

Karakteristik Fisikokimia dan Penerimaan Konsumen Mayonnaise Rendah Lemak dengan *Whey Protein* (Shandong Kawah) sebagai *Fat Replacer*

Elisa Tri Nursari dan Masrukan^{*)}

Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Sains dan Teknologi,
Universitas Widya Mataram, Yogyakarta

Jl. Tata Bumi Selatan, Banyuraden, Gamping, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55293

^{*)Correspondence email: mrukan@gmail.com}

ABSTRAK

Increasing public awareness of healthy eating patterns has led to growing demand for low-fat food products with good sensory quality and nutritional value. Regular mayonnaise is high in fat and cholesterol because it uses oil and egg yolk as emulsifiers. Whey protein can emulsify and form gels, so it could replace egg yolk in low-fat mayonnaise. This study looked at how different amounts of whey protein affect the physicochemical properties, rheology, and consumer acceptance of mayonnaise. Low-fat mayonnaise was formulated with five concentrations of whey protein (0%, 2%, 4%, 6%, and 8%) using a Completely Randomized Design (CRD) with two replications. Parameters analyzed included moisture, fat, protein content, pH, viscosity, texture, color, emulsion stability, and hedonic tests. Results showed that increasing whey protein concentrations reduced fat content (from 37.68% to 29.87%) and increased protein content (from 2.86% to 5.08%). Viscosity increased substantially from 16.09 cP (control) to 38.99 cP at 8% whey protein, and emulsion stability improved from 87.10% (at 2% whey protein) to 100% at 8%, comparable to the control. High viscosity combined with a soft texture contributed to a more stable and sensorily preferred emulsion structure. The formulation with 4% whey protein provided the best balance of physical stability and consumer acceptance, achieving the highest overall hedonic score (3.17). Overall, this means whey protein can act as a functional alternative for developing healthier low-fat mayonnaise.

Keywords: *egg yolk substitution; emulsion stability; low-fat mayonnaise; sensory evaluation; whey protein isolate*

PENDAHULUAN

Mayonnaise termasuk saus emulsi minyak-dalam-air yang paling dikenal dan banyak dipakai orang di berbagai negara. Secara tradisional, *mayonnaise* dibuat dari minyak nabati, kuning telur, cuka (atau asam sitrat), serta bumbu seperti garam, gula, dan mustard. Saat minyak dan air diemulsikan, terbentuk produk semi-padat dengan ciri khas sensoris: teksturnya lembut, rasanya gurih (Arshad dkk., 2025). Kandungan minyak dalam *mayonnaise* konvensional bisa mencapai 70–80% dari total berat. Karena itu, *mayonnaise* menjadi sumber kalori dan lemak yang cukup besar dalam menu harian (Abirached dkk., 2025).

Konsumsi lemak berlebih, khususnya lemak jenuh, telah terbukti memperbesar risiko berbagai penyakit degeneratif. Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) menyatakan bahwa pola makan tinggi lemak menyebabkan peningkatan kadar kolesterol jahat (LDL) dan penurunan kolesterol baik (HDL), yang merupakan faktor risiko utama penyakit kardiovaskular seperti penyakit jantung koroner dan stroke (Wise, 2016).

Kesadaran akan pola makan sehat mendorong permintaan produk rendah lemak dan rendah kalori, termasuk *mayonnaise*. Formulasi *mayonnaise* telah dikembangkan dengan mempertahankan sifat fungsional dan sensorisnya, meskipun demikian, tantangan utamanya adalah lemak memiliki peran penting, yaitu memengaruhi rasa, tekstur, mouthfeel, dan stabilitas emulsi. Penurunan kadar lemak tanpa substitusi yang tepat akan menurunkan kualitas *mayonnaise* seperti, tekstur yang encer, rasa yang kurang gurih dan kestabilan emulsi yang terganggu.

Untuk mengatasi penurunan kualitas sensoris pada *mayonnaise* rendah lemak, para peneliti mengembangkan berbagai bahan pengganti lemak (*fat replacer*). Bahan-bahan ini bisa memberikan efek seperti lemak, tetapi tanpa tambahan kalori yang berarti. Jenisnya mencakup pengganti lemak berbasis karbohidrat (seperti pati termodifikasi, maltodekstrin, selulosa, pektin, gum) maupun berbasis protein (whey protein, protein kedelai, gelatin) (Gao dkk., 2024).

Whey protein dikenal sebagai salah satu bahan pangan fungsional yang memiliki kemampuan emulsifikasi, membentuk gel, dan meningkatkan stabilitas sistem pangan (Zhang dkk., 2024). Beberapa studi menunjukkan bahwa whey protein dapat menggantikan kuning telur sebagai emulsifier dalam produk emulsi, termasuk *mayonnaise*. Sangwan & Seth, (2021) melaporkan bahwa penambahan WPI (whey protein isolate) pada *mayonnaise* rendah lemak memberikan viskositas dan konsistensi yang mendekati produk konvensional. Penggantian telur sebagian (50%) maupun seluruhnya (100%) dengan konsentrat whey protein dalam formulasi *mayonnaise* dapat menurunkan kadar lemak, meningkatkan kadar protein dan karbohidrat, serta menghasilkan karakteristik tekstur seperti viskositas, kekerasan (*hardness*), dan *adhesiveness* yang lebih baik, meskipun skor evaluasi sensorisnya sedikit lebih rendah dibandingkan *mayonnaise* konvensional (Mohammed, Ibrahim, dkk., 2025).

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan whey protein terhadap karakteristik fisikokimia *mayonnaise* rendah lemak, meliputi stabilitas, warna, viskositas, tekstur, kadar air, lemak, dan protein; dan mengevaluasi tingkat kesukaan konsumen terhadap produk *mayonnaise* yang diformulasikan menggunakan whey protein sebagai pengganti kuning telur. Kebaruan penelitian ini terletak pada pendekatan substitusi total kuning telur dengan whey protein pada berbagai tingkat konsentrasi (2–8%). Pendekatan ini jarang dilaporkan karena tantangan teknis dalam mempertahankan stabilitas emulsi tanpa lesitin, sehingga penelitian ini mengisi celah pengetahuan tentang konsentrasi kritis whey protein yang mampu menggantikan fungsi kuning telur secara total dalam sistem emulsi *mayonnaise*.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental laboratorium dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor. Faktor yang diuji adalah konsentrasi whey protein yang terdiri atas 5 taraf perlakuan, yaitu P0 (kontrol, 0% whey protein dengan kuning telur 20%), P1 (whey protein 2%), P2 (whey protein 4%), P3 (whey protein 6%), dan P4 (whey protein 8%). Variabel kontrol dalam penelitian ini meliputi jenis minyak (bunga matahari), konsentrasi gum xanthan (0,6%), konsentrasi gula dan garam, kecepatan dan waktu homogenisasi, suhu penyimpanan (5 °C), serta lama penyimpanan sebelum analisis (24 jam). Variabel bebas adalah konsentrasi whey protein, sedangkan variabel terikat meliputi karakteristik fisikokimia (stabilitas emulsi, viskositas, tekstur, warna, kadar air, lemak, protein, dan pH) serta tingkat penerimaan konsumen (uji hedonik). Bahan utama yang digunakan diperoleh dari PT Brataco dan PT Putra Pangan Prima: minyak bunga matahari, whey protein (Shandong Kawah), kuning telur, gum xanthan, gula, garam, asam cuka, dan aquades. Bahan kimia analisis meliputi petroleum eter, Na₂SO₄, HgO, H₂SO₄, NaOH, H₃BO₃, dan HCl. Sedangkan instrumen dan alat dalam penelitian ini meliputi: pH meter, viskometer Brookfield DV2T, texture analyzer (UTM), chromameter (Konica Minolta CR-400), neraca analitik, oven, dan alat gelas laboratorium.

Pembuatan *mayonnaise* mengacu pada Mohammed, Ibrahim, dkk. (2025) dengan modifikasi. Sampel kontrol (P0) dibuat dari 20 g kuning telur yang dipasteurisasi (63 °C, 3 menit). Pada sampel P1–P4, *whey protein* dilarutkan dalam aquades sesuai konsentrasi perlakuan. Fase cair (air, cuka, gula, garam) dihomogenisasi dengan *hand mixer* (1200 rpm, 3 menit), kemudian larutan *whey protein* ditambahkan dan dicampur (1500 rpm, 5 menit). Selanjutnya, gum xanthan (0,6%) ditambahkan dan diaduk hingga mengental (2 menit). Emulsifikasi dilakukan dengan menambahkan minyak bunga matahari (30%) secara bertahap sambil dihomogenisasi (1500 rpm, 10 menit) hingga terbentuk emulsi stabil. *Mayonnaise* disimpan pada suhu 5 °C selama 24 jam sebelum dianalisis. Uji ANOVA dilakukan untuk

menentukan signifikansi perbedaan antar perlakuan, dilanjutkan uji Tukey ($\alpha=0,05$), apabila ditemukan beda nyata.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Mayonnaise rendah lemak berbasis whey protein merupakan emulsi minyak dalam air dengan kandungan lemak yang dikurangi dan whey protein sebagai pengganti sebagian fungsi kuning telur. Karakteristik fisikokimia yang dianalisis meliputi stabilitas emulsi, viskositas, tekstur, dan warna. Hasil analisis fisik disajikan pada Tabel 1.

Stabilitas emulsi merupakan parameter kunci dalam menilai kualitas *mayonnaise*, terutama pada formulasi rendah lemak berbasis whey protein. Stabilitas emulsi *mayonnaise* diuji menggunakan metode sentrifugasi berdasarkan prosedur yang diadaptasi dari Modiri-Dovom dkk. (2024). Emulsi yang stabil ditandai dengan persebaran tetesan minyak yang seragam dan tidak terjadinya pemisahan fase selama penyimpanan atau perlakuan fisik (Suryani & Kurniadewi, 2005). Hasil pengujian menunjukkan bahwa tingkat kestabilan emulsi berbeda nyata ($p < 0,05$) antar perlakuan (Tabel 1), dengan kecenderungan meningkat seiring penambahan konsentrasi whey protein. Pada formulasi kontrol (P0) dengan kuning telur sebagai emulsifier, emulsi menunjukkan kestabilan penuh (100%). Pada konsentrasi 2% (P1) menurunkan kestabilan menjadi 87,10%, menunjukkan bahwa whey protein pada konsentrasi rendah belum cukup efektif dalam membentuk struktur antarmuka yang mampu mencegah bergabungnya tetesan minyak. Namun, seiring peningkatan konsentrasi whey protein menjadi 4% (P2) dan 6% (P3), kestabilan emulsi meningkat menjadi 92,50% dan 96,00%, hingga kembali mencapai kestabilan penuh (100%) pada konsentrasi tertinggi, 8% (P4).

Tabel 1. Hasil analisis fisik *mayonnaise* rendah lemak menggunakan whey protein

| Perlakuan | Stabilitas Emulsi (%) | Viskositas (cP) | Tekstur (Fmax, N) | Warna (L) | Warna (a) | Warna (b) |
|--------------|----------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| P0 (kontrol) | 100,00 ± 0,00 ^a | 16,09 ± 2,11 ^d | 0,08 ± 0,01 ^c | 60,81 ± 0,22 ^b | -1,30 ± 0,05 ^a | 24,25 ± 0,15 ^a |
| P1 (2% WP) | 87,10 ± 0,85 ^d | 11,30 ± 1,42 ^e | 0,14 ± 0,01 ^a | 47,68 ± 0,30 ^d | 0,47 ± 0,03 ^b | 8,69 ± 0,10 ^c |
| P2 (4% WP) | 92,50 ± 0,41 ^c | 25,13 ± 1,78 ^b | 0,08 ± 0,01 ^c | 66,67 ± 0,18 ^a | 1,20 ± 0,04 ^c | 11,76 ± 0,12 ^b |
| P3 (6% WP) | 96,00 ± 0,26 ^b | 19,34 ± 1,56 ^c | 0,10 ± 0,01 ^b | 61,79 ± 0,20 ^b | 1,40 ± 0,04 ^d | 12,40 ± 0,11 ^b |
| P4 (8% WP) | 100,00 ± 0,00 ^a | 38,99 ± 2,45 ^a | 0,15 ± 0,01 ^a | 58,57 ± 0,25 ^c | 1,28 ± 0,03 ^c | 11,21 ± 0,09 ^b |

Nilai disajikan sebagai rata-rata ± standar deviasi (n=3). Huruf superscript yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$) berdasarkan uji Tukey

Whey protein berperan dalam sistem emulsi ini karena molekulnya bersifat amfifilik. Sifat inilah yang memungkinkan terbentuknya lapisan pelindung di antarmuka minyak-air. Lapisan tersebut bertindak sebagai penghalang fisik yang mencegah penggabungan

(koalesensi) antartetesan minyak. Pemilihan rentang konsentrasi whey protein 2–8% dengan interval 2% didasarkan pada beberapa pertimbangan. Rentang ini dipilih untuk mengeksplorasi efek substitusi kuning telur secara bertahap, mulai dari konsentrasi rendah (2%) yang diperkirakan belum cukup memberikan efek fungsional optimal, hingga konsentrasi tinggi (8%) yang merupakan batas maksimum formulasi sebelum terjadi perubahan tekstur yang tidak diinginkan. Interval 2% dipilih untuk menghasilkan kurva respons yang cukup detail guna mengidentifikasi konsentrasi kritis di mana whey protein mulai mampu menggantikan fungsi kuning telur secara efektif. Hasilnya, struktur emulsi menjadi lebih stabil. Zhang dkk., (2024) juga mendukung temuan ini. Whey protein isolate tetap mampu menstabilkan emulsi bahkan pada sistem rendah lemak karena dapat menurunkan tegangan antarmuka sekaligus meningkatkan viskositas sistem.

Viskositas merupakan parameter reologi penting dalam evaluasi kualitas dan stabilitas *mayonnaise*. Viskositas mayonnaise diukur menggunakan viskometer Brookfield DV2T (Brookfield Engineering, USA) dengan spindle nomor LV-4. Nilai viskositas menunjukkan ketahanan aliran suatu sistem, yang berhubungan langsung dengan tekstur kental dan konsistensi produk. Viskositas yang tinggi umumnya menandakan struktur emulsi yang kuat dan kestabilan fisik yang lebih baik dalam mencegah koalesensi dan pemisahan fase viskositas *mayonnaise* rendah lemak yang diformulasikan dengan whey protein bervariasi secara signifikan antar perlakuan ($p < 0,05$). Perlakuan dengan whey protein 8% (P4) menunjukkan viskositas tertinggi sebesar 38.997 cP, sedangkan viskositas terendah tercatat pada P1 (2% WP) sebesar 11.30 cP. Formulasi kontrol (P0) menggunakan kuning telur menghasilkan viskositas sebesar 16.09 cP, yang berada di bawah nilai viskositas P2, P3, dan P4.

Peningkatan viskositas secara signifikan mulai terlihat pada perlakuan P2 (4% WP) yang mencapai 25.13 cP. Hal ini menunjukkan bahwa whey protein pada konsentrasi menengah mulai berperan aktif dalam membentuk jaringan protein yang mampu menahan fase terdispersi dengan baik. Pada konsentrasi tertinggi (P4), whey protein membentuk sistem gel yang padat, teksturnya mirip *mayonnaise* biasa. Makin tinggi konsentrasi whey protein, makin tinggi viskositasnya. Ini sesuai dengan fungsinya sebagai pembentuk struktur dalam sistem emulsi. Octafiliana (2021), melaporkan bahwa penggunaan *microparticulated whey protein* sebagai pengganti lemak dalam *mayonnaise* rendah lemak dapat secara signifikan meningkatkan viskositas dan kestabilan emulsi seiring bertambahnya konsentrasi. Oleh karena itu, whey protein tidak hanya berperan sebagai pengganti kuning telur, tetapi juga berfungsi menjaga kestabilan dan sifat reologi produk akhir.

Tekstur merupakan salah satu atribut fisik penting dalam produk emulsi seperti *mayonnaise*, karena berkaitan erat dengan persepsi kekentalan, kemudahan aplikasi, serta daya terima konsumen terhadap atribut sensoris. Metode yang digunakan yaitu uji tekan

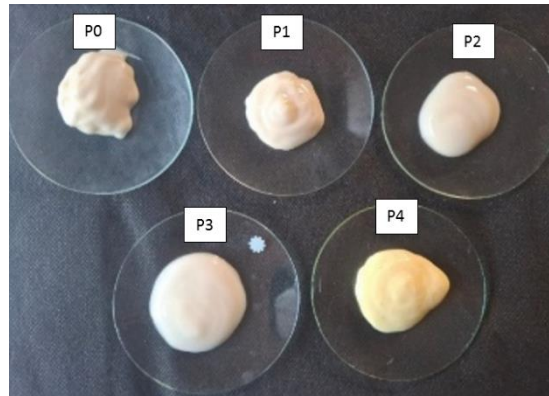
tunggal (*Single Compression Test*). Uji kekuatan tekan maksimum (F_{max}) digunakan untuk mengukur tingkat kekokohan struktur produk. Nilai kekokohan ini umumnya berhubungan dengan viskositas dan stabilitas emulsi. Nilai F_{max} menggambarkan ketahanan produk terhadap gaya tekan, serta mencerminkan kekompakan jaringan internal emulsi. Nilai F_{max} *mayonnaise* bervariasi nyata antar perlakuan ($p < 0,05$). Perlakuan dengan konsentrasi whey protein tertinggi (P4, 8%) menghasilkan tekstur paling kuat dengan nilai F_{max} sebesar 0,15 N. Sebaliknya, nilai terendah ada pada P0 dan P2 (0,08 N), artinya struktur produk lunak dan mudah berubah bentuk. Kekuatan tekstur yang relatif tinggi juga terlihat pada P1 (0,14 N) dan P3 (0,10 N). Secara umum, nilai F_{max} cenderung meningkat seiring naiknya konsentrasi whey protein.

Penurunan tekstur pada P2 meskipun memiliki viskositas tinggi, mengindikasikan bahwa viskositas tidak selalu linier terhadap kekuatan struktur tekan, terutama jika fase protein belum optimal berinteraksi membentuk jaringan gel. Justru pada P4, konsentrasi whey protein yang tinggi tampaknya cukup untuk menghasilkan sistem viskoelastis yang padat, stabil, dan koheren. Pola peningkatan F_{max} dari P1 hingga P4 terlihat konsisten, meskipun hubungan antar perlakuan tidak sepenuhnya linier. Hal ini menunjukkan bahwa pembentukan tekstur kuat tidak hanya bergantung pada kuantitas whey protein, tetapi juga pada kualitas interaksi molekul protein dalam sistem emulsi. Penelitian oleh Octafiliana (2021) menyatakan bahwa whey protein pada konsentrasi tinggi mampu membentuk jaringan gel tiga dimensi yang meningkatkan daya tekan dan elastisitas produk secara signifikan. Peningkatan konsentrasi whey protein terbukti tidak hanya meningkatkan viskositas dan stabilitas emulsi, tetapi juga memberikan kontribusi nyata terhadap penguatan struktur tekstur *mayonnaise* rendah lemak. Hal ini menunjukkan peran multifungsi whey protein dalam mendukung kualitas fisik produk pengganti kuning telur.

Warna *mayonnaise* (Tabel 1) menunjukkan variasi signifikan ($p < 0,05$) pada semua parameter warna antar perlakuan. Formulasi kontrol (P0) yang menggunakan kuning telur menghasilkan warna kekuningan hangat dengan nilai L sedang (60,81), a negatif (-1,30) yang mengindikasikan rona hijau samar, dan nilai b tertinggi (24,25) yang mencerminkan intensitas kekuningan khas pigmen karotenoid dalam kuning telur (*lutein*, *zeaxanthin*). Pada P1 (2% whey protein), kecerahan (L) menurun menjadi 47,68, disertai dengan penurunan tajam pada b (8,69), menunjukkan berkurangnya warna kuning dan tampilan yang lebih pucat. Warna sedikit kemerahan ($a = 0,47$) muncul sebagai visual dari hilangnya pigmen alami.

Peningkatan konsentrasi whey protein pada P2 hingga P4 menunjukkan peningkatan kembali nilai L hingga maksimum pada P2 (66,67), yang menunjukkan kecerahan tinggi dan tampilan lebih bersih. Nilai a positif pada P2–P4 (1,20–1,40) mencerminkan munculnya rona kemerahan lembut akibat perubahan komposisi protein, sedangkan nilai b berada pada kisaran sedang (11,21–12,40), menandakan kekuningan yang lebih ringan namun tetap

terlihat. Secara umum, semakin tinggi konsentrasi whey protein, produk cenderung memiliki warna lebih cerah, netral, dan sedikit kekuningan keputihan. Tampilan tersebut dapat diterima secara visual sebagai karakteristik *mayonnaise* rendah lemak modern, meskipun berbeda dari warna kuning pekat khas produk konvensional (Gambar 1).



Gambar 1. Tampilan mayonnaise rendah lemak pada perlakuan P0-P4

Tabel 2 menunjukkan Analisa sifat kimia dari *mayonnaise* rendah lemak. Terdapat pengaruh yang sistematis dari peningkatan konsentrasi whey protein terhadap komposisi *mayonnaise*. Secara umum, peningkatan konsentrasi whey protein dari 2% (P1) hingga 8% (P4) menyebabkan penurunan kadar lemak yang konsisten, peningkatan kadar protein yang nyata, serta peningkatan kadar air yang mendekati nilai kontrol. Sementara itu, nilai pH cenderung menurun dan stabil pada rentang asam.

Tabel 2. Hasil analisis fisik *mayonnaise* rendah lemak menggunakan whey protein.

| Perlakuan (P) | Kadar air (wb) (%) | Kadar lemak (%) | Kadar protein (%) | pH |
|-------------------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|
| P ₀ (kuning telur) | 44,63 ^a | 37,68 ^a | 2,86 ^c | 4,5 ^a |
| P ₁ (2% WP) | 37,12 ^c | 35,40 ^b | 1,68 ^d | 3,8 ^{bc} |
| P ₂ (4% WP) | 39,48 ^b | 33,10 ^c | 2,97 ^c | 3,9 ^b |
| P ₃ (6% WP) | 41,08 ^b | 31,11 ^d | 3,96 ^b | 3,7 ^c |
| P ₄ (8% WP) | 43,44 ^a | 29,87 ^e | 5,08 ^a | 3,8 ^{bc} |

Nilai disajikan sebagai rata-rata. Huruf superscript yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$) berdasarkan uji Tukey

Data menunjukkan bahwa kadar air menurun drastis pada konsentrasi whey protein 2% (P1) menjadi 37,12%, namun kemudian meningkat secara konsisten seiring dengan penambahan whey protein mencapai 43,44% pada konsentrasi 8% (P4), nilai yang tidak berbeda nyata dengan kontrol P0 (44,63%). Pola ini menunjukkan bahwa pada konsentrasi rendah, whey protein belum optimal dalam berinteraksi dengan air, namun pada konsentrasi yang lebih tinggi whey protein mampu membentuk matriks protein yang efektif untuk mengikat dan menahan air. Kapasitas pengikatan air yang tinggi ini merupakan salah satu sifat fungsional penting dari protein whey, yang membentuk jaringan gel yang mampu mengikat molekul air dalam sistem emulsi (Bhaskar Reddy dkk., 2023).

Peningkatan konsentrasi whey protein secara konsisten menurunkan kadar lemak *mayonnaise*, dari 37,68% (P0) menjadi 29,87% (P4). Penurunan kadar lemak ini dipicu oleh dua hal, yaitu substitusi sebagian minyak dan kuning telur (sumber lemak) oleh whey protein serta penambahan proporsi fase air dalam formula. Dengan demikian, whey protein dapat dikatakan efektif sebagai fat replacer yang menghasilkan *mayonnaise* dengan kadar lemak yang jauh lebih rendah. Temuan ini sejalan dengan penelitian oleh Nursari dkk. (2025) yang melaporkan bahwa penambahan konsentrat isolate protein kedelai hingga 4% menghasilkan penurunan kadar lemak yang signifikan pada *mayonnaise* rendah lemak, serta penelitian oleh Mohammed, Al-Bedrani, dkk. (2025) yang menemukan bahwa substitusi telur dengan whey protein menurunkan kadar lemak dan meningkatkan kadar protein. Kemampuan whey protein dalam membentuk dan menstabilkan emulsi pada konsentrasi lemak rendah ini sangat penting untuk menjaga kualitas produk akhir.

Kadar protein meningkat dari 2,86% (P0) menjadi 5,08% pada perlakuan dengan whey protein tertinggi (P4). Peningkatan ini wajar mengingat konsentrat protein whey memiliki kandungan protein yang tinggi (biasanya 70-90%). Hasil ini tidak hanya menunjukkan efektivitas whey protein sebagai agen pengemulsi, tetapi juga secara signifikan meningkatkan nilai gizi produk akhir, menjadikannya lebih bernutrisi dibandingkan *mayonnaise* konvensional. Formulasi *mayonnaise* dengan penambahan konsentrat whey protein secara signifikan meningkatkan kandungan protein dan kualitas fisikokimia keseluruhan *mayonnaise* rendah lemak, menjadikannya alternatif yang lebih bergizi dibandingkan *mayonnaise* konvensional (Satriawan dkk., 2022).

Uji sensoris (Tabel 3) dilakukan untuk mengevaluasi tingkat penerimaan panelis terhadap *mayonnaise* rendah lemak berbasis whey protein berdasarkan lima atribut utama: warna, rasa, aroma, tekstur, dan kesukaan keseluruhan. Pengujian menggunakan 30 orang panelis semi terlatih. Penilaian dilakukan oleh panelis semi terlatih menggunakan skala hedonik 1-4 (1 = sangat tidak suka, 4 = sangat suka). Hasil rerata penilaian disajikan pada Tabel 3.

Hasil uji sensoris menunjukkan bahwa formulasi *mayonnaise* rendah lemak dengan penambahan whey protein 4% (P2) memperoleh nilai tertinggi pada hampir seluruh atribut, termasuk rasa (2,90), aroma (2,87), tekstur (2,87), dan kesukaan keseluruhan (3,17). Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi whey protein sebesar 4% memberikan keseimbangan optimal antara karakteristik sensoris. Pada konsentrasi 4%, whey protein telah mencapai titik keseimbangan dalam berinteraksi dengan senyawa flavor. Konsentrasi yang terlalu rendah (2%) menyebabkan pelepasan flavor berlangsung terlalu cepat dan dominan, sehingga kesan rasa dan aroma terasa berlebihan. Sebaliknya, pada konsentrasi yang lebih tinggi (6% dan 8%), interaksi protein dengan senyawa flavor semakin kuat, yang justru menahan pelepasan

flavor secara berlebihan dan membuat produk terasa hambar, menghasilkan produk yang paling disukai oleh panelis.

Pada atribut warna dan aroma, tidak ditemukan perbedaan nyata antar perlakuan ($p > 0,05$), yang mengindikasikan bahwa penambahan whey protein tidak secara signifikan memengaruhi persepsi visual dan aroma produk. Namun, pada atribut rasa, tekstur, dan kesukaan keseluruhan, terdapat perbedaan nyata ($p < 0,05$), dengan P2 secara konsisten menunjukkan kemampuan terbaik.

Tabel 3. Rerata nilai uji sensoris mayonaise rendah lemak menggunakan whey protein

| Perlakuan (P) | Warna | Rasa | Aroma | Tekstur | Keseluruhan |
|-------------------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| P ₀ (kuning telur) | 2,47 ^a | 2,47 ^{ab} | 2,47 ^a | 2,27 ^b | 2,40 ^b |
| P ₁ (2% WP) | 2,97 ^a | 2,27 ^b | 2,53 ^a | 2,77 ^{ab} | 2,77 ^{ab} |
| P ₂ (4% WP) | 2,90 ^a | 2,90 ^a | 2,87 ^a | 2,87 ^a | 3,17 ^a |
| P ₃ (6% WP) | 2,87 ^a | 2,40 ^{ab} | 2,77 ^a | 2,67 ^{ab} | 2,67 ^b |
| P ₄ (8% WP) | 2,70 ^a | 2,63 ^{ab} | 2,57 ^a | 2,77 ^{ab} | 2,87 ^{ab} |

Nilai disajikan sebagai rata-rata. Huruf superscript yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$) berdasarkan uji Tukey

Formulasi kontrol (P₀) yang menggunakan kuning telur justru memperoleh nilai kesukaan keseluruhan terendah (2,40), mengindikasikan bahwa panelis lebih menyukai karakteristik produk berbasis whey protein, khususnya pada konsentrasi menengah. Penurunan nilai pada P₃ dan P₄ menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi whey protein secara berlebihan dapat menurunkan kesukaan, kemungkinan karena perubahan tekstur atau aftertaste yang kurang disukai.

Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa whey protein tidak hanya berfungsi sebagai pengganti kuning telur, tetapi juga mampu meningkatkan karakteristik sensoris *mayonnaise* rendah lemak, terutama pada konsentrasi optimal sebesar 4%.

KESIMPULAN

Penambahan whey protein sebagai pengganti kuning telur dalam formulasi *mayonnaise* rendah lemak memberikan pengaruh signifikan terhadap karakteristik fisikokimia produk. Secara kuantitatif, peningkatan konsentrasi whey protein dari 0% hingga 8% mampu menurunkan kadar lemak secara konsisten dari 37,68% (P₀) menjadi 29,87% (P₄), serta meningkatkan kadar protein secara nyata pada konsentrasi 6% (P₃: 3,96%) dan 8% (P₄: 5,08%). Namun demikian, pada konsentrasi 4% (P₂), kadar protein yang dihasilkan (2,97%) tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan secara statistik dibandingkan dengan kontrol P₀ (2,86%), meskipun kadar lemak pada P₂ (33,10%) telah mengalami penurunan yang bermakna. Formulasi P₂ (penambahan whey protein 4%) terpilih sebagai formula terbaik karena mampu menghadirkan keseimbangan optimal antara penurunan kadar lemak yang signifikan, stabilitas emulsi yang tergolong baik (92,50%), serta tingkat penerimaan hedonik

tertinggi (skor keseluruhan 3,17) dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Keunggulan utama P2 terletak pada kemampuannya mereduksi kandungan lemak tanpa mengorbankan mutu sensoris produk, meskipun peningkatan kadar proteinnya belum mencapai taraf signifikan secara statistik. Dengan demikian, formula ini berpotensi untuk dikembangkan sebagai alternatif mayonnaise rendah lemak yang lebih sehat dan memiliki daya terima konsumen yang baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Abirached, C., Acuña, M. N., Carreras, T., & Vieitez, I. (2025). Strategies for Reducing Fat in Mayonnaise and Their Effects on Physicochemical Properties. Dalam *Foods* (Vol. 14, Nomor 17, hlm. 3133). <https://doi.org/10.3390/foods14173133>
- Arshad, M. T., Ikram, A., Ahmad, M., Maqsood, S., Hossain, M. S., & Gnedeka, K. T. (2025). Sensory characteristics, quality attributes, and storage stability of mayonnaise: A review. *International Journal of Food Science and Technology*, 60(2), vvaf148. <https://doi.org/10.1093/ijfood/vvaf148>
- Bhaskar Reddy, G. R. V., Surasani, V. K. R., Amaravathi, P., Mandal, P. K., Desai, A. S., & Sen, A. R. (2023). Influence of whey protein concentrates as a novel binder on physiochemical, textural and ultrastructural properties of restructured buffalo meat slices. *International Journal of Food Science and Technology*, 58(12), 6362–6371. <https://doi.org/10.1111/ijfs.16744>
- Gao, Y., Zhao, Y., Yao, Y., Chen, S., Xu, L., Wu, N., & Tu, Y. (2024). Recent trends in design of healthier fat replacers: Type, replacement mechanism, sensory evaluation method and consumer acceptance. *Food Chemistry*, 447, 138982. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.138982>
- Modiri-Dovom, A., Arianfar, A., Naji-Tabasi, S., & Hakimzadeh, V. (2024). Production and investigation of Pickering emulsion stabilised by casein-Qodume Shirazi (*Alyssum homolocarpum*) seed gum complex particles: Gastrointestinal digestion. *Journal of Microencapsulation*, 41(2), 79–93. <https://doi.org/10.1080/02652048.2023.2282987>
- Mohammed, B. H., Al-Bedrani, D. I. J., Shati, Z. R. K., Mahmed, A. M., & Saadi, A. M. (2025). Utilization of whey proteins for producing low-fat mayonnaise via complete and partial egg replacement. *Journal of Applied and Natural Science*, 17(1), 14–23. <https://doi.org/10.31018/jans.v17i1.6125>
- Mohammed, B. H., Ibrahim, D., Al, J., & Saadi, A. M. (2025). *Utilization of whey proteins for producing low—Fat mayonnaise via complete and partial egg replacement*. 9411.
- Nursari, E. T., Masrukan, Darmawan, E., & Laswati, D. T. (2025). Karakteristik Fisikokimia Mayonnaise Rendah Lemak Berbasis Isolat Protein Kedelai: Studi Formula Terbaik Berdasarkan Uji Hedonik. *AGROTECH: Jurnal Ilmiah Teknologi Pertanian*, 7(2), 12–22. <https://doi.org/10.37631/agrotech.v7i2.2220>
- Octafiliana, S. (2021). *Aplikasi Kompleks Elektrostatik Microparticulated Whey Protein-Low Methoxyl Pectin sebagai Fat Mimetics untuk Mayones Rendah Lemak* [Skripsi, Universitas Gadjah Mada]. <https://etd.repository.ugm.ac.id/penelitian/detail/202003>
- Sangwan, S., & Seth, R. (2021). Whey Protein Supplement: An Exclusive Food or Need of the Hour: Review. *Annual Research & Review in Biology*, 36(4), 110–119. <https://doi.org/10.9734/arrb/2021/v36i430367>
- Satriawan, T. U., Evanuarini, H., & Thohari, I. (2022). Physicochemical quality of low fat mayonnaise using whey protein concentrate. *E3S Web of Conferences*, 335, 00021. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202233500021>
- Suryani, A., & Kurniadewi, E. H. dan H. (2005). Kajian Penggunaan Lidah Buaya (Aloe vera) dan Bee Pollen pada Pembuatan Sabun Opaque. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 15(2), 40–45.

- Wise, J. (2016). High intake of saturated fats is linked to increased risk of heart disease. *BMJ*, 355. <https://doi.org/10.1136/bmj.i6347>
- Zhang, Y., Han, M., & Guo, Q. (2024). Understanding of formation, gastrointestinal breakdown, and application of whey protein emulsion gels: Insights from intermolecular interactions. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 23(6), e70034. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.70034>