

## **Pengaruh Konsentrasi *Carnauba Wax* Sebagai Oleogelator Terhadap *Oil Binding Capacity* Oleogel Minyak Sawit Merah**

### ***Effect of carnauba wax concentration as an oleogelator on the oil binding capacity of red palm oil oleogel***

**Agnes Vanessa, I Wayan Rai Widarta\*, I Gusti Ayu Kadek Diah Puspawati**

Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana  
Kampus Bukit Jimbaran, Badung-Bali, Indonesia

\*Corresponding Author: I Wayan Rai Widarta, e-mail: [raiwidarta@unud.ac.id](mailto:raiwidarta@unud.ac.id)

Diterima: 27 Maret 2026/ Disetejui: 22 Juni 2026

#### **Abstract**

Oleogel is oil structured into a semi-solid system, in which the hydrophobic liquid phase is entrapped within a three-dimensional matrix. One of the oils that can be used to produce oleogel is red palm oil (RPO). The most important factors in oleogel production are the concentration and type of oleogelator added, particularly in determining the oil binding capacity (OBC) of the oleogel. This study aimed to determine the effect of *Carnauba wax* (CW) concentration on the OBC of red palm oil oleogel and to identify the optimum concentration that yields an oleogel with 100% OBC, along with desirable physical characteristics and carotenoid content. The experiment was conducted using a Completely Randomized Design with five levels of CW concentration (5%, 7%, 9%, 11%, and 13%), each replicated three times, resulting in 15 experimental units. The parameters observed included OBC, carotenoid content, hardness, and color intensity ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  values, and descriptive color). The data obtained were analyzed using Analysis of Variance (ANOVA) followed by Duncan's Multiple Range Test (DMRT). The results showed that increasing CW concentration significantly affected the OBC and hardness of the oleogel, altered its color, and reduced carotenoid content. The oleogel prepared with 11% CW produced the best characteristics, achieving an OBC of 100%, hardness of 1.61 N, carotenoid content of 225.97 mg/kg,  $L^*$  value of 33.02,  $a^*$  value of 28.05, and  $b^*$  value of 43.27, with an olive sienna color.

**Keywords:** *red palm oil, carnauba wax, oleogel, oil binding capacity*

#### **Abstrak**

Oleogel adalah minyak yang terstruktur menjadi sistem semi-padat, di mana fase cair hidrofobik terperangkap dalam matriks tiga dimensi. Minyak yang dapat digunakan untuk membuat oleogel adalah minyak sawit merah (MSM). Faktor terpenting di dalam pembuatan oleogel adalah konsentrasi dan jenis oleogelator yang ditambahkan terutama dalam menentukan nilai OBC dari oleogel. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengaruh konsentrasi oleogelator *Carnauba Wax* (CW) terhadap OBC oleogel minyak sawit merah serta mendapatkan konsentrasi yang tepat untuk menghasilkan oleogel dengan nilai OBC 100 % dengan karakteristik fisik dan kandungan karoten. Penelitian dilakukan menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan 5 taraf perlakuan konsentrasi CW (5%, 7%, 9%, 11%, dan 13%) yang masing-masing diulang sebanyak 3 kali sehingga diperoleh 15 unit percobaan. Parameter yang diamati meliputi OBC, kadar karoten, kekerasan (*hardness*), dan intensitas warna (nilai  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , dan deskripsi warna). Data yang telah diperoleh dianalisis dengan *Analysis of Variance* dan dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi CW berpengaruh signifikan terhadap OBC dan kekerasan oleogel, perubahan pada warna, dan penurunan kadar karoten pada oleogel. Oleogel yang dibentuk dengan konsentrasi 11% CW menghasilkan oleogel terbaik dengan karakteristik OBC

sebesar 100%, kekerasan 1,61 N, kadar karoten 225,97 mg/kg, dan warna L\* sebesar 33,02, a\* sebesar 28,05, dan b\* sebesar 43,27, dengan warna *olive sienna*.

**Kata kunci:** *carnauba wax, minyak sawit merah, oil binding capacity, oleogel*

## PENDAHULUAN

Kelapa sawit adalah salah satu komoditas utama, khususnya di negara-negara tropis seperti Indonesia, yang menjadi produsen terbesar di dunia. Menurut BPS (2024), Indonesia memiliki perkebunan kelapa sawit sebesar 15,92 juta hektar yang memproduksi minyak kelapa sawit sebanyak 47,08 juta ton pada tahun 2023. Salah satu produk turunan minyak kelapa sawit adalah minyak sawit merah. Minyak sawit merah (MSM) mempertahankan lebih banyak komponen alami, termasuk pigmen karotenoid. Karotenoid adalah sekelompok pigmen yang dapat mengurangi radikal bebas, sehingga dapat berfungsi sebagai antioksidan (Wahyuni et al., 2020). Total karotenoid dalam MSM adalah 500-700 ppm dengan kemampuan menghambat oksidasi hingga 67,29 persen (Sinaga et al., 2018). Faktor-faktor seperti oksigen, suhu, dan cahaya mempengaruhi tingkat sensitivitas karotenoid. Oleh karena itu, untuk menjaga kandungan karotenoid, lebih disarankan untuk melakukan pengolahan pada suhu rendah dalam waktu yang lebih lama (Koushki et al., 2015). MSM memiliki keterbatasan penggunaan karena rentan terhadap suhu tinggi, sehingga sering

digunakan sebagai *salad dressing* dan juga dapat diubah bentuknya menjadi oleogel sebagai pengganti lemak padat (Pakpahan, 2023) dalam berbagai produk pangan seperti *gelato* (Warmini et al., 2023) dan produk oles (Rachmawati, 2022).

Menurut Yousuf et al. (2021), oleogel adalah minyak yang terstruktur menjadi sistem semi-padat, di mana fase cair hidrofobik terperangkap dalam matriks tiga dimensi. Proses pembuatan oleogel melibatkan pencampuran minyak atau lemak cair dengan bahan yang dapat mengikat molekul hidrofobik (oleogelator). Oleogelator yang dapat digunakan meliputi oleogelator hidrofobik, seperti lilin alami dan *ethylcellulose*, serta oleogelator hidrofilik, seperti *hydroxypropyl methyl cellulose* (HPMC) (Rachmawati, 2022; Wijaya, 2022; Qu et al., 2024; Espert et al., 2021; Perta et al., 2023). Beberapa oleogelator dalam metode langsung memerlukan suhu yang tinggi untuk mencampur oleogelator ke dalam minyak, seperti pada penelitian Qu et al. (2024) yang menggunakan *ethylcellulose* (EC) yang menggunakan suhu tinggi yang mencapai 140°C. Penggunaan suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan oksidasi dan merusak komponen seperti karotenoid

pada minyak. Warmini et al. (2023) menggunakan lemak kakao sebagai oleogelator, namun hal ini terbukti tidak efektif karena pada konsentrasi oleogelator 15%, oleogel yang dihasilkan tetap mengalami *oil loss* sebanyak 21,70%. Lilin merupakan salah satu oleogelator yang dapat digunakan. Lilin merupakan bahan yang paling sering dipilih karena kemampuannya untuk membentuk gel pada konsentrasi rendah (kurang dari 10%) serta memiliki retensi minyak yang baik (Blake et al., 2014). Lilin karnauba atau carnauba wax (CW) adalah salah satu oleogelator yang digunakan untuk membentuk struktur minyak. CW terdiri dari campuran asam alifatik, ester, hidrokarbon (parafin), asam karboksilat bebas  $\omega$ -hidroksi, asam aromatik, dan alkohol bebas (Wang et al., 2001 dalam Thakur et al., 2022). CW memiliki titik leleh berkisar di suhu 65–89°C (Basson & Reynhardt, 1988 dalam Thakur et al., 2022). Selain itu, CW berbeda dengan lilin alami lainnya seperti lilin lebah, mengandung lebih banyak gugus metil bercabang dan atom karbon dengan rantai yang panjang (Khiabani et al., 2020). Rantai karbon yang panjang ini dapat meningkatkan ketahanan lilin terhadap degradasi kimia, seperti penguraian oleh oksigen atau pengaruh luar seperti kelembaban. Hal ini membuat lilin CW lebih stabil untuk disimpan dalam jangka waktu lama tanpa kehilangan

kualitasnya. Borriello et al. (2021) melaporkan bahwa CW merupakan oleogelator yang lebih efisien dibandingkan lilin lebah karena mampu membentuk oleogel minyak biji labu dengan konsentrasi yang lebih rendah dan sifat fisik yang baik.

Struktur oleogel dipengaruhi oleh berbagai kondisi, seperti jumlah oleogelator yang digunakan, jenis minyak, dan kondisi suhu yang diterapkan selama proses pembuatannya (Abdolmaleki et al., 2019). Oleogel dengan kualitas yang lebih tinggi harusnya memiliki retensi minyak yang baik, sehingga dapat meminimalkan kehilangan minyak (Tanislav et al., 2022). Salah satu faktor penting yang perlu diperhatikan dalam proses pembuatan oleogel untuk meminimalisir terjadinya kehilangan minyak adalah konsentrasi oleogelator yang digunakan. Khiabani et al. (2020) melaporkan bahwa oleogel dengan minyak kedelai dan konsentrasi CW 6% mampu menghasilkan *oil binding capacity* (OBC) sebesar 85,28%, dan hasil ini juga dilaporkan oleh Ögütcü et al. (2015). Sementara itu, Thakur et al. (2022) melaporkan bahwa penggunaan CW dengan minyak kedelai dan konsentrasi 10% mampu membentuk oleogel dengan OBC sebesar 99,73%. Ögütcü et al. (2014) melaporkan bahwa oleogel dengan minyak zaitun dan konsentrasi CW 10% menghasilkan OBC sebesar 93,41%. Berdasarkan hal tersebut perlu diteliti

konsentrasi CW yang tepat digunakan dalam pembentukan oleogel MSM sehingga dihasilkan oleogel dengan karakteristik yang baik. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengaruh konsentrasi CW terhadap OBC oleogel minyak sawit merah serta mendapatkan konsentrasi yang tepat untuk menghasilkan oleogel dengan nilai OBC 100 % dengan karakteristik fisik dan kandungan karoten.

## METODE

### Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Analisis Pangan, Laboratorium Pascapanen, Laboratorium Mikrobiologi Pangan, Laboratorium Rekayasa, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Udayana dari Februari hingga Mei 2025.

### Bahan dan Alat

Bahan-bahan untuk membuat oleogel meliputi minyak sawit merah (Harvist) dengan nilai bilangan iod yang diperoleh dari hasil analisis bahan baku sebesar 52 g I<sub>2</sub>/100 g yang diperoleh dari *e-commerce*, *carnauba wax* (CW) yang diperoleh dari Shopee, dan heksan *pro analysis* (Merck) yang diperoleh dari Tokopedia. Alat-alat yang dibutuhkan meliputi *magnetic stirrer* (Cimarec), termometer, timbangan analitik (Radwag AS 220.R2 PLUS), gelas beaker (Shuniu), botol vial kaca, labu ukur (Onemed), *centrifuse* (*Centurion scientific* K3), tabung *centrifuge* (Nesco), sendok,

wadah plastik, dan *texture analyzer* TA-XT2.

### Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan perlakuan konsentrasi CW yang terdiri dari lima taraf yang berbeda, antara lain: P1: konsentrasi CW 5%, MSM 95%; P2: konsentrasi CW 7%, MSM 93%; P3: konsentrasi CW 9%, MSM 91%; P4: konsentrasi CW 11%, MSM 89%; P5: konsentrasi CW 13%, MSM 87%. Masing-masing taraf perlakuan tersebut diulang sebanyak 3 kali ulangan sehingga diperoleh 15 unit percobaan.

### Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian dimulai dengan pembuatan oleogel. Oleogel dibuat dengan menggunakan metode langsung, dimana *carnauba wax* (CW) sebagai oleogelator (Ramlah et al., 2019) yang telah dimodifikasi. Prosesnya dimulai dengan mencampurkan CW (5%, 7%, 9%, 11%, 13% b/b) ke dalam minyak sawit merah dengan menggunakan *magnetic stirrer* selama 20 menit pada suhu 80°C dan kecepatan pengadukan 400 rpm. Campuran kemudian disimpan pada suhu ruang selama 24 jam lalu dimasukkan ke *chiller*.

### Parameter yang Diamati

Parameter yang diamati pada oleogel berupa *oil binding capacity* (Meng et al., 2018), kadar karoten (PORIM, 2005),

*hardness* (Khiabani et al., 2020), dan warna (Tanislav et al., 2022).

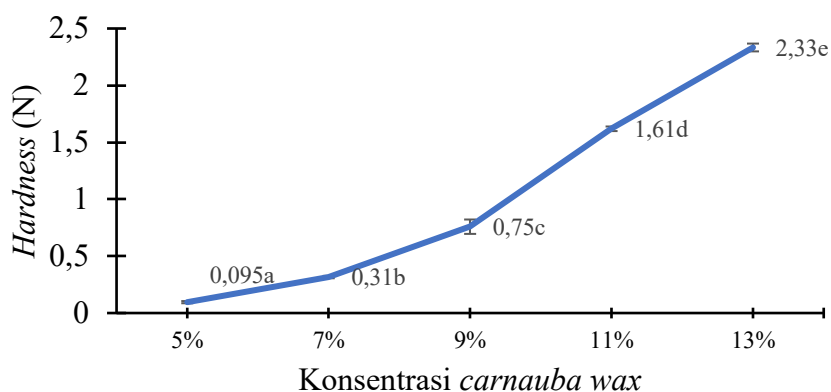
#### Analisis Data

Data yang telah diperoleh dianalisis dengan *Analysis of variance* (ANOVA). Apabila terdapat pengaruh perlakuan terhadap parameter yang diamati maka dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) dengan taraf signifikansi 0,05 pada program *SPSS IBM SPSS Statistics 29*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hardness

*Hardness* didefinisikan sebagai gaya yang diperlukan untuk mencapai deformasi tertentu (Tanislav et al., 2022). Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa konsentrasi CW berpengaruh signifikan ( $p < 0,05$ ) terhadap *hardness* oleogel minyak sawit merah. Nilai rata-rata *hardness* dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1. Grafik hubungan antara konsentrasi CW terhadap tekstur oleogel**

*Hardness* tertinggi yaitu  $2,33 \pm 0,03^e$  N diperoleh pada penambahan *carnauba wax* sebesar 13%, sedangkan *hardness* yang terendah yaitu 0,09 N didapat pada penambahan *carnauba wax* sebesar 5%. Semakin tinggi penambahan konsentrasi *carnauba wax*, maka *hardness* yang dihasilkan juga semakin keras. Hal ini disebabkan oleh proses kristalisasi yang semakin sempurna seiring bertambahnya konsentrasi wax yang digunakan.

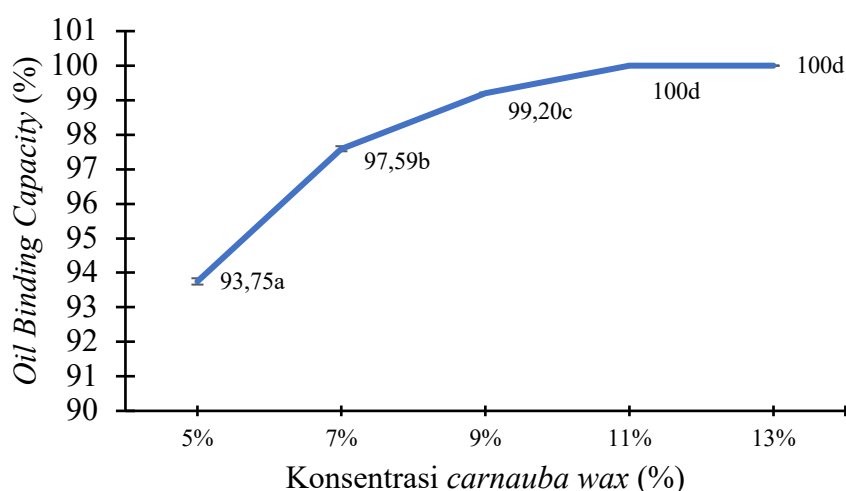
Kristalisasi ini berperan dalam pembentukan struktur internal oleogel, di mana kristal-kristal yang terbentuk akan saling berikatan dan menyusun matriks 3 dimensi yang kuat. Konsentrasi wax yang tinggi mampu membentuk matriks 3 dimensi yang semakin rapat dan padat sehingga *hardness* pada oleogel juga semakin meningkat. Hasil yang serupa dilaporkan oleh Thakur et al. (2022) bahwa pada oleogel berbasis minyak kedelai, CW dengan konsentrasi 5% mampu

menghasilkan kekerasan 0,05 N dan 5,53 N pada konsentrasi 10% CW. Peningkatan ini konsisten dengan studi sebelumnya, di mana meningkatnya konsentrasi oleogelator menghasilkan struktur yang lebih kuat, dan membentuk jaringan padat yang lebih keras (Tanislav et al., 2022 ; Khiabani et al., 2020). Hal ini juga didukung oleh Noonim et al. (2022) bahwa secara mikroskopis, kristal *wax* yang terbentuk pada CW dengan konsentrasi yang tinggi cenderung lebih padat dan terjalin rapat, yang memungkinkan struktur gel terbentuk dengan lebih kuat. Pola pada oleogel juga dapat dipahami dari tinjauan bentuk kristal oleogel. Oleogelator seperti CW mampu membentuk struktur kristalin berlapis yang dikenal sebagai *lamellae* atau plak kristalin. Kristal-kristal tersebut kemudian saling menumpuk satu sama lain membentuk jaringan yang padat dan stabil, yang diperkuat oleh gaya Van der Waals dan ikatan hidrogen antarmolekul. Interaksi ini memberikan kestabilan pada matriks 3 dimensi pada oleogel, sehingga berkontribusi terhadap hardness pada oleogel (Noonim et al., 2022).

#### ***Oil Binding Capacity***

Berdasarkan hasil sidik ragam, konsentrasi CW berpengaruh signifikan ( $p < 0,05$ ) terhadap OBC pada oleogel. Nilai rata-rata OBC dapat dilihat pada Gambar 2.

Oleogel dengan penambahan CW sebanyak 5% menghasilkan OBC terendah yaitu 93,75%, sedangkan penambahan CW sebanyak 11% mampu menghasilkan OBC tertinggi yaitu 100%. Hal ini disebabkan oleh peningkatan kerapatan jaringan matriks 3 dimensi pada oleogel. Semakin tinggi konsentrasi oleogelator yang terlarut pada fraksi cair minyak, maka struktur oleogel yang terbentuk akan semakin kuat dan rapat. Hal ini meningkatkan kemampuan oleogel untuk menahan minyak di dalam struktur tersebut dengan lebih baik, yang kemudian mencegah terjadinya pelepasan minyak atau *oil loss* (Blake et al., 2014). Menurut Tanislav et al. (2022), oleogel dengan retensi minyak yang baik dan dapat meminimalkan kehilangan minyak merupakan oleogel dengan kualitas yang lebih baik. Meng et al. (2018) melaporkan bahwa oleogelator dengan kekuatan mekanik yang lebih tinggi cenderung menghasilkan oleogel dengan kekuatan gel yang lebih kuat dan OBC yang lebih baik. Kurniaditya et al. (2024) melaporkan bahwa oleogel MSM dengan OBC tertinggi dipilih sebagai oleogel terbaik untuk diaplikasikan pada produk oles coklat dan menghasilkan produk dengan karakteristik OBC yang lebih tinggi dari produk oles coklat komersil, dan tekstur yang stabil selama 5 minggu penyimpanan.



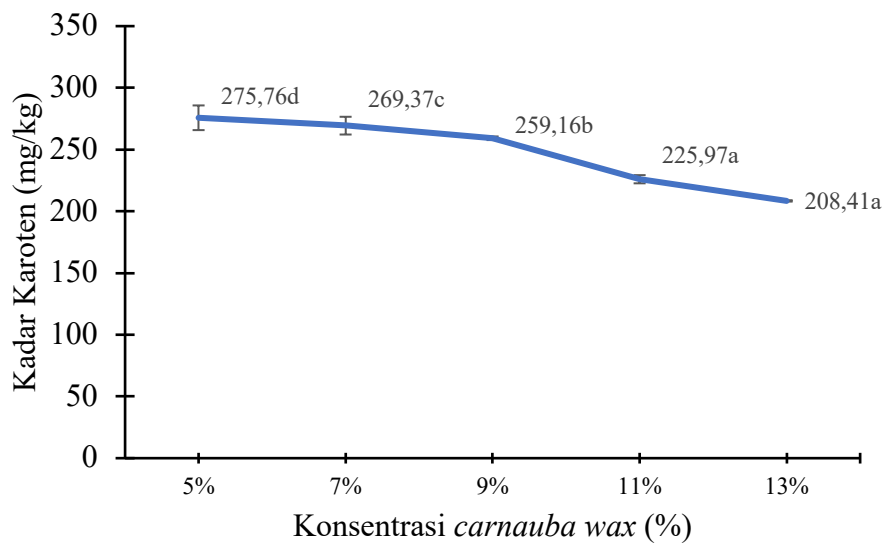
**Gambar 2. Grafik hubungan antara konsentrasi CW terhadap OBC pada oleogel**

Giacomozzi et al. (2018) juga melaporkan bahwa oleogel dengan OBC yang semakin tinggi dan mencapai 96,7% diaplikasikan pada produk *muffin* mampu menghasilkan produk dengan *spreadability* dan volume spesifik yang lebih tinggi yang dibutuhkan pada aspek komersil dan skala industri. Oleogel dengan OBC yang tinggi juga mampu mengurangi hingga 50% terjadinya migrasi minyak pada produk *muffin* selama penyimpanan 10 hari. Noonim et al. (2022) juga melaporkan bahwa oleogelator dengan jumlah yang lebih banyak berarti jarak antar-kristal lebih kecil sehingga minyak terperangkap dalam struktur padat dan mencegah terjadinya *oil loss*. Tren ini sejalan dengan penelitian sebelumnya bahwa oleogel dengan persentase oleogelator tinggi dapat menahan hampir seluruh minyak dalam matriks oleogel (Khiabani et al., 2020 dan Borriello et al.,

2021). Oleogel berbasis MSM dengan penambahan konsentrasi CW 7% mampu menghasilkan OBC yang lebih baik yaitu 97,59%, sedangkan pada oleogel minyak kanola pada konsentrasi CW yang sama hanya menghasilkan OBC sebesar 71,70% (Öğütçü et al., 2015). Data hasil penelitian ini menunjukkan OBC mencapai hingga 100% pada 11% CW, mengindikasikan oleogelator mampu mengikat semua minyak.

#### **Kadar Karoten**

Hasil sidik ragam uji kadar karoten menunjukkan bahwa konsentrasi CW berpengaruh signifikan ( $p < 0,05$ ) terhadap kadar karoten (mg  $\beta$ -karoten/kg oleogel). Semakin tinggi konsentrasi CW yang digunakan maka kadar karoten yang dihasilkan semakin rendah. Nilai rata-rata kadar karoten dapat dilihat pada Gambar 3.



**Gambar 3. Grafik hubungan antara konsentrasi CW terhadap kadar karoten pada oleogel**

Konsentrasi CW 5% memiliki karoten tertinggi yaitu 275,76 mg/kg, dan berangsur menurun sampai kadar karoten terendah yaitu 208,41 mg/kg pada konsentrasi CW 13%. Peningkatan konsentrasi CW pada oleogel menyebabkan konsentrasi MSM pada oleogel yang semakin sedikit. Saat konsentrasi CW dinaikkan dari 5% ke 13% menyebabkan proporsi MSM turun dari 95% menjadi 87%. Semakin kecil konsentrasi MSM dalam oleogel dan semakin besar konsentrasi oleogelator CW, maka persentase kadar karoten dalam oleogel juga semakin berkurang. Hal ini terjadi karena karoten pada oleogel hanya berasal dari MSM, sedangkan oleogelator tidak mengandung karoten. Hal ini sejalan dengan Rachmawati

(2022) yang menjelaskan bahwa penurunan kadar karoten pada oleogel disebabkan oleh penurunan rasio MSM pada keseluruhan oleogel.

#### Warna

Hasil sidik ragam uji karakteristik warna menunjukkan bahwa konsentrasi CW berpengaruh signifikan ( $p < 0,05$ ) terhadap warna oleogel. Nilai rata-rata warna dapat dilihat pada Tabel 1. Nilai  $L^*$  tertinggi diperoleh pada penambahan konsentrasi CW sebanyak 13% yaitu 35,02 sedangkan nilai  $L^*$  terendah diperoleh oleogel dengan penambahan konsentrasi 5% yaitu 27,80. Penambahan CW pada oleogel meningkatkan nilai kecerahan ( $L^*$ ), karena struktur kristal lilin yang memantulkan dan menyebarkan cahaya dengan efektif.

**Tabel 1. Nilai rata-rata warna oleogel MSM**

| Konsentrasi<br>Oleogelator | Warna oleogel MSM       |                         |                         | Deskripsi<br>Warna                                                                                           |
|----------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                            | L*                      | a*                      | b*                      |                                                                                                              |
| 5%                         | 27,80±0,79 <sup>a</sup> | 31,78±1,58 <sup>d</sup> | 36,99±2,17 <sup>a</sup> | <br><i>Maroon sangria</i> |
| 7%                         | 30,06±1,62 <sup>b</sup> | 30,53±1,57 <sup>c</sup> | 39,62±1,91 <sup>b</sup> | <br><i>Maroon sangria</i> |
| 9%                         | 31,47±1,54 <sup>c</sup> | 29,14±1,40 <sup>c</sup> | 41,80±1,52 <sup>c</sup> | <br><i>Maroon sangria</i> |
| 11%                        | 33,02±0,47 <sup>c</sup> | 28,05±0,65 <sup>b</sup> | 43,27±0,49 <sup>c</sup> | <br><i>Olive sienna</i>   |
| 13%                        | 35,02±0,57 <sup>d</sup> | 26,48±0,55 <sup>a</sup> | 44,82±0,43 <sup>d</sup> | <br><i>Olive sienna</i>   |

Keterangan: Nilai dengan notasi huruf berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang signifikan secara statistik berdasarkan uji DMRT ( $p < 0,05$ ).

Noonim et al. (2022) melaporkan bahwa *semakin tinggi konsentrasi CW, nilai L\* oleogel secara signifikan meningkat*. Hal ini disebabkan oleh peningkatan opasitas dalam oleogel, di mana partikel mikro kristal pada wax memancarkan cahaya putih dengan lebih baik sehingga oleogel tampak lebih cerah. Hasil yang serupa dilaporkan oleh Ogutcu et al. (2015) yang menyatakan bahwa bertambahnya opasitas pada oleogel sangat berpengaruh terhadap kenaikan total nilai warna. Semakin banyak wax kristalin yang terdistribusi dalam matriks gel, semakin banyak cahaya yang dipantulkan kembali ke pengamat sehingga nilai L\* naik.

Meskipun minyak sawit merah kaya akan karoten, penambahan CW menyebabkan nilai a\* (skala merah-hijau) menurun. Berbanding terbalik dengan nilai L\*, nilai a\* yang tertinggi (31,78) didapatkan pada oleogel dengan

penambahan wax terendah yaitu 5%, sedangkan nilai a\* terendah (26,48) diperoleh pada oleogel dengan penambahan wax tertinggi yaitu 13%. Hal ini disebabkan karena penurunan kadar karoten pada oleogel. Wax tidak mengandung pigmen karoten, sehingga nilai pigmen merah menurun setelah ditambahkan wax. Nilai a\* pada oleogel sangat berkaitan dengan kadar karoten yang menghasilkan warna merah gelap yang pekat. Sesuai dengan hasil kadar karoten yang juga menurun seiring bertambahnya konsentrasi CW pada oleogel, nilai a\* juga ikut menurun. Hasil yang serupa juga dilaporkan oleh Noonim et al. bahwa nilai a\* pada oleogel menurun seiring bertambahnya konsentrasi CW dan mengalami tren yang berbanding terbalik dengan nilai kecerahan pada oleogel.

Sebaliknya, penambahan konsentrasi CW pada oleogel meningkatkan

nilai  $b^*$  (skala kuning-biru). Nilai  $b^*$  tertinggi diperoleh pada penambahan konsentrasi CW sebanyak 13% yaitu 44,82 sedangkan nilai  $b^*$  terendah diperoleh oleogel dengan penambahan konsentrasi 5% yaitu 36,99. *Carnauba wax* memiliki warna kuning cerah (Noonim et al., 2022), sehingga keberadaan *wax* menambah elemen warna kuning pada oleogel. Nilai  $b^*$  pada *carnauba wax* yang digunakan dalam penelitian ini sebesar 45,22. Nilai  $b^*$  yang tinggi pada CW menjadi penyebab utama peningkatan nilai  $b^*$  pada oleogel. Hasil yang serupa juga dilaporkan oleh Noonim et al. (2022) bahwa oleogel minyak sawit menghasilkan nilai  $b^*$  yang berangsur naik seiring bertambahnya konsentrasi CW sebagai oleogelator.

### KESIMPULAN

Konsentrasi *carnauba wax* berpengaruh signifikan terhadap *hardness* atau kekerasan, *oil binding capacity*, kadar karoten, dan juga karakteristik warna ( $L^*$ ,  $a^*$ , dan  $b^*$ ) pada oleogel minyak sawit merah yang dihasilkan. Oleogel dengan *oil binding capacity* terbaik dihasilkan dari perlakuan penambahan konsentrasi 11% *carnauba wax* dengan karakteristik *hardness* sebesar 1,61 N, *oil binding capacity* 100%, kadar karoten sebesar 225,97 mg/kg, dengan karakteristik  $L^*$  sebesar 33,02,  $a^*$  sebesar 28,05, dan  $b^*$  sebesar 43,27.

### DAFTAR PUSTAKA

- Abdolmaleki, K., Alizadeh, L., Nayeibzadeh, K., Hosseini, S. M., & Shahin, R. (2019). Oleogel production based on binary and ternary mixtures of sodium caseinate, xanthan gum, and guar gum: Optimization of hydrocolloids concentration and drying method. *Journal of Texture Studies*, 51(2), 290–299. <https://doi.org/10.1111/jtxs.12469>
- Basson, I., & Reynhardt, E. C. (1988). An investigation of the structures and molecular dynamics of natural waxes: II. *Carnauba wax*. *Journal of Physics D: Applied Physics*, 21(9), 1429–1433. <https://doi.org/10.1088/0022-3727/21/9/016>
- Blake, A. I., Co, E. D., & Marangoni, A. G. (2014). Structure and physical properties of plant wax crystal networks and their relationship to oil binding capacity. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 91(6), 885–903. <https://doi.org/10.1007/s11746-014-2435-0>
- Borriello, A., Masi, P., & Cavella, S. (2021). Novel pumpkin seed oil-based oleogels: Development and physical characterization. *LWT*, 152, 112165. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112165>
- BPS (2024). Statistik Kelapa Sawit Indonesia 2023. Badan Pusat Statistik Indonesia, Jakarta.
- Espert, M., Hernández, M. J., Sanz, T., & Salvador, A. (2021). Reduction of saturated fat in chocolate by using sunflower oil-hydroxypropyl methylcellulose based oleogels. *Food Hydrocolloids*. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2021.106917>
- Espert, M., Salvador, A., & Sanz, T. (2020). Cellulose ether oleogels obtained by emulsion-templated approach without additional thickeners. *Food Hydrocolloids*, 109, 106085. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2020.106085>
- Khiabani, A. A., Tabibiazar, M., Roufegarinejad, L., Hamishehkar, H., &

- Alizadeh, A. (2020). Preparation and characterization of carnauba wax/adipic acid oleogel: A new reinforced oleogel for application in cake and beef burger. *Food Chemistry*, 127, 446. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127446>
- Koushki, M., Nahidi, M., & Cheraghali, F. (2015). Physico-chemical properties, fatty acid profile, and nutritional aspects of palm oil. *Journal of Paramedical Sciences*, 6, 117-134
- Kumar, A., Kumar, N. & Sharma, H.K. Development and characterization of groundnut oil-based oleogels for replacing saturated fats in cookies formulations. *Discov Food* 5, 30 (2025). <https://doi.org/10.1007/s44187-025-00301-0>
- Martins, A., Cerqueira, M., Cunha, R., & Vicente, A. (2017). Fortified beeswax oleogels: Effect of  $\beta$ -carotene on gel structure and oxidative stability. *Food & Function*, 8. <https://doi.org/10.1039/C7FO00953D>
- Meng, Z., Qi, K., Guo, Y., Wang, Y., & Liu, Y. (2018). Effects of thickening agents on the formation and properties of edible oleogels based on hydroxypropyl methyl cellulose, *Food Chem.* 246 137–149.
- Noonim, P., Rajasekaran, B., & Venkatachalam, K. (2022). Structural Characterization and Peroxidation Stability of Palm Oil-Based Oleogel Made with Different Concentrations of Carnauba Wax and Processed with Ultrasonication. *Gels*, 8(12), 763. <https://doi.org/10.3390/gels8120763>
- Ögütcü, M., Arifoğlu, N., & Yılmaz, E. (2015). Storage stability of cod liver oil organogels formed with beeswax and carnauba wax. *International Journal of Food Science & Technology*, 50(2), 404–412. <https://doi.org/10.1111/ijfs.12612>
- Ögütcü, M., & Yılmaz, E. (2014). Characterization of hazelnut oil oleogels prepared with sunflower and carnauba waxes. *International Journal of Food Properties*, 18(8), 1741–1755. <https://doi.org/10.1080/10942912.2014.933352>
- Pakpahan, N., Maryati, S., & Susanti, D. (2023). Characteristics of oleogel prepared from red palm oil using hybrid oleogelator. *E3S Web of Conferences*, 373. EDP Sciences.
- PORIM. 2005. PORIM Test Methods. Palm Oil Research Institute of Malaysia, Kuala Lumpur.
- Puşcaş, A., Tanislav, A. E., Mureşan, A. E., Fărcaş, A. C., & Mureşan, V. (2022). Walnut Oil Oleogels as Milk Fat Replacing System for Commercially Available Chocolate Butter. *Gels*, 8(10), 613. <https://doi.org/10.3390/gels8100613>
- Qu, K., Ma, J., Zhang, H., & Li, X. (2024). Characterization of construction and physical properties of composite oleogel based on single low molecular weight wax and polymer ethyl cellulose. *LWT*, 192, 115722. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2024.115722>
- Rachmawati, A. N. (2022). *Pengembangan produk oles kaya provitamin A berbasis oleogel minyak sawit merah* (Undergraduate thesis). Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Ramlah, S., Ristanti, E., Loppies, J., Asriati, D., & Rejeki, E. (2019). Aplikasi oleogel dengan oleogelator lemak kakao pada pembuatan cokelat. *Jurnal Industri Hasil Perkebunan*, 14(2), 1. <https://doi.org/10.33104/jihp.v14i2.5479>
- Roufegarinejad, L., Habibzadeh Khiabani, A., Konar, N., Toofighi, S., & Rasouli Pirouzian, H. (2023). Carnauba wax and adipic acid oleogels as an innovative strategy for cocoa butter alternatives in chocolate spreads. *Journal of Food Science and Technology*, 61. <https://doi.org/10.1007/s13197-023-05844-7>
- Sarah, M. (2018). Carotenoids preservation during sterilization of palm fruit using microwave irradiation. *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 13(3), 1009–1014.
- Sarah, M. (2018). Carotenoids preservation during sterilization of palm fruit using microwave irradiation. *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 13(3), 1009–1014.
- Sinaga, A. G. S., Siahaan, D., dan Sinaga, K. R. (2018). Potensi minyak sawit

- merah dan karotenoid sebagai suplemen antioksidan dalam pengujian toleransi glukosa pada tikus putih (preliminary study). *Proceeding Talenta Conference Series: Tropical Medicine*, 251–256.
- Tanislav, A., Puscas, A., Paucean, A., Muresan, A., Semeniuc, C., Muresan, V., & Mudura, E. (2022). Evaluation of structural behavior in the process dynamics of oleogel-based tender dough products. *Gels*, 8(5), 317. <https://doi.org/10.3390/gels8050317>
- Thakur, D., Singh, A., Prabhakar, P. K., Meghwal, M., & Upadhyay, A. (2022). Optimization and characterization of soybean oil-carnauba wax oleogel. *LWT*, 157, 113108. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113108>
- Wahyuni, F.D., Shalihah, I. M., & Nurtiana, W. (2021). *Carotenoids as Natural Colorant: A Review*. *Food ScienTech Journal*, 3(2), 49-56. <http://dx.doi.org/10.33512/fsj.v3i2.12345>
- Wang, L., Ando, S., Ishida, Y., Ohtani, H., Tsuge, S., & Nakayama, T. (2001). Quantitative and discriminative analysis of carnauba waxes by reactive pyrolysis-GC in the presence of organic alkali using a vertical microfurnace pyrolyzer. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 58–59, 525–537.
- Warmini, N. M. W. S. W., Hidayat, C., & Yanti, R. (2023). Comparison of butter and oleogel as fat replacement from red palm oil with cocoa butter gelator and their influence on the physical and chemical characteristics of gelato. *Indonesian Food and Nutrition Progress*, 20(2), 89–102.
- Wijaya, S. D. (2022). *Karakteristik oleogel minyak ikan dengan oleogelator lilin kandelila dan karnauba sebagai ingredien pangan fungsional* (Undergraduate thesis). Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Wu, X., Wu, S.\*, Ji, M., & Yoong, J. H. (2018). Influence of red palm oil on the physicochemical and sensory qualities of flavouring oil gravy for instant noodles. *RSC Advances*, 8, 1148–1158. <https://doi.org/10.1039/C7RA12387F>
- Yousuf, B., Wu, S., & Gao, Y. (2021). Characteristics of karaya gum-based films: Amelioration by inclusion of *Schisandra chinensis* oil and its oleogel in the film formulation. *Food Chemistry*, 345, 128859.