

# Formulasi campuran olein minyak sawit untuk memproduksi *shortening* bebas lemak trans

[Formulation of palm oil olein mixture to produce trans-fat-free shortening]

Mursalin Mursalin<sup>1\*</sup>, Yernisa Yernisa<sup>1</sup>, dan Achmad Hizazi<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Jambi Kampus Pondok Meja Jl. Tribrata Km 11, Jambi

<sup>2</sup> Jurusan Akuntansi Fakultas Ekonomi, Universitas Jambi Kampus Pinang Masak Jl. Raya Jambi-Muara Bulian Km 15 Mendalo Darat, Jambi

\* Email korespondensi : mursalin@unja.ac.id

Diterima : 18 September 2023, Disetujui : 14 Februari 2024. DOI: 10.23960/jthp.v29i1.75-85

## ABSTRACT

*Shortening is a solid fat with the functional properties needed to produce a better texture and appearance for bakery or confectionery products, as well as frying and cooking media. Shortening is made by mixing two or more vegetable oils and then modifying them through a chemical or enzymatic interesterification process. In this research, the raw material for shortening was prepared from a mixture of 2 types of palm oil olein: refined olein (ROL) and mid olein (MOL). This research aimed to determine the optimal ROL and MOL mixture ratio in the chemical interesterification process, which produces shortening with the best quality and specifications. Five levels of ROL/MOL comparison consisting of (100/0), (95/5), (90/10), (85/15), and (80/20) were chemically inter-esterified using a sodium methoxide catalyst under a vacuum of 0.8 bar at a temperature of 110 °C and speed of 500 rpm. The results showed that the increase of MOL in the ROL/MOL formulation tends to increase the shortening melting point. However, increasing MOL did not change the iodine value, and all the ROL/MOL ratios produced shortening with specifications that met the SNI 3718:2018 requirement, and the best ROL/MOL ratio was 80/20.*

*Keywords: chemical interesterification, shortening, sodium methoxide, trans fatty acids*

## ABSTRAK

Mentega putih yang juga dikenal dengan *shortening* adalah lemak padat yang mempunyai sifat fungsional yang dibutuhkan untuk memperbaiki tekstur dan penampilan produk-produk *bakery*, *cake*, *pastry*, bahan pengisi dan pelapis pada produk *confectionery*, dan media penggorengan dan pemasakan. *Shortening* dibuat dengan cara mencampurkan 2 atau lebih minyak nabati lalu dilakukan modifikasi melalui proses interesterifikasi kimia atau enzimatis. Interesterifikasi kimia memerlukan biaya pengadaan alat yang jauh lebih murah dibandingkan dengan interesterifikasi enzimatis karena tidak perlu biaya tambahan untuk daur ulang atau pengkondisian kerja enzim yang spesifik. Pada penelitian ini, bahan baku untuk memproduksi *shortening* disiapkan dari campuran 2 jenis olein minyak sawit, yakni olein hasil fraksinasi RBDPO, yang dikenal dengan nama *refined* olein (ROL), dan olein hasil samping produksi *Palm Mid Fraction*, yang dikenal dengan nama *mid* olein (MOL). Tujuan penelitian adalah menentukan perbandingan campuran ROL dan MOL yang optimal pada proses interesterifikasi kimia yang dapat menghasilkan *shortening* dengan mutu dan spesifikasi terbaik. Lima taraf perbandingan ROL/MOL yang terdiri dari (100/0); (95/5); (90/10); (85/15); dan (80/20) diinteresterifikasi secara kimia menggunakan katalis sodium metoksida pada keadaan vakum 0,8 bar di suhu 110 °C pada kecepatan aduk 500 rpm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi jumlah MOL dalam formulasi ROL/MOL, bilangan iod *shortening* yang dihasilkan relatif tidak berubah tetapi titik lelehnya cenderung semakin meningkat. Berdasarkan bilangan iod, titik leleh, dan profil lemak padatnya, perbandingan ROL dan MOL yang menghasilkan *shortening* dengan spesifikasi paling mendekati SNI 3718:2018 adalah 80/20.

Kata kunci: asam lemak trans, interesterifikasi kimia, mentega putih, sodium metoksida

## Pendahuluan

*Shortening* adalah hasil olahan lemak atau minyak berbentuk semi padat yang dibutuhkan sebagai bahan penolong industri *cakery* (kue basah), *bakery* (kue kering), roti, *pastry*, produk cokelat, dan

*confectionary* (Ahmed et al., 2020). *Shortening* tersedia dalam banyak jenis: a) berdasarkan komposisi, yaitu 100% lemak atau diformulasikan dengan emulsifier tertentu untuk tujuan memberi rasa atau warna atau tujuan khusus lainnya; b) berdasarkan bentuknya, yaitu berwujud cair (*fluid shortenings*), semi padat, dan padat; c) berdasarkan fungsinya, yaitu *shortening* khusus untuk es krim dan topping kue tart (*icing shortening*), bahan pengisi di industri roti (*filler fat shortenings*), *shortening* khusus untuk roti (*bread shortening*), dan *shortening* untuk menggoreng (*frying shortening*) (Hasibuan et al., 2019; Pehlivanoglu et al., 2018).

Saat ini, interesterifikasi dianggap sebagai alternatif proses pengganti hidrogenasi dalam pembuatan *shortening* (Hasibuan et al., 2019; Sivakanthan & Madhujith, 2020). Melalui interesterifikasi, asam lemak di dalam dan di antara triasilgliserol (TAG) diatur ulang, menghasilkan residu asam lemak yang terdistribusi secara acak di antara TAG (Sendzikienė & Makareviciene, 2021). Berbeda dengan hidrogenasi, interesterifikasi tidak mengubah stabilitas oksidatif asam lemak dan tidak juga menyebabkan terbentuknya isomer pada asam lemak jenuh maupun tak jenuh (Rohm et al., 2018). Melalui interesterifikasi, lemak yang memiliki kristal berukuran besar, bertekstur kasar, dan memiliki titik leleh tinggi dapat diubah menjadi lemak dengan titik leleh lebih rendah, ukuran kristal lebih kecil, lebih plastis, tekstur lebih halus, dan memiliki *mouth feel* yang khas (Utama et al., 2019; Zhang et al., 2021).

Redistribusi asam lemak antar TAG pada minyak selama proses interesterifikasi dapat meningkatkan titik leleh, stabilitas oksidatif, profil SFC, kristalisasi dan reologi lemak. Interesterifikasi juga dapat mengurangi atau menghilangkan asam lemak trans dalam minyak terhidrogenasi parsial dan dapat mengkonfigurasinya menjadi TAG dengan komposisi asam lemak bebas lemak trans yang diinginkan. Interesterifikasi juga dapat meningkatkan konsistensi dan plastisitas lemak padat (Aslam et al., 2021; Chojnacka & Gładkowski, 2018). Interesterifikasi juga dapat meningkatkan stabilitas oksidatif lemak dengan cara menciptakan trigliserida baru yang memiliki kombinasi asam lemak yang lebih stabil. Hal ini membantu memperpanjang umur simpan produk dan mengurangi resiko ketengikan (Singh et al., 2022).

Metode interesterifikasi ada dua macam, yaitu enzimatik dan kimia. Dalam skala kecil dan sistem *batch*, interesterifikasi kimia lebih murah dibandingkan interesterifikasi enzimatik. Tetapi dalam skala besar dan sistem kontinyu, interesterifikasi enzimatis lebih efisien dibandingkan interesterifikasi kimia karena reaksinya lebih spesifik, enzim dapat didaur ulang, dan menghasilkan limbah yang jauh lebih sedikit (Singh et al., 2022; Zhang et al., 2020). Selain menghasilkan produk yang bebas lemak trans, interesterifikasi juga dapat digunakan untuk memperbaiki sifat kristal, menaikkan titik leleh, dan meningkatkan kestabilan lemak selama penyimpanan. Beberapa jenis produk pangan olahan berbasis minyak yang dihasilkan melalui proses interesterifikasi diantaranya adalah margarin, vanaspati, es krim, dan *shortening* (Sumartini et al., 2020; Zhang et al., 2021).

Interesterifikasi kimia adalah teknik yang menjanjikan untuk memodifikasi sifat fisikokimia lipid dengan berbagai aplikasi industri, tanpa produksi isomer trans (Rohm et al., 2018). Selama interesterifikasi kimia, asam lemak dipertukarkan secara acak pada gugus gliserol hingga kesetimbangan termodinamika tercapai. Interesterifikasi kimiawi dapat menyebabkan peningkatan konsistensi dalam fase padat dan juga akan meningkatkan plastisitas lemak (Rudsari et al., 2019; Sivakanthan & Madhujith, 2020). Selain itu, proses ini dapat meningkatkan atau menurunkan titik leleh dan kandungan lemak padat (SFC) dari campuran lemak tergantung pada komposisi triasilgliserol (TAG) awal dari campuran lemak (Motamedzadegan et al., 2020; Siswanti et al., 2021). Interesterifikasi telah digunakan secara komersial untuk menghasilkan berbagai lemak termodifikasi seperti margarin bebas lemak trans dan lemak terstruktur rendah kalori (Sivakanthan & Madhujith, 2020).

Dalam kondisi tunggal, fraksi mana pun dari minyak sawit kurang bagus untuk dijadikan bahan baku *shortening* untuk memproduksi roti dan kue, karena plastisitas dan daya sebar yang buruk dan sifatnya

yang lebih kaku pada suhu kamar (Norizzah et al., 2018). Pencampuran dua atau lebih fraksi minyak sawit atau penambahan dengan minyak nabati lain yang mengandung kristal  $\beta'$  yang lebih kecil dan lebih halus akan memperbaiki perilaku pelelehannya. Kristal  $\beta'$  berkaitan dengan kristal lemak kecil yang bertanggung jawab atas tekstur halus lemak *shortening* dan akan membantu penggabungan beberapa gelembung udara selama prosedur *creaming* (Nguyen et al., 2020; Norizzah et al., 2018).

MOL mengandung asam lemak oleat yang dominan yang diperlukan untuk memberikan stabilitas oksidatif yang baik dan dapat meningkatkan masa simpan produk akhir (Braipson-Danthine & Gibon, 2007). Struktur TAG MOL dengan kandungan asam oleat yang tinggi dan ROL yang dominan dengan stearat dan palmitat ketika diinteresterifikasi dapat menghasilkan TAG baru dengan komposisi yang lebih beragam dan kaya akan palmitooleopalmitin (POP), palmitooleostearin (POS), dan stearooleostearin (SOS) yang merupakan TAG dengan sifat plastisitas tinggi, yang sangat diperlukan untuk memperbaiki sifat fungsional *shortening* dan produk sejenisnya (Hasibuan, 2021). Interesterifikasi menggunakan campuran ROL dan MOL dengan jumlah MOL yang lebih sedikit akan menghasilkan TAG berupa POP, POS, dan SOS yang juga sedikit (cocok untuk produk *shortening*) tetapi pada jumlah MOL yang lebih banyak TAG berupa POP, POS, dan SOS yang dihasilkan juga akan lebih banyak sehingga produk menjadi lebih plastis dan tidak lagi cocok dijadikan *shortening* tetapi lebih sesuai untuk dijadikan *cocoa butter substitute* (CBS).

Penelitian tentang interesterifikasi kimia dalam pembuatan *shortening* sudah cukup banyak (Ahmadi & Marangoni, 2009; Ghotra et al., 2002; Norizzah et al., 2018), tetapi interesterifikasi dan teknik produksi *shortening* menggunakan bahan baku campuran 2 fraksi olein minyak sawit (ROL dan MOL) belum pernah dilaporkan. Penelitian ini merupakan upaya pemanfaatan MOL yang merupakan produk samping pengolahan RBDPO menjadi PMF untuk dijadikan *specialty fat* berupa *shortening* dengan cara mencampurnya dengan ROL. Keberlimpahan ROL sebagai pencampur MOL memberi keuntungan tersendiri dalam produksi *shortening* dengan biaya yang lebih rendah. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui perbandingan campuran ROL dan MOL minyak sawit yang optimal pada proses interesterifikasi kimia sehingga dapat menghasilkan mentega putih dengan kualitas dan spesifikasi yang memenuhi standar SNI 3718:2018.

## Bahan dan metode

### Bahan dan alat

Dua jenis fraksi *olein* minyak sawit, yaitu ROL dan MOL diperoleh dari PT. Multimas Nabati Asahan, Medan merupakan bahan utama yang digunakan pada penelitian ini. Bahan lainnya berupa katalis (sodium asetat 1% dan sodium metoksida), larutan indikator (amilum, KI 10%, dan natrium tiosulfat 0,1 N), bahan kimia untuk analisis (*iso-octane*, sikloheksan, NaOH, asam sitrat, dan lain-lain), bahan pemucat (*bleaching earth* taiko prima), dan gas pembawa untuk analisis GC (oksigen dan helium). Peralatan utama yang dipakai adalah reaktor interesterifikasi dan alat pemurnian produknya. Reaktor interesterifikasi berupa rangkaian labu berleher dua yang ditempatkan di atas hot plate yang dilengkapi dengan magnetic stirrer, salah satu leher labu digunakan untuk menempatkan termometer dan tempat untuk menambahkan katalis dan penghenti reaksi sedangkan leher yang lainnya dihubungkan dengan pompa vakum. Peralatan penunjangnya berupa *waterbath*, timbangan analitik, *stopwatch*, *hot plate*, thermometer, oven, peralatan titrasi, lemari pendingin, *magnetic stirrer 801*, *vortex IKA MS 3*, *glassware*, dan instrumen analisis berupa NMR (*nuclear magnetic resonance*) Bruker Minispec PC 100 untuk mengukur *solid fat content* (SFC) dan kromatografi gas QP2010 Ultra GC-MS (Shimadzu, Kyoto, Japan) untuk mengukur komposisi TAG.

## Metode penelitian

Perlakuan berupa 5 taraf perbandingan ROL/MOL yang terdiri dari (100/0); (95/5); (90/10); (85/15); dan (80/20) diinteresterifikasi secara kimia untuk menghasilkan *shortening* dengan mutu sesuai SNI 3718:2018. Perlakuan diterapkan mengikuti rancangan acak lengkap (RAL), dalam tiga kali pengulangan. Analisis ragam dan uji lanjut dengan *Duncan New Multiple Range Test* (DNMRT) dilakukan untuk memeriksa perbedaan signifikan antara perlakuan yang berbeda dengan tingkat signifikansi 5%.

## Pelaksanaan penelitian

Penelitian dibagi dalam 3 tahap, interesterifikasi, pemurnian, dan karakterisasi produk. Interesterifikasi dilakukan dengan cara mengaduk campuran ROL dan MOL sebanyak 1,5 L selama 1,5 jam menggunakan *magnetic stirrer* dengan kecepatan 500 rpm pada suhu 110 °C dalam reaktor interesterifikasi dalam keadaan vakum 0,8 bar (60 cmHg). Katalis sodium metoksida sebanyak 0,2% b/b ditambahkan setelah 1 jam proses. Tepat 30 menit setelah penambahan katalis, proses dihentikan dengan cara menambahkan larutan asam sitrat 50% sebanyak 0,85% dari total substrat sambil tetap diaduk selama 30 menit. Setelah selesai, campuran ROL dan MOL yang tadinya berwarna bening akan berubah menjadi coklat. Untuk menghilangkan warna coklat, dilakukan proses pemucatan dengan menambahkan *bleaching earth* 1% sambil terus diaduk pada kecepatan 500 rpm selama 30 menit dalam keadaan vakum 0,8 bar di suhu 110 °C untuk memisahkan *bleaching earth* yang telah menyerap warna coklat, proses dihentikan dan produk dikeluarkan dari tabung reaktor lalu dilakukan penyaringan vakum menggunakan kertas *Whatman* (nomor 42). Pemurnian (*refining*) dilaksanakan dalam labu *deodorizer* vakum 0,8 bar yang dipanaskan pada suhu 240 °C selama sejam sambil terus diaduk 500 rpm menggunakan magnetik stirrer. Selanjutnya, *electromantle* (sumber pemanas) dimatikan dan didiamkan hingga suhu turun mencapai 80 °C. baru kondisi vakum dihilangkan.

Parameter berupa profil kandungan lemak padat (*solid fat content, SFC*) ditentukan menggunakan metode AOCS Cd 16b-93 tahun 2017 dengan NMR Bruker Minispec PC 100. Sebelum dianalisis, sampel dilelehkan terlebih dahulu pada suhu 80 °C lalu dimasukkan ke dalam tabung NMR dengan menggunakan pipet tetes sebanyak 2,5 mL (setinggi *dry block*), lalu dipanaskan pada suhu 60 °C selama 30 menit pada alat pemanas kering. Setelah itu sampel disimpan pada suhu 0 °C selama 90 menit, selanjutnya sampel disimpan selama 40 jam pada suhu 26 °C. Sampel disimpan lagi pada suhu 0 °C selama 90 menit. Setelah itu sampel diinkubasi pada suhu 10, 20, 25, 30, 35 dan 40 °C selama 60 menit. Setelah inkubasi, sampel siap dianalisis. Kalibrasi NMR menggunakan standar SFC 0%, 31,5% dan 72,9%.

Titik leleh dalam bentuk *slip melting point (SMP)* ditentukan menggunakan metode AOCS Cc 3-25 tahun 2005. Sampel yang telah disaring dilelehkan dan dimasukkan ke dalam tabung kapiler (3 buah) setinggi 1 cm. Selanjutnya disimpan dalam *refrigerator* pada suhu 4-10°C selama 16 jam. Tabung kapiler diikatkan pada termometer dan termometer tersebut dimasukkan ke dalam gelas kimia (600 mL) berisi air (sekitar 300 mL). Suhu air dalam gelas kimia diatur pada suhu 8 – 10 °C di bawah titik leleh sampel dan suhu air dipanaskan pelan-pelan (dengan kenaikan 0.5 °C – 1 °C/menit) dengan pengadukan (*magnetic stirrer*). Pemanasan dilanjutkan dan suhu diamati dari saat sampel meleleh sampai sampel naik pada tanda batas atas. *Slip melting point* dihitung berdasarkan rata-rata suhu dari ketiga sampel yang diamati.

Komposisi triasilgliserol ditentukan dengan metode AOCS Ce 5b-89 tahun 2003 menggunakan kromatografi gas QP2010 Ultra GC-MS. Sebelum dianalisis, sampel dicairkan terlebih dahulu dengan cara memanaskannya pada suhu 60 °C. sementara itu, GC-MS juga telah dikondisikan sehingga dapat berfungsi dengan baik. Sampel sebanyak 0,02 – 0,03 g dimasukkan ke dalam *glass sample chromatography* 2 mL menggunakan *microlit* lalu ditambahkan 1,5 mL larutan iso-oktana, ditutup, dan dihomogenisasi

menggunakan vortex. Setelah itu, sampel diinjeksikan ke GC dan jenis triasilgliserol ditentukan berdasarkan waktu retensi yang dibandingkan dengan standar.

Bilangan iod ditentukan menggunakan metode AOCS Cd 1d-92 tahun 1997, dilakukan dengan cara menyiapkan sampel yang akan diuji dalam keadaan cair dan ditimbang sebanyak 0,17 g dalam erlenmeyer bertutup kapasitas 250 mL. Kemudian ditambahkan 10 mL sikloheksan dan 10 mL Wijs kemudian dihomogenisasi dengan cara menggoyangkannya. Setelah itu ditambahkan 1,5 mL katalis (sodium asetat 1% dalam larutan *asetil acid*), disimpan dalam ruang gelap selama 5 menit, lalu ditambahkan 10 mL larutan KI kemudian ditambahkan juga 100 mL akuades. Selanjutnya dititrasi dengan natrium tiosulfat 0,1 N sampai warna kuning mulai menghilang dan berubah menjadi kuning pucat, kemudian ditambahkan 1-2 mL larutan kanji (Amilum 1%) dan titrasi dilanjutkan hingga warna biru menjadi hilang. Volume titran yang habis dicatat sebagai Vs. Penetapan nilai blanko (Vb) dilakukan dengan cara yang sama tetapi tanpa menggunakan sampel. Bilangan iod (IV) ditentukan menggunakan rumus:

$$IV = \frac{(Vb - Vs) \times N \times 12,691}{W}$$

dimana Vs adalah volume natrium tiosulfat untuk titrasi sampel (mL), Vb adalah volume natrium tiosulfat untuk titrasi blanko (mL), N adalah normalitas natrium tiosulfat, dan W adalah berat sampel (g).

## Hasil dan pembahasan

### Bilangan iod

Bilangan iod merupakan salah satu karakteristik mutu lemak yang dapat digunakan untuk melihat kestabilannya dari pengaruh oksidasi selama penyimpanan. Semakin rendah bilangan iod suatu lemak maka semakin stabil minyak tersebut dari kerusakan oksidatif. Karena lemak tersebut berarti tersusun dari asam lemak-asam lemak dengan ikatan rangkap yang lebih sedikit sehingga peluangnya untuk teroksidasi lebih rendah dan lemak ini dapat bertahan lebih lama sebelum mengalami oksidasi yang merugikan (Geng et al., 2023). Bilangan iod *shortening* yang dihasilkan dari berbagai perbandingan ROL dan MOL disajikan dalam Tabel 1.

**Tabel 1.** Bilangan iod *shortening* pada berbagai formulasi ROL/MOL

Perbandingan ROL/MOL	Bilangan iod (Wijs)
100/0	57,67±0,13
95/5	57,20±0,13
90/10	56,88±0,46
85/15	56,48±0,46
80/20	56,28±0,87
Standard (SNI 3718:2018)	54 – 58
ROL	57,61
MOL	50,70

Analisa ragam menunjukkan bahwa perbedaan formulasi ROL dan MOL dalam pembuatan *shortening* dengan metode interesterifikasi kimia tidak menyebabkan perubahan bilangan iod secara nyata ( $p > 0,05$ ). Tabel 1 memperlihatkan bahwa *shortening* yang dihasilkan dengan cara interesterifikasi kimia dari bahan campuran ROL dan MOL pada semua perbandingan memiliki bilangan iod yang relatif tidak berbeda satu sama lainnya. Hal ini mengindikasikan bahwa interesterifikasi kimia pada penelitian ini tidak menyebabkan produk yang dihasilkan mengalami perubahan bilangan iod. Hal ini dapat diartikan bahwa redistribusi asam lemak yang terjadi antar TAG walaupun terjadi secara acak tetapi secara akumulatif tidak merubah komposisi asam lemak jenuh/tak jenuh TAG secara signifikan karena pertukarannya berlangsung secara



seimbang. Transesterifikasi ini tidak mengakibatkan perubahan jumlah ikatan rangkap pada TAG penyusun minyak di akhir proses. Hal ini sejalan dengan yang dikemukakan oleh (Motamedzadegan et al., 2020), bahwa perbedaan bilangan iod pada produk interesterifikasi lebih ditentukan oleh perbedaan perbandingan campuran lemak yang digunakan, bukan oleh proses interesterifikasi itu sendiri. Informasi lainnya yang dapat diambil dari Tabel 1 bahwa semua formulasi campuran ROL dan MOL dalam penelitian ini ternyata menghasilkan *shortening* dengan bilangan iod yang sesuai dengan standar yang ditetapkan SNI 3718:2018.

### Titik leleh (SMP)

Titik leleh merupakan salah satu karakteristik mutu utama *shortening*. Dalam standar SNI 3718:2018 titik leleh *shortening* ditetapkan antara 37-41 °C. Titik leleh *shortening* pada berbagai perbandingan ROL dan MOL disajikan dalam Tabel 2. Analisa ragam menunjukkan bahwa perbedaan formulasi ROL dan MOL dalam pembuatan *shortening* tidak berpengaruh nyata terhadap titik leleh *shortening* yang dihasilkan. Titik leleh pada lemak adalah informasi yang menunjukkan sifat pelelehan dan tampilan minyak pada rentang suhu tertentu. Pada suhu yang lebih tinggi dari titik lelehnya, lemak akan berwujud cair dan bening tetapi pada suhu yang lebih rendah lemak akan terkristal dan berwujud padat dengan tampilan keruh hingga berwarna putih.

**Tabel 2.** Titik leleh (°C) *shortening* pada berbagai formulasi ROL/MOL

Perbandingan ROL/MOL	Titik leleh (SMP) [°C]
100/0	38,40±0,40
95/5	37,90±0,46
90/10	38,20±0,60
85/15	38,53±0,70
80/20	38,67±0,76
Standard (SNI 3718:2018)	37 - 41
ROL	19,80
MOL	20,73

Tabel 2 menunjukkan bahwa *shortening* yang dihasilkan pada penelitian ini memiliki SMP berkisar antara 37,90-38,67 °C, yang nilainya jauh lebih tinggi dari SMP bahan baku awalnya (19,80-20,73 °C). Meningkatnya titik leleh *shortening* dari titik leleh ROL dan/atau MOL diperkirakan karena interesterifikasi telah menyebabkan perubahan komposisi TAG yang berpengaruh terhadap titik leleh produk. Peningkatan titik leleh ini disebabkan oleh terbentuknya TAG baru dengan titik leleh yang lebih tinggi, misalnya palmitat-oleat-palmitat (POP) yang memiliki titik leleh 37 °C dan palmitat-palmitat-palmitat (PPP) yang memiliki titik leleh 66 °C. Jadi, perubahan konfigurasi trigliserida akibat penataan ulang asam lemak pada setiap posisi molekul TAG selama reaksi interesterifikasi lah yang menyebabkan terjadinya peningkatan titik leleh *shortening* yang dihasilkan (Che Man et al., 2003; Lestari et al., 2021).

Menurut Norizzah et al. (2018), selama interesterifikasi, asam lemak dipertukarkan di dalam dan antar TAG hingga kesetimbangan termodinamika tercapai. Sebaliknya interaksi antar molekul TAG dalam campuran dan penataan ulang TAG interesterifikasi akan mempengaruhi struktur polimorfisme lemak yang terbentuk. Perubahan polimorfisme mempengaruhi sifat leleh dan perilaku kristalisasi lemak. Struktur ini bersifat spesifik dan variatif tergantung pada banyaknya TAG yang melakukan interaksi. Perubahan titik leleh produk interesterifikasi menunjukkan intensivitas pertukaran asam lemak yang terjadi dalam bahan baku untuk membentuk TAG baru (Norizzah et al., 2018). Bagaimanapun juga, semua formulasi campuran ROL dan MOL pada penelitian ini menghasilkan *shortening* dengan titik leleh yang memenuhi standar yang ditetapkan SNI 3718:2018, yaitu berkisar antara 37-41 °C.

## Komposisi TAG

Hasil analisis komposisi triasilgliserol (TAG) menunjukkan adanya pertukaran gugus asil dalam TAG selama berlangsungnya proses interesterifikasi yang ditandai dengan perubahan komposisi TAG produk dari bahan bakunya (Tabel 3). Tabel 3 menunjukkan bahwa TAG yang mengalami peningkatan jumlah adalah steardiolein (SOO), stearolaurolein (SLO), dan tripalmitin (PPP) dan yang mengalami penurunan adalah POS, POP, palmitodiolein (POO), palmitolauropalmitin (PLP), dan SOS. Analisis lebih lanjut terhadap jenis-jenis TAG yang mengalami perubahan selama proses interesterifikasi menunjukkan bahwa *trisaturated* TAG (S3) berupa PPP, PLP, palmitolaurostearin (PLS), palmitodilaurin (PLL), dan tristearin (SSS) mengalami peningkatan; *mono-unsaturated* TAG (S2U) berupa POP, POS, palmitolaurolein (PLO), SOS, dan stearolaurolein (SLO) mengalami penurunan; *di-unsaturated* TAG (SU2) berupa POO dan SOO mengalami penurunan dengan nilai yang semakin kecil seiring dengan semakin banyaknya jumlah MOL dalam formulasi; dan *tri-unsaturated* TAG (U3) berupa triolein (OOO) tidak mengalami peningkatan jumlah yang berarti (cenderung konstan) selama berlangsungnya interesterifikasi kimia (Tabel 4).

**Tabel 3.** Komposisi TAG *shortening* (%) pada berbagai perbandingan ROL/MOL

Jenis TAG	ROL	MOL	Shortening pada berbagai perbandingan ROL/MOL				
			100/0	95/5	90/10	85/15	80/20
PPP	0,61	0,27	8,00	6,94	8,01	7,81	8,22
POP	30,6	44,40	23,59	24,5	23,64	24,45	24,37
PLP	10,16	10,18	7,26	6,97	6,33	6,78	6,68
POS	5,7	8,09	4,67	4,69	4,57	4,73	4,62
POO	24,44	16,86	20,8	21,7	21,19	21,38	20,97
PLS	1,85	2,18	1,53	1,71	1,61	1,82	1,78
PLO	10,2	6,68	10,72	10,9	10,93	10,94	10,78
PLL	2,28	1,35	1,59	1,64	1,56	1,6	1,51
SSS	0,65	0,83	0,61	0,58	0,6	0,52	0,53
SOS	2,96	1,80	2,15	2,33	2,12	2,13	2,07
SOO	3,85	2,27	6,02	5,82	6,05	5,69	5,77
SLS + OOO	1,23	0,79	1,28	1,37	1,28	1,27	1,22
SLO	1,71	1,03	4,59	4,47	4,69	4,37	4,4
TAG lainnya	3,76	3,27	7,19	6,37	7,42	6,51	7,08
Jumlah (%)	100	100	100	100	100	100	100

**Tabel 4.** Perubahan komposisi TAG *shortening* (%) pada berbagai perbandingan ROL/MOL

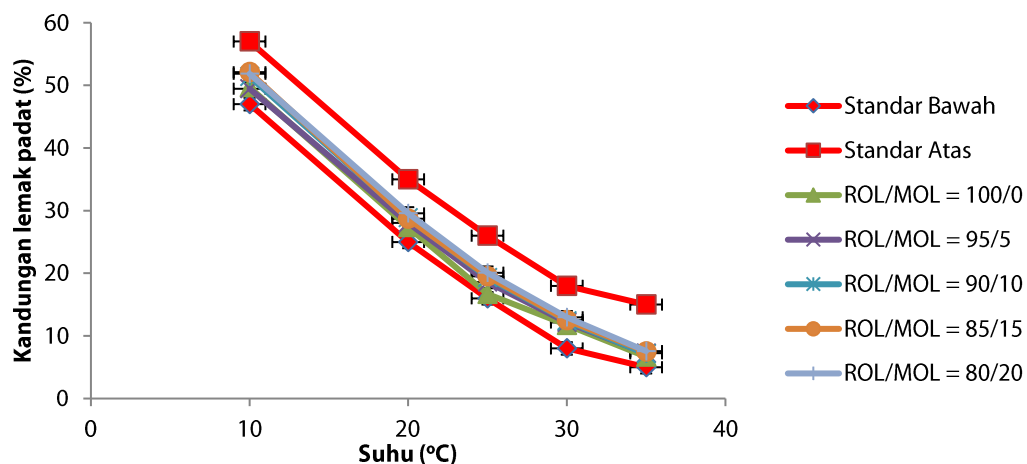
Jenis TAG	Perubahan kandungan TAG di berbagai ROL/MOL (%)				
	100/0	95/5	90/10	85/15	80/20
<i>Saturated</i>	3,44	2,33	2,63	3,09	3,32
<i>Mono-unsaturated</i>	-5,45	-4,82	-6,30	-6,17	-7,10
<i>Di-unsaturated</i>	-1,47	-0,31	-0,13	0,15	0,28
<i>Tri-unsaturated</i>	0,05	0,16	0,09	0,11	0,08
TAG lainnya	3,43	2,63	3,71	2,82	3,42

Pembentukan OOO hanya memungkinkan terjadi jika asam lemak palmitat pada POO atau stearat pada SOO digantikan oleh oleat dari TAG yang berasal dari MOL atau ROL; tetapi karena sumber oleat ini terbatas, maka peluang terjadinya pertukaran sespesifik ini sangat kecil. Perubahan kandungan jenis-jenis TAG penyusun lemak pasca interesterifikasi adalah penyebab berubahnya profil SFC dan titik leleh produk interesterifikasi (*shortening*) dari bahan bakunya (ROL atau MOL). Temuan ini berbeda dengan yang dilaporkan (Motamedzadegan et al., 2020) yang menggunakan bahan baku berupa campuran *virgin coconut oil* (VCO) dan olein minyak sawit (*palm olein*); bahwa Interesterifikasi kimia menyebabkan penurunan kandungan *trisaturated* TAG (S3), *mono-unsaturated* TAG (S2U) dan *di-unsaturated* TAG (SU2),

dan peningkatan kandungan *tri-unsaturated* TAG (U3). Perbedaan ini diyakini lebih disebabkan oleh perbedaan komposisi asam lemak dari bahan baku yang digunakan.

### Profil kandungan lemak padat (SFC)

Profil kandungan lemak padat merupakan informasi tentang proporsi relatif dari asam lemak penyusun minyak yang memiliki titik leleh yang berbeda yang akan sangat mempengaruhi minyak tersebut berwujud padat, semi padat, atau cair pada suhu tertentu. Jika minyak mengandung asam lemak dominan bertitik leleh tinggi, maka minyak mudah terkristalisasi pada suhu rendah, begitu pun sebaliknya. Profil SFC *shortening* yang dihasilkan dari berbagai perbandingan ROL/MOL dan spesifikasi standar *shortening* menurut SNI 3718:2018 disajikan dalam Gambar 1 dan Tabel 5.



**Gambar 1.** Profil SFC *shortening* dari berbagai perbandingan ROL/MOL dan spesifikasi SNI 3718:2018

**Tabel 5.** Profil SFC *shortening* dari berbagai perbandingan ROL/MOL dibandingkan SNI 3718:2018

Suhu pengujian (°C)	Perbandingan ROL/MOL					SNI 3718:2018	
	100/0	95/5	90/10	85/15	80/20	Batas Bawah	Batas Atas
10	49,69±0,22	49,47±1,12	51,40±0,27	52,10±0,64	51,85±1,27	47	57
20	27,36±0,20	28,02±0,29	28,84±0,43	28,71±1,32	29,56±0,89	25	35
25	16,68±0,23	18,61±0,37	19,33±0,72	19,51±0,63	20,09±0,67	16	26
30	11,72±0,13	12,14±0,27	12,42±0,33	12,52±0,32	12,98±0,52	8	18
35	6,68±0,16	7,22±0,18	7,12±0,25	7,51±0,44	7,57±0,48	5	15
40	4,09±0,19	4,31±0,30	4,42±0,13	4,81±0,28	4,50±0,55	NA	NA

Gambar 1 dan Tabel 5 menunjukkan bahwa seluruh *shortening* yang dihasilkan dari campuran ROL dan MOL di semua formulasi memiliki profil SFC yang masuk dalam standar yang ditetapkan oleh SNI 3718:2018. Profil SFC minyak dapat memberikan gambaran kegunaannya untuk diaplikasikan sebagai produk *shortening*. Rentang suhu tertentu yang menghasilkan SFC minyak  $\leq 32\%$  adalah sebagai penandanya. Jika rentang suhunya 4-10 °C berarti minyak memiliki daya oles (*spreadability*) yang baik pada suhu refrigerator. Jika rentang suhunya 20-22 °C berarti minyak stabil untuk diaplikasikan pada suhu ruang. Jika rentang suhunya 35-37 °C berarti minyak memiliki karakteristik pelelehan yang baik dalam mulut sehingga cocok digunakan sebagai substituen *cocoa butter*, minyak ini memiliki *oral melting* dan *palatability* yang baik. Jika rentang suhunya 28-30 °C berarti minyak stabil untuk didistribusikan di negara tropis dan sesuai untuk bahan baku *bakery* (Berger & Idris, 2005). Interval suhu untuk semua *shortening* yang dihasilkan dari semua formulasi ROL/MOL pada penelitian ini dengan  $SFC \leq 32\%$  berada pada rentang suhu 18-20 °C, yang berarti bahwa *shortening* tersebut memiliki daya oles yang baik pada suhu ruang.

Profil SFC adalah parameter penting yang berguna dalam menentukan karakteristik produk olahan berbasis lemak, seperti *shortening* (Li et al., 2010). SFC *shortening* yang dihasilkan dari semua formulasi



ROL/MOL di penelitian ini tinggi di suhu 10 °C lalu mengalami penurunan cukup tajam hingga suhu 25 °C, lalu penurunannya melandai pada interval suhu 25-35 °C dengan nilai masih di atas 5 % pada suhu 35 °C. Berarti titik leleh dari semua *shortening* yang dihasilkan pada penelitian ini nilainya lebih dari 35 °C; lemak padat pada tabung kapiler mengalami *slip melting* saat SFC-nya 4-5 % (Lida & Md. Ali, 1998). Kandungan lemak padat (SFC) sebesar 4-5 % untuk *shortening* yang dihasilkan pada penelitian ini diperkirakan terjadi pada suhu sekitar 38 °C, sesuai dengan data SMP yang berada pada rentang 37,90-38,67 °C.

## Kesimpulan

Interesterifikasi campuran ROL/MOL pada selang proporsi MOL 0-20% dapat menghasilkan *shortening* yang memenuhi standar SNI 3718:2018. Pada selang proporsi tersebut, perbedaan perbandingan ROL/MOL tidak berpengaruh nyata terhadap bilangan iod, titik leleh, dan profil lemak padat *shortening* yang dihasilkan. Namun demikian, walaupun tidak berbeda nyata secara statistik, interesterifikasi campuran ROL/MOL pada perbandingan 80/20 diperkirakan menghasilkan *shortening* yang lebih stabil dari kerusakan oksidatif (memiliki bilangan iod terendah) dan lebih tahan pada penyimpanan di suhu ruang (memiliki titik leleh paling tinggi) dibandingkan dengan *shortening* yang dihasilkan dari proporsi MOL yang lebih rendah. Jenis *shortening* yang dihasilkan pada penelitian ini berdasarkan komposisinya adalah 100% lemak, berdasarkan bentuknya berwujud padat, dan berdasarkan fungsinya dapat digunakan sebagai pelembut dan pengembang pada pembuatan aneka roti dan kue kering.

## Ucapan terima kasih

Ungkapan terima kasih disampaikan pada DRPM DIKTI atas dana yang telah diberikan melalui skema penelitian dasar tahun 2023 dan pihak-pihak terkait yang ikut berpartisipasi dalam pelaksanaan penelitian atau penulisan artikel ilmiah ini.

## Daftar pustaka

- Ahmadi, L., & Marangoni, A. G. (2009). Functionality and physical properties of interesterified high oleic shortening structured with stearic acid. *Food Chemistry*, 117(4), 668-673. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.04.072>
- Ahmed, I. I., Sorour, M. A., Abbas, M. S., & Soliman, A. S. (2020). Physiochemical properties of a model shortening with transfree and low-saturated fatty acid. *Journal of Advanced Pharmacy Education and Research*, 10(3), 34-40. <https://japer.in/article/physiochemical-properties-of-a-model-shortening-with-trans-free-and-low-saturated-fatty-acid>
- Berger, K. G., & Idris, N. A. (2005). Formulation of zero-trans acid shortenings and margarines and other food fats with products of the oil palm. In *JAOCS, Journal of the American Oil Chemists' Society*, 82(11), 775-782. <https://doi.org/10.1007/s11746-005-1143-9>
- Braipson-Danthine, S., & Gibon, V. (2007). Comparative analysis of triacylglycerol composition, melting properties and polymorphic behavior of palm oil and fractions. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 109(4), 359-372. <https://doi.org/10.1002/ejlt.200600289>
- Che Man, Y. B., Shamsi, K., Yusoff, M. S. A., & Jinap, S. (2003). A study on the crystal structure of palm oil-based whipping cream. *JAOCS, Journal of the American Oil Chemists' Society*, 80(5), 409-415. <https://doi.org/10.1007/s11746-003-0713-1>
- Chojnacka, A., & Gładkowski, W. (2018). Production of structured phosphatidylcholine with high content of myristic acid by lipase-catalyzed acidolysis and interesterification. *Catalysts*, 8(7), 281. <https://doi.org/10.3390/catal8070281>

- Geng, L., Zhou, W., Qu, X., Sa, R., Liang, J., Wang, X., & Sun, M. (2023). Iodine values, peroxide values and acid values of Bohai algae oil compared with other oils during the cooking. *Heliyon*, 9(4), E15088. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e15088>
- Ghotra, B. S., Dyal, S. D., & Narine, S. S. (2002). Lipid shortenings: A review. *Food Research International*, 35(10), 1015-1048. [https://doi.org/10.1016/S0963-9969\(02\)00163-1](https://doi.org/10.1016/S0963-9969(02)00163-1)
- Hasibuan, H. A. (2021). Processing and palm oil-based food product development opportunities In Indonesia. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*, 40(2), 111-124. <https://doi.org/10.21082/jp3.v40n2.2021.p111-124>
- Hasibuan, H. A., Akram, A., Putri, P., & Rangkuti, B. T. (2019). Pembuatan margarin dan baking shortening dari minyak sawit merah dan aplikasinya dalam produk bakery. *AgriTECH*, 38(4), 353-363. <https://doi.org/10.22146/agritech.32162>
- Lestari, D., Nathania, Putri Pratama, O., & Rizkiana, J. (2021). Interesterification of Indonesian vegetables oil for cocoa butter alternatives: its effect on slip melting point changes. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1143, 012035. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1143/1/012035>
- Li, D., Adhikari, P., Shin, J. A., Lee, J. H., Kim, Y. J., Zhu, X. M., Hu, J. N., Jin, J., Akoh, C. C., & Lee, K. T. (2010). Lipase-catalyzed interesterification of high oleic sunflower oil and fully hydrogenated soybean oil comparison of batch and continuous reactor for production of zero trans shortening fats. *LWT-Food Science and Technology*, 43(3), 458-464.. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2009.09.013>
- Lida, H. M. D. N., & Md. Ali, A. R. (1998). Physicochemical characteristics of palm-based oil blends for the production of reduced fat spreads. *JAOCs, Journal of the American Oil Chemists' Society*, 75(11), 1625-1631. <https://doi.org/10.1007/s11746-998-0103-y>
- Motamedzadegan, A., Dehghan, B., Nemati, A., Tirgarian, B., & Safarpour, B. (2020). Functionality improvement of virgin coconut oil through physical blending and chemical interesterification. *SN Applied Sciences*, 2, 1513. <https://doi.org/10.1007/s42452-020-03309-6>
- Nguyen, V., Rimaux, T., Truong, V., Dewettinck, K., & Van Bockstaele, F. (2020). Granular crystals in palm oil based shortening/margarine: a review. *Crystal Growth and Design*, 20(2), 1363-1372. <https://doi.org/10.1021/acs.cgd.9b01191>
- Norizzah, A. R., Nur Azimah, K., & Zaliha, O. (2018). Influence of enzymatic and chemical interesterification on crystallisation properties of refined, bleached and deodourised (RBD) palm oil and RBD palm kernel oil blends. *Food Research International*, 106, 982-991. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.02.001>
- Pehlivanoglu, H., Ozulku, G., Yildirim, R. M., Demirci, M., Toker, O. S., & Sagdic, O. (2018). Investigating the usage of unsaturated fatty acid-rich and low-calorie oleogels as a shortening mimetics in cake. *Journal of Food Processing and Preservation*, 42(6), e13621. <https://doi.org/10.1111/jfpp.13621>
- Rohm, H., Schäper, C., & Zahn, S. (2018). Interesterified fats in chocolate and bakery products: A concise review. *LWT*, 87, 379-384. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.08.076>
- Rudsari, M. T., Najafian, L., & Shahidi, S. A. (2019). Effect of chemical interesterification on the physicochemical characteristics of bakery shortening produced from palm stearin and Ardeh oil (*Sesamum indicum*) blends. *Journal of Food Processing and Preservation*, 43(10), e14101. <https://doi.org/10.1111/jfpp.14101>
- Sendzikiene, E., & Makareviciene, V. (2021). Biodiesel fuel synthesis by interesterification of triglycerides with carboxylate esters of low molecular weight. *Reviews in Chemical Engineering*, 37(2), 259-276. <https://doi.org/10.1515/revce-2018-0083>
- Singh, P. K., Chopra, R., Garg, M., Dhiman, A., & Dhyani, A. (2022). Enzymatic interesterification of vegetable oil: a review on physicochemical and functional properties, and its health effects. *Journal of Oleo Science*, 71(12), 1697-1709. <https://doi.org/10.5650/jos.ess22118>

- Siswanti, Hastuti, P., Supriyanto, & Anandito, R. B. K. (2021). Synthesis of margarine fat from sesame oil and palm stearin by chemical interesterification. *Food Research*, 5(2), 70-77. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.5\(S2\).015](https://doi.org/10.26656/fr.2017.5(S2).015)
- Sivakanthan, S., & Madhujith, T. (2020). Current trends in applications of enzymatic interesterification of fats and oils: A review. *LWT*, 132, 109880. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109880>
- Sumartini, N., Supriyanto, N., & Hastuti, P. (2020). Karakteristik fisik shortening hasil interesterifikasi kimiawi campuran terner minyak biji karet, minyak ikan nila, dan palm stearin. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*, 17(1), 24-36. <https://doi.org/10.21082/jpasca.v17n1.2020.24-36>
- Utama, Q. D., Sitanggang, A. B., Adawiyah, D. R., & Hariyadi, P. (2019). Lipase-catalyzed interesterification for the synthesis of medium-long-medium (MLM) structured lipids - a review. *Food Technology and Biotechnology*, 57(3), 305-318. <https://doi.org/10.17113/ftb.57.03.19.6025>
- Zhang, Z., Lee, W. J., & Wang, Y. (2020). Evaluation of enzymatic interesterification in structured triacylglycerols preparation: a concise review and prospect. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 61(19), 3145-3159. <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1793725>
- Zhang, Z., Ye, J., Lee, W. J., Akoh, C. C., Li, A., & Wang, Y. (2021). Modification of palm-based oil blend via interesterification: Physicochemical properties, crystallization behaviors and oxidative stabilities. *Food Chemistry*, 347, 129070. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129070>