



Pengaruh Substitusi Cuka dengan Sari Buah Delima terhadap Karakteristik Fisikokimia, Kualitas Sensoris, dan Aktivitas Antioksidan Mayones

Jennifer Callysta Thee ^{1*}, Nyoman Puspa Asri ², Joko Sulistyo ³

¹⁻³ Program Studi Teknologi Pangan, Universitas Ciputra Surabaya, Indonesia

Alamat: CitraLand CBD Boulevard, Made, Kec. Sambikerep, Kota Surabaya, 60219

Korespondensi penulis: joko.sulistyo@ciputra.ac.id

Abstract: This study aimed to evaluate the effect of substituting vinegar with pomegranate juice (PJ) on the physicochemical characteristics, sensory quality, and antioxidant activity of mayonnaise. The mayonnaise was formulated into five treatments with varying concentrations of vinegar and PJ. The analyzed parameters included pH, color (L^* , a^* , b^*), viscosity, emulsion stability, and sensory attributes (taste, aroma, color, texture, and preference), while antioxidant activity was assessed in the best formulation. The results showed that increasing the PJ substitution significantly improved viscosity and emulsion stability, decreased lightness (L^*), and enhanced the red hue (a^*). The P4 formulation (containing 2.75% PJ) demonstrated the best overall performance, with high viscosity, excellent emulsion stability, and also receiving high sensory scores. Antioxidant analysis revealed that P4 had higher antioxidant activity compared to the control (P0). Therefore, PJ has the potential to serve as a natural alternative to vinegar in mayonnaise production while enhancing the product's stability and functional value.

Keywords: Pomegranate Juice, Mayonnaise, Antioxidant, Vinegar Substitution, Emulsion Stability

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh substitusi cuka dengan sari buah delima (SBD) terhadap karakteristik fisikokimia, kualitas sensoris, dan aktivitas antioksidan mayones. Formulasi mayones disusun dalam lima perlakuan dengan variasi konsentrasi cuka dan SBD. Parameter yang dianalisis meliputi pH, warna (L^* , a^* , b^*), viskositas, stabilitas emulsi, uji sensoris (rasa, aroma, warna, tekstur, dan preferensi kesukaan), serta aktivitas antioksidan pada formulasi terbaik. Hasil menunjukkan bahwa substitusi SBD berpengaruh signifikan terhadap peningkatan viskositas dan kestabilan emulsi, serta menurunkan nilai kecerahan (L^*) dan meningkatkan nuansa merah (a^*). Formulasi P4 (2,75% SBD) menunjukkan hasil terbaik secara keseluruhan, dengan viskositas tinggi, stabilitas sempurna, dan nilai sensoris disukai panelis. Analisis antioksidan menunjukkan bahwa P4 memiliki aktivitas antioksidan lebih tinggi dibandingkan kontrol. Penelitian ini menyimpulkan bahwa SBD dapat digunakan sebagai alternatif alami pengganti cuka dalam pembuatan mayones dengan menggunakan formulasi yang tepat dan dapat meningkatkan stabilitas potensi fungsional produk.

Kata kunci: Sari Buah Delima, Mayones, Antioksidan, Substitusi Cuka, Stabilitas Emulsi

1. LATAR BELAKANG

Perubahan gaya hidup masyarakat saat ini dipengaruhi oleh dinamika bisnis dan lingkungan strategis, menyebabkan pergeseran pola konsumsi pangan dari makanan segar ke makanan cepat saji karena kepraktisannya (Rahmawati *et al.*, 2015). Tren konsumsi makanan ala Barat yang menggunakan mayones semakin meningkat, di mana mayones sendiri merupakan emulsi minyak dan air berbasis *oil in water*, dengan larutan asam sebagai agen pendispersi, kuning telur sebagai emulsifier, dan minyak nabati sebagai medium terdispersi (Hisprastin & Nuwarda, 2018). Keseimbangan komponen ini memengaruhi viskositas serta stabilitas emulsi, yang menentukan kualitas produk. Namun, minyak nabati dalam mayones rentan mengalami oksidasi, yang dapat menyebabkan pemisahan emulsi, perubahan viskositas, bau tengik, serta penurunan stabilitas, sehingga aspek fisik dan kimia

mayones harus dikendalikan dalam proses produksinya agar tetap berkualitas baik (Wati *et al.*, 2022).

Asam cuka merupakan senyawa cair yang berfungsi sebagai pengawet makanan, termasuk dalam pembuatan mayones, dengan menciptakan lingkungan asam yang menghambat pertumbuhan mikroorganisme (Dona *et al.*, 2024). Namun, efektivitasnya dalam mencegah oksidasi minyak terbatas, sehingga diperlukan alternatif seperti buah delima merah, yang kaya akan senyawa bioaktif dan antioksidan (Muthmainnah, 2017; Benedetti *et al.*, 2023). Buah delima memiliki pH antara 3,0–3,5, menjadikannya lebih efektif dibandingkan tomat dan kiwi sebagai agen pendispersi (Montefusco *et al.*, 2021). Selain itu, kandungan antioksidannya jauh lebih tinggi dibandingkan anggur, apel, dan pir, sehingga mampu menjaga stabilitas emulsi dan mencegah oksidasi minyak dalam mayones (Humaira *et al.*, 2022). Oleh karena itu, penggunaan sari buah delima merah sebagai pengganti cuka dalam mayones dapat meningkatkan kualitas produk dan mengurangi risiko kesehatan akibat konsumsi cuka berlebihan (U.S. Department of Agriculture, 2017).

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi karakteristik fisikokimia mayones, termasuk pH, aktivitas antioksidan, viskositas, stabilitas, warna, serta uji sensoris guna mengembangkan formulasi berbasis sari buah delima sebagai alternatif yang lebih sehat dan aman untuk konsumsi jangka panjang. Analisis dilakukan dengan membandingkan pengaruh penambahan sari buah delima dan cuka terhadap kualitas fisikokimia serta sensoris mayones, serta mengukur aktivitas antioksidan pada formulasi terbaik dibandingkan dengan formulasi *control*.

2. METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Penelitian ini menggunakan buah delima merah segar yang diperoleh dari Supermarket Hokky Citraland, dengan kriteria kulit putih kemerahan, ukuran sebesar kepalan tangan, tekstur agak keras, dan daging berwarna merah, tergolong dalam kategori masak. Bahan tambahan seperti gula pasir merek Rose Brand, garam dapur merek Refina, telur ayam negeri, minyak nabati merek SunCo, dan cuka makan merek Dixi diperoleh secara terpisah. Untuk analisis aktivitas antioksidan, digunakan reagen DPPH (2,2-definil-1-pikrilhidrazi), etanol sebagai pelarut, serta asam askorbat sebagai standar pembanding.

Penelitian ini menggunakan dua kategori alat, yaitu untuk pembuatan mayones dan analisis fisikokimia. Alat pembuatan mayones meliputi *hand mixer*, alat perasan, sendok, baskom, gelas ukur, timbangan digital, pipet tetes, dan jar kaca, sedangkan analisis

fisikokimia dilakukan dengan timbangan analitis, pH meter, viskometer, tabung *sentrifuge*, *chromameter*, dan spektrofotometer UV-vis. Untuk pengolahan data, digunakan aplikasi seperti Excel atau Google Sheets dan SPSS dalam analisis uji preferensi, sementara Google Docs digunakan untuk pencatatan hasil dan penyusunan laporan, serta Google Scholar dimanfaatkan dalam pencarian referensi ilmiah.

Pembuatan Mayones dengan Penambahan Sari Buah Delima Merah

Pembuatan mayones mengacu pada formulasi yang dilakukan penelitian sebelumnya (Sonlay *et al.*, 2020). Tabel 2 merupakan rincian formulasi:

Tabel 1. Formulasi Mayones dengan Penambahan Sari Buah Delima Merah

Minyak (%)	Garam (%)	Kuning telur (%)	Gula (%)	SBD (%)	Cuka (%)
82,42	1,10	10,99	2,75	-	2,75
82,42	1,10	10,99	2,75	0,69	2,06
82,42	1,10	10,99	2,75	1,37	1,375
				5	
82,42	1,10	10,99	2,75	2,06	0,69
82,42	1,10	10,99	2,75	2,75	-

Dalam formulasi ini, cuka digantikan dengan sari buah delima merah (SBD) dengan tingkat substitusi bertahap dari 0,69% hingga 2,75%, diikuti dengan uji fisikokimia dan organoleptik. Proses pembuatan mayones dimulai dengan penimbangan bahan, diikuti oleh ekstraksi sari buah delima menggunakan alat pemeras, yang kemudian disimpan terpisah dari cahaya matahari langsung. Kuning telur dicampur dengan gula dan garam dalam toples, lalu dikocok menggunakan *mixer* hingga mengembang. Minyak nabati ditambahkan secara bertahap sambil terus dikocok dengan kecepatan tinggi, kemudian sari buah delima merah atau cuka dimasukkan dan diaduk hingga merata. Setelah itu, mayones diberi label dan disimpan pada suhu ruang, terlindung dari cahaya matahari, untuk menjaga kandungan bioaktifnya. Sampel mayones yang dihasilkan kemudian diuji melalui analisis fisikokimia, antioksidan, dan organoleptik guna menilai kualitasnya.

Metode Analisis

Penelitian ini menggunakan berbagai metode analisis untuk mengevaluasi karakteristik mayones, termasuk pH, viskositas, stabilitas emulsi, warna, sensoris, dan aktivitas antioksidan. Pengukuran pH dilakukan dengan pH meter untuk memastikan akurasi (Sonlay *et al.*, 2020). Viskositas diuji menggunakan viskometer dengan spindel nomor 4, sementara stabilitas emulsi dianalisis melalui pemisahan fase menggunakan tabung *centrifuge* pada kecepatan 4000 rpm (Setiawan *et al.*, 2015). Warna mayones diukur dengan *chromameter* berdasarkan parameter L^* , a^* , dan b^* (Lembong & Utama, 2021). Uji

sensoris dilakukan dengan metode hedonik menggunakan skala lima tingkat untuk menilai rasa, aroma, tekstur, warna, dan keseluruhan produk, melibatkan 30 panelis tidak terlatih. Aktivitas antioksidan dianalisis menggunakan metode yang telah disesuaikan dengan jenis sampel (Atikah *et al.*, 2023). Pendekatan ini bertujuan untuk mendapatkan formulasi mayones yang optimal dan berkualitas tinggi.

Analisis Data

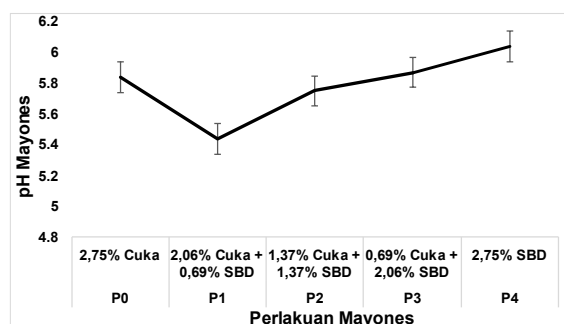
Analisis data dalam penelitian ini dilakukan menggunakan perangkat lunak SPSS, dimulai dengan uji normalitas dan homogenitas terhadap data fisikokimia. Selanjutnya, dilakukan uji One Way ANOVA dengan Post Hoc Duncan untuk mengevaluasi pengaruh variasi konsentrasi sari buah delima terhadap pH, warna, stabilitas, viskositas, dan aktivitas antioksidan. Data sensoris yang dikumpulkan dari panelis dianalisis menggunakan metode Kruskal-Wallis guna menentukan perbedaan signifikan antara perlakuan cuka dan sari buah delima merah terhadap aspek rasa, aroma, tekstur, warna, dan keseluruhan produk. Jika ditemukan perbedaan nyata antar sampel, analisis dilanjutkan dengan uji Mann-Whitney untuk validasi lebih lanjut.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Substitusi Cuka dengan Sari Buah Delima terhadap Karakteristik Fisikokimia Mayones

Analisis pH mayones

Penelitian ini mengevaluasi pH dari lima formulasi mayones dengan berbagai tingkat substitusi cuka oleh sari buah delima. Hasil pengujian pH dari setiap formulasi disajikan dalam Grafik 1 untuk menunjukkan perbedaan yang terjadi akibat variasi komposisi



Gambar 1. Rata-rata pH Mayones pada Berbagai Perlakuan

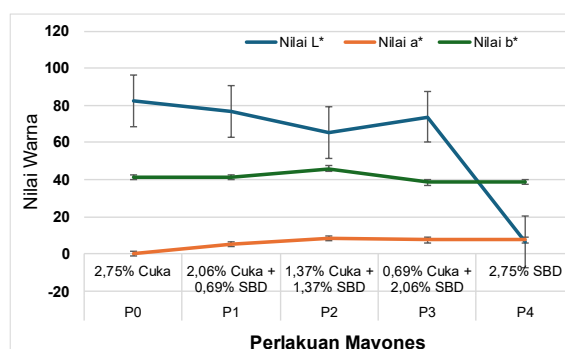
Penelitian ini menunjukkan bahwa substitusi cuka dengan sari buah delima berpengaruh signifikan terhadap pH mayones. P0 memiliki pH $5,84 \pm 0,01$, sedangkan P1 menunjukkan pH terendah, yaitu $5,44 \pm 0,02$. Sebaliknya, P4 memiliki pH tertinggi, yakni $6,04 \pm 0,03$. Perbedaan pH antar perlakuan menunjukkan pengaruh nyata ($p < 0,05$), yang

mengindikasikan bahwa semakin tinggi proporsi SBD, semakin meningkat nilai pH mayones (FDA, 2018; Satriawan *et al.*, 2022).

Perbedaan pH ini dapat dijelaskan melalui sifat kimia bahan pengasam yang digunakan. Cuka mengandung asam asetat dengan pK_a sebesar 4,75 dan pH larutan antara 2,4 hingga 3,4, sedangkan SBD mengandung berbagai asam organik seperti asam sitrat, malat, suksinat, dan tartarat dengan total kandungan mencapai 8,13 hingga 25,40 g/L (Ejjilani *et al.*, 2022). SBD memiliki pH alami antara 2,9 hingga 4,3 tergantung varietas dan tingkat kematangan buah (Mphahlele *et al.*, 2016). Meskipun sebagian besar asam dalam SBD memiliki pK_a lebih rendah dibandingkan asam asetat, efektivitas penurunan pH tidak hanya ditentukan oleh kekuatan asam, tetapi juga oleh konsentrasi dan interaksi dalam sistem emulsi. Oleh karena itu, semakin besar proporsi SBD yang digunakan, keasaman sistem cenderung menurun dan nilai pH meningkat, yang berkontribusi terhadap stabilitas emulsi dan kualitas mayones (Xiao *et al.*, 2021).

Analisis warna mayones

Dalam penelitian ini, warna dianalisis berdasarkan tiga komponen sistem warna CIE Lab*, yaitu L^* (kecerahan), a^* (nuansa merah-hijau), dan b^* (nuansa kuning-biru).



Gambar 2. Rata-rata Nilai L^* , a^* dan b^* Mayones pada Berbagai Perlakuan

Berdasarkan Gambar 2, substitusi cuka dengan sari buah delima (SBD) berpengaruh nyata terhadap perubahan warna mayones, yang ditunjukkan oleh nilai L^* , a^* , dan b^* yang berbeda secara signifikan antar perlakuan ($p < 0,05$).

Pada parameter L^* (kecerahan), nilai tertinggi ditunjukkan oleh kontrol (P0) sebesar 82,49, sementara nilai terendah terdapat pada P2 sebesar 65,25. Penurunan nilai L^* ini menunjukkan bahwa penambahan SBD menyebabkan mayones menjadi lebih gelap, yang diduga disebabkan oleh pigmen antosianin dan tanin dalam sari buah delima. Pigmen tersebut bersifat menyerap cahaya dan mengurangi refleksi cahaya dari permukaan emulsi, sehingga mengurangi kecerahan produk (Cen *et al.*, 2024).

Nilai a^* menunjukkan peningkatan yang signifikan seiring dengan meningkatnya konsentrasi SBD, dengan nilai tertinggi pada P4. Hal ini mengindikasikan bahwa warna

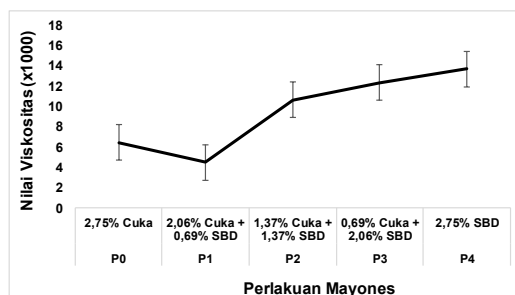
mayones cenderung berubah ke arah kemerahan, yang berasal dari kandungan antosianin dalam SBD. Senyawa ini bersifat larut dalam air dan menunjukkan warna yang bergantung pada pH, mulai dari merah terang hingga ungu gelap (Xue *et al.*, 2024). Interaksi antara senyawa fenolik dan protein dalam sistem emulsi juga diduga memperkuat intensitas warna merah tersebut.

Pada parameter b^* , nilai tertinggi ditunjukkan oleh P2, sedangkan nilai terendah pada P3. Perubahan nilai b^* ini mengindikasikan bahwa warna kuning alami dari minyak dan kuning telur mulai tertutupi oleh pigmen merah dari SBD, terutama pada konsentrasi yang lebih tinggi. Meskipun nilai b^* tidak menunjukkan tren linear, perbedaan signifikan antar perlakuan tetap teramati ($p < 0,05$).

Secara keseluruhan, penambahan SBD memengaruhi spektrum warna mayones secara signifikan, terutama dalam menurunkan kecerahan (L^*) dan meningkatkan rona kemerahan (a^*). Warna yang dihasilkan bersifat lebih alami dan potensial meningkatkan daya tarik visual produk, meskipun perlu diperhatikan bahwa persepsi konsumen terhadap warna kemerahan pada mayones bisa bervariasi tergantung kebiasaan konsumsi.

Nilai viskositas

Viskositas merupakan parameter penting dalam produk emulsi seperti mayones karena memengaruhi tekstur, mouthfeel, serta kestabilan sistem emulsi. Nilai viskositas yang tinggi menunjukkan bahwa fase minyak terdispersi dengan baik dan sistem emulsi stabil, sedangkan viskositas rendah dapat mengindikasikan terjadinya koalesensi atau kerusakan struktur emulsi (Taslikh *et al.*, 2021).



Gambar 3. Rata-rata Nilai Viskositas Mayones pada Berbagai Perlakuan

Berdasarkan Gambar 3, hasil pengujian menunjukkan bahwa substitusi cuka dengan sari buah delima berpengaruh signifikan terhadap viskositas mayones ($p < 0,05$). Nilai viskositas terendah tercatat pada perlakuan P1 (2,06% cuka + 0,69% SBD) sebesar $4.499,71 \pm 8,87$ cP, sedangkan nilai tertinggi ditunjukkan oleh perlakuan P4 (2,75% SBD) sebesar $13.700,36 \pm 20,98$ cP.

Peningkatan viskositas yang signifikan pada P3 dan P4 menunjukkan bahwa SBD memiliki kemampuan sebagai agen pengental alami, yang diduga berasal dari kandungan

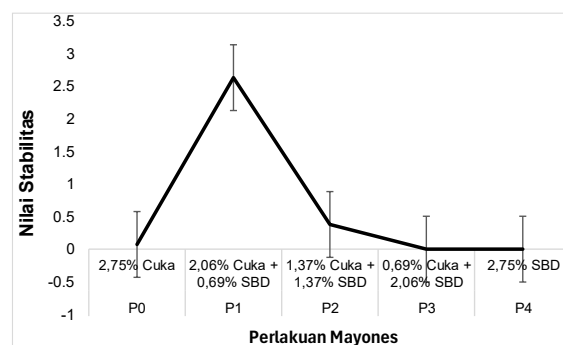
pektin dan polisakarida dalam buah delima (Yang *et al.*, 2018). Perlakuan P3 (0,69% cuka + 2,06% SBD) yang menunjukkan viskositas tinggi ($12.377,59 \pm 25,13$ cP) mendukung adanya efek sinergis antara asam asetat dari cuka dan senyawa pembentuk gel dalam SBD, yang memperkuat struktur matriks emulsi.

Sebaliknya, pada konsentrasi SBD yang rendah seperti pada P1, efek pengental belum optimal, sehingga struktur emulsi tidak terbentuk dengan baik dan menghasilkan viskositas yang lebih rendah. Studi sebelumnya juga menyebutkan bahwa senyawa polifenol dan protein dari bahan alami dapat meningkatkan viskositas sistem emulsi melalui interaksi dengan protein kuning telur dan antarmuka minyak-air (Li *et al.*, 2021).

Secara keseluruhan, peningkatan viskositas pada formulasi dengan proporsi SBD yang lebih tinggi memberikan tekstur yang lebih creamy dan padat, yang secara sensoris cenderung lebih disukai oleh konsumen (Biglarian *et al.*, 2022). Oleh karena itu, penggunaan sari buah delima tidak hanya memengaruhi sifat fungsional tetapi juga berkontribusi terhadap kualitas sensori produk mayones.

Nilai stabilitas mayones

Stabilitas emulsi merupakan indikator penting dalam kualitas produk mayones karena menentukan homogenitas, daya simpan, dan penerimaan visual oleh konsumen. Dalam penelitian ini, stabilitas diukur berdasarkan persentase pemisahan fase, di mana nilai 0,00% mengindikasikan emulsi yang sepenuhnya stabil, dan semakin tinggi nilai pemisahan fase menunjukkan ketidakstabilan sistem.



Gambar 4. Persentase Pemisahan Fase Mayones pada Berbagai Perlakuan

Berdasarkan Gambar 4, hasil analisis menunjukkan bahwa substitusi cuka dengan sari buah delima berpengaruh signifikan terhadap stabilitas emulsi mayones ($p < 0,05$). P3 dan P4 menunjukkan stabilitas tertinggi dengan nilai pemisahan fase $0,00 \pm 0,00\%$, sedangkan P1 menunjukkan stabilitas terendah, dengan nilai pemisahan fase sebesar $2,64 \pm 0,08\%$.

Peningkatan stabilitas pada P3 dan P4 diduga disebabkan oleh kandungan senyawa fenolik dalam SBD seperti flavonoid, tanin, dan antosianin yang mampu menurunkan

tegangan antarmuka dan menghambat koalesensi globula minyak, sehingga memperkuat jaringan emulsi (Velderrain-Rodríguez *et al.*, 2021). Selain itu, kehadiran pektin dalam SBD juga meningkatkan viskositas fase kontinu dan membentuk struktur gel yang memperkuat stabilitas mekanik emulsi (Neckebroeck *et al.*, 2021).

Sementara itu, P2 menunjukkan stabilitas sedang dengan pemisahan fase sebesar $0,38 \pm 0,16\%$, yang menunjukkan bahwa kombinasi setara antara cuka dan SBD masih dapat mempertahankan kestabilan emulsi dalam batas toleransi. Sebaliknya, rendahnya kestabilan pada P1 menunjukkan bahwa proporsi SBD yang terlalu kecil belum cukup membentuk lapisan protektif yang mencegah agregasi droplet minyak (Farooq *et al.*, 2021).

Temuan ini juga konsisten dengan hasil viskositas sebelumnya, di mana viskositas yang tinggi pada P3 dan P4 mendukung stabilitas fisik emulsi dengan memperlambat laju sedimentasi dan koalesensi sesuai prinsip Stokes. Oleh karena itu, penggunaan SBD dalam formulasi mayones tidak hanya berperan sebagai agen pengasam, tetapi juga sebagai agen penstabil alami yang meningkatkan kualitas dan daya simpan produk secara keseluruhan.

Analisis Sensoris Mayones

Evaluasi panelis dalam penelitian ini bertujuan untuk menilai karakteristik organoleptik mayones berbasis sari buah delima merah secara akurat dan konsisten. Panelis dipilih berdasarkan kriteria tertentu, seperti ketidakadaan alergi terhadap bahan dan kemampuan membedakan rasa serta aroma secara objektif. Sebanyak 30 panelis tidak terlatih berpartisipasi dalam uji sensoris menggunakan skala Likert lima poin untuk menilai aspek rasa, aroma, tekstur, warna, dan preferensi kesukaan (Lawless & Heymann, 2010). Penilaian dilakukan dalam bilik dengan pencahayaan yang disesuaikan guna meningkatkan objektivitas (Yang *et al.*, 2015). Data yang diperoleh dianalisis menggunakan metode Kruskal-Wallis dan uji lanjut Mann-Whitney untuk menentukan perbedaan signifikan antar perlakuan. Hasil evaluasi memberikan wawasan mengenai dampak substitusi cuka dengan sari buah delima terhadap karakteristik fisikokimia dan organoleptik mayones, serta preferensi konsumen terhadap formulasi yang dikembangkan (Montefusco *et al.*, 2021).

Tabel 2. Hasil Uji Sensoris Mayones Pada Berbagai Perlakuan Substitusi Cuka Oleh BSD

Kode* Perlakuan	Warna	Aroma	Tekstur	Rasa	Preferensi Kesukaan
P0	4,00 _a	2,33 _a	2,67 _a	2,12 _a	2,7 ^a
P1	3,24 _b	2,79 _a	2,85 _a	2,55 _a	2,64 ^a
P2	2,82 _b	2,64 _a	2,3 ^a	2,21 _a	2,52 ^a
P3	3,03 _b	3,42 _b	3,97 _b	3,73 _b	3,67 ^b

*) P0 (2,75% Cuka); P1 (2,06% Cuka + 0,69% SBD); P2 (1,37% Cuka + 1,37% SBD); P3 (0,69% Cuka + 2,06% SBD); P4 (2,75% SBD).

Hasil analisis menunjukkan bahwa substitusi cuka dengan sari buah delima berpengaruh signifikan terhadap sebagian besar parameter sensoris ($p < 0,05$). Warna kuning pucat pada kontrol (P0) lebih disukai dibandingkan rona kemerahan pada P1–P4, meskipun P3 dan P4 tetap dapat diterima secara visual (Yuan *et al.*, 2022). Aroma meningkat seiring bertambahnya konsentrasi sari buah delima, dengan P4 mencatat skor tertinggi (3,64), diikuti oleh P3 (3,42), yang menunjukkan preferensi terhadap aroma segar dan kompleks dari senyawa fenolik dalam delima (Gao *et al.*, 2023). Tekstur P3 lebih kental dan lembut, kemungkinan dipengaruhi oleh kandungan polisakarida dan tanin dalam sari delima (Budienne *et al.*, 2021). Parameter rasa juga menunjukkan peningkatan signifikan, dengan P3 dan P4 memperoleh skor lebih tinggi dibandingkan kontrol, diduga karena kandungan asam organik alami yang memberikan sensasi asam lebih lembut dan segar (Shi *et al.*, 2022). Secara keseluruhan, formulasi P3 (0,69% cuka + 2,06% SBD) merupakan yang paling disukai, menunjukkan bahwa sari buah delima tidak hanya berfungsi sebagai agen pengasam alami tetapi juga meningkatkan kualitas sensoris dan potensi inovasi dalam produk pangan berbasis emulsi.

Perbedaan Aktivitas Antioksidan antara Produk Mayones dengan Formulasi Terbaik Dibandingkan dengan Formulasi Kontrol

Analisis aktivitas antioksidan dilakukan untuk mengevaluasi potensi sari buah delima (SBD) dalam meningkatkan stabilitas oksidatif mayones, mengingat produk emulsi berbasis minyak rentan terhadap oksidasi lipid yang dapat menyebabkan bau tengik, degradasi warna, dan penurunan cita rasa. Parameter ini diukur menggunakan metode DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl), yang menilai kemampuan senyawa dalam mendonor elektron

atau atom hidrogen untuk menetralkan radikal bebas, dengan perubahan absorbansi pada panjang gelombang 517 nm sebagai indikator (Wahyudi *et al.*, 2024).

Tabel 3. Hasil Pengujian Aktivitas Antioksidan pada Perlakuan Terbaik dan Perlakuan Kontrol

Kode Perlakuan	Aktivitas Antioksidan % discoloration
P0	19,818±0,940 ^a
P4	26,648±2,689 ^b

*) P0 (2,75% Cuka); P4 (2,75% SBD).

¹Pengujian aktivitas antioksidan dilakukan pada konsentrasi sampel 10%

²Semakin tinggi nilai % discoloration, semakin besar kemampuan senyawa antioksidan dalam menangkap radikal bebas.

Berdasarkan hasil pengujian, terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik ($p < 0,05$) antara kontrol (P0) dan perlakuan terbaik (P4). P4 menunjukkan aktivitas antioksidan tertinggi dengan nilai % discoloration sebesar $26,648 \pm 2,689\%$, sedangkan P0 sebesar $19,818 \pm 0,940\%$. Peningkatan aktivitas antioksidan ini secara langsung dikaitkan dengan kandungan senyawa bioaktif dalam sari buah delima, seperti flavonoid, tanin, antosianin, dan asam ellagik, yang dikenal sebagai donor proton atau elektron kuat untuk menangkalkan radikal bebas (Derakhshan *et al.*, 2018).

Selain kontribusi senyawa fenolik, struktur emulsi yang lebih stabil pada P4 sebagaimana ditunjukkan dalam parameter viskositas dan stabilitas, turut mendukung efektivitas senyawa antioksidan dalam lingkungan sistem emulsi. Viskositas tinggi pada P4 membantu menghambat difusi oksigen ke dalam sistem, sehingga memperlambat proses oksidasi dan memperpanjang umur simpan produk (Kalaycıoğlu *et al.*, 2017).

Meskipun P0 tidak mengandung SBD, nilai aktivitas antioksidannya masih terdeteksi dan kemungkinan berasal dari senyawa antioksidan alami dalam bahan lain, seperti tokoferol dan karotenoid dalam minyak goreng, serta lutein dan zeaxanthin dalam kuning telur (Czelej *et al.*, 2023; Dansou *et al.*, 2023). Namun, kontribusi tersebut lebih rendah dibandingkan senyawa fenolik aktif dalam sari buah delima.

Dengan demikian, penggunaan sari buah delima sebagai substitusi cuka tidak hanya meningkatkan karakteristik fisik dan sensoris, tetapi juga memberikan manfaat fungsional melalui peningkatan aktivitas antioksidan dalam produk mayones.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa substitusi cuka dengan sari buah delima berpengaruh signifikan terhadap karakteristik fisikokimia, kualitas sensoris, dan aktivitas antioksidan mayones. Peningkatan proporsi SBD menyebabkan peningkatan pH, viskositas, dan stabilitas emulsi, serta menghasilkan perubahan warna ke arah kemerahan. Formulasi terbaik (P4) menunjukkan viskositas dan kestabilan emulsi tertinggi, serta nilai hedonik dan aktivitas antioksidan yang lebih unggul dibandingkan kontrol. Dengan demikian, SBD berpotensi digunakan sebagai alternatif alami pengganti cuka dalam formulasi mayones, karena mampu meningkatkan kualitas fisikokimia, sensoris, dan fungsional produk secara keseluruhan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan arahan selama proses penelitian, serta kepada laboratorium tempat penelitian ini dilaksanakan atas fasilitas dan bantuannya. Terima kasih juga kepada seluruh responden uji sensoris yang telah berpartisipasi, serta pihak-pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu per satu namun telah membantu secara langsung maupun tidak langsung. Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi positif bagi pengembangan produk pangan fungsional, khususnya dalam inovasi formulasi mayones yang lebih sehat dan alami.

DAFTAR REFERENSI

- Atikah, R., Kurniawan, M. F., & Nacing, N. (2023). Analisis antioksidan, total fenol dan fisikokimia kopi brand lokal asal Bogor. *Jurnal Pangan dan Gizi*, 13(1), 31–38.
- Benedetti, G., Zabini, F., Tagliavento, L., Meneguzzo, F., Calderone, V., & Testai, L. (2023). An overview of the health benefits, extraction methods and improving the properties of pomegranate. *Antioxidants*, 12(7), 1351.
- Biglarian, N., Rafe, A., Shahidi, S.-A., & Lorenzo, J. M. (2022). Rheological, textural and structural properties of dairy cream as affected by some natural stabilizers. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 9, 96.
- Budiene, J., Guclu, G., Oussou, K. F., Kelebek, H., & Selli, S. (2021). Elucidation of volatiles, anthocyanins, antioxidant and sensory properties of cv. Caner pomegranate (*Punica granatum* L.) juices produced from three juice extraction methods. *Foods*, 10(7), 1497.
- Cen, S., Li, S., & Meng, Z. (2024). Advances of protein-based emulsion gels as fat analogues: Systematic classification, formation mechanism, and food application. *Food Research International*, 191, 114703.

- Czelej, M., Czernecki, T., Garbacz, K., Wawrzykowski, J., Jamioł, M., Michalak, K., Walczak, N., Wilk, A., & Waśko, A. (2023). Egg yolk as a new source of peptides with antioxidant and antimicrobial properties. *Foods*, 12(18), 3394.
- Dansou, D. M., Zhang, H., Yu, Y., Wang, H., Tang, C., Zhao, Q., Qin, Y., & Zhang, J. (2023). Carotenoid enrichment in eggs: From biochemistry perspective. *Animal Nutrition*, 14, 315–333.
- Derakhshan, Z., Ferrante, M., Tadi, M., Ansari, F., Heydari, A., Hosseini, M. S., & Conti, G. O. (2018). Antioxidant activity and total phenolic content of pomegranate (*Punica granatum* L.) peel extract. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 12(4), 3166–3172.
- Dona, R., Ningrum, T. E. W., Hamzah, F., & Wahyuni, D. T. (2024). Penentuan kadar asam asetat dalam larutan cuka makan yang beredar di Pekanbaru dengan metode alkalimetri. *Jurnal Penelitian Farmasi Indonesia*, 13(1), 18–22.
- Ejjilani, A., Houmanat, K., Hanine, H., Hssaini, L., Elfazazi, K., Hernandez, F., Hmid, I., & Razouk, R. (2022). Pomegranate morpho-chemodiversity: Computational investigations based on in-vivo and in-vitro screening. *Heliyon*, 8(5), e09345.
- Farooq, S., Abdullah, Zhang, H., & Weiss, J. (2021). A comprehensive review on polarity, partitioning, and interactions of phenolic antioxidants at oil–water interface of food emulsions. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 20(5), 4250–4277.
- Gao, L., Zhang, L., Liu, J., Zhang, X., & Lu, Y. (2023). Analysis of the volatile flavor compounds of pomegranate seeds at different processing temperatures by GC-IMS. *Molecules*, 28(6), 2717.
- García-Villalba, W. G., Rodríguez-Herrera, R., Ochoa-Martínez, L. A., Rutiaga-Quiñones, O. M., Gallegos-Infante, J. A., & González-Herrera, S. M. (2022). Agave fructans: A review of their technological functionality and extraction processes. *Journal of Food Science and Technology*, 60(4), 1265–1273.
- Gutiérrez-del-Río, I., López-Ibáñez, S., Magadán-Corpas, P., Fernández-Calleja, L., Pérez-Valero, Á., Tuñón-Granda, M., Miguélez, E. M., Villar, C. J., & Lombó, F. (2021). Terpenoids and polyphenols as natural antioxidant agents in food preservation. *Antioxidants*, 10(8), 1264.
- Hisprastin, Y., & Nuwarda, R. F. (2018). Review: Perbedaan emulsi dan mikroemulsi pada minyak nabati. *Farmaka*, 16(1), 133–140.
- Humaira, S. F., Dewi, Y. S. K., Hartanti, L., & Handojo, M. A. P. (2021). Penggunaan jeruk sambal (*Citrus amblycarpa*) sebagai bahan pengasam alami terhadap sifat fisikokimia dan sensori mayones. *FoodTech: Jurnal Teknologi Pangan*, 1(1), 24–31.
- Kalaycıoğlu, Z., & Erim, F. B. (2017). Total phenolic contents, antioxidant activities, and bioactive ingredients of juices from pomegranate cultivars worldwide. *Food Chemistry*, 221, 496–507.

- Kumar, Y., Roy, S., Devra, A., Dhiman, A., & Prabhakar, P. K. (2021). Ultrasonication of mayonnaise formulated with xanthan and guar gums: Rheological modeling, effects on optical properties and emulsion stability. *LWT*, 149, 111632.
- Lawless, H. T., & Heymann, H. (2010). *Sensory evaluation of food: Principles and practices*. Springer Science & Business Media.
- Lembong, E., & Utama, G. L. (2021). Potensi pewarna dari bit merah (*Beta vulgaris* L.) sebagai antioksidan. *Jurnal Agercolere*, 3(1), 7–13.