

**IDENTIFIKASI PENGARUH METODE AKTIVASI KATALIS DAN SUHU  
REAKSI PADA REAKSI GLISEROLISIS DENGAN BAHAN BAKU  
MINYAK KELAPA**



**SKRIPSI**

**oleh :**

**AZZA DINIARI**

**NPM 17690008**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PANGAN**

**FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA**

**UNIVERSITAS PGRI SEMARANG**

**2022**

**IDENTIFIKASI PENGARUH METODE AKTIVASI KATALIS DAN SUHU  
REAKSI PADA REAKSI GLISEROLISIS DENGAN BAHAN BAKU  
MINYAK KELAPA**



**SKRIPSI**

oleh :

**AZZA DINIARI**

**NPM 17690008**

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknologi**

**Pertanian**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PANGAN**

**FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA**

**UNIVERSITAS PGRI SEMARANG**

**2022**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**SKRIPSI**

**IDENTIFIKASI PENGARUH METODE AKTIVASI KATALIS DAN SUHU  
REAKSI PADA REAKSI GLISEROLISIS DENGAN BAHAN BAKU  
MINYAK KELAPA**

**Disusun dan diajukan oleh :**

**AZZA DINIARI**

**NPM 17690008**

**Telah disetujui oleh pembimbing untuk dilanjutkan di hadapan dewan  
penguji pada 17 Juni 2022**

**Pembimbing Utama**

**Pembimbing Pendamping**



**Arief Rakhman Affandi, S.TP., M.Si  
NPP. 158301486**



**Dr. Rini Umiyati, S.Hut., M. Si  
NIP. 148001436**

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

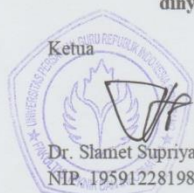
IDENTIFIKASI PENGARUH METODE AKTIVASI KATALIS DAN SUHU  
REAKSI PADA REAKSI GLISEROLISIS DENGAN BAHAN BAKU  
MINYAK KELAPA

oleh :

AZZA DINIARI

NPM 17690008

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji pada tanggal 24 Juni 2022 dan  
dinyatakan telah memenuhi syarat Dewan Penguji



Ketua

Dr. Slamet Supriyadi, M.Env.St  
NIP. 195912281986031003

Sekretaris

Fafa Nurdyansyah, S.T.P., M.Sc.  
NIDN. 0622118901

Penguji I



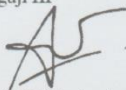
Arief Rakhman Affandi, S.T.P., M.Si  
NPP. 158301486

Penguji II



Dr. Rini Umiyati, S.Hut., M.Si  
NIP. 148001436

Penguji III



Umar Hafidz Asy'ari Hasbullah, S.T.P., M.Sc.  
NIDN. 0601078602

## **HALAMAN RIWAYAT HIDUP**

Penulis dilahirkan di Desa Langenharjo, Kecamatan Kendal, Kabupaten Kendal, Jawa Tengah pada tanggal 19 Mei 1999. Penulis merupakan anak ketiga dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Ali Marbai dan Ibu Agnes Sri Wahyuni. Penulis memulai pendidikan pada tahun 2005-2011 di SD Negeri 2 Pegulon. Kemudian melanjutkan di SMP Negeri 2 Kendal pada tahun 2011-2014. Pada tahun 2014 melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 1 Kendal dan lulus pada tahun 2017.

Tahun 2017 penulis diterima di Program Studi Teknologi Pangan Universitas PGRI Semarang. Selama tercatat sebagai mahasiswa, penulis tidak hanya aktif di bidang akademik namun juga aktif di berbagai organisasi diantaranya ikut serta dalam anggota Himpunan Mahasiswa Teknologi Pangan selama dua periode. Pada periode 2017/2018 penulis menjadi Anggota dari Devisi Bakat dan Minat. Kemudian pada periode 2018/2019 penulis menjadi Ketua Devisi Kastradasi. Terakhir penulis melaksanakan Tugas Akhir sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknologi Pertanian dengan judul “Identifikasi Pengaruh Metode Aktivasi Katalis dan Suhu Reaksi pada Reaksi Gliserolisis dengan Bahan Baku Minyak Kelapa” di bawah bimbingan Bapak Arief Rakhman Affandi dan Ibu Rini Umiyati.

## **HALAMAN PERUNTUKAN**

### **Motto**

“Saat kamu tulus menginginkan sesuatu, seluruh alam semesta akan berkonspirasi  
membantumu”

(Paulo Coelho)

### **Persembahan**

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Ibu dan Bapak
2. Kedua kakak perempuan
3. Dosen pembimbing saya Bapak Arief Rakhman Affandi dan Ibu Rini Umiyati
4. Teman saya

#### PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Azza Diniari  
NPM : 17690008  
Progdi : Teknologi Pangan  
Fakultas : Teknik dan Informatika

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya buat ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan plagiasi. Apabila pada kemudian hari skripsi ini terbukti hasil plagiasi, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Semarang, 24 Juni 2022

Yang membuat pernyataan



Azza Diniari  
NPM 17690008

## RINGKASAN

Mono dan diasilgliserol (MDAG) merupakan emulsifier sintetis yang digunakan dalam industri pangan dan non-pangan. Industri pangan menggunakan MDAG pada produk roti, kue, dan margarin. Umumnya MDAG digunakan sebagai bagian dari produk lemak dan sering dihubungkan dengan emulsifier lainnya. MDAG memiliki sifat lipofilik, hal ini menyebabkan MDAG sangat baik sebagai emulsifier *water in oil* yang dapat digunakan dalam produk margarin. MDAG dapat diperoleh melalui proses gliserolisis. Proses gliserolisis adalah reaksi antara triasilgliserol (TAG) dan gliserol menggunakan katalis alkali pada suhu tinggi. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh metode aktivasi katalis dan suhu reaksi pada reaksi gliserolisis dengan bahan baku minyak kelapa terhadap karakteristik fisikokimia MDAG. Produk MDAG dibuat melalui proses gliserolisis menggunakan minyak kelapa dan gliserol sebagai substratnya dengan rasio mol 1:2,3 dengan penambahan katalis MgO sebanyak 2% (b/b). Produk terbaik yang dihasilkan dari penelitian adalah perlakuan suhu 175°C dan katalis MgO+Aquadess yang menghasilkan TAG 30,21±1,49%, DAG 25,89±0,79%, MAG 4,31±0,70%, *slip melting point* 22,8-24,7, dan asam lemak bebas 0,78%.

Kata kunci: *emulsifier, gliserolisis, katalis MgO, MDAG, minyak kelapa*



## SUMMARY

*Mono and diacylglycerol (MDAG) is a synthetic emulsifier used in the food and non-food industries. The food industry uses it in bakery products, cakes, and margarine. MDAG is used as part of fat products and is often associated with other emulsifiers. MDAG has lipophilic properties, this makes MDAG very good as a water in oil emulsifier that can be used in margarine products. MDAG can be obtained through the glycerolysis process. Glycerolysis process is a reaction between triacylglycerol (TAG) and glycerol using an alkali catalyst at high temperature. The purpose of this study was to determine the effect of the catalyst activation method and reaction temperature on the glycerolysis reaction with coconut oil as raw material on the physicochemical characteristics of MDAG. The MDAG product was made through the glycerol process using coconut oil and glycerol as the substrate with a mole ratio of 1:2,3 with the addition of 2% MgO as a catalyst. The best product that resulted from the research was the treatment at 175 temperature and the MgO+Aquades catalyst which resulted in the of TAG 30,21±1,49%, DAG 25,89±0,79%, MAG 4,31±0,70%, slip melting point 22.8-24.7, and fatty acids. free 0.78%.*

*Keywords: catalyst MgO, coconut oil, emulsifier, glycerolysis, MDAG*

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Identifikasi Pengaruh Metode Aktivasi Katalis dan Suhu Reaksi pada Gliserolisis dengan Bahan Baku Minyak Kelapa”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi jenjang S-1 pada Program Studi Teknologi Pangan Universitas PGRI Semarang.

Penulis menyadari bahwa pembuatan skripsi dapat diselesaikan dengan bantuan, bimbingan, doa dan dukungan dari berbagai pihak, khususnya dosen pembimbing. Oleh karena itu penulis menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu. Terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Bapak Dr. Sri Suciati, selaku Rektor Universitas PGRI Semarang.
2. Bapak Drs. Slamet Supriyadi, M. Env. St. selaku Dekan Fakultas Teknik dan Informatika.
3. Bapak Fafa Nurdyansyah, S.TP., M.Sc., selaku Ketua Program Studi Teknologi Pangan Fakultas Teknik dan Informatika yang telah memberikan izin untuk melakukan penelitian.
4. Bapak Arief Rakhman Affandi, S.TP., M.Si., selaku Dosen Pembimbing I yang telah membantu serta membimbing penulis selama proses penelitian hingga penulisan skripsi selesai.
5. Ibu Dr. Rini Umiyati, S.Hut., M.Si selaku Dosen Pembimbing II yang telah membimbing penulis dalam proses penulisan skripsi.

6. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknologi Pangan yang telah membimbing dan memberi ilmu serta nasihat baik selama di Universitas PGRI Semarang.
7. Keluarga yang selalu mendoakan, memberi motivasi dan dukungan dalam menyelesaikan skripsi.
8. Teman-teman yang membantu dan memberikan dukungan selama proses penelitian.

Semarang, Juni 2022

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PERSETUJUAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN RIWAYAT HIDUP .....</b>	<b>v</b>
<b>HALAMAN PERUNTUKAN .....</b>	<b>vi</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN.....</b>	<b>vii</b>
<b>RINGKASAN .....</b>	<b>viii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>xvi</b>
<b>BAB I.....</b>	<b>1</b>
1.1    Latar Belakang .....	1
1.2    Rumusan Masalah .....	7
1.3    Tujuan Penelitian.....	7
1.4    Manfaat.....	7
<b>BAB II .....</b>	<b>8</b>
2.1    Minyak Kelapa .....	8
2.2    Emulsifier .....	11
2.3    Gliserol .....	12
2.4    Mono dan Diasil Gliserol (MDAG) .....	14
2.5    Gliserolisis.....	16
2.6    Katalis MgO .....	18
2.7    Impregnasi .....	20
2.8    Faktor yang mempengaruhi reaksi gliserolisis .....	21
2.8.1    Katalis .....	21
2.8.2    Suhu .....	22
2.9    Hipotesis.....	24
<b>BAB III.....</b>	<b>25</b>
3.1    Tempat dan Waktu Pelaksanaan.....	25
3.2    Alat dan Bahan .....	25
3.2.1    Alat Penelitian.....	25

3.2.2	Bahan Penelitian.....	26
3.3	Rancangan Percobaan.....	26
3.4	Tahap Penelitian .....	27
3.4.1	Aktivasi Katalis MgO .....	27
3.4.2	Produksi MDAG dengan Reaksi Gliserolisis.....	28
3.5	Analisis Sifat Kimia Katalis .....	29
3.5.1	Analisis Gugus Fungsi (FTIR).....	29
3.5.2	Analisis Basisitas Katalis .....	30
3.6	Analisis Sifat Fisik dan Kimia MDAG .....	30
3.7	Analisis Data .....	32
<b>BAB IV</b>	.....	<b>33</b>
4.1	Karakteristik Minyak Kelapa .....	33
4.2	Sifat Kimia Katalis Basa Heterogen.....	34
4.2.2	Basisitas Katalis .....	36
4.3	Karakteristik MDAG .....	39
4.3.2	Perubahan Monoasilgliserol dan Diasilgliserol .....	42
4.3.3	<i>Slip Melting Point</i> / Titik Leleh .....	46
4.3.4	Asam Lemak Bebas (ALB).....	48
<b>BAB V</b>	.....	<b>52</b>
5.1	Kesimpulan.....	52
5.2	Saran .....	52
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	.....	<b>53</b>
<b>LAMPIRAN</b>	.....	<b>68</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Komposisi asam lemak minyak kelapa .....	10
<b>Tabel 2.2</b> Nilai HLB dan Aplikasinya .....	12
<b>Tabel 2.3</b> Fungsi Emulsifier pada Bahan Pagan.....	12
<b>Tabel 2.4</b> Perbandingan Jenis Katalis (Mazubert <i>et al.</i> , 2013).....	21
<b>Tabel 2.5</b> Hasil penelitian gliserolisis produk MDAG.....	23
<b>Tabel 3.1</b> Rancangan Percobaan Penelitian.....	27
<b>Tabel 4.1</b> Hasil Analisis Titik leleh MDAG.....	47

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Struktur Senyawa Kimia Gliserol .....	14
<b>Gambar 2.2</b> Reaksi Gliserolisi .....	16
<b>Gambar 3.1</b> Diagram Alir Proses Aktivasi Katalis .....	28
<b>Gambar 3.2</b> Diagram Alir Produksi MDAG .....	29
<b>Gambar 4.1</b> Spektrum Gugus Fungsi Katalis dengan FT-IR .....	34
<b>Gambar 4.2</b> Diagram Nilai Kebasaan Katalis .....	37
<b>Gambar 4.3</b> Hasil elusi dari analisis TLC .....	39
<b>Gambar 4.4</b> Diagram konversi trigliserida .....	40
<b>Gambar 4.5</b> Diagram fraksi monogliserida .....	42
<b>Gambar 4.6</b> Diagram fraksi digliserida .....	44
<b>Gambar 4.7</b> Hasil Analisis Asam Lemak Bebas MDAG .....	49

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan rasio mol minyak dan gliserol .....	69
Lampiran 2. Data analisis FT-IR.....	70
Lampiran 3. Hasil Uji Katalis Basisitas .....	71
Lampiran 4. Hasil analisis katalis basisitas menggunakan software SPSS.....	72
Lampiran 5. Hasil uji TLC ( <i>Thin Layer Chromatography</i> ) .....	75
Lampiran 6 Hasil analisis konversi TAG menggunakan software SPSS.....	77
Lampiran 7. Hasil analisis MAG menggunakan software SPSS .....	80
Lampiran 8. Hasil analisis DAG menggunakan software SPSS .....	83
Lampiran 9. Hasil uji titik leleh atau SMP ( <i>Slip Melting Point</i> ).....	86
Lampiran 10. Hasil uji asam lemak bebas (ALB).....	87
Lampiran 11. Hasil analisis asam lemak bebas (ALB) menggunakan software SPSS.....	89
Lampiran 12. Dokumentasi pembuatan katalis .....	92
Lampiran 13. Dokumentasi proses reaksi gliserolisis.....	93
Lampiran 14. Dokumentasi analisis fraksi MAG, DAG, dan TAG.....	95
Lampiran 15. Dokumentasi analisis <i>slip melting point</i> (SMP) .....	97
Lampiran 16. Dokumentasi analisis asam lemak bebas (ALB) .....	98
Lampiran 17. Dokumentasi analisis katalis basisitas.....	99
Lampiran 18. Lembar Bimbingan Skripsi.....	100



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Minyak kelapa merupakan minyak nabati yang diekstrak dari inti kelapa matang yang dipanen dari pohon kelapa. Terdapat dua jenis utama minyak kelapa yaitu minyak kopra (CO) dan minyak kelapa murni (VCO). Kedua minyak tersebut dihasilkan melalui proses ekstraksi yang berbeda. Minyak kopra diproduksi melalui proses penghancuran inti kelapa kering untuk diekstrak minyaknya (Wallace, 2019). Kemudian minyak disuling, dikelantang, dan dihilangkan baunya. Minyak kelapa murni diproses dengan cara membuat parutan inti kelapa basah kemudian diekstrak, selanjutnya didiamkan dan dipisahkan antara minyak dan santan dengan berbagai teknik (Wallace, 2019).

Minyak kelapa merupakan senyawa trigliserida yang tersusun atas berbagai asam lemak dan 90% diantaranya merupakan asam lemak jenuh (Ketaren, 1986). Asam lemak jenuh pada minyak kelapa terdiri atas asam laurat, miristat dan palmitat (Syah, 2005). Berdasarkan kandungan asam lemak, minyak kelapa digolongkan ke dalam minyak asam laurat karena memiliki kandungan asam laurat yang tinggi (44-52%) dibandingkan dengan asam lemak lainnya. Berdasarkan tingkat ketidakjenuhannya, minyak kelapa tergolong dalam minyak yang tidak mengeras (*non drying oils*) karena bilangan iod minyak kelapa berkisar antara 7,5-10,5 (Ketaren, 2005). Minyak kelapa yang belum dimurnikan mengandung beberapa komponen non lemak seperti fosfatida, gum, sterol (0,06-0,08%), tokoferol (0,003%) dan asam lemak bebas kurang dari 5%, sedikit protein

dan karoten (Ketaren, 1986). Minyak merupakan salah satu golongan lipida yang bersifat non polar. Ciri dari lipida yaitu larut dalam pelarut organik seperti eter, benzene, kloroform (Syamsul, 2010).

Minyak kelapa memiliki banyak keunggulan di bidang industri pangan dan non pangan (Mulyana, 2007). Keunggulan di bidang non pangan, minyak kelapa dapat digunakan sebagai bahan pembuatan sabun dan kosmetik (Syah, 2005). Keunggulan minyak kelapa pada pengolahan pangan, dapat digunakan untuk menggoreng makanan, dimana bahan makanan yang digoreng menjadi kering karena kehilangan kandungan air. Hal ini disebabkan oleh titik didih minyak kelapa yang tinggi (Polii, 2016). Selain itu minyak kelapa dapat dijadikan bahan baku pembuatan produk emulsifier. Penelitian mengenai pembuatan emulsifier dengan bahan baku minyak kelapa sudah pernah diteliti. Penelitian dari Nurchoriani (2012) mengenai gliserolisis minyak kelapa dengan katalis  $\text{CH}_3\text{COOK}$  sebanyak 1% menghasilkan MDAG (mono dan diasilgliserol) sebesar 65,07%. Hasil gliserolisis antara minyak kelapa dan gliserol mentah murni dengan katalis enzim lipase dan suhu  $40^\circ\text{C}$  dari penelitian Pinyaphong *et al.*, (2012) menghasilkan monoasilgliserol 28,69%, diasilgliserol 20,53%, asam lemak 9,96% dan tiasilgliserol 40,82%.

MDAG (mono dan diasilgliserol) merupakan produk turunan dari minyak kelapa (Mulyana, 2007). MDAG adalah pengemulsi yang cukup luas penggunaannya sebanyak 75% pada industri pangan. MDAG digunakan pada pengolahan coklat, roti, biskuit, margarin, dan es krim (Moonen & Bas, 2015). MDAG memiliki molekul yang terdiri dari bagian hidrofilik pada gugus OH dan bagian lipofilik pada gugus ester asam lemak sehingga MDAG dapat digunakan

sebagai pengemulsi. MDAG merupakan pengemulsi *water-in-oil* (w/o) (Mardaweni *et al.*, 2017).

Produksi MDAG dapat melalui reaksi gliserolisis. Reaksi gliserolisis merupakan reaksi antara triasilgliserol dengan gliserol pada kondisi suhu tertentu dengan atau tanpa penambahan katalis. Metode gliserolisis memiliki keunggulan yaitu lebih ekonomis karena lemak lebih murah dibanding asam lemak pada reaksi esterifikasi. Penggunaan gliserol pada proses gliserolisis juga lebih sedikit (Sipayung, 2017). Proses gliserolisis memerlukan suhu yang tinggi untuk reaksi. Suhu tinggi dapat meningkatkan misibilitas antara minyak dan gliserol, serta membantu katalis mengikat hidrogen dari gliserol untuk membentuk alkoksi (Zhong *et al.*, 2013). Penggunaan suhu tinggi sekitar 200-260°C serta penambahan katalis alkali akan menghasilkan monogliserida, digliserida, trigliserida, dan fraksi gliserol yang tidak bereaksi (Putri *et al.*, 2020).

Penelitian mengenai produksi MDAG melalui proses gliserolisis telah banyak dilakukan. Penelitian sintesis MDAG menggunakan FHPKO (*Fully Hydrogenated Palm Kernel Oil*) dengan perbandingan FHPKO : gliserol (1:1,5 dan 1:2,3) yang ditambahkan katalis NaOH 1% oleh Triana (2014) menghasilkan MAG 47,72% dan 47,02%. Produk MDAG dengan rasio mol substrat 1:1,5 mengalami peningkatan MAG sebesar 3,70% sedangkan pada substrat 1:2,3 kenaikan MAG 23,09%. Penelitian yang dilakukan Hapsari (2020) adalah menggunakan campuran bahan baku FHPKO dan minyak kelapa menunjukkan hasil optimum pada rasio mol substrat FHPKO : gliserol (1:2,3) dengan katalis NaOH 1,97%. Diperoleh fraksi MAG dan DAG yang besar sehingga fraksi TAG tidak terdeteksi. Penelitian sintesis MDAG dengan bahan baku stearin : gliserol

(1:2,3) dan katalis NaOH 0,5% yang dilakukan Arwani (2017) menghasilkan produk akhir dengan nilai asam lemak bebas 1,64%, *slip melting point* 49,5-50°C dan warna kuning kecoklatan.

Proses reaksi gliserolisis dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya suhu reaksi, jenis dan konsentrasi katalis, rasio molar gliserol dan minyak, intensitas pencampuran dan waktu reaksi (Kombe *et al.*, 2013). Reaksi gliserolisis dapat berjalan cepat dengan adanya katalis. Katalis merupakan senyawa kimia yang dapat mempercepat reaksi (Subagjo, 2018). Katalis yang dapat digunakan pada reaksi gliserolisis adalah katalis enzim, katalis basa, dan katalis asam. Katalis enzim memiliki kekurangan yaitu tidak dapat bekerja pada suhu tinggi dan harganya yang mahal (Kaewthong *et al.*, 2005). Menurut Mazubert *et al.*, (2013) kekurangan dari katalis asam yaitu laju reaksi lambat, katalis sulit dipisahkan dari reaksi, pencucian katalis menyebabkan kontaminasi produk reaksi. Katalis basa memiliki kelebihan diantaranya laju reaksi gliserolisis cepat, harga yang murah, dan katalis mudah dipisahkan. Penelitian ini menggunakan katalis basa heterogen. Katalis basa heterogen lebih menguntungkan karena mudah dipisahkan dari produk reaksi dan dapat digunakan beberapa kali dengan efisiensi yang hampir sama (Faba *et al.*, 2012). Katalis basa heterogen juga lebih stabil pada perlakuan termal sehingga reaksi gliserolisis dapat dilakukan pada suhu tinggi (Subagjo, 2018).

Katalis basa heterogen yang digunakan pada penelitian ini adalah MgO (Magnesium Oksida). MgO merupakan oksida yang bersifat basa tinggi (pKa = 26) (Ulfa & Pramesti, 2015). Katalis MgO memiliki morfologi bola seperti bunga, sarang dan trapesium. Katalis MgO berhasil diterapkan pada transesterifikasi

gliserol dan dimetil karbonat, dan menghasilkan gliserol karbonat lebih dari 99% (Ji, 2019). MgO merupakan material keramik organik yang sangat penting karena potensi kimia dan elektroniknya yang memberikan sifat magnetik, optis, elektronik, termal, mekanis. MgO juga memiliki fleksibilitas dan reaktivitas yang tinggi serta dapat dihilangkan dengan cara melarutkan MgO pada larutan asam tanpa menimbulkan kesulitan (Julkapli & Bagheri, 2016). Menurut Subagjo, (2018) penggunaan katalis heterogen sebagai katalis, berlangsung di permukaan katalis. Oleh sebab itu katalis heterogen harus menyediakan permukaan yang luas. Sedangkan komponen aktif katalis umumnya tidak memiliki permukaan yang luas sehingga tidak seluruh permukaan aktifnya dapat kontak dengan reaktan. Maka dari itu katalis perlu diaktivasi untuk memperluas permukaan kontak antara komponen aktif dan reaktan tanpa mengurangi aktivitas intrinsik komponen itu sendiri.

Impregnasi merupakan cara untuk meningkatkan aktivitas katalitik dari katalis. Prinsip dari impregnasi yaitu memasukkan prekursor ke pori-pori katalis yang disertai dengan pengadukan dan pemanasan sehingga mempengaruhi karakteristik dari katalis seperti kebasaaan katalis, luas permukaan dan komposisi dari katalis (Oko & Feri, 2019). Proses impregnasi pada penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kebasaaan katalis. Katalis KOH digunakan karena memiliki energi ionisasi yang kecil sehingga lebih cepat membentuk suatu produk (Riyanti et al., 2012). KOH akan masuk ke dalam pori-pori katalis MgO sehingga dapat memperbesar kebasaaan katalis (Oko & Feri, 2019). Semakin besar konsentrasi KOH yang ditambahkan untuk proses impregnasi maka kebasaaan katalis semakin besar (Buchori et al., 2018). KOH dapat dijadikan penyangga katalis karena

kebasaannya yang tinggi dan sumber daya yang lebih murah (Nayebzadeh et al., 2016). Adanya aquades yang diimbangkan pada MgO akan menghasilkan pembentukan basa  $Mg(OH)_2$  yang dapat meningkatkan pori-pori katalis MgO semakin membesar (Cimino et al., 2019). Gugus OH dari  $Mg(OH)_2$  berkontribusi pada situs basa lemah MgO (Puriwat et al., 2010).

Mulviani *et al.*, (2018b) melaporkan bahwa sintesis biodisel melalui transesterifikasi minyak goreng bekas dengan katalis cangkang kerang darah yang diimpregnasi dengan KOH 5% menghasilkan biodisel optimum sebesar 81,74%. Perolehan tersebut menunjukkan bahwa kebasaaan ketalis berperan dalam konversi trigliserida menjadi biodisel. Hartono *et al.*, (2022) melaporkan produksi biodisel dengan bahan baku minyak jelantah menggunakan katalis bentonit yang diimpregnasi KOH 26% (b/b) menghasilkan 96,5%. Modifikasi katalis cangkang kepiting dengan KOH dapat meningkatkan nilai kebasaaan katalis dari cangkang kepiting. Kenaikan nilai kebasaaan permukaan katalis berpengaruh terhadap nilai situs aktif basa. Cangkang kepiting sebelum dimodifikasi KOH memiliki kebasaaan permukaan 1,0428 mmol/gram. Setelah dimodifikasi dengan KOH 5% kebasaaan permukaan meningkat menjadi 18,8314 mmol/gram (Astuti *et al.*, 2019).

Penelitian Purba *et al.*, (2014) mengenai produksi MDAG bahan baku *refined bleached deodorized palm oil* (RBDPO) yang direaksikan pada suhu 60°C, 70°C, dan 80°C dengan katalis CaO 4%. diperoleh hasil terbaik pada suhu 70°C. Kadar MDAG yang diperoleh yaitu 68,6217% dan asam lemak bebas sebesar 0,55%. Penelitian mengenai produksi emulsifier dengan metode gliserolisis telah banyak diteliti menggunakan berbagai bahan baku, katalis, dan suhu. Namun

produksi emulsifier bahan baku minyak kelapa yang direaksikan pada suhu 165°C dan 175°C menggunakan katalis MgO teraktivasi aquades dan KOH belum pernah ada. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi pengaruh aktivasi katalis dan suhu reaksi gliserolisis sehingga mendapatkan produk MDAG terbaik.

### **1.2 Rumusan Masalah**

1. Bagaimana aktivasi katalis dan suhu dapat mempengaruhi reaksi gliserolisis minyak kelapa?
2. Bagaimana aktivasi katalis dan perubahan suhu reaksi gliserolisis mempengaruhi karakteristik produk Mono dan Diasilgliserol (MDAG)?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

1. Mengidentifikasi pengaruh aktivasi katalis dan suhu terhadap reaksi gliserolisis minyak kelapa.
2. Mengidentifikasi pengaruh aktivasi katalis dan suhu reaksi gliserolisis terhadap karakteristik produk Mono dan Diasilgliserol (MDAG).

### **1.4 Manfaat**

1. Menghasilkan emulsifier nabati dari minyak kelapa
2. Memperoleh metode aktivasi katalis terbaik untuk proses gliserolisis dalam menghasilkan produk MDAG.
3. Memperoleh suhu terbaik untuk proses gliserolisis dalam menghasilkan produk MDAG.
4. Menambah informasi mengenai aktivasi katalis dan suhu terbaik pada proses gliserolisis dalam menghasilkan produk MDAG untuk penelitian selanjutnya.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Minyak Kelapa**

Minyak kelapa merupakan produk yang dihasilkan dari kopra yang diolah melalui proses kering (*dry coconut process*) dan proses basah (*wet coconut process*). Minyak yang diperoleh melalui proses kering yaitu dengan cara pengepresan atau menggunakan pelarut. Sedangkan minyak yang diproses secara langsung diperoleh dari kelapa segar dengan cara basah. Kedua proses pengolahan minyak kelapa memiliki perbedaan yaitu minyak hasil pengolahan kering dengan bahan baku kopra belum siap dikonsumsi karena minyak yang dihasilkan masih dalam bentuk minyak kasar (*crude coconut oil*) yang masih memiliki kadar asam lemak bebas relatif tinggi (Hui, 1996).

Agar layak konsumsi, minyak kelapa yang diolah melalui proses kering harus melalui beberapa tahap diantaranya *refining*, *bleaching*, dan *deodorizing*. Produk akhir dari minyak kelapa yang diproses dengan cara kering memiliki karakteristik berwarna kekuningan, tidak memiliki rasa, dan tidak berbau (Hui, 1996). Pengolahan minyak kelapa cara basah melalui tahap pembuatan santan. Pengolahan cara basah melalui tiga tahap diantaranya ekstraksi santan, pemisahan santan menjadi krim dan skim, serta pemecahan emulsi santan untuk menghasilkan minyak. Produk akhir dari pengolahan basah berupa minyak kelapa yang dikenal dengan sebutan minyak perawan, minyak kelapa murni atau *virgin coconut oil* (VCO) (Karouw, 2013). Minyak kelapa yang diproses dengan cara basah dapat dikonsumsi langsung tanpa proses pemurnian (Hui, 1996).



Daging buah kelapa tua diperkirakan mengandung minyak mencapai 30-35%. Minyak kelapa merupakan senyawa trigliserida yang tersusun atas berbagai asam lemak dan 90% diantaranya merupakan asam lemak jenuh. Minyak kelapa yang belum dimurnikan mengandung beberapa komponen non lemak seperti fosfatida, gum, sterol (0,06-0,08%), tokoferol (0,003%) dan asam lemak bebas kurang dari 5%, sedikit protein dan karoten (Ketaren, 1986). Minyak kelapa memiliki titik didih tinggi, sehingga dapat digunakan untuk menggoreng makanan dimana bahan makanan yang digoreng dapat kering karena kehilangan kandungan air (Polii, 2016). Minyak merupakan salah satu golongan lipida yang bersifat non polar. Ciri dari lipida yaitu larut dalam pelarut organik seperti eter, benzene, kloroform (Syamsul, 2010).

Berdasarkan kandungan asam lemak, minyak kelapa digolongkan ke dalam minyak asam laurat. Karena minyak kelapa memiliki kandungan asam laurat yang tinggi dibandingkan dengan asam lemak lainnya. Berdasarkan tingkat ketidakjenuhannya, minyak kelapa tergolong dalam *non drying oils* karena bilangan iod minyak kelapa berkisar antara 7,5-10,5. Asam lemak jenuh minyak kelapa yaitu kurang dari 90%. Minyak kelapa mengandung 84% trigliserida dengan tiga molekul asam lemak jenuh, 12% trigliserida dengan 2 asam lemak jenuh dan 4% trigliserida dengan 1 asam lemak jenuh (Ketaren, 2005). Komposisi asam lemak minyak kelapa dapat dilihat pada Tabel 2.1.

**Tabel 2.1** Komposisi asam lemak minyak kelapa

<b>Jenis asam lemak</b>	<b>Nama Lemak</b>	<b>Rumus Kimia</b>	<b>Jumlah (%)</b>
Asam lemak jenuh	Asam kaproat	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$	0,0-0,8
	Asam kaprilat	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$	5,5-9,5
	Asam kaprat	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{COOH}$	4,5-9,5
	Asam laurat	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$	44,0-52,0
	Asam miristat	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$	13,0-19,0
	Asam palmitat	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$	7,5-10,5
	Asam stearat	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$	1,0-3,0
	Asam arakidat	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{18}\text{COOH}$	0,0-0,4
Asam lemak tidak jenuh	Asam palmitoleat	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	0,0-1,3
	Asam oleat	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	5,0-8,0

Sumber: Harefa (2018)

Perubahan kimia pada minyak yang dapat terjadi akibat adanya pemanasan yaitu waktu pemanasan, suhu, adanya akselerator, dan komposisi campuran asam lemak. lama waktu pemanasan mempengaruhi kandungan senyawa karbonil yang dapat berkurang dan bertambah sesuai dengan berkurangnya jumlah oksigen. Penggunaan suhu yang tinggi dapat menyebabkan bilangan peroksida menjadi rendah. Adanya akselerator seperti oksigen dapat menyebabkan adanya proses oksidasi. Komposisi campuran asam lemak, asam lemak jenuh yang murni dan berbagai macam trigliserida sintetis jika bertemu dengan oksigen pada suhu tinggi akan mengakibatkan dehidrogenasi dan terbentuk persenyawaan tidak jenuh. Kontak antara oksigen dan suhu tinggi menghasilkan hidroperoksida dan menghasilkan gugusan hidroksil, karbonil, dan karboksil (Syamsul, 2010)

Minyak kelapa dapat dimanfaatkan sebagai keperluan pangan, seperti minyak goreng, bahan metega putih dan margarin. Pemanfaatan minyak kelapa untuk non pangan diantaranya minyak lampu, bahan pembuat sabun dan kosmetik. Perbedaan minyak kelapa dengan lemak dan minyak pada umumnya

terletak pada kandungan asam lemak jenuh yang tinggi. Kandungan asam lemak jenuh yang dimiliki minyak kelapa kurang lebih 90% yang terdiri dari asam laurat, miristat, dan palmitat (Syah, 2005).

## **2.2 Emulsifier**

Emulsifier merupakan zat yang dapat berperan dalam menjaga kestabilan minyak dan air, serta menurunkan tegangan permukaan antara dua fase agar tetap stabil atau teremulsi (Sampepana, 2015). Emulsifier termasuk bahan formulasi yang berfungsi meningkatkan formasi dan stabilitas emulsi seperti aerasi busa dan suspensi. Emulsifier memiliki gugus hidrofilik dan lipofilik. Gugus hidrofilik berfungsi mengikat fase air, sedangkan gugus lipofilik mengikat fase minyak (Hasenhuettl, 2008). Pada industri pangan emulsifier diaplikasikan pada produk bakeri, mayonnaise, margarin, minuman yang diformulasi, produk coklat dan modifikasi adonan. Emulsifier yang umum digunakan yaitu monogliserida, digliserida dan ester propilen glikol (Hui, 1996).

Emulsifier digolongkan berdasarkan nilai HLB (*Hydrophile Lipophile Balance*). HLB merupakan ukuran keseimbangan dan regangan gugus hidrofilik (menyukai air atau polar) dan lipofilik (menyukai minyak atau non polar) dari dua fase yang diemulsikan. Nilai HLB berdasarkan pada jenis monoasilgliserol yang dihasilkan. Emulsifier yang memiliki nilai HLB rendah digolongkan sebagai emulsifier lipofilik yang dapat digunakan untuk emulsi *water in oil* (w/o) contohnya shortening atau mentega. Sedangkan nilai HLB yang tinggi digolongkan sebagai emulsifier hidrofilik digunakan untuk emulsi *oil in water* (o/w) contohnya susu, es krim atau mayonnaise (Putri *et al.*, 2018). Berdasarkan nilai HLB emulsifier dapat diklasifikasikan seperti pada Tabel 2.2

**Tabel 2.2** Nilai HLB dan Aplikasinya

<b>Nilai HLB</b>	<b>Aplikasi</b>
3-6	<i>Emulsifier w/o</i>
7-9	Zat Pembasah
8-18	<i>Emulsifier o/w</i>
13-15	<i>Detergent</i>
15-18	Penstabil

Sumber : Becher (1983)

Emulsifier berfungsi memproduksi dan menstabilkan emulsi, sebagai surfaktan atau pengemulsi pangan. Emulsifier yang diaplikasikan pada suatu produk harus mempertimbangkan berbagai faktor seperti nilai pH, muatan emulsifier, nilai *hidrofilik-lipofilik balance* (HLB), titik leleh, jenis sistem emulsi *water in oil* (w/o) dan *oil in water* (o/w) (Anggirasti et al., 2008). Aplikasi penggunaan emulsifier pada produk pangan dapat dilihat pada Tabel 2.3

**Tabel 2.3** Fungsi Emulsifier pada Bahan Pangan

<b>Fungsi</b>	<b>Emulsifier</b>	<b>Contoh Bahan Pangan</b>
<i>Freeze thaw stabilization</i>	SSL, Polysorbate 60	Whipped topping, coffee whiteners
Penguat adonan	DATAM	Roti, rolls
Stabilisasi dispersi	Mono/digliserida	Peanut butter
Modifikasi viskositas	Lechitin	Cokelat
<i>Clouding</i>	Polyglycerol ester, SAIB	Minuman jeruk
Penghambat kristal	Polyglycerol ester, oxystearin	Minyak salad
<i>Antisticking</i>	Lechitin	Permen
Mengendalikan	Polysorbate 80	Es krim
Aglomerasi lemak	Polyglycerol ester	Topping
<i>Anti stalling</i>	SL, CSL	Roti
<i>Gloss enhancement</i>	Sorbitan monostearat	<i>Confectionery coating</i>
Stabilisasi	Propylene glycol ester	Kue/ whipped toppings

Sumber : Hasenhuettl (2008)

### 2.3 Gliserol

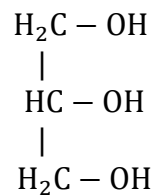
Gliserol atau gliserin merupakan suatu senyawa yang terdiri dari 3 gugus hidroksil (-OH) yang berikatan dengan 3 atom karbon (C). Sehingga gliserol sering disebut dengan gula alkohol. Nama dagang dari gliserol adalah gliserin. Keberadaan gugus hidroksi pada gliserol menyebabkan sifat gliserol larut dalam

air atau disebut hidrofilik. Gliserol memiliki rumus kimia  $C_3H_8O_3$  dengan nama kimia propane 1,2,3-triol dengan bobot molekul 92,10 dan massa jenis  $1,261 \text{ g/cm}^3$ . Gliserol memiliki titik didih  $290^\circ\text{C}$  dan viskositas sebesar 1,5 pa.s. Sifat gliserol yaitu tidak bewarna, dan tidak berbau. Gliserol memiliki kekentalan tertentu sehingga jika diaplikasikan dengan bahan pangan dapat meningkatkan viskositas bahan pangan tersebut (Lindsay, 1985).

Gliserol terbentuk sebagai hasil samping reaksi hidrolisis atau pada proses pembuatan metal ester (biodisel). Gliserol yang terikat pada produk MDAG dapat dipisahkan dengan demulsifikasi atau pemecahan emulsi menjadi komponen penyusunnya. Komponen penyusun tersebut berbentuk skin dan krim. Komponen yang berbentuk skim yaitu residu gliserol dan air sedangkan komponen dalam bentuk krim adalah MAG, DAG, TAG. Bentuk krim berada di fase non polar, sedangkan skim akan berada pada fase polar (Mursalin *et al.*, 2017). Rasio gliserol dan asam lemak digunakan untuk menentukan konsentrasi produk akhir yaitu mono-, di-, dan trigliserol. Penggunaan rasio antara gliserol dan asam lemak yang tinggi membutuhkan suhu tinggi untuk reaksi yang berlangsung cepat. Gliserol dalam jumlah tinggi akan menghasilkan MAG dengan konsentrasi yang tinggi (Hasenhuettl, 2008).

Gliserol memiliki banyak manfaat diantaranya bahan kosmetik, cat, otomotif, makanan, pulp dan kertas, produk kesehatan (Wang *et al.*, 2001). Gliserol juga sering digunakan sebagai pelarut, pemanis, humektan, bahan tambahan pada industri peledak, sabun cair, permen, pelumas. Gliserol juga dipakai sebagai komponen antibeku dan sumber nutrisi pada kultur fermentasi dalam produksi antibiotik. Gliserol banyak ditemukan dalam bentuk gliserida

pada lemak atau minyak dalam jaringan hewan dan tumbuhan. Gliserol juga didapat sebagai produk samping hasil hidrolisis lemak dan minyak, selain asam lemak bebas dan garam logam (sabun) (Melwita *et al.*, 2015). Struktur senyawa kimia gliserol dapat dilihat pada Gambar 2.1



Gambar 2.1 Struktur Senyawa Kimia Gliserol  
Sumber: Melwita *et al.*, 2015

#### 2.4 Mono dan Diasil Gliserol (MDAG)

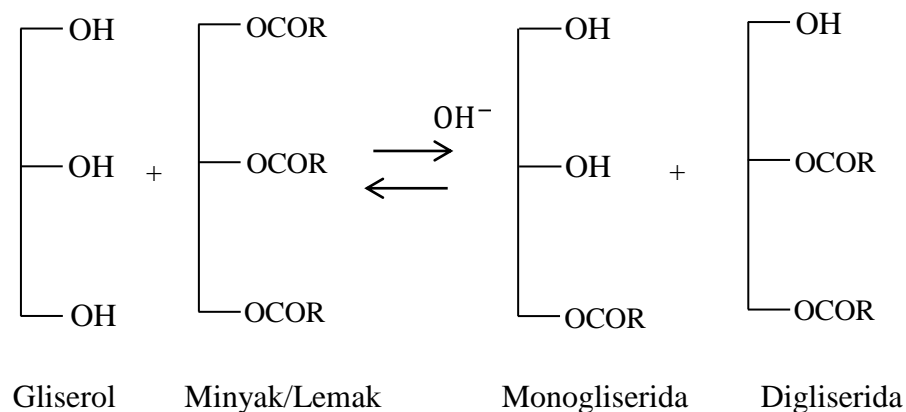
Mono dan diasilgliserol (MDAG) merupakan emulsifier sintetis yang digunakan dalam industri pangan dan non-pangan. Industri pangan menggunakan pada produk roti dan kue, margarin, *convenience foods*, dan *frozen dessert*. Umumnya MDAG digunakan sebagai bagian dari produk lemak dan sering dihubungkan dengan emulsifier lainnya. MDAG memiliki sifat lipofilik, hal ini menyebabkan MDAG sangat baik sebagai emulsifier *water in oil* yang dapat digunakan dalam produk margarin (N. R. Triana, 2014). MDAG merupakan emulsi yang paling banyak digunakan dalam industri makanan berstatus GRAS (*generally recognized as safe*) sehingga aman untuk dikonsumsi. MDAG tidak memiliki batasan dalam nilai *acceptable daily intake* (ADI). Sebanyak 70% MDAG serta turunannya diproduksi oleh seluruh dunia. MDAG merupakan ester gliserol dan triasilgliserol yang digunakan untuk membentuk struktur fisik seperti organel, *water in oil* (w/o) nanostruktur emulsi, struktur lamellar dalam larutan hidrofobik, seperti minyak ikan cod, minyak hazelnut. Keunggulan dari MDAG

ialah digunakan sebagai *fat replacer*, bahan pengawet serta saniter (Silsia *et al.*, 2017).

MDAG dapat diperoleh melalui proses gliserolisis. Proses gliserolisis adalah reaksi antara triasilgliserol (TAG) dan gliserol menggunakan katalis alkali pada suhu tinggi. Menurut Melwita *et al* (2015) proses gliserolisis pada kondisi suhu tinggi dapat menghasilkan monoasilgliserol mencapai hasil 60%, namun proses tersebut menghasilkan produk yang berwarna gelap. MDAG dapat dimanfaatkan sebagai emusifier karena memiliki molekul yang terdiri dari bagian hidrofilik dan lipofilik. Bagian hidrofilik terdapat pada gugus OH dan bagian lipofilik pada gugus ester asam lemak (Mardaweni *et al.*, 2017). Menurut O'Brien (2009) karakter dari MDAG adalah tidak memiliki bau dan rasa, memiliki kelarutan yang terbatas pada minyak kecuali pada suhu tinggi, tidak larut air pada suhu ruang. MDAG dapat diproduksi melalui tiga proses yang berbeda diantaranya esterifikasi, hidrolisis, dan gliserolisis.

MDAG terdapat dalam lemak dan minyak secara alami sebagai hasil hidrolisis yang melepaskan asam lemak bebas dalam jumlah kecil. Terdapat dua gugus hidroksil bebas pada MAG (monoasilgliserol) yang menunjukkan aktivitas permukaan yang lebih kuat dari pada DAG (diasilgliserol). Proses produksi MDAG dapat melalui metode esterifikasi langsung dan gliserolisis. Esterifikasi langsung adalah mereaksikan gliserol dengan asam lemak. sedangkan gliserolisis mereaksikan gliserol dengan lemak alami atau hidrogenasi lemak dan minyak. Produksi MDAG secara kimia dengan metode gliserolisis menggunakan katalis alkali pada suhu sekitar 200-260°C (Rarokar *et al.*, 2017) akan menghasilkan monogliserida, digliserida dan trigliserida serta fraksi gliserol yang tidak bereaksi.

Gliserolisis menghasilkan hasil samping berupa gliserol yang terikat secara emulsi pada gugus OH dalam produk MDAG (Mursalin *et al.*, 2017). Penggunaan suhu yang terlalu tinggi selama proses gliserolisis dapat menyebabkan gliserol berwarna coklat pada produk akhir MDAG (Laksana, 2016). Gliserol yang terikat pada produk MDAG perlu dipisahkan dengan pemecahan emulsi menjadi komponen penyusunnya yaitu dalam bentuk krim dan skim. Bentuk dari krim berupa MAG, DAG, TAG yang akan berada pada fase non polar. Bentuk dari skim berupa gliserol dan air berada pada fase polar (Mursalin *et al.*, 2017). Reaksi gliserolisis dapat dilihat pada Gambar 2.2.



**Gambar 2.2** Reaksi Gliserolisi  
 Sumber: Hasenhuettl, 2008

## 2.5 Gliserolisis

Gliserolisis merupakan reaksi penting antara gliserol dengan minyak atau lemak untuk memproduksi MDAG. Pembentukan mono dan diasilgliserol dapat melalui proses esterifikasi langsung dan interesterifikasi (gliserolisis). Pada penggunaan metode gliserolisis terdapat beberapa variabel yang mempengaruhi proses reaksi gliserolisis yaitu suhu reaksi, jenis dan jumlah katalis, rasio molar gliserol minyak, intensitas pencampuran dan waktu reaksi (Kombe *et al.*, 2013).



Reaksi gliserolisis akan berjalan cepat jika menggunakan katalis namun akan berjalan lambat tanpa katalis. Katalis yang dapat digunakan dalam reaksi gliserolisis adalah katalis enzim, basa, dan asam. Katalis enzim yang sering digunakan adalah enzim lipase. Suhu yang digunakan saat reaksi sekitar 30°C karena katalis enzim tidak dapat bekerja atau akan mati pada suhu tinggi. Kelemahan dari katalis enzim adalah harga enzim yang mahal (Kaewthong *et al.*, 2005). Laju reaksi gliserolisis lebih cepat menggunakan katalis basa dibanding katalis asam. Katalis basa yang sering digunakan adalah NaOH (Anggoro & Budi, 2008). Penggunaan katalis logam alkali menyebabkan suhu reaksi tinggi yaitu produk reaksi menjadi gelap dan terbentuk bau yang tidak diinginkan (Noureddini *et al.*, 2004).

Menurut Shahidi (2005) reaksi interesterifikasi sering digunakan untuk menganalogikan pertukaran residu asil antara ester dan asam (asidolisis), ester dan alkohol (alkoholisis), ester dengan ester (transesterifikasi). Asidolisis melibatkan perpindahan gugus asil antara asam lemak bebas dan TAG. Reaksi asidolisis terjadi pada kondisi asam. Untuk menghasilkan DAG dan MAG yang dibutuhkan perlu ditambahkan katalis asam agar mengkatalis hidrolisis sebagian asam lemak dari TAG. Alkoholisis merupakan reaksi esterifikasi antara alkohol dan TAG. Reaksi alkoholisis pada minyak sayur terjadi antara TAG dengan alkohol dapat menghasilkan campuran alkil ester dan gliserol. Gliserolisis merupakan pertukaran gugus asil antara gliserol dan TAG. Reaksi gliserolisis TAG dengan katalis kimia dapat menghasilkan MAG dan DAG dalam jumlah yang besar. Proses gliserolisis dilakukan dengan mencampurkan TAG dengan gliserol berlebih pada suhu tinggi dan katalis basa. Campuran reaksi dipertahankan pada

suhu tinggi sehingga gugus asam lemak dari TAG didistribusikan secara acak di antara gugus hidroksil yang tersedia dari gliserol.

Gliserol ( $C_3H_8O_3$ ) merupakan senyawa alkohol sederhana yang memiliki 3 gugus hidroksil yang bersifat hidrofilik. Karakter hidrofilik pada gliserol menyebabkan gliserol dapat larut dalam air dan bersifat higroskopis. Gliserol merupakan bahan baku pembuatan monogliserida, digliserida dan trigliserida yang dapat dilakukan melalui beberapa proses. Pembentukan MAG, DAG, dan TAG dapat melalui proses gliserolisis, esterifikasi, inesterifikasi secara kimia dan enzimatis. Asam lemak yang berkaitan dengan gliserol akan membentuk monogliserida. Trigliserida terbentuk oleh tiga asam lemak yang beresterifikasi dengan satu molekul gliserol. Gliserolisis adalah metode yang paling umum digunakan untuk memproduksi MDAG (Fischer, 1998).

## **2.6 Katalis MgO**

MgO (Magnesium Oksida) merupakan oksida yang bersifat basa tinggi ( $pK_a=26$ ) (Ulfa & Pramesti, 2015). MgO merupakan bahan yang dapat dijadikan katalis selain digunakan sebagai superkonduktor dan adsorben. Katalis MgO digunakan pada beberapa proses di industri seperti produksi biodisel (Natewong *et al.*, 2016), butanol dari etanol (Cimino *et al.*, 2019), adsorpsi  $CO_2$  dan penghilangan  $H_2S$  (Siriwardane *et al.*, 2017), degradasi asam oksalat dengan proses ozonasi (Haidari *et al.*, 2016). Magnesium dalam bentuk oksida memiliki sifat tidak beracun, stabil dalam air, dan ramah lingkungan sehingga MgO dapat diaplikasikan sebagai katalis (Prasetyo *et al.*, 2021). Kelebihan lain dari katalis MgO adalah mudah digunakan dalam proses sintesis, lebih mudah dikontrol, ketersediaannya melimpah dan juga relatif murah (Mguni, 2012).

Katalis MgO merupakan katalis heterogen basa yang telah mengkatalis berbagai reaksi seperti reaksi transesterifikasi, isomerasi ikatan rangkap dua, kondensasi silang, reaksi Henry, kopling alkohol, dan reaksi transfer hidrogen (Di *et al.*, 2014). MgO merupakan material keramik organik yang sangat penting karena potensi kimia dan elektroniknya yang memberikan sifat magnetik, optis, elektronik, termal, mekanis serta sifat kimia yang unik. MgO yang bersifat basa dapat dijadikan salah satu pendukung katalis yang menjanjikan karena memiliki fleksibilitas dan reaktivitas yang tinggi. Perbedaan dengan pendukung oksida logam alkali yang lain yaitu dapat dihilangkan dengan cara melarutkan MgO pada larutan asam tanpa menimbulkan kesulitan. Kekurangan dari MgO adalah stabilitas termalnya rendah, kurang stabil pada kelembaban dan lingkungan berair serta pada larutan asam sangat mudah terurai atau terdisolusi (Julkapli & Bagheri, 2016).

Transesterifikasi dapat dilakukan jauh lebih lancar dengan MgO komersial bebas pelarut, menghasilkan produk dalam hasil yang moderat (Chang *et al.*, 2020). Menurut tes titrasi dan percobaan CO<sub>2</sub>-TPD (*Temperature Programmed Desorption*) dari katalis, aktivitas katalitik MgO yang tinggi terkait erat dengan konsentrasi situs basa dasar yang lebih tinggi dari katalis MgO yang dibantu katalisator surfaktan. Selain itu, katalis dapat dengan mudah diperoleh kembali setelah disentrifugasi, dan digunakan kembali setelah katalis diaktifkan dan dikalsinasi untuk menghilangkan residu gliserol karbonat dan menghindari penurunan aktivitas katalitik (Ji, 2019).

## 2.7 Impregnasi

Impregnasi merupakan salah satu metode preparasi katalis yang paling sederhana. Metode impregnasi dilakukan dengan cara mengadsorbsikan komponen aktif logam dalam larutan ke padatan pengemban. Keuntungan impregnasi yaitu peralatan yang digunakan sedikit karena tidak ada langkah pencucian dan penyaringan. Metode impregnasi juga mudah dalam pengerjaannya. Metode impregnasi juga tepat untuk katalis dengan persen berat komponen aktif katalis yang kecil, yaitu komponen aktif yang termasuk logam mulia semacam platina namun diinginkan terdistribusi sempurna sehingga diperoleh luas permukaan komponen aktif yang besar (Dewi *et al.*, 2016).

Menurut Ariyanti (2012) tahapan impregnasi dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- a. Mencuci bahan pengemban lalu dikeringkan dalam oven untuk menguapkan zat pengotornya. Zat pengotor dalam pengemban dapat menghalangi penetrasi larutan impregnan ke dalam bahan pengemban.
- b. Bahan pengemban katalis dipertemukan dengan larutan garam logam atau impregnan.
- c. Selanjutnya menghilangkan larutan impregnan yang berlebih.
- d. Kemudian mengeringkan pada suhu 105-120°C di dalam oven.
- e. Setelah katalis kering melakukan kalsinasi pada suhu tertentu untuk menguapkan pelarut dan dekomposisi garam logam.
- f. Tahap terakhir katalis direduksi dengan gas hidrogen.

## 2.8 Faktor yang mempengaruhi reaksi gliserolisis

### 2.8.1 Katalis

Katalis merupakan bahan kimia yang dapat mempercepat reaksi kimia pada suhu tertentu namun katalis tersebut tidak ikut bereaksi (Sari, 2016). Katalis juga berfungsi untuk menurunkan energi aktivasi. Jika jumlah katalis dinaikkan, maka energi aktivasi akan turun, sehingga laju reaksi akan meningkat (Tasya *et al.*, 2020). Laju reaksi yang meningkat diakibatkan oleh adanya reaksi baru dengan energi aktivasi yang lebih rendah. Sehingga katalis berfungsi mengarahkan suatu reaksi kearah yang diinginkan. Katalis dapat mengarahkan produk yang diinginkan dengan selektivitas yang lebih tinggi. Terdapat beberapa jenis katalis diantaranya katalis basa homogen, basa heterogen, asam homogen, asam heterogen, dan enzim. Tabel 2.4 menunjukkan kelebihan dan kekurangan dari jenis katalis.

**Tabel 2.4** Perbandingan Jenis Katalis (Mazubert *et al.*, 2013)

<b>Jenis Katalis</b>	<b>Kelebihan</b>	<b>Kelemahan</b>
Basa homogen	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Kondisi reaksi ringan</li><li>2. Laju reaksi cepat</li><li>3. Murah</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Pembentukan sabun (menyebabkan hasil reaksi menurun dan mempersulit pemisahan produk dengan katalis)</li><li>2. Sensitif terhadap kandungan asam lemak bebas</li></ol>
Basa heterogen	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Kondisi reaksi ringa</li><li>2. Katalis mudah dipisahkan</li><li>3. Laju reaksi lebih cepat</li><li>4. Mudah dalam regenerasi</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Adanya polusi udara di sekitar</li><li>2. Pembentukan sabun</li><li>3. Sensitif terhadap asam lemak bebas</li><li>4. Pencucian katalis menyebabkan kontaminasi pada produk</li></ol>
Asam homogen	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Memungkinkan terjadi reaksi transesterifikasi dan esterifikasi secara simultan</li><li>2. Reaksi ringan</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Laju reaksi lambat</li><li>2. Katalis bersifat korosif (<math>H_2SO_4</math>)</li><li>3. Sulit memisahkan katalis</li></ol>

	3. Tidak sensitif terhadap asam lemak bebas	
Asam heterogen	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Memungkinkan terjadi reaksi transesterifikasi dan esterifikasi secara simultan</li> <li>2. Pemisahan katalis mudah</li> <li>3. Katalis dapat digunakan lagi</li> <li>4. Tidak sensitif terhadap asam lemak bebas</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Suhu dan rasio molar minyak tinggi</li> <li>2. Energi yang terus menerus</li> <li>3. Pencucian katalis menyebabkan kontaminasi produk</li> <li>4. Biaya pengolahan yang tinggi karena reaksi sintesis rumit</li> </ol>
Enzim	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Membutuhkan 1 langkah pemurnian</li> <li>2. Suhu reaksi lebih rendah dari pada katalis basa homogen</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Biaya mahal</li> <li>2. Laju reaksi mahal</li> <li>3. Sensitif terhadap alkohol (biasanya metanol, menyebabkan deaktivasi)</li> </ol>

Proses reaksi katalis heterogen, luas permukaan menjadi faktor yang penting. Katalis dengan luas permukaan yang besar akan memberikan luas kontak yang besar antara molekul reaktan dengan katalis, serta mempengaruhi proses katalisis secara keseluruhan. Molekul reaktan akan bergerak bebas sebelum mengalami adsorpsi pada permukaan katalis kemudian teraktivasi menghasilkan produk. Semakin banyak molekul reaktan yang teradsorpsi maka semakin tinggi peluang terjadinya reaksi katalisis menghasilkan produk (Dewi *et al.*, 2016).

### 2.8.2 Suhu

Suhu yang digunakan saat reaksi berpengaruh terhadap laju reaksi. Aziz *et al.*, (2013) melaporkan bahwa semakin tinggi suhu reaksi, dapat menyebabkan energi kinetik yang dimiliki oleh molekul pereaksi juga semakin besar. Hal ini akan berdampak pada tumbukan antar molekul reaktan yang semakin banyak sehingga konversi reaksi semakin besar. Penggunaan suhu yang tinggi menyebabkan gliserol menjadi gosong. Hal ini akan menyebabkan warna produk akhir menjadi gelap dan bau yang tidak enak (Sipayung, 2017). Reaksi gliserolisis

produk MDAG menggunakan bahan baku dan perlakuan yang berbeda sudah banyak diteliti dan dapat dilihat pada Tabel 2.5.

**Tabel 2.5** Hasil penelitian gliserolisis produk MDAG

No	Bahan baku	Katalis	Suhu (°C)	Hasil	Sumber
1	Minyak Kelapa	CH <sub>3</sub> COOK 1%		MDAG 65,07%	(Nurchoriani, 2012)
2	Minyak Kelapa	Enzim lipase	40	MAG 28,69% DAG 20,53% Asam lemak 9,96% TAG 40,82%	(Pinyaphong et al., 2012)
3	<i>Refined Bleached Deodorized Palm Oil (RBDPO)</i>	CaO 4%	70	Kadar MDAG 68.62%	Nainggolan et al., (2014)
4	Stearin	NaOH 0.5%	180	MAG 50,33±0,95% DAG 28,13±0,63% TAG 4,49±2,08% ALB 1,64±0,00% Titik leleh 49,5-50	Arwani (2017)
5	<i>Fuly Hydrogenated Palm Stearin (FHPS)</i>	NaOH 0,5%	180	MAG 48,78% DAG 30,92% TAG 4,79%	Affandi (2017)
6	<i>Palm Fatty Acid Distillate (PFAD)</i>	Methyl ester sulfonic acid (MESA) 1,5%	120	MAG 31,05% DAG 24,47%	Mardaweni et al., (2017)
7	<i>Palm Fatty Acid</i>	Methyl ester sulfonic acid (MESA) 1,5%	150	Rendemen MDAG 74%	Rumondang et al., (2016)
8	Stearin dan Olein Sawit	NaOH 3%	80	MAG 15% DAG 46,7% TAG 33,18%	Subroto et al., (2018)
9	<i>Fuly Hydrogenated Palm Kernel</i>	NaOH 1%	175	MAG 54,51%±2,8382 DAG	Hapsari (2020)

<i>Oil</i> (FHPKO)	45,49%±2,8382 TAG tidak terdeteksi Asam lemak bebas 2,88%±0,0567 Titik leleh 28,7- 29,3°C
-----------------------	--

## 2.9 Hipotesis

$H_0$  : Aktivasi katalis dan perbedaan suhu reaksi gliserolisis berpengaruh terhadap reaksi gliserolisis bahan baku minyak kelapa.

$H_1$  : Aktivasi katalis dan perbedaan suhu reaksi gliserolisis tidak berpengaruh terhadap reaksi gliserolisis bahan baku minyak kelapa.



## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan**

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kimia dan Biokimia Pangan Universitas PGRI Semarang. Penelitian ini dimulai pada bulan Februari 2021 hingga Februari 2022.

#### **3.2 Alat dan Bahan**

##### **3.2.1 Alat Penelitian**

Peralatan yang digunakan pada aktivasi katalis yaitu timbangan analitik (Shimadzu ATX224), gelas beker (Iwaki), sudip, *magnetic stirer*, *hotplate* (IKA C-MAG HS7), termometer, pompa vakum (Millipore), kertas saring, cawan petri, oven (Digital Oven BF-201), mortar, cawan porselein, dan tanur listrik (Thermolyne). Peralatan yang digunakan pada pembuatan produk MDAG yaitu gelas beker, timbangan analitik (Shimadzu ATX224), sudip, labu leher tiga, termometer, kapas, baskom, stirer, *hotplate*, pipet tetes, corong, tabung sentrifuse, sentrifuse. Peralatan yang digunakan pada analisis produk yaitu timbangan analitik (Shimadzu ATX224), gelas beker, buret, pipet volum 1 ml (Iwaki), pipet volume 5 ml (Iwaki), pro pipet, gelas ukur, labu ukur (Iwaki), erlenmeyer, nampan, *hot plate*, busa, pipa kapiler, *magnetic stirer*, pipet, kertas kalkir, termometer, *stopwatch*, corong (Iwaki), lemari asam, spektroskopi FT-IR (Perkin-Elmer UATR Spectrum Two).

### 3.2.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan pada aktivasi katalis yaitu MgO (Magnesium Oksida) (Sinka), Aquadest, KOH (Kalium Hidroksida) teknis. Bahan yang digunakan pada pembuatan MDAG yaitu minyak kelapa (Barco), gliserol (*Ecogreen Oleochemicals*), dan katalis. Bahan yang digunakan pada analisis produk adalah asam benzoat, aquadest, etanol pro analisis (Merck), indikator PP, NaOH pro analisis (Merck), kloroform pro analisis (Merck), hexan pro analisis (Merck), etil asetat, CBB (*Commassie Brilliant Blue*), plat TLC Silica gel 60 F<sub>254</sub> (Merck KgaA).

### 3.3 Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan pada penelitian ini adalah rancangan acak lengkap faktorial. Faktor pertama pada penelitian adalah suhu reaksi gliserolisis, suhu yang digunakan yaitu 175°C dan 165°C. Faktor kedua adalah aktivasi katalis MgO. Katalis yang diteliti yaitu katalis MgO tanpa aktivasi, katalis MgO yang diaktivasi dengan aquades, katalis MgO yang diaktivasi dengan KOH. Sebelum katalis digunakan untuk proses gliserolisis, dilakukan analisis gugus fungsi dan basisistas katalis. Penelitian gliserolisis dilakukan dua kali ulangan untuk menduga standar eror dari rata-rata perlakuan. Kemudian dilakukan analisis kromatografi lapis tipis untuk mengetahui fraksi MAG, DAG dan TAG dari sampel, analisis *slip melting point*, dan analisis asam lemak bebas. Rancangan percobaan disesuaikan dengan suhu dan metode aktivasi katalis untuk mengetahui pengaruhnya terhadap reaksi. Rancangan percobaan penelitian tercantum pada Tabel 3.1.

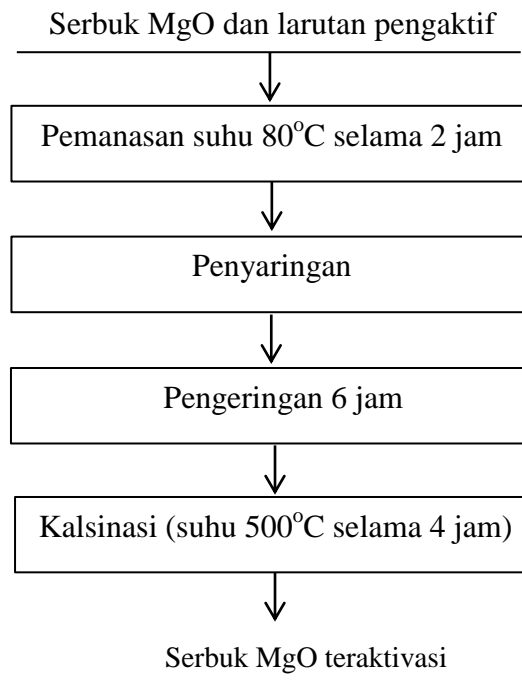
**Tabel 3.1** Rancangan Percobaan Penelitian

Suhu Reaksi (°C)	Aktivasi Katalis MgO		
	MgO tanpa aktivasi	MgO+Aquades	MgO+KOH
165	165 MgO	165 MgO+Aquades	165 MgO+KOH
175	175 MgO	175 MgO+Aquades	175 MgO+KOH

### 3.4 Tahap Penelitian

#### 3.4.1 Aktivasi Katalis MgO

Katalis yang digunakan pada proses gliserolisis adalah katalis tanpa aktivasi (MgO), katalis MgO yang diaktivasi oleh aquades, katalis MgO yang diaktivasi KOH. Aktivasi katalis dilakukan dengan cara mencampurkan katalis MgO dengan katalis aktivator. Aktivasi katalis MgO+aquades dilakukan dengan cara, 10 gram MgO disuspensikan dalam 50 mL aquades. Sedangkan aktivasi katalis MgO+KOH dilakukan dengan cara 10 gram MgO dengan 2M KOH disuspensikan dalam 50 mL aquades. Selanjutnya larutan dipanaskan dan diaduk menggunakan *magnetic stirrer* pada suhu 80°C selama 2 jam. Kemudian disaring menggunakan kertas saring. Setelah itu katalis dikeringkan dalam oven selama 6 jam sampai kering. Katalis yang sudah kering di kalsinasi menggunakan tanur selama 4 jam pada suhu 500°C (Manríquez-Ramírez *et al.*, 2013). Proses aktivasi katalis MgO yang diembankan pada aquades dan KOH dapat dilihat pada Gambar 3.1.

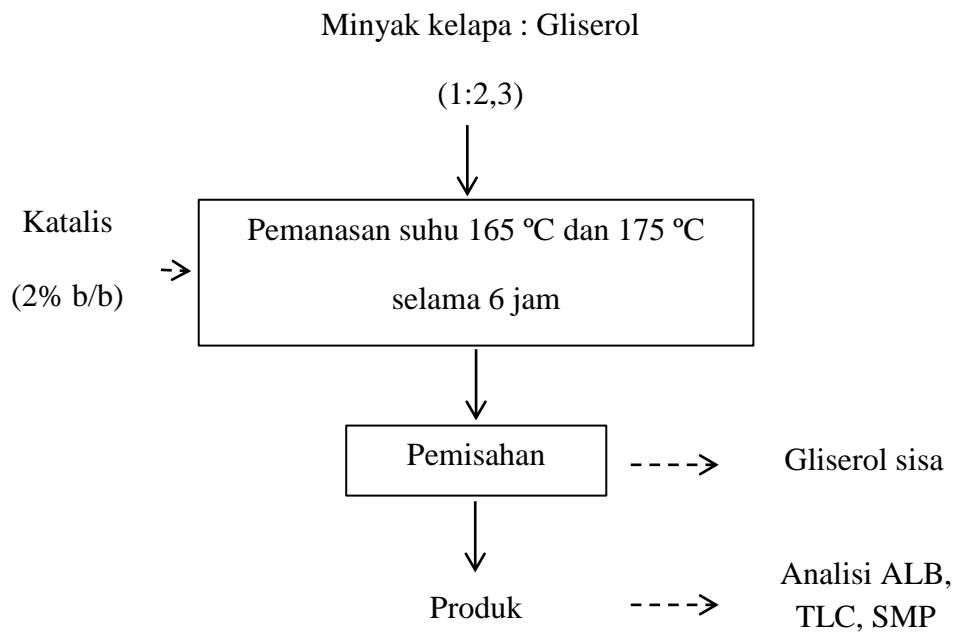


**Gambar 3.1** Diagram Alir Proses Aktivasi Katalis

### 3.4.2 Produksi MDAG dengan Reaksi Gliserolisis

Reaksi gliserolisis dilakukan berdasarkan studi literatur Triana (2014) yang telah dimodifikasi. Produk MDAG (Mono dan Diasilgliserol) diproses melalui reaksi gliserolisis menggunakan minyak kelapa dan gliserol sebagai substratnya dengan rasio mol 1:2,3 dengan penambahan katalis MgO sebanyak 2% (b/b). Minyak kelapa dan gliserol yang telah ditimbang, dimasukkan ke dalam labu leher tiga. Kemudian substrat dipanaskan hingga mencapai suhu 165°C dan 175°C sesuai dengan rancangan percobaan sambil diaduk menggunakan *magnetic stirrer*. Selanjutnya katalis dimasukkan ke dalam labu leher tiga. Lalu dihitung waktu reaksi gliserolisis selama 6 jam. Selama reaksi berlangsung, dilakukan pengambilan sampel setiap 1 jam. Kemudian produk reaksi didinginkan hingga mencapai suhu 70°C. Setelah itu produk MDAG dimasukkan ke dalam tabung sentrifuse untuk memisahkan produk MDAG dan gliserol menggunakan

sentrifugasi dengan kecepatan 2.000 rpm selama 10 menit. Produk MDAG yang telah terpisah berada di bagian atas gliserol. Lalu produk MDAG diambil menggunakan pipet dan dimasukkan ke dalam botol kaca. Produk MDAG disimpan di dalam lemari pendingin hingga proses analisis. Diagram alir produksi MDAG dengan reaksi gliserolisis dapat dilihat pada Gambar 3.2.



**Gambar 3.2** Diagram Alir Produksi MDAG

### 3.5 Analisis Sifat Kimia Katalis

#### 3.5.1 Analisis Gugus Fungsi (FTIR)

Katalis MgO tanpa aktivasi, katalis MgO teraktivasi aquades dan MgO teraktivasi KOH yang telah berbentuk serbuk diberi kode. Kode MgO untuk katalis MgO tanpa aktivasi, Kode MgO+Aquades untuk katalis MgO teraktivasi aquades dan kode MgO+KOH untuk katalis MgO teraktivasi KOH. Kemudian katalis diletakkan diantara kedua *disk* KBr pada spektroskopi FT-IR. Lalu kedua *disk* ditangkupkan. Dilakukan *scanning* dengan kisaran panjang gelombang 4000-

400 cm<sup>-1</sup>. Hasil *scanning* diperoleh berupa spektra infra merah dimana ada hubungan antara transmitten dengan bilangan gelombang (Al-Degs *et al.*, 2011).

### 3.5.2 Analisis Basisitas Katalis

Analisis basisitas katalis mengacu pada penelitian Rahul *et al.*, (2011) kemudian dimodifikasi dengan penelitian (Ye *et al.*, 2013). Larutan titrasi yang digunakan adalah asam benzoat 0,01 Mol/Liter yang dilarutkan dengan etanol (Ye *et al.*, 2013). Analisis basisitas katalis mengacu pada Rahul *et al* (2011), sampel sebanyak 1 gram katalis ditambahkan 10 mL aquadest kemudian diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 1 jam dengan kecepatan 125 rpm. Selanjutnya aquades yang telah tercampur katalis, dipisahkan dari padatan katalis menggunakan kertas saring. Kemudian aquades dengan kondisi jernih ditambahkan indikator PP sebanyak 1 tetes hingga bewarna merah muda. Lalu dititrasi dengan larutan asam benzoat 0,01 M hingga warnanya berubah menjadi jernih kembali. Selanjutnya hitung volume titrasi.

$$\begin{aligned} \text{Basisitas katalis } \left(\frac{\text{mmol}}{\text{g}}\right) \\ = \frac{\text{Volume titrasi (m)} \times \text{Konsentrasi asam benzoat (M)}}{\text{Berat sampel (gram)}} \end{aligned}$$

## 3.6 Analisis Sifat Fisik dan Kimia MDAG

### 3.6.1 Analisa Asam Lemak Bebas

Analisis asam lemak bebas mengacu pada AOCS *Official Method* Ca 5a-40 (2003). Presentase asam lemak bebas dihitung dari jenis asam lemak dominan yaitu asam lemak laurat yang terdapat dalam sampel MDAG. Sampel MDAG harus dalam keadaan cair sebelum ditimbang. Sampel MDAG ditimbang sebanyak 5 gram dan dimasukkan pada erlenmeyer 300 ml. Kemudian sampel

dilarutkan ke dalam etanol 95% netral dan ditambahkan 2 ml indikator fenolftalein. Lalu larutan dititrasi menggunakan larutan NaOH 0,2 N yang sudah terstandarisasi. Titrasi dilakukan sampai larutan berubah warna menjadi merah jambu permanen. Warna yang dihasilkan harus bertahan selama 30 detik. Kadar asam lemak bebas dihitung menggunakan rumus:

*Kadar asam lemak bebas sebagai asam laurat (%ALB)*

$$= \frac{mL NaOH \times N \times 200,3178}{Berat sampel (g) \times 1000} \times 100\%$$

Keterangan:

mL NaOH = volume NaOH yang dibutuhkan untuk titrasi sampel (mL)

N = normalitas larutan NaOH (N)

200,3178 = berat molekul asam lemak (asam laurat)

### **3.6.2 Analisis *Thin Layer Chromatography***

Analisis *Thin Layer Chromatography* (TLC) mengacu pada penelitian Gunstone, (2006). Analisis TLC bertujuan untuk menganalisis konversi triasilgliserol, perubahan monoasilgliserol dan diasilgliserol. Produk campuran MDAG yang telah dilelehkan sebanyak 0,02 gram dilarutkan dalam 0,1 ml kloroform. Kemudian dimasukkan ke dalam tabung kapiler setinggi 1 cm. Larutan diaplikasikan pada lempeng TLC yang telah dikeringkan selama 30 menit, dalam bentuk spot bulat dengan jarak antar spot 2 cm. Kemudian lempeng TLC dielusi menggunakan campuran pelarut hexan : etil asetat (4:1) yang telah dijenuhkan selama 30 menit. Setelah dielusi kurang lebih 2 jam lempeng dikeluarkan dari bejana pengembangan dan dibiarkan beberapa menit sampai uap yang tertinggal hilang. Kemudian lempeng TLC direndam dengan pewarna yang terbuat dari

larutan CBB (*Commassie Brilliant Blue*) 0,01% untuk identifikasi. Spot yang terbentuk, akan bewarna biru. Hasil spot MAG dan DAG dicetak pada kertas kalkir kemudian dipotong. Kertas kalkir ditimbang untuk mengetahui berat MAG dan DAG. Pengukuran masing-masing berat dilakukan dengan area masing-masing spot (Gunstone, 2006).

### **3.6.3 Analisis Slip Melting Point**

Sampel yang telah dilelehkan, dimasukkan ke dalam tabung kapiler setinggi 1 cm. Kemudian disimpan di dalam refrigerator pada suhu 4-10°C selama 16 jam. Ikat tabung kapiler pada termometer dan masukkan termometer ke dalam gelas piala 600 ml berisi 300 ml aquades. Aquades dalam gelas diatur suhunya mencapai 8-10 °C di bawah titik leleh sampel dan suhu air dipanaskan perlahan (kenaikan suhu 0,5-1 °C/menit) dengan diaduk menggunakan *magnetic stirrer*. Pemanasan dilanjutkan dan suhu diamati dari saat sampel meleleh hingga sampel naik pada tanda batas atas. Titik leleh dihitung berdasarkan rata-rata suhu dari ketiga sampel yang diamati (AOCS *Official Method* CC 3-25, 2003).

### **3.7 Analisis Data**

Analisis data menggunakan software SPSS dengan cara *Analysis of Variance* (ANOVA) dengan taraf signifikansi 0,05.



## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Karakteristik Minyak Kelapa

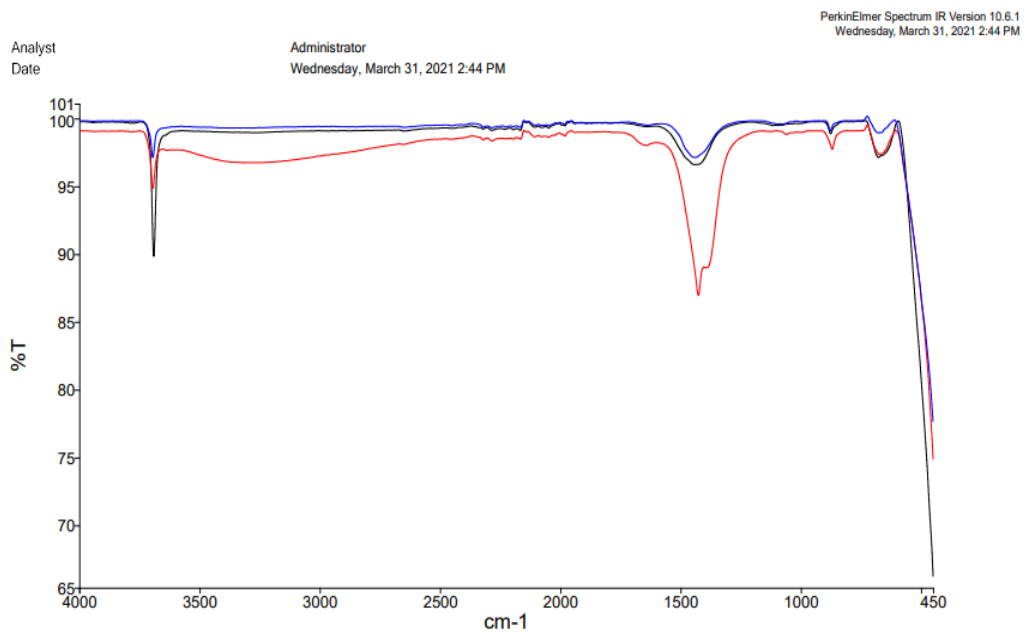
Analisis yang dilakukan pada minyak kelapa adalah *Slip Melting Point* (SMP) yang bertujuan untuk mengetahui efektifitas reaksi. *Slip melting point* yang dihasilkan oleh minyak kelapa adalah 23,6-23,8. Menurut penelitian Effendi (2019) *slip melting point* minyak kelapa berkisar antara 24°C-26°C. Perbedaan titik leleh minyak disebabkan karena setiap asam lemak memiliki titik cair spesifik. Setiap kristal asam lemak memiliki titik leleh yang berbeda, hal ini disebabkan oleh perbedaan susunan polimorfik dan heterogenitas kristal lemak. Minyak yang didinginkan dengan cepat akan menghasilkan kristal heterogen dari campuran trigliserida yang mencair pada suhu rendah dibandingkan kristal lemak homogen.

Minyak dan lemak terdiri dari berbagai asam lemak berupa trigliserida. Komponen utama minyak kelapa adalah asam lemak jenuh diantaranya asam laurat, miristat, dan palmitat. *Slip melting point* bergantung pada asam lemak dan penyusunnya yang terdapat pada trigliserida. Asam lemak rantai pendek memiliki *slip melting point* yang rendah daripada asam lemak berantai panjang. Semakin banyak ikatan rangkat yang terdapat pada trigliserida menyebabkan *slip melting point* semakin rendah (Effendi, 2019). Minyak yang telah mengalami gliserolisis memiliki *slip melting point* lebih tinggi dibanding dengan minyak yang telah melalui reaksi gliserolisis. Hal ini terjadi karena adanya pembentukan trigliserida baru dan penataan ulang molekul-molekul asam lemak (Octarya et al., 2019).

## 4.2 Sifat Kimia Katalis Basa Heterogen

### 4.2.1 Gugus Fungsi (FTIR)

Spektroskopi FTIR merupakan metode analisis instrumentasi pada senyawa kimia yang menggunakan radiasi sinar infra merah. Hasil uji gugus fungsi menggunakan FTIR dapat dilihat pada Gambar 4.1



Keterangan:

- Katalis MgO
- Katalis MgO + Aquadest
- Katalis MgO + KOH

**Gambar 4.1** Spektrum Gugus Fungsi Katalis dengan FT-IR

FT-IR spektroskopi digunakan untuk mengidentifikasi gugus fungsi pada katalis MgO dan MgO yang telah dimodifikasi. Sampel dipindai pada kisaran bilangan gelombang  $450\text{ cm}^{-1}$  hingga  $4000\text{ cm}^{-1}$ . Hasil FTIR dapat dilihat pada Gambar 4.1 yang menunjukkan puncak pada gelombang serapan  $3500\text{ cm}^{-1}$  hingga  $4000\text{ cm}^{-1}$  yang dihasilkan oleh gugus O-H (ikatan hidrogen). Gugus O-H dapat

dikaitkan dengan adanya gugus fungsi seperti alkohol, asam karboksilat, ester dan eter (Jeevanandam *et al.*, 2018). Regangan gugus O-H disebabkan air yang terabsorpsi secara fisik pada katalis (Nayebzadeh *et al.*, 2017). Puncak serapan pada  $1481\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan vibrasi lentur ikatan OH (Moorthy *et al.*, 2015). Puncak sedang yang berada pada daerah serapan  $450\text{ cm}^{-1}$  hingga  $1000\text{ cm}^{-1}$  mencirikan vibrasi regangan yang berasal dari Mg-O (Sutapa *et al.*, 2018). Lebih tepatnya, pada puncak serapan  $555,5\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya vibrasi Mg-O (Kandiban *et al.*, 2015). Kemudian pada gelombang  $983,70\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan vibrasi dari Mg-O-Mg (Saputri & Rohmawati, 2021). Dengan demikian katalis MgO memiliki gugus fungsi Mg-O-Mg, Mg-O, dan H-O-H. Menurut Bariyah *et al.* (2010) puncak spektra di daerah 2000-3000 menunjukkan adanya ikatan  $-\text{OH}_2$  sehingga  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  masih mengikat molekul air. Namun pada gambar 4.1 daerah 2000-3000 tidak memiliki puncak, hal ini dapat diartikan bahwa ikatan molekul air sudah tidak banyak.

Penelitian (Taslim *et al.*, 2017) menyatakan puncak  $887,26\text{ cm}^{-1}$  dapat diidentifikasi sebagai kalium karena adanya impregnasi zeolit alam dengan KOH yang mengandung logam kalium. Hal ini menunjukkan bahwa KOH/zeolit alam mengandung oksida kalium. Dengan demikian, KOH pada katalis basa yang digunakan pada penelitian ini memiliki puncak yang sama dengan KOH/zeolit alam. Menurut Munandar *et al.*, (2014) interval spektra  $770-803\text{ cm}^{-1}$  merupakan interpretasi gugus fungsi dari K-O.

Lekukan gelombang katalis MgO+KOH terlihat lebih dalam daripada katalis MgO dan MgO+Aquades. Hal ini dapat disebabkan oleh adanya gugus OH pada bilangan gelombang  $1419,5\text{ cm}^{-1}$  (Choirul *et al.*, 2007). Lekukan gelombang

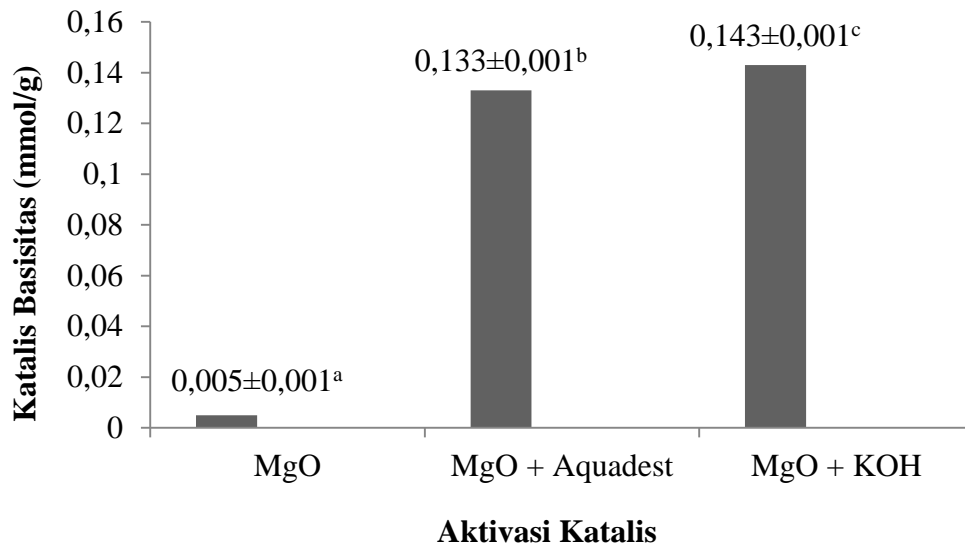
yang turun terjadi karena adanya penguraian gugus hidroksil dan air yang teradsorpsi. Besarnya gugus hidroksil menunjukkan ikatan hidrogen yang kuat (Mentari & Maulina, 2018). Menurut teori asam-basa Arrhenius yaitu asam dan basa yaitu zat yang menghasilkan  $H^+$  pada asam dan  $OH^-$  pada basa (Roni & Legiso, 2021). Adanya gugus OH menandakan katalis  $MgO+KOH$  bersifat lebih basa dari kedua katalis lainnya.

Katalis cangkang keping yang dimodifikasi dengan  $KOH$  menunjukkan adanya pita OH di daerah sekitar  $3600\text{cm}^{-1}$ , pita CH di daerah  $2300-2900\text{cm}^{-1}$ , peregangan pita O-C-O dari karbonat muncul di bilangan panjang gelombang  $1543,05\text{cm}^{-1}$ . Gugus OH muncul sangat tajam pada bilangan gelombang  $3934,78\text{cm}^{-1}$ . Gugus OH dengan puncak yang tajam merupakan karakteristik dari  $CaO$ . Adanya gugus OH dari  $Ca(OH)_2$  dengan karakteristik puncak yang tajam di daerah  $3639,68\text{cm}^{-1}$  berasal dari molekul air yang teradsorpsi pada permukaan  $CaO$ , dimana  $CaO$  dikenal bersifat higroskopis sehingga sangat mudah menyerap uap air dari udara (Astuti et al., 2019). Adanya ikatan  $-OH_2$  pada  $Mg(OH)_2$  yang masih mengikat molekul air sama dengan  $Ca(OH)_2$ . Astuti *et al.*, (2019) mengatakan bahwa pengembunan  $KOH$  pada  $CaO$  dapat meningkatkan sifat basa pada katalis.

#### **4.2.2 Basisitas Katalis**

Kebasaan katalis merupakan penentu aktivitas katalitik katalis. Kebasaan katalis dapat ditingkatkan dengan cara impregnasi (Mulviani et al., 2018a). Sifat basa pada katalis berperan penting dalam pembuatan reaksi, kebasaan katalis akan membuat reaksi berlangsung secara optimal (Knothe *et al.*, 2015). Nilai kebasaan

dari ketiga perlakuan aktivasi katalis MgO beserta standar dapat dilihat pada Gambar 4.2.



\*Nilai yang diikuti huruf yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata ( $P>0.01$ )

**Gambar 4.2** Diagram Nilai Kebasaan Katalis

Oko & Feri, (2019) melaporkan bahwa peningkatan nilai kebasaan katalis dapat melalui proses impregnasi. Kebasaan katalis paling tinggi adalah katalis MgO yang diimpregnasi KOH. MgO+KOH menghasilkan kebasaan katalis dengan nilai 0,143 mmol/gram. Hal ini disebabkan karena penyusupan KOH pada pori-pori katalis MgO dapat memperbesar kebasaan katalis (Oko & Feri, 2019). Adanya kation alkali dapat meningkatkan kerapatan elektron dari kerangka oksigen sehingga dapat bertindak sebagai unsur basa (Sahu *et al.*, 2015). Kebasaan dan aktivitas katalitik dari oksida yang terimpregnasi logam alkali bergantung adanya gugus oksida atau hidroksida di permukaan katalis (Meher *et al.*, 2006). Menurut Manríquez-Ramírez *et al.*, (2013) terdapat situs basa kuat di permukaan katalis pada pasangan  $K^+$  dan  $OH^-$ . Sedangkan pasangan  $Mg^{2+}$  dan  $O^{2-}$  berkontribusi meningkatkan kekuatan situs basa. MgO+KOH dapat bertindak

sebagai basa terhadap reaktan, melalui abstraksi proton dari reaktan seperti di basa Bronsted atau menyumbangkan pasangan elektrom ke reaktan seperti basa Lewis, untuk membentuk zat antara anionik yang menjalani siklus katalitik dan memulai reaksi.

Afandi *et al.*, (2016) melaporkan penambahan KOH pada katalis cangkang kerang darah sebanyak 1% dan 5% menghasilkan kebasaaan katalis 1,865 mmol/gram dan 2,035 mmol/gram. Penambahan KOH dapat meningkatkan kebasaaan katalis. Penelitian Anggoro *et al.*, (2018) mengenai katalis Ca/MgO menyatakan bahwa pemberian konsentrasi Ca 2% pada MgO maka nilai kebasaaan semakin tinggi yaitu 0,095 mmol/gram. Sedangkan penambahan konsentrasi Ca sebanyak 3% menyebabkan nilai kebasaaan semakin rendah yaitu 0,035 mmol/gram. Rendahnya nilai kebasaaan katalis disebabkan oleh kondisi kristal yang terlalu jenuh memungkinkan penggantian ion Mg dengan ion Ca juga lebih kecil.

Kebasaan katalis MgO yang diimpregnasi aquades lebih tinggi dari katalis MgO tanpa impregnasi. Katalis MgO+Aquades menghasilkan nilai kebasaaan katalis 0,133 mmol/gram. Aquades yang diimbangkan pada MgO menghasilkan pembentukan basa Mg(OH)<sub>2</sub>. Gugus OH yang berada di permukaan MgO tidak akan hilang sepenuhnya pada suhu kalsinasi di bawah 900°C. Gugus OH berkontribusi pada situs basa lemah Mg(OH)<sub>2</sub> ((Puriwat *et al.*, 2010). Atinafu *et al.*, (2018) melaporkan reaksi pembentukan basa Mg(OH)<sub>2</sub> yaitu:



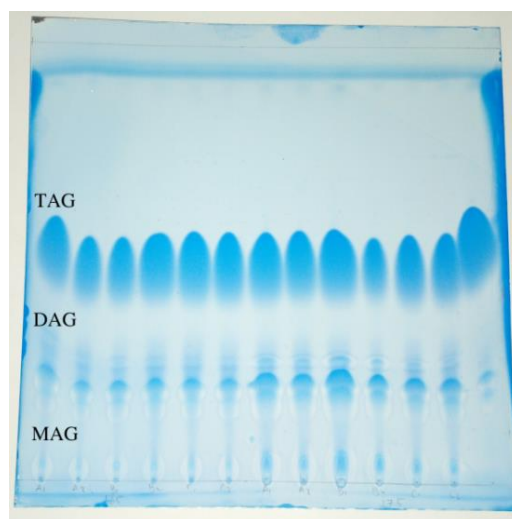
Penelitian ini sejalan dengan Lintang (2020) yang melaporkan bahwa MgO memiliki situs basa total yang kecil yaitu 0,39 mmol/gram. MgO yang disintesis

dengan H<sub>2</sub>O memiliki situs basa total yang lebih tinggi dari MgO yaitu 2,05 mmol/gram.

### 4.3 Karakteristik MDAG

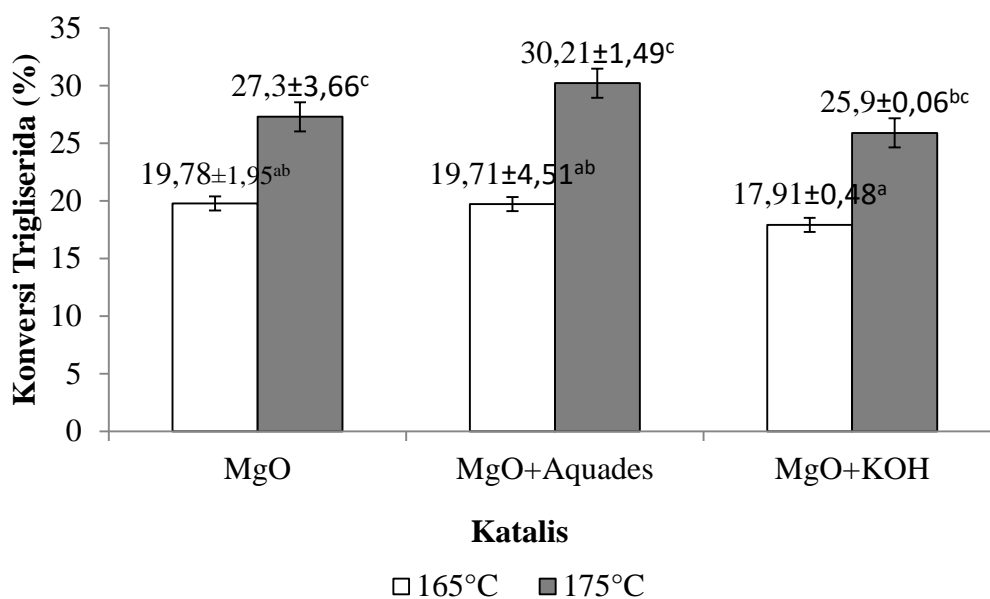
#### 4.3.1 Konversi Trigliserida

Selama proses gliserolisis berlangsung, terjadi konversi TAG (Triasilgliserol) menjadi MAG (Monoasilgliserol) dan DAG (Diasilgliserol). TAG berperan sebagai reaktan pembatas yang akan bereaksi dengan gliserol dalam jumlah berlebih (Arwani, 2017). Analisis konversi trigliserida menggunakan analisis *Thin Layer Chromatografi* (TLC). Tujuan dari analisis TLC adalah mengetahui jumlah MAG, DAG, dan TAG. TAG bersifat non-polar dibanding fraksi MAG dan DAG sehingga pada saat pengembangan, TAG terelusi pada bagian atas lempeng TLC kemudian disusul oleh DAG dan MAG (Mardaweni *et al.*, 2017). Hasil elusi dari analisis TLC dapat dilihat pada Gambar 4.3



**Gambar 4.3** Hasil elusi dari analisis TLC

Konversi TAG pada penelitian ini diperoleh dari perhitungan jumlah MAG dan DAG dibagi total MAG, DAG dan TAG kemudian dikali 100%. Hasil penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.4.



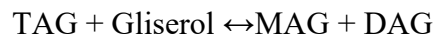
\*Nilai yang diikuti huruf yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata ( $P>0.01$ )

**Gambar 4.4** Diagram konversi trigliserida

Analisis konversi trigliserida yang telah dilakukan menghasilkan perbedaan nyata terhadap kedua perlakuan suhu. Suhu 175°C menghasilkan konversi trigliserida lebih tinggi daripada suhu 165°C. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi suhu yang digunakan dalam reaksi gliserolisis dapat menyebabkan pergerakan antar molekul. Semakin tinggi suhu reaksi, menyebabkan energi kinetik yang dimiliki oleh molekul pereaksi juga semakin besar (Aziz *et al.*, 2013). Sehingga terjadi tumbukan antar molekul yang lebih banyak dan menyebabkan ikatan antar molekul lebih mudah putus (Okullo & Temu, 2015). Suhu reaksi gliserolisis yang tinggi dapat menguraikan TAG lebih banyak (Mostafa *et al.*, 2013). Tahap reaksi gliserolisis terjadi secara bertahap dan reversibel. Tahap awal reaksi yaitu TAG dan gliserol bereaksi menghasilkan MAG dan DAG. Kemudian gliserol bereaksi dengan DAG menghasilkan MAG



(Sumitra, 2019). Mekanisme reaksi gliserolisis menurut Nouredini *et al.*, (2004) terjadi dalam 3 tahap yaitu:



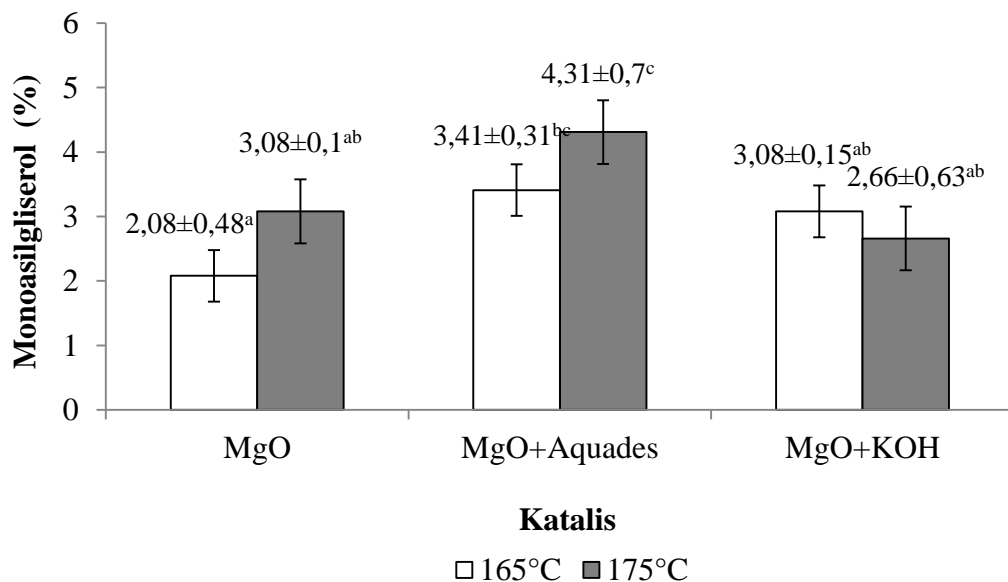
Perlakuan 175MgO menghasilkan nilai 27,3%, 175MgO+Aquades menghasilkan konversi trigliserida paling tinggi dengan nilai 30,21% dan 175MgO+KOH menghasilkan nilai 25,9%. Kondisi ini dapat terjadi karena asam lemak berinteraksi dengan katalis membentuk sabun melalui reaksi saponifikasi, sehingga efektifitas katalis akan menurun (Wicakso, 2011). Kondisi ini sama dengan Afandi *et al.*, (2016) yang melaporkan kebasaaan katalis yang meningkat akan menyebabkan rendemen biodisel meningkat juga. Namun hasil biodisel yang sedikit meski kebasaaan katalisnya meningkat dapat disebabkan oleh adanya pencucian pada katalis sehingga menyebabkan terjadinya reaksi penyabunan.

Penelitian ini berbeda dengan penelitian Hutami & Ayu, (2017) yang melaporkan bahwa karakteristik fisiko kimia metil ester hasil transesterifikasi minyak goreng kelapa sawit menggunakan katalis KOH 1% menghasilkan rendemen 90,34%. Penggunaan katalis MgO 5% pada reaksi gliserolisis dengan bahan baku minyak sawit menghasilkan konversi triasilgliserol sebanyak 97% (Pramana & Mulyani, 2009). Sintesis biodisel bahan baku minyak goreng menggunakan katalis cangkang kerang darah yang diimpregnasi KOH 5% menghasilkan biodisel sebesar 81,74%. Penggunaan katalis cangkang kerang darah yang diimpregnasi KOH menunjukkan bahwa kebasaaan katalis dapat berperan dalam konversi trigliserida menjadi biodisel (Mulviani *et al.*, 2018b).

Sintesis MDAG dengan bahan dasar *palm fatty acid distillate* (PFAD) dengan katalis *methyl ester sulfonic acid* (MESA) yang direaksikan pada suhu reaksi 150°C dan 160°C telah diteliti. Suhu 160°C menghasilkan emulsi dengan rendemen 50%, stabilitas yang tinggi (72%) dan kadar ALB yang rendah (39%) (Rumondang et al., 2016).

#### 4.3.2 Perubahan Monoasilgliserol dan Diasilgliserol

Monoasilgliserol (MAG) merupakan gliserida dimana satu molekul gliserol telah membentuk satu ikatan ester dengan molekul asam lemak. MAG dapat dibentuk melalui reaksi gliserolisis dengan cara satu gugus hidroksil pada gliserol disubstitusi dengan asam lemak (Mamuaja, 2017). Hasil analisis MAG dapat dilihat pada Gambar 4.5



\*Nilai yang diikuti huruf yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata ( $P>0.01$ )

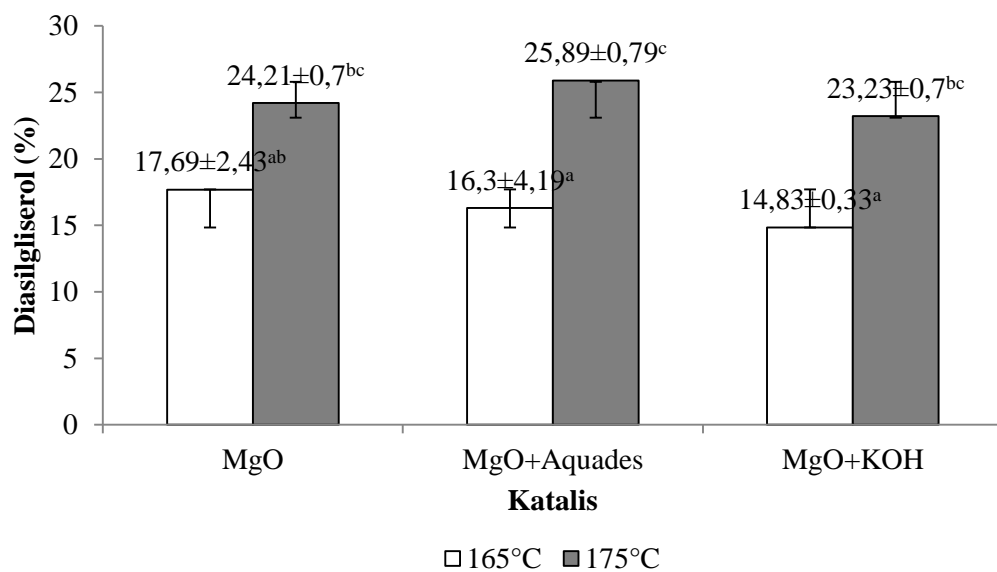
**Gambar 4.5** Diagram fraksi monogliserida

Gambar 4.4 menunjukkan bahwa reaksi gliserolisis dengan perlakuan suhu 165°C dan 175°C berbeda nyata. Suhu 175°C menghasilkan MAG yang lebih tinggi dari suhu 165°C. Aziz *et al.*, (2013) melaporkan bahwa semakin tinggi suhu yang digunakan dapat menyebabkan pergerakan antar molekul. Semakin tinggi suhu reaksi, menyebabkan energi kinetik yang dimiliki oleh molekul pereaksi juga semakin besar. Hal ini akan berdampak pada tumbukan antar molekul reaktan yang semakin banyak dan cepat, sehingga konversi reaksi semakin besar. Melwita *et al.*, (2015) menyatakan asam lemak bebas sebagai reaktan akan mudah bereaksi dengan gliserol dan semakin banyak yang terkonversi menjadi produk emulsifier saat suhu reaksi bertambah.

Adanya katalis memungkinkan reaksi berlangsung lebih cepat. Katalis berfungsi menurunkan energi aktivasi sehingga reaksi berjalan lebih cepat (Wardani & Roesyadi, 2016). Perlakuan katalis MgO, MgO+Aquades, MgO+KOH juga berbeda nyata. Namun menggunakan katalis MgO+Aquades menghasilkan fraksi MAG yang lebih tinggi dari pada kedua katalis lainnya. Nilai MAG yang dihasilkan pada perlakuan 165MgO+Aquades lebih tinggi dari 165MgO dan 165MgO+KOH. Nilai MAG dari perlakuan 175MgO+Aquades menghasilkan nilai yang lebih tinggi dari 175MgO dan 175MgO+KOH. Menurut Satyani (2007) semakin tinggi konsentrasi katalis maka konversi produk emulsifier semakin tinggi.

Penelitian yang dilakukan Ningtyas (2013) menyebutkan bahwa konsentrasi katalis NaOH 0,5% (54,50%) dan 1% (66,30%) menghasilkan rendemen metil ester yang tinggi. Namun lebih rendah jika dibandingkan dengan konsentrasi katalis 1,5% (80,96%). Konsentrasi katalis NaOH 2% sama sekali

tidak menghasilkan metil ester karena seluruh minyak berubah menjadi sabun. Sabun dapat terjadi karena katalis basa NaOH yang diberikan sangat tinggi, dan pada kondisi reaksi saponifikasi, air yang terbentuk bereaksi dengan katalis sehingga jumlahnya menjadi berkurang (Mastutik, 2006). Nilai yang dihasilkan oleh katalis MgO+Aquades lebih tinggi dari MgO+KOH karena terjadi reaksi saponifikasi pada perlakuan katalis MgO+KOH. Hasil analisis DAG dapat dilihat pada Gambar 4.6.



\*Nilai yang diikuti huruf yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata ( $P > 0.01$ )

**Gambar 4.6** Diagram fraksi digliserida

Fraksi DAG memiliki hasil yang sama dengan fraksi MAG dimana perlakuan suhu 165°C dan 175°C berbeda nyata. Perlakuan suhu 175°C menghasilkan nilai lebih tinggi dari suhu 165°C. Semakin tinggi suhu reaksi, dapat menyebabkan energi kinetik yang dimiliki oleh molekul pereaksi juga semakin besar. Sehingga berdampak pada tumbukan antar molekul reaktan yang semakin banyak sehingga konversi reaksi semakin besar (Aziz *et al.*, 2013). Hal ini sesuai dengan persamaan Arrhenius yang menyatakan bahwa dengan naiknya

suhu maka kecepatan reaksi akan meningkat (Aziz, 2007). Perlakuan katalis MgO, MgO+Aquades dan MgO+KOH berbeda nyata. Pada penelitian ini perlakuan 175MgO+Aquades memiliki nilai yang lebih tinggi (25.8984%). Tingginya nilai 175MgO+Aquades disebabkan karena suhu yang tinggi dapat membentuk katalis menjadi alkoksida (Zhong *et al.*, 2013). Perlakuan pada katalis 175MgO+KOH lebih rendah dari 175MgO+Aquades dapat disebabkan karena pemberian konsentrasi katalis yang terlalu tinggi menyebabkan reaksi saponifikasi. Saat kondisi reaksi saponifikasi, air yang terbentuk bereaksi dengan katalis sehingga jumlah produk MDAG menjadi berkurang (Mastutik, 2006).

Dilihat dari Gambar 4.4 dan 4.5 jika fraksi MAG dan DAG dibandingkan, dihasilkan perolehan fraksi DAG yang lebih tinggi dari MAG. Hal ini dapat terjadi karena penggunaan suhu dan rasio molar yang digunakan semakin tinggi. Menurut Prakoso *et al.*, (2006) pada proses gliserolisis, gugus hidroksil mengikat gugus asam lemak sehingga DAG memiliki jumlah yang lebih tinggi. Jika proses gliserolisis terlalu singkat akan menyebabkan pengikatan rantai asam lemak tidak optimal saat pembentukan MAG sehingga MAG yang didapat lebih rendah. Fraksi DAG meningkat bersamaan dengan fraksi MAG yang terbentuk selama gliserolisis. Namun kandungan DAG yang terbentuk akan mengalami penurunan setelah mencapai titik maksimum seperti MAG. Affandi *et al.*, (2017) melaporkan bahwa kondisi ini dipengaruhi oleh suhu yang diberikan. Kadar asam lemak bebas yang berlebih dalam larutan, mengakibatkan terbentuknya DAG dari reaksi antara MAG dan asam lemak bebas. TAG lebih mudah terhidrolisis sedangkan MAG lebih mudah teresterifikasi sehingga reaksi mengarah pada pembentukan DAG melalui hidrolisis parsial pada TAG atau esterifikasi pada

MAG (Mulyawan *et al.*, 2018). Katalis bekerja pada gugus ester asam lemak yang masih terdapat pada DAG dan mengubahnya menjadi MAG hingga mencapai kondisi setimbang. Penurunan suhu reaksi akan mempengaruhi kelarutan gliserol dalam campuran dan jika reaksi gliserolisis masih aktif maka akan terjadi reaksi balik. Reaksi balik dapat menyebabkan penurunan hasil MAG. Reaksi balik pada gliserolisis juga dapat meningkatkan kadar TAG produk MDAG (Chetpattananondh & Tongurai, 2008). Penelitian ini sama dengan penelitian Rumondang *et al.*, (2016) tentang sintesis MDAG dengan bahan dasar *palm fatty acid distillate* (PFAD) dengan katalis *methyl ester sulfonic acid* (MESA) yang direaksikan pada suhu reaksi 160°C. Hasil kromatografi lapis tipis menunjukkan produk DAG lebih besar dari dari MAG. Presentase luas MAG dan DAG adalah 10% dan 70%.

#### **4.3.3 Slip Melting Point / Titik Leleh**

Titik leleh merupakan mencairnya minyak atau lemak pada kondisi suhu tertentu. Titik leleh juga salah satu karakteristik fisik MDAG yang dipengaruhi oleh panjang rantai karbon, jumlah ikatan rangkap, jenis asam lemak yang terikat pada gugus esternya, konfigurasi *cis* dan *trans* (Santoso, 2016). Menurut (Winarno, 2002) ikatan rangkap pada asam lemak yang semakin banyak menyebabkan titik lelehnya semakin rendah. Semakin panjang rantai asam lemak maka titik leleh semakin tinggi. Titik leleh dapat menentukan kualitas fisik lain seperti kekerasan dan termal dari minyak atau lemak (Hasibuan & Siahaan, 2013). Hasil titik leleh produk MDAG dapat dilihat pada Tabel 4.2

**Tabel 4.1** Hasil Analisis Titik leleh MDAG

<b>Sampel</b>		<b>Titik leleh (°C)</b>
165	MgO	22,5-22,8
	MgO+Aquadest	22,2-23,4
	MgO+KOH	21,9-22,1
175	MgO	22,8-24,7
	MgO+Aquadest	22,8-24,7
	MgO+KOH	24,3-25,9

Setiap emulsifier memiliki titik leleh tertentu sesuai dengan titik leleh asam lemak pembentuk emulsifier (Hasenhuettl, 2008). Tabel terdapat data yang menunjukkan bahwa suhu 175°C menghasilkan titik leleh yang lebih tinggi dari pada suhu 165°C. Asam lemak rantai panjang memiliki titik leleh yang tinggi dibanding asam lemak rantai pendek. Semakin panjang rantai karbon maka semakin tinggi titik lelehnya (Winarno, 2002). Sampel 165MgO+KOH menghasilkan titik leleh yang rendah dibandingkan dengan 165MgO dan 165MgO+Aquades yaitu 21,9-22,1. Sedangkan sampel 175MgO+KOH menghasilkan titik leleh yang tinggi dari pada sampel 175MgO dan 175MgO+Aquades. Titik leleh produk MDAG dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu panjang rantai asam lemak, rasio ketidakjenuhan, posisis asam lemak pada gugus gliserol (Karabulut *et al.*, 2004).

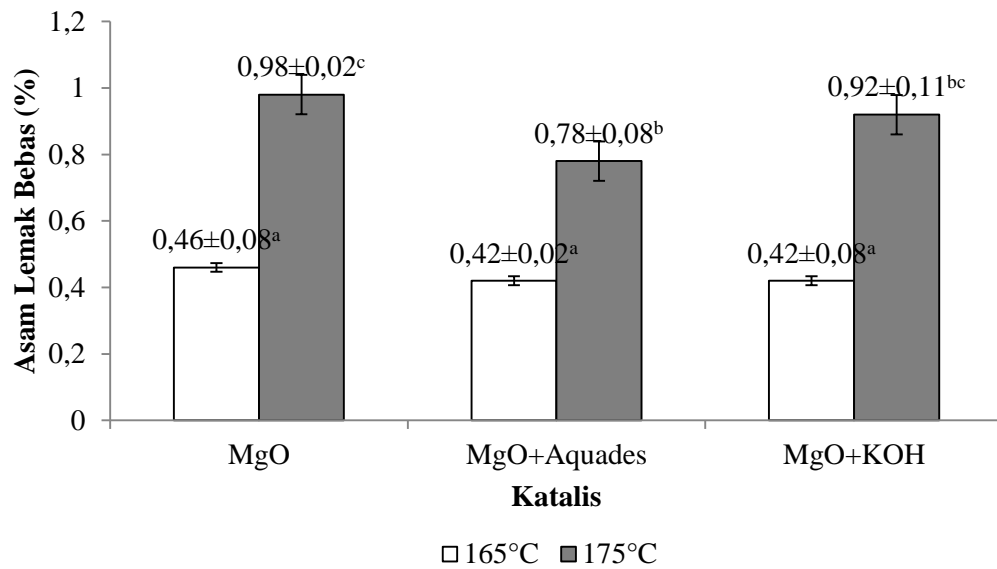
Titik leleh dari minyak kelapa adalah 23,6-23,8°C. Gunstone (2006) mengatakan MDAG memiliki titik leleh yang lebih tinggi daripada triasilgliserol. Perbedaan jumlah ikatan hidrogen pada ikatan karboksil dan interaksi hidrofobik di sepanjang rantai hidrokarbon produk menyebabkan perbedaan titik leleh diantara keduanya. Semakin tinggi kadar MAG dari produk MDAG dapat menyebabkan titik leleh semakin tinggi. Hal ini disebabkan karena MAG memiliki dua ikatan hidrogen dan DAG memiliki satu ikatan hidrogen yang tidak dimiliki oleh TAG (Gunstone, 2006). Namun pada penelitian ini, beberapa sampel

memiliki titik leleh yang lebih rendah daripada titik leleh bahan baku. Sejalan dengan penelitian Arwani, (2017) titik leleh produk MDAG yaitu 49,5-50°C lebih rendah dari titik leleh bahan baku stearin minyak sawit yaitu 50-51°C. Menurut Affandi *et al.*, (2011) kondisi ini disebabkan oleh kandungan gliserol bebas yang bercampur dengan produk sehingga titik lelehnya turun. Sebagian gliserol bebas akan mencair terlebih dahulu ketika titik leleh gliserol sebesar 18°C. Berbeda dengan penelitian Sipayung, (2017) produk MDAG dengan bahan baku *palm kernel oil* memiliki titik leleh 31-32°C lebih tinggi dari bentuk trigliseridanya yang berada pada 27-28°C.

#### **4.3.4 Asam Lemak Bebas (ALB)**

Asam lemak bebas merupakan asam lemak yang tidak terikat pada trigliserida. Asam lemak bebas terbentuk oleh proses hidrolisis dan oksidasi, umumnya bergabung dengan lemak netral. Reaksi hidrolisis dipercepat oleh beberapa faktor yaitu panas, air, keasaman, dan katalis (Nurhasnawati, 2017). Waktu reaksi yang panjang menyebabkan kadar asam lemak bebas bertambah. Asam lemak bebas tidak dikehendaki karena menghasilkan rasa dan bau yang tidak disukai (Winarno, 2004). Jumlah asam lemak bebas menentukan kualitas produk minyak. Semakin tinggi nilai asam lemak bebas maka kualitasnya semakin turun (Nurhasnawati, 2017). Proses terbentuknya asam lemak bebas tidak dapat dihindari karena selama proses gliserolisis terjadi pelepasan gugus asil asam lemak pada minyak. Terbentuknya asam lemak bebas juga dapat disebabkan oleh adanya air yang terdapat pada bahan baku dan katalis yang mampu memicu reaksi hidrolisis (Sipayung, 2017). Hasil analisis asam lemak bebas dapat dilihat pada Gambar 4.7.





\*Nilai yang diikuti huruf yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata ( $P > 0.01$ )

**Gambar 4.7** Hasil Analisis Asam Lemak Bebas MDAG

Kadar asam lemak bebas produk MDAG yang direaksikan suhu 175°C memiliki kadar asam lemak bebas yang lebih tinggi dari pada suhu 165°C. Kadar asam lemak yang tinggi dapat disebabkan oleh penurunan suhu yang terlalu lama saat proses pendinginan reaksi. Hal ini dapat menyebabkan terjadinya reaksi balik pada proses gliserolisis (Triana, 2014). Asam lemak bebas yang tinggi juga dapat disebabkan ketika proses reaksi gliserolisis berlangsung. Reaksi gliserolisis dapat menghasilkan uap panas yang akan menempel pada dinding labu reaksi. Ketika uap tersebut terkumpul menjadi air, maka jatuh kembali ke produk reaksi. Melwita *et al.*, (2015) melaporkan, adanya kandungan air dalam reaksi dapat membentuk reaksi hidrolisis. Minyak yang bereaksi dengan air akan menghasilkan asam lemak bebas dan gliserol. Asam lemak bebas yang seharusnya terkonversi menjadi produk dan berkurang nilainya, dapat meningkat kembali karena reaksi hidrolisis. Asam lemak bebas dapat terjadi karena pada saat proses gliserolisis, asam lemak dan gliserol tidak berikatan (Santoso, 2016).

Peningkatan nilai asam lemak bebas juga dapat diakibatkan oleh kerusakan produk. Kerusakan produk dapat disebabkan karena ada pengaruh oksidasi atau reaksi balik ketika proses gliserolisis berlangsung (Zhang *et al.*, 2015). Suhu yang tinggi dapat menurunkan viskositas larutan, sehingga nilai difusivitas antar molekul reaktan menjadi lebih besar yang akan menyebabkan semakin banyak molekul yang saling bertumbukan dan menghasilkan produk. Kemudian kadar asam lemak bebas pada produk emulsifier yang diperoleh semakin sedikit. Namun pengaruh suhu reaksi terhadap kadar asam lemak bebas emulsifier memiliki titik optimum. Sehingga tumbukan antar molekul asam lemak bebas dan gliserol berkurang dan tidak bereaksi dengan baik yang menyebabkan kadar asam lemak bebas meningkat kembali (Melwita *et al.*, 2015). Kadar asam lemak bebas yang tinggi dapat mengakibatkan reaksi saponifikasi karena jika asam lemak bereaksi dengan katalis akan membentuk sabun dan air (Knothe *et al.*, 2015).

Kadar asam lemak bebas tertinggi pada suhu 175°C dari penelitian ini adalah 175MgO yaitu 0,98%. Kadar asam lemak bebas terendah, ditunjukkan oleh 175MgO+Aquades yang menghasilkan nilai 0.78%. Semakin rendah kadar asam lemak bebas maka kualitas MDAG yang dihasilkan semakin baik (Mardaweni *et al.*, 2017). Menurut Krishna dan Winning (2018) kenaikan kebasaaan katalis mampu meningkatkan aktivitas katalitiknya. Sehingga tumbukan antar molekul bereaksi dengan cepat. Semakin tinggi konsentrasi katalis maka konversi produk emulsifier semakin tinggi. Namun pemberian konsentrasi yang terlalu tinggi menyebabkan penurunan produk karena dapat merusak kandungan asam lemak Satyani (2007). Rumondang *et al.*, 2(016) melaporkan kadar asam lemak bebas

MDAG bahan baku *palm fatty acid distillate* yang direaksikan pada suhu 160°C diperoleh 39% sedangkan pada suhu 150°C diperoleh 51%. Kadar asam lemak bebas produk MDAG bahan baku *fully hydrogenated palm kernel oil* dengan katalis NaOH 1% adalah 2,69% (Triana, 2014).

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan produk MDAG (Mono dan Diasilgliserol) dibuat melalui proses gliserolis menggunakan bahan baku minyak kelapa dan gliserol dengan rasio mol 1:2,3 dengan penambahan katalis MgO sebanyak 2% didapatkan:

1. Katalis MgO yang diaktivasi aquades menunjukkan hasil reaksi gliserolis lebih tinggi dari katalis MgO, dan MgO yang diaktivasi KOH, hasil reaksi gliserolis pada suhu 175°C lebih besar dari 165°C.
2. Katalis MgO yang diaktivasi aquades dan direaksikan pada suhu 175°C menghasilkan konversi TAG 30,21±1,49%, MAG 4,31±0,7%, DAG 25,89±0,79%, *slip melting point* 22,8-24,7, dan asam lemak bebas 0,78%.

#### **5.2 Saran**

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai reaksi gliserolis menggunakan katalis basa yang diimbangkan pada KOH agar menghasilkan produk MDAG secara optimal.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Afandi, T., Awaluddin, A., & Binawidya, K. (2016). *Impregnasi KOH pada Cangkang Kerang Darah (Anadara granosa) Yang Dikalsinasi Suhu 900°C Sebagai Katalis Heterogen dalam Produksi Biodiesel*. 1–10.
- Affandi, Arief R, Andarwulan, N., & Hariyadi, P. (2011). *Studi Sintesis Mono-Diasilgliserol (MDAG) dengan Metode Gliserolisis Skala Pilot Plant*. Tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Affandi, Arief R, Andarwulan, N., & Hariyadi, P. (2017). Pengaruh Waktu Dan Suhu Gliserolisis Terhadap Sifat Kimia Mono-Diasilgliserol Pada Skala Pilot Plant. *Journal of Food Technology & Industry/Jurnal Teknologi & Industri Pangan*, 28(2). <https://doi.org/10.6066/jtip.2017.28.2.159>
- Affandi, Arief Rakhman. (2017). Kajian Sifat Antibakteri Emulsifier Monolaurin Yang Dihasilkan Dari Reaksi Kimiawi Dan Enzimatis. *Jurnal Ilmu Pangan Dan Hasil Pertanian*, 1(2), 93. <https://doi.org/10.26877/jiphp.v1i2.2097>
- Al-Degs, Y. S., Al-Ghouti, M., & Salem, N. (2011). Determination of Frying Quality of Vegetable Oils used for Preparing Falafel using Infrared Spectroscopy and Multivariate Calibration. *Food Analytical Methods*, 4(4), 540–549. <https://doi.org/10.1007/s12161-011-9201-9>
- Anggirasti, Hariyadi, P., Andarwulan, N., & Haryati, T. (2008). Gliserolisis RBDPO (Refined Bleached Deodorized Palm Oil) dengan Lipase untuk Sintesis MDAG (Mono-Diasilgliserol). *Prosiding Seminar PATPI, Palembang*, 1062–1070.
- Anggoro, D. D., Buchori, L., Sasongko, S. B., & Mahmed Vincent, A. A. F. F. (2018). Synthesis of Ca/MgO catalyst using sol gel method for monoglycerides production. *AIP Conference Proceedings*, 1977. <https://doi.org/10.1063/1.5042932>
- Anggoro, D. D., & Budi, F. S. (2008). Proses Gliserolisis Minyak Kelapa Sawit

- Menjadi Mono Dan Diacyl Gliserol Dengan Pelarut N-Butanol Dan Katalis MgO. *Reaktor*, 12(1), 22. <https://doi.org/10.14710/reaktor.12.1.22-28>
- AOCS, C. (2003). 5a-40, Free fatty acids. *Official Methods and Recommended Practices of the AOCS, 5th Ed., Champaign, Illinois, USA*.
- Ariyanti, R. (2012). Pengaruh Garam Prekursor Terhadap Aktivitas Katalis CuO/ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> yang Digunakan Dalam Reaksi Hidrogenasi Minyak Jarak. *Skripsi Universitas Indonesia*.
- Arwani, A. (2017). Sintesis Mono-Diasilgliserol (MDAG) dari Stearin Minyak Sawit dengan Metode Gliserolisis Skala Laboratorium. *Skripsi*, 5–19.
- Astuti, N. K. D., Simpen, I. N., & Suarsa, I. W. (2019). Transesterifikasi Minyak Biji Karet (*Hevea Brasiliensis*) Menggunakan Katalis Heterogen Cangkang Kepiting Limbah Seafood Termodifikasi K<sub>2</sub>O. *Jurnal Kimia*, 13(1), 1. <https://doi.org/10.24843/jchem.2019.v13.i01.p01>
- Atinafu, D. G., Dong, W., Wang, C., & Wang, G. (2018). Synthesis of porous carbon from cotton using an Mg(OH)<sub>2</sub> template for form-stabilized phase change materials with high encapsulation capacity, transition enthalpy and reliability. *Journal of Materials Chemistry A*, 6(19), 8969–8977. <https://doi.org/10.1039/c8ta01672k>
- Aziz, I. (2007). Kinetika Reaksi Transesterifikasi Minyak Goreng Bekas. *Jurnal Kimia VALENSI*, 1(1), 19–23. <https://doi.org/10.15408/jkv.v1i1.209>
- Aziz, I., Nurbayti, S., & Suwandari, J. (2013). Pembuatan Gliserol Dengan Reaksi Hidrolisis Minyak Goreng Bekas. *Chemistry Progress*, 6(1). <https://doi.org/10.35799/cp.6.1.2013.2067>
- Bariyah, K., Nuryanto, R., & Suyati, L. (2010). Pengaruh Kation Fe<sup>2+</sup> terhadap Proses Elektrokimiawi Magnesium pada Model Larutan Pekatan Air Laut (Bittern). *Jurnal Kimia Sains Dan Aplikasi*, 13(3), 95–100. <https://doi.org/10.14710/jksa.13.3.95-100>
- Becher, P. (1983). Encyclopedia of emulsion technology. *Basic Theory*, 1, 58–

125.

- Buchori, L., Istadi, I., Purwanto, P., Marpaung, L. C., & Safitri, R. L. (2018). Roles of K<sub>2</sub>O on the CaO-ZnO Catalyst and Its Influence on Catalyst Basicity for Biodiesel Production. *E3S Web of Conferences*, 31(3), 0–3. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20183102009>
- Chang, C. W., Gong, Z. J., Huang, N. C., Wang, C. Y., & Yu, W. Y. (2020). MgO nanoparticles confined in ZIF-8 as acid-base bifunctional catalysts for enhanced glycerol carbonate production from transesterification of glycerol and dimethyl carbonate. *Catalysis Today*, 351, 21–29. <https://doi.org/10.1016/j.cattod.2019.03.007>
- Chetpattananondh, P., & Tongurai, C. (2008). Synthesis of high purity monoglycerides from crude glycerol n and palm stearin. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 30(4), 515–521.
- Choirul, A., Sirojudin, & Firdausi, K. S. (2007). Analisis Gugus Fungsi Pada Sampel Uji, Bensin Dan Spiritus Menggunakan Metode Spektroskopi Ftir. *Berkala Fisika*, 10(1), 79–85.
- Cimino, S., Apuzzo, J., & Lisi, L. (2019). MgO dispersed on activated carbon as water tolerant catalyst for the conversion of ethanol into butanol. *Applied Sciences (Switzerland)*, 9(7). <https://doi.org/10.3390/app9071371>
- Dewi, T. K., Mahdi, & Novriyansyah, T. (2016). Pengaruh Rasio Reaktan Pada Impregnasi Dan Suhu Reduksi Terhadap Karakter Katalis Kobalt/Zeolit Alam Aktif. *Jurnal Teknik Kimia*, 22(Vol 22 No 3 (2016): Jurnal Teknik Kimia), 34–42. <http://ejournal.ft.unsri.ac.id/index.php/jtk/article/view/88>
- Di Cosimo, J. I., Díez, V. K., Ferretti, C., & Apesteguía, C. R. (2014). *Basic catalysis on MgO: generation, characterization and catalytic properties of active sites*.
- Effendi, N. K. (2019). Interesterifikasi Kimia Minyak Kelapa Varietas Dalam Dan *Refined Bleached Deodorize Stearin* Pada Pembuatan Lemak Margarin. In

USM (Vol. 8, Issue 5). Universitas Semarang.

- Elda Sampepana, Paluphy Eka Yustini, Aditya Rinaldi, A. (2015). Jurnal riset teknologi industri. *Jurnal Riset Teknologi Industri*, 9, 167–176. <https://doi.org/10.26578/jrti.v9i2.1715>
- Faba, L., Díaz, E., & Ordóñez, S. (2012). Aqueous-phase furfural-acetone aldol condensation over basic mixed oxides. *Applied Catalysis B: Environmental*, 113–114, 201–211. <https://doi.org/10.1016/j.apcatb.2011.11.039>
- Fischer, W. (1998). Production of high concentrated monoglyceride. *DGF-Symposium in Magdeburg. UIC, GmbH, Germany*.
- Gunstone, F. D. (2006). *Modifying lipids for use in food*. Woodhead publishing. <https://doi.org/10.1201/9781439824535>
- Haidari, S., Kamarehie, B., Jafari, A., Birjandi, M., & Afrasyabi, S. (2016). Oxalic acid degradation from aqueous solution using ozonation process in the presence of magnesium oxide nanoparticles catalyst stabilized on activated carbon. *International Journal of Environmental Health Engineering*, 5(1), 23. <https://doi.org/10.4103/2277-9183.196665>
- Hapsari, R. I. (2020). *Optimasi Reaksi Gliserolisis pada Pembuatan MDAG (Mono-Diasilgliserol) dari Minyak FHPKO (Fully Hydrogenated Palm Kernel Oil) dan Minyak Kelapa*. Universitas PGRI Semarang.
- Harefa, L. N. (2018). Penentuan Kadar Asam Lemak Bebas Dalam *Crude Natural Oil (CNO) Dan Coconut Fatty Acid Distillate (CFAD)* Di PT. Palmcoco Laboratories. In *Universitas Sumatera Utara*.
- Hartono, R., Adiwibowo, M. T., Yulvianti, M., Rochmat, A., Faozin, A., Aziz, M. A., & Arbantini, S. (2022). Pengaruh Impregnasi KOH pada Katalis Bentonit Bojong Manik Lebak Banten dalam Sintesis Biodisel dari Minyak Jelantah. *Integrasi Proses*, 11(1), 46–50.
- Hasenhuettl, G. L. (2008). Overview of food emulsifiers. In *Food emulsifiers and their applications* (pp. 1–9). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-0-387->



- Hasibuan, H. A., & Siahaan, D. (2013). Penentuan Bilangan Iod dan Titik Leleh Berdasarkan Kandungan Lemak Padat Minyak Sawit dan Minyak Inti Sawit. *Jurnal Standardisasi*, 15(1), 47–57.
- Hui, Y. H. (1996). Edible oil and fat products: oils and oil seeds. *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*, 2.
- Hutami, R., & Ayu, D. F. (2017). Pembuatan Dan Karakterisasi Metil Ester Dari Minyak Goreng Kelapa Sawit Komersial. *Jurnal Agroindustri Halal*, 1(2), 124–131. <https://doi.org/10.30997/jah.v1i2.371>
- Jeevanandam, J., Chan, Y. S., & Ku, Y. H. (2018). Aqueous Eucalyptus globulus leaf extract-mediated biosynthesis of MgO nanorods. *Applied Biological Chemistry*, 61(2), 197–208. <https://doi.org/10.1007/s13765-018-0347-7>
- Ji, Y. (2019). Recent development of heterogeneous catalysis in the transesterification of glycerol to glycerol carbonate. *Catalysts*, 9(7). <https://doi.org/10.3390/catal9070581>
- Julkapli, N. M., & Bagheri, S. (2016). Magnesium oxide as a heterogeneous catalyst support. *Reviews in Inorganic Chemistry*, 36(1), 1–41. <https://doi.org/10.1515/revic-2015-0010>
- Kaewthong, W., Sirisansaneeyakul, S., Prasertsan, P., & H-Kittikun, A. (2005). Continuous production of monoacylglycerols by glycerolysis of palm olein with immobilized lipase. *Process Biochemistry*, 40(5), 1525–1530. <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2003.12.002>
- Kandiban, M., Vigneshwaran, P., & Potheher\*, V. I. (2015). Synthesis and Characterization of Mgo Nanoparticles for Photocatalytic. *Conference, December*, 1–5.
- Karabulut, I., Turan, S., & Ergin, G. (2004). Effect of chemical interesterification on solid fat content and slip melting point of fat /oil blends. *European Food Research and Technology*, 218, 224–229. <https://doi.org/10.1007/s00217->

003-0847-4

- Karouw, S. (2013). Minyak Kelapa Sebagai Sumber Asam Lemak Rantai Medium. *Prosiding Konferensi Nasional Kelapa VIII*, viii, 73–78.
- Ketaren, S. (1986). *Pengantar teknologi minyak dan lemak pangan*. UI press, Jakarta.
- Ketaren, S. (2005). Teknologi Minyak dan Lemak Pangan. *Universitas Indonesia. Jakarta*.
- Knothe, G., Krahl, J., & Van Gerpen, J. (2015). *The biodiesel handbook*. Elsevier.
- Kombe, G. G., Temu, A. K., Rajabu, H. M., Mrema, G. D., & Lee, K. T. (2013). Low temperature glycerolysis as a high FFA pre-treatment method for biodiesel production. *Advances in Chemical Engineering and Science*, 2013. <https://doi.org/10.4236/aces.2013.34032>
- Kombe Godlisten, G., Temu, A. K., Rajabu, H. M., Mrema, G. D., & Lee, T. (2013). Low Temperature Glycerolysis as a High FFA Pre- Treatment Method for Biodiesel Production. *Advances in Chemical Engineering and Science*, 3, 248. <https://doi.org/10.4236/aces.2013.34032>
- Krishna, A., & Winning, K. (2018). Perbandingan Massa Ca ( NO 3 ) 2 dengan SBA-15 terhadap Kebiasaan Katalis Reaksi Gliserolisis. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 7(3), 176–181.
- Laksana, A. J. (2016). *Penggandaan Skala Produksi Mono dan Diasilgliserol (MDAG) Berbasis Sawit dengan Metode Gliserolisis*.
- Lindsay, R. C. (1985). Food Additives. Di Dalam: Fennema OR, editor. *Food Chemistry*. New York: Marcel Dekker Inc.
- Lintang, H. P. (2020). *Studi Pengaruh Pelarut pada Sintesis Magnesium Oksida dengan Metode Kopresipitasi sebagai Katalis Basa Padat*. Universitas Riau.
- Mamuaja, C. F. (2017). Lipida. *Unsrat Press*, 1(1), 1–119.

- Manríquez-Ramírez, M., Gómez, R., Hernández-Cortez, J. G., Zúñiga-Moreno, A., Reza-San Germán, C. M., & Flores-Valle, S. O. (2013). Advances in the transesterification of triglycerides to biodiesel using MgO-NaOH, MgO-KOH and MgO-CeO<sub>2</sub> as solid basic catalysts. *Catalysis Today*, *212*, 23–30. <https://doi.org/10.1016/j.cattod.2012.11.005>
- Mardaweni, R., Setyaningsih, D., & Syahbana Rusli, M. (2017). Pemurnian Mono-Diasilgliserol Hasil Esterifikasi Palm Fatty Acid Distillate Dan Gliserol Dengan Ekstraksi Pelarut-Saponifikasi Dan Distilasi Molekuler. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, *27*(2), 192–199. <https://doi.org/10.24961/j.tek.ind.pert.2017.27.2.192>
- Mastutik, D. (2006). *Transesterifikasi minyak jelantah kelapa sawit menjadi Biodiesel menggunakan katalis NaOH tanpa proses esterifikasi dan katalis asam (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dan Zeolit-Y) melalui proses esterifikasi*. Universitas Gadjah Mada.
- Mazubert, A., Poux, M., & Aubin, J. (2013). Intensified processes for FAME production from waste cooking oil: A technological review. *Chemical Engineering Journal*, *233*, 201–223. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2013.07.063>
- Meher, L. C., Kulkarni, M. G., Dalai, A. K., & Naik, S. N. (2006). Transesterification of karanja (*Pongamia pinnata*) oil by solid basic catalysts. *European Journal of Lipid Science and Technology*, *108*(5), 389–397. <https://doi.org/10.1002/ejlt.200500307>
- Melwita, E., Ayu, M., & Rahmi, P. (2015). Reaksi gliserolisis palm fatty acid distillate ( PFAD ) menggunakan co-solvent etanol untuk pembuatan emulsifier. *Jurnal Teknik Kimia*, *21*(2), 15–23.
- Mentari, V. A., & Maulina, S. (2018). Perbandingan Gugus Fungsi dan Morfologi Permukaan Karbon Aktif dari Pelepah Kelapa Sawit Menggunakan Aktivator Asam Fosfat (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) dan Asam Nitrat (HNO<sub>3</sub>). *Talenta Conference Series: Science and Technology (ST)*, *1*(2), 204–208.

<https://doi.org/10.32734/st.v1i2.299>

- Mguni, L. L. (2012). *Biodiesel production over supported nano- magnesium oxide particles*. April.
- Moonen, H. ., & Bas, H. (2015). *Mono and Diglycerides*. In *Emulsifiers in Food Technology*. <https://doi.org/10.1002/9781118921265.ch4>
- Moorthy, S. K., Ashok, C. H., Rao, K. V., & Viswanathan, C. (2015). Synthesis and Characterization of Mgo Nanoparticles by Neem Leaves through Green Method. *Materials Today: Proceedings*, 2(9), 4360–4368. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2015.10.027>
- Mostafa, N. A., Maher, A., & Abdelmoez, W. (2013). Production of mono-, di-, and triglycerides from waste fatty acids through esterification with glycerol. *Advances in Bioscience and Biotechnology*, 4(09), 900.
- Mulviani, Linggawati, A., & Nurhayati. (2018a). Impregnasi KOH Pada Katalis Yang Berasal Dari Cangkang Kerang Darah (Anadara Granosa) Kalsinasi Suhu 800 °C Untuk Produksi Biodiesel. 5(September), 188–194.
- Mulviani, Linggawati, A., & Nurhayati. (2018b). Impregnasi KOH Pada Katalis Yang Berasal Dari Cangkang Kerang Darah (Anadara Granosa) Kalsinasi Suhu 800 °C Untuk Produksi Biodiesel. *Universitas Riau*, 4(48), 1–9.
- Mulyana, R. (2007). *Sintesis Mono dan Diasilgliserol dari Minyak Kelapa dengan Cara Gliserolisis Kimia*. Institut Pertanian Bogor.
- Mulyawan, A., Hunaefi, D., & Hariyadi, P. (2018). Karakteristik Lipid Terstruktur Hasil Transesterifikasi Enzimatis Antara Minyak Ikan Dan Minyak Kelapa Mur. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 21(2), 319. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v21i2.23087>
- Munandar, A., Krisdiyanto, D., & Khamidinal, A. P. (2014). Adsorpsi Logam Pb dan Fe dengan Zeolit Alam Teraktivasi Asam Sulfat. *Seminar Nasional Kimia Dan Pendidikan Kimia*, 6, 138–146.

- Mursalin, Lavlinesia, & Yersina. (2017). Aplikasi Teknik Demulsifikasi Pembentukan Krim Dalam Pemurnian MDAG Yang Diproduksi Secara Gliserolisis. *Ilmiah Ilmi Terapan Universitas Jambi*, 1, 170–177. <https://doi.org/10.22437/jiituj.v1i2.4279>
- Natewong, P., Murakami, Y., Tani, H., Asami, K., Bell, A. T., Gates, B. C., Ray, D., Thompson, M. R., Gunawan, L., Natewong, P., Murakami, Y., Tani, H., & Asami, K. (2016). Effect of Support Material on MgO-Based Catalyst for Production of New Hydrocarbon Bio-Diesel. *American Scientific Research Journal for Engineering, Technology, and Sciences (ASRJETS)*, 22(1), 153–165. <http://www.osti.gov/servlets/purl/927492-uyCd6c/>
- Nayebzadeh, H., Saghatoleslami, N., Haghghi, M., & Tabasizadeh, M. (2017). Influence of fuel type on microwave-enhanced fabrication of KOH/Ca<sub>12</sub>Al<sub>14</sub>O<sub>33</sub> nanocatalyst for biodiesel production via microwave heating. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, 75, 148–155. <https://doi.org/10.1016/j.jtice.2017.03.018>
- Nayebzadeh, H., Saghatoleslami, N., & Tabasizadeh, M. (2016). Optimization of the activity of KOH/calcium aluminate nanocatalyst for biodiesel production using response surface methodology. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, 68, 379–386. <https://doi.org/10.1016/j.jtice.2016.09.041>
- Ningtyas, D. P. (2013). Pengaruh Katalis Basa (NaOH) Pada Tahap Reaksi Transesterifikasi Terhadap Kualitas Biofuel Dari Minyak Tepung Ikan Sardin. *Jurnal Teknosains*, 2(2), 103–114. <https://doi.org/10.22146/teknosains.6000>
- Noureddini, H., Harkey, D. W., & Gutsman, M. R. (2004). *A Continuous Process for the Glycerolysis of Soybean Oil*. 81(2), 203–207. <https://doi.org/10.1007/s11746-004-0882-y>
- Nurchoriani, D. (2012). *Gliserolisis Minyak Kelapa Menggunakan Katalis CH<sub>3</sub>COOK dengan Radiasi Gelombang Mikro*. Universiitas Sebelas Maret.

- Nurhasnawati, H. (2017). Penetapan Kadar Asam Lemak Bebas Dan Bilangan Peroksida Pada Minyak Goreng Yang Digunakan Pedagang Gorengan Di Jl. a.W Sjahranie Samarinda. *Jurnal Ilmiah Manuntung*, 1(1), 25. <https://doi.org/10.51352/jim.v1i1.7>
- O'Brien, R. D. (2009). Brien in Fats and Oils: Formulating and Processing for Applications. *Aufl., CRC Press, Boca Raton–London–New York*, 13–40.
- Octarya, Z., Refelita, F., & Rahim, N. (2019). Indonesian Journal of Chemical Science and Technology State University of Medan. *Indonesian Journal of Chemical Science and Technology*, 2(1), 66–70. <https://doi.org/10.24114/ijcst.v2i1.12366>
- Oko, S., & Feri, M. (2019). Pengembangan Katalis CaO dari Cangkang Telur Ayam dengan Impregnasi KOH dan Aplikasinya Terhadap Pembuatan Biodiesel dari Minyak Jarak. *Jurnal Teknologi Universitas Muhammadiyah Jakarta*, 11(2), 103–110.
- Okullo, A. A., & Temu, A. K. (2015). Modelling the Kinetics of Jatropha Oil Transesterification. *Energy and Power Engineering*, 07(04), 135–143. <https://doi.org/10.4236/epe.2015.74013>
- Pinyaphong, P., Sriburi, P., & Phutrakul, S. (2012). *Synthesis of Monoacylglycerol from Glycerolysis of Crude Glycerol with Coconut Oil Catalyzed by Carica Papaya Lipase*. 50200(10), 506–511.
- Polii, F. F. (2016). Pemurnian Minyak Kelapa Dari Kopra Asap Dengan Menggunakan Adsopben Arang Aktif Dan Bentonit the Refining of the Coconut Oil From Smoke Copra With the Activated Charcoal and Bentonite Absorbents. *Jurnal Riset Industri*, 10(3), 115–124.
- Prakoso, T., Sarastri Cintya Hapsari, P. L., & Soerawidjaja, T. H. (2006). Sintesis Trigliserida Rantai Menengah Melalui Transesterifikasi Glisero dan Asam-asam Lemaknya. *Teknik Kimia Indonesia*, 5, 520–529. <https://doi.org/10.5614/jtki.2006.5.3.7>

- Pramana, Y. S., & Mulyani, S. (2009). Proses gliserolisis CPO menjadi mono dan diacyl gliserol dengan pelarut tert-butanol dan katalis MgO. *Prosiding Seminar Nasional Rekayasa Kimia Dan Proses*, 10(2), 1–8.
- Prasetyo, I., Nur'aeni, D. A. K., & Bhaskara, P. T. (2021). Preparasi Katalis MgO/C dari Pirolisis Polimer Berbasis Magnesium Salisilat dan Aplikasinya untuk Reaksi Transesterifikasi. *Jurnal Rekayasa Proses*, 15(1), 84. <https://doi.org/10.22146/jrekpros.65855>
- Purba, R. D. L., Nainggolan, M., & Ritonga, M. Y. (2014). Pengaruh Rasio Pelarut Tert-Butanol terhadap Minyak dan Suhu Reaksi Gliserolisis pada Pembuatan Mono dan Diasilgliserol (MDAG) Menggunakan Katalis Abu Cangkang Telur Ayam. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 3(4), 44–50. <https://doi.org/10.32734/jtk.v3i4.1655>
- Puriwat, J., Chaitree, W., Suriye, K., Dokjampa, S., Prasertdam, P., & Panpranot, J. (2010). Elucidation of the basicity dependence of 1-butene isomerization on MgO/Mg(OH)<sub>2</sub> catalysts. *Catalysis Communications*, 12(2), 80–85. <https://doi.org/10.1016/j.catcom.2010.08.015>
- Putri, C. I. E., Faridah, F., & Amalia, Z. (2018). Monoasilgliserol Berbasis Crude Palm Oil ( CPO ) Dengan Menggunakan Metode Co- Solvent A-186 A-187. *In Prosiding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe*, 2(1), 186–188.
- Putri, S. K., Hariyadi, P., Mursalin, & Andarwulan, N. (2020). Pemurnian Produk Mono-Diasilgliserol (MDAG) Hasil Gliserolisis Kimia dengan Metode Demulsifikasi Krim. *AgriTECH*, 40(1), 39. <https://doi.org/10.22146/agritech.48779>
- Rarokar, N. R., Menghani, S., Kerzare, D., & Khedekar, P. B. (2017). Progress in Synthesis of Monoglycerides for Use in Food and Pharmaceuticals. *Journal of Experimental Food Chemistry*, 03(03). <https://doi.org/10.4172/2472-0542.1000128>
- Riyanti, F., H, P. L., & L, C. D. (2012). Pengaruh Variasi Konsentrasi Katalis

KOH pada Pembuatan Metil Ester dari Minyak Biji Ketapang (*Terminalia Catappa* Linn). *Jurnal Penelitian Sains*, 15(2), 168421.

Roni, K. A., & Legiso. (2021). Kimia Organik. In *NoerFiKri* (1st ed.).

Rumondang, I., Setyaningsih, D., & Hermanda, A. (2016). Sintesis Mono-Diasilgliserol Berbasis Gliserol dan Palm Fatty Acid Distillate. *Jurnal Kimia Dan Kemasan*, 38(1), 1. <https://doi.org/10.24817/jkk.v38i1.1968>

Sahu, P. K., Sahu, P. K., & Agarwal, D. D. (2015). Role of basicity and the catalytic activity of KOH loaded MgO and hydrotalcite as catalysts for the efficient synthesis of 1-[(2-benzothiazolylamino)arylmethyl]-2-naphthalenols. *RSC Advances*, 5(85), 69143–69151. <https://doi.org/10.1039/c5ra11857c>

Santoso, A. (2016). Sintesis mono-diasilgliserol (MDAG) dari refined bleached deodorized palm oil (RBDPO) dengan metode gliserolisis skala pilot plant andi santoso. In *Departemen Ilmu Dan Teknologi Pangan Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor Bogor 2016*. Institut Pertanian Bogor.

Saputri, D., & Rohmawati, L. (2021). Sintesis Magnesium Oksida (MgO) dari Dolomit Bangkalan dengan Metode Leaching. *Jurnal Teori Dan Aplikasi Fisika*, 9(2), 203. <https://doi.org/10.23960/jtaf.v9i2.2808>

Sari, S. P. (2016). Analisis pengaruh penggunaan static mixing terhadap kebutuhan katalis dalam produksi biodiesel sri purnama sari. *Sekolah Pascasarjana*.

Satyani, R. G. (2007). *Optimasi katalis basa dalam pembuatan biodiesel dari lemak sapi*. 1–96.

Shahidi, F. (2005). *Bailey's Industrial Oil and Fat Products, Industrial and Nonedible Products from Oils and Fats* (Vol. 6). John Wiley & Sons. <https://doi.org/10.1002/047167849X>

Silsia, D., Surawan, F. E. D., & Meiriska, I. (2017). *Karakteristik Emulsifier*



*Mono Dan Diasilgliserol (MDAG) Dari Crude Palm Oil (CPO) Yang Berasal Dari Fat Pit Pada Berbagai Konsentrasi Katalis Naoh Characteristics*. 02. <https://doi.org/10.17969/jtipi.v10i1.9973>

Sipayung, R. H. (2017). Sintesis Mono Dan Diasilgliserol (Mdag) Dari Palm Kernel Oil (Pko) Dengan Metode Gliserolisis Kimia Skala Laboratorium. In *Journal of Chemical Information and Modeling*. Institut Pertanian Bogor.

Siriwardane, I. W., Udangawa, R., de Silva, R. M., Kumarasinghe, A. R., Acres, R. G., Hettiarachchi, A., Amaratunga, G. A. J., & de Silva, K. M. N. (2017). Synthesis and characterization of nano magnesium oxide impregnated granular activated carbon composite for H<sub>2</sub>S removal applications. *Materials and Design*, 136, 127–136. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2017.09.034>

Subagjo. (2018). Merintis Kemandirian Bangsa dalam Teknologi Katalis. *Orasi Ilmiah Guru Besar Institut Teknologi Bandung*.

Subroto, E., Wisamputri, M. F., Supriyanto, Utami, T., & Hidayat, C. (2018). Enzymatic and chemical synthesis of high mono- and diacylglycerol from palm stearin and olein blend at different type of reactor stirrers. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 19(1), 31–36. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2018.05.003>

Sumitra, N. R. (2019). Perbedaan parameter proses dalam sintesis mono-diasilgliserol (mdag) dari stearin minyak sawit dengan metode gliserolisis skala laboratorium nurhadi rahmat sumitra. *Ilmu, Departemen Teknologi, D A N Pertanian, Fakultas Teknologi*.

Sutapa, I. W., Wahab, A. W., Taba, P., & Nafie, N. La. (2018). Synthesis and structural profile analysis of the MgO nanoparticles produced through the sol-gel method followed by annealing process. *Oriental Journal of Chemistry*, 34(2), 1016–1025. <https://doi.org/10.13005/ojc/340252>

Syah, A. N. A. (2005). *Virgin coconut oil: minyak penakluk aneka penyakit*. AgroMedia.

- Syamsul, N. (2010). Pengaruh Penggunaan Berulang Minyak Kelapa (*Coconut Oil*) Terhadap Mutu Gliserol Yang Dihasilkan. Uinalauddin Makasar.
- Taslim, Parinduri, S. Z. D. M., & Ningsih, P. R. W. (2017). *Zeolit Alam Yang Dimodifikasi Dengan Koh Biodiesel Production From Rice Bran Oil By Transesterification Using Heterogeneous Catalyst Natural Zeolite Modified With Koh*. 6(1), 12–18. <https://doi.org/10.32734/jtk.v6i1.1559>
- Tasya, D., Zahrina, I., & Sunarno. (2020). Sintesis monodiasilgliserol menggunakan reaksi esterifikasi dengan katalis asam. *Teknik Kimia Universitas Riau*, 7, 1–5.
- Triana, N. R. (2014). Aplikasi Mono-Diasilgliserol dari Fully Hydrogenated Palm Kernel Oil Sebagai Emulsifier untuk Margarin. *Mutu Pangan*, 1(2), 137–144.
- Triana, R. N. (2014). Sintesis Mono Dan Diasilgliserol (MDAG) Dari *Fully Hydrogenated Palm Kernel Oil* (FHPKO) Dengan Metode Gliserolisis.
- Ulfa, S. M., & Pramesti, I. N. (2015). Katalis Bifungsional Ni/MgO untuk Reaksi Kondensasi dan Hidrogenasi Furfural dalam Satu Tahap Menghasilkan Senyawa Turunan Alkana C8-C13. *Natural-B*, 3(2), 135–142. <https://doi.org/10.21776/ub.natural-b.2015.003.02.6>
- Wallace, T. C. (2019). Health Effects of Coconut Oil—A Narrative Review of Current Evidence. *Journal of the American College of Nutrition*, 38(2), 97–107. <https://doi.org/10.1080/07315724.2018.1497562>
- Wang, Z., Zhuge, J., Fang, H., & Prior, B. A. (2001). Glycerol production by microbial fermentation: A review. *Biotechnology Advances*, 19(3), 201–223. [https://doi.org/10.1016/S0734-9750\(01\)00060-X](https://doi.org/10.1016/S0734-9750(01)00060-X)
- Wardani, tantri kusuma, & Roesyadi, A. (2016). *Transesterifikasi Minyak Kelapa Sawit Menggunakan Katalis Heterogen Berbasis Hydrotalsit Dalam Reaktor Fixed Bed*.
- Wicakso. (2011). *C by comparison of CPO and methanol 1:6 in moles. Continued with transesterification process by temperature variations of 40*. 12(1), 21–

30.

Winarno, F. . (2004). Kimia Pangan dan Gizi. In *Gramedia Pustaka Utama*. Gramedia Pustaka Utama.

Winarno, F. G. (2002). *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia Pustaka Utama.

Ye, B., Li, Y., Qiu, F., Sun, C., Zhao, Z., Ma, T., & Yang, D. (2013). Production of biodiesel from soybean oil catalyzed by attapulgite loaded with C<sub>4</sub>H<sub>5</sub>O<sub>6</sub>KNa catalyst. *Korean Journal of Chemical Engineering*, 30(7), 1395–1402. <https://doi.org/10.1007/s11814-013-0043-6>

Zhang, Z., Wang, Y., Ma, X., Wang, E., Liu, M., & Yan, R. (2015). Characterisation and oxidation stability of monoacylglycerols from partially hydrogenated corn oil. *Food Chemistry*, 173, 70–79. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.09.155>

Zhong, N., Li, L., Xu, X., Cheong, L. Z., Xu, Z., & Li, B. (2013). High yield of monoacylglycerols production through low-temperature chemical and enzymatic glycerolysis. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 115(6), 684–690. <https://doi.org/10.1002/ejlt.201200377>

# LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan rasio mol minyak dan gliserol

1. Massa molekul minyak kelapa

$$\begin{aligned} &= \text{Mr Gliserol} + \text{Mr 3 Asam Lemak} - 3 \text{ Mr Air} \\ &= \text{Mr Gliserol} + \text{Mr Laurat} + \text{Mr Laurat} + \text{Mr Miristat} + 3 \text{ Mr Air} \\ &= 92 + 200 + 200 + 228 - (3 \times 18) \\ &= 720 - 54 \\ &= 666 \end{aligned}$$

2. Perbandingan minyak kelapa dan gliserol (1:2,3)

$$\begin{aligned} &= \text{gram minyak kelapa} && : \text{gram Gliserol} \\ &= (\text{mol} \times \text{massa molekul}) && : (\text{mol} \times \text{massa molekul}) \\ &= (1 \times 666) && : (2,3 \times 92) \\ &= 666 && + 211,6 \\ &= 877,6 \text{ gram} \end{aligned}$$

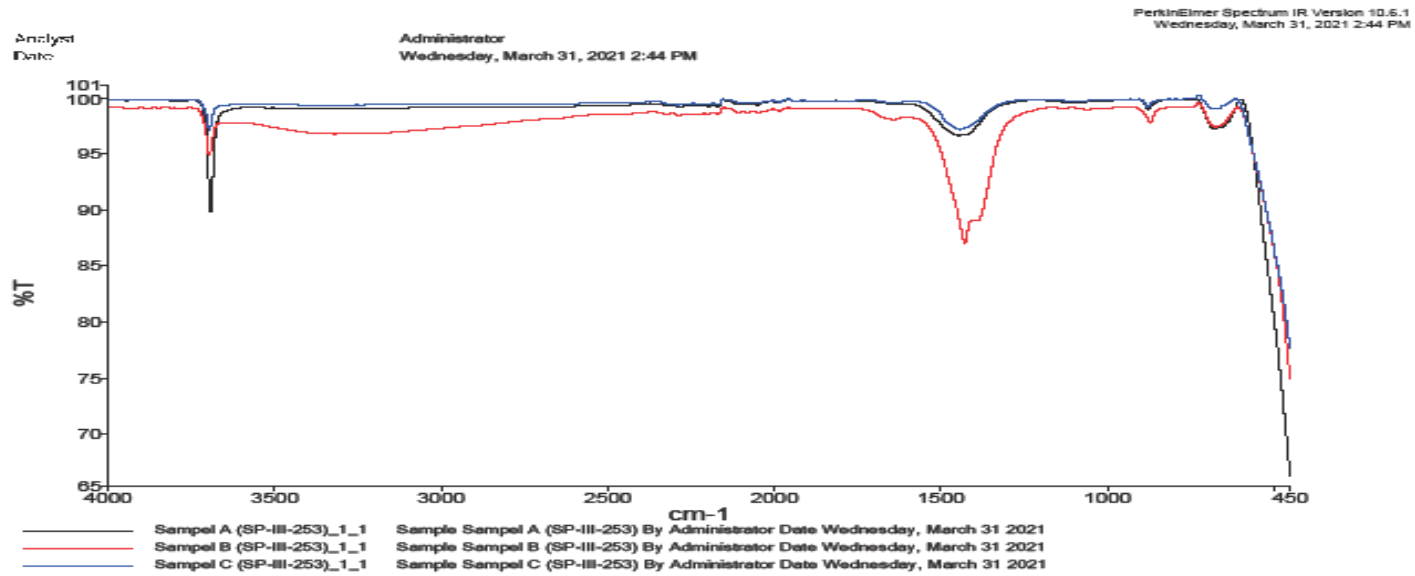
3. Perhitungan gram minyak kelapa dan Gliserol untuk total substrat 80 gram

$$\text{Gram Minyak kelapa} = \frac{666}{877,6} \times 80 = 60,7110$$

$$\text{Gram Gliserol} = \frac{211,6}{877,6} \times 80 = 19,2889$$

$$\text{Gram Katalis} = 2\% \times 60,7110 = 1,21422$$

Lampiran 2. Data analisis FT-IR



Lampiran 3. Hasil Uji Katalis Basisistas

<b>Sampel</b>	<b>Volume Titrasi (ml)</b>	<b>Mol</b>	<b>Berat Sampel (gram)</b>	<b>Katalis Basisitas (mmol)</b>
MgO	0.3	0.02	1	0.006
MgO	0.2	0.02	1	0.004
MgO+Aquades	6.7	0.02	1	0.134
MgO+Aquades	6.6	0.02	1	0.132
MgO+KOH	7.2	0.02	1	0.144
MgO+KOH	7.1	0.02	1	0.142

Perhitungan:

$$\text{Katalis Basisitas} = \frac{\text{Volume Titrasi} \times \text{Mol}}{\text{Berat sampel}}$$

$$\text{Katalis Basisitas} = \frac{0,3 \times 0,02}{1}$$

$$\text{Katalis Basisitas} = 0,006$$

## Lampiran 4. Hasil analisis katalis basisitas menggunakan software SPSS

```
ONEWAY katalisbasisitas BY sampel  
  /STATISTICS DESCRIPTIVES HOMOGENEITY  
  /MISSING ANALYSIS  
  /POSTHOC=DUNCAN ALPHA(0.05) .
```

### Oneway

[DataSet0]

#### Warnings

All absolute deviations are constant within each cell. Levene F  
statistics cannot be computed.

---



### Descriptives

katalisbasisitas

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
MgO	2	.00500	.001414	.001000	-.00771	.01771	.004	.006
MgO+Aquades	2	.13300	.001414	.001000	.12029	.14571	.132	.134
Mgo+KOH	2	.14300	.001414	.001000	.13029	.15571	.142	.144
Total	6	.09367	.068835	.028102	.02143	.16590	.004	.144

### ANOVA

katalisbasisitas

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.024	2	.012	5921.333	.000
Within Groups	.000	3	.000		
Total	.024	5			

## Post Hoc Tests

### Homogeneous Subset

#### katalisbasisitas

Duncan<sup>a</sup>

sampel	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
MgO	2	.00500		
MgO+Aquades	2		.13300	
Mgo+KOH	2			.14300
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

Lampiran 5. Hasil uji TLC (*Thin Layer Chromatography*)

<b>Sampel</b>		<b>MAG</b>	<b>DAG</b>	<b>TAG</b>	<b>TOTAL</b>	<b>MAG %</b>	<b>DAG %</b>	<b>TAG %</b>	<b>Konversi TAG (%)</b>
165	MgO	0,0006	0,0067	0,0272	0,0345	1,7391	19,4203	78,8406	21,16
	MgO	0,0007	0,0046	0,0235	0,0288	2,4306	15,9722	81,5972	18,40
	MgO+Aquades	0,001	0,0053	0,0212	0,0275	3,6364	19,2727	77,0909	22,91
	MgO+Aquades	0,0011	0,0046	0,0288	0,0345	3,1884	13,3333	83,4783	16,52
	MgO+KOH	0,0011	0,0054	0,0305	0,037	2,9730	14,5946	82,4324	17,57
	MgO+KOH	0,0011	0,0052	0,0282	0,0345	3,1884	15,0725	81,7391	18,26
175	MgO	0,0012	0,0107	0,0279	0,0398	3,0151	26,8844	70,1005	29,90
	MgO	0,0011	0,0075	0,0262	0,0348	3,1609	21,5517	75,2874	24,71
	MgO+Aquades	0,0017	0,0113	0,0316	0,0446	3,8117	25,3363	70,8520	29,15
	MgO+Aquades	0,0014	0,0077	0,02	0,0291	4,8110	26,4605	68,7285	31,27
	MgO+KOH	0,001	0,0073	0,0238	0,0321	3,1153	22,7414	74,1433	25,86
	MgO+KOH	0,0007	0,0075	0,0234	0,0316	2,2152	23,7342	74,0506	25,95
Minyak		-	0,0035	0,0332	0,0367	-	9,5368	90,4632	

### Perhitungan Konversi TAG

$$\text{Konversi TAG\%} = \frac{MAG+DAG}{Total} \times 100$$

$$\text{Konversi TAG\%} = \frac{0,0006+0,0067}{0,0345} \times 100$$

$$\text{Konversi TAG\%} = 21,16$$

Lampiran 6 Hasil analisis konversi TAG menggunakan software SPSS

```
ONEWAY konversitrigliserida BY sampel
  /STATISTICS DESCRIPTIVES HOMOGENEITY
  /MISSING ANALYSIS
  /POSTHOC=DUNCAN ALPHA(0.05).
```

**Oneway**

[DataSet0]

**Descriptives**

konversitrigliserida

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
165MgO	2	19.7800	1.95161	1.38000	2.2454	37.3146	18.40	21.16
165MgO+Aquades	2	19.7150	4.51841	3.19500	-20.8813	60.3113	16.52	22.91
165MgO+KOH	2	17.9150	.48790	.34500	13.5314	22.2986	17.57	18.26
175MgO	2	27.3050	3.66988	2.59500	-5.6676	60.2776	24.71	29.90
175MgO+Aquades	2	30.2100	1.49907	1.06000	16.7414	43.6786	29.15	31.27
175MgO+KOH	2	25.9050	.06364	.04500	25.3332	26.4768	25.86	25.95
Total	12	23.4717	5.12976	1.48083	20.2124	26.7310	16.52	31.27

### Test of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
konversitrigliserida	Based on Mean	7327369073234 2250000000000 0000.000	5	6	.000
	Based on Median	7327369073234 2250000000000 0000.000	5	6	.000
	Based on Median and with adjusted df	7327369073234 2250000000000 0000.000	5	4.000	.000
	Based on trimmed mean	7327369073234 2250000000000 0000.000	5	6	.000

### ANOVA

konversitrigliserida

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	249.276	5	49.855	7.444	.015
Within Groups	40.182	6	6.697		
Total	289.459	11			

## Post Hoc Tests

### Homogeneous Subsets

#### konversitrigliserida

Duncan<sup>a</sup>

sampel	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
165MgO+KOH	2	17.9150		
165MgO+Aquades	2	19.7150	19.7150	
165MgO	2	19.7800	19.7800	
175MgO+KOH	2		25.9050	25.9050
175MgO	2			27.3050
175MgO+Aquades	2			30.2100
Sig.		.511	.060	.159

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

Lampiran 7. Hasil analisis MAG menggunakan software SPSS

```
ONEWAY MAG BY sampel
  /STATISTICS DESCRIPTIVES HOMOGENEITY
  /MISSING ANALYSIS
  /POSTHOC=DUNCAN ALPHA(0.05) .
```

**Oneway**

[DataSet0]

**Descriptives**

MAG

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
165MgO	2	2.0849	.48896	.34575	-2.3083	6.4780	1.74	2.43
165MgO+Aquades	2	3.4124	.31678	.22400	.5662	6.2586	3.19	3.64
165 MgO+KOH	2	3.0807	.15231	.10770	1.7122	4.4492	2.97	3.19
175MgO	2	3.0880	.10310	.07290	2.1617	4.0143	3.02	3.16
175MgO+Aquades	2	4.3114	.70661	.49965	-2.0373	10.6600	3.81	4.81
175MgO+KOH	2	2.6653	.63647	.45005	-3.0532	8.3837	2.22	3.12
Total	12	3.1071	.78896	.22775	2.6058	3.6084	1.74	4.81



### Test of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
MAG	Based on Mean	9561100734085 5380000000000 0000.000	5	6	.000
	Based on Median	9561100734085 5380000000000 0000.000	5	6	.000
	Based on Median and with adjusted df	9561100734085 5380000000000 0000.000	5	4.000	.000
	Based on trimmed mean	9561100734085 5380000000000 0000.000	5	6	.000

### ANOVA

MAG

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	5.569	5	1.114	5.231	.034
Within Groups	1.278	6	.213		
Total	6.847	11			

## Post Hoc Tests

### Homogeneous Subsets

#### MAG

Duncan<sup>a</sup>

sampel	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
165MgO	2	2.0849		
175MgO+KOH	2	2.6653	2.6653	
165 MgO+KOH	2	3.0807	3.0807	
175MgO	2	3.0880	3.0880	
165MgO+Aquades	2		3.4124	3.4124
175MgO+Aquades	2			4.3114
Sig.		.084	.173	.099

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

Lampiran 8. Hasil analisis DAG menggunakan software SPSS

```

ONEWAY DAG BY sampel
  /STATISTICS DESCRIPTIVES HOMOGENEITY
  /MISSING ANALYSIS
  /POSTHOC=DUNCAN ALPHA(0.05) .
    
```

**Oneway**

**Descriptives**

DAG

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
165MgO	2	17.6963	2.43817	1.72405	-4.2099	39.6024	15.97	19.42
165MgO+Aquades	2	16.3030	4.19979	2.96970	-21.4306	54.0366	13.33	19.27
165 MgO+KOH	2	14.8336	.33793	.23895	11.7974	17.8697	14.59	15.07
175MgO	2	24.2180	3.77079	2.66635	-9.6611	58.0972	21.55	26.88
175MgO+Aquades	2	25.8984	.79493	.56210	18.7562	33.0406	25.34	26.46
175MgO+KOH	2	23.2378	.70202	.49640	16.9304	29.5452	22.74	23.73
Total	12	20.3645	4.81394	1.38966	17.3059	23.4231	13.33	26.88

### Test of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
DAG	Based on Mean	7636501014746 7360000000000 0000.000	5	6	.000
	Based on Median	7636501014746 7360000000000 0000.000	5	6	.000
	Based on Median and with adjusted df	7636501014746 7360000000000 0000.000	5	3.920	.000
	Based on trimmed mean	7636501014746 7360000000000 0000.000	5	6	.000

### ANOVA

DAG

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	215.873	5	43.175	6.635	.020
Within Groups	39.041	6	6.507		
Total	254.914	11			

## Post Hoc Tests

### Homogeneous Subsets

#### DAG

Duncan<sup>a</sup>

sampel	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
165 MgO+KOH	2	14.8336		
165MgO+Aquades	2	16.3030		
165MgO	2	17.6963	17.6963	
175MgO+KOH	2		23.2378	23.2378
175MgO	2			24.2180
175MgO+Aquades	2			25.8984
Sig.		.319	.073	.352

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

Lampiran 9. Hasil uji titik leleh atau SMP (*Slip Melting Point*)

<b>Kode Perlakuan</b>	<b>Titik leleh</b>	
165	MgO	22.5-22.8
	MgO	22.5-22.8
	MgO+Aquades	22.2-23.3
	MgO+Aquades	22.2-23.4
	MgO+KOH	21.9-22.1
	MgO+KOH	21.9-22.1
175	MgO	22.8-24.7
	MgO	23.1-23.5
	MgO+Aquades	21.5-21.6
	MgO+Aquades	22.8-24.7
	MgO+KOH	24.3-25.6
	MgO+KOH	24.3-25.9
Minyak	1	23.6-23.8
	2	23.6-23.8

Lampiran 10. Hasil uji asam lemak bebas (ALB)

<b>Kode sampel</b>	<b>ml NaOH</b>	<b>N</b>	<b>Asam lemak</b>	<b>Sampel (gr)</b>	<b>1000</b>	<b>ALB %</b>	
165	MgO	0.5	0.2	200.32	5	1000	0.40064
	MgO	1.3	0.1	200.32	5	1000	0.52083
	MgO+Aquades	1.1	0.1	200.32	5	1000	0.44070
	MgO+Aquades	1	0.1	200.32	5	1000	0.40064
	MgO+KOH	1.2	0.1	200.32	5	1000	0.48076
	MgO+KOH	0.9	0.1	200.32	5	1000	0.36057
175	MgO	2.4	0.1	200.32	5	1000	0.96153
	MgO	2.5	0.1	200.32	5	1000	1.00159
	MgO+Aquades	2.1	0.1	200.32	5	1000	0.84133
	MgO+Aquades	1.8	0.1	200.32	5	1000	0.72114
	MgO+KOH	2.1	0.1	200.32	5	1000	0.84133
	MgO+KOH	2.5	0.1	200.32	5	1000	1.00159
Minyak	1	0.3	0.1	200.32	5	1000	0.12019
	2	0.3	0.1	200.32	5	1000	0.12019

Perhitungan asam lemak bebas sebagai asam lemak laurat

$$\text{Kadar asam lemak bebas} = \frac{mL NaOH \times N \times 200,3178}{\text{Berat sampel (g)} \times 1000}$$

$$\text{Kadar asam lemak bebas} = \frac{0,5 \times 0,2 \times 200,3178}{5 \times 1000}$$

$$\text{Kadar asam lemak bebas} = 0,40064$$



Lampiran 11. Hasil analisis asam lemak bebas (ALB) menggunakan software SPSS

```
ONEWAY ALB BY sampel
  /STATISTICS DESCRIPTIVES HOMOGENEITY
  /MISSING ANALYSIS
  /POSTHOC=DUNCAN ALPHA(0.05).
```

**Oneway**

[DataSet0]

**Descriptives**

ALB

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
165MgO	2	.4607	.08499	.06010	-.3028	1.2243	.40	.52
165MgO+Aquades	2	.4207	.02833	.02003	.1662	.6752	.40	.44
165MgO+KOH	2	.4207	.08499	.06010	-.3429	1.1842	.36	.48
175MgO	2	.9816	.02833	.02003	.7271	1.2361	.96	1.00
175MgO+Aquades	2	.7812	.08499	.06010	.0177	1.5448	.72	.84
175MgO+KOH	2	.9215	.11332	.08013	-.0967	1.9396	.84	1.00
Total	12	.6644	.25537	.07372	.5021	.8266	.36	1.00

### Test of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
ALB	Based on Mean	1172125255492 2170000000000 00000.000	5	6	.000
	Based on Median	1172125255492 2170000000000 00000.000	5	6	.000
	Based on Median and with adjusted df	1172125255492 2170000000000 00000.000	5	1.000	.000
	Based on trimmed mean	1172125255492 2170000000000 00000.000	5	6	.000

### ANOVA

ALB

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.681	5	.136	22.635	.001
Within Groups	.036	6	.006		
Total	.717	11			

## Post Hoc Tests

### Homogeneous Subsets

#### ALB




Duncan<sup>a</sup>

sampel	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
165MgO+KOH	2	.4207		
165MgO+Aquades	2	.4207		
165MgO	2	.4607		
175MgO+Aquades	2		.7812	
175MgO+KOH	2		.9215	.9215
175MgO	2			.9816
Sig.		.634	.121	.468

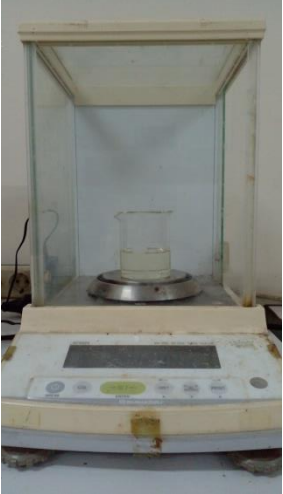


Means for groups in homogeneous subsets are displayed.





a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

Lampiran 12. Dokumentasi pembuatan katalis




No	Gambar	Keterangan
1		<p>Campuran katalis dipanaskan dan diaduk di atas <i>Hotplate</i></p>
2		<p>Katalis setelah dikeringkan dalam oven</p>
3		<p>Katalis setelah di tanur</p>

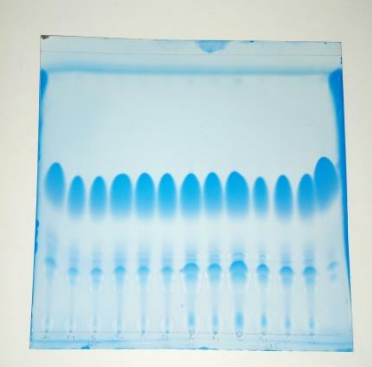
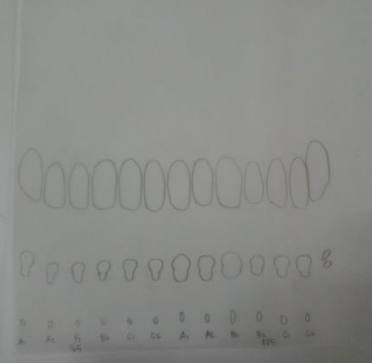
Lampiran 13. Dokumentasi proses reaksi gliserolisis

No	Gambar	Keterangan
1		Menimbang bahan
2		Mereaksikan bahan
3		Pendinginan hasil reaksi

4		<p>Memasukkan ke dalam tabung sentrifuse</p>
5		<p>Memisahkan produk dengan hasil damping dengan sentrifuse</p>
6		<p>Menimbang hasil reaksi</p>
8		<p>Produk</p>



Lampiran 14. Dokumentasi analisis fraksi MAG, DAG, dan TAG

No	Gambar	Keterangan
1		<p>Meneteskan sampel ke plat TLC</p>
2		<p>Memasukkan pelat TLC ke dalam larutan eluen</p>
3		<p>Merendam pelat TLC yang sudah di eluen ke dalam larutan CBB</p>



4			<p>Hasil perendaman pada larutan CBB</p>
5			<p>Menjeplak dengan kertas kalkir untuk dipotong dan ditimbang</p>






Lampiran 15. Dokumentasi analisis *slip melting point* (SMP)

No	Gambar	Keterangan
1	 Two glass capillary tubes are shown vertically against a light background. The tube on the left is labeled 'A2' and the tube on the right is labeled 'A'. Both tubes have a small amount of white, crystalline sample packed inside their tips.	Memasukkan sampel ke dalam pipa kapiler
2	 A digital thermometer with a black handle and a silver probe is held by a gloved hand. The probe is inserted into a beaker of water. A yellow, semi-solid sample is floating on the surface of the water. The thermometer's display shows a reading.	Analisis slip melting point

Lampiran 16. Dokumentasi analisis asam lemak bebas (ALB)

No	Gambar	Keterangan
1		Memanaskan sampel yang akan diuji
2		Melakukan titrasi pada sampel

Lampiran 17. Dokumentasi analisis katalis basisitas

No	Gambar	Keterangan
1		<p>Mengaduk katalis dengan etanol agar tercampur</p>
2		<p>Menyaring etanol dari katalis untuk diuji</p>
3		<p>Melakukan titrasi dari warna merah muda kembali ke bening kembali</p>

## Lampiran 18. Lembar Bimbingan Skripsi



UNIVERSITAS PGRI SEMARANG  
 FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA  
 Kampus: Jalan Sidodadi Timur Nomor 24 Dr. Cipto, Semarang – Indonesia 50125  
 Telp. (024) 8316377, Faks, (024)8448217, Email: [upgrismg@gmail.com](mailto:upgrismg@gmail.com), Homepage: [www.upgrismg.co.id](http://www.upgrismg.co.id)

### LEMBAR PEMBIMBINGAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa : Azza Diniari  
 NPM : 17690008  
 Program Studi : Teknologi Pangan  
 Judul Skripsi : Pengaruh Metode Aktivasi Katalis MgO Terhadap Laju Reaksi Gliserolisis Minyak PKO

Dosen Pembimbing I : Arief Rakhman Affandi, S.TP., M.Si.

No.	Hari, tanggal	Uraian Bimbingan	Paraf
1.	15 Februari 2021	Memulai penelitian dg analisis kadar air dan ALB bahan baku	
2.	24 Februari 2021	Metode aktivasi katalis	
3.	25 Februari 2021	Analisis kadar air bahan baku (minyak kelapa)	
4.	9 Maret 2021	Memastikan <del>metode</del> metode aktivasi katalis	
5.	16 Maret 2021	Diskusi perhitungan minyak, gliserol, katalis	
6.	22 Maret 2021	Diskusi metode perhitungan substrat dan cara gliserolisis	
7.	23 Maret 2021	Mulai trial gliserolisis	
8.	25 Maret 2021	Trial KLT	



UNIVERSITAS PGRI SEMARANG  
FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA

Kampus: Jalan Sidodadi Timur Nomor 24 Dr. Cipto, Semarang – Indonesia 50125  
Telp. (024) 8316377, Faks, (024)8448217, Email: [upgrismg@gmail.com](mailto:upgrismg@gmail.com), Homepage: [www.upgrismg.co.id](http://www.upgrismg.co.id)

No.	Hari, tanggal	Uraian Bimbingan	Paraf
9.	26 Maret 2021	Diskusi TLC	
10	31-Maret 2021	TLC	
11	8 April 2021	TrialTLC	
12	9 April 2021	Diskusi trialTLC	
13	16 April 2021	Trial gliserolisis suhu 175°C	
14	23 April 2021	Diskusi katalis yang akan dipisahkan.	
15.	3 Mei 2021	Gliserolisis dengan total Substrat berbeda	
16.	21 Juni 2021	TLC	
17	9 Agustus 2021	Diskusi analisis TLC menguraikan produk yg sudah jadi	
18	18 Agustus 2021	Ganti eluen untuk TLC	
19	30 Agustus 2021	Diskusi data TLC	
20	6 September 2021	Data TLC	
21	16 September	Data TLC	
22	<del>21 September</del> 22 Oktober 2021	ALB & SMP	
23	2 November 2021	Analisis tambahan: basisitas katalis	
24	9 November	Diskusi analisis katalis basisitas	



UNIVERSITAS PGRI SEMARANG  
FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA

Kampus: Jalan Sidodadi Timur Nomor 24 Dr. Cipto, Semarang – Indonesia 50125  
Telp. (024) 8316377, Faks, (024)8448217, Email: [upgrismg@gmail.com](mailto:upgrismg@gmail.com). Homepage: [www.upgrismg.co.id](http://www.upgrismg.co.id)

No.	Hari, tanggal	Uraian Bimbingan	Paraf
25.	17 November	Rumus perhitungan katalis basisitas.	
26	3 Januari 2022	Draf skripsi	
27	8 Maret 2022	Draf skripsi	
28	6 April 2022	Draf skripsi	
29	2 Juni 2022	Draf skripsi	
30	12 Juni 2022	Acc Draf skripsi	



UNIVERSITAS PGRI SEMARANG  
FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA

Kampus: Jalan Sidodadi Timur Nomor 24 Dr. Cipto, Semarang – Indonesia 50125  
Telp. (024) 8316377, Faks, (024)8448217, Email: [upgrismg@gmail.com](mailto:upgrismg@gmail.com), Homepage: [www.upgrismg.co.id](http://www.upgrismg.co.id)

LEMBAR PEMBIMBINGAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa : Azza Diniari  
NPM : 17690008  
Program Studi : Teknologi Pangan  
Judul Skripsi : Pengaruh Metode Aktivasi Katalis MgO Terhadap Laju

Reaksi Gliserolisis Minyak PKO

Dosen Pembimbing II : Dr. Rini Umiyati, S. Hut., M. Si

No.	Hari, tanggal	Uraian Bimbingan	Paraf
1.	17 Januari 2022	Bimbingan bab 1 sampai bab 3	
2.	6 April 2022	Draf skripsi	
3.	13 Juni 2022	Pengecekan draf skripsi	
4.	17 Juni 2022	ACC skripsi	