

Kajian Konsentrasi Enzim Lipase dan Suhu Reaksi Gliserolisis untuk Mensintesis Monogliserida dari Minyak Jelantah

Study Of Lipase Enzyme Concentration and Glycerolysis Reaction Temperature to Synthese Monoglycerides from Used Cooking Oil

Wanda Santika¹, Neswati^{1a}, Kurnia Harlina Dewi¹

¹Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Andalas.

^aKorespondensi : Neswati, E-mail: neswati@ae.unand.ac.id

Diterima: 04 – 02 – 2026 , Disetujui: 30 – 04 – 2026

ABSTRACT

Used cooking oil has considerable potential in Indonesia. Its utilization can be maximized by synthesizing it into monoglycerides. Monoglycerides are obtained through a glycerolysis reaction, but the glycerolysis reaction occurs at high temperatures. Using high temperatures produces a dark odor and color, and it also affects the characteristics of the resulting monoglycerides. This can be overcome by using the lipase enzyme. The purpose of this study was to obtain the appropriate lipase enzyme concentration and glycerolysis reaction temperature for synthesizing monoglycerides from used cooking oil. This study used a factorial completely randomized design (CRD) with factor A (enzyme concentration 6%, 9%, 12%) and factor B (glycerolysis reaction temperature 30°C, 40°C, 50°C) with 3 replications. The data is processed using variance analysis. If the analysis results show significant differences, further testing will be conducted using Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT) at a significance level of 5%. The results of the study showed that there was an interaction between lipase enzyme concentration and glycerolysis reaction temperature on the iodine number and monoglyceride content, but no interaction with the water content, acid number, saponification number, and HLB of monoglycerides.

Keywords: emulsifier, glycerolysis reaction, lipase enzym, monoglycerides, used cooking oil

ABSTRAK

Minyak jelantah memiliki potensi yang cukup besar di Indonesia. Pemanfaatannya dapat dimaksimalkan dengan mensintesisnya menjadi monogliserida. Monogliserida diperoleh melalui reaksi gliserolisis, namun reaksi gliserolisis berlangsung pada suhu tinggi. Penggunaan suhu tinggi menimbulkan bau dan warna yang gelap serta mempengaruhi karakteristik monogliserida yang dihasilkan. Hal tersebut dapat diatasi dengan menggunakan enzim lipase. Tujuan dari studi ini adalah untuk menentukan konsentrasi enzim lipase dan suhu optimal untuk proses gliserolisis dalam pembuatan monogliserida dari minyak bekas. Penelitian ini menerapkan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial dengan dua faktor, yaitu faktor A (konsentrasi enzim 6%, 9%, 12%) dan faktor B (suhu reaksi gliserolisis 30°C, 40°C, 50°C) yang diulang sebanyak tiga kali. Data yang diperoleh akan dianalisis menggunakan analisis varians. Apabila analisis menunjukkan adanya perbedaan signifikan, maka langkah selanjutnya adalah melakukan uji lanjutan dengan Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT) pada level signifikansi 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat interaksi antara penambahan konsentrasi enzim lipase dan suhu reaksi gliserolisis terhadap angka iod dan kadar monogliserida, tetapi tidak berinteraksi terhadap kadar air, angka asam, angka penyabunan, dan HLB monogliserida.

Kata kunci: emulsifier, enzim lipase, minyak jelantah, monogliserida, reaksi gliserolisis

PENDAHULUAN

Minyak jelantah, yang berasal dari minyak goreng yang telah digunakan berulang kali, memiliki sifat fisik dan kimia yang berubah dan kualitasnya menurun. Penggunaan minyak goreng dalam rumah tangga ataupun pada para pedagang sering kali kurang terkontrol dengan baik. Hal ini menimbulkan kebiasaan untuk menggunakan kembali minyak sisa penggorengan dengan tujuan lebih menghemat biaya. Minyak yang digunakan berulang kali akan mengalami penurunan mutu yang ditandai dengan adanya perubahan baik pada komposisi kimia, aroma, maupun pada warna minyak yang menjadi kecoklatan bahkan kehitaman.

Menurut Badan Pusat Statistik (BPS), tingkat konsumsi minyak goreng masyarakat Indonesia mencapai sekitar 9,45 kilogram per kapita per tahun, dan diperkirakan pada tahun 2026 konsumsi minyak goreng akan mengalami peningkatan sekitar 11,515 kilogram minyak goreng per kapita. Penggunaan minyak goreng yang tinggi berhubungan dengan tingginya produksi minyak jelantah. Pada skala rumah tangga dapat menghasilkan minyak jelantah sekitar 40,02% dari total minyak goreng, sedangkan pada skala usaha mikro dapat menghasilkan minyak jelantah sebesar 31,77% (Sudaryadi et al., 2022). Jumlah minyak jelantah yang tinggi memerlukan upaya pengelolaan secara maksimal agar tidak merusak lingkungan. Pemanfaatan minyak bekas melalui pengolahan menjadi produk bernilai tambah merupakan strategi efektif untuk menekan pencemaran lingkungan sekaligus menciptakan peluang ekonomi bagi masyarakat. Minyak bekas dapat diolah menjadi berbagai produk, seperti sabun cair, lilin, pembersih lantai, serta digunakan sebagai bahan bakar alternatif berupa biodiesel (Hanjarvelianti dan Kurniasih, 2020).

Minyak jelantah juga dapat digunakan sebagai bahan baku monogliserida. Minyak jelantah masih mengandung trigliserida yang cukup tinggi (>90%) (Cahyati & Pujaningtyas, 2017). Pemanfaatan kembali minyak jelantah dilakukan dengan cara memurnikannya dan mengonversi menjadi monogliserida. Proses pemurnian dilakukan dengan menggunakan teknik adsorpsi dengan adsorben. Adsorben mampu menyerap asam lemak bebas, air dan senyawa peroksida (Al Qory et al., 2021).

Monogliserida memiliki nilai ekonomi yang tinggi, namun di Indonesia masih bergantung pada impor yang diperkirakan mencapai sekitar 132.000 ton per tahun (Purwaningtyas et al., 2015). Berbagai industri seperti industri makanan, kosmetik, dan farmasi memerlukan monogliserida sebagai emulsifier.

Monogliserida dapat diproduksi melalui proses gliserolisis, yaitu reaksi antara trigliserida dan gliserol yang berlangsung dengan pemutusan ikatan ester sehingga menghasilkan campuran monogliserida dan digliserida. Proses gliserolisis membutuhkan suhu tinggi untuk bereaksi, namun penggunaan suhu tinggi pada reaksi gliserolisis menimbulkan warna gelap pada produk dan bau yang tidak diinginkan. Hal tersebut dapat diatasi dengan menggunakan enzim lipase. Enzim lipase merupakan enzim yang mampu menguraikan minyak atau lemak dalam waktu tertentu. Enzim ini bekerja dengan menghidrolisis trigliserida melalui pemutusan ikatan antara asam lemak dan gliserol, baik pada posisi 1 maupun 2 (Fatimah, 2021). Penelitian ini berfokus pada pemanfaatan minyak jelantah sebagai bahan baku monogliserida yang belum diteliti secara mendalam oleh peneliti terdahulu. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian terkait "Kajian Konsentrasi Enzim Lipase dan Suhu Reaksi Gliserolisis untuk Mensintesis Monogliserida dari Minyak Jelantah". Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan konsentrasi enzim dan suhu optimum dalam proses gliserolisis guna menghasilkan monogliserida dari minyak goreng bekas.

MATERI DAN METODE

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi hot plate, pengaduk magnetik, labu leher tiga, termometer, pendingin vertikal, corong pisah, serta rotary vacuum evaporator. Bahan yang digunakan terdiri atas minyak jelantah yang diperoleh dari sisa penggorengan kerupuk pada UMKM, arang aktif berbahan batok kelapa (Daewoo), enzim lipase *Aspergillus* spp. (Kisbiokim), gliserol 98% (Sentra Teknosains Indonesia), etanol, aseton, NaOH, dan n-butanol (Merck).

Pada penelitian ini, Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial digunakan. Variabel A menunjukkan konsentrasi enzim 6%, 9%, dan 12%; variabel B menunjukkan suhu reaksi gliserolisis pada 30°C, 40°C, dan 50°C, masing-masing dengan tiga kali ulangan. Analisis varians (ANOVA) digunakan untuk menganalisis data yang dikumpulkan. Uji Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT) dapat dilakukan lagi jika hasil analisis menunjukkan perbedaan yang nyata.

Pemurnian minyak Jelantah

Sebanyak 9 liter minyak jelantah dimurnikan melalui proses penyaringan untuk memisahkan kotoran. Minyak yang telah disaring kemudian dipanaskan hingga mencapai suhu sekitar ± 50 °C. Setelah suhu yang diinginkan tercapai, ditambahkan arang aktif sebanyak 10% dari berat minyak. Pengadukan dilakukan selama 20 menit, kemudian direndam selama 48 jam dan disaring dengan kertas saring Whatman No. 42. Setelah selesai, minyak yang telah dimurnikan siap untuk digunakan.

Pengujian Aktivitas Enzim Lipase

Enzim lipase sebanyak 1 ml ditambahkan akuades 25 ml dan minyak jelantah 0,5 ml. Campuran tersebut kemudian diinkubasi pada suhu 30°C, 40°C, 50°C dan 60°C selama 60 menit. Setelah proses inkubasi selesai, ditambahkan etanol-aseton (1:1) sebanyak 1 ml, kemudian dihomogenkan. Sebanyak 10 mL campuran diambil menggunakan pipet, kemudian dimasukkan ke dalam gelas Erlenmeyer dan ditambahkan 1–2 tetes indikator PP 1% dan diaduk hingga homogen. Larutan kemudian dititrasi dengan NaOH 0,04 N hingga terjadi perubahan warna menjadi merah muda yang stabil setelah pengocokan selama 1 menit. Volume NaOH yang terpakai dicatat. Aktivitas lipase dihitung menggunakan rumus berikut ini:

$$\text{Aktivitas lipase (U/ml)} = \frac{(A-B) \times N \times 1000}{V_{\text{enzim}} \times t} \quad (1)$$

Keterangan:

A = Vol. NaOH pada sampel (ml)

B = Vol. NaOH pada blangko (ml)

N = Normalitas NaOH

V enzim = Vol. enzim (ml)

t = Waktu inkubasi reaksi enzimatis (menit)

1000 = Nilai konversi dari mmol kedalam satuan μmol

Prosedur Sintesis Monogliserida

Sebanyak 300 ml minyak jelantah dimasukkan dalam labu leher tiga kemudian dimasukkan pelarut n-butanol 60 ml. Selanjutnya, minyak direaksikan dengan gliserol dengan perbandingan 1:3. Campuran larutan dipanaskan sambil terus diaduk sampai suhu perlakuan tercapai. Ketika suhu tercapai, selanjutnya ditambahkan enzim lipase dengan konsentrasi 6%, 9%, 12%. Proses reaksi gliserolisis dilakukan selama 3 jam setelah hasil reaksi selesai didiamkan dan ditunggu agar dingin. Akan terbentuk dua lapisan, yaitu lapisan atas berupa produk lipid (monogliserida, digliserida, trigliserida, dan pelarut) dan lapisan bawah, yaitu sisa gliserol. Pemisahan sisa gliserol dengan hasil reaksi dilakukan menggunakan corong pisah, sedangkan sisa pelarut dapat dipisahkan menggunakan *rotary vacuum evaporator*.

Selanjutnya dilakukan pemurnian terhadap hasil reaksi menggunakan alkohol 70%. Senyawa polar seperti monogliserida akan larut dalam alkohol, sedangkan senyawa nonpolar seperti trigliserida akan terpisah dan membentuk fase yang berbeda. Hasil reaksi dipisahkan dengan *rotary vacuum evaporator* untuk menghilangkan alkohol dari monogliserida.

Nilai HLB (*Hydrophylic Lipophylic Balance*)

HLB merupakan parameter yang digunakan untuk menunjukkan perbandingan antara bagian hidrofilik dan lipofilik dalam suatu surfaktan. Metode yang digunakan adalah metode Griffin dengan rumusnya sebagai berikut:

$$HLB = 20 \times \left(1 - \frac{\text{bilangan penyabunan}}{\text{Bilangan asam dari asam oleat}} \right) \quad (2)$$

Kadar Monogliserida (Masyhura, 2015)

Minyak jelantah ditimbang sebanyak 0,5 g, dimasukkan ke dalam erlenmeyer, dan dilarutkan dengan kloroform 20 ml, kemudian ditambahkan asam periodat 35 ml, lalu homogen larutan tersebut. Dinding bagian dalam erlenmeyer dibilas dengan asam asetat glasial 3 ml, kemudian campuran diamkan pada suhu 35°C selama 30 menit. Sebanyak 10 mL larutan KI 10% ditambahkan, lalu dititrasi menggunakan Na-tiosulfat hingga warna cokelat hilang. Setelah itu, ditambahkan indikator amilum hingga larutan berubah menjadi biru, dan titrasi dilanjutkan sampai warna biru tersebut menghilang. Kadar monogliserida dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{Monogliserida} = \frac{(V_0 - V_1) A \times Mr}{M \times 10} \quad (3)$$

Keterangan:

- V0 = Volume titrasi blangko (ml)
- V1 = Volume titrasi sampel (ml)
- A = Normalitas natrium thiosulfat
- M = Massa sampel (gram)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Minyak Jelantah

Minyak jelantah yang akan dimurnikan terlebih dahulu diuji karakteristik fisik dan kimianya. Minyak jelantah memiliki sifat fisik berupa warna yang gelap dan bau tengik (khas minyak jelantah), sedangkan sifat fisik minyak goreng sawit berdasarkan SNI 7709:2019 yaitu kadar air dan kadar asam lemak bebas. Pemurnian minyak jelantah dengan adsorben arang aktif bertujuan untuk mendapatkan minyak dengan karakteristik lebih baik secara fisik maupun kimia. Proses pemurnian ini menggunakan arang aktif yang berasal dari batok kelapa dengan ukuran 30 mesh. Karakteristik minyak jelantah sebelum dan sesudah pemurnian disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Minyak Jelantah

Parameter	SNI 7709:2019	Sebelum Pemurnian	Sesudah Pemurnian
Bau	Normal	Tidak normal	Tidak normal
Warna	Normal	Tidak normal	Normal
Kadar air (%)	Maks 0,1	0,70	0,22
Asam lemak bebas (%)	Maks 0,3	1,81	1,37

Hasil pengujian pada Tabel 1 menunjukkan bahwa minyak jelantah yang digunakan pada penelitian ini tidak memenuhi persyaratan SNI 7709:2019. Selama proses penggorengan, suhu dan waktu menyebabkan oksidasi, hidrolisis, dan polimerisasi, yang mengubah dan

merusak minyak secara fisik dan kimia. Kadar air pada minyak jelantah berada pada kisaran 0,70% dan sudah tidak memenuhi persyaratan SNI 7709:2019 (BSN, 2019). Kandungan air ini umumnya berasal dari bahan pangan. Selama proses penggorengan, air akan menguap dari bahan pangan, sedangkan sebagian kecil akan terperangkap di dalam minyak. Air yang tidak sepenuhnya menguap ini menyebabkan kadar air meningkat, terutama jika minyak terus-menerus digunakan tanpa diganti.

Kandungan air yang tinggi dalam sampel minyak jelantah dapat menyebabkan pembentukan asam lemak bebas melalui proses hidrolisis. Berdasarkan penelitian Khoirunnisa et al. (2019), hidrolisis tersebut terjadi akibat kehadiran air yang berasal dari bahan makanan selama proses penggorengan. Pada suhu tinggi, air akan menghidrolisis trigliserida, menghasilkan asam lemak bebas. Menurut data analisis, kadar asam lemak bebas minyak jelantah mencapai 1,81%, lebih tinggi dari standar kualitas minyak goreng kelapa sawit.

Kadar air dan asam lemak bebas dalam minyak jelantah setelah proses pemurnian dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain jumlah karbon aktif, ukuran partikel adsorben, serta lama waktu adsorpsi. Menurut Al Qory et al. (2021), karbon aktif memiliki kemampuan untuk menyerap air yang terdapat dalam minyak. Hasil percobaan menunjukkan bahwa penambahan arang aktif sebanyak 10% mampu menurunkan kadar air dari 0,70% menjadi 0,22%. Sementara itu, Turon et al. (2003) menyatakan bahwa kadar air optimum bagi aktivitas enzim lipase dalam mengkatalisis reaksi berada pada kisaran 0,5%.

Menurut Muzakhar et al. (2024), kadar asam lemak bebas maksimal pada reaksi gliserolisis adalah 3%. Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai asam lemak bebas turun dari 1,81% menjadi 1,37%, menunjukkan bahwa penggunaan karbon aktif hanya dapat mengurangi sedikit jumlah asam lemak bebas dalam minyak jelantah. Proses terjadi ketika minyak berinteraksi dengan karbon aktif, yang menyebabkan asam lemak bebas mendekati arang aktif, berpindah dari minyak ke karbon aktif, lalu menyebar dan menempel di dinding pori atau permukaan arang aktif. Studi oleh Insani et al. (2024) menunjukkan bahwa pemurnian minyak jelantah dengan karbon aktif secara efektif mengurangi kadar asam lemak bebas pada minyak.

Pengujian Aktivitas Enzim Lipase

Kemampuan enzim lipase untuk menghidrolisis minyak atau lemak dalam jumlah waktu tertentu dikenal sebagai aktivitas enzim lipase. Suhu akan meningkatkan laju reaksi hingga mencapai titik optimalnya. Tujuan dari pengujian aktivitas enzim lipase ini adalah untuk mengetahui suhu yang paling cocok untuk enzim lipase terhadap minyak jelantah setelah pemurnian. Tabel 2 menunjukkan hasil pengujian aktivitas enzim lipase.

Tabel 2. Aktivitas enzim Lipase

Suhu	Rata-rata (U/ml)±SD
30°C	1,86±0,057
40°C	2,10±0,100
50°C	1,63±0,057
60°C	1,56±0,057

Hasil pengujian menunjukkan bahwa pada suhu 40°C enzim lipase bekerja paling optimum dengan aktivitas sebesar 2,1 unit/ml. Hasil ini sejalan dengan penelitian Djarkasi et al. (2017), suhu optimum aktivitas lipase diperoleh pada suhu 40°C. Aktivitas lipase akan meningkat pada suhu 40°C karena telah mencapai suhu optimumnya dan kemudian mengalami penurunan setelah melewati suhu optimum. Pada suhu 30°C, aktivitas enzim sebesar 1,86 unit/ml. Kemudian, setelah mencapai suhu optimum 40°C, aktivitas enzim mengalami penurunan pada suhu 50°C, yaitu 1,63 unit/ml. Kemudian, perlahan pada suhu 60°C aktivitas enzim menjadi 1,56 unit/ml.

Pada suhu 30°C, kondisi suhu masih tergolong rendah. Interaksi antara minyak (substrat) dengan enzim lipase masih rendah sehingga jumlah produk yang terbentuk masih sedikit. Pada suhu 40°C, tumbukan yang terbentuk antara enzim lipase dan substrat lebih efektif sehingga produk terbentuk dengan mudah dan hasilnya pun meningkat. Suhu di atas 40°C mengurangi fungsi enzim karena enzim mengalami denaturasi, membuat substrat sulit terikat pada bagian aktif enzim lipase.

Analisis Monogliserida

Parameter seperti kadar air, nilai keasaman, angka penyabunan, angka iodin, HLB, dan kandungan monogliserida diuji. Hasil analisis varians menunjukkan bahwa tidak ada hubungan antara kedua faktor yang diuji ($F_{hitung} < F_{tabel} 5\%$), artinya H_0 diterima dan H_1 ditolak. Konsentrasi enzim dan suhu reaksi gliserolisis berbeda nyata pada taraf 5% terhadap kadar air, angka asam, angka penyabunan, dan HLB monogliserida (Tabel 3). Namun, konsentrasi enzim dan suhu reaksi gliserolisis memperlihatkan interaksi ($F_{hitung} > F_{tabel} 5\%$) terhadap angka iodi dan kadar monogliserida (Gambar 1 dan 2).

Tabel 3. Kadar Air Monogliserida dari Minyak Jelantah

Konsentrasi Enzim	Kadar Air (%)	Angka Asam (mg KOH/g)	Angka Penyabunan (mg KOH/g)	HLB
6%	0,71 ± 0,03 ^b	0,83 ± 0,03 ^a	17,14 ± 2,67 ^b	18,27 ± 0,27 ^a
9%	0,65 ± 0,03 ^a	0,85 ± 0,03 ^a	14,59 ± 4,10 ^a	18,53 ± 0,41 ^b
12%	0,61 ± 0,01 ^a	0,89 ± 0,01 ^b	14,02 ± 4,10 ^a	18,58 ± 0,41 ^b
Suhu Reaksi Gliserolisis	Kadar Air (%)	Angka Asam (mg KOH/g)	Angka Penyabunan (mg KOH/g)	HLB
30°C	0,68 ± 0,06 ^b	0,88 ± 0,02 ^b	17,45 ± 0,39 ^b	18,24 ± 0,04 ^a
40°C	0,66 ± 0,06 ^{ab}	0,87 ± 0,03 ^{ab}	11,16 ± 2,66 ^a	18,87 ± 0,07 ^b
50°C	0,63 ± 0,04 ^a	0,83 ± 0,04 ^a	17,14 ± 2,02 ^b	18,27 ± 0,20 ^a
KK	6%	4%	10%	1%

Keterangan: KK = Koefisien Keragaman. Huruf yang sama mengindikasikan bahwa perbedaannya tidak signifikan, sedangkan huruf yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan signifikan pada taraf 5% berdasarkan uji DNMRT.

Kadar air

Tabel 3 menunjukkan bahwa kadar air monogliserida mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya kadar enzim lipase yang berperan sebagai katalis. Hal ini sejalan dengan penelitian Hunaifi (2011) ketika konsentrasi enzim lipase ditingkatkan maka terjadi penurunan nilai kadar air. Penurunan ini disebabkan oleh enzim lipase yang membutuhkan air yang cukup untuk mendapatkan lingkungan yang sesuai dalam reaksi hidrolisis, namun juga tidak berlebihan karena kandungan air yang tinggi dapat memengaruhi aktivitas air (a_w) (Sholeha & Agustini, 2021).

Peningkatan suhu menunjukkan kadar air mengalami penurunan. Menurut penelitian Nurfiqih *et al.* (2021), hal ini disebabkan karena air adalah zat yang dapat mengalami penguapan pada waktu tertentu dan seiring dengan terjadinya peningkatan suhu, air yang terkandung dalam monogliserida semakin sedikit sehingga nilai kadar air pun menurun. Nilai kadar air monogliserida yang diperoleh berada pada kisaran 0,60-0,74%, cukup rendah dan telah memenuhi syarat monogliserida komersial yaitu $\leq 2\%$ (Prakoso & Sakanti, 2007). Rendahnya nilai kadar air menunjukkan mutu monogliserida yang diperoleh semakin baik, karena keberadaan air dalam produk pangan tinggi lemak dapat mempercepat terjadinya reaksi hidrolisis sehingga terjadi penurunan kualitas produk.

Angka Asam

Peningkatan angka asam terjadi saat konsentrasi katalis ditingkatkan (Tabel 3). Hal ini disebabkan karena enzim lipase memiliki kemampuan dalam menghidrolisis trigliserida. ketika konsentrasi enzim lipase ditingkatkan maka lipase akan menghidrolisis ikatan ester trigliserida sehingga diperoleh monogliserida, digliserida dan asam lemak bebas (Hasibuan & Ijah, 2017). Nilai angka asam menunjukkan bahwa enzim lipase adalah salah satu komponen yang memiliki kemampuan untuk meningkatkan jumlah asam lemak bebas, menurut Mulyani dan Sujarwanta (2017).

Peningkatan suhu dalam proses gliserolisis cenderung menurunkan nilai angka asam. Ini sejalan dengan temuan Dimawarnita et al. (2021), yang menyatakan bahwa jumlah asam yang dihasilkan berkorelasi negatif dengan suhu. Kondisi ini menunjukkan bahwa asam lemak oleat telah terkonversi menjadi monogliserida sehingga jumlah asam lemak bebas berkurang. Penurunan angka asam juga berkaitan dengan kadar air, di mana kadar air yang tinggi dapat meningkatkan pembentukan asam lemak bebas. Ulfindrayani dan Ayuni (2018) menjelaskan bahwa air berperan dalam memicu terbentuknya asam lemak bebas melalui reaksi hidrolisis. Oleh karena itu, kadar air dalam monogliserida diharapkan serendah mungkin. Jika kadar air tinggi, maka air dapat menghidrolisis minyak dan meningkatkan kadar asam lemak bebas. Berdasarkan Prakoso dan Sakanti (2007), monogliserida yang dihasilkan dalam penelitian ini memenuhi standar asam yaitu maksimum 6 mg KOH/g.

a. Angka Penyabunan

Peningkatan konsentrasi enzim dapat menurunkan nilai angka penyabunan (Tabel 3). Sejalan dengan penelitian Sari (2021), monogliserida memiliki angka penyabunan lebih rendah dibandingkan dengan trigliserida karena hal ini berkaitan dengan jumlah asam lemak (ester) yang dimilikinya. Ketika konsentrasi enzim ditingkatkan maka laju reaksi juga akan meningkat. Trigliserida dalam minyak akan dipecah menjadi digliserida dan monogliserida yang hanya memiliki satu gugus ester. Jumlah gugus ester per gram sampel menurun mengakibatkan KOH yang dibutuhkan berkurang dan nilai angka penyabunan juga mengalami penurunan. Monde et al. (2022) menyatakan bahwa konversi trigliserida dengan bantuan katalis dapat menurunkan nilai angka penyabunan. Nilai angka penyabunan juga dipengaruhi oleh berat molekul minyak. Jika berat molekul minyak besar, maka angka penyabunan juga akan relatif tinggi.

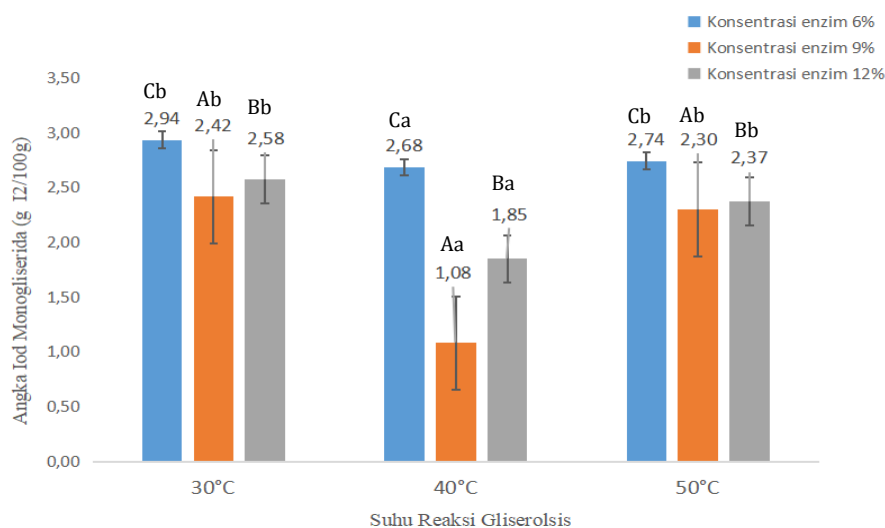
Pada perlakuan suhu, diketahui bahwa angka penyabunan terendah terjadi ketika suhu reaksi gliserolisis 40 °C. Angka penyabunan mengalami penurunan pada suhu 40°C karena berdasarkan uji aktivitas enzim yang telah dilakukan enzim lipase paling optimal bekerja pada suhu tersebut, saat suhu optimal enzim lipase lebih efisien menghidrolisis trigliserida akibatnya gugus ester menurun demikian juga angka penyabunan juga mengalami penurunan

b. Angka Iod

Angka iod merupakan salah satu parameter untuk menentukan kualitas dari monogliserida yang diperoleh. Angka iod menunjukkan derajat ketidakjenuhan atau banyaknya ikatan rangkap dalam molekul asam lemak bebas yang menyusun monogliserida. Angka iod monogliserida dari minyak jelantah dapat dilihat pada Gambar 1.

Banyaknya jumlah iod yang terserap menunjukkan tingkat ketidakjenuhan atau jumlah ikatan rangkap pada monogliserida. Nilai angka iod terendah terjadi pada suhu 40°C. Hal ini dipengaruhi oleh suhu optimum pada enzim lipase. Enzim paling optimal bekerja pada suhu tersebut sehingga paling efisien menghidrolisis trigliserida yang menghasilkan monogliserida dengan ikatan rangkap yang lebih rendah akibat terjadinya reaksi enzimatik dan proses gliserolisis. Penelitian Prihastuti (2008) menyatakan ketika terjadi penurunan angka iod maka dapat diketahui bahwa ikatan rangkap menurun akibat proses reaksi sehingga menghasilkan gliserol monooleat. Penelitian Prakoso & Sakanti (2007), nilai angka iod pada monogliserida

komersial maksimal adalah 3 I₂/100 g, maka nilai angka iod pada penelitian ini telah memenuhi kriteria yang ditentukan.



Gambar 1. Angka Iod Monogliserida dari Minyak Jelantah

Keterangan: KK = Koefisien Keragaman. SD = Standar Deviasi. Pada taraf nyata 5% DNMR, angka pada kolom dan baris yang sama diikuti oleh huruf kapital dan kecil yang sama yang tidak nyata.

c. HLB (*Hydrophylic Lipophylic Balance*)

HLB adalah suatu nilai yang digunakan untuk menunjukkan keseimbangan sifat hidrofik lipofilik dalam suatu sistem emulsi. Tabel 3 memperlihatkan bahwa semakin tinggi nilai HLB (sekitar 10–20), emulsifier tersebut akan bersifat hidrofilik; sebaliknya, jika nilai HLB semakin rendah, maka emulsi akan memiliki sifat lipofilik. Perhitungan HLB menggunakan metode Griffin yang menggunakan sistem angka.

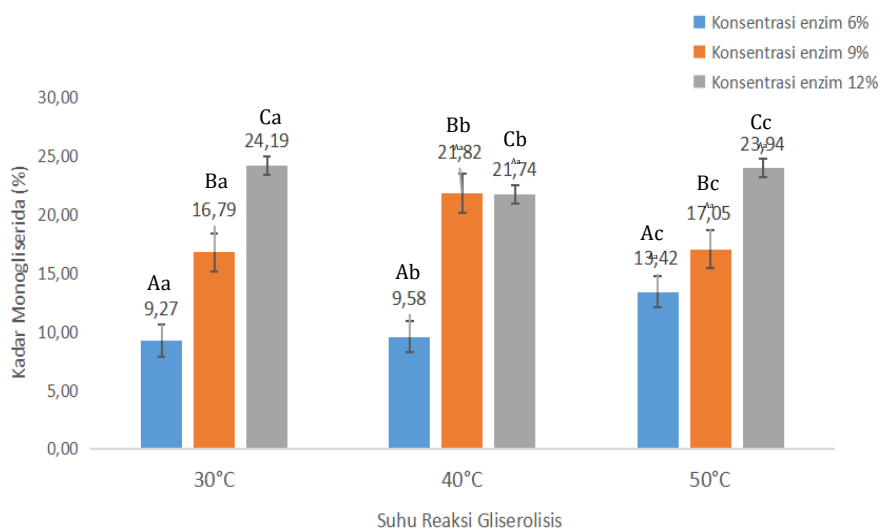
Nilai HLB pada monogliserida mengalami peningkatan ketika konsentrasi enzim lipase ditingkatkan. Hal ini disebabkan karena konversi trigliserida pada minyak jelantah menjadi monogliserida meningkat. Monogliserida adalah senyawa turunan minyak yang terdiri dari gugus hidroksil (-OH), lebih cenderung hidrofilik daripada digliserida dan trigliserida, konversi monogliserida yang lebih besar juga akan meningkatkan nilai HLB (Permatasari et al., 2021).

Peningkatan nilai HLB memiliki korelasi terbalik dengan angka penyabunan. Angka penyabunan yang mengalami penurunan menandakan bahwa trigliserida telah terpecah menjadi monogliserida, sehingga jumlah ester yang tersabunkan menurun, sedangkan nilai HLB meningkat karena jumlah ester menurun dan gugus hidroksil meningkat, yang akan menyebabkan sifatnya cenderung hidrofilik. Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai HLB pada penelitian ini berada pada kisaran 18 sejalan dengan penelitian Putri et al. (2018), nilai HLB yang diperoleh berada pada range 8-18 yang berarti tergolong pada emulsi oil in water (o/w) yang dibuktikan dengan tingginya nilai HLB pada monogliserida.

d. Kadar Monogliserida

Analisis kadar monogliserida dilakukan untuk mengetahui komponen monogliserida yang diperoleh pada reaksi gliserolisis. Gambar 2 memperlihatkan bahwa kadar monogliserida tertinggi terdapat pada perlakuan A3B1 (konsentrasi enzim 12% dan suhu reaksi gliserolisis 30°C) yaitu sebesar 12,09%, sedangkan kadar monogliserida terendah terdapat pada perlakuan A1B1 (konsentrasi enzim 6% dan suhu reaksi gliserolisis 30°C). Besarnya kadar monogliserida menunjukkan besarnya trigliserida yang terkonversi menjadi monogliserida. Konsentrasi enzim lipase ditingkatkan, menyebabkan terjadinya peningkatan kadar monogliserida. Anshori et al. (2020) menyatakan bahwa enzim lipase mampu

mempercepat reaksi gliserolisis sehingga kadar monogliserida lebih tinggi. Peningkatan suhu pada reaksi gliserolisis juga berpengaruh terhadap kadar monogliserida. Peningkatan suhu menyebabkan terjadinya peningkatan laju reaksi, serta energi kinetik dari molekul menjadi meningkat. Peningkatan suhu menyebabkan molekul-molekul pereaktan dapat bergerak lebih aktif sehingga terjadi tumbukan yang menyebabkan kadar monogliserida yang terbentuk lebih besar (Purwaningtyas et al., 2015). Pada konsentrasi enzim 12% dan suhu reaksi 40 °C terjadi penurunan kadar monogliserida yang disebabkan oleh keadaan lingkungan pada saat reaksi terganggu sehingga aktivitas enzim lipase terganggu dan kadar monogliserida menurun. Adanya inhibisi selama reaksi berlangsung, dapat mengganggu proses penggabungan substrat pada sisi aktif enzim, yang mempengaruhi hasil pada produk akhir (Sholeha & Agustini, 2021).



Gambar 2. Kadar Monogliserida dari Minyak Jelantah

Keterangan: KK = Koefisien Keragaman. SD = Standar Deviasi. Angka-angka pada kolom dan baris yang sama diikuti oleh huruf kapital dan kecil yang sama berbeda tidak nyata pada taraf nyata 5% DNMRT

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil membuktikan bahwa minyak jelantah memiliki potensi sebagai bahan baku alternatif untuk mensintesis monogliserida. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat interaksi antara penambahan konsentrasi enzim lipase dan suhu reaksi gliserolisis pada angka iod dan kadar monogliserida, tetapi tidak terdapat interaksi antara penambahan konsentrasi enzim dan suhu reaksi gliserolisis pada kadar air, angka asam, angka penyabunan, dan HLB monogliserida. Perlakuan terbaik terdapat pada konsentrasi enzim lipase 12% dan suhu reaksi gliserolisis 30°C menghasilkan kadar monogliserida yang tertinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. (2019). SNI 7709:2019 tentang *Minyak Goreng Sawit*. Badan Stadarisasi Nasional. Jakarta.
- Al Qory, D. R., Ginting, Z., & Bahri, S. (2021). Pemurnian Minyak Jelantah Menggunakan Karbon Aktif dari Biji Salak (*Salacca zalacca*) Sebagai Adsorben Alami dengan Aktivator H₂SO₄. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 10(2), 26–36.
- Anshori, M., Zakwan., Rahimah. (2020). Perbedaan Kadar Gliserol, Ester, Mono- Dan Digliserida Pada Variasi Perlakuan Refined Bleached Deodorized Palm Oil. *Jurnal Teknik Pengolahan Hasil Perkebunan Kelapa Sawit Dan Karet*, 2(2), 38-42.

- Cahyati, E. D. & Pujaningtyas, L. (2017). *Pembuatan Biodiesel dari Minyak Goreng Bekas dengan Proses Transesterifikasi Menggunakan Katalis KOH*. [Tugas Akhir, Institut Teknologi Sepuluh Nopember].
- Dimawarnita, F., Hambali, E., Panji, T., Muslich, & Faramitha, Y. (2021). Sintesis gliserol ester berbasis asam oleat sawit dan karakteristik sifat fisika kimia. *E-Journal Menara Perkebunan*, 89(2), 135–145. <https://doi.org/10.22302/iribb.jur.mp.v89i2.464>
- Djarkasi, G. S. S., Raharjo, S., & Noor, Z. (2017). Isolasi dan Aktitivitas Spesifik Enzim Lipase Indigenous Biji Kenari Isolation and Specific Activity of Indigenous Lipase Enzyme in Canarium Nut. In *Jurnal Teknologi Pertanian*, 8(1), 28-35.
- Fatimah, E. (2021). Karakteristik dan Peranan Enzim Lipase Pada Produksi Diacylglycerol (DAG) dari Virgin Coconut Oil (VCO). *UNESA Journal of Chemistry*, 10(3), 246–256.
- Fitri, A. S. & Fitriana, Y. A. N. (2019). Analisis Angka Asam pada Minyak Goreng dan Minyak Zaitun. *SAINTEKS*, 16(2), 115–119.
- Hanjarvelianti, S. & Kurniasih, D. (2020). Pemanfaatan Minyak Jelantah dan Sosialisasi Pembuatan Sabun Dari Minyak Jelantah Pada Masyarakat Desa Sungai Limau Kecamatan Sungai Kunyit-Mempawah. *Buletin Al-Ribaath*, 7, 26–30.
- Hasibuan, H. A. & Ijah. (2017). Enzimatik Esterifikasi Menggunakan Lipase Antara Asam Lemak Sawit Destilat Dan Gliserol Untuk Sintesis Triasilgliserol. *Journal of Agro-Based Industry*, 34(2), 58–64.
- Hunaifi, M. N. (2011, February). *Pengaruh lipase Mucor Miehei terhadap aktivitas lipase, kadar air dan kadar lemak Enzyme Modified Cheese*. Repository.Ub.Ac.Id.
- Insani, L.C., Nadia, L., Dianti, A. R., & Triawan, D. A. (2024). Pemurnian Minyak Jelantah Menggunakan Arang Aktif Cangkang Kelapa dan Kulit Pisang Serta Pemanfaatannya Sebagai Lilin Aromaterapi. *Laboratory Journal*, 1(2), 40–47. <https://doi.org/10.33369/jlst.1.2.40-47>
- Jumiati, E. & Nanda, M. (2024). Pemurnian Minyak Goreng Jelantah Menggunakan Karbon Aktif Tempurung Kelapa dengan Aktivasi Fisika. *Jurnal Fisika Unand*, 13(2), 254–260. <https://doi.org/10.25077/jfu.13.2.254-260.2024>
- Khoirunnisa, Z., Wardana, A.S., & Rauf, R. (2019). Angka Asam dan Peroksida Minyak Jelantah dari Penggorengan Lele Secara Berulang. *Jurnal Kesehatan*. 12(2), 81-90.
- Masyhura, M. D. (2015). Peranan Enzim Lipase dari Dedak Padi sebagai Katalis pada Pembentukan Monogliserida Secara Gliserolisis Minyak Inti Sawit dan RBD Stearin. *Jurnal Agrium*, 19(3): 298-302
- Monde, J., Kumalasari, I., Aryani, D., Lutfi, M., & Alfandy, A. (2022). Pengaruh Katalis SiO₂/Al₂O₃ Terhadap Karakteristik Biodiesel Dari Minyak Jelantah. *Jurnal Chemurgy*, 6(2), 80–85. <http://e-journals.unmul.ac.id/index.php/TK>
- Mulyani, H. & Sujarwanta, A. (2017). Kualitas Minyak Jelantah Hasil Pemurnian Menggunakan Variasi Adsorben ditinjau dari Sifat Fisik Minyak. In *JTPHP*, 12(2), 19-29. <http://journals.usm.ac.id/index.php/jtphp/index>
- Muzakhar, S. S. A., Assidiqie, G. I., Siregar, A. S. B., Aparamarta, H. W., Fahmi, F., & Gunawan, S. (2024). Optimization of Esterification in the Synthesis of Surfactants Feedstock from Polar Lipid Fraction of Crude Palm Oil. *Journal of Fundamentals and Applications of Chemical Engineering*, 4(2), 30. <https://doi.org/10.12962/j2964710x.v4i1.19220>

- Nurfiqih, D., Hakim, L., & Muhammad. (2021). Pengaruh Suhu, Persentase Air, dan Lama Penyimpanan Terhadap Persentase Kenaikan Asam Lemak Bebas (ALB) Pada Crude Palm Oil (CPO). *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 10(2), 1–14.
- Permatasari, B. P., Santosa, G. A. B., Kristiana, I., & Sutanti, S. (2021). Pengaruh Penambahan Monogliserida Minyak Kelapa dan Sawit Terhadap Sifat Mekanis Bioplastik Tapioka. *Jurnal Ilmiah Teknik Kimia*, 5(2), 71–79.
- Prakoso, T., & Sakanti, M. M. (2007). Pembuatan monogliserida. *Jurnal Teknik Kimia Indonesia*, 6(3), 689–697. <https://doi.org/10.5614/jtki.2007.6.3.5>
- Prihastuti, H. (2008). *Studi Sintesis Foam Poliuretan dari Gliserol Monooleat*. [Skripsi, Universitas Indonesia]
- Purwaningtyas, E. F., Kasmiyatun, M., & Mulyaningsih, M. S. (2015). Optimization of Glycerolysis Temperature Process for the Synthesis of Monoglyceride-Diglyceride Surfactants Derived from oil of Silkworm Pupae. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan,"* 1–7. www.digilib.its.ac.id
- Putri, C. I. E., Faridah, F., & Amalia, Z. (2018). Monoasilgliserol Berbasis Crude Palm Oil (CPO) Dengan Menggunakan Metode Co-Solvent. *Proceeding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe*, 2(1), 186–188.
- Sari, D. P. (2021). *Penentuan Foaming, Bilangan Asam, Penyabunan, Hydrophylic, Lipophylic Balance dan Tingkat Stabilitas Emulsi dari Sulfaktan Citrus Sinensis Sebagai Bahan Alternatif Chemical Eor*. [Tugas Akhir, Universitas Islam Riau]
- Sholeha, R. & Agustini, R. (2021). Lipase Biji-Bijian dan Karakteristiknya. In *UNESA Journal of Chemistry*, 10(2), 168-183
- Sudaryadi, Panghegar, F., Kristiastomo, T., Radhianshah, T., & Widyarini, P. (2022). *Identifikasi Potensi Ketersediaan dan Model Pengumpulan Minyak Jelantah dari Rumah Tangga dan Usaha Mikro untuk Bahan Baku Biodiesel*. <https://tractionenergy.asia/>
- Turon, F., Caro, Y., Villeneuve, P., Pina, M., & Graille, J. (2003). *Effect of water content and temperature on Carica papaya lipase catalyzed esterification and transesterification reactions*.
- Ulfindrayani, I. F. & Ayuni, Q. (2018). Penentuan Kadar Asam Lemak Bebas Dan Kadar Air Pada Minyak Goreng Yang Digunakan Oleh Pedagang Gorengan Di Jalan Manyar Sabrangan, Mulyorejo, Surabaya. *Journal of Pharmacy and Science*, 3(2), 17–22.