sebagai Katalis dalam Pembuatan Bioedesel dari Minyak Nyamplung. *Indonesian Journal of Chemical Analysis (IJCA)*, 5(1), 09-17.
- Gugule, S., & Aloanis, A. A. (2020). Mempelajari Reaksi Transesterifikasi Terkatalisis Kalsium Oksida. *Fullerene Journal of Chemistry*, 5(2), 73-77.
- Hadiwinata, B., Dewi, F. R., Fransiska, D., & Dharmayanti, N. (2021). Optimasi Waktu dan Suhu Kalsinasi Tepung Cangkang Rajungan (*Portunus* sp.) sebagai Bahan Baku Hidroksiapatit. *Jurnal Pascapanen Dan Bioteknologi Kelautan Dan Perikanan*, 16(2), 121-130.

- Hadrah, H., Kasman, M., dan Sari, F. M. (2018). Analisis Minyak Jelantah Sebagai Bahan Bakar Biodiesel Dengan Proses Transesterifikasi. *Jurnal Daur Lingkungan*, 1(1), 16-21.
- Heterogenus, M. (2018). Transesterification of waste cooking oil in biodiesel production utilizing CaO/Al₂O₃ heterogeneous catalyst. *Malaysian Journal of Analytical Sciences*, 22(1), 157-165.
- Jannah, M. (2022). *Pemanfaatan Cangkang Kerang Langkitang (Faunus ater) Sebagai Biosorben Untuk Menyerap Logam Berat Timbal (Pb) di Sungai Krueng Reuleung* (Doctoral dissertation, UIN Ar-Raniry).
- Kusumaningsih, T., & Pranoto, S. R. (2006). Pembuatan Bahan Bakar Biodiesel dari Minyak Jarak; Pengaruh Suhu dan Konsentrasi KOH pada Reaksi Transesterifikasi Berbasis Katalis Basa. *Bioteknologi*, 3(1), 20-26.
- Lam, M. K., Lee, K. T., & Mohamed, A. R. (2010). Homogeneous, heterogeneous and enzymatic catalysis for transesterification of high free fatty acid oil (waste cooking oil) to biodiesel: a review. *Biotechnology advances*, 28(4), 500-518.
- Maghfury, T. I., & Anggono, A. D. (2020). *Analisis X-Ray Diffraction (XRD) Pada Brazing Aluminium Seri 1000 Dan Stainless Steel Seri 304 Dengan Penambahan Serbuk Tembaga* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).
- Makalalag, A. K., dan Silaban, D. P. (2020). Produksi Dan Karakterisasi Biodiesel Berbahan Baku Minyak Jelantah. *Jurnal Penelitian Teknologi Industri*, 12, 31-40.
- Margareta, M. A. H., dan Wonorahardjo, S. (2023). Optimasi Metode Penetapan Senyawa Eugenol Dalam Minyak Cengkeh Menggunakan Gas Chromatography–Mass Spectrum Dengan Variasi Suhu Injeksi. *Jurnal Sains Dan Edukasi Sains*, 6(2), 95-103.
- Marvida, D., Apriana, E., dan Akmal, N. (2023). Pembuatan Minyak Siplah Menggunakan Buah Kelapa (Cocos Nucifera L.) Sebagai Obat Tradisional Di Gampong Lampakuk Kabupaten Aceh Besar. *Jurnal Pembelajaran Dan Sains (JPS)*, 2(2), 41-50.
- Nurhayati, N., Mukhtar, A., dan Gapur, A. (2014). Transesterifikasi Crude Palm Oil (CPO) Menggunakan Katalis Heterogen CaO dari Cangkang Kerang Darah

- (Anadara Granosa) Kalsinasi 900oC. *Jurnal ICA (Indonesian Chemia Acta)*, 5(1), 23-29.
- Nurjannah, N. (2020). Preparasi Katalis Dari Cangkang Telur Dengan Metode Impregnasi Untuk Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Kelapa. *JCPE*, 5(1), 41-44.
- Nurjannah, N. (2022). Produksi Biohidrogen dari Sampah Organik Kulit Pisang dengan cara Fermentasi Anaerob dengan Peninjauan Analisa Ekonomi Sederhana. *JCPE*, 7(1), 54-57.
- Oko, S., dan Dzahabiah, H. (2019, December). Pengaruh Rasio Mol D An Waktu Reaksi Pada Sintesis Biodiesel Dari Minyak Jarak Dengan Menggunakan Katalis Cao/Al₂O₃. In *Seminar Nasional Hasil Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (SNP2M)* (Vol. 4, No. 1, Pp. 17-21).
- Oko, S., Kurniawan, A., & Rahmatina, J. (2021, September). Pengaruh Perbandingan Massa Ca dan C pada Katalis NaOH/CaO/C dalam Sintesis Biodiesel Menggunakan Minyak Jelantah. In *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar* (Vol. 12, pp. 423-428).
- Permana, E., Naswir, M., Sinaga, M. E. T., Alfairuz, A., & Murti, S. S. (2020). Kualitas biodiesel dari minyak jelantah berdasarkan proses saponifikasi dan tanpa saponifikasi. *JTT (Jurnal Teknologi Terapan)*, 6(1), 26-31.
- Purnomo, V., Hidayatullah, A. S., Inam, A., Prastuti, O. P., Septiani, E. L., & Herwoto, R. P. (2020). Biodiesel Dari Minyak Jarak Pagar Dengan Transesterifikasi Metanol Subkritis. *Jurnal Teknik Kimia*, 14(2), 73-79.
- Putra, B. F. R., Kautsara, Z. E., dan Mahfudhaha, H. (2015). Karakterisasi Katalis Cao-Zno Dari Metode Sintesis Yang Berbeda. *Education*, 2020.
- Putra, R., Supriyadi, S., & Suheli, S. (2021). Analisa Pembuatan Biodiesel Minyak Jelantah dengan Katalis Basa. *Journal of Vocational Education and Automotive Technology*, 3(1), 137-145.
- Rajhana, B., Gayatri, R., Chumaidi, A., Kimia, J. T., dan Malang, P. N. (2020). Seleksi Dalam Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Biji Randu Dengan Katalis Cao. *Distilat: Jurnal Teknologi Separasi*, 6(2), 236–240.
- Rasyid, R., Sabara, Z., Ainun Pratiwi, H., Juradin, R., dan Malik, R. (2018). The Production Of Biodiesel From A Traditional Coconut Oil Using Naoh/Γ-

- Al₂O₃ Heterogeneous Catalyst. In *IOP Conference Series: Earth And Environmental Science* (Vol. 175, P. 012025). IOP Publishing.
- Raya, I., dan Zakir, M. (2017). Modifikasi Katalis Cao Untuk Produksi Biodiesel Dari Minyak Bekas. *Indonesian Journal Of Chemical Research*, 5(1), 47-52.
- Rejeki, D. P. (2018). Ekstrak Daun Ubi Jalar Ungu Sebagai Antioksidan Untuk Memperlambat Ketengikan (Ranciditas) Pada Minyak Kelapa. *Lantanida Journal*, 6(2), 114-125.
- Ruhaiya, F., Nisa, H. C., Hafidh, M., dan Kurniasih, E. (2020). Jurnal Review: Transesterifikasi Minyak Kelapa Sawit Pada Produksi Biodiesel Dengan Katalis Heterogen Cao. *Jurnal Teknik Dan Teknologi Volume*, 15(30).
- Sari, Y. C., Junaidi, R., & Hasan, A. (2022). Penggunaan Batu Kapur Sebagai Katalis Heterogen Untuk Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Jelantah. *Jurnal Pendidikan dan Teknologi Indonesia*, 2(8), 363-371.
- Setiowati, R., Nurhayati, N., & Linggawati, A. (2014). *Produksi biodiesel dari minyak goreng bekas menggunakan katalis CaO cangkang kerang darah kalsinasi 900 C* (Doctoral dissertation, Riau University).
- Setyawardhani, D. A., Widiastri, A. T. Y., & Rahman, M. (2021). Uji karakteristik pencampuran biodiesel minyak jelantah dan biodiesel minyak kesambi. *Jurnal Integrasi Proses*, 10(2), 68-76.
- Simpem, I. N., Negara, I. M. S., & Ratnayani, O. (2021). Karakteristik Fisiko-Kimia Katalis Heterogen Cao-Base dan Pemanfaatannya Untuk Konversi Minyak Goreng Bekas Secara Sinambung Menjadi Biodiesel. *Jurnal Kimia (Journal of Chemistry)*, 15(2).
- Sisca, V., & Rahayuningsih, J. (2022). Pembuatan Limbah Cangkang Telur Sebagai Katalis Heterogen untuk produksi Biodiesel. *Journal of Research and Education Chemistry*, 4(2), 134-134.
- Suryandari, A. S., Ardiansyah, Z. R., Putri, V. N. A., Arfiansyah, I., Mustain, A., Dewajani, H., & Mufid, M. (2021). Produksi Biodiesel dari Minyak Jelantah dengan Katalis Heterogen CaO dari Limbah Cangkang Telur. *Jurnal Rekayasa Bahan Alam Dan Energi Berkelanjutan*, 5(1), 22-27.

- Ulfin, I., & Ni'mah, Y. L. (2018). Sintesis Biodiesel dari Minyak Jelantah dengan Katalis NaOH dengan Variasi Waktu Reaksi Transesterifikasi dan Uji Performanya dengan Mesin Diesel. *Akta Kimia Indonesia*, 3(2), 175-189.
- Wati, D. S. (2012). Preparasi dan Karakterisasi Kf/Cao Alam sebagai Katalis Transesterifikasi Minyak Kelapa Sawit menjadi Biodiesel.
- Widiarti, N., dan Kusumastuti, E. (2015). Modifikasi Katalis CaO Dengan SrO Pada Reaksi Transesterifikasi Minyak Jelantah Menjadi Biodiesel Menggunakan. *Indonesian Journal of Mathematics and Natural Sciences*, 38(1), 49-56.
- Widyastuti, C. R., dan Dewi, A. C. (2014). Sintesis biodiesel dari minyak mikroalga *Chlorella vulgaris* dengan reaksi transesterifikasi menggunakan katalis KOH. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 3(1), 29-33.
- Wulandari, A., Erwin, E., Rusli, R., Amiruddin, A., Sugito, S., Balqis, U., dan Wahyuni, S. (2021). Uji Biokompatibilitas Serbuk Limbah Cangkang Cue (Faunus Ater) Sebagai Bahan Implan Tulang (Bone Graft) Pada Kelinci. *Jurnal Veteriner*, 22(3).
- Yonathan, A., Prasetya, A. R., & Pramudono, B. (2013). Produksi Biogas dari Eceng Gondok (*Eicchornia crassipes*): Kajian Konsistensi dan pH Terhadap Biogas Dihasilkan. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*, 211-215.
- Zamhari, M., Sari, D. I., & Saputri, N. S. (2019). Pembuatan Katalis Heterogen Basa Dari Serbuk Kayu Akasia. *Kinetika*, 10(1), 38-45.

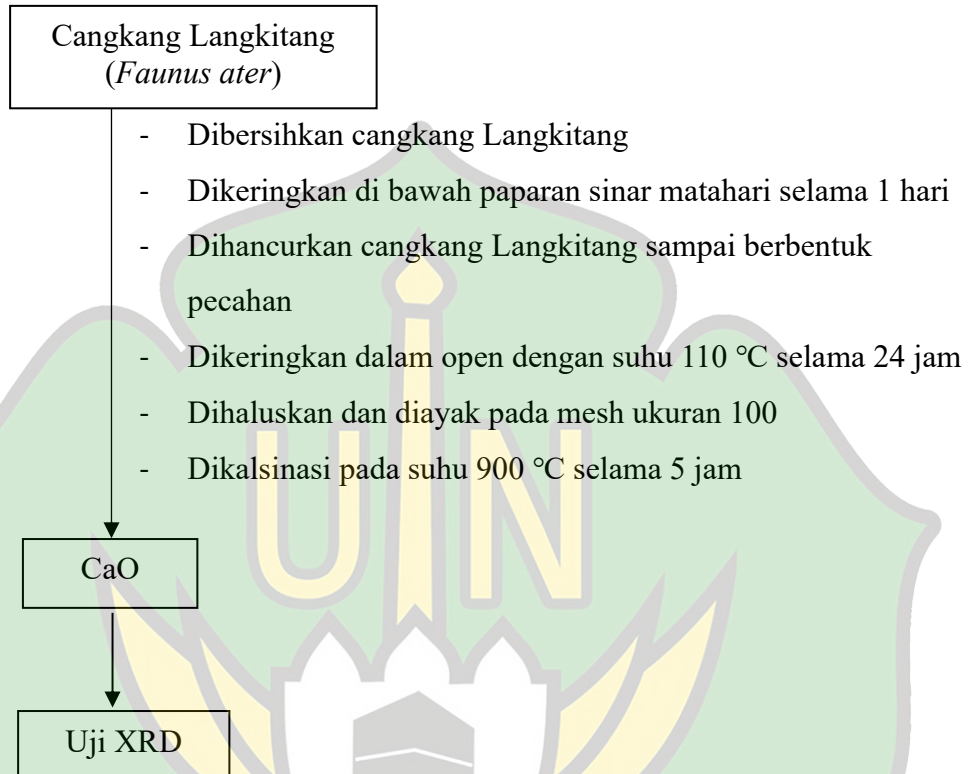
جامعة الرانيري

AR - RANIRY

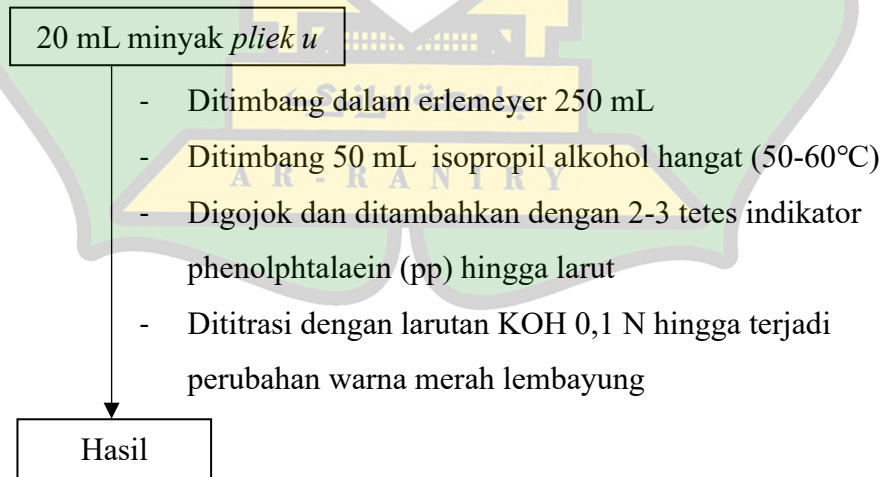
LAMPIRAN

Lampiran 1. Skema Kerja

a. Pembuatan Katalis CaO



b. Analisis kadar asam lemak bebas minyak *pliek u*



c. Pembuatan kombinasi katalis CaO/ZnCl₂

CaO/ZnCl₂

- Katalis CaO diimpregnasi ZnCl₂ menggunakan perbandingan 1:3 dan 3:1
- Dilarutkan dengan metanol dan distirer selama 3 jam
- Disaring menggunakan pompa vakum bunchner sambil dicuci menggunakan *n*-heksan dan akuades hingga filtratnya berwarna bening
- Residu yang dihasilkan di oven pada suhu 110 °C selama 2 jam, selanjutnya
- Ditanur pada suhu 500 °C selama 1,5 jam

Hasil

d. Penurunan Kadar Asam Lemak Bebas (Proses Esterifikasi)

Minyak *pliek u*

- Dimasukkan 300 mL minyak *pliek u* di dalam labu leher tiga
- Ditambahkan H₂SO₄ dengan kadar 98% sebanyak 0,5% dari massa minyak *pliek u*
- Ditambahkan metanol sebanyak 10% dari volume minyak *pliek u*
- Distirer selama 20-30 menit pada suhu 70°C. Hasil esterifikasi dipisah dengan corong pisah, didiamkan selama 24 jam sampai terbentuk 2 lapisan

Hasil

e. Sintesis biodiesel (proses transesterifikasi)

Minyak *pliek u*

- Dimasukkan 250 mL minyak *pliek u* yang sudah melewati tahapan esterifikasi kedalam labu leher tiga
- Dipanaskan hingga suhu 70°C
- Dimasukkan metanol yang telah dicampur dengan katalis ZnCl₂-CaO (3% dari berat minyak) dengan perbandingan molar 1:12
- Direfluk selama 4 jam pada suhu 65°C. Campuran dimasukkan ke dalam corong pisah dan didiamkan selama 1 harian.
- Dipisahkan fasa tengah yang metil ester dan kemudian di bilas dengan akuades hingga terbentuk gliserol yang bercampur dengan metanol
- Dipisahkan gliserol dengan metil ester dengan kertas saring
- Dipanaskan fasa metil ester dengan suhu 90°C selama 1 jam untuk memperoleh metil ester murni.

Hasil

Uji GC-MS

f. Karakteristik biodiesel (metil ester)

Uji Bilangan Asam

- Diambil sampel 20 g, dimasukkan ke dalam erlemeyer
- Ditambahkan 50 metanol 95%
- Dicampurkan larutan kemudian dipanaskan dan distirer hingga mendidih
- Ditambahkan dengan 2-3 tetes indikator phenolphtalaein (PP) hingga larut
- Didinginkan dan dititrasi dengan KOH 0,1 N hingga larutan merah jambu selama 15 detik

Hasil

Uji Densitas

- ditimbang piknometer kosong
- Diisi piknometer dengan akuadest yang sudah dipanaskan pada suhu 40°C selama 30 menit. Kemudian ditimbang
- Diisi piknometer dengan minyak biodiesel yang sudah dipanaskan selama 40°C selama 30 menit. Kemudian ditimbang
- Dihitung massa jenis menggunakan rumus

Hasil

Uji Viskositas

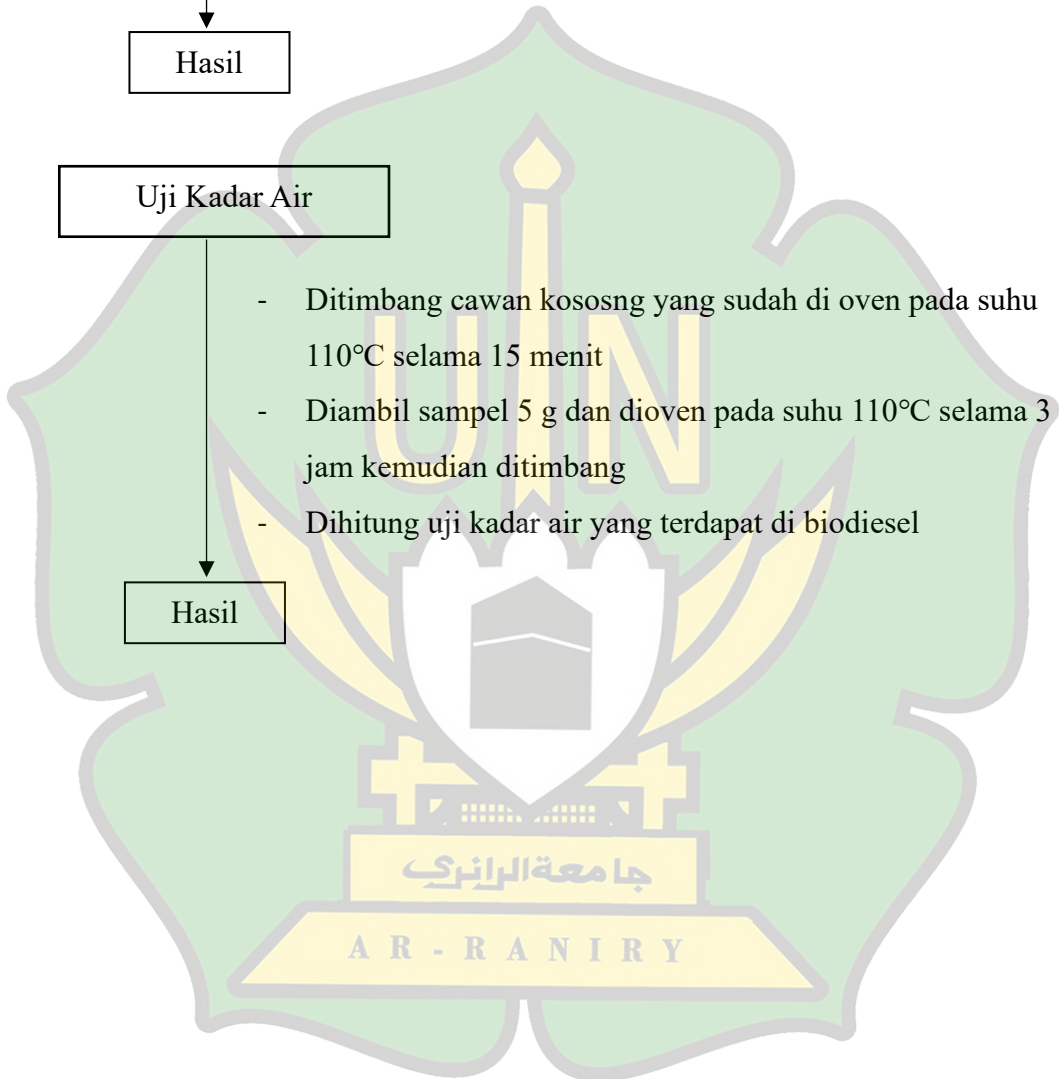
- Pengukuran biodiesel menggunakan viskometer NDJ-8.
- Dipanaskan 40°C, setelah itu dicelupkan menggunakan spindel 1 dengan kecepatan 60 rpm didalam biodiesel.
- Kemudian dilihat nilai viskositasnya.

Hasil

Uji Kadar Air

- Ditimbang cawan kosong yang sudah di oven pada suhu 110°C selama 15 menit
- Diambil sampel 5 g dan dioven pada suhu 110°C selama 3 jam kemudian ditimbang
- Dihitung uji kadar air yang terdapat di biodiesel

Hasil



Lampiran 2. Perhitungan

1. Ukuran partikel CaO cangkang Langkitang

a. Peak 1

$$\begin{aligned}D_1 &= \frac{k\lambda}{\beta \cos \theta} \\&= \frac{0,9 \times 0,15406}{0,0819 \cos 16,095} \\&= \frac{0,9 \times 0,15406}{0,0819 \times 0,9608} \\&= \frac{0,1386}{0,0786} \\&= 1,7633 \text{ nm}\end{aligned}$$

b. Peak 2

$$\begin{aligned}D_2 &= \frac{k\lambda}{\beta \cos \theta} \\&= \frac{0,9 \times 0,15406}{0,0819 \cos 18,66} \\&= \frac{0,9 \times 0,15406}{0,0819 \times 0,9474} \\&= \frac{0,1386}{0,0775} \\&= 1,7883 \text{ nm}\end{aligned}$$

c. Peak 3

$$\begin{aligned}D_3 &= \frac{k\lambda}{\beta \cos \theta} \\&= \frac{0,9 \times 0,15406}{0,0819 \cos 26,93} \\&= \frac{0,9 \times 0,15406}{0,0819 \times 0,8915} \\&= \frac{0,1386}{0,0730} \\&= 1,8986 \text{ nm}\end{aligned}$$

d. Peak 4

$$\begin{aligned}D_4 &= \frac{k\lambda}{\beta \cos \theta} \\&= \frac{0,9 \times 0,15406}{0,1229 \cos 32,07} \\&= \frac{0,9 \times 0,15406}{0,1229 \times 0,8474}\end{aligned}$$

$$= \frac{0,1386}{0,1041}$$

$$= 1,3314 \text{ nm}$$

e. Peak 5

$$D_5 = \frac{k\lambda}{\beta \cos \theta}$$

$$= \frac{0,9 \times 0,15406}{0,1229 \cos 33,675}$$

$$= \frac{0,9 \times 0,15406}{0,1229 \times 0,8321}$$

$$= \frac{0,1386}{0,1022}$$

$$= 1,3561 \text{ nm}$$

2. Ukuran partikel kombinasi CaO/ZnCl₂

a. peak 1

$$D_1 = \frac{k\lambda}{\beta \cos \theta}$$

$$= \frac{0,9 \times 0,15406}{0,3737 \cos 15,855}$$

$$= \frac{0,9 \times 0,15406}{0,3737 \times 0,9619}$$

$$= \frac{0,1386}{0,3594}$$

$$= 0,3856 \text{ nm}$$

b. peak 2

$$D_2 = \frac{k\lambda}{\beta \cos \theta}$$

$$= \frac{0,9 \times 0,15406}{0,4514 \cos 18,355}$$

$$= \frac{0,9 \times 0,15406}{0,4514 \times 0,9491}$$

$$= \frac{0,1386}{0,4284}$$

$$= 0,3235 \text{ nm}$$

c. peak 3

$$D_3 = \frac{k\lambda}{\beta \cos \theta}$$

$$= \frac{0,9 \times 0,15406}{1,2786 \cos 23,71}$$

$$= \frac{0,9 \times 0,15406}{1,2786 \times 0,9155}$$

$$= \frac{0,1386}{1,1705}$$

$$= 0,1184 \text{ nm}$$

d. peak 4

$$D_4 = \frac{k\lambda}{\beta \cos \theta}$$

$$= \frac{0,9 \times 0,15406}{0,4330 \cos 28,275}$$

$$= \frac{0,9 \times 0,15406}{0,4330 \times 0,8806}$$

$$= \frac{0,1386}{0,3812}$$

$$= 0,3635 \text{ nm}$$

e. peak 5

$$D_5 = \frac{k\lambda}{\beta \cos \theta}$$

$$= \frac{0,9 \times 0,15406}{0,7870 \cos 31,36}$$

$$= \frac{0,9 \times 0,15406}{0,7870 \times 0,8539}$$

$$= \frac{0,1386}{0,6720}$$

$$= 0,2062 \text{ nm}$$

f. peak 6

$$D_6 = \frac{k\lambda}{\beta \cos \theta}$$

$$= \frac{0,9 \times 0,15406}{0,5978 \cos 33,98}$$

$$= \frac{0,9 \times 0,15406}{0,5978 \times 0,8292}$$

$$= \frac{0,1386}{0,4956}$$

$$= 0,2796 \text{ nm}$$

g. peak 7

$$D_7 = \frac{k\lambda}{\beta \cos \theta}$$

$$= \frac{0,9 \times 0,15406}{0,5541 \cos 34,555}$$

$$= \frac{0,9 \times 0,15406}{0,5541 \times 0,8235}$$

$$= \frac{0,1386}{0,4563}$$

$$= 0,3037 \text{ nm}$$

3. Kombinasi katalis CaO/ZnCl₂

Katalis yang diambil untuk biodiesel 3% (dari berat minyak) : 7,5 g

- Perbandingan 3:1 (ZnCl₂-CaO)

$$0,3 \text{ mol ZnCl}_2 = \frac{g}{mr \text{ ZnCl}_2}$$

$$= 0,3 \text{ mol} \times Mr$$

$$= 0,3 \text{ mol} \times 135 \text{ g/mol}$$

$$= 40,5 \text{ g}$$

$$0,1 \text{ mol CaO} = \frac{g}{mr \text{ CaO}}$$

$$= 0,1 \text{ mol} \times Mr$$

$$= 0,1 \text{ mol} \times 56 \text{ g/mol}$$

$$= 5,6 \text{ g}$$

- Perbandingan 1:3 (ZnCl₂-CaO)

$$0,1 \text{ mol ZnCl}_2 = \frac{g}{mr \text{ ZnCl}_2}$$

$$= 0,1 \text{ mol} \times Mr$$

$$= 0,1 \text{ mol} \times 135 \text{ g/mol}$$

$$= 13,5 \text{ g}$$

$$0,3 \text{ mol CaO} = \frac{g}{mr \text{ CaO}}$$

$$= 0,3 \text{ mol} \times Mr$$

$$= 0,3 \text{ mol} \times 56 \text{ g/mol}$$

$$= 16,8 \text{ g}$$

4. Analisis asam lemak bebas (ALB)

$$ALB = \frac{V.N \text{ (KOH)} \times BM \text{ asam laurat}}{\text{Berat minyak (g)} \times 1000} \times 100\%$$

$$= \frac{71 \text{ mL (0.1 N)} \times 200,32}{20 \text{ g} \times 1000} \times 100\%$$

$$= \frac{1.422,272}{20.000} \times 100\%$$

$$= 0,0711136 \times 100\%$$

$$= 7\%$$

5. Penurunan asam lemak bebas (esterifikasi)

$$ALB = \frac{V.N \text{ (KOH)} \times BM \text{ asam laurat}}{\text{Berat minyak (g)} \times 1000} \times 100\%$$

$$= \frac{1,9 \text{ mL (0.1 N)} \times 200,32}{20 \text{ g} \times 1000} \times 100\%$$

$$= \frac{380,608}{20.000} \times 100\%$$

$$= 0,0190304 \times 100\%$$

$$= 1,9\%$$

6. Perbandingan rasio mol minyak : Metanol

- Berat molekul minyak (asam laurat) : 200,32 g/mol
- Perbandingan mol minyak : metanol 1:12

$$\begin{aligned} \text{➤ Mol minyak} &= \frac{\text{massa minyak}}{\text{berat molekul minyak}} \\ &= \frac{250 \text{ g}}{200,32 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \\ &= 1,25 \text{ mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{➤ Mol metanol} &= 12 \times \text{mol minyak} \\ &= 12 \times 1,25 \\ &= 15 \text{ mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{➤ Massa metanol} &= \text{mol metanol} \times \text{berat molekul metanol} \\ &= 15 \text{ mol} \times 32,04 \text{ g/mol} \\ &= 480,6 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{➤ Volime metanol} &= \frac{\text{massa metanol}}{\rho \text{ metanol}} \\ &= \frac{480,6 \text{ g}}{0,792 \text{ g/ml}} \\ &= 606,81 \text{ mL} \end{aligned}$$

7. Yield Biodiesel

- biodiesel perbandingan katalis 3:1 (CaO/ZnCl₂)

$$\begin{aligned} \text{yield} &= \frac{\text{berat biodiesel}}{\text{berat minyak pliek u}} \times 100 \% \\ &= \frac{155,1269 \text{ g}}{250 \text{ g}} \times 100\% \\ &= 62\% \end{aligned}$$

- biodiesel perbandingan katalis 1:3 (CaO/ZnCl₂)

$$\begin{aligned} \text{yield} &= \frac{\text{berat biodiesel}}{\text{berat minyak pliek u}} \times 100 \% \\ &= \frac{127,6325 \text{ g}}{250 \text{ g}} \times 100\% \\ &= 51\% \end{aligned}$$

8. Karakteristik biodiesel 3:1 (CaO/ZnCl₂)

- Uji Densitas $P = \frac{\text{massa pikno berisi biodiesel} - \text{massa pikno}}{\text{volume piknometer}}$

$$= \frac{74.733 \text{ g} - 30.673 \text{ g}}{50 \text{ mL}}$$

$$= \frac{44,060 \text{ g}}{50 \text{ mL}}$$

$$= 0,881 \text{ g/mL}$$

- Konversi satuan massa jenis g/mL ke kg/m³

$$1 \text{ g/mL} = \frac{1}{1000} : \frac{1}{1000000} \text{ kg/m}^3$$

$$= \frac{1000000}{1000} \text{ kg/m}^3$$

$$= 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$0,881 \text{ g/mL} = \frac{0,881}{1000} : \frac{1}{1000000}$$

$$= \frac{0,881 \times 1000000}{1000} \text{ kg/m}^3$$

$$= 881 \text{ kg/m}^3$$

- Uji bilangan asam

$$\text{Bilangan asam} = \frac{v \text{ KOH (mL)} \times N \text{ KOH} \times Mr \text{ KOH}}{\text{massa sampel (g)}}$$

$$= \frac{1,6 \text{ mL} \times 0,1 \text{ N} \times 56,11 \text{ g/mol}}{20 \text{ g}}$$

$$= 0,44888 \text{ Mg-KOH/g}$$

- Uji kadar air

$$\text{Kadar air} = \frac{\text{berat sampel} - (\text{berat cawan dan sampel} - \text{berat cawan kosong})}{\text{berat sampel}} \times 100\%$$

$$= \frac{7.535 \text{ g} - (137,6999 \text{ g} - 130.4304 \text{ g})}{7.535 \text{ g}} \times 100\%$$

$$= \frac{7.535 \text{ g} - (7,295 \text{ g})}{7.535 \text{ g}} \times 100\%$$

$$= 0,031 \%$$

9. Karakteristik biodiesel 1:3 (CaO/ZnCl₂)

- Uji Densitas $P = \frac{\text{massa pikno berisi biodiesel} - \text{massa pikno}}{\text{volume piknometer}}$

$$= \frac{75.053 \text{ g} - 30.673 \text{ g}}{50 \text{ mL}}$$

$$= \frac{44,380 \text{ g}}{50 \text{ mL}}$$

$$= 0,887 \text{ g/ml}$$

- Konversi satuan massa jenis g/mL ke kg/m³

$$1 \text{ g/mL} = \frac{1}{1000} : \frac{1}{1000000} \text{ kg/m}^3$$

$$= \frac{1000000}{1000} \text{ kg/m}^3$$

$$= 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$0,887 \text{ g/mL} = \frac{0,887}{1000} : \frac{1}{1000000}$$

$$= \frac{0,887 \times 1000000}{1000} \text{ kg/m}^3$$

$$= 887 \text{ kg/m}^3$$

- Uji bilangan asam

$$\text{Bilangan asam} = \frac{v \text{ KOH (mL)} \times N \text{ KOH} \times Mr \text{ KOH}}{\text{massa sampel (g)}}$$

$$= \frac{1,7 \text{ mL} \times 0,1 \text{ N} \times 56,11 \text{ g/mol}}{20 \text{ g}}$$

$$= 0,47693 \text{ Mg-KOH/g}$$

- Uji kadar air

$$\text{Kadar air} = \frac{\text{berat sampel} - (\text{berat cawan dan sampel} - \text{berat cawan kosong})}{\text{berat sampel}} \times 100\%$$

$$= \frac{7,210 - (100,2114 \text{ g} - 93,1793 \text{ g})}{7,210 \text{ g}} \times 100\%$$

$$= \frac{7,210 \text{ g} - (7,032 \text{ g})}{7,210 \text{ g}} \times 100\%$$

$$= 0,024 \%$$

جامعة الرانيري

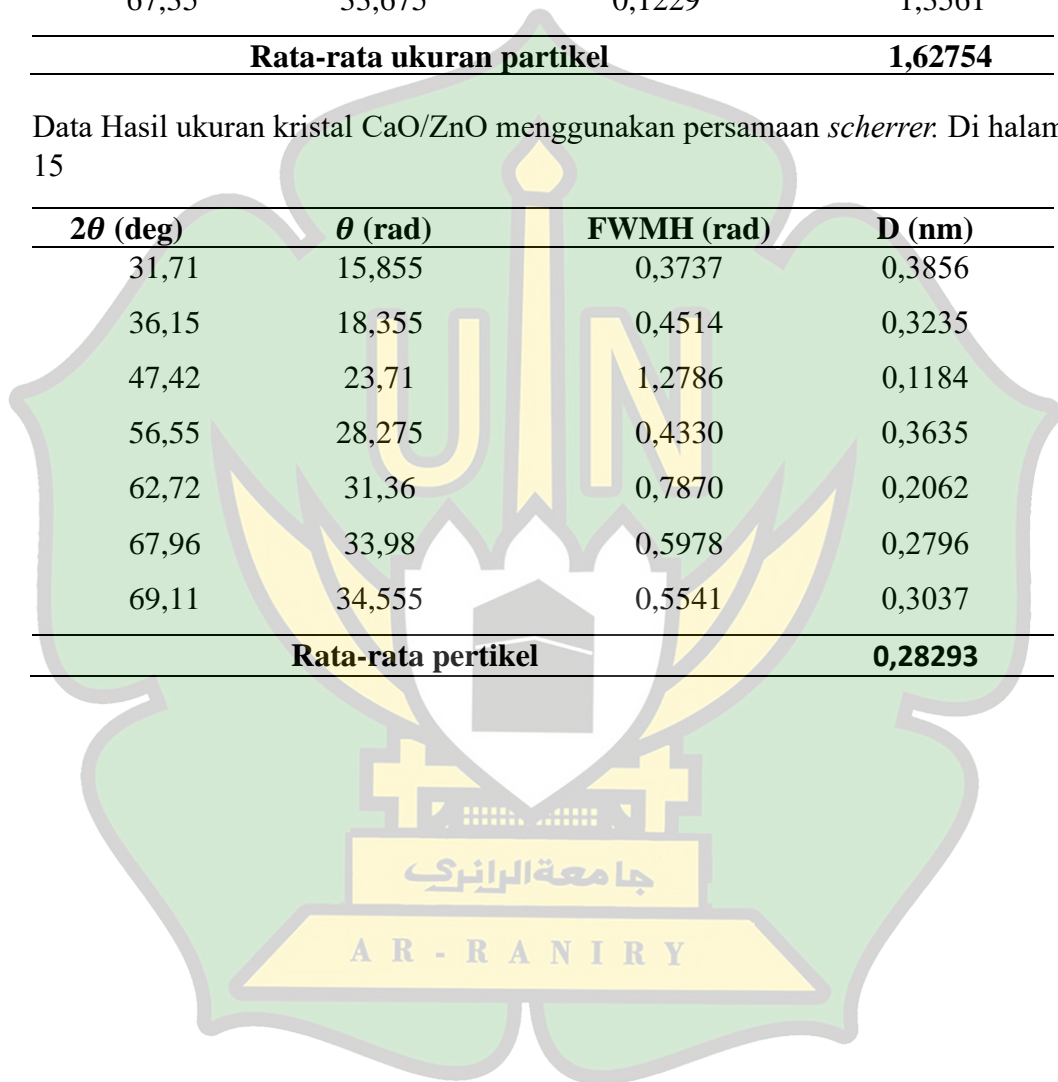
AR - RANIRY

Data Hasil ukuran kristal CaO menggunakan persamaan *Scherrer*. Di halaman 15

2θ (deg)	θ (rad)	FWMH (rad)	D (nm)
32,19	16,095	0,0819	1,7633
37,32	18,66	0,0819	1,7883
53,86	26,93	0,0819	1,8986
64,14	32,07	0,1229	1,3314
67,35	33,675	0,1229	1,3561
Rata-rata ukuran partikel			1,62754

Data Hasil ukuran kristal CaO/ZnO menggunakan persamaan *Scherrer*. Di halaman 15

2θ (deg)	θ (rad)	FWMH (rad)	D (nm)
31,71	15,855	0,3737	0,3856
36,15	18,355	0,4514	0,3235
47,42	23,71	1,2786	0,1184
56,55	28,275	0,4330	0,3635
62,72	31,36	0,7870	0,2062
67,96	33,98	0,5978	0,2796
69,11	34,555	0,5541	0,3037
Rata-rata partikel			0,28293



Lampiran 3. Standar Biodiesel Berdasarkan SNI 7182:2015. (Permana, 2020).

SNI 7182:2015

3.4

biodiesel

bahan bakar nabati yang berupa ester metil dari asam-asam lemak (*fatty acid methyl ester*, FAME)

3.5

gliserol bebas

gliserol yang terdapat dalam percontoh (sampel) dalam keadaan tidak terikat dengan molekul lainnya

3.6

gliserol terikat

gliserol dalam bentuk mono-, di-, dan tri-gliserida di dalam percontoh

3.7

gliserol total

jumlah gliserol bebas dan terikat di dalam percontoh

3.8

kestabilan oksidasi

ketahanan biodiesel untuk tidak mengalami degradasi akibat oksidasi (oksidasi oleh oksigen udara/atmosfir) dalam jangka waktu tertentu

CATATAN Manifestasi degradasi bisa berupa pembentukan asam mudah menguap, asam yang larut di dalam biodiesel dan endapan yang muncul atau terbentuk ketika biodiesel dicampur dengan minyak diesel fosil.


4 Syarat mutu

Rincian syarat mutu biodiesel tertera pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1 - Syarat mutu biodiesel

No	Paramotor uji	Satuan, min/maks	Persyaratan
1	Massa jenis pada 40 °C	kg/m ³	850 – 890
2	Viskositas kinematik pada 40 °C	mm ² /s (cSt)	2,3 – 6,0
3	Angka setana	min	51
4	Titik nyala (mangkok tertutup)	°C, min	100
5	Titik kabut	°C, maks	18
6	Korosi lempeng tembaga (3 jam pada 50 °C)		nomor 1
7	Residu karbon - dalam percontoh asli; atau - dalam 10% ampas distilasi	%-massa, maks	0,05 0,3
8	Air dan sedimen	%-volume, maks	0,05
9	Temperatur distilasi 90%	°C, maks	360
10	Abu tersulfatkan	%-massa, maks	0,02
11	Belerang	mg/kg, maks	50
12	Fosfor	mg/kg, maks	4
13	Angka asam	mg-KOH/g, maks	0,5
14	Gliserol bebas	%-massa, maks	0,02
15	Gliserol total	%-massa, maks	0,24

Lampiran 4. Gambar Hasil Uji Taksonomi Cangkang Langkitang (Cue)

**KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA**
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY BANDA ACEH
LABORATORIUM FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jalan Syekh Abdur Rauf Kopelma Darussalam Banda Aceh
Telepon : 0651-7551 423/Fax: 0651-7553020 Email : laboratorium.fst@ar-raniry.ac.id

LAPORAN HASIL UJI
Nomor : No. 04/LHU/FST-Lab/1/2024

Nama pengguna layanan : Asyraf Rahman Safraini
NIM : 2007040013
Instansi : Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry
No. Telpn : 08972242621
Tanggal diterima : 18 Januari 2024
Tanggal pengujian : 23 Januari 2024 – 25 Januari 2024
Nama sampel : Hewan (Animalia)
Spesifikasi sampel : Spesimen kering
Parameter uji : Identifikasi (Klasifikasi)
Metode uji : Membandingkan spesimen/gambar

Informasi Hasil Pengujian Sampel :


No	Kode Sampel	Bagian Sampel	Asal Sampel	Hasil Identifikasi
1	-	Cangkang	Lhoong, Aceh Besar	<i>Beta vulgaris L.</i>

Telah dilakukan identifikasi dengan hasil klasifikasi taksonomi adalah sebagai berikut:

Kingdom : Animalia
Phylum : Mollusca
Kelas : Gastropoda
Ordo : Caenogastropoda
Familia : Pachychilidae
Genus : *Faunus*
Spesies : *Faunus ater* (Linnaeus, 1758)

Demikian untuk diketahui dan digunakan sebagaimana mestinya

Banda Aceh, 29 Januari 2024
Kepala Laboratorium FST


Hadi Kurniawan

Lampiran 5. Gambar Hasil Penelitian



Gambar 1. Kerang Langkitang (cue)



Gambar 2. Cangkang yang telah dihancurkan dan dioven



Gambar 3. Serbuk cangkang



Gambar 4. cangkang yang diitanur



Gambar 5. Dihaluskan



Gambar 6. Di mehs 100 untuk menyamaratakan partikel



Gambar 7. Modifikasi katalis $\text{ZnCl}_2\text{-CaO}$



Gambar 8. katalis yang dibilas aquades dan *n*-heksana



Gambar 9. Hasil bilasan katalis dengan aquades dan *n*-heksana



Gambar 10. Katalis setelah di oven dan di tanur



Gambar 11. Tahapan esterifikasi



Gambar 12. Hasil dari tahapan esterifikasi



Gambar 12. Tahapan transesterifikasi



Gambar 13. Hasil dari tahapan transesterifikasi



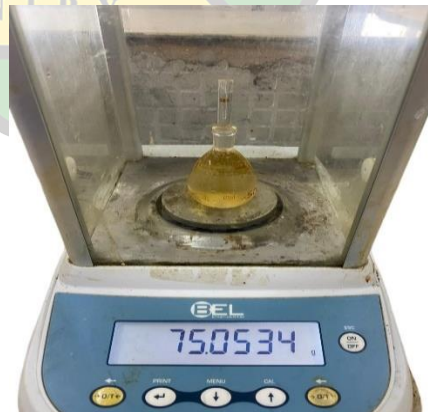
Gambar 14. Pengukuran kadar air 3:1 (CaO/ZnCl₂)



Gambar 15. Pengukuran densitas 3:1 (CaO/ZnCl₂)



Gambar 16. pengukuran kadar air 1:3 (CaO/ZnCl₂)



Gambar 17. pengukuran densitas 1:3 (CaO/ZnCl₂)



Gambar 18. Hasil biodiesel 3:1 (banyak CaO) dan 1:3 (banyak ZnCl₂)



Gambar 19. Pengukuran viskositas 3:1 (CaO/ZnCl₂)

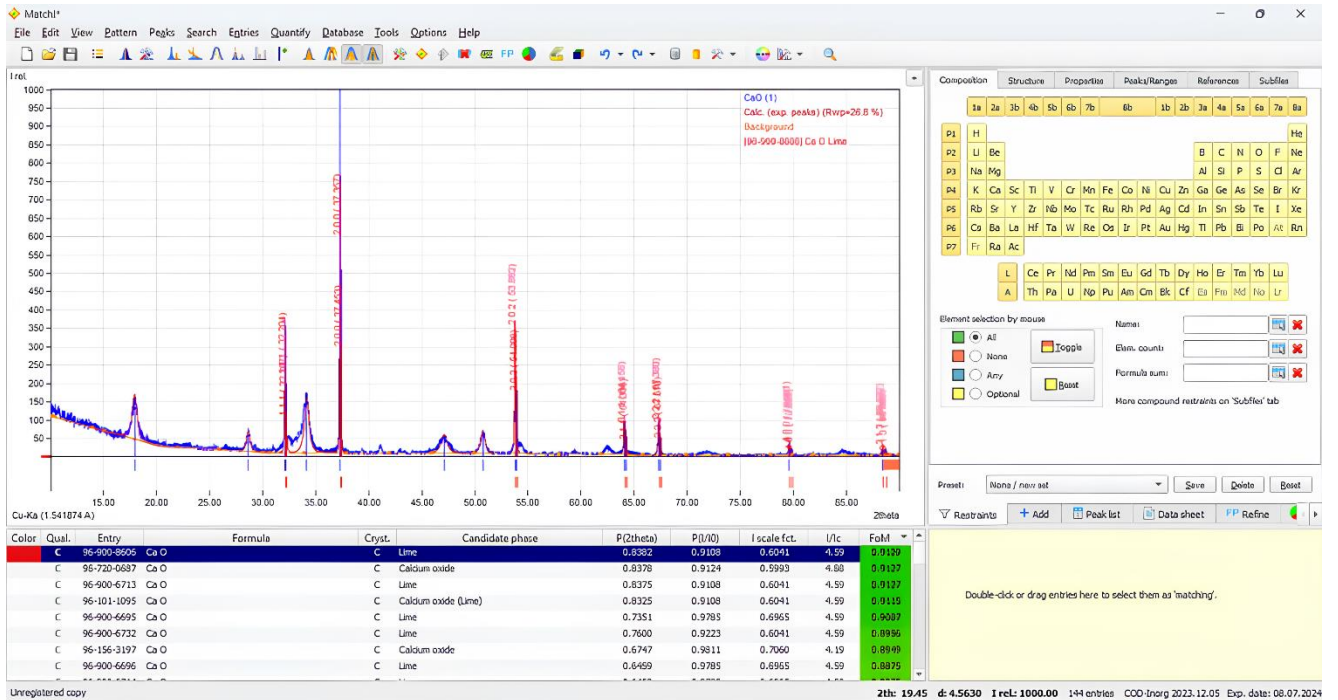


Gambar 20. Pengukuran viskositas 1:3 (CaO/ZnCl₂)

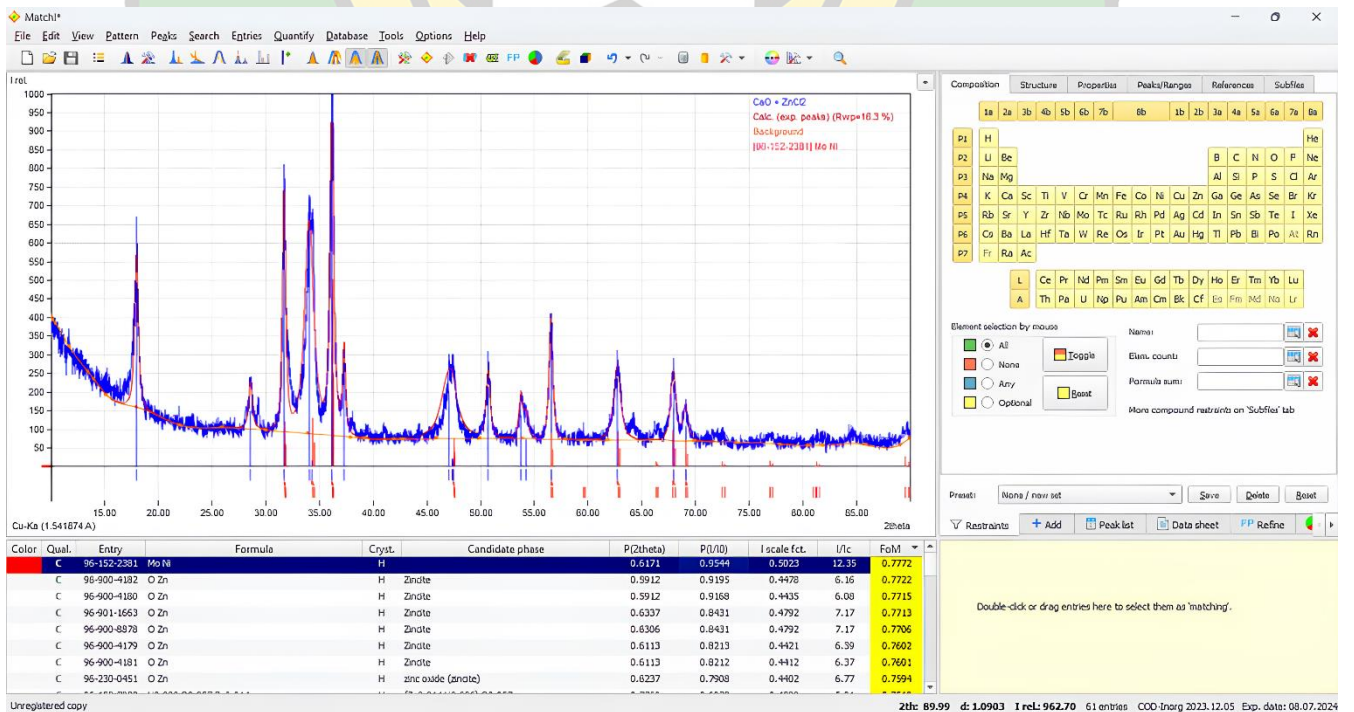
AR - RANIRY

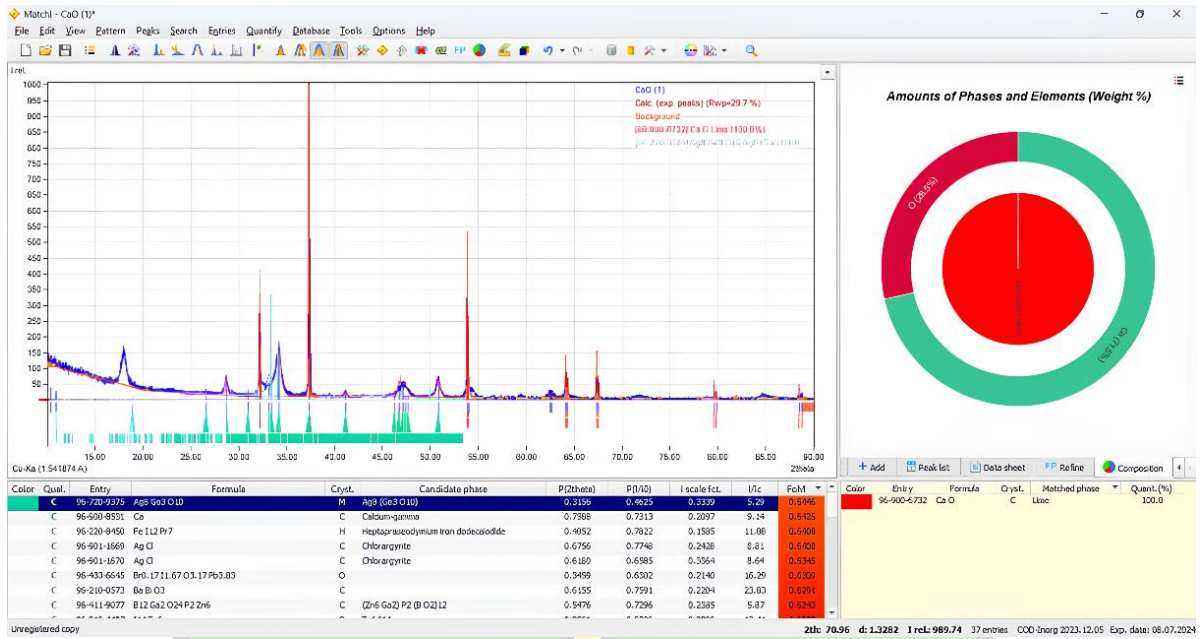
Lampiran 6. karakteristik XRD katalis CaO dan CaO/ZnCl₂

a. Karakteristik katalis CaO cangkang Langkitang (*Faunus ater*)



b. Karakteristik katalis CaO/ZnCl₂





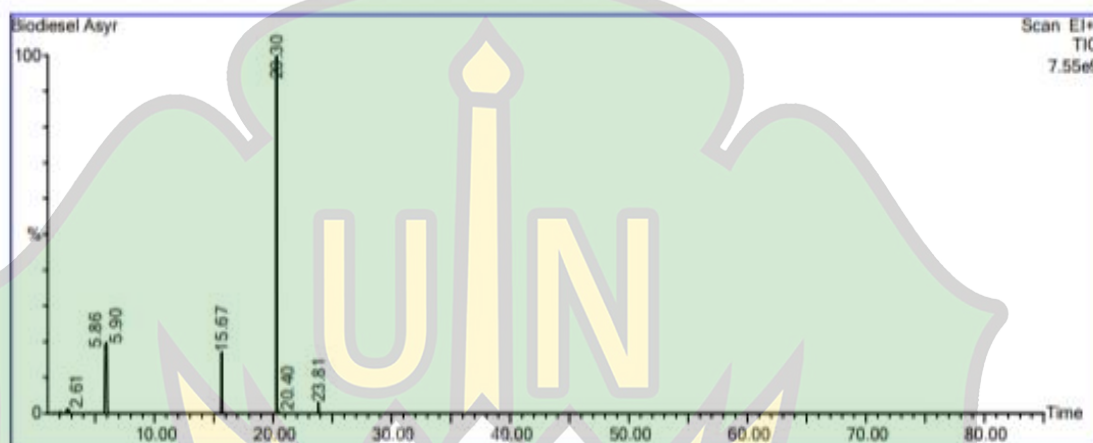
Lampiran 7. Hasil identifikasi senyawa metil ester

Laboratorium FST UIN AR-RANIRY

File: C:\TurboMass\DEFAULT.PRO\Data\Biodiesel Asyr.raw
 Acquired: 15-May-24 04:16:57 PM
 Description:
 GC/MS Method: GC: FAME.mth MS: FAME.EXP
 Sample ID: BAsyr

Printed: 15-May-24 06:07 PM

Page 1 of 2
 Vial Number: 0



#	RT	Compound Name	Height	Area	Area %	CAS
1	1.466	Tetrahydrofuran-D8	3,727,552	178,270.2	0.029	1693-74-9
2	1.507	Dihydropyrimidine-2-methyl thiosulfuric acid	3,879,317	186,408.0	0.027	
3	1.653	Pentan-2-ol, 1-tert-butylamino-4-methyl-	6,417,718	514,122.9	0.083	339196-64-4
4	1.706	Butanal, 3-methyl-	6,132,500	733,558.8	0.119	590-86-3
5	1.869	Succinic acid, hexyl 4-nitrobenzyl ester	3,671,744	212,956.2	0.035	
6	2.056	Hexanal	15,762,554	2,905,488.8	0.472	66-25-1
7	2.476	Pentane, 1-(2-propenyloxy)-	1,899,087	110,103.6	0.018	23186-70-1
8	2.499	Captamine, TMS derivative	2,031,522	50,317.3	0.008	
9	2.540	Deoxyspergualin	2,220,174	66,187.0	0.011	
10	2.651	Hexanoic acid, methyl ester	70,551,008	12,454,624.0	2.022	106-70-7
11	3.042	Cyclopentane, propyl-	1,519,989	116,052.4	0.019	2040-96-2
12	3.083	Cyclohexane, [6-cyclopentyl-3-(3-	1,637,012	77,628.7	0.013	55401-72-4
13	3.468	1-Hexanol, 2-(hydroxymethyl)-	1,162,312	81,721.1	0.013	
14	3.556	9-Hexadecenoic acid	1,095,600	68,096.4	0.011	2091-29-4
15	3.608	4-Octadecenal	1,075,615	41,026.1	0.007	56554-98-4
16	5.418	9-Oxabicyclo[3.3.1]nonan-3-ol	841,799	49,192.6	0.008	
17	5.920	Octanoic acid, methyl ester	1,477,388,032	276,770,784.0	44.934	111-11-5
18	6.270	9-Bromononanoic acid, methyl(ester)	913,058	73,577.7	0.012	67878-15-3
19	7.764	Benzeneacetic acid, methyl ester	1,355,305	201,686.3	0.033	101-41-7
20	8.663	Pentanoic acid, 2-methyl-, methyl ester	594,833	48,678.1	0.008	2177-77-7

Inst() ACQUISITION PARAMETERS

Oven: Initial temp 100°C for 13 min, ramp 10°C/min to 180°C, hold 6 min, ramp 1°C/min to 200°C, hold 20 min, ramp 4°C/min to 230°C, hold 10.50 min, Inj=270°C, Volume=0 µL, Split=30:1, Carrier Gas=He, Solvent Delay=1.00 min, Transfer Temp=210°C, Source Temp=210°C, Scan: 45 to 600Da, Column 30.0m x 250µm

Laboratorium FST UIN AR-RANIRY

File: C:\TurboMass\DEFAULT.PRO\Data\Biodiesel Asyr.raw
 Acquired: 15-May-24 04:16:57 PM
 Description:
 GC/MS Method: GC: FAME.mth MS: FAME.EXP
 Sample ID: BAsyr

Printed: 15-May-24 06:07 PM

Page 2 of 2
 Vial Number: 0

#	RT	Compound Name	Height	Area	Area %	CAS
21	13.496	Ether, 1-dodecyl methyl	1,020,040	136,606.6	0.022	26537-04-2
22	14.394	Butanimidamide	895,799	73,459.1	0.012	107-90-4
23	15.667	Decanoic acid, methyl ester	1,299,043,968	95,080,416.0	15.436	110-42-9
24	18.077	Acetic acid, (1,2,3,4,5,6,7,8-octahydro-3,8,8-	924,195	37,086.3	0.006	314773-27-8
25	18.422	Undecanoic acid, 2-methyl-	1,435,900	51,603.0	0.008	24323-25-9
26	20.301	Dodecanoic acid, methyl ester	7,547,762,688	201,345,568.0	32.688	111-82-0
27	20.745	[4-Chloro-5-cyclopropyl-3-(difluoromethyl)-	683,894	37,851.9	0.006	1002032-77-0
28	21.398	Dodecanoic acid, ethyl ester	886,279	34,987.1	0.006	106-33-2
29	23.815	Methyl tetradecanoate	232,666,912	12,264,487.0	1.991	124-10-7
30	29.949	Pentadecanoic acid, 14-methyl-, methyl ester	2,974,719	209,214.7	0.034	5129-60-2



Inst() ACQUISITION PARAMETERS

Oven: Initial temp 100°C for 13 min, ramp 10°C/min to 180°C, hold 6 min, ramp 1°C/min to 200°C, hold 20 min, ramp 4°C/min to 230°C, hold 10.50 min, Inj=270°C, Volume=0 µL, Split=30:1, Carrier Gas=He, Solvent Delay=1.00 min, Transfer Temp=210°C, Source Temp=210°C, Scan: 45 to 600Da, Column 30.0m x 250µm