

Aplikasi Minyak Sawit Merah sebagai Medium untuk Penumisan Sayur

[Red Palm Oil Application as a Medium for Vegetable Pan Frying]

Permata Adinda Putri¹⁾, Winiati Pudji Rahayu^{1,2)}, Dede Robiatul Adawiyah^{1,2)*}, dan Nuri Andarwulan^{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 February 22nd 2024 / Revised August 27th 2024 / Accepted September 9th 2024

ABSTRACT

Red palm oil (RPO), processed without bleaching, has a higher total carotenoid content compared to commercial frying oil (CFO), at 500-700 ppm. The use of RPO in household cooking is not widespread due to its different characteristics compared to the commonly used cooking oil. This research aimed to determine the physicochemical characteristics (color, total carotenoid, iodine value, peroxide value, and acid value) and sensory attributes of RPO and CFO, followed by a comparison. Both oils were used in the preparation of pan-fried dishes, specifically pan-fried bean sprouts and pan-fried water spinach. Parameters observed in the pan-fried products included color, total carotenoid, sensory profile, and consumer's acceptance. The results showed that the total carotenoid content in RPO ($520.24 \pm 0.52 \mu\text{g/g}$ for pan-fried water spinach) was higher than in CFO ($2.20 \pm 0.54 \mu\text{g/g}$). However, CFO excelled in other chemical parameters, with a higher iodine value and lower acid and peroxide value. The total carotenoid in pan-fried products processed with RPO ($34.52 \pm 0.25 \mu\text{g/g}$ for pan-fried bean sprouts and $37.83 \pm 0.05 \mu\text{g/g}$ for pan-fried water spinach) provided more than 15% of the daily vitamin A requirement per person. Pan-fried products made with RPO showed a sensory profile identical to the oil, and based on the obtained hedonic scores (neutral–slightly liked), products with RPO were not well-accepted by consumers. These results indicate that the application of RPO as a pan-frying medium can enhance its nutritional value due to its high carotenoid content, but it is not well-received sensorially.

Keywords: carotenoid, pan-fry product, red palm oil, sensory profile

ABSTRAK

Minyak sawit merah (MSM) diolah tanpa proses pemucatan sehingga memiliki jumlah total karotenoid yang lebih tinggi dibanding minyak sawit komersial (MSK), yaitu sebesar 500–700 ppm. Penggunaan MSM pada pangan skala rumah tangga belum banyak dilakukan karena karakteristiknya yang berbeda dengan minyak goreng yang sudah biasa digunakan. Penelitian ini bertujuan mengetahui karakteristik fisikokimia (warna, total karotenoid, bilangan iod, bilangan peroksida, bilangan asam) dan sensori dari MSM dan MSK. Kedua minyak tersebut digunakan pada pengolahan produk tumisan, yaitu tumis taugé dan tumis kangkung. Parameter yang diamati pada produk tumisan adalah warna, total karotenoid, profil sensori, dan penerimaan konsumen. Hasil penelitian menunjukkan total karotenoid MSM ($520,24 \pm 0,52 \mu\text{g/g}$) lebih tinggi dibanding MSK ($2,20 \pm 0,54 \mu\text{g/g}$), namun MSK lebih unggul pada parameter kimia lainnya, yaitu bilangan iod lebih tinggi, serta bilangan asam dan bilangan peroksida yang lebih rendah. Total karotenoid pada produk tumisan yang diolah dengan MSM ($34,52 \pm 0,25 \mu\text{g/g}$ untuk tumis taugé dan $37,83 \pm 0,05 \mu\text{g/g}$ untuk tumis kangkung) dapat memenuhi lebih dari 15% kebutuhan vitamin A per orang per hari. Produk tumisan yang diolah dengan MSM memiliki profil sensori yang identik dengan minyaknya, dan berdasarkan skor hedonik yang diperoleh (netral–agak suka), produk tumisan dengan MSM belum dapat diterima dengan baik oleh konsumen. Hasil ini menunjukkan bahwa aplikasi MSM sebagai medium penumisan dapat meningkatkan nilai gizinya karena tinggi karotenoid, tetapi belum dapat diterima dengan baik secara sensori.

Kata kunci: karotenoid, minyak sawit merah, produk tumisan, profil sensori

^{1)*}Penulis Korespondensi: E-mail: andarwulan@apps.ipb.ac.id

PENDAHULUAN

Minyak sawit merah (MSM) merupakan minyak sawit yang memiliki warna oranye kemerahan. Berbeda dengan minyak sawit komersial (MSK), MSM memiliki total karotenoid yang tinggi (500–700 ppm) (Sulihatimarsyila *et al.*, 2019). Secara umum, proses pengolahan minyak sawit menjadi minyak goreng meliputi *degumming*, deasidifikasi, *bleaching*, dan deodorisasi. Namun, terdapat beberapa modifikasi pada pengolahan MSM. Proses *degumming* yang bertujuan menghilangkan fosfolipid dilakukan dengan penambahan asam fosfat pada suhu 80–95 °C. Proses deasidifikasi dilakukan dengan penambahan NaOH untuk mengeliminasi asam lemak bebas, sedangkan pada MSK dilakukan proses penguapan pada suhu 240–260 °C. Proses *bleaching* yang bertujuan menghilangkan pigmen tidak dilakukan pada MSM agar jumlah karotenoid dapat dipertahankan (Vispute dan Dabhade, 2018). Proses deodorisasi yang bertujuan menghilangkan bau tidak sedap dan sisa asam lemak bebas dilakukan pada suhu 90 °C dan tekanan 500 mmHg (Sumarna *et al.*, 2021), sedangkan pada MSK digunakan suhu 220–260 °C dan tekanan 720–750 mmHg (Vispute dan Dabhade, 2018). Perbedaan suhu pengolahan yang digunakan menjadikan kandungan karotenoid MSM lebih tinggi karena kerusakannya akibat suhu tinggi telah diminimalisir.

Aplikasi MSM pada produk pangan di Indonesia telah beberapa kali dilakukan, di antaranya pada sambal tumis (Hasibuan dan Meilano, 2018), biskuit kacang (Robiansyah *et al.*, 2017), kue (Harianti *et al.*, 2018), dan mayonaise (Hamzah *et al.*, 2023). Namun, aplikasinya pada skala rumah tangga belum banyak dilakukan, contohnya pada produk tumisan. Penumisan merupakan salah satu teknik memasak yang menggunakan sedikit minyak. Minyak yang digunakan berfungsi sebagai penghantar panas dari media memasak ke produk (Lahmudin *et al.*, 2021). MSM dinilai cocok digunakan sebagai medium penumisan karena melibatkan waktu memasak yang singkat dan suhu yang tidak terlalu tinggi (120 °C) (Mujadin *et al.*, 2014) dibanding dengan proses pengolahan lain, sehingga jumlah karotenoid dapat dipertahankan (Hasibuan, 2021).

Keunggulan MSM berupa total karotenoid yang lebih tinggi dibanding MSK tidak lantas diterima dengan baik oleh konsumen. MSM yang berwarna jingga kemerahan akibat tingginya total karotenoid justru menimbulkan keraguan bagi konsumen untuk menggunakannya, khususnya di Indonesia. Persepsi mengenai minyak goreng ideal yang berwarna kuning cerah menjadikan MSK dinilai memiliki kualitas lebih tinggi dibanding MSM (Purnama *et al.*, 2020). Perilisan SNI 9098:2022 tentang Minyak Makan Merah sebagai persiapan produksi dan penjualan MSM secara komersial juga menyebabkan perlunya

informasi lebih detail mengenai MSM dan pengaruhnya bila digunakan pada pengolahan produk pangan. Proses penumisan dipilih karena dinilai dapat meminimalisir jumlah karotenoid yang rusak selama pemasakan. Produk tumis taube dan tumis kangkung dipilih karena keduanya sering diolah pada skala rumah tangga, serta terdapat perbedaan warna yang dapat digunakan untuk melihat pengaruh MSM terhadap warna produk.

Penelitian ini bertujuan membandingkan karakteristik fisikokimia (warna, total karotenoid, bilangan iod, bilangan asam, bilangan peroksida) dan profil sensori dari MSM dan MSK, serta melihat potensinya bila digunakan pada produk tumisan, meliputi warna, total karotenoid, profil sensori, serta tingkat penerimaan konsumen.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan yang digunakan adalah minyak sawit merah yang diperoleh dari PT Anugrah Kebunku, Lampung, minyak sawit komersial, kangkung, taube, bumbu yang terdiri atas cabai, bawang merah, bawang putih, garam, gula, dan penyedap rasa, serta air mineral. Bahan analisis yang digunakan adalah etanol, NaOH, akuades, indikator fenoltalein, asam asetat glasial, kloroform, Na₂S₂O₃, indikator amilum, KI, aseton, Na₂SO₄, n-heksana, dan larutan Wijs (Merck, Jerman). Perlakuan yang diamati pada penelitian untuk MSM dan MSK adalah pengujian bilangan asam, bilangan iod, bilangan peroksida, total karotenoid, warna, serta profil sensori. Pada aplikasi MSM dan MSK untuk menumis taube dan kangkung dilakukan pengujian dengan parameter warna, total karotenoid, profil sensori, dan uji rating hedonik.

Analisis bilangan asam pada minyak sawit

Analisis bilangan asam mengikuti prosedur BSN (2019). Sampel minyak ditimbang sebanyak 30 g dilarutkan dengan 50 mL etanol hangat. Selanjutnya sampel ditambahkan 5 tetes larutan indikator fenoltalein. Larutan tersebut dititrasi dengan NaOH 0,1 N hingga terbentuk warna merah muda yang bertahan selama 30 detik. Volume NaOH yang digunakan dicatat. Bilangan asam dihitung dengan Persamaan 1.

$$\text{Asam Lemak Bebas (\%)} = \frac{25,6 \times V \text{ (mL)} \times N \text{ (N)}}{W \text{ (g)}} \dots (1)$$

Keterangan: V= volume larutan NaOH yang diperlukan, N= normalitas larutan NaOH, W= berat sampel, 25,6= konstanta sebagai asam palmitat

Analisis bilangan iod pada minyak sawit

Bilangan iod dianalisis berdasarkan prosedur AOCS (1951). Sampel ditimbang sebanyak 0,5 g lalu

ditambah larutan kloroform sebanyak 10 mL dan 25 mL larutan Wijs. Setelah ditutup rapat, larutan dalam labu erlenmeyer didiamkan selama 30 menit dalam ruangan gelap sambil sesekali dikocok. Setelah itu, larutan ditambahkan 10 mL larutan KI 15%, 50 mL akuades, dan 2 mL indikator amilum 1% sehingga terbentuk warna biru. Larutan kemudian dititrasi dengan Na₂S₂O₃ 0,05 N hingga warna biru hilang. Volume Na₂S₂O₃ yang digunakan dicatat. Selain itu, juga dibuat larutan blanko. Bilangan iod dihitung dengan Persamaan 2.

Bilangan Iod (g iod/100 g)=

$$\frac{12,69 \times (V_0 - V_1) \text{ (mL)} \times N \text{ (N)}}{W \text{ (g)}} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan: N= normalitas larutan Na₂S₂O₃, V₀= volume Na₂S₂O₃ yang diperlukan pada titrasi blanko, V₁= volume Na₂S₂O₃ yang diperlukan pada titrasi sampel, W= berat sampel, 12,69= 1/10 dari bobot molekul atom iodium

Analisis bilangan peroksida pada minyak sawit

Analisis bilangan peroksida mengikuti prosedur AOAC (1995). Sampel sebanyak 10 g ditimbang lalu ditambahkan dengan 12 mL kloroform dan 18 mL asam asetat glasial. Larutan tersebut ditambahkan 0,5 mL larutan KI jenuh lalu ditutup rapat dan dikocok. Larutan didiamkan selama 1–2 menit dalam ruangan gelap sambil sesekali dikocok. Setelah itu, larutan ditambahkan 30 mL akuades dan 0,5 mL indikator amilum 1% sehingga terbentuk warna biru. Larutan kemudian dititrasi dengan Na₂S₂O₃ 0,05 N hingga warna biru hilang. Volume Na₂S₂O₃ yang digunakan dicatat. Selain itu, juga dibuat larutan blanko.

Bilangan Peroksida (mek $\frac{\text{peroksida}}{\text{kg}}$) =

$$\frac{1000 \times (V_0 - V_1) \text{ (mL)} \times N \text{ (N)}}{W \text{ (g)}} \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan: N= normalitas larutan Na₂S₂O₃; V₀= volume Na₂S₂O₃ yang diperlukan pada titrasi sampel, V₁= volume Na₂S₂O₃ yang diperlukan pada titrasi blanko, W= berat sampel

Analisis total karotenoid pada minyak sawit

Analisis total karotenoid minyak mengacu Puteh *et al.* (2022). Sampel ditimbang sebanyak 0,1 g kemudian dilarutkan dengan n-heksana hingga mencapai volume 25 mL. Setelah dihomogenisasi, campuran tersebut diukur absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu, Jepang) pada panjang gelombang 446 nm. Total karotenoid dihitung dengan Persamaan 4.

$$\text{Total Karotenoid } (\mu\text{g/g}) = \frac{A \times V \text{ (mL)} \times 383}{100 \times W \text{ (g)}} \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan: A= absorbansi, V= total volume ekstraksi, W= berat sampel, 383= konstanta

Analisis warna pada minyak sawit

Prosedur yang digunakan mengikuti Alam *et al.* (2018). Sampel dituang ke dalam kuvet lalu dimasukkan ke dalam *lightning cabinet* yang terdapat dalam alat Lovibond Tintometer (The Tintometer Ltd, Inggris). Pengamatan dilakukan pada *viewing tube* yang menampilkan dua bagian warna. Penentuan warna dilakukan dengan menggeser skala warna yang terdapat pada alat hingga didapatkan warna yang sama dengan sampel. Kombinasi skala warna dicatat.

Analisis profil sensori minyak sawit

Prosedur yang digunakan mengacu Capitani dan Rodriguez (2023). Penentuan profil sensori dilakukan dengan dua tahapan, yaitu uji kualitatif dengan *focus group discussion* (FGD) (Nazir *et al.*, 2018) dan uji intensitas. Panelis terlatih dari Laboratorium Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan (LDITP) IPB yang berjumlah 8 orang berdiskusi mengenai atribut sensori yang terdapat pada sampel, kemudian memberikan penilaian intensitas pada garis sepanjang 15 cm. Skala 0 mengindikasikan tidak adanya atribut yang terdeteksi, sedangkan skala 15 mengindikasikan intensitas atribut sangat kuat (Mardiana *et al.*, 2021).

Pembuatan produk tumisan

Bahan-bahan yang digunakan adalah tauge, kangkung, MSM, MSK, bawang merah, bawang putih, cabai, garam, gula, penyedap rasa, dan air. Komposisi bahan-bahan yang digunakan ditunjukkan pada Tabel 1. Prosedur diawali dengan memanaskan minyak hingga mencapai suhu 120 °C. Selanjutnya, bawang putih ditumis 10 detik, lalu bawang merah ditumis 10 detik, dan cabai ditumis 1 menit. Ketika aroma dari bumbu yang ditumis mulai tercium, tauge/kangkung, garam, gula, penyedap rasa, dan air ditambahkan. Campuran diaduk sesekali dan dibiarkan hingga total waktu pemasakan mencapai 10 menit. Perlakuan ini dilakukan dengan 3 kali ulangan.

Analisis warna produk tumisan

Warna pada produk tumisan dianalisis dengan chromameter CR-400 (Minolta, Jepang) mengikuti prosedur Kaur *et al.* (2015). Analisis dilakukan dengan mengarahkan alat ke permukaan sampel. Metode analisis yang digunakan adalah Hunter L a b, serta ditambah dengan perhitungan nilai C dan ΔE secara matematis.

Tabel 1. Formulasi tumis taugé dan tumis kangkung
 Table 1. Pan-fried bean sprouts and pan-fried water spinach formulation

Bahan (Ingredient)	Tumis Tauge (Pan-Fried Bean Sprouts)		Tumis Kangkung (Pan-Fried Water Spinach)	
	(%)	(g)	(%)	(g)
Tauge/kangkung (Bean sprouts/water spinach)	100.0	500	100.0	500
MSM/MSK (RPO/CFO)	12.0	60	12.0	60
Bawang merah (Shallot)	5.0	25	5.0	25
Cabai (Chilli)	3.0	15	3.0	15
Bawang putih (Garlic)	1.6	8	5.0	25
Garam (Salt)	1.4	7	1.0	5
Gula (Sugar)	1.4	7	1.4	7
Penyedap rasa (Flavor enhancer)	1.4	7	1.3	6.5
Air (Water)	3.0	15	3.0	15

Keterangan: MSM= minyak sawit merah. MSK= minyak sawit komersial. Komposisi bahan lain dihitung berdasarkan berat taugé dan kangkung

Note: RPO= red palm oil, CFO= commercial frying oil. Compositions of other ingredients is calculated based on the weight of bean sprouts and water spinach

Analisis total karotenoid produk tumisan

Total karotenoid produk tumisan dilakukan dengan mengikuti Nururrahmah dan Widiarnu (2013). Sampel dihaluskan kemudian ditimbang sebanyak 5 g. Sampel ditambah 7 mL aseton, 15 mL akuades, dan 3 mL n-heksana. Campuran tersebut disentrifugasi dengan centrifuge (Hermle Labortchnik, Jerman) dengan kecepatan 2000 rpm selama 5 menit pada suhu 25 °C. Campuran kemudian dituang ke dalam labu ukur lalu ditambahkan 9 g Na₂SO₄ anhidrat dan dikocok. Campuran tersebut dipindahkan ke tabung reaksi bertutup lalu didiamkan selama 1 jam. Ekstrak minyak yang diperoleh dipipet sebanyak 0,1 mL dan dilarutkan dengan 25 mL n-heksana. Absorbansi diukur dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 485 nm.

Analisis profil sensori produk tumisan

Penentuan profil sensori produk tumisan dilakukan dengan *quantitative descriptive analysis* (QDA). Prosedur yang digunakan mengacu Capitani dan Rodriguez (2023). Panelis terlatih sebanyak 8 orang diminta menentukan nilai *reference* dari setiap atribut yang dipilih. Nilai *reference* yang digunakan berasal dari uji intensitas MSM dan MSK, serta menggunakan ingredien pada konsentrasi tertentu. Uji QDA dilakukan dengan 2 kali ulangan. Panelis diminta memberikan penilaian menggunakan skala garis sepanjang 15 cm.

Uji rating hedonik produk tumisan

Uji rating hedonik dilakukan mengikuti prosedur Meilgaard *et al.* (2007). Atribut sensori yang diuji sebanyak 5 buah, yaitu warna, rasa, aroma, *aftertaste*, dan kesukaan keseluruhan. Sampel yang disajikan berupa produk tumisan yang diolah dengan MSM dan MSK. Panelis tidak terlatih sebanyak 50 orang (Fernandes dan Mellado, 2018) diminta memberikan nilai kesukaan dalam skala numerik dengan rentang 1–7: (1) sangat tidak suka, (2) tidak suka, (3)

agak tidak suka, (4) biasa saja/netral, (5) agak suka, (6) suka, (7) sangat suka (Widodo *et al.*, 2015).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik fisikokimia minyak sawit merah dan minyak sawit komersial

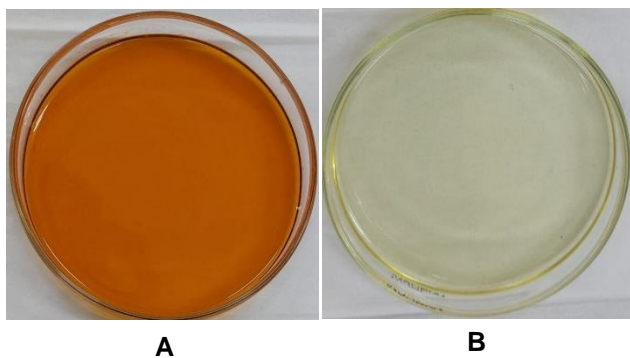
Karakteristik fisikokimia MSM dan MSK yang telah dianalisis berdasarkan standar (SNI 9098:2022 tentang Minyak Makan Merah untuk MSM; SNI 7709:2019 tentang Minyak Goreng Sawit dan SNI 01-0018-2006 tentang Syarat Mutu *refined bleached deodorized* (RBD) *palm olein* untuk MSK) ditunjukkan pada Tabel 2. Hasil analisis warna menunjukkan MSM berwarna jingga sedangkan MSK berwarna kuning pucat (Gambar 1). Hal ini berbanding lurus dengan total karotenoidnya (Mezzomo dan Ferreira, 2016). Total karotenoid MSM (520,24±0,52 µg/g) berjumlah lebih tinggi dibanding MSK (2,20±0,54 µg/g) disebabkan oleh MSM yang diolah tanpa melalui proses *bleaching* yang dapat mengeliminasi zat warna karotenoid. Selain itu, pengolahan MSM menggunakan suhu yang lebih rendah, yaitu di bawah 150 °C (Lau *et al.*, 2022).

Bilangan iod MSM (56,56±0,10 g iod/100 g) lebih rendah dibanding MSK (57,88±0,70 g iod/100 g) akibat proses fraksinasi MSM yang belum sempurna. Fraksinasi merupakan proses yang bertujuan memisahkan minyak sawit yang telah dimurnikan menjadi fraksi padat (stearin) dan fraksi cair (olein) (Bustamam *et al.*, 2022). Berdasarkan pengamatan yang dilakukan, MSM yang digunakan pada penelitian ini masih memiliki fase stearin yang muncul apabila disimpan di suhu ruang. Sementara itu, MSK merupakan fraksi olein dari RBD *palm oil*. Kandungan asam lemak pada fase stearin terdiri atas 50,02% asam lemak jenuh, berupa asam palmitat dan 30,89% asam lemak tidak jenuh berupa asam oleat, sementara fraksi olein terdiri atas 42,63% asam palmitat dan 34,71% asam oleat (Lu *et al.*, 2021).

Tabel 2. Hasil karakterisasi fisikokimia minyak sawit merah dan minyak sawit komersial dibandingkan dengan standar nasional Indonesia (SNI 9098:2022 untuk MSM dan SNI 01-0018-2006 untuk MSK)
 Table 2. The results of physicochemical characterization of red palm oil and commercial frying oil, compared with the standards (SNI 9098:2022 for MSM and SNI 01-0018-2006 for MSK)

Parameter (Parameters)	Hasil Analisis (Analysis Result)		Standar (Standards)	
	MSM (RPO)	MSK (CFO)	MSM (RPO)	MSK (CFO)
Warna (Color)	Merah (Red): 20 Kuning (Yellow): 20	Kuning (Yellow): 2.0 2.20±0.54 ^b	Merah (Red): min.10 Kuning (Yellow): min.10	Kuning-jingga (Yellow-orange) 1–3
Total karotenoid (µg/g) (Carotenoid value (µg/g))	520.24±0.52 ^a		Min. 400	
Bilangan iod (g iod/100 g) (Iodine value (g iod/100 g))	56.56±0.68 ^a	57.88±0.70 ^a	Min. 56	Min. 56
Bilangan asam (%) (Acid value (%))	0.45±0.00 ^a	0.07±0.01 ^b	Maks (Max). 0.5	Maks (Max). 0.3
Bilangan peroksida (mek O ₂ /kg) (Peroxide value (mek O ₂ /kg))	0.42±0.14 ^a	0.12±0.20 ^a	Maks (Max). 10	Maks (Max). 10

Keterangan: MSM= minyak sawit merah. MSK= minyak sawit komersial. Nilai pada baris yang sama diikuti dengan huruf superscript yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata (*p*-value<0,05)
 Note: RPO= red palm oil, CFO= commercial frying oil. Values on the same line followed by different superscript letters indicate significant differences (*p*-value<0.05)



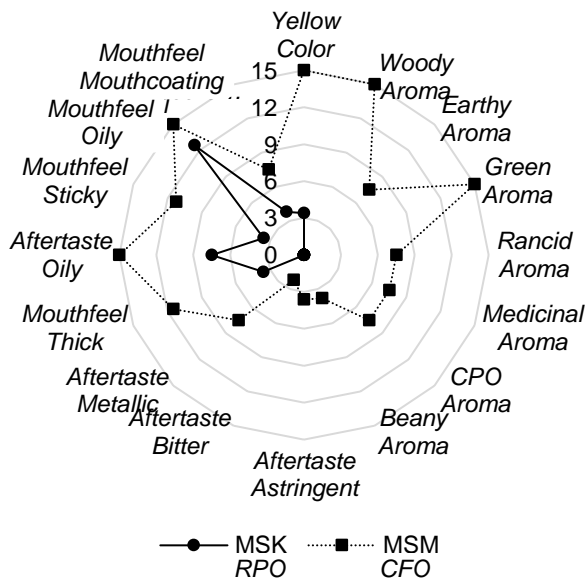
Gambar 1. Minyak sawit merah (MSM) (A) dan minyak sawit komersial (MSK) (B)
 Figure 1. Red palm oil (RPO) (A) and commercial frying oil (CFO) (B)

Bilangan iod merupakan suatu ukuran yang digunakan untuk mengidentifikasi tingkat ketidakjenuhan atau jumlah ikatan rangkap dari suatu lemak atau minyak (Chebet *et al.*, 2016). Oleh karena itu, MSK memiliki jumlah bilangan iod yang lebih tinggi dari MSM. Selain itu, penelitian dari Nainggolan dan Sinaga (2021) serta Koushki *et al.* (2015) menyatakan bahwa memiliki persentase asam lemak tak jenuh yang lebih tinggi dari MSM (54,39>52,31%). Bilangan asam pada MSM (0,45±0,00%) lebih tinggi dibanding MSK (0,07±0,01%). Hasil ini cukup berbeda dengan penelitian sebelumnya mengenai hubungan bilangan asam dan proses deasidifikasi yang digunakan. Gharby (2022) dan Mba *et al.* (2015) menyatakan bahwa proses deasidifikasi dengan penambahan basa (netralisasi), seperti yang diterapkan pada pengolahan MSM, lebih efisien dalam menurunkan jumlah asam lemak bebas dibanding deasidifikasi menggunakan penguapan pada suhu tinggi seperti pada pengolahan MSK. Hal ini juga dibuktikan pada penelitian Kurniati dan Susanto

(2015) bahwa netralisasi mampu menurunkan asam lemak bebas hingga 97%. Sementara itu, deasidifikasi dengan penguapan dapat menurunkan asam lemak bebas hingga 95,83% (Mba *et al.*, 2015). Meskipun begitu, deasidifikasi dengan penguapan memang lebih umum digunakan pada pemurninan minyak sawit karena prosesnya lebih sederhana dan tidak menggunakan bahan kimia sehingga lebih ramah lingkungan (Gharby, 2022). Perbedaan hasil ini dapat disebabkan oleh pengolahan MSM yang belum optimal. Bilangan peroksida MSM (0,42±0,14 mek O₂/kg) tidak berbeda signifikan dibanding MSK (0,12±0,20 mek O₂/kg). Seluruh parameter pada MSM dan MSK dinyatakan telah memenuhi standar yang diacu.

Profil sensori minyak sawit merah dan minyak sawit komersial

Profil sensori MSM dan MSK ditunjukkan pada spider web pada Gambar 2. Terdapat 16 atribut sensori yang terdeteksi dan seluruhnya dinyatakan berbeda signifikan (*p*-value<0,05) berdasarkan hasil uji T. Skor yang diberikan berada dalam rentang 0 hingga 15, yaitu nilai 0 menunjukkan atribut sensori tidak terdeteksi dan nilai 15 menunjukkan intensitas atribut yang terdeteksi sangat kuat. Atribut sensori MSM lebih bervariasi, khususnya pada aroma. Proses deodorisasi yang dilakukan pada suhu sedang (90 °C) menjadikan aroma MSM identik dengan crude palm oil (CPO). Profil sensori yang beragam diakibatkan oleh senyawa yang terkandung dalam MSM, seperti karotenoid yang berperan memberikan warna kuning-merah (Rutz *et al.*, 2018), serta berbagai senyawa volatil golongan alkanal, alkenal, terpen, dan aldehid yang berperan dalam memberikan aroma CPO, earthy, woody, rancid, green, langu, dan medicinal, serta aftertaste pahit (Giuffrè *et al.*, 2020). Senyawa fenolik juga berperan memberikan intensitas aftertaste sepat pada MSM.



Gambar 2. Spider web profil sensori minyak sawit merah (MSM) dan minyak sawit komersial (MSK)

Figure 2. Sensory profile of red palm oil (RPO) and commercial frying oil (CFO) in spider web

Atribut *aftertaste metallic* serta *mouthfeel* dan *aftertaste* berminyak disebabkan oleh pengolahan MSM yang belum optimal. Kadar logam tinggi penyebab *aftertaste metallic* mungkin disebabkan oleh tidak adanya proses *bleaching*. Okolo dan Ajumane (2014) menyatakan proses *bleaching* juga bertujuan menghilangkan logam berat. Penelitian dari Adepoju-Bello *et al.* (2012) dan Islam (2018) menyatakan bahwa kadar total logam berat pada MSM lebih tinggi dari MSK yaitu 0,0266>0,0079 ppm. Sementara itu, *aftertaste* berminyak disebabkan oleh suhu pemurnian yang lebih rendah sehingga risiko terbentuk emulsi lebih tinggi dan minyak menjadi terasa kasar dalam mulut (Sebigbon, 2014). Bilangan iod yang lebih rendah juga menjadi salah satu alasan MSM terasa lebih berminyak dibanding MSK. Nilai bilangan iod yang rendah menunjukkan titik leleh minyak yang lebih tinggi sehingga MSM mungkin

Tabel 3. Hasil analisis warna produk tumisan
Table 3. Color analysis results of pan-fried products

Produk Tumisan (Pan-Fried Product)	Perlakuan (Treatments)	L	a	b	C
Tumis tauge (Pan-fried bean sprouts)	MSM (RPO)	43.23±1.45 ^a	0.58±0.54 ^a	23.03±0.92 ^a	23.04±0.93 ^a
	MSK (CFO)	49.35±1.95 ^b	0.39±0.07 ^a	10.92±0.98 ^b	10.92±0.97 ^b
Tumis kangkung (Pan-fried water spinach)	MSM (RPO)	21.23±0.97 ^a	-1.95±0.18 ^a	5.65±0.72 ^a	5.98±0.65 ^a
	MSK (CFO)	24.40±0.38 ^b	-3.26±0.19 ^b	4.79±0.51 ^a	5.80±0.35 ^a

Keterangan: MSM= minyak sawit merah, MSK= minyak sawit komersial. Nilai pada kolom yang sama untuk masing-masing produk diikuti dengan huruf *superscript* yang berbeda menunjukkan perbedaan signifikan (*p-value*<0,05)

Note: RPO= red palm oil, CFO= commercial frying oil. Values in the same column for each product followed by different *superscript* letters indicate significant differences (*p-value*<0.05)

lebih lama tertinggal dalam mulut (Folayan *et al.*, 2019).

Warna produk tumisan

Warna pada produk tumisan ditunjukkan pada Tabel 3. Produk tumis tauge dan tumis kangkung menunjukkan hasil yang identik pada seluruh parameter. Produk tumisan MSM memiliki nilai L yang lebih rendah, serta nilai a, b, dan C yang lebih tinggi. Hasil ini sesuai dengan Adawiyah *et al.* (2019) yang menyatakan penggunaan MSM akan menurunkan tingkat kecerahan (nilai L) dan akan meningkatkan intensitas warna kuning (nilai b). Sumartini dan Amalia (2022) menyatakan bahwa intensitas warna merah (nilai a) juga akan meningkat. Khusus untuk produk tumis kangkung, peningkatan intensitas warna merah pada tumis kangkung MSM menurunkan intensitas warna hijau. Penggunaan MSM pada produk tumisan juga meningkatkan intensitas warna (nilai C) sehingga dinilai memiliki warna yang lebih menarik.

Nilai tingkat perbedaan warna (ΔE) pada produk tumisan ditunjukkan pada Tabel 4. Kedua produk tumisan MSM memiliki nilai (ΔE) lebih besar dari 2,0. Hal ini menunjukkan bahwa perbedaan warna antara produk yang diolah dengan MSM dan produk yang diolah dengan MSK sebagai kontrol dapat dilihat dengan jelas (Nkhata, 2020). Produk tumisan yang diolah dengan MSM dan MSK dapat dilihat pada Gambar 3 dan 4.

Tabel 4. Hasil perhitungan *total color differences* (ΔE) produk tumisan

Table 4. Total color differences (ΔE) analysis results of pan-fried products

Produk Tumisan (Pan-Fried Product)	Perlakuan (Treatments)	ΔE
Tumis tauge (Pan-fried bean sprouts)	Kontrol (MSK) (Control (CFO))	0
	MSM (RPO)	13.70±0.89
Tumis kangkung (Pan-fried water spinach)	Kontrol (MSK) (Control (CFO))	0
	MSM (RPO)	3.61±1.10

Keterangan: MSM= minyak sawit merah, MSK= minyak sawit komersial

Note: RPO= red palm oil, CFO= commercial frying oil



Gambar 3. Tumis taube (MSK) (A) dan tumis taube (MSM) (B). MSK= minyak sawit komersial, MSM= minyak sawit merah

Figure 3. Pan-fried bean sprouts (CFO) (A) and pan-fried bean sprouts (RPO) (B). CFO= commercial frying oil, RPO= red palm oil



Gambar 4. Tumis kangkung (MSK) (A) dan tumis kangkung (MSM) (B). MSK= minyak sawit komersial, MSM= minyak sawit merah,

Figure 4. Pan-fried water spinach (CFO) (A) and pan-fried water spinach (RPO) (B). CFO= commercial frying oil, RPO= red palm oil

A Total karotenoid produk tumisan

Hasil analisis total karotenoid pada produk tumisan ditunjukkan pada Tabel 5. Hasil uji T menunjukkan terdapat perbedaan signifikan ($p\text{-value} < 0,05$), dengan total karotenoid pada produk tumisan MSM berjumlah lebih tinggi. Tumis taube MSM memiliki total karotenoid sebanyak $34,52 \pm 0,25 \mu\text{g/g}$ sedangkan pada tumis kangkung sebanyak $37,83 \pm 0,05 \mu\text{g/g}$. Jumlah ini mengalami penurunan signifikan dibandingkan dengan total karotenoid MSM ($520,24 \pm 0,52 \mu\text{g/g}$). Proses penumisan yang melibatkan suhu sebesar 120°C menyebabkan penurunan total karotenoid produk tumisan (Sani *et al.*, 2019).

B

Produk tumisan secara umum disajikan sebanyak 100 g per 1 porsi sajian. Data Tabel 5 menunjukkan tumis taube (MSM) memiliki 3,452 mg karotenoid/100 g, sedangkan tumis kangkung (MSM) memiliki 3,783 mg karotenoid/100 g. Produk tumisan MSM dinilai memiliki jumlah total karotenoid yang cukup tinggi sehingga dapat dihitung kemampuannya dalam memenuhi kebutuhan vitamin A per orang per hari dengan mempertimbangkan beberapa parameter, yaitu kadar β -karoten dari total karotenoid minyak (Han dan Choo, 2016), bioavailabilitas β -karoten dalam tubuh (Shi *et al.*, 2023), dan konversi β -karoten menjadi satuan *retinol equivalents* (RE) (BPOM, 2022). Konversi nilai total karotenoid pada produk tumisan (MSM) menjadi persentase kebutuhan vitamin A ditunjukkan pada Tabel 6.

A

Minyak sawit memiliki β -karoten sebanyak 56% dari total jumlah karotenoid yang terkandung di dalamnya (Han dan Choo *et al.*, 2016). Availabilitas β -karoten dalam minyak bervariasi dari 5-65% dengan rata-rata 37% tergantung pada metode estimasi absorpsinya (Shi *et al.*, 2023). Bila diasumsikan bioavailabilitas β -karoten pada produk tumisan sama dengan rata-rata bioavailabilitas β -karoten pada minyak (37%), jumlah β -karoten yang dapat diserap oleh tubuh yaitu sebesar $7,15 \mu\text{g/g}$ pada tumis taube dan $7,84 \mu\text{g/g}$ pada tumis kangkung.

B

Menurut Rancangan Peraturan Badan POM Tahun 2022 tentang Acuan Label Gizi, $1 \mu\text{g RE}$ setara dengan $6 \mu\text{g } \beta\text{-karoten}$. Oleh karena itu, produk tumis taube dapat menghasilkan $1,192 \mu\text{g RE/g}$ tumis taube atau $119,2 \mu\text{g RE/100 g}$ tumis taube, sedangkan produk tumis kangkung dapat menghasilkan $1,306 \mu\text{g RE/g}$ tumis kangkung atau $130,6 \mu\text{g RE/100 g}$ tumis kangkung. Bila diasumsikan tidak ada perubahan isomer senyawa karoten khususnya β -karoten, maka diharapkan satu porsi tumis taube dan tumis kangkung MSM dapat memenuhi lebih dari 15% kebutuhan vitamin A per orang per hari, yaitu sebesar 19,87 dan 21,77% dari total kebutuhan $600 \mu\text{g}$.

Tabel 5. Hasil analisis total karotenoid produk tumisan
 Table 5. Carotenoid content analysis of pan-fried product

Produk Tumisan (Pan-Fried Products)	Perlakuan (Treatments)	Total Karotenoid (µg/g) (Carotenoid Contents (µg/g))
Tumis taube (Pan-fried bean sprouts)	MSM (RPO)	34.52±0.25 ^a
	MSK (CFO)	0.26±0.08 ^b
Tumis kangkung (Pan-fried water spinach)	MSM (RPO)	37.83±0.05 ^a
	MSK (CFO)	0.29±0.03 ^b

Keterangan: MSM= minyak sawit merah, MSK= minyak sawit komersial. Nilai pada kolom yang sama untuk masing-masing produk diikuti dengan huruf superscript yang berbeda menunjukkan perbedaan yang signifikan (*p*-value<0,05)
 Note: RPO= red palm oil, CFO= commercial frying oil. Values in the same column for each product followed by different superscript letters indicate a significant difference (*p*-value<0.05)

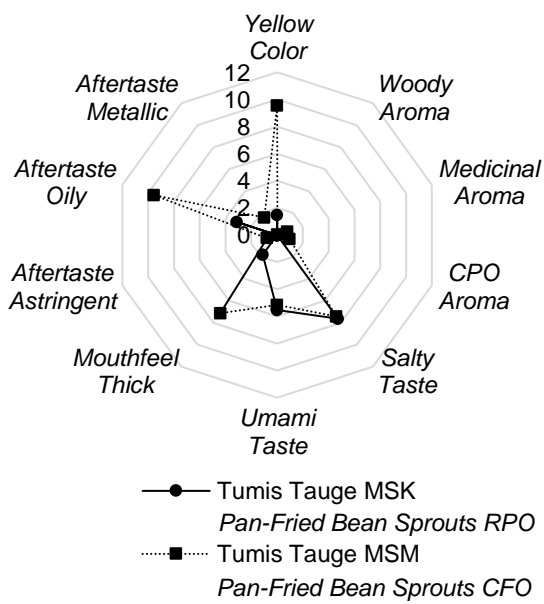
Tabel 6. Konversi jumlah total karotenoid menjadi persentase kebutuhan vitamin A
 Table 6. Conversion of total carotenoid content into percentage of vitamin A requirements

Parameter	Konversi (Conversion)	Hasil Perhitungan
β-karoten terdapat sebanyak 56% dari jumlah total karotenoid minyak sawit (Han dan Choo, 2016) (β-carotene constitutes 56% of the total carotenoid content in palm oil (Han and Choo, 2016))	Tumis taube (pan-fried bean sprouts): 0.56×34.52 µg/g	Tumis taube (pan-fried bean sprouts): 19.33 µg β-karoten/g
	Tumis kangkung (pan-fried water spinach): 0.56×37.83 µg/g	Tumis kangkung (pan-fried water spinach): 21.18 µg β-karoten/g
Rata-rata bioavailabilitas β-karoten dalam minyak sebesar 37% (Shi et al., 2023) (The average bioavailability of β-carotene in the oils is 37% (Shi et al., 2013))	Tumis taube (pan-fried bean sprouts): 0.37×19.33 µg/g	Tumis taube (pan-fried bean sprouts): 7.15 µg β-karoten/g
	Tumis kangkung (pan-fried water spinach): 0.37×21.18 µg/g	Tumis kangkung (pan-fried water spinach): 7.84 µg β-karoten/g
1 µg RE setara dengan 6 µg β-karoten (BPOM, 2022) (1 µg RE is equivalent to 6 µg β-carotene (BPOM, 2022))	Tumis taube (pan-fried bean sprouts): 1/6×7.15 µg/g	Tumis taube (pan-fried bean sprouts): 1.192 µg RE/g
	Tumis kangkung (pan-fried water spinach): 1/6×7.84 µg/g	Tumis kangkung (pan-fried water spinach): 1.306 µg RE/g
1 porsi sajian produk tumisan adalah 100 g (One serving size of the pan-fried product is 100 g)	Tumis taube (pan-fried bean sprouts): 1.192 µg/g×100	Tumis taube (pan-fried bean sprouts): 119.2 µg RE/100 g
	Tumis kangkung (pan-fried water spinach): 1.306 µg/g×100	Tumis kangkung (pan-fried water spinach): 130.6 µg RE/100 g
ALG vitamin A adalah 600 µg (BPOM, 2022) (The nutritional label requires that the vitamin A content is 600 µg (BPOM, 2022))	Tumis taube (pan-fried bean sprouts): $\frac{119.2}{600} \times 100\%$	Tumis taube (MSM) (pan-fried bean sprouts (RPO)): Memenuhi 19.87% kebutuhan vitamin A (meets 19.87% of vitamin A requirements)
	Tumis kangkung (pan-fried water spinach): $\frac{130.6}{600} \times 100\%$	Tumis kangkung (MSM) (pan-fried water spinach (RPO)): Memenuhi 21.77% kebutuhan vitamin A (meets 21.77% of vitamin A requirements)

Profil sensori produk tumisan

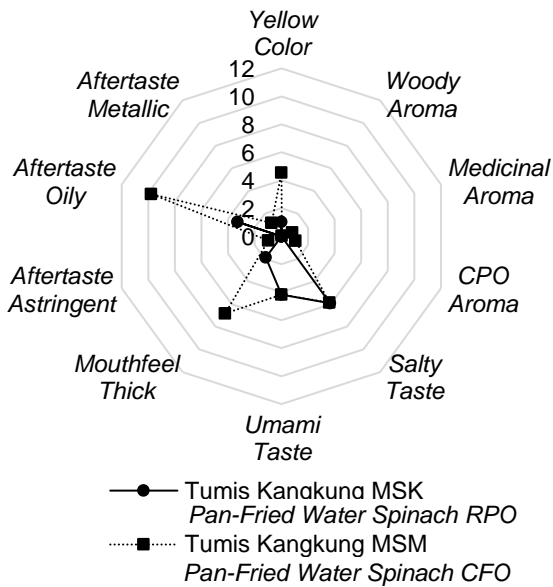
Profil sensori produk tumisan ditunjukkan pada spider web pada Gambar 5 dan 6. Berdasarkan hasil FGD, diperoleh 10 atribut sensori dengan rincian 8 atribut berasal dari atribut minyak dan 2 lainnya ditambahkan oleh panelis. Skor yang diberikan berada dalam rentang 0 hingga 15, yaitu nilai 0 menunjukkan atribut sensori tidak terdeteksi dan nilai 15 menunjukkan intensitas atribut yang terdeteksi sangat kuat. Daftar atribut yang diuji pada produk tumisan disajikan pada Tabel 7.

Hasil uji QDA menunjukkan produk tumisan MSM memiliki intensitas atribut sensori yang lebih tinggi, kecuali pada rasa asin dan umami. Produk tumisan MSM juga memiliki profil sensori yang beragam dengan atribut dominan berupa warna kuning, *aftertaste fatty/oily*, serta *mouthfeel thick*. Hasil ini sejalan dengan data profil sensori minyak, yaitu MSM memiliki banyak atribut sensori yang tidak terdeteksi pada MSK, dengan atribut yang dominan adalah warna kuning, *aftertaste oily*, dan *mouthfeel thick*.



Gambar 5. Spider web profil sensori produk tumis taube. MSM= minyak sawit merah, MSK= minyak sawit komersial

Figure 5. Sensory profile of pan-fried bean sprouts in spider web. RPO= red palm oil, CFO= commercial frying oil



Gambar 6. Spider web profil sensori tumis kangkung. RPO= red palm oil, CFO= commercial frying oil. MSM= minyak sawit merah, MSK= minyak sawit komersial

Figure 6. Sensory profile of pan-fried water spinach in spider web. RPO= red palm oil, CFO= commercial frying oil

Proses penumisan berperan besar dalam menurunkan intensitas atribut sensori pada produk tumisan MSM bila dibandingkan dengan minyaknya, terutama atribut aroma. Proses penumisan melibatkan suhu tinggi (120 °C) selama 10 menit sehingga senyawa volatil yang berperan memberikan rasa dan aroma pada MSM berkurang. Penurunan intensitas aroma akibat hilangnya senyawa volatil dipengaruhi oleh lamanya waktu pemanasan (Iwanda *et al.*, 2016). Penggunaan bumbu seperti bawang merah dan bawang putih yang memiliki senyawa volatil khas juga akan memberikan aroma sedap pada produk tumisan sehingga dapat menutupi aroma yang berasal dari MSM (Fitri dan Asih, 2018). Pada atribut rasa asin dan umami, produk tumisan MSM memiliki intensitas lebih rendah akibat adanya *flavor* CPO pada MSM yang menutupi rasa asin dan umami pada produk tumisan.

Perbedaan komoditas yang digunakan, yaitu kangkung dan taube, tidak memengaruhi profil sensori dari produk tumisan yang dihasilkan. Kedua produk tumisan MSM memiliki profil sensori yang identik satu sama lain, dengan atribut sensori yang dominan adalah warna kuning, *aftertaste oily*, dan *mouthfeel thick*. Perbandingan profil sensori tumis taube dan tumis kangkung yang diolah dengan MSM ditunjukkan pada *spider web* pada Gambar 7.

Tingkat kesukaan pada produk tumisan

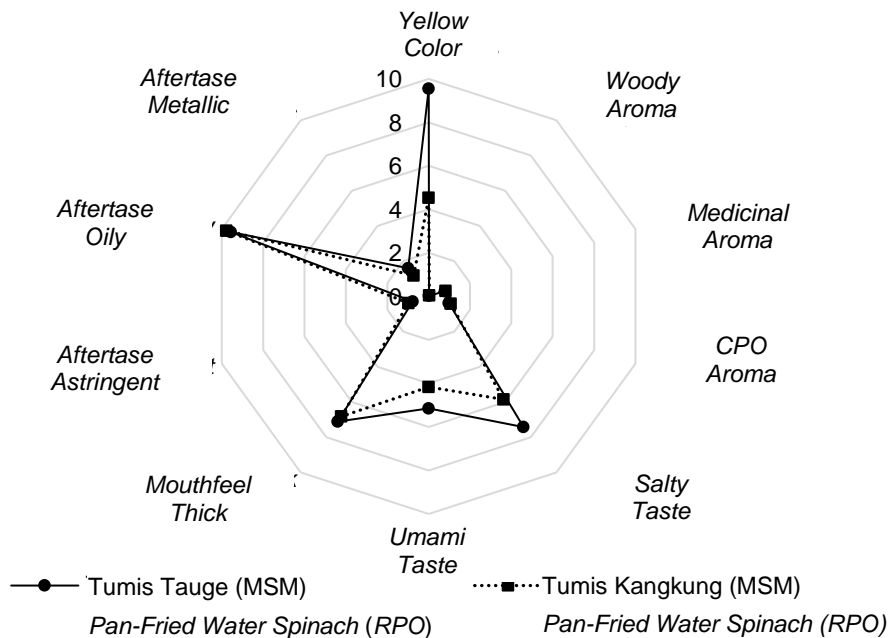
Tingkat kesukaan panelis terhadap produk tumis taube dan tumis kangkung disajikan pada Tabel 8. Data hasil uji rating hedonik diolah menggunakan uji T. Hasilnya menunjukkan kesukaan dari seluruh atribut dinilai berbeda signifikan ($p\text{-value} < 0,05$), kecuali pada atribut warna. Nilai kesukaan atribut warna pada produk tumisan MSM menunjukkan lebih dari 5 atau agak disukai. Hasil ini sejalan dengan penelitian dari Iftari *et al.* (2022) mengenai penambahan MSM pada sosis yang menyatakan adanya warna kuning pada produk masih dapat diterima dengan baik oleh konsumen.

Produk tumisan MSM memiliki aroma dan *aftertaste* yang asing, seperti aroma CPO, bau obat, serta *aftertaste oily* dan *metallic*. Oleh karena itu, produk tumisan yang diolah dengan MSM memiliki nilai kesukaan yang lebih rendah pada seluruh atribut, termasuk kesukaan secara keseluruhan. Nilai kesukaan secara keseluruhan merupakan simpulan penilaian dari seluruh atribut sensori yang diamati (Herlina *et al.*, 2015). Bila atribut kesukaan keseluruhan dijadikan acuan penerimaan konsumen secara general, produk tumis taube MSM memiliki nilai $5,08 \pm 1,19$ (agak suka) dan tumis kangkung MSM memiliki nilai $4,38 \pm 1,26$ (netral). Berdasarkan hal ini, optimasi proses pengolahan dari MSM yang digunakan pada penelitian ini perlu dilakukan agar lebih disukai konsumen bila digunakan di produk pangan.

Tabel 7. Daftar atribut sensori pada produk tumisan
 Table 7. List of sensory attributes of pan-fried products

Atribut Sensori Terpilih (Selected Sensory Attributes)	Atribut Sensori yang Hilang (Missing Sensory Attributes)	Atribut Sensori yang Ditambahkan (Added Sensory Attributes)
Warna kuning (Yellow color)	Aroma earthy (Earthy aroma)	Rasa asin (Salty taste)
Aroma woody (Woody aroma)	Aroma green (Green aroma)	Rasa umami (Umami taste)
Aroma CPO (CPO Aroma)	Aroma rancid (Rancid aroma)	
Bau obat (Medicinal aroma)	Aroma langu (Beany aroma)	
Sensasi tebal di mulut (Mouthfeel thick)	Rasa sisa pahit (Aftertaste bitter)	
Rasa sisa getir (Aftertaste astringent)	Sensasi lengket di mulut (Mouthfeel sticky)	
Rasa sisa berminyak (Aftertaste fatty/oily)	Sensasi berminyak di mulut (Mouthfeel oily)	
Rasa sisa logam (Aftertaste metallic)	Sensasi melapisi di mulut (Mouthfeel mouthcoating)	

Keterangan: CPO= crude palm oil
 Note: CPO= crude palm oil



Keterangan: CPO= crude palm oil
 Note: CPO= crude palm oil

Gambar 7. Spider web profil sensori produk tumisan minyak sawit merah (MSM). CPO= crude palm oil
 Figure 7. Sensory profile of pan-fried products processed with red palm oil (RPO) in spider web.

Tabel 8. Hasil uji rating hedonik produk tumisan
 Table 8. Results of hedonic rating of pan-fried products

Sampel (Sample)	Perlakuan (Treatments)	Warna (Color)	Rasa (Taste)	Aroma	Aftertaste	Keseluruhan (Overall)
Tumis tauge (Pan-fried bean sprouts)	MSM (RPO)	5.34±1.22 ^a	5.10±1.33 ^a	5.38±1.07 ^a	4.84±1.39 ^a	5.08±1.19 ^a
	MSK (CFO)	5.56±0.93 ^a	6.08±0.92 ^b	6.02±0.77 ^b	5.68±1.08 ^b	5.86±0.73 ^b
Tumis kangkung (Pan-fried water spinach)	MSM (RPO)	5.40±0.99 ^a	4.32±1.27 ^a	4.88±1.04 ^a	4.06±1.34 ^a	4.38±1.26 ^a
	MSK (CFO)	5.66±0.96 ^a	5.84±0.96 ^b	5.82±0.69 ^b	5.60±1.09 ^b	5.94±0.74 ^b

Keterangan: MSM= minyak sawit merah, MSK= minyak sawit komersial. Nilai pada kolom yang sama untuk masing-masing produk diikuti dengan huruf superscript yang berbeda menunjukkan perbedaan yang signifikan (p-value<0,05). Skala hedonik: (1) sangat tidak suka, (2) tidak suka, (3) agak tidak suka, (4) netral, (5) agak suka, (6) suka, (7) sangat suka
 Note: RPO= red palm oil, CFO= commercial palm oil. Values in the same column for each product followed by different superscript letters indicate a significant difference (p-value<0.05). Hedonic scale: (1) very dislike, (2) dislike, (3) slightly dislike, (4) neutral, (5) slightly like, (6) like, (7) very like

KESIMPULAN

Minyak sawit merah (MSM) unggul pada jumlah total karotenoid ($520,24 \pm 0,52 \mu\text{g/g}$) dibanding minyak sawit komersial (MSK) ($2,20 \pm 0,54 \mu\text{g/g}$), tetapi MSK masih memiliki profil lemak yang lebih baik. MSM sebagai medium penumisan dapat meningkatkan jumlah total karotenoid pada produk ($34,52 \pm 0,25 \mu\text{g/g}$ dan $37,83 \pm 0,05 \mu\text{g/g}$). Peningkatan ini apabila diasumsikan tidak terjadi perubahan isomer senyawa karoten khususnya β -karoten, maka konversi dengan mempertimbangkan kadar β -karoten dari total karotenoid minyak, availabilitas β -karoten pada minyak, dan bioavailabilitas β -karoten dalam tubuh, diharapkan dapat memenuhi lebih dari 15% kebutuhan vitamin A per orang per hari. Meskipun aplikasi MSM sebagai medium penumisan dapat meningkatkan nilai total karotenoid, produk tumisan yang dihasilkan belum dapat diterima karena memiliki skor hedonik yang kurang memuaskan (netral-agak suka).

DAFTAR PUSTAKA

- Adawiyah, D. R., Prabowo, L. B. R., & Hariyadi, P. (2019). Peningkatan skala produksi mikroenkapsulat minyak sawit merah dengan pengering semprot. *Jurnal Mutu Pangan : Indonesian Journal of Food Quality*, 6(1), 9–16. <https://doi.org/10.29244/jmpi.2019.6.9>
- Adepoju-Bello, A. A., Osagiede, S. A., & Oguntibeju, O. O. (2012). Evaluation of the concentration of some toxic metals in dietary red palm oil. *Journal of Bioanalysis & Biomedicine*, 4(5), 92–95. <https://doi.org/10.4172/1948-593X.1000069>
- Alam, N., Wahab, S., Durrani, Y., & Khan, A. (2018). Effect of chemical preservatives on quality and storage condition in tomato puree. *Pure and Applied Biology*, 7(2), 579–589. <https://doi.org/10.19045/bspab.2018.70072>
- [AOAC] Association of Official Analytical Chemists. (1995). *Official Methods of Analysis*. Washington DC: Association of Official Analytical Chemists.
- [AOCS] American Oil Chemists' Society. (1951). *Official and Tentative Methods of the American Oil Chemist Society*, 2nd Ed. Chicago: American Oil Chemists' Society.
- [BPOM] Badan Pengawas Obat dan Makanan. (2022, n.d). Rancangan Peraturan Kepala badan Pengawas Obat dan Makanan tentang Acuan Label Gizi. Jakarta: Badan Pengawas Obat dan Makanan. <https://jdih.pom.go.id/download/flip/1410/-/2022>
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. (2006). *Standar Nasional Indonesia tentang Syarat Mutu RBD Palm Olein (SNI-01-0018-2006)*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. (2019). *Standar Nasional Indonesia tentang Minyak Goreng Sawit (SNI-7709-2019)*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. (2022). *Standar Nasional Indonesia tentang Minyak Makan Merah (SNI-9098-2022)*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Bustamam, F. K. A., Yeoh, C. B., Sulaiman, N., & Saw, M. H. (2022). Evaluation on the quality of Malaysia refined palm stearin. *Oilseeds & Fats Crops and Lipids*, 29(2022), 37. <https://doi.org/10.1051/ocl/2022030>
- Capitani, M. I., & Rodríguez, M. M. (2023). Sensory analysis of dehydrated orange juices: quantitative descriptive analysis and sensory acceptability test. *Tecnociencia Chihuahua*, 17(3), 1–17. <https://doi.org/10.54167/tch.v17i3.1325>
- Chebet, J., Kinyanjui, T., & Cheplogoi, P. K. (2016). Impact of frying on iodine value of vegetable oils before and after deep frying in different types of food in Kenya. *Journal of Scientific & Innovative Research*, 5(5), 193–196. <https://doi.org/10.31254/jsir.2016.5508>
- Fernandes, S. S., & de las Mercedes Salas Mellado, M. (2018). Development of mayonnaise with substitution of oil or egg yolk by addition of chia (*Salvia hispanica* L.) mucilage. *Journal of Food Science*, 83(1), 74–83. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.13984>
- Fitri, R. R., & Asih, E. R. (2018). Pemanfaatan ikan agbus (*Channa striata*) dan tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill) sebagai penyedap rasa alami. *Jurnal Proteksi Kesehatan*, 7(2), 94–100. <https://doi.org/10.36929/jpk.v7i2.146>
- Folayan, A. J., Anawe, P. A. L., Aladejare, A. E., & Ayeni, A. O. (2019). Experimental investigation of the effect of fatty acid configuration, chain length, branching and degree of unsaturation on biodiesel fuel properties obtained from lauric oils, high-oleic and high-linoleic vegetable biomass. *Energy Reports*, 5, 793–806. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2019.06.013>
- Gharby, S. (2022). Refining vegetable oils: chemical and physical refining. *The Science Word Journal*, 2022(1), 1–10. <https://doi.org/10.1155/2022/6627013>
- Giuffrè, A. M., Capocasale, M., Macrì, R., Caracciolo, M., Zappia, C., & Poiana, M. (2020). Volatile profiles of extra virgin olive oil, olive pomace oil, soybean oil, and palm oil in different heating conditions. *LWT—Food Science and Technology*,

- 117, 108631. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108631>
- Han, M., & Choo, Y. (2016). Improved method for the qualitative analyses of palm oil carotenes using UPLC. *Journal of Chromatographic Science*, 54(4), 633–638. <https://doi.org/10.1093/chromsci/bmv241>
- 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. (2021). Potensi minyak sawit merah sebagai pangan fungsional dan nutrasetikal. *WARTA Pusat Penelitian Kelapa Sawit*, 26(3), 178–184. <https://doi.org/10.22302/iopri.warta.v26i3.52>
- Hasibuan, H. A., & Meilano, R. (2018). Penggunaan minyak sawit merah dalam pembuatan sambal cabai merah tumis. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 19(2), 95–106. <https://doi.org/10.21776/ub.jtp.2018.019.02.4>
- Hamzah, F. H., Ayu, D. F., Rossi, E., Dewi, Y. K., & Prima, A. D. (2023). Karakteristik fisiko-kimia dan sensori mayones dari minyak sawit merah dengan penambahan ekstrak jahe var. Rubrum. *Jurnal Teknologi & Industri Hasil Pertanian*, 28(1), 18–29. <https://doi.org/10.23960/jtihp.v28i1.18-29>
- Herlina, H., Darmawan, I., & Rusdianto, A. (2015). Penggunaan tepung glukomanan umbi gembili (*Dioscorea esculenta* L.) sebagai bahan tambahan makanan pada pengolahan sosis daging ayam. *Jurnal Agroteknologi*, 9(02), 134–144.
- Iftari, W., Amalia, R., Savitri, A. N., & Saragih, G. (2022). Study of the addition of red palm oil (RPO) to the sensory and chemical characteristics of beef sausage. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 10(4), 194–203. <https://doi.org/10.21776/ub.jpa.2022.010.04.2>
- Islam, M. A. (2018). Impact of refining on physiochemical, heavy metal, and mineral profiles in vegetable oils. [Thesis]. Chittagong: Chittagong Veterinary and Animal Sciences University.
- Iwanda, D., Lubis, Z., & Nurminah, M. (2016). Pengaruh perbandingan gum arab dengan karagenan dan lama pemasakan terhadap mutu jeli markisa. *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian*, 4(4), 457–463.
- Kaur, S., Sharma, S., Singh, B., & Dar, B. N. (2015). Effect of extrusion variables (temperature, moisture) on the antinutrient components of cereal brans. *Journal of Food Science and Technology*, 52(3), 1670–1676. <https://doi.org/10.1007/s13197-013-1118-4>
- Koushki, M., Nahidi, M., & Cheraghali, F. (2015). Physico-chemical properties, fatty acid profile and nutrition in palm oil. *Journal of Paramedical Sciences*, 6(3), 117–134.
- Kurniati, Y., & Susanto, W. H. (2014). Pengaruh basa NaOH dan kandungan ALB CPO terhadap kualitas minyak kelapa sawit pasca netralisasi. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 3(1), 193–202.
- Lahmudin, L., Susanty, S., Yulendra, L., & Hulfa, I. (2021). Teknik pengolahan bumbu dasar masakan Indonesia di STP Mataram. *Journal of Responsible Tourism*, 1(1), 19–24. <https://doi.org/10.47492/jrt.v1i1.988>
- Lau, H. L. N., Tee, Y. S., Chan, M. K., & The, S. S. (2022). Phosphorus removal and phytonutrients retention in the refining of solvent extracted palm-pressed mesocarp fiber oil. *Journal of Oleo Science*, 71(2), 177–185. <https://doi.org/10.5650/jos.ess21256>
- Lu, C., Qiu, S., Wang, X., He, X., Dang, L., & Wang, Z. (2021). Contrastive analysis of lipid composition and thermal and crystallization behavior of olein/stearin fractioned by novel layer melt crystallization from palm oil. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 101(10), 4359–4360. <https://doi.org/10.1002/jsfa.11075>
- Mardiana, Fauza, G., Muhammad, D. R. A., Affandi, D. R., & Ariviani, S. (2021). Sensory profile analysis of steamed brownies using quantitative descriptive analysis (QDA). IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Volume 828, 3rd International Conference on Food Science and Engineering, 29-30 September 2020, Surakarta, Indonesia (hal. 1–6). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/828/1/012058>
- Mba, O. I., Dumont, M., & Ngadi, M. (2015). Palm oil: Processing, characterization and utilization in the food industry– A review. *Food Bioscience*, 10(1), 26–41. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2015.01.003>
- Meilgaard, M., Civille, G. V., & Carr, B. T. (2007). *Sensory evaluation techniques* (4th ed). 275–279. CRC Press, Boca Raton, Florida. <https://doi.org/10.1201/b16452>
- Mezzomo, N., & Ferreira, S. R. S. (2016). Carotenoids functionality, sources, and processing by supercritical technology: A review. *Journal of Chemistry*, 2016(1), 1–16. <https://doi.org/10.1155/2016/3164312>
- Mujadin, A., Jumianto, S., & Puspitasari, R. L. (2014). Pengujian kualitas minyak goreng berulang menggunakan metoda uji viskositas dan

- perubahan fisis. *Jurnal Al-Azhar Indonesia Seri Sains dan Teknologi*, 2(4), 229–233. <https://doi.org/10.36722/sst.v2i4.158>
- Nainggolan, M., & Sinaga, A. G. S. (2021). Characteristics of fatty acid composition and minor constituents of red palm olein and palm kernel oil combination. *Journal of Advanced Pharmaceutical Technology & Research*, 12(1), 22–26. https://doi.org/10.4103/japtr.JAPTR_91_20
- Nazir, N., Anggraini, T., & Rahayu, L. (2018). Principal component analysis for sensory profiling of rendang from various region in West Sumatra. *International Journal on Advanced Science Engineering and Information Technology*, 8(2), 596–603. <https://doi.org/10.18517/ijaseit.8.2.5279>
- Nkhata, S. G. (2020). Total color change (ΔE^*) is a poor estimator of total carotenoid lost during post-harvest storage of biofortified maize grains. *Heliyon*, 6(10), e05173. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05173>
- Nururrahmah, & Widiarnu, W. (2013). Analisis kadar beta-karoten kulit buah naga menggunakan spektrofotometer UV-Vis. *Jurnal Dinamika*, 4(1), 15–26.
- Okolo, J. C., & Adejumo, B. A. (2014). Effect of bleaching on some quality attributes of crude palm oil. *International Organization of Scientific Research Journal of Engineering (IOSRJEN)*, 4(12), 25–28. <https://doi.org/10.9790/3021-041203025028>
- Purnama, K. O., Setyaningsih, D., Hambali, E., & Taniwiryono, D. (2020). Processing, characteristics, and potential application of red palm oil—A review. *International Journal of Oil Palm*, 3(2), 40–55. <https://doi.org/10.35876/ijop.v3i2.47>
- Puteh, A. Q., Shahrome, A. A. M., Razali, M. H. H., & Sulaiman, A. (2022). Comparative study of carotenoids content in ripe and unripe oil palm fresh fruit bunches. *International Journal of Integrated Engineering*, 14(9), 240–246. <https://doi.org/10.30880/ijie.2022.14.09.030>
- Robiansyah, R., Zuidar, A. S., & Hidayati, S. (2017). Pemanfaatan minyak sawit merah dalam pembuatan biskuit kacang kaya beta karoten. *Jurnal Teknologi & Industri & Hasil Pertanian*, 22(1), 11–20.
- Rutz, J. K., Borges, C. D., Zambiasi, R. C., Crizel-Cardozo, M. M., Kuck, L. S., & Noreña, C. P. Z. (2017). Microencapsulation of palm oil by complex coacervation for application in food systems. *Food Chemistry*, 220(1), 59–66. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.09.194>
- Sani, M. F. H., Setyowati, S., & Kadaryati, S. (2019). Pengaruh teknik pengolahan terhadap kandungan beta-karoten pada brokoli (*Brassica oleracea* L.). *Ilmu Gizi Indonesia*, 2(2), 133–140. <https://doi.org/10.35842/ilgi.v2i2.108>
- Sebigbon, J. (2014). Quality characteristics of palm oils produced from improved traditional, artisanal, medium, and large scale processes. [Thesis]. Legon: University of Ghana.
- Shi, E., Nie, M., Wang, X., Jing, H., Feng, L., Xu, Y., Zhang, Z., Zhang, G., Li, D., & Dai, Z. (2023). Polysaccharides affect the utilization of β -carotene through gut microbiota investigated by *in vitro* and *in vivo* experiments. *Food Research International*, 174, 113592. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.113592>
- Sulihatimarsyila, A. W. N., Lau, H. L. N., Nabilah, K. M., & Azreena, I. N. (2019). The refining process for the production of refined palm-pressed fiber oil. *Industrial Crops and Products*, 129, 488–494. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.12.034>
- Sumarna, D., Sumarlan, S. H., Wijaya, S., & Hidayat, N. (2021). Processing of olein fraction red palm oil with minimal refining method and optimization of deodorization process. *Advances in Biological Sciences Research*, 17(1), 1671–1675. <https://doi.org/10.2991/absr.k.220102.026>
- Sumartini, S., & Amalia, A. R. (2022). Karakteristik produk bakery dari shortening campuran terner minyak ikan nila, palm stearin, dan minyak sawit merah hasil interesterifikasi kimiawi. *Pro Food*, 8(2), 37–49. <https://doi.org/10.29303/profood.v8i2.210>
- Vispute, P., & Dabhade, S. (2018). Refining palm oil: a review on palm oil refining process, 3-MCPD esters in refined palm oil, and possible reduction tactics for 3-MCPD esters. *International Journal of Agricultural Engineering*, 11(Sp. Issue), 81–85. <https://doi.org/10.15740/HAS/IJAE/11.Sp.Issue/81-85>
- Widodo, S., Riyadi, H., Tanziha, I., & Astawan, M. (2015). Acceptance test for *blondo*, snakehead fish flour and brown rice flour based biscuit formulation. *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research (IJSBAR)*, 17(2), 264–276.