

Karakteristik Oleogel dari Campuran Minyak Sawit dengan Minyak Kanola dan Konsentrasi Oleogelator Lilin Lebah yang Berbeda

Characteristics of Oleogel from Palm Oil with Canola Oil Blend and Different Concentrations Beeswax Oleogelator

Maria Virginia Myrananda, I Wayan Rai Widarta*, Ni Nyoman Puspawati

PS. Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana

* Penulis korepondensi: I Wayan Rai Widarta, Email: raiwidarta@unud.ac.id

Disetujui: 27 Maret 2026/ Diterima: 22 Juni 2026

Abstract

Shortening is made through a partial hydrogenation process that can produce trans fatty acid and is at risk of causing cardiovascular diseases. The oleogelation process serves as an alternative to produce oleogels that resemble to shortening. This research aimed to determine the effect of mixing palm oil with canola oil and beeswax concentration on the characteristics of oleogels and identify the ratio of palm oil to canola oil and beeswax concentration that yielded oleogels with the best characteristics. The experimental design employed was a Factorial Completely Randomized Design. The first factor was the mixing ratio of palm oil with canola oil consist of 5 levels: 90:10, 80:20, 70:30, 60:40, and 50:50, while the second factor was the beeswax concentration with 4 levels: 4%, 6%, 8%, and 10%. The treatments were repeated twice, resulting in a total of 40 experimental units. The data are analyzed using Analysis of Variance (ANOVA). If the treatment shows a significant effect, the data are further analyzed using the Duncan Multiple Range Test (DMRT). The data on the iodine number for the optimal oleogel treatment was analyzed using a T-Test. The results show that the mixing ratio of palm oil with canola oil and the beeswax concentration affect the hardness, oil loss, oil loss after 30 days of storage, and color. The oleogel with the best characteristics is obtained from the treatment with a palm oil with canola oil ratio of 50:50 and a beeswax concentration of 10%, with the following characteristics: iodine value of 67.61 g I₂/100g, hardness of 1.68 N, oil loss of 1.15%, oil loss after 30 days of storage of 0.77%, and color values of L* 71.78, a* 15.42, and b* 36.65, indicating a slightly yellowish white color.

Keywords: beeswax, palm oil, canola oil, oleogel

Abstrak

Shortening dibuat melalui proses hidrogenasi parsial yang dapat menghasilkan asam lemak trans dan berisiko menyebabkan penyakit kardiovaskular. Proses oleogelasi dapat menjadi alternatif untuk menghasilkan oleogel yang serupa dengan shortening. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pencampuran minyak sawit dengan minyak kanola dan konsentrasi lilin lebah terhadap karakteristik oleogel serta mengetahui rasio pencampuran minyak sawit dengan minyak kanola dan konsentrasi lilin lebah agar menghasilkan oleogel dengan karakteristik terbaik. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap Pola Faktorial, dimana faktor pertama adalah rasio pencampuran minyak sawit dengan minyak kanola terdiri dari 5 taraf: 90:10, 80:20, 70:30, 60:40, 50:50 dan faktor kedua adalah konsentrasi lilin lebah dengan 4 taraf: 4%, 6%, 8%, dan 10%. Perlakuan diulang 2 kali sehingga menghasilkan 40 unit percobaan. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan Analysis of Variance (ANOVA), dan jika perlakuan berpengaruh, maka dianalisis lebih lanjut dengan Duncan Multiple Range Test (DMRT) sedangkan data bilangan iodin untuk perlakuan oleogel terbaik dianalisis menggunakan Uji-T. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan rasio minyak sawit dengan minyak kanola dan konsentrasi lilin lebah berpengaruh terhadap nilai kekerasan, oil loss, oil loss setelah 30 hari penyimpanan, dan warna. Oleogel terbaik diperoleh pada perlakuan rasio minyak sawit dengan minyak kanola (50:50) dan konsentrasi lilin lebah 10% dengan karakteristik: bilangan iodin 67,61 g I₂/100g, kekerasan 1,68 N, oil

loss 1,15%, oil loss setelah penyimpanan 30 hari sebesar 0,77%, dan warna dengan nilai L^* 71,78, a^* 15,42, dan b^* 36,65 yang menunjukkan warna putih agak kekuningan.

Kata Kunci: lilin lebah, minyak sawit, minyak kanola, oleogel

PENDAHULUAN

Lemak padat adalah lemak dengan wujud padat pada suhu ruang yang dapat bersumber dari hewani dan nabati secara alami atau minyak yang sudah mengalami proses tertentu seperti hidrogenasi parsial (Tan et al., 2023; Savchina et al., 2025). Lemak padat seperti *shortening* sering digunakan dalam industri pangan untuk membuat produk olahan roti, *pastry*, *cookies*, *muffins*, dan kue karena memberikan rasa dan tekstur yang diinginkan (Cui et al., 2022). *Shortening* umumnya dibuat dengan metode hidrogenasi parsial. Metode ini menghasilkan asam lemak trans yang dapat meningkatkan kandungan kolesterol *low density lipoprotein* (LDL) dan menurunkan kolesterol *high density lipoprotein* (HDL) dalam darah sehingga berpotensi penyebab penyakit kardiovaskular (Xu et al., 2022; Pangestu et al., 2023). Berdasarkan hal tersebut, alternatif yang dapat dilakukan untuk memodifikasi minyak tanpa menghasilkan asam lemak trans dan rendah akan asam lemak jenuh adalah dengan menggunakan metode oleogelasi.

Oleogelasi merupakan suatu metode untuk mengubah minyak cair menjadi semi padat atau lebih dikenal sebagai oleogel. Keuntungan metode oleogelasi adalah tidak

mengubah struktur kimia minyak nabati yang digunakan serta mudah dalam memproduksinya (Crisan et al., 2023; Qiu et al., 2024). Oleogel dapat dibuat menggunakan asam lemak tak jenuh atau esensial sehingga menghasilkan lemak padat yang lebih sehat (Manzoor et al., 2022). Menurut Parmar et al., (2022), pembuatan oleogel diawali dengan pencampuran minyak dengan oleogelator disertai dengan pemanasan diatas titik leleh oleogelator, dan terakhir pendinginan gel. Faktor yang dapat mempengaruhi karakter fisik oleogel diantaranya jenis minyak, jenis dan konsentrasi oleogelator (Ghan et al., 2022). Beberapa minyak nabati yang dapat digunakan dalam pembuatan oleogel adalah minyak sawit dan minyak kanola.

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil minyak sawit terbesar di dunia. Produksi minyak sawit tahun 2022 mengalami peningkatan sebanyak 1,29 persen menjadi 46,82 juta ton dibandingkan pada tahun 2021 sebesar 45,12 juta ton (BPS, 2023). Minyak sawit memiliki kandungan asam lemak jenuh sebesar 50 persen, asam lemak tak jenuh tunggal 40 persen, dan asam lemak tak jenuh ganda 10 persen (Tan et al., 2021). Kandungan asam lemak jenuh pada minyak sawit dapat membentuk oleogel dengan tekstur yang

lebih padat karena strukturnya yang lurus dan stabil sehingga pembentukan jaringan kristal lebih kuat dalam matriks oleogel (Loppies et al., 2019). Namun disisi lain, kandungan asam lemak jenuh yang tinggi pada minyak sawit dapat meningkatkan kolesterol LDL dalam darah sehingga berisiko terkena penyakit jantung, diabetes, dan hipertensi (Xu et al., 2022). Oleh karena itu, perlu dicampur dengan minyak nabati yang kaya akan asam lemak tak jenuh contohnya adalah minyak kanola. Minyak kanola memiliki keunggulan yaitu mengandung asam lemak tak jenuh tunggal 59,8 persen, asam lemak tak jenuh ganda 32,4 persen, dan asam lemak jenuh sebesar 7 persen (Jafarnodeh et al., 2024). Kandungan asam oleat yang tinggi sebesar 58,5 persen pada minyak kanola dapat menurunkan kolesterol LDL dan meningkatkan kolesterol HDL dalam darah dibandingkan minyak biji bunga matahari yang hanya memiliki asam oleat sebesar 34,5 persen (Zbikowska et al., 2022; Triraharyu et al., 2022). Kandungan asam lemak tak jenuh yang tinggi pada minyak kanola dapat menghasilkan oleogel yang lebih lunak karena adanya ikatan rangkap yang kurang stabil. Sementara itu, minyak sawit mampu memberikan struktur oleogel yang stabil, tetapi tinggi akan asam lemak jenuh. Oleh karena itu, kombinasi minyak sawit dan minyak kanola diperlukan untuk menghasilkan oleogel yang tidak hanya memiliki tekstur yang baik, tetapi

juga memiliki kelebihan pada aspek kesehatan.

Allam et al., (2023) melaporkan bahwa minyak sawit murni mengandung kadar asam lemak tak jenuh sebesar 58,16 persen dan setelah dilakukan pencampuran dengan minyak kanola dengan rasio 90 persen minyak kanola dan 10 persen minyak sawit menghasilkan kadar asam lemak tak jenuh sebesar 73,29 persen. Hal ini menunjukkan pencampuran antara minyak sawit dan minyak kanola menghasilkan peningkatan kadar asam lemak tak jenuh sebesar 26,01 persen. Rasio asam lemak tak jenuh dengan asam lemak jenuh mempengaruhi konsentrasi olegelator yang digunakan, sehingga perlu diteliti untuk mendapatkan konsentrasi oleogelator yang tepat. Oleogelator memiliki kemampuan untuk membentuk jaringan kristal tiga dimensi yang termoreversibel dan menjebak minyak yang ada di sekitarnya saat fase pendinginan (Blake et al., 2018). Salah satu oleogelator yang dapat digunakan adalah lilin lebah (Pang et al., 2022). Menurut Han et al., (2022), lilin lebah tersedia secara komersial dan harganya murah dibandingkan lilin lainnya. Lilin lebah juga lebih mudah membentuk oleogel yang viskoelastik, cenderung membentuk struktur kristal jaringan tiga dimensi yang lebih padat dan mudah untuk berinteraksi dengan minyak nabati (Oh et al., 2017; Loppies et al., 2019). Lilin lebah juga banyak diaplikasikan dalam pembuatan oleogel

dengan konsentrasi terbaik di beberapa minyak yaitu, lima persen pada minyak sawit, minyak biji bunga matahari 6 persen, minyak biji rami 8 persen, 10 persen pada minyak wijen dan minyak rapa (Moghtadaei et al., 2018; Franco et al., 2019; Gao et al., 2021; Sarkisyan et al., 2022; Suriaini et al., 2023). Penggunaan minyak sawit dan minyak kanola serta konsentrasi lilin lebah belum banyak dilakukan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pencampuran minyak sawit dengan minyak kanola dan konsentrasi lilin lebah terhadap karakteristik oleogel serta mengetahui rasio pencampuran minyak sawit dengan minyak kanola dan konsentrasi lilin lebah untuk menghasilkan oleogel dengan karakteristik terbaik.

METODE

Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Analisis Pangan dan Laboratorium Teknik Pascapanen Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Udayana.

Bahan Penelitian

Bahan baku utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah lilin lebah (*Apis mellifera* L.) yang dibeli di Bali Honey, minyak sawit (Tropical), dan minyak kanola (Kroger) dibeli di Tiara Dewata Denpasar. Bahan kimia yang digunakan untuk analisis diantaranya indikator amilum (Merck), reagen wijs (Merck), kloroform (Merck), akuades (Bratachem), kalium iodida

(Merck), dan natrium tiosulfat 0,1N (Merck).

Alat Penelitian

Alat yang digunakan diantaranya timbangan analitik (Radwag As 220.R2 Plus), termometer, gelas beaker (Pyrex), pipet tetes (Pyrex), buret (Pyrex), erlenmeyer (Pyrex), corong kaca (Pyrex), *centrifuge* (Centurion Scientific), *texture analyzer* (TA.XT.plus), *colorimeter* (PCE-CSM 1), *centrifuge tube* (Eppendorf), *magnetic stirrer* (Cimarec), pipet volume (Pyrex), *bulb filler*, gelas ukur (Pyrex), batang pengaduk (Pyrex).

Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial yang terdiri dari dua faktor yaitu rasio pencampuran minyak sawit dengan minyak kanola (R) dan konsentrasi lilin lebah (K). Rasio pencampuran minyak sawit dengan minyak kanola terdiri dari 5 taraf, yaitu: 90:10, 80:20, 70:30, 60:40, 50:50 dan konsentrasi lilin lebah terdiri dari 4 taraf, yaitu 4%, 6%, 8%, 10%. Masing – masing perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak 2 kali sehingga terdapat 40 unit percobaan.

Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini meliputi proses pembuatan oleogel dari minyak sawit dengan minyak kanola. Pembuatan oleogel campuran minyak sawit dengan minyak kanola dan lilin lebah sebagai oleogelatornya mengacu pada Abdolmaleki et al., (2022) yang dimodifikasi. Tahap awal

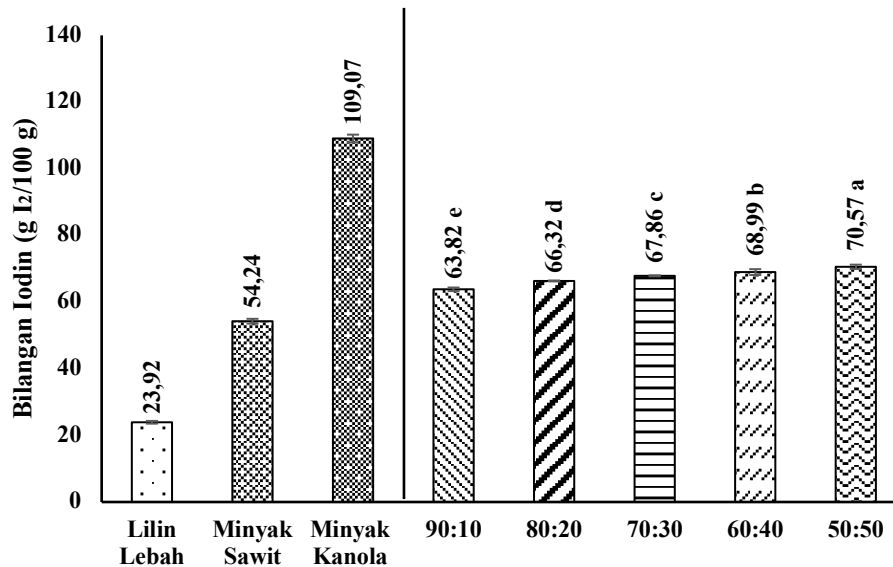
dilakukan pencampuran terhadap minyak sawit dengan minyak kanola sesuai dengan rasio 90:10, 80:20, 70:30, 60:40, 50:50 (b/b) dan konsentrasi lilin lebah sebagai oleogelator yang terdiri dari 4 taraf perlakuan (4%, 6%, 8%, dan 10%). Tahap selanjutnya, sampel dipanaskan sambil diaduk dengan *magnetic stirrer* dengan kecepatan 400 rpm selama 30 menit pada suhu 80°C. Tahap terakhir dilakukan pendinginan selama 24 jam pada suhu kamar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bilangan iodin

Pengujian bilangan iodin dilakukan pada bahan baku dan campuran minyak sawit dengan minyak kanola. Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa campuran minyak sawit dengan minyak kanola berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap bilangan iodin yang ditunjukkan pada Gambar 5 dan Lampiran 1. Nilai bilangan iodin berkisar antara 63,82 – 70,57 g I₂/100 g. Bilangan iodin terendah didapatkan pada perlakuan R1 (rasio minyak sawit dengan minyak kanola 90:10) yaitu 63,82 g I₂/100 g dan bilangan iodin tertinggi diperoleh pada perlakuan R5 (rasio minyak sawit dengan minyak kanola 50:50) yaitu 70,57 g I₂/100g. Bilangan iodin digunakan untuk mengukur tingkat ketidakjenuhan dari minyak atau

lemak (Ketaren, 2012). Semakin tinggi nilai bilangan iodin, maka semakin banyak kandungan asam lemak tidak jenuh (Kong et al., 2023) dalam minyak yang berarti menunjukkan banyaknya ikatan rangkap pada minyak (Widarta et al., 2025). Nilai bilangan iodin pada setiap jenis minyak berbeda – beda dan dipengaruhi oleh kandungan asam lemak tidak jenuhnya. Minyak kanola memiliki nilai bilangan iodin yang lebih tinggi yaitu 109,07 g I₂/ 100 g dibandingkan minyak sawit yang hanya sebesar 54,24 g I₂/ 100 g (Gambar 5). Hasil ini sejalan dengan hasil penelitian yang diperoleh Hishamuddin dan Saw, 2022 serta Jafarnodeh et al., 2024) yang menyatakan minyak kanola memiliki komposisi asam lemak tidak jenuh yang lebih banyak yaitu sebesar 92,29 persen dibandingkan minyak sawit hanya sebesar 55,5 persen. Oleh karena itu, semakin banyak penambahan minyak kanola juga akan meningkatkan nilai bilangan iodin dari campuran minyak tersebut. Lilin lebah juga memiliki nilai bilangan iodin yang rendah yaitu sebesar 23,92 g I₂/ 100 g dimana asam lemak tidak jenuh yang terdapat dalam lilin lebah diantaranya asam palmitoleat, asam oleat, asam linoleat, dan linolenat (Buchwald et al., 2009).



Gambar 1. Nilai rerata bilangan iodin dari rasio minyak sawit dengan minyak kanola. Notasi yang berbeda dibelakang nilai rerata menunjukkan perbedaan yang signifikan ($P<0,05$).

Rasio minyak sawit dengan minyak kanola (50:50) memiliki bilangan iodin tertinggi disebabkan oleh penambahan minyak kanola yang lebih banyak dimana minyak kanola memiliki asam lemak tidak jenuh yang tinggi. Rasio minyak sawit dengan minyak kanola (90:10) memiliki bilangan iodin yang terendah dikarenakan minyak sawit mengandung lebih banyak asam lemak jenuh dibandingkan minyak kanola, sehingga semakin banyak minyak sawit yang ditambahkan maka bilangan iodin dari campuran minyak tersebut juga akan rendah dibandingkan dengan rasio lainnya. Hasil penelitian ini serupa dengan penelitian yang dilakukan oleh Allam et al., (2023) dimana pencampuran antara minyak sawit dengan minyak kanola pada rasio (90:10, 80:20, 70:30, 60:40, dan 50:50)

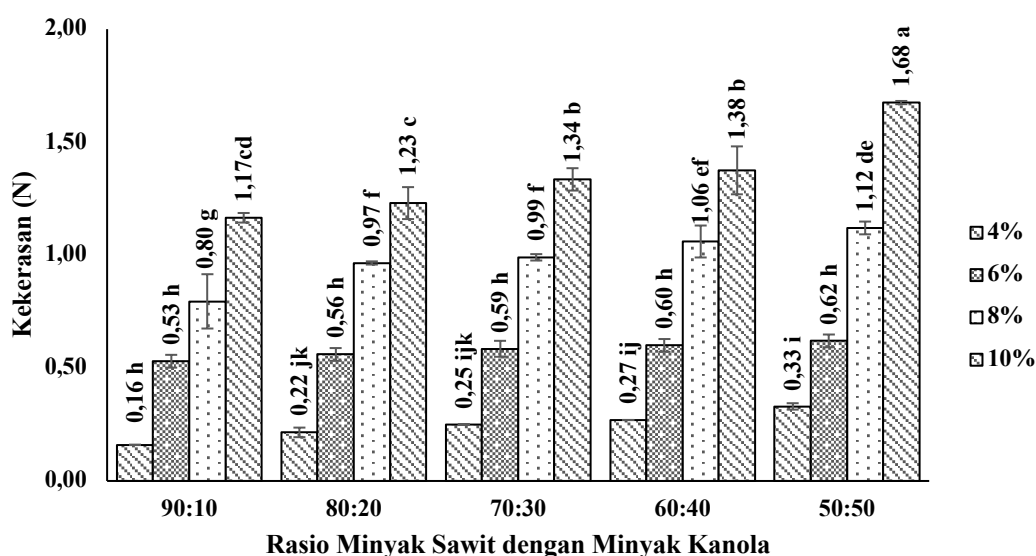
menghasilkan bilangan iodin berturut – turut sebesar (62,03; 66,03; 71,11; 76,42; dan 82,51 g I₂/100g). Grover et al., (2021) juga melaporkan bahwa *linseed oil* memiliki nilai bilangan iodin yang lebih tinggi yaitu 176,32 g I₂/100g dibandingkan *sunflower oil* yang hanya 129,22 g I₂/100g. Rasio *linseed oil*:*sunflower oil* (80:20) menghasilkan nilai bilangan iodin sebesar 146,47 g I₂/100g dibandingkan rasio (20:80) yaitu 120,45 g I₂/100g dan dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan nilai bilangan iodin seiring dengan penambahan *linseed oil*.

Kekerasan

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi antar perlakuan rasio minyak sawit dengan minyak kanola dan konsentrasi lilin lebah berpengaruh nyata ($P<0,05$) terhadap kekerasan oleogel yang

ditunjukkan pada Gambar 6 dan Lampiran 2. Nilai kekerasan oleogel berkisar antara 0,16 N – 1,68 N. Kekerasan terendah didapatkan pada perlakuan R1K4 (rasio minyak sawit dengan minyak kanola 90:10 dan konsentrasi lilin lebah 4 persen) yaitu

sebesar 0,16 N dan kekerasan tertinggi diperoleh pada perlakuan R5K10 (rasio minyak sawit dengan minyak kanola 50:50 dan konsentrasi lilin lebah 10 persen) yaitu 1,68 N.



Gambar 2. Histogram nilai rerata kekerasan oleogel dengan perlakuan rasio minyak sawit dengan minyak kanola dan konsentrasi lilin lebah. Notasi yang berbeda dibelakang nilai rerata menunjukkan perbedaan yang signifikan ($P < 0,05$).

Semakin tinggi rasio minyak kanola akan meningkatkan nilai kekerasan oleogel, demikian pula semakin tinggi konsentrasi penambahan lilin lebah maka kekerasan oleogel juga semakin meningkat dimana hubungan antara rasio minyak sawit dengan minyak kanola dan konsentrasi lilin lebah berinteraksi positif. Kekerasan oleogel dapat disebabkan karena kekuatan jaringan kristal yang terbentuk oleh lilin lebah. Lilin lebah memiliki kepala hidrofilik (polar) dan ekor

hidrofobik (non polar) (Ghan et al., 2022). Gugus polar dalam lilin lebah berasal dari gugus hidroksil (-OH) pada alkohol, gugus karbonil (-COO) pada ester, dan gugus karboksil (-COOH) pada asam lemak bebas (Loppies et al., 2019). Gugus ini dapat membentuk ikatan hidrogen dengan gugus polar dari molekul lilin lebah lainnya. Ikatan hidrogen juga membantu untuk menstabilkan dan membentuk jaringan tiga dimensi (Widarta et al., 2021). Sedangkan

ekor hidrofobik (rantai alkil) dari lilin lebah dapat berinteraksi *van der waals* dengan rantai hidrokarbon pada minyak. Interaksi ini berperan untuk menjebak minyak dalam jaringan kristal (Ghan et al., 2022 dan Sivakanthan et al., 2022). Panjang rantai alkil pada ester juga mempengaruhi jumlah interaksi yang terbentuk. Semakin panjang rantainya maka semakin banyak interaksi yang terjadi (Millao et al., 2023). Interaksi *van der waals* dan ikatan hidrogen ini membentuk jaringan tiga dimensi yang stabil (Blake et al., 2018). Jaringan tiga dimensi yang terbentuk membuat matriks oleogel menjadi lebih kuat dan meningkatkan kekerasan oleogel yang dihasilkan (Meng et al., 2019). Ferro et al., (2019) juga melaporkan bahwa minyak biji bunga matahari yang memiliki ketidakjenuhan lebih tinggi dapat menyebabkan molekul minyak menjadi lebih fleksibel sehingga meningkatkan kelarutan oleogelator. Peningkatan kelarutan oleogelator ini berkontribusi pada pembentukan matriks oleogel yang lebih stabil.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Gao et al., (2021) dimana kekerasan oleogel meningkat seiring dengan penambahan konsentrasi oleogelator lilin lebah. Schubert et al., (2022) juga melaporkan hal yang sama dimana oleogel yang dibuat dari *rapeseed oil* dengan oleogelator lilin bunga matahari pada konsentrasi 5 persen dan 10 persen

menghasilkan kekerasan berturut – turut sebesar 0,28 N dan 1,59 N dimana jika dibandingkan dengan hasil penelitian ini pada konsentrasi lilin lebah 10 persen memiliki nilai kekerasan lebih besar yaitu 1,68 N. Perbedaan nilai kekerasan pada penelitian Schubert et al., (2022) dengan penelitian ini dapat disebabkan karena jenis minyak, jenis oleogelator, laju pengadukan dan waktu pemanasan dalam pembuatan oleogel yang berbeda. Komposisi serta panjang rantai asam lemak pada setiap minyak berbeda sehingga akan menghasilkan kekerasan oleogel yang berbeda pula (Manzoor et al., 2022). Lilin lebah dan lilin bunga matahari juga memiliki komposisi yang berbeda, dimana dipengaruhi oleh kandungan ester serta panjang rantai dari ester tersebut. Kandungan ester yang tinggi dengan rantai yang panjang akan menyebabkan oleogel seperti padatan (Blake et al., 2018). Laju pengadukan yang lebih tinggi juga dapat menghasilkan tumbukan partikel yang lebih besar antar molekul sehingga membentuk kristal yang lebih homogen dalam matriks oleogel dan berkontribusi pada kekerasan oleogel (Loppies et al., 2019).

Oleogel pada hasil penelitian ini dengan konsentrasi lilin lebah 4 persen menghasilkan kekerasan dengan kisaran 0,1 – 0,3 N yang serupa dengan kekerasan margarin secara komersial sedangkan pada konsentrasi lilin lebah 10 persen dengan kekerasan 1,6 N memiliki kekerasan yang

serupa dengan *shortening* secara komersial. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi lilin lebah yang lebih rendah menghasilkan oleogel yang lebih lembut dan pada konsentrasi yang lebih tinggi menghasilkan oleogel yang lebih padat. Oleogel yang lebih padat umumnya digunakan pada aplikasi produk yang membutuhkan pengolahan lebih lanjut seperti *pastry* (Tanislav et al., 2022).

Oil Loss

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi antar perlakuan rasio minyak sawit dengan minyak kanola dan konsentrasi lilin lebah tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$) terhadap *oil loss* oleogel, sedangkan perlakuan rasio minyak sawit dengan minyak kanola dan perlakuan konsentrasi lilin lebah berpengaruh nyata ($P<0,05$) terhadap *oil loss* oleogel yang dapat dilihat pada Tabel 7 dan Lampiran 3. Nilai *oil loss* oleogel berdasarkan rasio minyak sawit dengan minyak kanola berkisar antara 2,71 – 3,37 persen. *Oil loss* terendah didapatkan pada perlakuan R5 (rasio minyak sawit dengan minyak kanola 50:50) yaitu 2,71 persen yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan R4 (rasio minyak sawit dengan minyak kanola 60:40) yaitu 2,89 persen. *Oil loss* tertinggi diperoleh pada perlakuan R1 (rasio minyak sawit dengan minyak kanola 90:10) yaitu 3,37 persen yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan R2 (rasio minyak sawit dengan minyak kanola 80:20). Nilai *oil loss* oleogel

berdasarkan konsentrasi lilin lebah berkisar antara 1,58 – 4,47 persen. *Oil loss* terendah didapatkan pada perlakuan K10 (konsentrasi lilin lebah 10 persen) yaitu 1,58 persen dan *oil loss* tertinggi diperoleh pada perlakuan K4 (konsentrasi lilin lebah 4 persen) yaitu 4,47 persen.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semakin banyak penambahan minyak kanola maka *oil loss* yang dihasilkan semakin rendah. Hal ini dapat disebabkan oleh interaksi antara minyak dengan lilin lebah seperti ikatan hidrogen dan ketidakjenuhan dari minyak. Menurut Meng et al., (2019) dan Sun et al., (2021), ikatan hidrogen juga membantu dalam pembentukan dan menstabilkan jaringan kristal pada lilin lebah. Ikatan hidrogen dapat terbentuk antara gugus asam karboksilat ($-COOH$) yang terdapat pada asam lemak dalam minyak dengan gugus hidroksil ($-OH$) dalam alkohol, karbonil ($-COO$) dalam ester, dan karboksil ($-COOH$) dalam asam lemak bebas pada lilin lebah (Doan et al., 2017 dan Sivakanthan et al., 2022). Selain ikatan hidrogen yang terjadi, asam lemak tidak jenuh yang tinggi juga dibuktikan berdasarkan nilai bilangan iodin pada campuran minyak sawit dengan minyak kanola (50:50) yaitu sebesar 70,57 g I_2 / 100g dimana oleogel yang dihasilkan lebih padat, hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang sudah dilaporkan sebelumnya (Manzoor et al 2022, Han et al., 2022, dan Widarta et al., 2025).

Tabel 1. Nilai rerata *Oil Loss* pada Oleogel

Rasio Minyak Sawit : Minyak Kanola	Konsentrasi Lilin Lebah				Rerata
	4%	6%	8%	10%	
90:10	4,90	3,65	3,11	1,84	3,37 ± 1,27 a
80:20	4,66	3,53	2,68	1,76	3,16 ± 1,24 ab
70:30	4,38	3,44	2,50	1,65	2,99 ± 1,28 b
60:40	4,29	3,41	2,37	1,51	2,89 ± 1,21 bc
50:50	4,13	3,40	2,18	1,15	2,71 ± 1,32 c
Rerata	4,47 ± 0,31 a	3,48 ± 0,11 b	2,57 ± 0,35 c	1,58 ± 0,27 d	

Ket: Notasi yang berbeda dibelakang nilai rerata menunjukkan perbedaan yang signifikan ($P < 0,05$).

Kandungan asam lemak tak jenuh yang tinggi dan interaksinya dengan lilin lebah membentuk jaringan tiga dimensi yang lebih rapat. Hal ini menyebabkan minyak yang terperangkap dalam matriks menjadi lebih banyak sehingga *oil loss* menjadi lebih rendah (Valoppi et al., 2017).

Semakin tinggi konsentrasi lilin lebah maka *oil loss* yang dihasilkan juga semakin rendah. Hal ini dipengaruhi oleh kandungan ester dengan rantai alkil yang panjang pada lilin lebah. Kandungan ester pada lilin lebah adalah sebesar 71% dan memiliki rantai alkil dengan panjang 30 – 32 (Blake et al., 2018; Loppies et al., 2019). Ester pada lilin lebah berkontribusi pada pembentukan kristal. Semakin banyak penambahan lilin lebah maka jumlah kristal yang terbentuk juga meningkat. Jaringan kristal yang terbentuk ini distabilkan oleh interaksi *van der waals*. Semakin banyak interaksi yang terjadi maka semakin banyak pula jaringan yang terbentuk sehingga

mampu menjebak minyak dengan baik serta mengurangi minyak yang terlepas (*oil loss*) (Shi et al., 2021). Nilai *oil loss* yang tinggi akan mempengaruhi kualitas produk roti seperti rasa, tekstur, dan penampilannya selama penyimpanan (Schubert et al., 2022; Millao et al., 2023).

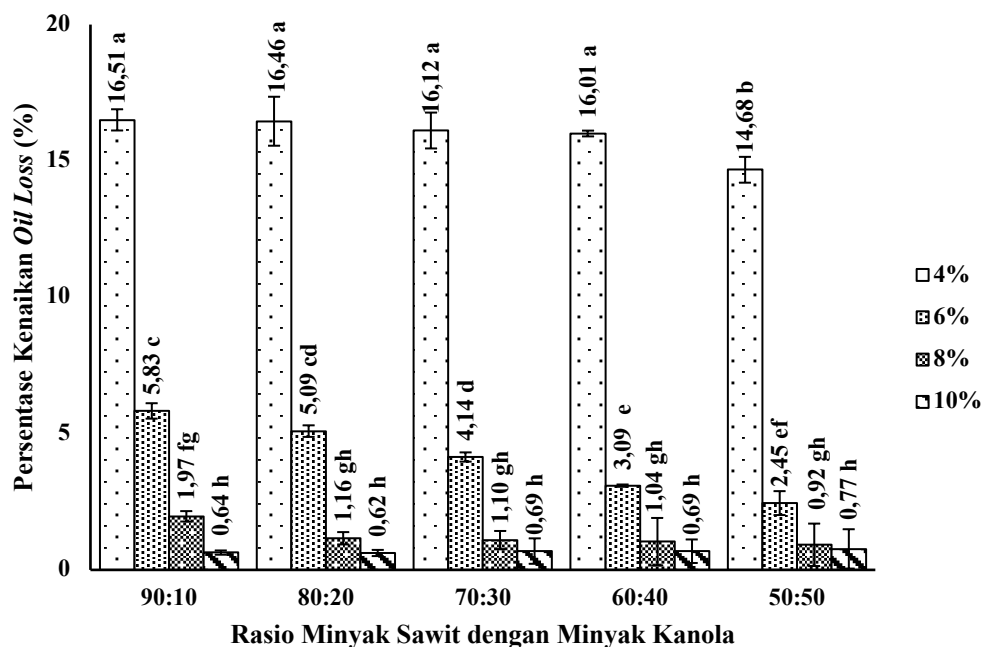
Schubert et al., (2022) melaporkan bahwa oleogel dari *rapeseed oil* dengan oleogelator lilin bunga matahari menghasilkan *oil loss* sebesar 1,1 persen dan 0,3 persen pada konsentrasi lilin 5 persen dan 10 persen. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi penambahan oleogelator maka *oil loss* akan semakin rendah. Yi et al., (2017) juga melaporkan hasil yang serupa dimana oleogel dari minyak kanola dengan lilin karnauba pada konsentrasi 5 persen, 10 persen, dan 15 persen menghasilkan *oil loss* berturut – turut sebesar 14,92 persen, 1 persen, dan 0,63 persen sedangkan oleogel dari minyak biji anggur dengan menggunakan lilin lebah

pada konsentrasi yang sama menghasilkan *oil loss* 0,46 persen, 0,33 persen, dan 0,53 persen. Gao et al., (2023) menyebutkan bahwa kekerasan oleogel berkorelasi dengan *oil loss*, dimana oleogel dengan kekerasan tinggi juga menunjukkan *oil loss* yang rendah. Pernyataan ini sesuai dengan hasil penelitian ini dimana oleogel dengan perlakuan R5K10 (rasio minyak sawit dengan minyak kanola 50:50 dan konsentrasi lilin lebah 10 persen) memiliki nilai kekerasan tertinggi dan menghasilkan *oil loss* yang rendah yaitu 1,15%.

Oil Loss Setelah Penyimpanan 30 Hari

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi antar perlakuan rasio minyak sawit dengan minyak kanola dan

konsentrasi lilin lebah berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap kenaikan *oil loss* yang ditunjukkan pada Gambar 9 dan Lampiran 4. Peningkatan nilai *oil loss* berkisar antara 0,62 – 16,51 persen. Peningkatan nilai *oil loss* terendah didapatkan pada perlakuan R2K10 (rasio minyak sawit dengan minyak kanola 80:20 dan konsentrasi lilin lebah 10 persen) sebanyak 0,62 persen yaitu awalnya dari 1,76 persen menjadi 2,38 persen setelah 30 hari. Peningkatan *oil loss* tertinggi diperoleh pada perlakuan R1K4 (rasio minyak sawit dengan minyak kanola 90:10 dan konsentrasi lilin lebah 4 persen) sebanyak 16,51 persen yaitu awalnya dari 4,90 persen menjadi 21,41 persen setelah 30 hari.



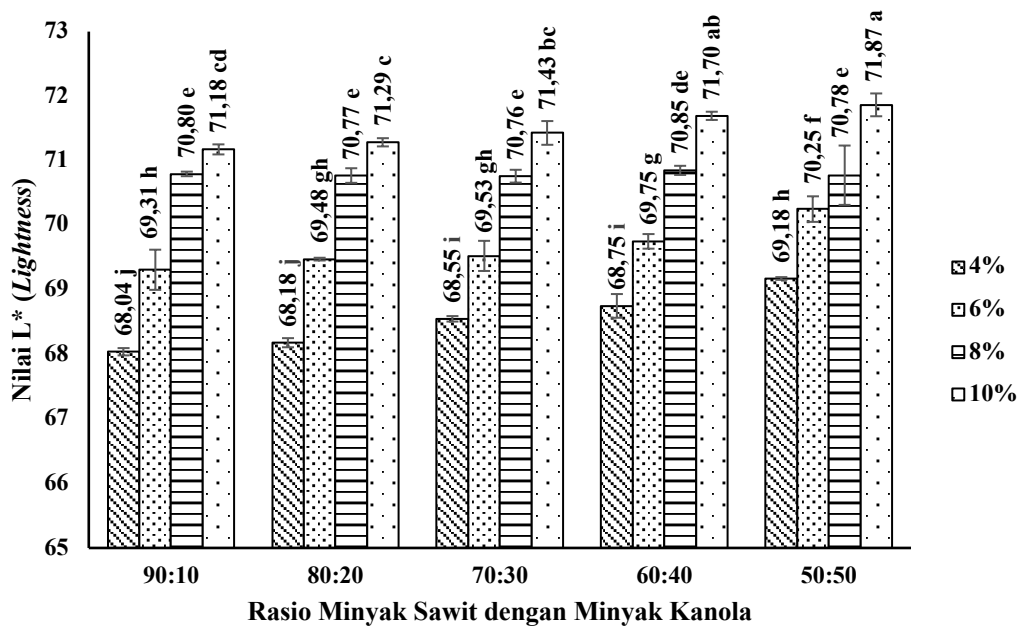
Gambar 3. Histogram peningkatan nilai oil loss setelah 30 hari penyimpanan. Notasi yang berbeda dibelakang nilai rerata menunjukkan perbedaan yang signifikan ($P < 0,05$).

Semakin tinggi rasio minyak dan konsentrasi lilin lebah maka nilai *oil loss* juga semakin kecil dimana hubungan antara rasio minyak sawit dengan minyak kanola dan konsentrasi lilin lebah berinteraksi positif. Peningkatan *oil loss* dari oleogel dapat disebabkan karena lama penyimpanan (Bascuas et al., 2020). Oleogel yang disimpan dengan waktu yang lama dapat berpotensi mengalami gangguan pada matriks jaringannya. Hal ini disebabkan karena perubahan struktural dari gelator akibat suhu penyimpanan dan lama waktu penyimpanan dimana pada suhu ruang, kristal – kristal yang terbentuk dari gelator dapat mengalami sineresis sehingga matriks oleogelnya menjadi tidak stabil atau melemah. Lemahnya struktur oleogel ini dapat terjadi karena interaksi *van der waals* yang kurang kuat sehingga minyak yang semula terjebak dalam matriks oleogel dapat keluar dan meningkatkan *oil loss* (Silva da et al., 2018). Konsentrasi lilin lebah 4 persen mengalami peningkatan *oil loss* terbesar dapat disebabkan karena jaringan tiga dimensi yang terbentuk lebih sedikit. Hal ini terjadi karena interaksi *van der waals* antara lilin lebah dengan minyak pada konsentrasi rendah masih kurang kuat, sehingga matriks oleogel yang terbentuk menjadi lebih lemah dan kurang efektif dalam menahan minyak. Hasil penelitian ini serupa dengan Noonim et al., (2022) dimana konsentrasi *carnauba wax* 5 persen memiliki nilai *oil loss* yang

lebih tinggi dibandingkan 10 persen selama penyimpanan 90 hari.

Warna

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi antar perlakuan rasio minyak sawit dengan minyak kanola dan konsentrasi lilin lebah berpengaruh nyata ($P<0,05$) terhadap tingkat kecerahan (L^*) dari oleogel yang ditunjukkan pada Gambar 10 dan Lampiran 5. Nilai kecerahan (L^*) oleogel berkisar antara 68,04 – 71,87. Nilai L^* terendah didapatkan pada perlakuan R1K4 (rasio minyak sawit dengan minyak kanola 90:10 dan konsentrasi lilin lebah 4 persen) yaitu 68,04 yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan R2K4 (rasio minyak sawit dengan minyak kanola 80:20 dan konsentrasi lilin lebah 4 persen) yaitu 68,18. Nilai L^* tertinggi diperoleh pada perlakuan R5K10 (rasio minyak sawit dengan minyak kanola 50:50 dan konsentrasi lilin lebah 10 persen) yaitu 71,87 yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan R4K10 (rasio minyak sawit dengan minyak kanola 60:40 dan konsentrasi lilin lebah 10 persen) yaitu 71,70. Tingkat kecerahan oleogel semakin tinggi seiring dengan peningkatan rasio minyak dan penambahan konsentrasi lilin lebah dimana hubungan antara rasio minyak sawit dengan minyak kanola dan konsentrasi lilin lebah berinteraksi positif. Oleogel dari konsentrasi lilin lebah 10 persen pada rasio minyak sawit dengan minyak kanola (50:50) menghasilkan tingkat kecerahan lebih tinggi dibandingkan dengan konsentrasi lainnya.



Gambar 4. Histogram nilai rerata L* oleogel dengan perlakuan rasio minyak sawit dengan minyak kanola dan konsentrasi lilin lebah. Notasi yang berbeda dibelakang nilai rerata menunjukkan perbedaan yang signifikan ($P < 0,05$).

Hal ini dapat disebabkan karena faktor bahan baku yang digunakan yaitu lilin lebah memiliki warna kuning agak kecoklatan (Gupta dan Anjali, 2023), minyak kanola berwarna sangat terang, sedikit kekuningan (Saleem dan Ahmad, 2018) dan hampir mendekati transparan serta minyak sawit yang berwarna kuning pekat atau kuning kecoklatan (Noonim et al., 2022). Semakin tinggi penambahan minyak kanola dengan konsentrasi lilin lebah yang semakin banyak maka tingkat kecerahan (L^*) dari oleogel juga akan semakin tinggi (Saleem dan Ahmad, 2018; Noonim et al., 2022; Gupta dan Anjali, 2023).

Oleogel dari konsentrasi lilin lebah 4 persen pada rasio minyak sawit dengan minyak kanola (90:10) menghasilkan tingkat kecerahan lebih rendah dapat disebabkan karena penambahan lilin lebah yang lebih sedikit dibandingkan pada konsentrasi 10 persen dan penambahan minyak kanola yang lebih sedikit. Minyak kanola memiliki warna yang lebih terang dibandingkan minyak sawit, sehingga oleogel yang dihasilkan cenderung memiliki kecerahan yang lebih rendah. Hasil penelitian ini juga sejalan dengan Gao et al., (2021) dimana oleogel yang dihasilkan dari *rapeseed oil* dengan oleogelator lilin lebah pada konsentrasi 2,5 – 12,5 persen mengalami peningkatan secara

signifikan terhadap nilai kecerahan (L^*) yaitu sebesar 45,24 – 47,94. Penelitian lain dari Yi et al., (2017) juga melaporkan hal yang sama dimana oleogel dari *grapseed oil* mengalami peningkatan terhadap nilai kecerahan (L^*) seiring dengan penambahan konsentrasi lilin lebah dari 5 hingga 15 persen.

Berdasarkan nilai *redness* (a^*), hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi lilin lebah dan interaksi antara rasio minyak sawit dengan minyak kanola dan konsentrasi lilin lebah tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$) sedangkan rasio antara minyak sawit dengan minyak kanola berpengaruh nyata ($P<0,05$) terhadap nilai *redness* (a^*) dari oleogel yang ditunjukkan pada Gambar 12 dan Lampiran 6. Nilai *redness* (a^*) oleogel berkisar antara 15,68 – 16,60. Nilai a^* terendah didapatkan pada perlakuan R5 (rasio minyak sawit dengan minyak kanola 50:50) yaitu 15,68 yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan R4 (rasio minyak sawit dengan minyak kanola 60:40) yaitu 15,87 dan perlakuan R3 (rasio minyak sawit dengan minyak kanola 70:30) yaitu 15,98. Nilai a^* tertinggi diperoleh pada perlakuan R1 (rasio minyak sawit dengan minyak kanola 90:10) yaitu 16,60 yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan R2 (rasio minyak sawit dengan minyak kanola 80:20) yaitu 16,36.

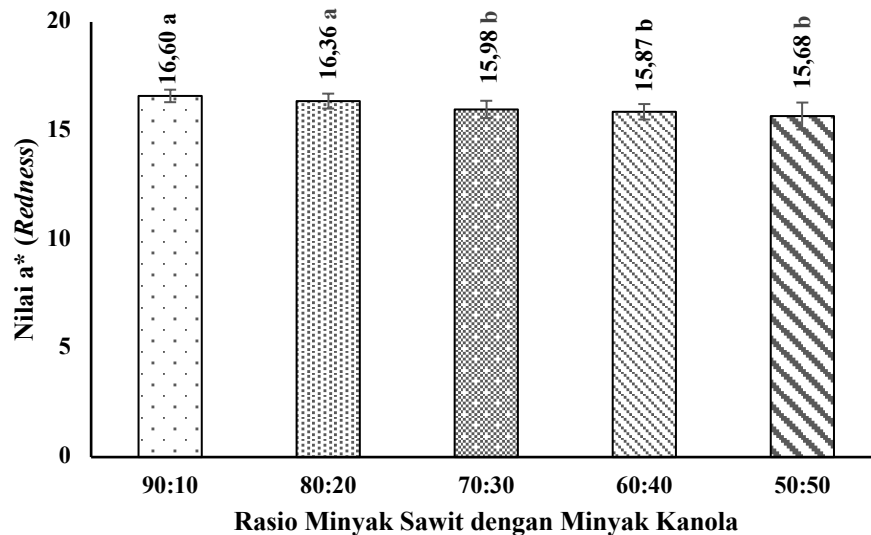
Nilai *redness* (a^*) semakin rendah seiring dengan peningkatan rasio minyak sawit dengan minyak kanola dan hasil

penelitian menunjukkan bahwa semua rasio memberikan nilai positif yang berarti oleogel berwarna sedikit kemerahan. Hal ini dapat disebabkan karena adanya pigmen warna merah yang terkandung pada minyak dimana minyak sawit dengan minyak kanola sama – sama memiliki kandungan karotenoid yang memberikan warna merah (Loganes et al., 2016;Urugo et al., 2021). Rasio pencampuran minyak sawit dengan minyak kanola pada rasio (50:50) menghasilkan nilai *redness* (a^*) yang rendah dapat disebabkan karena kandungan karotenoid minyak sawit yang memberikan warna merah memudar karena adanya pencampuran dengan minyak kanola. Rasio (90:10) memberikan nilai *redness* (a^*) yang tinggi karena minyak sawit yang ditambahkan lebih banyak dibandingkan minyak kanola. Jenis minyak dapat mempengaruhi warna dari oleogel yang dihasilkan, hal ini dikarenakan jumlah pigmen seperti karotenoid (merah) dan zeaxanthin (kuning) setiap jenis minyak berbeda – beda (Zhao et al., 2020).

Berdasarkan nilai *yellowness* (b^*), hasil sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi antara rasio minyak sawit dengan minyak kanola dan konsentrasi lilin lebah tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$) terhadap nilai *yellowness* (b^*) dari oleogel, sedangkan rasio minyak sawit dengan minyak kanola dan konsentrasi lilin lebah berpengaruh nyata ($P<0,05$) terhadap nilai *yellowness* (b^*) dari oleogel yang ditunjukkan pada

Tabel 8 dan Lampiran 7. Nilai *yellowness* (b*) oleogel berdasarkan rasio minyak sawit

dengan minyak kanola berkisar antara 36,38 – 39,09.



Gambar 5. Histogram nilai rerata a* oleogel dengan perlakuan rasio minyak sawit dengan minyak kanola. Notasi yang berbeda dibelakang nilai rerata menunjukkan perbedaan yang signifikan ($P < 0,05$).

Nilai b* terendah didapatkan pada perlakuan R5 (rasio minyak sawit dengan minyak kanola 50:50) yaitu 36,38 dan nilai b* tertinggi diperoleh pada perlakuan R1 (rasio minyak sawit dengan minyak kanola 90:10) yaitu 39,09. Nilai *yellowness* (b*) oleogel berdasarkan konsentrasi lilin lebah berkisar antara 36,37 – 38,4. Nilai b* terendah didapatkan pada perlakuan K4 (konsentrasi lilin lebah 4 persen) yaitu 36,37 dan nilai b* tertinggi diperoleh pada perlakuan K8 (konsentrasi lilin lebah 8 persen) yaitu 38,5 yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan K10 (konsentrasi lilin lebah 10 persen) yaitu 38,4. Nilai *yellowness*

(b*) semakin rendah seiring dengan peningkatan rasio minyak sawit dengan minyak kanola. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua rasio memberikan nilai positif terhadap *yellowness* (b*) yang berarti oleogel berwarna kekuningan. Hal ini dikarenakan minyak sawit memiliki warna kuning kecoklatan (Noonim et al., 2022) sedangkan minyak kanola memiliki warna yang sangat terang, sedikit kekuningan dan hampir mendekati transparan (Saleem dan Ahmad, 2018). Rasio minyak sawit dengan minyak kanola (50:50) memiliki nilai b* yang rendah dikarenakan penambahan minyak

kanola yang memiliki warna terang memudahkan warna kuning pekat dari minyak sawit, sedangkan pada rasio (90:10) campuran minyak sawit lebih banyak

dibandingkan minyak kanola sehingga warna kuning yang dihasilkan dari oleogel lebih pekat.

Tabel 2. Nilai rerata *yellowness* (b*) pada oleogel

Rasio Minyak Sawit : Minyak Kanola	Konsentrasi Lilin Lebah				Rerata
	4%	6%	8%	10%	
90:10	37,65	38,86	39,57	40,27	39,09 ± 1,12 a
80:20	37,56	38,23	39,19	39,37	38,59 ± 0,85 a
70:30	36,32	37,20	38,03	37,91	37,36 ± 0,79 b
60:40	35,68	37,04	37,96	37,81	37,12 ± 1,05 b
50:50	34,63	36,50	37,76	36,65	36,38 ± 1,30 c
Rerata	36,37 ± 1,28 c	37,57 ± 0,96 b	38,50 ± 0,82 a	38,40 ± 1,42 a	

Ket: Notasi yang berbeda dibelakang nilai rerata menunjukkan perbedaan yang signifikan (P<0,05).

Nilai *yellowness* (b*) semakin meningkat seiring dengan penambahan konsentrasi lilin lebah dan hasil penelitian menunjukkan bahwa semua konsentrasi memberikan nilai positif yang berarti oleogel berwarna kekuningan. Hal ini dapat dipengaruhi oleh bahan baku dari lilin lebah yang memiliki warna kuning agak kecoklatan (Gupta dan Anjali, 2023) sehingga semakin tinggi penambahan lilin lebah maka oleogel yang dihasilkan juga cenderung berwarna kuning. Oleogel dengan konsentrasi lilin lebah 8 dan 10 persen memiliki nilai *yellowness* (b*) yang lebih tinggi karena lebih banyak penambahan lilin lebah dibandingkan oleogel dengan konsentrasi 4 persen. Hasil yang sama juga diperoleh pada penelitian Gao et al., (2021) dimana oleogel dari

rapeseed oil menggunakan lilin lebah mengalami peningkatan seiring dengan penambahan konsentrasi sebesar 2,5, 5, 7,5, dan 10 persen sedangkan pada penelitian Moghtadei et al., (2018) juga menunjukkan bahwa konsentrasi lilin lebah 5, 7,5 dan 10 persen mengalami kenaikan terhadap nilai *yellowness* (b*). Yi et al., (2017) juga melaporkan bahwa oleogel dari minyak kanola menggunakan lilin karnauba pada konsentrasi 5, 10, dan 15 persen meningkatkan nilai *yellowness* (b*) yaitu 5,85 – 13,81. Hal ini dikarenakan warna lilin karnauba memiliki warna kuning sehingga seiring dengan peningkatan konsentrasi lilin, maka nilai *yellowness* (b*) juga mengalami peningkatan. Flores-Garcia et al., (2023) juga melaporkan hal yang sama dimana lilin kandelila pada konsentrasi 3,6,9 persen

mengalami peningkatan terhadap nilai *yellowness* (b^*) yaitu sebesar 16,19 – 28,37.

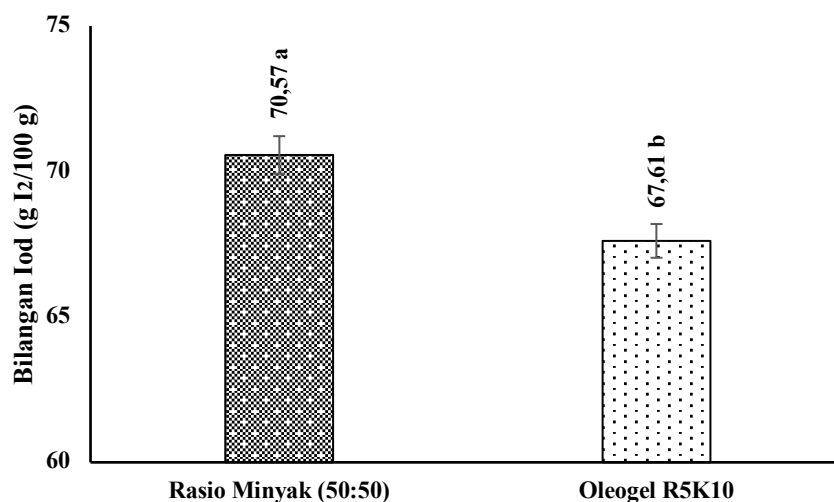
Gao et al., (2021) melaporkan bahwa oleogel dengan nilai L^* yang tinggi juga mempengaruhi kecerahan pada produk pangan yang dihasilkan. Berdasarkan hasil uji warna L^* , a^* , b^* perlakuan R5K10 (rasio minyak sawit dengan minyak kanola 50:50 dan konsentrasi lilin lebah 10 persen) merupakan hasil warna terbaik dimana perlakuan tersebut menunjukkan warna oleogel dengan nilai $L^* = 71,68$, $a^* = 15,42$, $b^* = 36,65$ dapat diinterpretasikan dengan warna putih agak kekuningan.

Karakteristik Oleogel Terbaik

Berdasarkan analisis karakteristik dari bilangan iodin bahan baku, kekerasan, *oil loss*, dan warna diperoleh bahwa oleogel terbaik adalah perlakuan R5K10 yaitu rasio minyak sawit dengan minyak kanola (50:50)

dan konsentrasi lilin lebah 10 persen. Oleogel tersebut memiliki nilai *oil loss* yang rendah baik pada hari ke-0 maupun setelah 30 hari penyimpanan, bilangan iodin yang tinggi pada campuran minyak, warna dengan tingkat kecerahan (L^*) tertinggi yakni 71,68, dan kekerasan tertinggi yaitu 1,68 N. Matriks penentuan oleogel terbaik dapat dilihat pada Lampiran 8. Selanjutnya, oleogel dengan karakteristik terbaik dilakukan pengujian bilangan iodin dan dibandingkan dengan bahan bakunya.

Hasil analisis statistik dengan menggunakan uji T-Test antara rasio minyak sawit dengan minyak kanola (50:50) sebelum dan setelah dijadikan oleogel menunjukkan perbedaan yang signifikan (*Sig.2-tailed* < 0,05) terhadap bilangan iodin yang dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 6. Histogram nilai rerata bilangan iodin dengan perlakuan rasio minyak sawit dengan minyak kanola (50:50) dan oleogel terbaik. Notasi yang berbeda dibelakang nilai rerata menunjukkan perbedaan yang signifikan (*Sig.2-tailed* < 0,05).

Oleogel dengan karakteristik terbaik memiliki bilangan iodin sebesar 67,61 g I₂/100 g dimana mengalami penurunan sebanyak 2,96 persen dari bahan baku campuran minyak sawit dengan minyak kanola (50:50) yang memiliki nilai iodin yaitu 70,57 g I₂/100 g. Hal ini menunjukkan bahwa terjadi penurunan terhadap kandungan asam lemak tidak jenuh yang disebabkan karena lilin lebah. Pembentukan oleogel memerlukan lilin lebah yang berfungsi sebagai bahan pembentuk gel, pada oleogel R5K10 membutuhkan lilin lebah sebanyak 10 persen dimana lilin lebah memiliki nilai bilangan iodin sebesar 23,92 g I₂/100 g (Gambar 5) sehingga memberikan dampak terhadap penurunan bilangan iodin. Selain itu, penurunan nilai bilangan iodin juga disebabkan karena oksidasi selama proses pembuatan oleogel yang dapat mengurangi jumlah ikatan rangkap dalam oleogel (Kong et al., 2023). Hasil serupa juga ditemukan oleh Rachmawati et al., (2024), bahan baku minyak sawit merah memiliki nilai bilangan iodin sebesar 60,3 g I₂/100 g dan setelah dijadikan oleogel menjadi 57,6 g I₂/100 g dimana mengalami penurunan bilangan iodin sebesar 2,7 persen setelah ditambahkan lilin lebah yang memiliki nilai bilangan iodin sebesar 17,9 g I₂/100 g.

Oleogel dari campuran minyak sawit dengan minyak kanola (50:50) dan konsentrasi lilin lebah 10 persen dapat menjadi alternatif yang lebih sehat

dibandingkan lemak padat seperti *shortening* atau margarin dimana *shortening* memiliki nilai bilangan iodin sebesar 46,61 g I₂/100 g dan margarin 57,10 g I₂/100 g (Samuel et al., 2018; Makanjuola et al., 2020) sehingga aplikasi penggunaan oleogel ke produk pangan memiliki peluang lebih baik pada aspek kesehatan.

KESIMPULAN

Interaksi antar perlakuan rasio minyak sawit dengan minyak kanola berpengaruh terhadap kekerasan dan *oil loss* setelah 30 hari penyimpanan oleogel. Perlakuan rasio minyak sawit dengan minyak kanola dan konsentrasi lilin lebah berpengaruh terhadap semua parameter yang diuji yaitu kekerasan, *oil loss*, *oil loss* setelah 30 hari penyimpanan, dan warna oleogel. Rasio minyak sawit dengan minyak kanola (50:50) dan konsentrasi lilin lebah 10 persen menghasilkan oleogel terbaik dengan karakteristik bilangan iodin 67,61 g I₂/100g, kekerasan 1,68 N, *oil loss* 1,15 persen, *oil loss* setelah penyimpanan 30 hari sebesar 0,77 persen, dan warna dengan nilai L* 71,78, a* 15,42, dan b* 36,65 yang diinterpretasikan dengan warna putih agak kekuningan.

DAFTAR PUSTAKA

- Association of Official Analytical Chemist. (2005). Official Method of Analysis of the Association of Official Analytical of Chemist.
- Abdolmaleki, K., Alizadeh, L., Nayebzadeh, K., Baranowska, M, H., Kowalczewski,

- L, P., Khaneghah, M, A. (2022). Potential Application of Hydrocolloid-Based Oleogel and Beeswax Oleogel as Partial Substitutes of Solid Fat in Margarine. *MDPI Journal*, 12(23), 12136.
<https://doi.org/10.3390/app122312136>.
- Allam, Y, A., Khan, S, Z., Bhat, S, M., Naik, B., Wani, A, S., Rustagi, S., Aijaz, T., Elsadek, F, M., Chen, W, T. (2023). Chemical, Physical, and Technological Characteristics of Palm Olein and Canola Oil Blends. *Journal of Food Quality*, 2023(1), 6503667.
<https://doi.org/10.1155/2023/6503667>.
- Buchwald, R., Breed, D, M., Bjostad, L., Hibbard, E, B., Greenberg, R, A. (2009). The Role of Fatty Acids in the Mechanical Properties of Beeswax. *Apidologie*, 40, 585 – 594.
<http://dx.doi.org/10.1051/apido/2009035>.
- Blake, I, A., Vazquez, T, F, J., Hwang, S, H. (2018). Wax Oleogels. In *Edible Oleogels (Structure and Health Implications)*. 2nded. Elsevier. ch. 6. pp. 133 – 171.
<https://doi.org/10.1016/C2017-0-00541-4>.
- Bascuas, S., Hernando, I., Moraga, G., Quiles, A. (2020). Structure and Stability of Edible Oleogels Prepared with Diferent Unsaturated Oils and Hydrocolloids. *International Journal of Food Science and Technology*, 55(4), 1458 – 1467.
<https://doi.org/10.1111/ijfs.14469>.
- Badan Pusat Statistik. (2023). *Statistik Kelapa Sawit Indonesia (Indonesian Oil Palm Statistics) 2022*. Jakarta, Indonesia: Badan Pusat Statistik [Online].
<https://www.bps.go.id/id/publication/2023/11/30/160f211bfc4f91e1b77974e1/statistik-kelapa-sawit-indonesia-2022.html>. Accessed: Januari 19, 2024.
- Cui, X., Saleh, M, S., ,A., Yang, S., Wang, N., Wang, P., Zhu, M., Xiao, Z. (2022). Oleogels as Animal Fat and Shortening Replacers: Research Advances and Application Challenges. *Food Reviews International*.
<https://doi.org/10.1080/87559129.2022.2062769>.
- Crisan, P, S., Ursachi, S, C., Chereji, D, B., Munteanu, D, F. (2023). Oleogels – Innovative Technological Solution for the Nutritional Improvement of Meat Products, *MDPI Journal*, 12(1), 131.
<https://doi.org/10.3390/foods12010131>.
- Ferro, C, A., Okuro, K, P., Badan, P, A., Cunha, L, R. (2019). Role of the Oil on Glyceryl Monostearate Based Oleogels. *Food Research International*, 120, 610 – 619.
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.11.013>.
- Franco, D., Martins, J, A., Pedrouso-Lopez, M., Purrinos, L., Cerqueira, A, M., Vicente, A, A., Pastrana, M, L., Zapata, C., Lorenzo, M, J. (2019). Strategy Towards Replacing Pork Backfat with a Linseed Oleogel in Frankfurter Sausages and Its Evaluation on Physicochemical, Nutritional, and Sensory Characteristics. *MDPI Foods*, 8(9), 366.
<https://doi.org/10.3390/foods8090366>.
- Flores-Garcia, L, C., Herrera-Medina, N., Romero-Rodriguez, A, B., Avila-Martinez, G, C, G., Rojas, R., Carranco-M, Z. (2023). Impact of Fat Replacement by Using Organic-Candelila-Wax-Based Oleogels on the Physicochemical and Sensorial Properties of a Model Cookie. *Gels*, 9(8), 636.
<https://doi.org/10.3390/gels9080636>.
- Gao, Y., Li, M., Zhang, L., Wang, Z., Yu, Q., Han, L. (2021). Preparation of Rapeseed Oil Oleogels Based on Beeswax and Its Application in Beef Heart Patties to Replace Animal Fat. *Food Science and Technology*, 149, 111986.
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111986>.
- Grover, S., Kumari, P., Kumar, A., Soni, A., Sehgal, S., Sharma, V. (2021). Preparation and Quality Evaluation of Different Oil Blends. *Letters in Applied NanoBioScience*, 10(2), 2126 – 2137.

- <https://doi.org/10.33263/LIANBS102.21262137>.
- Ghan, Y. S., Siow, F. L., Tan, P. C., Cheong, W. K., & Thoo, Y. Y. (2022). "Oleogel: Production and Application". in *Recent Advances in Edible Fats and Oils Technology*. 1sted. Singapore: Springer Singapore. ch. 12, pp. 333 – 346.
- Gao, P., Liu, Y., Wang, S., Huang, C., Zhong, W., Yin, J., Hu, C., He, D., Wang, X. (2023). Effects of Different Oleogelators on the Structural Properties and Composition of Iron Walnut-Oil Oleogels. *Ultrasonics Sonochemistry*, 102, 106729. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2023.106729>.
- Gupta, G., Anjali, K. (2023). Environmentally Friendly Beeswax: Properties, Composition, Adulteration, and its Therapeutic Benefits. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 1110(1), 012041. <http://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/1110/1/012041>.
- Hishamuddin, E., Saw, H. M. (2022). Enhancement of Physicochemical Characteristics of Palm Olein and Winged Bean (*Psophocarpus tetragonolobus*) Seed Oil Blends. *Oilseeds & fats Crops and Lipids Journal*, 2, 7. <https://doi.org/10.1051/ocl/2021049>.
- Han, W., Chan, X., Zaaboul, F., Tan, P. C., Sun, Y., Liu, C., Liu, Y. (2022). Beeswax Crystal form a Network Structure in Highly Unsaturated Oils and O/W Emulsions Under Supersaturation and Cool Temperature Conditions. *Journal of Food and Science Technology*. 164, 113594. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113594>.
- Jafarnodeh, H., Ghelichi, A., Jorjani, S., Akrami, R. (2024). The Effect of Partial Replacement of Calt Fat and Canola Oil Instead of Dietary Fish Oil on Growth Performance, Liver Tissue, Liver Enzymes and Chemical Composition of Young Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture Reports*, 36, 102097. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2024.102097>.
- Ketaren, S. (2012). *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. Jakarta: UI Press.
- Kong, W., Wang, L., Xu, H., Liu, D. (2023). Effects of Lecithin/Sorbitol Monostearate-Canola Oil Oleogel as Animal Fat Replacer on the Fatty Acid Composition and Physicochemical Properties of Lamb Sausage. *Journal of Food Processing and Preservation*, 2023(1), 2567854. <https://doi.org/10.1155/2023/2567854>.
- Loganes, C., Ballali, S., Minto, C. (2016). Main Properties of Canola Oil Components: A Descriptive Review of Current Knowledge. *The Open Agriculture Journal*, 10, 69 - 74. <http://dx.doi.org/10.2174/1874331501610010069>.
- Loppies, E. J., Ristanti, Y. E., Ramlah, S., Lullung, A., Amalia, A. (2019). Karakterisasi Oleogel dari Minyak Nabati Menggunakan Lilin Lebah dan Lemak Kakao Sebagai Oleogelator. *Jurnal Industri Hasil Perkebunan*, 14(2). <http://dx.doi.org/10.33104/jihp.v14i2.552>.
- Moghtadaei, M., Soltanizadeh, N., Goli, H, A, S. (2018). Production of Sesame Oil Oleogels Based on Beeswax and Application as Partial Substitutes of Animal Fat in Beef Burger, *Food Research International*, 108, 368 – 377. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.03.051>.
- Meng, Z., Guo, Y., Wang, Y., Liu, Y. (2019). Oleogels from Sodium Stearoyl Lactylate Based Lamellar Crystal: Structural Characterization and Bread Application. *Food Chemistry*, 292, 134 – 142. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.11.042>.
- Makanjuola, M, O., Oluwole, A, A. (2020). Evaluation of Quality Attributes of Bread Produced From Bleached Palm-Oil, Margarine, and Lard. *IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology*, 14(12), 46 – 53.

- Manzoor, S., Masoodi, A. F., Naqash, F., Rashid, R. (2022). Oleogels: Promising Alternatives to Solid Fats for Food Applications. *Food Hydrocolloids for Health*, 2. <https://doi.org/10.1016/j.fhfh.2022.100058>.
- Martinez, B. P., L., Poblano, A. L., Carter, V., J. E., Ramirez, A. J. (2022). Effects of β -Carotene on the Color, Textural, Rheological and Structural Properties of Canola Oil/Beeswax Oleogel. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 16, 3946 - 3956. <https://doi.org/10.1007/s11694-022-01449-4>.
- Millao, S., Iturra, N., Contardo, I., Morales, E., Quilaqueo, M., Rubilar, M. (2023). Structuring of Oils with High PUFA Content: Evaluation of the Formulation Conditions on the Oxidative Stability and Structural Properties of Ethylcellulose Oleogels. *Food Chemistry*, 405, 134772. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.134772>.
- Noonim, P., Rajasekaran, B., Venkatachalam, K. (2022). Effect of Palm Oil-Carnauba Wax Oleogel That Processed with Ultrasonication on the Physicochemical Properties of Salted Duck Egg White Fortified Instant Noodles. *Gels*, 8, 487. <https://doi.org/10.3390/gels8080487>.
- Oh, K. I., Amoah, C., Lim, J., Jeong, S., Lee S. (2017). Assessing the Effectiveness of Wax-based Sunflower Oil Oleogels in Cakes as a Shortening Replacer. *Food Science and Technology*, 86, 430 - 437. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.08.021>.
- 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 Aceites*, 71(4), e380. <https://doi.org/10.3989/gya.0806192>.
- Pang, M., Kang, S., Liu, L., Ma, T., Zheng, Z., Cao, L. (2022). Physicochemical Properties and Cookie-Making Performance as Fat Replacer of Wax-Based Rice Bran Oil Oleogels. *Gels* 2023, 9(1), 13. <https://doi.org/10.3390/gels9010013>.
- Parmar, V., Sharma, R., Sharma, S., Singh, B. (2022). Recent Advances in Fabrication of Food Grade Oleogels: Structuring Methods, Functional Properties and Technical Feasibility in Food Products. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 16, 4687 - 4702. <https://doi.org/10.1007/s11694-022-01538-4>.
- Pangestu, A. F., Palupi, S. N., Wulandari, N., Supriyadi, D. (2023). Kinetika Kristalisasi Campuran Minyak Sawit Bebas Asam Lemak Trans untuk Produksi Margarin. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 34(1), 37 - 47. <https://doi.org/10.6066/jtip.2023.34.1.37>.
- Qiu, H., Zhang, H., Eun, B. J. (2024). Oleogel Classification, Physicochemical Characterization Methods, and Typical Cases of Application in Food: a Review. *Journal Food Science and Biotechnology*, 33, 1273 - 1293. <https://doi.org/10.1007/s10068-023-01501-z>.
- Rachmawati, N., A., Wulandari, N., Purnomo, H. E. (2024). Pengembangan Produk Olesan Menggunakan Oleogel Minyak Sawit Merah sebagai Pensubstitusi Lemak Padat. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 35(2), 139 - 151. <https://doi.org/10.6066/jtip.2024.35.2.139>.
- Saleem, M., Ahmad, N. (2018). Characterization of Canola Oil Extracted by Different Methods Using Fluorescence Spectroscopy. *PLoS ONE*, 13(2), e0208640. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0208640>.
- Silva da, T. L. T., Arellano, B. D., Martini, S. (2018). Effect of Water Addition on Physical Properties of Emulsion Gels. *Food Biophysics*, 14, 30 - 40. <https://doi.org/10.1007/s11483-018-9554-3>.

- Samuel, B, C., Joy, E., Barine, D, K. (2018). Effect of Chemical Interesterification on the Physicochemical Characteristics and Fatty Acid Profile of Bakery Shortening Produced from Shea Butter and Fluted Pumpkin Seed Oil Blend. *American Journal of Food Science Technology*, 6(4), 187 – 194. <http://pubs.sciepub.com/ajfst/6/4/8>.
- Shi, Y., Liu, C., Zheng, Z., Chai, X., Han, W., Liu, Y. (2021). Gelation Behavior and Crystal Network of Natural Waxes and Corresponding Binary Blends in High-Oleic Sunflower Oil. *Journal of Food Science*, 86(9), 1 – 14. <http://dx.doi.org/10.1111/1750-3841.15840>.
- Sun, P., Xia, B., Ni, J., Wang, Y., Elam, E., Thakur, K., Ma, L., Wei, Z. (2021). Characterization of Functional Chocolate Formulated using Oleogels Derived from β -sitosterol with γ -oryzanol/lecithin/stearic acid. *Food Chemistry*, 360, 130017. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.130017>.
- Sarkisyan, V., Frolova, Y., Sobolev, R., Kochetkova, A. (2022). On the Role of Beeswax Components in the Regulation of Sunflower Oil Oleogels Properties. *Food Biophysics*, 18, 262 – 272. <https://doi.org/10.1007/s11483-022-09769-0>.
- Schubert, M., Erlenbusch, N., Wittland, S., Nikolay, S., Hetzer, B., Matthaus, B. (2022). Rapeseed Oil Based Oleogels for the Improvement of the Fatty Acid Profile Using Cookies as an Example. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 124(11), 2200033. <https://doi.org/10.1002/ejlt.202200033>.
- Sivakanthan, S., Fawzia, S., Madhujith, T., Karim, A. (2022). Synergistic Effects of Oleogelators in Tailoring the Properties of Oleogels: A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 21(4), 3507 – 3539. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12966>.
- Silva, D, C, R., Ferdaus, J, M., Foguel, A., Silva, D, T, L, T. (2023). Oleogels as a Fat Substitute in Food: A Current Review. *Journal of Gels*, 9(3), 180. <https://doi.org/10.3390/gels9030180>.
- Suriaini, N., Arpi, N., Syamsuddin, Y., Supardan, D, M. (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>.
- Savchina, E., Grosso, L, A., Massoner, P., Morozova, K., Scampicchio, M, M., Ferrentino, G. (2025). From Liquid to solid: Exploring techniques, applications, and challenges of structured oils as fat replacements in food formulations. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 24(2), e70163. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.70163>.
- Tan, H, C., Lee, J, C., Tan, N, S., Poon, S, T, D., Chong, E, Y, C., Pui, P, L. (2021). Red Palm Oil: A Review on Processing, Health Benefits and Its Application in Food. *Journal of Oleo Science*, 70(9). <http://dx.doi.org/10.5650/jos.ess21108>.
- Triraharyu, A, D., Putra, P, R., Abidin, Z, A. (2022). Pengembangan Oleogel Berbasis Minyak Biji Bunga Matahari dengan Memanfaatkan Gelling Agent dari Berbagai Sumber Hidrokoloid. *Jurnal Fluida*, 15(1), 1 - 7. <http://dx.doi.org/10.35313/fluida.v15i1.3298>.
- Tanislav, E, A., Puscas, A., Paucean A., Muresan, E, A., Semeniuc, A, C., Muresan, V., Mudura, E. (2022). Evaluation of Structural Behavior in the Process Dynamics of Oleogel-Based Tender Dough Products. *Gels*, 8, 317. <https://doi.org/10.3390/gels8050317>.
- Urugo, M, M., Teka, A, T., Teshome, G, P., Tringo, T, T. (2021). Palm Oil Processing and Controversies over Its Health Effect: Overview of Positive and Negative Consequences. *Journal of Oleo Science*, 70(12), 1693 – 1706. <https://doi.org/10.5650/jos.ess21160>.
- Valoppi, F., Calligaris, S., Barba, L., Segatin, N., Ulrih, P, N., Nicoli, C, M. (2017). Influence of Oil Type on

- Formation, Structure, Thermal, and Physical Properties of Monoglyceride-based organogel. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 119(2), 1500549.
<https://doi.org/10.1002/ejlt.201500549>.
- Widarta, I, W, R., Rukmini, A., Raharjo, S., Santoso, U., Supriyadi. (2025). Production of oleogel from palm olein and rice bran oil in combination with octenyl succinate anhydrous modified porang glucomannan. *Food Research*, 9(1), 142 – 152.
[https://doi.org/10.26656/fr.2017.9\(1\).413](https://doi.org/10.26656/fr.2017.9(1).413).
- Xu, J, H., Li, T., Zhang, X, H., Shi, H, C., Cao, Q, J., Zhang, R, X. (2022). The Application of Oleogels in Food Products: Classification, Preparation, and Characterisation, *Acta Alimentaria*, 51(4), 462 – 478.
<https://doi.org/10.1556/066.2022.00099>.
- Yi, B., Kim, M., Lee, Y, S., Lee, J. (2017). Physicochemical Properties and Oxidative Stability of Oleogels Made of Carnauba Wax with Canola Oil or Beeswax with Grapeseed Oil. *Food Science and Biotechnology*, 26(1), 79 - 87. <http://dx.doi.org/10.1007/s10068-017-0011-8>.
- Zhao, M., Lan, Y., Cui, L., Monono, E., Rao, J., Chen, B. (2020). Formation, Characterization, and Potential Food Application of Rice Bran Wax Oleogels: Expeller-pressed Corn Germ Oil Versus Refined Corn Oil. *Journal of Food Chemistry*, 309, 125704.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125704>.
- Zbikowska, A., Gur, O, S., Kowalska, M., Sowinski, M., Syzmanska, I., Zbikowska, K., Lukasiak, M, K., Wepachowski, W. (2022). Analysis of Stability, Rheological and Structural Properties of Oleogels Obtained from Peanut Oil Structured with Yellow Beeswax. *MDPI Journal*, 8(7), 448.
<https://doi.org/10.3390/gels8070448>