

Pengembangan Produk Olesan Menggunakan Oleogel Minyak Sawit Merah sebagai Pensubstitusi Lemak Padat

[Development of Spread Product Using Red Palm Oil Oleogel as a Solid Fat Substitute]

Annisa Noor Rachmawati¹⁾, Nur Wulandari^{1,2)*}, dan Eko Hari Purnomo^{1,2)}

¹⁾ Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB University, Bogor, Indonesia

²⁾ South-East Asia Food & Agricultural Science and Technology (SEAFST) Center, IPB University, Bogor, Indonesia

Received August 8th 2023 / Revised November 30th 2023 / Accepted January 8th 2024

ABSTRACT

Red palm oil (RPO) is a derivative product of crude palm oil rich in carotenoids, which can be developed into food products as a source of provitamin A. Although RPO is liquid at room temperature, it is often applied in the form of solid fat, generally through the addition of solid fat fractions containing a large quantity of saturated fatty acids. Therefore, RPO must be modified to turn it into solid at room temperature without changing its fatty acid composition, resulting in RPO oleogel. This study aimed to obtain a spread product formula using RPO oleogel made with beeswax oleogelator to substitute stearin and to characterize the quality of the spread product. The research consisted of two main stages, namely formulation and characterization of RPO oleogel and spread product samples. As a result, oleogelation increased the RPO resistance to temperature changes. Moreover, RPO slip melting point increased from 16.33 ± 0.58 – 18.00 ± 0.00 to 38.00 ± 0.00 – 39.33 ± 0.58 °C when it became RPO oleogel. RPO oleogel, which is substituted in spread products, produced higher total carotenoids and spreadability compared to spread products with stearin as a raw material. The hedonic sensory test showed that the most preferred product was 60% RPO oleogel substitution, resulting in spreadability of 285.0 ± 0.6 mm/min, despite not significantly different from commercial one (257.4 ± 3.0 mm/min) and carotenoid content of 462.93 ± 10.32 ppm. However, the taste attribute of the selected spread product still needs to be improved (acceptance score 3.65 ± 1.31 from a maximum score of 7).

Keywords: beeswax, oleogel, red palm oil, spread

ABSTRAK

Minyak sawit merah (MSM) merupakan produk turunan minyak sawit kaya karotenoid yang dapat dikembangkan menjadi produk pangan sumber provitamin A. MSM berwujud cair pada suhu ruang sehingga aplikasinya dalam produk berupa lemak padat, umumnya melalui penambahan fraksi lemak padat yang tinggi asam lemak jenuh. Oleh karena itu, MSM perlu dimodifikasi agar berwujud seperti lemak padat pada suhu ruang, namun tanpa mengubah komposisi asam lemaknya melalui oleogelasi. Oleogel MSM selanjutnya dikembangkan menjadi produk olesan. Penelitian ini bertujuan mendapatkan formula produk olesan menggunakan oleogel MSM yang dibuat dengan oleogelator lilin lebah sebagai bahan pensubstitusi lemak padat; serta mengidentifikasi karakteristik produk olesan yang dihasilkan. Tahap penelitian terdiri atas pembuatan oleogel MSM dan karakterisasinya, formulasi dan pembuatan produk olesan, serta karakterisasi produk olesan yang dihasilkan. Proses oleogelasi meningkatkan ketahanan MSM terhadap perubahan suhu. *Slip melting point* MSM meningkat dari $16,33 \pm 0,58$ – $18,00 \pm 0,00$ menjadi $38,00 \pm 0,00$ – $39,33 \pm 0,58$ °C ketika menjadi oleogel MSM. Oleogel MSM yang disubstitusikan pada produk olesan menghasilkan total karotenoid dan *spreadability* produk olesan yang lebih tinggi dibandingkan dengan produk olesan dengan bahan baku stearin. Hasil uji sensori rating hedonik terhadap produk olesan yang disubstitusi dengan 50, 56, dan 60% oleogel MSM menunjukkan bahwa produk olesan yang paling disukai adalah produk olesan dengan substitusi 60% oleogel MSM. Produk olesan tersebut memiliki *spreadability* $285,0 \pm 0,6$ mm/menit yang tidak berbeda nyata dibandingkan produk olesan komersial ($257,4 \pm 3,0$ mm/menit), dengan kandungan karotenoid sebesar $462,93 \pm 10,32$ ppm. Namun demikian, tingkat kesukaan panelis terhadap atribut rasa produk olesan terpilih masih perlu ditingkatkan (skor penerimaan $3,65 \pm 1,31$ dari skor maksimal 7).

Kata kunci: lilin lebah, minyak sawit merah, oleogel, produk olesan

*Penulis Korespondensi: E-mail: wulandari_n@apps.ipb.ac.id

PENDAHULUAN

Minyak sawit merah (MSM) merupakan salah satu produk turunan dari minyak sawit mentah (*crude palm oil* atau CPO). Menurut United States Department of Agriculture (USDA) (2023), Indonesia merupakan negara produsen CPO terbesar di dunia pada periode 2022/2023 dengan produksi CPO mencapai 45,5 juta metrik ton. CPO mengandung 500–700 ppm karotenoid dan pemurniannya menjadi MSM dapat meningkatkan kadar karotenoidnya (Ng dan Choo, 2016). MSM kaya akan karotenoid alami karena diproduksi dari CPO tanpa proses pemucatan (*bleaching*) dan deodorisasi (*deodorization*) (Dewi *et al.*, 2023; Rakprasoot *et al.*, 2023). MSM sangat berpotensi dikembangkan sebagai produk yang kaya akan provitamin A, karena kandungan β -karoten yang ada di dalamnya mampu dikonversi menjadi dua molekul vitamin A melalui pemecahan oksidatif di dalam tubuh (Stutz *et al.*, 2015; Jeyakodi *et al.*, 2018).

Di sisi lain, 20 juta dari 30,73 juta balita di Indonesia menderita kekurangan vitamin A (KVA) (BPS, 2022; Gurning *et al.*, 2022). KVA sebagai masalah yang rentan diderita oleh anak-anak dapat memicu gangguan kesehatan seperti gangguan metabolik, hambatan pertumbuhan, gangguan imunitas, hingga xeroftalmia (Stevens *et al.*, 2015). Pemerintah melalui Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 32 Tahun 2014 tentang Upaya Perbaikan Gizi telah berupaya menangani KVA dengan mewajibkan pemberian kapsul vitamin A dosis tinggi pada anak sebanyak 2 kali per tahun. Akan tetapi, 28,8% anak tidak mendapatkan kapsul vitamin A sesuai ketentuan, bahkan 17,6% anak tidak mendapatkan kapsul vitamin A sama sekali (Kemenkes, 2019). Oleh karena itu, diperlukan pengembangan produk pangan alternatif sebagai sumber provitamin A yang dapat membantu penanganan KVA di Indonesia, salah satunya yang berbahan baku MSM.

MSM berwujud cair pada suhu ruang dan kandungan karotenoid di dalamnya mudah terdegradasi karena pemanasan (Sarah, 2018). Hal ini menyebabkan aplikasi MSM disarankan pada produk pangan tanpa pemanasan agar kandungan karotenoid pada MSM dapat dipertahankan. Selain itu, aplikasi MSM dalam produk berupa lemak padat umumnya dikompensasi dengan penambahan bahan baku dari fraksi lemak padat yang tinggi kandungan asam lemak tak jenuhnya. Oleh karena itu, MSM perlu dimodifikasi agar berwujud seperti lemak padat pada suhu ruang, namun tanpa mengubah komposisi asam lemaknya melalui proses oleogelasi. Modifikasi MSM menjadi berwujud padat diperlukan untuk memperluas aplikasinya dalam berbagai produk pangan olahan, khususnya produk pangan padat/semipadat seperti produk olesan, margarin, *shortening*, kue, pasta cokelat, dan produk pangan lain yang memerlukan bahan baku lemak (Rege *et*

al., 2013; Patel *et al.*, 2014; Hasibuan *et al.*, 2018; Wang *et al.*, 2021).

Oleogelasi merupakan proses modifikasi bahan dari wujud minyak cair menjadi wujud padat pada suhu kamar (Wendt *et al.*, 2018; Pang *et al.*, 2020; Han *et al.*, 2022). Oleogelasi dilakukan melalui pencampuran minyak dan oleogelator yang membentuk struktur tiga dimensi yang saling berikatan (*self-assembly*) yang dapat memerangkap minyak membentuk oleogel (Pérez-Monterroza *et al.*, 2014; Samateh *et al.*, 2018). Oleogelasi tidak menyebabkan perubahan konfigurasi kimia dari minyak yang digunakan, sehingga tidak terbentuk asam lemak jenuh dan asam lemak trans (Pehlivanoğlu *et al.*, 2018). Proses tersebut berbeda dengan modifikasi lemak lain yang umum digunakan, misalnya melalui reaksi hidrogenasi yang berpotensi menghasilkan asam lemak trans, atau dengan pencampuran (*blending*) dengan fraksi stearin yang tinggi asam lemak jenuh. Kandungan asam lemak jenuh dan trans diketahui dapat menurunkan *high density lipoprotein* (HDL) dan meningkatkan *low density lipoprotein* (LDL) dalam darah, serta meningkatkan risiko penyakit kardiovaskular (Chiu *et al.*, 2017; Morenga dan Montez, 2017; Pipoyan *et al.*, 2021).

Oleogelasi dilakukan dengan mencampurkan minyak dan suatu oleogelator hingga homogen melalui pemanasan dan dilanjutkan dengan kristalisasi melalui pendinginan (Wendt *et al.*, 2018; Pang *et al.*, 2020; Han *et al.*, 2022). Salah satu oleogelator yang berpotensi digunakan adalah lilin lebah (*beeswax*). Lilin lebah merupakan lilin alami yang efektif digunakan sebagai oleogelator karena dapat membentuk matriks lemak pada konsentrasi kurang dari 10% (Patel dan Dewettinck, 2016). Selain itu, lilin lebah mudah ditemukan di Indonesia karena Indonesia merupakan salah satu produsen lilin lebah terbesar di dunia (Gratzer *et al.*, 2019). Menurut Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 11 Tahun 2019 tentang Bahan Tambahan Pangan, lilin lebah dapat digunakan sebagai bahan tambahan pangan dengan batas maksimal CPPB (cara produksi pangan yang baik). Batas tersebut menunjukkan bahwa lilin lebah dapat digunakan secukupnya untuk menghasilkan efek teknologi yang diinginkan. Menurut Abdolmaleki *et al.* (2022), oleogel minyak sawit dengan 10% lilin lebah dapat disubstitusikan hingga 50% menggantikan minyak sawit yang dihidrogenasi pada pembuatan margarin. Selain itu, Hassim *et al.* (2021) menyatakan bahwa lilin lebah dapat disubstitusikan sebanyak 3,5% pada formula olesan cokelat berbasis minyak sawit superolein dan minyak bunga matahari untuk menghasilkan produk yang stabil pada suhu 5 °C dan daya oles yang baik pada suhu ruang.

Sebagai upaya memperluas pemanfaatan MSM, oleogel MSM dapat diaplikasikan dalam produk pangan berupa produk olesan (*spread*). Produk

olesan umumnya dikonsumsi langsung tanpa proses pemanasan, seperti dioleskan di atas roti, *crackers*, atau produk *pastry* lainnya (Yilmaz dan Ogutcu, 2015; Amevor *et al.*, 2018; Kovács *et al.*, 2021). Produk olesan juga dapat meningkatkan tekstur dan rasa pada produk *pastry* (Dian *et al.*, 2017). Selain itu menurut Prättälä *et al.* (2015), permintaan produk olesan di dunia mengalami peningkatan sejak tahun 2000. Produk olesan merupakan produk emulsi dengan bahan utama berupa lemak padat, seperti stearin minyak sawit yang tinggi akan asam lemak jenuh (Patel *et al.*, 2014). Asam lemak tidak jenuh pada oleogel MSM dapat disubstitusikan ke dalam produk olesan sebagai pengganti stearin tersebut. Karakteristik utama produk olesan yang disubstitusi oleogel MSM diharapkan memiliki *spreadability* sebagai parameter utama yang menyerupai produk olesan komersial.

Penambahan oleogel MSM pada produk olesan memiliki keunggulan pada kandungan karotenoidnya yang tinggi. Namun demikian, batas asupan karotenoid sebagai provitamin A harus disesuaikan dengan jenis kelamin dan usia konsumen. Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 28 Tahun 2019 tentang Angka Kecukupan Gizi yang Dianjurkan untuk Masyarakat Indonesia, konsumsi vitamin A yang dianjurkan sebesar 375–500 RE untuk anak usia 0–9 tahun, 600–700 RE untuk laki-laki, dan 600 RE untuk perempuan. Satu RE vitamin A setara dengan 12 µg karoten atau 6 µg β-karoten (Maryuningsih *et al.*, 2021).

Berdasarkan potensi MSM dan peluang pengembangannya untuk menjadi produk pangan olesan, penelitian ini bertujuan mendapatkan formula produk olesan yang menggunakan oleogel MSM sebagai bahan substitusi lemak padat, serta mengidentifikasi karakteristik produk olesan yang disubstitusi oleogel MSM khususnya karakteristik *spreadability*, total karotenoid, dan tingkat kesukaan konsumen terhadap produk olesan yang disubstitusi oleogel MSM.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan yang digunakan adalah MSM hasil pengolahan CPO yang diperoleh dari Pabrik Kelapa Sawit Kertajaya, Banten, lilin lebah (dengan tingkat kemurnian 97%) diperoleh dari Babybees Tangerang Selatan, sikloheksana (Merck, Jerman), stearin (PT Salim Ivomas Pratama, Indonesia), lesitin kedelai (Lansida, Indonesia), mono/diasilgliserol (Rikevita, Malaysia), air minum dalam kemasan (Aqua, Indonesia), susu skim bubuk (Prolac, Indonesia), garam (Dolpin, Indonesia), asam sitrat (Gajah, Indonesia), kalium sorbat (Mupro, China), produk olesan komer-

sial (Rose Brand, Indonesia), dan bahan penunjang uji sensori.

Karakterisasi MSM dan lilin lebah

Karakterisasi MSM dan lilin lebah mencakup analisis *slip melting point* (SMP) (AOCS, 2009), bilangan lod (BSN, 2006), *solid fat content* (SFC) (AOCS, 2009) dengan *nuclear magnetic resonance* (NMR) (MQ20 Minispec, Jerman), dan total karotenoid (Ng dan Choo, 2016) dengan spektrofotometer UV-Vis (UVmini-1240 Shimadzu, Jepang).

Pembuatan dan karakterisasi oleogel MSM

Oleogel MSM dibuat pada skala laboratorium dengan metode pencampuran langsung (*direct dispersion*) dengan oleogelator 4% (b/b) lilin lebah terhadap 10 g total massa campuran MSM dan lilin lebah. Konsentrasi ini dipilih karena memiliki kandungan karotenoid dan SMP tertinggi dibandingkan dengan konsentrasi lainnya (Rachmawati, 2022). Oleogel MSM dibuat dengan total massa 10 g dalam tabung reaksi bertutup ulir yang dipanaskan dengan *shaking water bath* (LabTech, Indonesia) pada suhu 65 °C selama 20 menit. Selanjutnya campuran didinginkan pada suhu ruang (25 °C) selama 24 jam (Flöter *et al.*, 2021). Oleogel MSM yang dihasilkan selanjutnya dianalisis SMP (AOCS, 2009), bilangan lod (BSN, 2006), SFC (AOCS, 2009), dan total karotenoidnya (PORIM, 1995). Hasilnya dinyatakan dalam rata-rata±standar deviasi, dari tiga ulangan.

Formulasi produk olesan

Pengembangan produk olesan dilakukan dengan oleogel MSM sebagai substitusi stearin pada formula produk oles. Oleogel MSM disubstitusikan sebanyak 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, dan 79,7% dari total bobot formula. Formula tersebut terbagi atas fase lemak dan fase *aqueous*. Bahan fase lemak terdiri atas stearin, oleogel MSM, mono/diasilgliserol, dan lesitin kedelai. Bahan fase *aqueous* terdiri atas air, susu skim bubuk, garam, asam sitrat, dan kalium sorbat (Wang *et al.*, 2021). Komposisi masing-masing bahan dapat dilihat pada Tabel 1.

Bahan fase lemak dan fase *aqueous* dicampur hingga homogen menggunakan *homogenizer* (Armfield FT40, Inggris) dengan kecepatan 3000 rpm selama 30 menit pada suhu kamar. Selanjutnya campuran tersebut disimpan pada suhu 4 °C selama 24 jam untuk memfasilitasi proses *tempering* dalam pembentukan matriks produk olesan. Nilai *spreadability* produk olesan kemudian dibandingkan dengan produk olesan komersial dengan target mendapatkan produk olesan yang memiliki *spreadability* mendekati produk olesan komersial. *Spreadability* berkaitan dengan kemudahan produk tersebut untuk dioleskan pada produk pangan lain, seperti roti (Mudgil dan Barak, 2020). Nilai *spreadability* produk olesan komersial berada di antara produk olesan dengan substitusi

50 dan 60% (b/b) oleogel MSM. Oleh karena itu, selanjutnya dilakukan pembuatan produk olesan dengan konsentrasi oleogel MSM yang lebih sempit perbedaan konsentrasinya, yaitu dengan penambahan oleogel MSM sebesar 52, 54, 56, dan 58% (b/b).

Karakterisasi produk olesan

Karakterisasi produk olesan hasil formulasi mencakup analisis *spreadability* dengan penetrometer (Precision, Amerika Serikat) (Lioe *et al.*, 2020) menggunakan *probe* berbentuk kerucut tanpa beban tambahan dan waktu penetrasi selama 1 menit, total karotenoid (PORIM, 1995), serta uji rating hedonik (Meilgaard *et al.*, 2007). Analisis *solid fat content* (SFC) dilakukan dengan *nuclear magnetic resonance* (NMR) (MQ20 Minispec, Jerman) pada suhu 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, dan 80 °C atau hingga tercapai nilai SFC sebesar 0%. Analisis total karotenoid dilakukan dengan melarutkan sampel dengan n-heksana, kemudian absorbansinya diukur pada panjang gelombang 446 nm dengan spektrofotometer UV-Vis (UVmini-1240 Shimadzu, Jepang). Uji rating hedonik dilakukan dengan melibatkan 80 orang panelis tidak terlatih yang diminta memberikan skor kesukaan pada atribut warna, aroma, rasa, tekstur, daya oles, *mouthfeel*, *firmness*, dan penerimaan secara keseluruhan (*overall*) terhadap produk olesan MSM dengan rentang skor 1 (sangat tidak suka) hingga 7 (sangat suka).

Analisis data

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap, yang pengolahan datanya berupa *analysis of variance* (ANOVA) dan uji lanjut Duncan pada taraf signifikansi 0,05 menggunakan IBM SPSS Statistics 25 dengan tiga ulangan analisis (triplo).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik minyak sawit merah (MSM), lilin lebah, dan oleogel MSM

Analisis *slip melting point* (SMP), bilangan lod, dan total karotenoid dilakukan pada bahan baku (MSM dan lilin lebah) serta oleogel MSM yang dihasilkan (Tabel 2). Oleogel MSM memiliki nilai SMP, bilangan lod, dan total karotenoid di antara MSM dan lilin lebah yang berbeda secara signifikan. MSM memiliki SMP sebesar 16,33±0,58–18,00±0,00 °C, sehingga berwujud cair pada suhu ruang. Sementara itu, lilin lebah memiliki SMP sebesar 59,00±0,33–60,00±0,00 °C, sehingga berwujud padat pada suhu ruang. Proses oleogelasi dengan penambahan oleogelator lilin lebah sebesar 4% telah mampu mengubah wujud MSM menjadi oleogel MSM yang padat pada suhu ruang, dengan SMP sebesar 38,00±0,00–39,33±0,58 °C. Konsentrasi minimum lilin lebah yang diperlukan untuk membentuk oleogel yang padat di suhu ruang dipengaruhi oleh jenis minyak yang digunakan. Hal ini disebabkan oleh jenis minyak yang berbeda memiliki komposisi asam lemak yang berbeda

Tabel 1. Formula produk olesan
Table 1. Spread formulas

Bahan (Ingredient)	Kuantitas (% b/b) (Quantity (% w/w))								
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
Fase lemak (Fat phase)									
Stearin (<i>Stearin</i>)	79.7	69.7	59.7	49.7	39.7	29.7	19.7	9.7	0.0
Oleogel MSM (<i>RPO oleogel</i>)	0.0	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	79.7
Lesitin kedelai (<i>Soy lecithin</i>)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
<i>Mono/diacylglycerol</i> (<i>Mono/diacylglycerol</i>)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Fase aqueous (Aqueous phase)									
Air (<i>Water</i>)	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0
Susu skim bubuk (<i>Skim milk powder</i>)	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Garam (<i>Salt</i>)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Asam sitrat (<i>Citric acid</i>)	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Kalium sorbat (<i>Potassium sorbate</i>)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

Keterangan: MSM= minyak sawit merah, F1= 0% oleogel MSM, F2= 10% oleogel MSM, F3= 10% oleogel MSM, F4= 30% oleogel MSM, F5= 40% oleogel MSM, F6= 50% oleogel MSM, F7= 60% oleogel MSM, F8= 70% oleogel MSM, F9= 79,7% oleogel MSM

Notes: RPO= red palm oil, F1= 0% RPO oleogel, F2= 10% RPO oleogel, F3= 20% RPO oleogel, F4= 30% RPO oleogel, F5= 40% RPO oleogel, F6= 50% RPO oleogel, F7= 60% RPO oleogel, F8= 70% RPO oleogel, F9= 79.7% RPO oleogel

Tabel 2. *Slip melting point* (SMP), bilangan lod, dan total karotenoid MSM, lilin lebah, dan oleogel MSMTable 2. *Slip melting point* (SMP), *iodine value*, and total carotenoids of RPO, beeswax, and RPO oleogel

Sampel (Sample)	Kisaran Titik Leleh (°C) (Slip Melting Point (°C))	Bilangan lod (g lod/100 g) (Iodine Value (g lod/100 g))	Total Karotenoid (ppm) (Total Carotenoids (ppm))
Minyak sawit merah (Red palm oil)	16.33±0.58–18.00±0.00 ^a	60.3±0.2 ^c	890.5370±38.5573 ^c
Lilin lebah (Beeswax)	59.00±0.33–60.00±0.00 ^c	17.9±0.5 ^a	94.1774±1.6872 ^a
Oleogel minyak sawit merah (Red palm oil oleogel)	38.00±0.00–39.33±0.58 ^b	57.6±0.2 ^b	730.5321±2.5219 ^b

Keterangan: Hasil analisis dinyatakan dalam rata-rata±standar deviasi dari tiga ulangan analisis. Angka pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf superskrip yang berbeda berarti berbeda signifikan berdasarkan *analysis of variance* (ANOVA) pada taraf uji 5% yang dilanjutkan dengan uji selang berganda Duncan

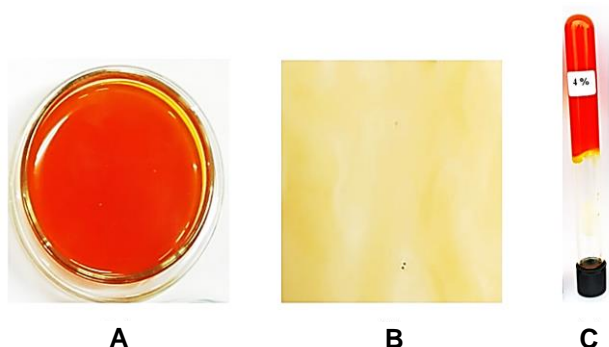
Note: Values are presented as mean±standard deviation of three replicates. Value in the same column followed by different superscript letters showed significant differences based on analysis of variance (ANOVA) at 5% test level, followed by Duncan's multiple range test

Minyak kacang yang tersusun atas 36–65% asam oleat dan 15–46% asam linoleat membutuhkan 2% lilin lebah untuk membentuk oleogel yang padat di suhu ruang (Huang *et al.*, 2022; Zbikowska *et al.*, 2022). Minyak kamelia yang mengandung 80,34–86,18% asam oleat mulai membentuk oleogel pada konsentrasi 3% lilin lebah (Pang *et al.*, 2020; Liu *et al.*, 2021). Minyak bekatul dengan 43,9% asam oleat, 29,6% asam linoleat, dan 22,7% asam palmitat membutuhkan 1% lilin lebah untuk membentuk oleogel (Latha dan Nasirullah, 2014; Doan *et al.*, 2015). Minyak biji bunga matahari yang tersusun atas 44–72% asam linoleat dan 11,7% asam oleat membutuhkan 6% lilin lebah (Patel *et al.*, 2015; Shabrina dan Broto, 2023).

Hasil analisis bilangan lod menunjukkan terjadinya penurunan bilangan lod MSM sebesar 60,3±0,2 g lod/100 g menjadi 57,6±0,2 g lod/100 g. Hal ini mengindikasikan adanya penurunan kadar asam lemak tidak jenuh karena adanya pencampuran oleogelator yang memiliki bilangan lod sebesar 17,9±0,5 g lod/100 g. Bilangan lod menunjukkan persentase asam lemak tidak jenuh pada suatu sampel (Helwani *et al.*, 2021). Namun demikian menurut Olanrewaju dan Moriyike (2013), semakin tinggi kandungan asam lemak tidak jenuh, mengindikasikan penurunan stabilitas minyak terhadap oksidasi melalui pemutusan ikatan rangkap pada asam lemak tidak jenuhnya menjadi ikatan tunggal atau asam lemak jenuh.

Total karotenoid oleogel MSM mengalami penurunan dibandingkan dengan total karotenoid MSM. Karotenoid yang tercakup dalam total karotenoid berupa β -cryptoxanthin, likopen, α -karoten, β -karoten, lutein, *zea-xanthin*, *antheraxanthin*, *astaxanthin*, *violaxanthin*, *neoxanthin*, dan karotenoid lainnya (Ng dan Choo, 2016; Eze *et al.*, 2021; Morcillo *et al.*, 2021). Proses oleogelasi menggunakan pemanasan pada suhu 65 °C selama 20 menit, sehingga terdapat karotenoid yang mengalami degradasi (Sarah, 2018). Selain itu, penambahan lilin lebah dengan kandungan total karotenoid yang rendah seiring dengan penurunan konsentrasi MSM yang tinggi juga akan menu-

runkan kadar karotenoidnya. Kandungan karotenoid berpengaruh terhadap warna oleogel MSM yang dihasilkan. Semakin tinggi kandungan karotenoid, warna yang dihasilkan akan semakin kemerahan (Hermanns *et al.*, 2020). Bahan baku dan oleogel MSM yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 1.



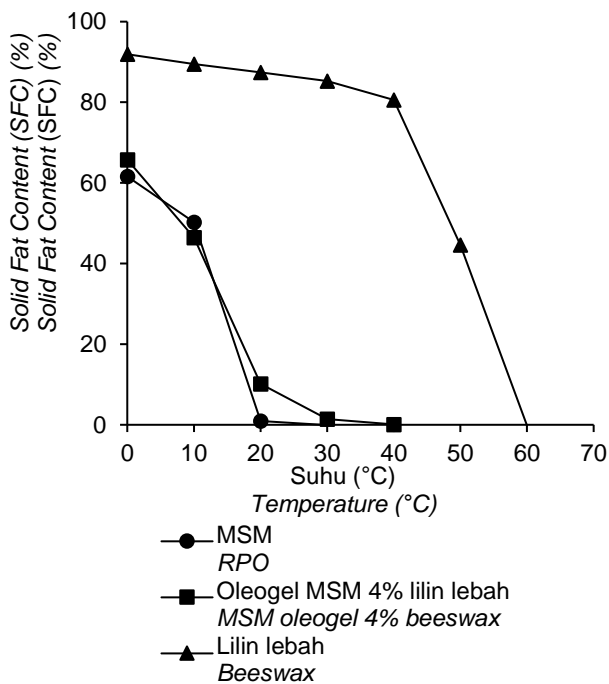
Gambar 1. Minyak sawit merah (MSM) (A), lilin lebah (B), dan oleogel MSM (C)

Figure 1. Red palm oil (RPO) (A), beeswax (B), and RPO oleogel (C)

Proses oleogelasi MSM dengan penambahan oleogelator lilin lebah disebabkan oleh terbentuknya jaringan tiga dimensi lilin lebah yang memerangkap MSM, sehingga berwujud padat pada suhu ruang. Persentase lemak yang berwujud padat terhadap total lipida diidentifikasi melalui *solid fat content* (SFC) (dos Santos *et al.*, 2014). Nilai SFC diukur pada berbagai suhu hingga mencapai nilai SFC sebesar 0% yang mengindikasikan bahwa seluruh lipida pada sampel telah berada dalam fase cair. Semakin tinggi nilai SFC mengindikasikan sampel yang semakin resisten terhadap pemanasan (Suriaini *et al.*, 2023).

Hasil analisis SFC pada Gambar 2 menunjukkan bahwa lilin lebah paling resisten terhadap pemanasan dibandingkan dengan MSM dan oleogel MSM. Di sisi lain, MSM merupakan sampel yang paling

sensitif terhadap pemanasan. Hal ini diketahui dari penurunan nilai SFC yang curam pada suhu pengukuran yang paling rendah dibandingkan dengan sampel lainnya. Hasil tersebut selaras dengan hasil analisis bilangan lod MSM yang tertinggi ($60,3 \pm 0,2$ g lod/100 g), sedangkan nilai SMP-nya terendah ($16,33 \pm 0,58 - 18,00 \pm 0,00$ °C). Penambahan oleogelator meningkatkan nilai SFC pada suhu yang sama. Peningkatan SFC perlu diwaspadai karena oleogel dengan SFC lebih dari 32% pada suhu 10 °C dapat menimbulkan sensasi seperti lilin (*waxy*) bila dikonsumsi (Abdolmaleki *et al.*, 2022).

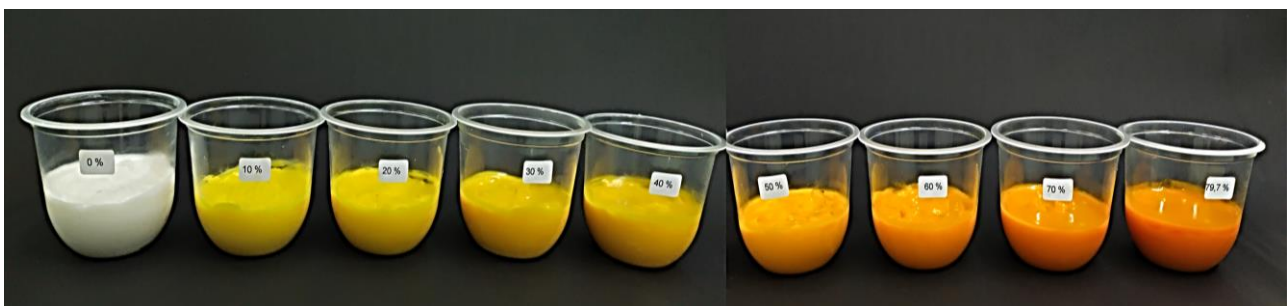


Gambar 2. Solid fat content MSM, oleogel MSM, dan lilin lebah. MSM= minyak sawit merah
 Figure 2. Solid fat content of RPO, RPO oleogel, and beeswax. RPO= red palm oil

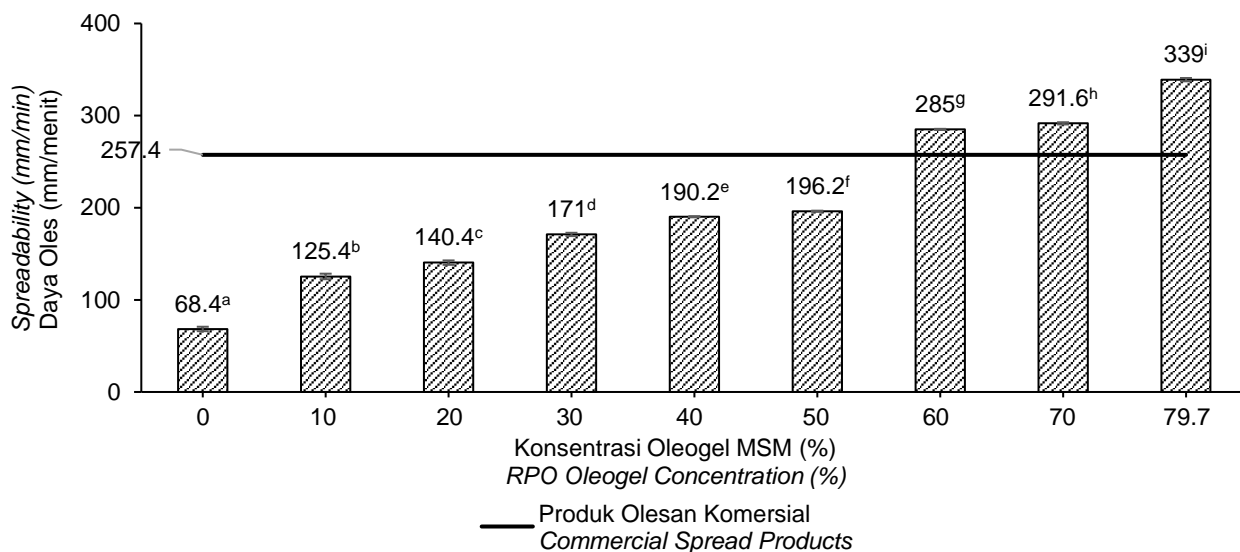
Formulasi produk olesan tersubstitusi oleogel MSM

Produk olesan merupakan hasil emulsifikasi bahan baku lemak (umumnya menggunakan stearin) sebanyak 79,7% dengan bahan fase *aqueous* yang dibantu dengan *emulsifier* (Wang *et al.*, 2021). Proses homogenisasi yang dilakukan pada proses produksi menyebabkan terbentuknya emulsi yang disertai dengan aerasi (adanya udara yang terperangkap dalam emulsi) (Patel *et al.*, 2014; Espert *et al.*, 2020). Oleogel MSM berpotensi menggantikan bahan baku stearin sekaligus menambah keunggulan produk olesan yang dihasilkan, yaitu sebagai sumber provitamin A. Dalam penelitian ini, oleogel MSM digunakan sebagai substitusi lemak padat fraksi stearin. Konsentrasi oleogel MSM yang disubstitusikan ke dalam formula produk olesan yaitu 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, dan 79,7% (Gambar 3). Nilai *spreadability* produk olesan kemudian dibandingkan dengan produk olesan komersial (Gambar 4).

Produk olesan komersial memiliki *spreadability* sebesar $257,4 \pm 3,0$ mm/menit pada suhu ruang. Semakin tinggi suhu pengukuran, nilai *spreadability* produk olesan akan semakin meningkat (Ziamo *et al.*, 2023). Nilai *spreadability* produk olesan yang diterima yaitu 160–890 mm/menit, sedangkan nilai yang umumnya disukai konsumen sebesar 260–530 mm/menit (Board *et al.*, 2007). Nilai *spreadability* produk olesan dengan substitusi 50 dan 60% oleogel MSM berturut-turut sebesar $196,2 \pm 0,6$ dan $285,0 \pm 0,6$ mm/menit, mendekati nilai *spreadability* produk olesan komersial. Satuan *spreadability* mm/menit menyatakan kedalaman penetrasi *probe* pada penetrometer yang dapat menembus produk olesan per menit. Hasil tersebut memberikan arahan agar dilakukan kembali pembuatan produk olesan dengan substitusi oleogel MSM pada konsentrasi yang lebih tepat. Percobaan substitusi oleogel MSM sebesar 52, 54, 56, dan 58% diperkirakan dapat menghasilkan produk olesan yang memiliki *spreadability* tidak berbeda nyata dengan produk olesan komersial.



Gambar 3. Produk olesan dengan substitusi 0; 10; 20; 30; 40; 50; 60; 70; dan 79,7% oleogel MSM (dari kiri ke kanan). MSM= minyak sawit merah
 Figure 3. Spread with 0; 10; 20; 30; 40; 50; 60; 70; and 79.7% RPO oleogel substitutions (from left to right). RPO= red palm oil



Gambar 4. Spreadability produk olesan yang disubstitusi oleogel MSM. Huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang signifikan antara spreadability dan sampel (two-way ANOVA; uji lanjut Duncan; nilai $p \leq 0,05$). MSM= minyak sawit merah

Figure 4. Spreadability of spread with RPO oleogel substitutions. Distinct letters show significant differences between spreadability of the samples (two-way ANOVA; Duncan test: p -value ≤ 0.05). RPO= red palm oil

Penerimaan terhadap produk olesan

Uji rating hedonik mengindikasikan preferensi dan tingkat kesukaan konsumen terhadap suatu produk (Meilgaard *et al.*, 2007). Uji rating hedonik yang dilakukan pada penelitian ini telah lolos kaji etik oleh Komisi Etik Penelitian yang Melibatkan Subyek Manusia Institut Pertanian Bogor dengan surat keterangan Nomor 653/IT3.KEMSM-IPB/SK/2022. Uji rating hedonik dilakukan pada produk olesan dengan substitusi 50, 56, dan 60% oleogel MSM yang disajikan dengan roti tawar sebagai bahan pembantu penyajian. Ketiga produk olesan yang diujikan memiliki total karotenoid yang tidak berbeda nyata, namun memiliki spreadability yang berbeda nyata satu sama lain (Tabel 3).

Uji rating hedonik pada penelitian ini dilakukan oleh 80 panelis tidak terlatih yang sehat dan mampu memberikan penilaian terhadap beberapa atribut sensori yang diujikan. Atribut warna berupa tampilan warna secara visual yang dapat diidentifikasi dengan indera penglihatan. Atribut aroma merupakan bau atau aroma produk sebelum produk olesan dikonsumsi yang dapat diidentifikasi dengan indera pembau. Atribut rasa merupakan sensasi rasa yang dapat diidentifikasi oleh indera pengecap. Atribut tekstur adalah sensasi kasar/halus ketika produk olesan sedang dioleskan pada produk pangan lain dengan pisau oles. Daya oles merupakan kemudahan produk untuk dioles. Atribut mouthfeel adalah kesan permukaan yang diterima oleh indera pengecap ketika produk akan dikunyah. Atribut firmness menunjukkan kekakuan sampel saat ditekan menggunakan pisau

oles atau sebelum dioles pada roti tawar. Atribut overall merupakan atribut yang diperoleh dari hasil penerimaan produk secara keseluruhan. Data uji sensori produk olesan yang disubstitusi oleogel MSM ditunjukkan pada Gambar 5.

Hasil uji rating hedonik menunjukkan bahwa seluruh atribut yang diujikan memiliki skor kesukaan antara 3,00 hingga 7,00. Skor 3,00 diinterpretasikan sebagai “agak tidak suka”, sedangkan skor 7,00 diinterpretasikan sebagai “sangat suka”. Atribut daya oles memiliki skor kesukaan tertinggi dibandingkan dengan atribut lainnya. Skor daya oles produk olesan dengan substitusi 50, 56, dan 60% oleogel MSM berturut-turut sebesar $6,33 \pm 0,65$; $6,21 \pm 0,84$; dan $6,29 \pm 0,89$ dengan nilai yang tidak berbeda nyata. Skor tersebut mengindikasikan bahwa seluruh sampel produk olesan yang diujikan memiliki daya oles yang disukai oleh panelis. Daya oles merupakan atribut utama pada produk olesan yang menunjukkan kemudahan produk tersebut dioles pada permukaan produk lain sebelum dikonsumsi (Amevor *et al.*, 2018; Kovács *et al.*, 2021; Ziarno *et al.*, 2023).

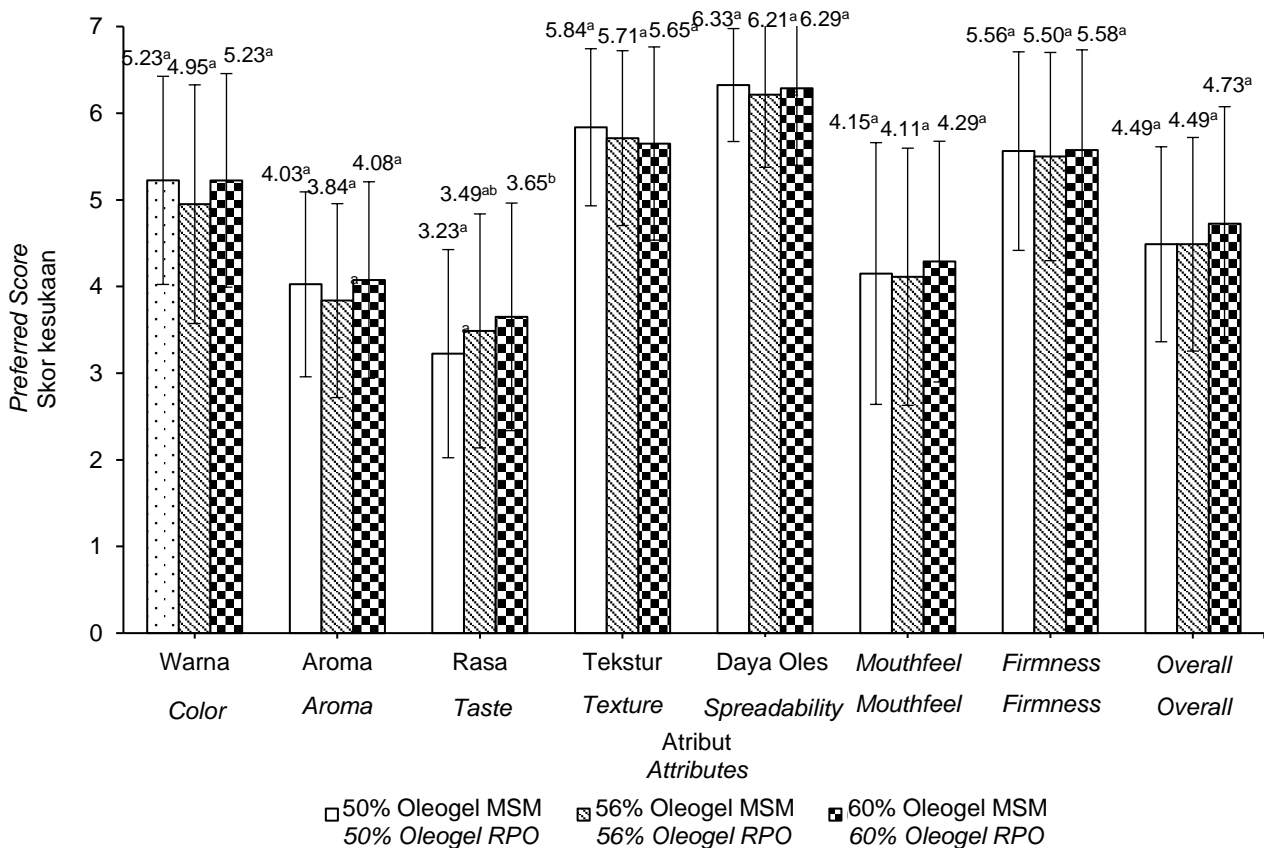
Atribut warna, tekstur, dan firmness memiliki skor kesukaan antara 5 (agak disukai) hingga 6 (disukai). Atribut aroma, mouthfeel, dan overall memiliki skor kesukaan antara 4 (netral) hingga 5 (agak disukai). Beberapa produk pangan, seperti margarin, es krim, dan kue yang disubstitusi dengan minyak sawit merah akan berwarna kuning kemerahan atau kuning kecoklatan yang dapat memengaruhi preferensi konsumen (Harianti *et al.*, 2018; Ismail *et al.*, 2020; Zaini *et al.*, 2023).

Tabel 3. Spreadability dan total karotenoid produk olesan
 Table 3. Spreadability and total carotenoids of spread product

Sampel (Sample)	Daya Oles (mm/menit) (Spreadability (mm/min))	Total Karotenoid (ppm) (Total Carotenoids (ppm))
Produk olesan komersial (Commercial spread product)	257.4±3.0 ^d	na
Produk olesan 50% oleogel MSM (Spread product 50% RPO oleogel)	196.2±0.6 ^a	447.80±24.71 ^a
Produk olesan 52% oleogel MSM (Spread product 52% RPO oleogel)	232.2±3.0 ^b	450.78±6.11 ^a
Produk olesan 54% oleogel MSM (Spread product 54% RPO oleogel)	246.6±0.6 ^c	461.32±19.73 ^a
Produk olesan 56% oleogel MSM (Spread product 56% RPO oleogel)	259.2±2.4 ^d	461.83±1.99 ^a
Produk olesan 58% oleogel MSM (Spread product 58% RPO oleogel)	269.4±1.8 ^e	462.39±0.70 ^a
Produk olesan 60% oleogel MSM (Spread product 60% RPO oleogel)	285.0±0.6 ^f	462.93±10.33 ^a

Keterangan: MSM= minyak sawit merah, na= analisis tidak dilakukan. Angka pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf superskrip yang berbeda berarti berbeda signifikan berdasarkan *analysis of variance* (ANOVA) dengan 3 ulangan pada taraf uji 5% yang dilanjutkan dengan uji selang berganda Duncan

Note: RPO= red palm oil, na= analysis was not carried out. Value in the same column followed by different superscript letters showed significant differences based on *analysis of variance* (ANOVA) with 3 replications at 5% test level, followed by Duncan's multiple range test



Gambar 5. Hasil uji rating hedonik produk olesan yang disubstitusi oleogel MSM. Huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang signifikan antara masing-masing atribut sensori dan sampel (*two-way ANOVA*; uji lanjut Duncan; nilai $p \leq 0,05$). MSM= minyak sawit merah

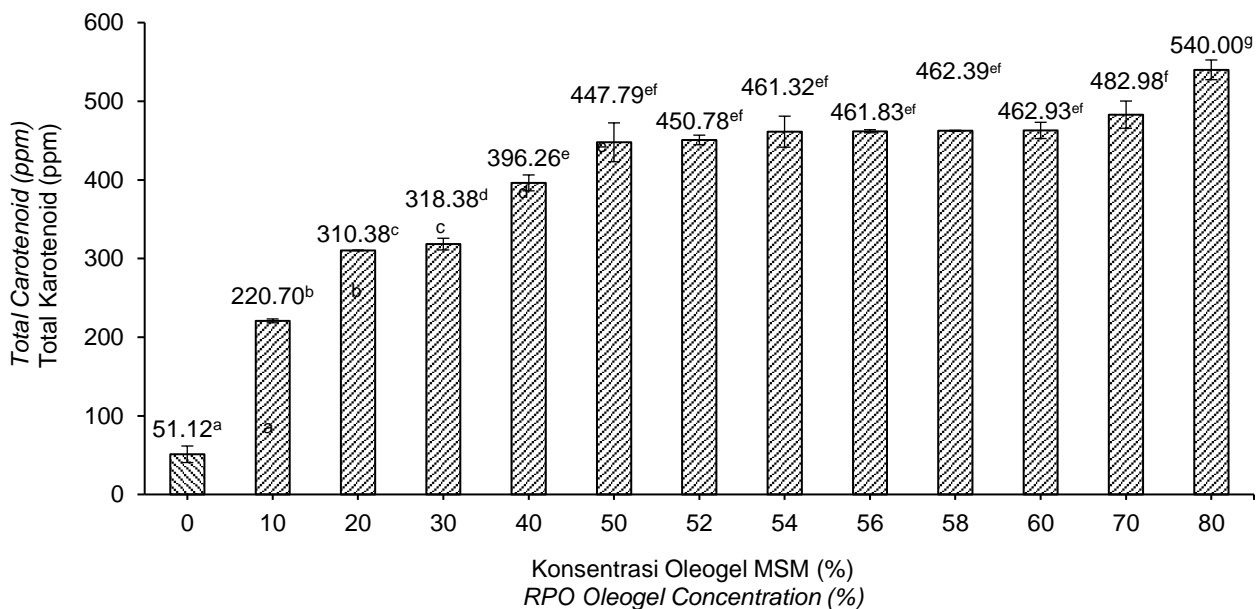
Figure 5. Rating hedonic results of spread with RPO oleogel substitutions. Distinct letters show significant differences between each sensory attributes of the samples (*two-way ANOVA*; Duncan test: p -value ≤ 0.05). RPO= red palm oil

Skor kesukaan pada atribut warna, aroma, tekstur, daya oles, *mouthfeel*, *firmness*, dan *overall* dari masing-masing sampel produk olesan yang disubstitusi oleogel MSM tidak berbeda nyata pada atribut tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa atribut *spreadability*, warna, tekstur, *firmness*, aroma, *mouthfeel*, dan *overall* tidak dapat digunakan sebagai pembeda dalam menentukan produk olesan yang paling disukai panelis. Di sisi lain, atribut yang memiliki skor kesukaan yang berbeda nyata antar sampel produk olesan hanya diperoleh pada atribut rasa. Produk olesan dengan substitusi 50, 56, dan 60% oleogel MSM memiliki skor atribut rasa berturut-turut sebesar 3,23±1,20; 3,49±1,35; dan 3,65±1,31. Produk olesan dengan substitusi 60% oleogel MSM memiliki skor atribut rasa yang paling tinggi dan berbeda nyata dengan produk lain yang diuji. Oleh karena itu, produk olesan yang paling disukai panelis adalah produk olesan yang disubstitusi 60% oleogel MSM. Namun demikian, produk olesan terpilih memiliki skor rasa yang masih cukup rendah, yaitu 3,65±1,31 dengan skor penilaian maksimum sebesar 7. Hal ini menunjukkan bahwa rasa dari produk terpilih masih kurang disukai panelis. Rasa yang kurang disukai tersebut diduga karena proses pengolahan MSM dari *crude palm oil* (CPO) yang belum optimal, khususnya pada proses *degumming* (penghilangan *gum*). Hal ini menyebabkan adanya rasa getir yang

masih terbawa pada produk. Reformulasi dan optimasi proses diperlukan untuk meningkatkan rasa dari produk olesan yang dihasilkan, sehingga dapat lebih disukai konsumen.

Total karotenoid produk olesan

Oleogel MSM disubstitusikan ke dalam formula produk olesan menggantikan stearin yang kaya akan asam lemak jenuh, namun rendah karotenoid. Oleogel MSM diharapkan dapat menggantikan stearin sebagai sumber lemak padat sekaligus sumber karotenoid alami. Secara visual penambahan oleogel MSM menyebabkan perubahan warna pada produk olesan yang dihasilkan. Pada konsentrasi oleogel MSM yang semakin tinggi, warna produk olesan semakin berwarna jingga kemerahan. Warna tersebut berkaitan dengan total karotenoid oleogel MSM. Karotenoid memiliki rantai *polyene* dengan ikatan rangkap yang terkonjugasi yang dapat merefleksikan spektrum cahaya kuning (560–580 nm), jingga (580–620 nm), dan merah (620–750 nm) (Ribeiro *et al.*, 2018; Hermanns *et al.*, 2020). Hal ini selaras dengan hasil analisis total karotenoid oleogel MSM yang menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi oleogel MSM, total karotenoid produk olesan semakin tinggi (Gambar 6).



Gambar 6. Total karotenoid produk olesan yang disubstitusi oleogel MSM. Huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang signifikan antara total karotenoid dan sampel (*two-way ANOVA*; uji lanjut Duncan; nilai $p \leq 0,05$; 3 ulangan). MSM= minyak sawit merah

Figure 6. Total carotenoids of spreads with RPO oleogel substitutions. Distinct letters show significant differences between total carotenoids of the samples (*two-way ANOVA*; Duncan test; p -value ≤ 0.05 ; 3 replications). RPO= red palm oil

Produk olesan dengan substitusi 50, 56, dan 60% oleogel MSM yang diuji dengan uji rating hedonik memiliki kandungan total karotenoid berturut-turut sebesar 447,79±24,71; 461,83±1,99; dan 462,93±10,33 ppm. Produk yang paling disukai panelis (dengan substitusi 60% oleogel MSM) memiliki total karotenoid tertinggi di antara total karotenoid produk olesan yang diujikan. MSM yang tinggi karotenoid mampu menggantikan pewarna sintesis dan meningkatkan kadar provitamin A pada produk olesan tanpa memerlukan tahap fortifikasi (Hasibuan *et al.*, 2018).

KESIMPULAN

Oleogel MSM dapat digunakan sebagai substitusi lemak padat pada produk olesan, sehingga mampu meningkatkan kandungan karotenoid produk olesan yang dihasilkan. Produk olesan yang tersubstitusi 60% merupakan formula yang paling disukai oleh panelis. Formula tersebut memiliki nilai *spreadability* sebesar 285,0±0,6 mm/menit dan total karotenoid sebesar 462,93±10,32 ppm. Produk ini memiliki skor penerimaan panelis terhadap *spreadability* 6,29±0,89 dan *overall* 4,73±1,35 (skor penerimaan maksimum=7). Namun, produk olesan dengan 60% oleogel MSM tersebut memiliki nilai *spreadability* yang lebih tinggi dibandingkan dengan *spreadability* produk olesan komersial, yaitu sebesar 257,4±3,0. Oleogel MSM yang diaplikasikan pada produk olesan berpotensi sebagai ingredien pangan yang dapat menggantikan lemak padat sekaligus dapat menjadi alternatif sumber provitamin A.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada PT Indofood Sukses Makmur Tbk yang telah memberikan dana penelitian ini melalui program Indofood Riset Nugraha 2021-2022.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdolmaleki, K., Alizadeh, L., Nayebzaedh, K., Baranowska, H. M., Kowalszczewski, P. L., & Khaneghah, A. M. (2022). Potential application of hydrocolloid-based oleogel and beeswax oleogel as partial substitutes of solid fat in margarine. *Applied Sciences*, 12(23), 1–13. <https://doi.org/10.3390/app122312136>
- Amevor, P. M., Laryea, D., & Barimah, J. (2018). Sensory evaluation, nutrient composition and microbial load of cashew nut–chocolate spread. *Cogent Food & Agriculture*, 4(1), 1–10. <https://doi.org/10.1080/23311932.2018.1480180>
- [AOCS] American Oil Chemists' Society. (2009). AOCs Official Method Cc 3-25 Slip Melting Point.
- [AOCS] American Oil Chemists' Society. (2022). AOCs Official Method Cd 16b-93 Solid Fat Content (SFC) by Low-Resolution Nuclear Magnetic Resonance, Direct Method.
- Board, P. W., Aichen, K., & Kuskis A. (2007). Measurement of the spreadability of margarine and butter using a single pin maturometer. *International Journal of Food Science & Technology*, 15(3), 277–283. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1980.tb00940.x>
- [BPOM] Badan Pengawas Obat dan Makanan. (2019). Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 11 Tahun 2019 tentang Bahan Tambahan Pangan. Badan Pengawas Obat dan Makanan, Jakarta.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. (2022). Profil anak usia dini. <https://www.bps.go.id/publication/2022/12/13/dea4ac1faa8b3e121c9fb925/profil-anak-usia-dini-2022.html> [16 November 2023].
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 2006. Standar Nasional Indonesia tentang Minyak Kelapa Sawit Mentah (*Crude Palm Oil*) (SNI 01-2902-2006). Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Chiu, S., Williams, P. T., & Krauss, R. M. (2017). Effects of a very high saturated fat diet on LDL particles in adults with atherogenic dyslipidemia: A randomized controlled trial. *PLoS ONE*, 12, 1–14. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0170664>
- Dewi, E. K., Mardawati, E., & Nurhasanah, S. (2023). Evaluasi perubahan warna dalam tahapan pengolahan minyak mentah sawit menjadi minyak sawit merah dan minyak goreng sawit sebagai indikator kandungan β-karoten minyak. *Biomass, Biorefinery, and Bioeconomy*, 1, 25–29.
- Dian, N. L. H. M., Hamid, R. A., Kanagratnam, S., Isa, W. R. A., Hassim, N. A. M., Ismail, N. H., Omar, Z., & Sahri, M. M. (2017). Palm oil and palm kernel oil: Versatile ingredients for food applications. *Journal of Oil Palm Research*, 29(4), 487–511. <https://doi.org/10.21894/jopr.2017.00014>
- Doan, C. D., de Wall, D. V., Dewettick, K., & Patel, A. R. (2015). Evaluating the oil-gelling properties of natural waxes in rice bran oil: Rheological, thermal, and microstructural study. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 92(6), 801–811. <https://doi.org/10.1007/s11746-015-2645-0>

- Espert, M., Sanz, T., & Salvador, A. (2020). Use of milk fat/cellulose ether emulsions in spreadable creams and the effect of in vitro digestion on texture and fat digestibility. *Foods*, 9(6), 1–8. <https://doi.org/10.3390/foods9060796>
- Eze, S. O., Orji, J. N., Okechukwu, V. U., Omokpariola, D. O., Umeh, T. C., & Oze, N. R. (2021). Effect of processing method on carotenoid profiles of oils from three varieties of Nigerian palm oil (*Elaeis guineensis*). *Journal of Biophysical Chemistry*, 12(3), 23–31. <https://doi.org/10.4236/jbpc.2021.123003>
- Flöter, E., Wettlaufer, T., Conty, V., & Scharfe, M. (2021). Oleogels: Their applicability and methods of characterization. *Molecules*, 26(6), 1–19. <https://doi.org/10.3390/molecules26061673>
- Gratzer, K., Susilo, F., Purnomo, D., Fiedler, S & Brodschneider, R. (2019). Autochthonous and introduced bees: Challenges for beekeeping in Indonesia with autochthonous and introduced bees. *Bee World*, 96(2), 40–44. <https://doi.org/10.1080/0005772X.2019.1571211>
- Gurning, M., Hukom, E. H., & Latusia, F. (2022). Dukungan keluarga dan sumber informasi terhadap pemberian vitamin A pada balita. *Jurnal Keperawatan*, 14(2), 427–432.
- Han, W., Chai, X., Liu, Y., Xu, Y., & Tan, C. P. (2022). Crystal network structure and stability of beeswax-based oleogels with different polyunsaturated fatty acid oils. *Food Chemistry*, 381, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.131745>
- Harianti, R., Marliyati, S. A., Rimbawan, & Sukandar, D. (2018). Development of high antioxidant red palm oil cake as a potential functional food. *Jurnal Gizi Pangan*, 13(2), 63–70. <https://doi.org/10.25182/jgp.2018.13.2.63-70>
- Hasibuan, H. A., Akram, A., Putri, P., Mentari, E. C., & Rangkuti, B. T. (2018). Pembuatan margarin dan baking shortening berbasis minyak sawit merah dan aplikasinya dalam produk bakery. *Agritech*, 38(4), 353–363.
- Hassim, N. A. M., Kanagaratnam, S., Ismail, N. H., Dian, N. L. H. M., Isa, W. R. A., & Seng, N. S. S. (2021). Palm-based chocolate spread for wide range temperature applications using sunflower wax, carnauba wax, and beeswax. *Journal of Oil Palm Research*, 34(3), 535–545. <https://doi.org/10.21894/jopr.2021.0051>
- Helwani, Z., Zahrina, I., Tanius, N., Fitri, D. A., Tantino, P., Muslem, M., Othman, M. R., & Idroes, R. (2021). Polyunsaturated fatty acid fractionation from crude palm. *Processes*, 9(12), 1–10. <https://doi.org/10.3390/pr9122183>
- Hermanns, A. S., Zhou, X., Xu, Q., Tadmor, Y., & Li, L. (2020). Carotenoid pigment accumulation in horticultural plants. *Horticultural Plant Journal*, 6(6), 343–360. <https://doi.org/10.1016/j.hpj.2020.10.002>
- Huang, Y., Liu, C., Huang, F., Zhou, Q., Zheng, C., Liu, R., & Huang, J. (2022). Quality evaluation of oil by cold-pressed peanut from different growing regions in China. *Food Science & Nutrition*, 10(6), 1975–1987. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2813>
- Ismail, A. H., Wongsakul, S., Ismail-Fitry, M. R., Rozzamri, A., & Mat Yusoff, M. (2020). Physical properties and sensory acceptance of red palm olein-based low-fat ice cream added with guar gum and xanthan gum as stabilizers. *Food Research*, 4(6), 2073–2081. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.4\(6\).229](https://doi.org/10.26656/fr.2017.4(6).229)
- Jeyakodi, S., Krishnakumar, A., & Chellappan. D. K. (2018). Beta carotene - therapeutic potential and strategies to enhance its bioavailability. *Nutritional Food Science International Journal*, 7(4), 1–7. <https://doi.org/10.19080/NFSIJ.2018.07.555716>
- [Kemenkes] Kementerian Kesehatan. (2014). Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 32 Tahun 2014 tentang Upaya Perbaikan Gizi. Kementerian Kesehatan, Jakarta.
- [Kemenkes] Kementerian Kesehatan. (2019). Laporan Nasional Riset Kesehatan Dasar 2018. Lembaga Penerbit Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, Jakarta.
- [Kemenkes] Kementerian Kesehatan. (2019). Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 28 Tahun 2019 tentang Angka Kecukupan Gizi yang Dianjurkan untuk Masyarakat Indonesia. Kementerian Kesehatan, Jakarta.
- Kovács, A., Körmendi, L., Kerti, K. B. (2021). Palm oil substitution in hazelnut spread. *Progress in Agricultural Engineering Sciences*, 17(S1), 111–117. <https://doi.org/10.1556/446.2021.30013>
- Latha, R. B., & Nasirullah, D. R. (2014). Physico-chemical changes in rice bran oil during heating at frying temperature. *Journal of Food Science and Technology*, 51, 353–340. <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0495-9>
- Lioe, H. N., Fadhilah, A., & Istiqamah. (2020). Formulasi campuran bahan pengemulsi untuk bolu sponge. *Jurnal Mutu Pangan : Indonesian Journal of Food Quality*, 7(1), 7–13. <https://doi.org/10.29244/jmpi.2020.7.1.7>

- Liu, L., Feng, S., Chen, T., Zhou, L., Yuan, M., Liao, J., Huang, Y., Yang, H., Yang, R., & Ding, C. (2021). Quality assessment of *Camellia oleifera* oil cultivated in Southwest China. *Separations*, 8(9), 144. <https://doi.org/10.3390/separations8090144>
- Maryuningsih, R. D., Nurtama, B., & Wulandari, N. (2021). Pemanfaatan karotenoid minyak sawit merah untuk mendukung penanggulangan masalah kekurangan vitamin A di Indoensia. *Jurnal Pangan*, 30(1), 65–74.
- Meilgaard, M., Civille, G., & Carr, B. T. 2007. *Sensory Evaluation Technique* (Ed ke-4). CRC Press, New York.
- Morcillo, F., Vaissayre, V., Serret, J., Avallone, S., Domonh edo, H., Jacob, F., & Dussert, S. (2021). Natural diversity in the carotene, tocochromanol, and fatty acid composition of crude palm oil. *Food Chemistry*, 365, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.130638>
- Morenga, L. T., & Montez, J. M. (2017). Health effects of saturated and trans-fatty acid intake in children and adolescents: A systematic review and meta-analysis. *PLoS ONE*, 12(2), 1–20. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0186672>
- Mudgil, D., & Barak, S. (2020). Development and characterization of novel spreadable dairy butter via incorporation of low-melting point fat from ghee. *Biointerface Research in Applied Chemistry*, 10(4), 5755–5759. <https://doi.org/10.33263/BRIAC104.755759>
- Ng, M. H., & Choo, Y. M. (2016). Improved method for the qualitative analyses of palm oil carotenes using UPLC. *Journal of Chromatographic Science*, 54(6), 633–638. <https://doi.org/10.1093/chromsci/bmv241>
- Olanrewaju, A. S., & Moriyike, O. E. (2013). Physicochemical characteristics and the effect of packaging materials on the storage stability of selected cucurbits oils. *American Journal of Food and Nutrition*, 1(3), 34–37. <https://doi.org/10.12691/ajfn-1-3-3>
- Pang, M., Shi, Z., Lei, Z., Ge, Y., Jiang, S., & Cao, L. (2020). Structure and thermal properties of beeswax-based oleogels with different types of vegetable oil. *Grasas y Aceites*, 71(1), 1–11. <https://doi.org/10.3989/GYA.0806192>
- Patel, A. R., Cludts, N., Sintang, M. D., Lesaffer, A., & Dewettinck, K. (2014). Edible oleogels based on water soluble food polymers: Preparation, characterization, and potential application. *Food & Function*, 5(11), 2833–2841. <https://doi.org/10.1039/c4fo00624k>
- Patel, A. R., Babaahmadi, M., Lesaffer, A., & Dewettinck, K. (2015). Rheological profiling of organogels prepared at critical gelling concentrations of natural waxes in a triacylglycerol solvent. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 63(17), 4862–4869. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.5b01548>
- Patel, A. R., & Dewettinck, K. (2016). Edible oil structuring: An overview and recent updates. *Food & Function*, 7(1), 20–29. <https://doi.org/10.1039/c5fo01006c>
- Pehlivanođlu, H., Demirci, M., Toker, O., Konar, N., Karasu, S., & Sagdic, O. (2017). Oleogels, a promising structured oil for decreasing saturated fatty acid concentrations: Production and food-based applications. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 58(8), 1330–1341. <https://doi.org/10.1080/10408398.2016.1256866>
- P erez-Monterroza, E. J., M arquez-Cardozo, C. J., & Ciro-Vel asquez, H. J. (2014). Rheological behavior of avocado (*Persea americana* Mill, cv. Hass) oleogels considering the combined effect of structuring agents. *Food Science and Technology*, 59, 673–679. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.07.020>
- Pipoyan, D., Stepanyan, S., Seda, S., Beglaryan, M., Costantini, L., Molinari, R., & Merendino, N. (2021). The effect of trans fatty acids on human health: Regulation and consumption patterns. *Foods*, 10(10), 2452–2475. <https://doi.org/10.3390/foods10102452>
- [PORIM] Palm Oil Refiners Association of Malaysia. (1995). *PORIM Test Methods: Carotene Content*.
- Pr att al a, R., Lev alhti, E., Lallukka, T., M annist o, S., Paalanen, L., Raulio, S., Roos, E., Suominen, S., & M aki-opas, T. (2015). From margarine to butter: Predictors of changing bread spread in an 11-year population follow-up. *Public Health Nutrition*, 19(9), 1707–1717. <https://doi.org/10.1017/S1368980015003390>
- Rachmawati, A. N. (2022). *Pengembangan produk oles kaya provitamin A berbasis oleogel minyak sawit merah* [Skripsi]. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Rakprasoot, J., Tiampakdee, A., & Raviyan, P. (2023). Processing of red palm oil by modified acid degumming method. *Food and Agriculture Sciences and Technology*, 9(2), 11–22.
- Rege, S. A., Momin, S. A., Wadekar, S. D., & Bhowmick, D. N. (2013). Formulation of a functional fat spread stabilized by natural antioxidants and emulsifiers. *Malaysian Journal of Nutrition*, 19(2), 121–130.

- Ribeiro, J. A. A., Almeida, E. S., Neto, B. A. D., Abdelnur, P. V., & Monteiro, S. (2018). Identification of carotenoid isomers in crude and bleached palm oils by mass spectrometry. *Food Science and Technology*, 89, 631–637. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.11.039>
- Samateh, M., Sagari, S., & John, G. (2018). Molecular oleogels: Green approach in structuring vegetable oils. In *Edible oleogels* (pp. 415–438). American Oil Chemists' Society Press.
- dos Santos, M., Gerbaud, V., & le Roux, G. A. C. (2014). Solid fat content of vegetable oils and simulation of interesterification reaction: Predictions from thermodynamic approach. *Journal of Food Engineering*, 126, 198–205. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2013.11.012>
- Sarah, M. (2018). Carotenoids preservation during sterilization of palm fruit using microwave irradiation. *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 13(3), 1009–1014.
- Shabrina, & Broto, S. T. D. W. (2023). Optimization extraction of sunflower seed oil (*Helianthus annuus*) using factorial design experiment with soxhlation method. *Journal of Vocational Studies on Applied Research*, 5(1), 1–4.
- Stevens, G. A., Bennett, J. E., Hennocq, Q., Lu, Y., De-Regil, L. M., Rogers, L., Danaei, G., & Li, G. (2015). Trends and mortality effects of vitamin A deficiency in children in 138 low-income and middle-income countries between 1991 and 2013: A pooled analysis of population-based surveys. *The Lancet Global Health*, 3(8), 528–536. [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(15\)00039-X](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(15)00039-X)
- Stutz, H., Bresgen, N., & Eckl, P. M. (2015). Analytical tools for the analysis of β -carotene and its degradation products. *Free Radical Research*, 49(6), 650–680. <https://doi.org/10.3109/10715762.2015.1022539>
- Suriaini, N., Arpi, N., Syamsuddin, Y., & Supardan, M. D. (2023). Characteristics of palm oil-based oleogel and its potency as a shortening replacer. *South African Journal of Chemical Engineering*, 43, 197–203. <https://doi.org/10.1016/j.sajce.2022.11.003>
- [USDA] United States Department of Agriculture. (2023). Palm oil explorer. <https://ipad.fas.usda.gov/cropexplorer/cropview/commodityView.aspx?cropid=4243000> [16 November 2023].
- Wang, X., Wang, S., Nan, Y., & Liu, G. (2021). Production of margarines rich in unsaturated fatty acids using oxidative-stable vitamin C-loaded oleogel. *Journal of Oleo Science*, 70(10), 1059–1068. <https://doi.org/10.5650/jos.ess20264>
- Wendt, A., Abraham, K., Wernecke, C., & Pfeiffer, J. F. E. (2018). Application of β -sitosterol + γ -oryzanol-structured organogel as migration barrier in filled chocolate products. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 94(9), 1131–1140. <https://doi.org/10.1007/s11746-017-3024-9>
- Yilmaz, E., & Ogutcu, M. (2015). Oleogels as spreadable fat and butter alternatives: Sensory description and consumer perception. *RSC Advances*, 5(62), 50259–50267. <https://doi.org/10.1039/C5RA06689A>
- Zaini, N. S. M., Mansor, N., Yusoff, M. M., & Rahim, M. H. A. (2023). Physico-chemical and sensory properties of red palm oil-based ice cream using maltodextrin or modified starch as stabilizers. *Journal of Oleo Science*, 9(11), 811–818. <https://doi.org/10.5650/jos.ess23036>
- Ziarno, M., Derewiaka, D., Florowska, A., & Szymańska, I. (2023). Comparison of the spreadability of butter and butter substitutes. *Applied Sciences*, 13(4), 1–24. <https://doi.org/10.3390/app13042600>
- Zbikowska, A., Onacik-Gür, S., Kowalska, M., Sowinski, M., Szymanska, I., Zbikowska, K., Marciniak-Lukasiak, K., & Werpachowski, W. (2022). Analysis of stability, rheological and structural properties of oleogels obtained from peanut oil structured with yellow beeswax. *Gels*, 8(7), 1–8. <https://doi.org/10.3390/gels8070448>