

SUBSTITUSI EMULSIFIER NON-HALAL DENGAN EKSTRAK BERBASIS POLIFENOL DAN PROTEIN NABATI

Substitution of Non-Halal Emulsifiers with Polyphenol- and Plant Protein-Based Extracts

Robby Nur Hidayat^{1a}, Adi Muhamad Nurdiansyah², Neneng Windayani³, Tri Cahyanto⁴

¹Laboratorium Terpadu, Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung;

²Pendidikan Kimia, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung.

³Tadris IPA, Pascasarjana, Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung

⁴Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung

^aKorespondensi : Robby Nur Hidayat, E-mail: robynurhidayat00@uinsgd.ac.id

Diterima: 05 – 01 – 2026, Disetujui: 28 – 02 - 2026

ABSTRACT

Emulsifiers are crucial for ensuring product stability in the food, cosmetics, and pharmaceutical sectors. Many emulsifiers, however, are sourced from non-halal origins, such as lard or other animal products that contravene Islamic law. Moreover, certain synthetic emulsifiers may provoke apprehensions related to health and environmental sustainability. This study aims to determine the most stable oil-in-water (O/W) emulsion formulation utilizing soy protein isolate (SPI) and mangosteen peel extract, evaluated through centrifugation tests, thermal treatments, pH tests, and storage stability, as a potential natural emulsifier to substitute non-halal emulsifiers. This study used a laboratory-based experimental methodology. The findings indicated that the polyphenol extract comprised 18.37% polyphenols, whereas the soy protein isolate had a concentration of 7.056 mg/mL. Four emulsions were formulated with varying concentrations of soy protein isolate: 1.0%, 2.5%, 5.0%, and 10.0%. The study revealed that polyphenols from mangosteen peel and vegetable protein from soybeans exhibit potential as emulsifiers. The optimal formulation for creating an emulsion consisted of 5.0% soy protein isolate, 0.5% mangosteen peel extract, 89% distilled water, and 9.5% sunflower oil. The emulsion with the optimal formulation exhibited excellent stability, as evidenced by its stability parameters concerning temperature, pH, centrifugation, and storage.

Keywords: emulsifier, halal, polyphenol, vegetable protein, food

ABSTRAK

Emulsifier memainkan peran penting dalam industri pangan, kosmetik, dan farmasi untuk menjaga stabilitas produk. Namun, banyak emulsifier yang digunakan berasal dari sumber non-halal, seperti lemak babi atau produk hewani lain yang tidak sesuai dengan syariat Islam. Selain itu, beberapa emulsifier sintesis dapat menimbulkan kekhawatiran terkait kesehatan dan keberlanjutan lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan formulasi emulsi oil-in-water (O/W) berbasis isolat protein kedelai (SPI) dan ekstrak kulit manggis yang paling stabil berdasarkan uji sentrifugasi, perlakuan suhu panas dan dingin, uji pH, serta stabilitas selama penyimpanan, sebagai kandidat emulsifier alami pengganti emulsifier non-halal. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian eksperimental berbasis laboratorium. Hasil penelitian diperoleh bahwa ekstrak polifenol mengandung total polifenol sebesar 18,37%, isolat protein kedelai dengan kadar 7,056 mg/mL. Emulsi yang dibuat sebanyak 4 formulasi dengan variasi kadar isolat protein kedelai dari mulai 1,0%, 2,5%, 5,0%, dan 10,0%. Berdasarkan penelitian diperoleh bahwa polifenol dari kulit manggis dan protein nabati dari kedelai memiliki potensi sebagai emulsifier. Formulasi terbaik untuk membuat emulsi adalah 5,0% isolat protein kedelai, 0,5% ekstrak kulit manggis, 89% akuades, dan 9,5% minyak bunga matahari. Emulsi dengan formulasi terbaik memiliki kestabilan yang baik dilihat dari parameter kestabilan terhadap suhu, pH, sentrifugasi, dan penyimpanan.

Kata kunci: emulsifier, halal, polifenol, protein nabati, makanan

PENDAHULUAN

Dalam beberapa dekade terakhir, industri makanan dan minuman telah mengalami transformasi signifikan, terutama dalam hal pemilihan bahan baku dan aditif yang digunakan. Salah satu isu yang semakin mendapat perhatian adalah penggunaan emulsifier dalam produk makanan. Emulsifier berfungsi untuk meningkatkan stabilitas emulsi, memperbaiki tekstur, dan memperpanjang umur simpan produk (Partridge et al., 2019). Namun, banyak emulsifier yang digunakan saat ini berasal dari sumber hewani dan mengandung bahan-bahan yang tidak sesuai dengan prinsip halal, yang menjadi perhatian bagi konsumen Muslim di seluruh dunia (Bustani et al., 2024).

Seiring dengan meningkatnya kesadaran akan pentingnya makanan halal, ada kebutuhan mendesak untuk menggantikan emulsifier non-halal dengan alternatif yang lebih sesuai. Salah satu pendekatan yang menjanjikan adalah penggunaan ekstrak berbasis polifenol dan protein nabati. Polifenol, yang banyak ditemukan dalam tanaman, dikenal memiliki sifat antioksidan dan emulsi yang baik. Selain itu, protein nabati, seperti protein kedelai, protein kacang, dan protein biji-bijian lainnya, telah terbukti efektif sebagai emulsifier alami yang dapat meningkatkan stabilitas (Dammak et al., 2020; Ozturk & McClements, 2016).

Tantangan utama dalam pengembangan emulsifier berbasis alami adalah memastikan stabilitas emulsi yang sebanding atau lebih baik dibandingkan dengan emulsifier sintetis. Kombinasi antara polifenol dari teh hijau dan protein nabati seperti kedelai diusulkan untuk menciptakan sinergi yang dapat meningkatkan stabilitas emulsi dan memperluas aplikasinya dalam produk halal. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa kombinasi senyawa alami ini tidak hanya memberikan stabilitas fisik tetapi juga meningkatkan nilai fungsional produk, seperti antioksidan dan antimikroba (Tian et al., 2021).

Selain itu, permintaan terhadap produk makanan yang lebih bersih dan alami terus meningkat di kalangan konsumen, mendorong industri makanan untuk berinovasi dalam mencari alternatif pengganti emulsifier sintetis. Tren ini tidak hanya mencerminkan perubahan preferensi konsumen yang semakin peduli terhadap kesehatan dan keberlanjutan, tetapi juga menunjukkan adanya kesadaran yang lebih besar tentang dampak lingkungan dari bahan-bahan kimia dalam makanan (Kim et al., 2020; McClements et al., 2017). Dalam hal keberlanjutan, konsumen bersedia membayar lebih mahal rata-rata 9,7% untuk produk yang diproduksi dengan memperhatikan keberlanjutannya (Javaid & Barabas, 2024). Sementara di Indonesia sendiri, 84% responden dari survei sudah mengadopsi produk ramah lingkungan dengan 43% diantaranya baru memulai dalam satu tahun terakhir (Snapcart, 2024). Dalam hal bahaya bahan kimia dalam makanan, statistik menunjukkan berdasarkan survei nasional BfR di Jerman sebanyak 55% konsumen menghindari bahan aditif tertentu dalam makanan, dengan yang paling dihindari termasuk diantaranya emulsifier sintetis sebesar 43% (Southney, 2021).

Penelitian ini bertujuan untuk (1) menentukan formulasi emulsi O/W berbasis SPI dan ekstrak kulit manggis yang paling stabil berdasarkan indikator: pemisahan fase setelah sentrifugasi 2000 rpm selama 30 menit, kestabilan terhadap pemanasan 50°C selama 2 jam dan penyimpanan dingin 5°C hingga 48 jam, kestabilan pada kondisi pH asam (target pH 2), serta kestabilan visual selama penyimpanan 1 minggu pada suhu ruang ($\pm 27^\circ\text{C}$); dan (2) mengidentifikasi formulasi terbaik berdasarkan tidak adanya pemisahan fase yang teramati pada seluruh rangkaian uji stabilitas.

Walaupun beberapa penelitian telah melaporkan bahwa polifenol dan protein dapat bertindak sebagai emulsifier alami, masih terdapat keterbatasan pemahaman mengenai bagaimana kompleks protein-polifenol terbentuk dan bekerja dalam sistem emulsi O/W pada kondisi asam, termasuk pengaruhnya terhadap indikator stabilitas fisik seperti pemisahan fase setelah sentrifugasi, ketahanan terhadap perlakuan suhu panas/dingin, stabilitas pada pH

rendah, serta kestabilan selama penyimpanan. Indikator-indikator tersebut penting karena secara langsung merepresentasikan kemampuan lapisan antarmuka untuk menahan koalesensi/creaming dan mempertahankan homogenitas.

Berdasarkan gap tersebut, penelitian ini menawarkan kebaruan berupa pemanfaatan kompleks protein-polifenol dari isolat protein kedelai (SPI) dan ekstrak kulit manggis sebagai kandidat emulsifier alami yang ditujukan untuk aplikasi halal pada sistem oil-in-water (O/W) pada pH asam. Pertanyaan utama penelitian ini yaitu bagaimana formulasi SPI-ekstrak kulit manggis pada komposisi tertentu dapat menghasilkan emulsi O/W dengan stabilitas terbaik terhadap sentrifugasi, perlakuan suhu, variasi pH, dan penyimpanan. Dengan demikian, studi ini berkontribusi pada pengembangan emulsifier alami yang lebih sesuai dengan preferensi konsumen terhadap bahan yang aman, alami, dan berpotensi memenuhi prinsip halal.

MATERI DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas Aquabides, etanol, kulit manggis, daun kelor, daun teh hijau, isolat protein kedelai, konsentrat protein kacang polong, limbah protein tahu. Alat-alat yang digunakan antara lain gelas kimia (100, 250, dan 500 mL), erlenmeyer 250 mL, gelas ukur 25 mL, botol vial (10 dan 12 mL), corong kaca, batang pengaduk, spatula, dan tabung reaksi. Adapun instrumentasi yang digunakan untuk karakterisasi bahan serta peralatan untuk pengujian formulasi emulsi dan uji stabilitas meliputi chiller, magnetic stirrer, dan centrifuge.

Pertimbangan halal pada penelitian ini dibatasi pada aspek sumber bahan dan fungsi bahan penolong. Bahan utama (kulit manggis, kedelai/SPI, akuades, minyak bunga matahari) berasal dari sumber nabati. Pelarut yang digunakan untuk ekstraksi adalah etanol 70% yang berfungsi sebagai pelarut proses; setelah ekstraksi, pelarut diuapkan (rotary evaporator) untuk memperoleh ekstrak pekat. Seluruh peralatan dibersihkan sebelum digunakan dan penggunaan bahan/alat yang berpotensi berasal dari sumber hewani non-halal tidak dilakukan dalam rangkaian penelitian ini.

Rancangan Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian untuk mengembangkan emulsifier alami sebagai pengganti emulsifier sintesis. Ekstraksi bahan-bahan alam yang berpotensi memiliki kandungan polifenol seperti kulit manggis, daun kelor, dan daun teh hijau, serta isolasi protein nabati dari kedelai, kacang polong, dan limbah tahu, akan dilakukan untuk memperoleh bahan aktif. Bahan-bahan yang diperoleh akan dikarakterisasi menggunakan teknik uji total polifenol untuk polifenol dan uji bradford untuk protein nabati. Selanjutnya, bahan yang telah diekstraksi dan diisolasi akan diuji dalam formulasi emulsi untuk mendapatkan rasio yang ideal sehingga dapat menggantikan emulsifier sintesis. Setelah itu akan dilakukan uji stabilitasnya terhadap perubahan suhu dan pH.

Ekstraksi Bahan Alam

Proses ekstraksi bahan alam yang memiliki kandungan polifenol dan protein nabati dimulai dengan pemilihan bahan alami seperti kulit manggis, daun kelor, dan daun teh hijau. Kulit manggis dibersihkan, dikeringkan, dan dipotong kecil-kecil. Kemudian, ekstraksi dilakukan dengan menggunakan pelarut etanol. Ekstrak yang dihasilkan akan dianalisis lebih lanjut menentukan kandungan polifenolnya.

Selain itu, protein nabati diekstraksi dari kedelai, konsentrat protein kacang polong, serta limbah tahu. Langkah pertama adalah mempersiapkan bahan dengan merendam kacang polong atau kedelai kering dalam air selama 8-12 jam untuk menghidrasi. Setelah direndam, kacang polong digiling dengan sedikit air hingga menjadi pasta halus, sementara kacang kedelai juga digiling hingga halus setelah direndam. Selanjutnya, pasta kacang polong

dicampurkan dengan air dalam perbandingan 1:2 dan diaduk selama 30 menit untuk melarutkan protein setelah itu ditambahkan NaOH 2N hingga mencapai pH 10. Proses yang sama dilakukan untuk pasta kedelai. Setelah itu, campuran disaring menggunakan kain tipis atau saringan untuk memisahkan cairan yang mengandung protein terlarut dari ampas. Cairan yang disaring kemudian didiamkan selama 12 jam sehingga terbentuk dua fase endapan dan cairan. Fase cairan ditambahkan HCl 2N hingga pH 4,5. Cairan didiamkan pada suhu dingin (2-10 °C) hingga terbentuk dua fase. Setelah itu dilakukan sentrifugasi terhadap sampel. Endapan dikeringkan pada suhu hangat ± 40 °C untuk mendapatkan isolat protein kering/

Karakterisasi Bahan

Karakterisasi bahan aktif yang diperoleh dari ekstraksi dilakukan untuk memastikan kualitas dan komposisi dari bahan yang digunakan dalam formulasi emulsifier alami. Untuk mengetahui kandungan polifenol dalam ekstrak, digunakan metode uji total polifenol. Metode ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengukur jumlah polifenol yang terkandung dalam ekstrak kulit manggis. Karakterisasi Protein Nabati menggunakan uji Bradford dilakukan untuk mengetahui kadar protein dalam ekstrak.

Pengembangan Formulasi Emulsifier

Pengembangan formulasi emulsifier dimulai dengan menguji kombinasi polifenol dan protein yang telah diekstraksi pada emulsi model air-minyak. Emulsi model ini digunakan untuk mengevaluasi kemampuan emulsifier alami dalam membentuk emulsi yang stabil dengan perbandingan minyak dan air yang sesuai. Variasi rasio antara polifenol dan protein diuji untuk menemukan kombinasi yang menghasilkan emulsifier dengan kapasitas emulsifikasi terbaik. Proses ini melibatkan pencampuran fase minyak dan air yang diikuti dengan penambahan emulsifier pada konsentrasi yang bervariasi. Kemudian, kestabilan emulsi yang terbentuk dianalisis dengan pengamatan visual, pengukuran ukuran tetesan minyak, serta pengujian kestabilan emulsi terhadap perubahan suhu dan pH. Berdasarkan hasil uji tersebut, rasio optimal antara polifenol dan protein dapat ditentukan. Sehingga akan didapatkan emulsifier alami dengan kemampuan emulsifikasi yang tinggi dan stabil dan nantinya dapat diaplikasikan pada produk pangan

Uji Stabilitas

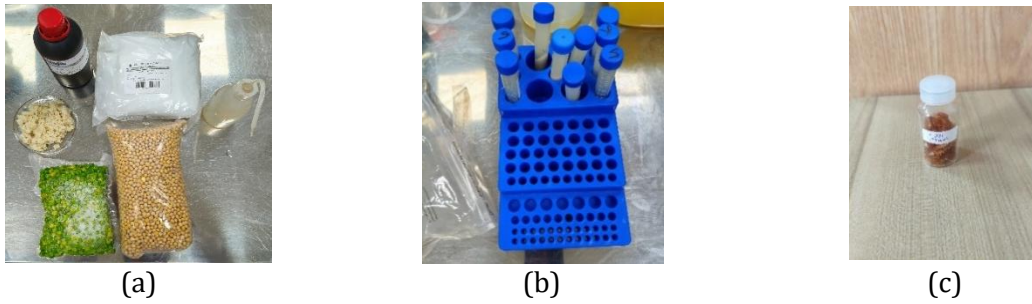
Emulsi kemudian diuji stabilitasnya terhadap sentrifugasi, suhu, pH dan penyimpanan. Uji Sentrifugasi dilakukan untuk melihat kestabilan emulsi dilihat dari keterpisahan emulsi setelah disentrifugasi. Sentrifugasi dilakukan pada kecepatan 2000 rpm selama 30 menit modifikasi dari penelitian Colucci et al. (2020). Uji suhu dilakukan dengan menempatkan emulsi pada kondisi suhu tertentu, dalam hal ini diuji pada suhu 50°C selama 2 jam dan 5°C selama 48 jam modifikasi dari penelitian Nguyen et al. (2023). Pengukuran pH dilakukan menggunakan pH meter digital yang telah dikalibrasi, dengan pengambilan sampel langsung dari sediaan emulsi. Uji stabilitas dilakukan dengan menyimpan sediaan emulsi pada suhu ruang (± 27 °C) selama 1 minggu (Adeola et al., 2020), kemudian diamati secara visual perubahan kejernihan, pemisahan fase, dan terjadinya pengendapan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Isolasi Protein

Isolasi protein nabati dilakukan terhadap sumber protein dari kacang kedelai, ampas tahu, dan kacang polong. Masing-masing sampel disiapkan sebanyak 1000 gram. Setelah itu kacang polong atau kedelai kering direndam dalam air selama 8-12 jam, kemudian digiling menjadi pasta halus. Sampel dicampur dengan air dengan perbandingan 1:2 dan diaduk selama 30 menit sebelum ditambahkan NaOH 2N untuk mencapai pH 10. Setelah itu, campuran disaring untuk memisahkan cairan dan ampas, kemudian cairan dibiarkan selama 12 jam hingga terbentuk dua fase. Fase cairan ditambahkan HCl 2N untuk mencapai pH 4,5, didiamkan pada suhu 2-10°C, dan kemudian disentrifugasi. Endapan yang terbentuk

dikeringkan pada suhu $\pm 40^{\circ}\text{C}$ untuk memperoleh isolat protein kering. Proses dan hasil isolasi protein dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Proses dan Hasil Isolasi Protein (a) bahan digunakan (b) hasil sentrifugasi (c) isolat protein kedelai kering

Ekstraksi Polifenol

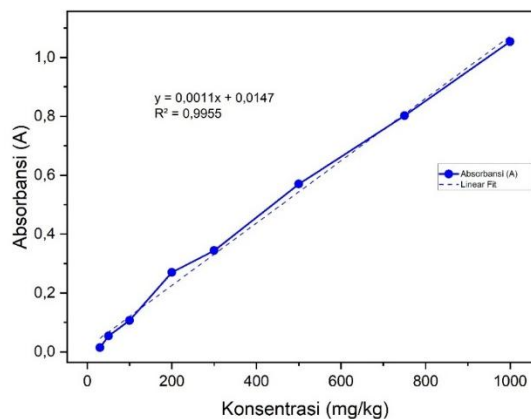
Ekstraksi polifenol dilakukan terhadap kulit manggis dengan menggunakan pelarut etanol 70%. Kulit manggis dibersihkan, dikeringkan, dan dipotong kecil-kecil. Kemudian, ekstraksi dilakukan dengan menggunakan pelarut etanol. Ekstrak yang diperoleh disaring dan pelarutnya diuapkan menggunakan rotary evaporator untuk menghasilkan ekstrak pekat. Proses dan hasil ekstraksi polifenol dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Proses dan Hasil Ekstraksi Polifenol

Uji Total Polifenol

Uji Total Polifenol dilakukan untuk mengetahui kadar polifenol yang terdapat pada ekstrak kulit manggis. Uji total polifenol dilakukan di Laboratorium Aplikasi Kimia dan Pelayanan Universitas Padjadjaran. Berdasarkan uji yang telah dilakukan didapat bahwa ekstrak mengandung total polifenol sebesar 18,37% dengan kurva standar asam galat pada Gambar 3. Hasil ini tidak jauh berbeda dengan penelitian Hien et al (Hien et al., 2018) yang mendapatkan kadar total polifenol pada kulit manggis sekitar 20-23%.

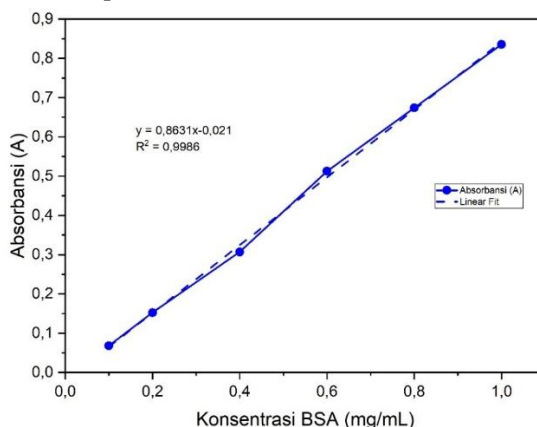


Gambar 3. Kurva standar Asam Galat

Uji Bradford

Uji Bradford dilakukan untuk mengetahui kadar protein yang terdapat pada isolat kedelai. Uji Bradford dilakukan di Pusat Riset Bioteknologi dan Bioinformatika, Universitas

Padjadjaran. Berdasarkan uji yang telah dilakukan didapat konsentrasi isolat protein 7,056 mg/mL, dengan kurva baku BSA pada Gambar 4.



Gambar 4. Kurva Baku BSA

Optimasi Emulsi

Emulsi yang dibuat merupakan jenis emulsi oil-in-water (O/W). Proses pembuatan diawali dengan melarutkan ekstrak kulit manggis (EKM) dengan minyak bunga matahari menggunakan magnetic stirrer hingga homogen. Selanjutnya, melarutkan isolat protein kedelai/soy protein isolate (SPI) dalam akuades dengan menggunakan magnetic stirrer. Setelah itu dilakukan adjust pH fase isolat protein sampai diperoleh pH 2. Kemudian, dilakukan pencampuran EKM dan SPI dengan cara menuangkan perlahan SPI ke dalam EKM sambil dihomogenkan menggunakan hand blender.

Penentuan formula emulsi terbaik diawali dengan tahap skrining untuk menilai ciri organoleptik (warna, kejernihan, dan viskositas) serta stabilitas fisik melalui uji penyimpanan diam selama 1 hari. Hasil evaluasi pada tahap ini memberikan indikasi awal terhadap formula yang sesuai dengan kriteria tampilan visual dan kestabilan fisik yang diharapkan. Tabel 1 menyajikan rincian hasil optimasi, berupa variasi formulasi yang diuji. Seluruh komposisi formulasi pada Tabel 1 dinyatakan sebagai persen b/b (w/w) terhadap total massa sediaan emulsi





Tabel 1 Optimasi Formulasi Emulsi O/W berbasis SPI-EKM (b/b)

Fomula	F1 (%)	F2 (%)	F3 (%)	F4 (%)
SPI	1,0	2,5	5,0	10,0
EKM	0,5	0,5	0,5	0,5
Akuades	89	87,5	85	80
Sunflower oil	9,5	9,5	9,5	9,5

Hasil Pembuatan Emulsi

Hasil pengamatan emulsi dengan menggunakan ekstrak berbasis polifenol dan protein isolate menunjukkan bahwa semakin besar persentase isolate protein kedelai yang digunakan, warna nya semakin kecoklatan.

Tabel 2. Hasil Pembuatan Emulsi O/W berbasis SPI-EKM









F1	F2	F3	F4
			
Cairan kental berwarna krem	Cairan kental, berwarna krem tua	Cairan berwarna krem kuning muda	Cairan kental berwarna krem kecoklatan

Uji Stabilitas

1. Uji Sentrifugasi

Uji Sentrifugasi dilakukan untuk melihat kestabilan emulsi dilihat dari keterpisahan emulsi setelah disentrifugasi. Sentrifugasi dilakukan pada kecepatan 2000 rpm selama 30 menit. Hasil uji sentrifugasi bisa dilihat di Tabel 3 menunjukkan bahwa F1, F2, dan F4 terpisah membentuk 2 lapisan, sedangkan F3 tidak terpisah, masih tetap satu lapisan yang homogen. Hal ini menandakan bahwa F3 memiliki stabilitas yang baik.









Tabel 3 Hasil uji sentrifugasi (2000 rpm, 30 menit) pada emulsi O/W berbasis SPI-EKM

Kondisi	F1	F2	F3	F4
Sebelum				
Sesudah				





2. Uji Suhu

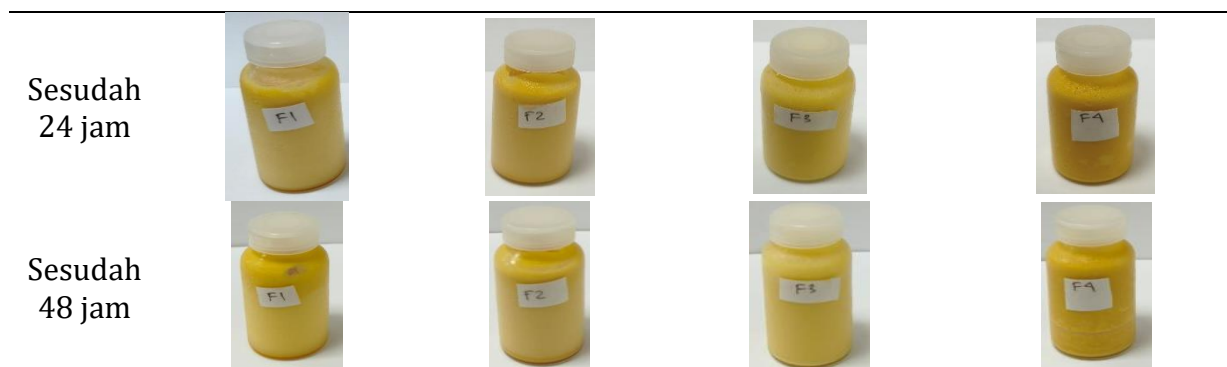
Uji suhu dilakukan dengan menempatkan emulsi pada kondisi suhu tertentu, dalam hal ini diuji pada suhu 50°C selama 2 jam dan 5°C selama 24 dan 48 jam. Semakin baik suatu emulsi semakin tahan terhadap suhu panas dan dingin. Hasil uji suhu terhadap emulsi dapat dilihat pada Tabel 4 dan 5. Tidak ada perubahan yang teramati setelah diuji pada suhu 50°C. Sementara pada suhu rendah 5°C baru terlihat adanya perubahan dimana F1, F2, dan F4 mengalami pemisahan menjadi 2 lapisan, sedangkan F3 tidak mengalami perubahan, hal ini menandakan F3 stabil pada suhu rendah.

Tabel 4. Uji Suhu 50°C Emulsi O/W berbasis SPI-EKM

Kondisi	F1	F2	F3	F4
Sebelum				
Sesudah				

Tabel 5. Uji Suhu 5°C Emulsi O/W berbasis SPI-EKM

Kondisi	F1	F2	F3	F4
Sebelum				



3. Uji pH

Pengukuran pH dilakukan menggunakan pH meter digital yang telah dikalibrasi, dengan pengambilan sampel langsung dari sediaan emulsi. Hasil pengukuran pH dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Hasil Pengujian pH Emulsi O/W berbasis SPI-EKM

No	Formulasi	pH
1	F1	1,65
2	F2	2,02
3	F3	2,03
4	F4	2,39

4. Uji Penyimpanan

Uji stabilitas dilakukan dengan menyimpan sediaan emulsi pada suhu ruang ($\pm 27^\circ\text{C}$) selama 1 minggu, kemudian diamati secara visual perubahan kejernihan, pemisahan fase, dan terjadinya pengendapan. Hasil pengamatan dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7 Perbandingan stabilitas Emulsi O/W berbasis SPI-EKM selama satu minggu penyimpanan

Kondisi	F1	F2	F3	F4
Sesudah				
Sesudah				

Dari beberapa uji stabilitas didapat bahwa F3 memiliki stabilitas yang baik. Stabilitas ini bisa dicapai diduga karena jumlah partikel polifenol dan protein tepat habis bereaksi tidak bersisa. F3 dengan komposisi yang tepat membentuk kompleks protein-polifenol (*protein-polyphenol complexes*). Kompleks protein-polifenol sendiri jika sudah terbentuk dengan sempurna akan membentuk interaksi kovalen dan non kovalen, interaksi kovalen dan non kovalen ini didorong oleh ikatan hydrogen dan interaksi hidrofobik. Akibat dari interaksi ini terbentuk lapisan pada permukaan droplet minyak yang mencegah masuknya radikal bebas dan ion logam sehingga meningkatkan stabilitas oksidasi emulsi (Karaca et al., 2025; Li et al., 2021).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan didapatkan bahwa polifenol dari kulit manggis dan protein nabati dari kedelai memiliki ptensi sebagai emulsifier. Formulasi terbaik untuk membuat emulsi adalah 5,0% isolat protein kedelai, 0,5% ekstrak kulit manggis, 89% akuades, dan 9,5% minyak bunga matahari. Emulsi dengan formulasi terbaik memiliki kestabilan yang baik dilihat dari parameter kestabilan terhadap suhu, pH, sentrifugasi, dan penyimpanan

DAFTAR PUSTAKA

- Adeola, A., Smith, A., Conway, B. R., Nep, E. I., & Kemas, U. C. (2020). Influence of Grewia polysaccharides on the stability of oil-in-water emulsions. *British Journal of Pharmacy*, 5(1). <https://doi.org/10.5920/bjpharm.699>
- Bustani, N. I., Mustapa, A., Sultan, I., Ali, S., & Darussalam, B. (2024). Exploring the knowledge and awareness of emulsifiers in food and non-food products among the community in Brunei Darussalam. *Journal of Halal Product and Research*, 7(1), 16–29. <https://doi.org/10.20473/jhpr.vol.7-issue.1.16-29>
- Colucci, G., Santamaria-Echart, A., Silva, S. C., Fernandes, I. P. M., Sipoli, C. C., & Barreiro, M. F. (2020). Development of Water-in-Oil Emulsions as Delivery Vehicles and Testing with a Natural Antimicrobial Extract. *Molecules*, 25(9), 2105. <https://doi.org/10.3390/molecules25092105>
- Dammak, I., Sobral, P. J. do A., Aquino, A., Neves, M. A. das, & Conte-Junior, C. A. (2020). Nanoemulsions: Using emulsifiers from natural sources replacing synthetic ones - A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 19(5), 2721–2746. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12606>
- Hien, N. T., Hoa, H. D., Hoa, N. Q., Tram, P. T., & Tu, N. T. M. (2018). Study on extraction of tannins from the garcinia mangostana linn peel in Vietnam. *Vietnam Journal of Science and Technology*, 56(4A), 113. <https://doi.org/10.15625/2525-2518/56/4A/13118>
- Javaid, I., & Barabas, D. (2024). Consumers willing to pay 9.7% sustainability premium, even as cost-of-living and inflationary concerns weigh: PwC 2024 Voice of the Consumer Survey. Press Release. <https://www.pwc.com/gx/en/news-room/press-releases/2024/pwc-2024-voice-of-consumer-survey.html>
- Karaca, A. C., Tan, C., Assadpour, E., & Jafari, S. M. (2025). Recent advances in the plant protein-polyphenol interactions for the stabilization of emulsions. *Advances in Colloid and Interface Science*, 335, 103339. <https://doi.org/10.1016/j.cis.2024.103339>
- Kim, W., Wang, Y., & Selomulya, C. (2020). Dairy and plant proteins as natural food emulsifiers. *Trends in Food Science and Technology*, 105, 261–272. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.09.012>
- Li, M., Ritzoulis, C., Du, Q., Liu, Y., Ding, Y., Liu, W., & Liu, J. (2021). Recent Progress on Protein-Polyphenol Complexes: Effect on Stability and Nutrients Delivery of Oil-in-Water Emulsion System. *Frontiers in Nutrition*, 8. <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.765589>
- McClements, D. J., Bai, L., & Chung, C. (2017). Recent Advances in the Utilization of Natural Emulsifiers to Form and Stabilize Emulsions. *Annual Review of Food Science and Technology*, 8, 205–236. <https://doi.org/10.1146/annurev-food-030216-030154>
- Nguyen, M.-T., Shin, J.-A., & Lee, K.-T. (2023). Oxidation stability of oil-in-water emulsion prepared from perilla seed oil and soy sauce with high salt concentration using OSA-starch. *Food Science and Biotechnology*, 32(13), 1883–1891. <https://doi.org/10.1007/s10068-023-01296-z>
- Ozturk, B., & McClements, D. J. (2016). Progress in natural emulsifiers for utilization in food

- emulsions. *Current Opinion in Food Science*, 7, 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2015.07.008>
- Partridge, D., Lloyd, K. A., Rhodes, J. M., Walker, A. W., Johnstone, A. M., & Campbell, B. J. (2019). Food additives: Assessing the impact of exposure to permitted emulsifiers on bowel and metabolic health - Introducing the FADiets study. *Nutrition Bulletin*, 44(4), 329–349. <https://doi.org/10.1111/nbu.12408>
- Snapcart. (2024). *Indonesian Consumers' Interest Toward Sustainable Products: Part 2*. <https://snapcart.global/indonesian-consumers-interest-toward-sustainable-products-part-2>
- Southney, F. (2021). *What do consumers think about food additives? Survey*. Food Navigator Europe. <https://www.foodnavigator.com/Article/2021/09/22/What-do-consumers-think-about-food-additives/>
- Tian, L., Kejing, Y., Zhang, S., Yi, J., Zhu, Z., Decker, E. A., & McClements, D. J. (2021). Impact of tea polyphenols on the stability of oil-in-water emulsions coated by whey proteins. *Food Chemistry*, 343. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128448>