

Pengaruh Substitusi Tepung Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus Polyrrhizus*) Sebagai Pewarna Alami terhadap Sifat Organoleptik Bolu Kukus

Rina Ayu Agustin¹, Wa Ode Salma^{2*}, Irma Yunawati³

^{1,2,3} Departemen Gizi, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Halu Oleo, Kendari, Indonesia

ABSTRAK

Kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrrhizus*) mengandung pigmen betalain dan berbagai senyawa bioaktif yang berpotensi dimanfaatkan sebagai pewarna alami pada produk pangan, termasuk bolu kukus. Tujuan penelitian untuk menganalisis pengaruh substitusi tepung kulit buah naga merah sebagai pewarna alami terhadap sifat organoleptik bolu kukus serta menentukan formulasi yang paling disukai panelis. Penelitian eksperimen menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) nonfaktorial dengan empat perlakuan, yaitu substitusi tepung kulit buah naga merah sebesar 0%, 5%, 10%, dan 15%. Setiap perlakuan dilakukan tiga kali pengulangan. Uji organoleptik dilakukan terhadap 30 panelis tidak terlatih menggunakan skala hedonik 5 poin untuk menilai warna, aroma, rasa, tekstur, dan penerimaan keseluruhan. Data dianalisis menggunakan One-Way ANOVA dan uji lanjut Tukey HSD pada tingkat kemaknaan $p < 0.05$. Rata-rata skor warna tertinggi diperoleh pada perlakuan 10% (4.47 ± 0.51) dengan perbedaan yang signifikan antar perlakuan ($p = 0.001$). Skor aroma tertinggi juga ditemukan pada perlakuan 10% (4.20 ± 0.61), namun tidak berbeda signifikan ($p = 0.087$). Rata-rata skor rasa tertinggi terdapat pada perlakuan 10% (4.37 ± 0.49 ; $p = 0.012$), demikian pula tekstur (4.30 ± 0.53 ; $p = 0.021$) dan penerimaan keseluruhan (4.42 ± 0.45 ; $p = 0.003$). Hasil uji lanjut menunjukkan bahwa perlakuan 10% memiliki tingkat penerimaan keseluruhan yang lebih baik dibandingkan sebagian besar perlakuan lainnya. Kesimpulan penelitian bahwa substitusi tepung kulit buah naga merah memengaruhi sifat organoleptik bolu kukus dan formulasi dengan tingkat substitusi yang sesuai menghasilkan tingkat penerimaan konsumen yang lebih baik.

Kata Kunci: Buah Naga Merah, Bolu Kukus, Organoleptik, Pewarna Alami

ABSTRACT

Red dragon fruit peel (Hylocereus polyrrhizus) contains betalain pigments and various bioactive compounds that have potential applications as natural food colorants, including in steamed sponge cakes. This study aimed to analyze the effect of red dragon fruit peel flour substitution as a natural colorant on the organoleptic properties of steamed sponge cake and to determine the most preferred formulation among panelists. An experimental study was conducted using a non-factorial Completely Randomized Design (CRD) with four treatment levels, namely 0%, 5%, 10%, and 15% substitution of red dragon fruit peel flour. Each treatment was replicated three times. Organoleptic evaluation was performed by 30 untrained panelists using a 5-point hedonic scale to assess color, aroma, taste, texture, and overall acceptability. Data were analyzed using One-Way Analysis of Variance (ANOVA) followed by Tukey's Honestly Significant Difference (HSD) post hoc test at a significance level of $p < 0.05$. The highest mean color score was observed in the 10% substitution treatment (4.47 ± 0.51), with significant differences among treatments ($p = 0.001$). The highest aroma score was also found in the 10% treatment (4.20 ± 0.61), although the difference was not statistically significant ($p = 0.087$). The highest mean taste score was obtained in the 10% treatment (4.37 ± 0.49 ; $p = 0.012$), as well as texture (4.30 ± 0.53 ; $p = 0.021$) and overall acceptability (4.42 ± 0.45 ; $p = 0.003$). Post hoc analysis indicated that the 10% substitution treatment had better overall acceptability than most of the other treatments. In conclusion, substitution of red dragon fruit peel flour significantly affects the organoleptic properties of steamed sponge cake, and an appropriate substitution level improves consumer acceptance.

Keywords: Red Dragon Fruit, Steamed Cake, Organoleptic, Natural Coloring

Koresponden:

Nama : Wa Ode Salma
Alamat : Kecamatan Kambu Kota Kendari Kendari
No. Hp : +62 813-4217-6979
e-mail : waode.salma@uho.ac.id

PENDAHULUAN

Pangan merupakan kebutuhan dasar manusia yang tidak hanya berfungsi sebagai sumber energi dan zat gizi, tetapi juga berperan dalam meningkatkan kualitas hidup dan kesehatan masyarakat. Seiring dengan meningkatnya kesadaran masyarakat terhadap keamanan pangan, tren konsumsi produk pangan yang menggunakan bahan alami semakin berkembang. Salah satu aspek yang mendapat perhatian besar adalah penggunaan pewarna pada produk pangan [1]. Pewarna makanan digunakan untuk meningkatkan daya tarik visual produk sehingga dapat meningkatkan penerimaan konsumen. Namun, penggunaan pewarna sintetis masih banyak ditemukan pada berbagai produk pangan karena dianggap lebih praktis, murah, dan menghasilkan warna yang stabil. Di sisi lain, berbagai penelitian menunjukkan bahwa penggunaan pewarna sintetis tertentu dalam jangka panjang berpotensi menimbulkan dampak negatif terhadap kesehatan, seperti reaksi alergi, hiperaktivitas pada anak, hingga risiko gangguan organ tertentu apabila digunakan melebihi batas yang diperbolehkan [2]. Kondisi tersebut mendorong pengembangan pewarna alami yang lebih aman, ramah lingkungan, dan memiliki nilai tambah fungsional bagi kesehatan konsumen. Oleh karena itu, eksplorasi sumber pewarna alami dari bahan pangan lokal menjadi salah satu fokus penting dalam pengembangan produk pangan fungsional dan berkelanjutan [3].

Salah satu sumber pewarna alami yang potensial adalah kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*). Selama ini bagian kulit buah naga umumnya dianggap sebagai limbah pertanian dan langsung dibuang setelah buah dikonsumsi [4]. Padahal, kulit buah naga merah memiliki kandungan pigmen alami yang cukup tinggi, terutama betalain, betasianin, antosianin, flavonoid, karotenoid, likopen, serta berbagai senyawa antioksidan lainnya yang berperan dalam memberikan warna merah keunguan yang khas serta memiliki aktivitas biologis yang bermanfaat bagi kesehatan [5]. Selain itu, kulit buah naga juga mengandung serat yang cukup tinggi yaitu sekitar 25.8 g/100 g bahan segar dan protein sebesar 8.79 g/100 g, sehingga berpotensi meningkatkan nilai gizi produk pangan yang ditambahkan bahan tersebut. Setelah diolah menjadi tepung, kandungan seratnya masih relatif tinggi yaitu sekitar 25.56 g/100 g dengan kadar protein mencapai 8.98 g/100 g. Kondisi ini menunjukkan bahwa kulit buah naga tidak hanya dapat dimanfaatkan sebagai pewarna alami, tetapi juga berpotensi menjadi bahan pangan fungsional yang mampu meningkatkan kualitas nutrisi suatu produk pangan [6].

Secara global, produksi buah naga terus mengalami peningkatan seiring meningkatnya permintaan pasar terhadap buah tropis eksotis. Negara-negara produsen utama seperti Vietnam, Thailand, Tiongkok, Meksiko, dan Indonesia menghasilkan jutaan ton buah naga setiap tahunnya. Peningkatan produksi tersebut berimplikasi pada meningkatnya jumlah limbah kulit buah naga yang mencapai sekitar 30–35% dari berat total buah [7]. Di Indonesia, buah naga telah menjadi salah satu komoditas hortikultura unggulan yang dibudidayakan secara luas di berbagai daerah seperti Jawa Timur, Jawa Tengah, Bali, Sulawesi Selatan, Nusa Tenggara Barat, dan beberapa wilayah di Sulawesi Tenggara. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik, produksi buah naga nasional menunjukkan tren peningkatan dari tahun ke tahun, namun pemanfaatan limbah kulit buah naga masih relatif rendah dan sebagian besar belum diolah menjadi produk bernilai ekonomi tinggi. Di Sulawesi Tenggara, khususnya Kota Kendari dan wilayah sekitarnya, buah naga merah telah banyak dipasarkan di pasar tradisional maupun modern. Tingginya konsumsi buah naga di wilayah tersebut menghasilkan limbah kulit dalam jumlah cukup besar yang umumnya belum dimanfaatkan secara optimal dan hanya menjadi sampah organik. Kondisi ini menunjukkan adanya peluang pemanfaatan limbah kulit buah naga sebagai bahan baku industri pangan yang lebih bernilai guna, sekaligus mendukung konsep pengurangan limbah pangan dan ekonomi sirkular [8].

Bolu kukus merupakan salah satu produk pangan yang sangat populer di masyarakat Indonesia karena memiliki cita rasa manis, tekstur lembut, harga terjangkau, serta dapat diterima oleh berbagai kelompok usia. Produk ini umumnya dibuat dari tepung terigu, telur, gula, emulsifier, dan air yang menghasilkan warna dasar putih kekuningan. Dalam praktik industri maupun usaha rumah tangga, penambahan pewarna sering dilakukan

untuk meningkatkan daya tarik visual bolu kukus. Akan tetapi, penggunaan pewarna alami pada bolu kukus masih relatif terbatas karena beberapa produsen lebih memilih pewarna sintetis yang dianggap memberikan warna lebih kuat dan stabil [8]. Di sisi lain, perkembangan preferensi konsumen saat ini menunjukkan adanya kecenderungan memilih produk pangan yang lebih alami, sehat, dan memiliki nilai fungsional tambahan. Oleh karena itu, pemanfaatan tepung kulit buah naga merah sebagai pewarna alami pada bolu kukus menjadi alternatif yang menarik karena selain memberikan warna merah keunguan yang khas, juga dapat meningkatkan kandungan serat dan senyawa bioaktif pada produk akhir. Namun demikian, penambahan tepung kulit buah naga berpotensi memengaruhi karakteristik sensorik seperti warna, aroma, rasa, dan tekstur yang menjadi faktor utama penerimaan konsumen terhadap produk pangan [9].

Berbagai penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa kulit buah naga memiliki potensi sebagai pewarna alami pada berbagai produk pangan. Penelitian Permatasari et al. [10] melaporkan bahwa aplikasi pewarna alami kulit buah naga pada bolu klembe memperoleh tingkat kesukaan panelis yang tinggi. Penelitian Salsabilah et al. [11] pada produk crackers menemukan bahwa substitusi tepung kulit buah naga merah hingga 10% menghasilkan tingkat penerimaan sensoris terbaik. Penelitian Jaenuri et al. [12] menunjukkan bahwa penambahan ekstrak kulit buah naga pada produk kue mampu meningkatkan penerimaan warna, aroma, rasa, dan tekstur. Penelitian Jannah (2024) juga membuktikan bahwa penambahan bubur kulit buah naga merah pada cookies memberikan pengaruh terhadap karakteristik sensorik produk. Selain itu, penelitian Regilia (2024) telah memanfaatkan buah naga merah sebagai pewarna alami dan sumber antioksidan pada bolu kukus, namun menggunakan bagian daging buah, bukan kulit buah naga.

Meskipun demikian, hasil-hasil penelitian tersebut masih menyisakan beberapa aspek yang belum banyak dikaji. Sebagian besar penelitian menggunakan ekstrak, bubur, atau aplikasi pada produk selain bolu kukus, seperti cookies, crackers, mie, dan bolu klembe. Penelitian yang secara khusus mengevaluasi penggunaan tepung kulit buah naga merah sebagai pewarna alami pada bolu kukus masih sangat terbatas. Selain itu, belum banyak penelitian yang membandingkan beberapa tingkat substitusi tepung kulit buah naga merah secara simultan untuk menentukan konsentrasi yang mampu menghasilkan warna menarik tanpa menurunkan tingkat kesukaan konsumen terhadap aroma, rasa, dan tekstur produk. Penggunaan bentuk tepung juga memiliki karakteristik berbeda dibandingkan ekstrak atau bubur karena kandungan seratnya yang lebih tinggi berpotensi memengaruhi struktur dan tekstur bolu kukus. Oleh karena itu, diperlukan penelitian yang mengevaluasi pengaruh substitusi tepung kulit buah naga merah pada berbagai konsentrasi terhadap karakteristik organoleptik bolu kukus sehingga dapat diperoleh formulasi yang paling diterima oleh konsumen sekaligus memanfaatkan limbah pertanian menjadi produk pangan bernilai tambah.

Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh substitusi tepung kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) sebagai pewarna alami terhadap sifat organoleptik bolu kukus yang meliputi warna, aroma, rasa, dan tekstur serta menentukan konsentrasi substitusi yang paling disukai panelis. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah mengenai pemanfaatan limbah kulit buah naga sebagai bahan pewarna alami dan bahan pangan fungsional pada produk bakery, menjadi alternatif pengganti pewarna sintetis yang lebih aman bagi kesehatan, serta mendukung pengembangan diversifikasi pangan berbasis sumber daya lokal. Berdasarkan landasan teori dan hasil penelitian terdahulu, diajukan hipotesis bahwa penambahan tepung kulit buah naga merah pada berbagai tingkat konsentrasi memberikan pengaruh terhadap sifat organoleptik bolu kukus, dan terdapat satu konsentrasi perlakuan yang menghasilkan tingkat penerimaan panelis paling tinggi dibandingkan perlakuan lainnya.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan metode eksperimen menggunakan rancangan Rancangan Acak Lengkap (RAL) nonfaktorial. Penelitian bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh substitusi

tepung kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) sebagai pewarna alami terhadap sifat organoleptik bolu kukus. Perlakuan yang diberikan terdiri atas empat tingkat konsentrasi tepung kulit buah naga merah, yaitu P0 (0%), P1 (5%), P2 (10%), dan P3 (15%) dari total berat tepung yang digunakan dalam formulasi. Masing-masing perlakuan dibuat dalam tiga kali pengulangan sehingga diperoleh 12 unit percobaan. Seluruh perlakuan diberikan dalam kondisi proses produksi yang sama untuk meminimalkan variasi yang berasal dari faktor selain perlakuan. Penelitian ini mengikuti prinsip pelaporan penelitian observasional dan eksperimental pangan yang sejalan dengan komponen pelaporan STROBE terkait definisi variabel, sumber data, pengukuran, dan pengendalian bias.

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Gizi Kuliner Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Halu Oleo. Proses pembuatan tepung kulit buah naga merah, formulasi bolu kukus, pengukusan, dan pengujian organoleptik dilakukan pada fasilitas laboratorium yang memiliki kondisi lingkungan terkendali. Pengumpulan data dilaksanakan pada bulan April–Mei 2026. Pengujian organoleptik dilakukan pada ruang uji sensoris dengan suhu berkisar 20–25°C, pencahayaan netral, sirkulasi udara yang baik, serta tempat duduk panelis yang terpisah untuk menghindari komunikasi antar panelis selama proses penilaian.

Populasi target dalam penelitian ini adalah seluruh produk bolu kukus yang berpotensi dibuat menggunakan substitusi tepung kulit buah naga merah sebagai pewarna alami. Populasi terjangkau adalah seluruh bolu kukus yang diproduksi berdasarkan formula penelitian pada periode pelaksanaan penelitian. Sampel penelitian berupa bolu kukus yang dibuat menggunakan empat variasi konsentrasi tepung kulit buah naga merah, yaitu 0%, 5%, 10%, dan 15%.

Subjek penilaian organoleptik adalah panelis tidak terlatih yang berasal dari mahasiswa Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Halu Oleo. Kriteria inklusi panelis meliputi berusia 18–25 tahun, bersedia menjadi responden dengan menandatangani lembar persetujuan, sehat secara fisik, tidak mengalami gangguan penciuman, pengecap, dan penglihatan, tidak sedang mengalami influenza atau infeksi saluran pernapasan atas, tidak memiliki alergi terhadap bahan penyusun bolu kukus, serta tidak merokok, makan, atau mengonsumsi minuman beraroma kuat minimal dua jam sebelum pengujian. Kriteria eksklusi meliputi panelis yang tidak menyelesaikan seluruh proses penilaian atau mengisi formulir penilaian secara tidak lengkap.

Teknik pengambilan sampel panelis menggunakan purposive sampling, yaitu pemilihan panelis berdasarkan kriteria tertentu yang sesuai dengan tujuan penelitian. Jumlah panelis ditentukan mengacu pada rekomendasi uji hedonik untuk panelis tidak terlatih yang menyarankan minimal 25–30 panelis agar diperoleh tingkat reliabilitas penilaian yang baik. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan 30 panelis tidak terlatih. Jumlah tersebut juga telah memenuhi rekomendasi pengujian sensoris pangan untuk menilai tingkat kesukaan konsumen terhadap produk baru. Setiap panelis menilai seluruh perlakuan sehingga menghasilkan desain pengukuran berulang (*repeated measures*) pada subjek yang sama.

Variabel penelitian terdiri atas variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas adalah tingkat substitusi tepung kulit buah naga merah pada formulasi bolu kukus yang terdiri atas empat taraf perlakuan, yaitu P0 (0%), P1 (5%), P2 (10%), dan P3 (15%). Variabel terikat adalah sifat organoleptik bolu kukus yang meliputi warna, aroma, rasa, tekstur, dan tingkat penerimaan keseluruhan. Untuk menjaga validitas hasil penelitian, seluruh perlakuan menggunakan bahan baku, formulasi dasar, metode pembuatan, suhu dan lama pengukusan, serta kondisi penyajian yang sama sehingga perbedaan hasil penilaian diharapkan hanya dipengaruhi oleh tingkat substitusi tepung kulit buah naga merah.

Penilaian warna didefinisikan sebagai tingkat kesukaan panelis terhadap tampilan visual bolu kukus yang meliputi intensitas dan daya tarik warna produk. Aroma didefinisikan sebagai tingkat kesukaan panelis terhadap bau yang tercium dari produk sebelum dan selama konsumsi. Rasa didefinisikan sebagai persepsi panelis terhadap sensasi pengecap yang muncul setelah produk dikonsumsi. Tekstur didefinisikan sebagai persepsi panelis terhadap kelembutan, kekenyalan, dan kemudahan produk saat dikunyah. Penerimaan keseluruhan

didefinisikan sebagai tingkat kesukaan umum panelis terhadap produk berdasarkan kombinasi seluruh atribut sensorik.

Seluruh variabel outcome diukur menggunakan metode uji hedonik skala lima poin, yaitu 1 = sangat tidak suka, 2 = tidak suka, 3 = agak suka, 4 = suka, dan 5 = sangat suka. Instrumen yang digunakan berupa lembar penilaian organoleptik yang disusun berdasarkan pedoman evaluasi sensoris pangan yang dikembangkan oleh Setyaningsih et al. (2010) dan mengacu pada prinsip pengujian hedonik yang umum digunakan dalam penelitian pangan. Instrumen tersebut telah banyak digunakan dalam penelitian evaluasi sensorik produk bakery dan pangan fungsional. Validitas isi instrumen diperoleh melalui telaah pakar gizi dan teknologi pangan sebelum digunakan dalam penelitian.

Data primer diperoleh secara langsung melalui hasil penilaian panelis terhadap sampel bolu kukus. Sebelum pengujian, setiap sampel diberi kode acak tiga digit untuk mencegah panelis mengetahui jenis perlakuan yang diberikan. Sampel disajikan dalam ukuran yang sama, yaitu sekitar 20–30 gram per potong, sesuai standar penyajian uji sensoris produk bakery. Urutan penyajian sampel dilakukan secara acak untuk mengurangi efek urutan (*order effect*). Setiap panelis menerima seluruh perlakuan dan diminta memberikan penilaian pada atribut warna, aroma, rasa, tekstur, dan penerimaan keseluruhan menggunakan formulir hedonik yang telah disediakan. Antarpenilaian sampel, panelis diberikan air mineral untuk menetralkan sensasi pengecapan sehingga mengurangi efek sisa rasa (*carry-over effect*).

Data hasil uji organoleptik terlebih dahulu diperiksa kelengkapan dan konsistensinya sebelum dilakukan analisis statistik. Analisis deskriptif dilakukan untuk menggambarkan nilai rerata, simpangan baku, median, nilai minimum, dan maksimum pada masing-masing atribut organoleptik. Uji normalitas data dilakukan menggunakan uji Shapiro–Wilk karena jumlah panelis kurang dari 50. Karena setiap panelis menilai seluruh perlakuan (*repeated measures*), maka data yang berdistribusi normal dianalisis menggunakan Repeated Measures Analysis of Variance (Repeated Measures ANOVA). Apabila diperoleh perbedaan yang bermakna, analisis dilanjutkan dengan uji perbandingan berpasangan (*pairwise comparison*) menggunakan penyesuaian Bonferroni untuk mengidentifikasi pasangan perlakuan yang berbeda secara signifikan.

Apabila data tidak memenuhi asumsi normalitas, maka digunakan uji Friedman sebagai alternatif nonparametrik untuk data berpasangan. Jika hasil uji Friedman menunjukkan perbedaan yang bermakna, analisis dilanjutkan dengan uji Wilcoxon Signed-Rank menggunakan koreksi Bonferroni sebagai analisis *post hoc*. Seluruh pengujian statistik menggunakan tingkat kepercayaan 95% dengan batas kemaknaan statistik $p < 0,05$. Pengolahan dan analisis data dilakukan menggunakan IBM SPSS Statistics versi 26.0. Hasil analisis disajikan dalam bentuk tabel dan narasi untuk memudahkan interpretasi pengaruh substitusi tepung kulit buah naga merah terhadap sifat organoleptik bolu kukus.

HASIL

Tabel 1. Karakteristik Panelis Berdasarkan Jenis Kelamin dan Usia

Karakteristik	n	%
Jenis Kelamin		
Laki-laki	12	40.0
Perempuan	18	60.0
Usia (Tahun)		
19–20	8	26.7
21–22	14	46.7
23–25	8	26.6
Total	30	100.0

Tabel 1 menunjukkan bahwa sebagian besar panelis berjenis kelamin perempuan sebanyak 18 orang (60.0%), sedangkan laki-laki sebanyak 12 orang (40.0%). Berdasarkan kelompok usia, proporsi terbesar berada pada rentang usia 21–22 tahun yaitu 14 orang (46.7%), diikuti kelompok usia 19–20 tahun sebanyak 8 orang (26.7%) dan usia 23–25 tahun sebanyak 8 orang (26.6%).

Tabel 2. Nilai Rata-rata Kesukaan Warna Bolu Kukus Berdasarkan Konsentrasi Tepung Kulit Buah Naga Merah

Perlakuan	Mean $\pm$ SD	P value
P0 (0%)	3.23 $\pm$ 0.68	0.001
P1 (5%)	3.87 $\pm$ 0.57	
P2 (10%)	4.47 $\pm$ 0.51	
P3 (15%)	4.10 $\pm$ 0.66	

Tabel 2 menunjukkan bahwa nilai kesukaan warna tertinggi diperoleh pada perlakuan P2 (10%) dengan rata-rata skor 4.47 $\pm$ 0.51, sedangkan skor terendah terdapat pada perlakuan kontrol P0 (0%) sebesar 3.23 $\pm$ 0.68. Hasil uji ANOVA menunjukkan terdapat perbedaan bermakna tingkat kesukaan warna antar perlakuan ($p = 0.001$).

Tabel 3. Nilai Rata-rata Kesukaan Aroma Bolu Kukus Berdasarkan Konsentrasi Tepung Kulit Buah Naga Merah

Perlakuan	Mean $\pm$ SD	P value
P0 (0%)	3.83 $\pm$ 0.59	0.087
P1 (5%)	4.03 $\pm$ 0.56	
P2 (10%)	4.20 $\pm$ 0.61	
P3 (15%)	3.90 $\pm$ 0.67	

Tabel 3 menunjukkan bahwa skor aroma tertinggi terdapat pada perlakuan P2 (10%) dengan nilai rata-rata 4.20 $\pm$ 0.61. Namun, hasil analisis ANOVA menunjukkan bahwa perbedaan aroma antar perlakuan tidak signifikan secara statistik ($p = 0.087$).

Tabel 4. Nilai Rata-rata Kesukaan Rasa Bolu Kukus Berdasarkan Konsentrasi Tepung Kulit Buah Naga Merah

Perlakuan	Mean $\pm$ SD	P value
P0 (0%)	3.90 $\pm$ 0.61	0.012
P1 (5%)	4.17 $\pm$ 0.53	
P2 (10%)	4.37 $\pm$ 0.49	
P3 (15%)	3.77 $\pm$ 0.73	

Tabel 4 menunjukkan bahwa perlakuan P2 (10%) memiliki skor kesukaan rasa tertinggi yaitu 4.37 $\pm$ 0.49. Penambahan tepung kulit buah naga merah sebesar 15% menyebabkan penurunan skor rasa menjadi 3.77 $\pm$ 0.73. Hasil ANOVA menunjukkan terdapat perbedaan yang bermakna pada atribut rasa antar perlakuan ($p = 0.012$).

Tabel 5. Nilai Rata-rata Kesukaan Tekstur Bolu Kukus Berdasarkan Konsentrasi Tepung Kulit Buah Naga Merah

Perlakuan	Mean $\pm$ SD	P value
P0 (0%)	4.13 $\pm$ 0.57	0.021

P1 (5%)	4.20 ± 0.55
P2 (10%)	4.30 ± 0.53
P3 (15%)	3.63 ± 0.72

Tabel 5 menunjukkan bahwa tekstur paling disukai panelis terdapat pada perlakuan P2 (10%) dengan skor rata-rata 4.30 ± 0.53 . Penambahan tepung kulit buah naga merah sebesar 15% menyebabkan tekstur menjadi kurang disukai dibandingkan perlakuan lainnya. Hasil ANOVA menunjukkan terdapat perbedaan bermakna pada atribut tekstur antar perlakuan ($p = 0.021$).

Tabel 6. Nilai Rata-rata Penerimaan Keseluruhan Bolu Kukus Berdasarkan Konsentrasi Tepung Kulit Buah Naga Merah

Perlakuan	Mean ± SD	P value
P0 (0%)	3.77 ± 0.59	0.003
P1 (5%)	4.07 ± 0.55	
P2 (10%)	4.42 ± 0.45	
P3 (15%)	3.85 ± 0.68	

Tabel 6 menunjukkan bahwa perlakuan P2 (10%) memperoleh nilai penerimaan keseluruhan tertinggi dengan skor rata-rata 4.42 ± 0.45 . Sementara itu, perlakuan kontrol memiliki nilai penerimaan terendah yaitu 3.77 ± 0.59 . Hasil analisis menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antar perlakuan terhadap penerimaan keseluruhan bolu kukus ($p = 0.003$).

Tabel 7. Hasil Uji Lanjut Tukey HSD pada Penerimaan Keseluruhan

Perbandingan	Mean Difference	p
P0 vs P1	0.30	0.188
P0 vs P2	0.65	0.001
P0 vs P3	0.08	0.921
P1 vs P2	0.35	0.047
P1 vs P3	0.22	0.366
P2 vs P3	0.57	0.003

Hasil uji lanjut Tukey HSD menunjukkan bahwa perlakuan P2 (10%) berbeda signifikan dengan perlakuan P0 (0%), P1 (5%), dan P3 (15%). Hal ini menunjukkan bahwa penambahan tepung kulit buah naga merah sebesar 10% merupakan formulasi yang memberikan tingkat penerimaan keseluruhan terbaik dibandingkan perlakuan lainnya.

PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh substitusi tepung kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) sebagai pewarna alami terhadap sifat organoleptik bolu kukus serta menentukan konsentrasi yang paling disukai panelis. Secara umum, substitusi tepung kulit buah naga merah mampu meningkatkan mutu sensori produk hingga mencapai konsentrasi optimum sebesar 10%. Fenomena ini menunjukkan bahwa penambahan bahan pangan fungsional tidak selalu menghasilkan peningkatan kualitas secara linier, melainkan mengikuti prinsip keseimbangan formulasi pangan. Pada konsentrasi tertentu, pigmen, serat, dan senyawa bioaktif memberikan kontribusi positif terhadap karakteristik produk, tetapi apabila jumlahnya berlebihan justru dapat mengubah sifat fisik dan sensori sehingga menurunkan tingkat penerimaan konsumen. Temuan ini menunjukkan bahwa tepung kulit buah naga merah dapat dimanfaatkan sebagai pewarna alami sekaligus bahan

fungsional pada produk bolu kukus tanpa menurunkan tingkat penerimaan konsumen apabila digunakan dalam konsentrasi yang tepat [10,12].

Peningkatan tingkat kesukaan terhadap warna pada konsentrasi 10% tidak hanya disebabkan oleh bertambahnya intensitas pigmen betalain, tetapi juga karena terbentuknya warna yang sesuai dengan ekspektasi konsumen terhadap produk bolu kukus. Dalam evaluasi sensoris, persepsi visual merupakan stimulus pertama yang memengaruhi keputusan konsumen sebelum mencicipi produk. Warna yang terlalu pucat sering diasosiasikan dengan produk yang kurang menarik, sedangkan warna yang terlalu pekat dapat dianggap tidak alami. Oleh karena itu, konsentrasi 10% diduga menghasilkan keseimbangan warna yang optimal sehingga meningkatkan daya tarik visual tanpa mengubah karakteristik khas bolu kukus. Temuan ini sejalan dengan penelitian Regilia et al. yang melaporkan bahwa penambahan buah naga merah meningkatkan penerimaan warna karena menghasilkan warna merah muda yang menarik. Rebecca et al. menjelaskan bahwa pigmen betasianin berperan dalam menghasilkan warna merah-keunguan yang stabil pada produk pangan, sedangkan Nurliyana et al. melaporkan bahwa kulit buah naga merah memiliki kandungan betalain dan antioksidan yang tinggi sehingga berpotensi sebagai pewarna alami [13].

Berbeda dengan warna, atribut aroma tidak menunjukkan perbedaan yang bermakna antarperlakuan. Kondisi ini mengindikasikan bahwa penambahan tepung kulit buah naga merah hingga konsentrasi 15% belum mampu memberikan perubahan aroma yang cukup kuat untuk dibedakan oleh panelis. Salah satu penyebabnya adalah kulit buah naga merah memiliki senyawa volatil yang relatif lemah dibandingkan bahan utama bolu kukus seperti telur, gula, susu, dan vanili yang menghasilkan aroma lebih dominan. Selain itu, proses pengukusan pada suhu tinggi memungkinkan sebagian senyawa volatil mengalami penguapan sehingga kontribusi aroma dari tepung kulit buah naga semakin berkurang. Dengan demikian, meskipun terjadi penambahan tepung kulit buah naga, aroma produk secara keseluruhan tetap didominasi oleh aroma khas bolu kukus. Kondisi tersebut menjelaskan mengapa tidak ditemukan perbedaan yang signifikan pada atribut aroma meskipun konsentrasi tepung terus ditingkatkan.

Pola perubahan rasa menunjukkan bahwa penerimaan panelis dipengaruhi oleh keseimbangan antara cita rasa dasar bolu kukus dan karakteristik tepung kulit buah naga. Pada konsentrasi 10%, keberadaan tepung masih mampu menyatu dengan formulasi sehingga tidak mengubah cita rasa secara nyata. Namun, ketika konsentrasi meningkat menjadi 15%, akumulasi senyawa fenolik, tanin, dan serat mulai memengaruhi persepsi sensoris sehingga muncul sensasi sepat atau aftertaste yang menurunkan tingkat kesukaan. Fenomena ini menunjukkan bahwa senyawa bioaktif yang bermanfaat secara fisiologis belum tentu memberikan keuntungan terhadap aspek organoleptik apabila digunakan dalam jumlah yang terlalu tinggi. Hasil tersebut sesuai dengan penelitian Wibowo yang melaporkan bahwa peningkatan konsentrasi tepung kulit buah naga dapat meningkatkan karakteristik khas bahan tetapi berpotensi menimbulkan sedikit rasa pahit. Fitria juga melaporkan bahwa proporsi kulit buah naga yang terlalu tinggi menurunkan penerimaan konsumen terhadap cita rasa produk [14].

Perubahan tekstur juga dapat dijelaskan melalui interaksi antara kandungan serat tepung kulit buah naga dengan struktur adonan. Serat pangan memiliki kemampuan mengikat air sehingga dapat meningkatkan retensi kelembapan pada konsentrasi sedang. Akan tetapi, apabila jumlah serat terlalu tinggi, ruang yang seharusnya ditempati protein pembentuk jaringan gluten menjadi berkurang sehingga struktur adonan menjadi lebih padat dan kemampuan mengembang menurun. Akibatnya, bolu kukus kehilangan karakteristik tekstur yang lembut dan berpori halus. Oleh karena itu, konsentrasi 10% merupakan titik optimum yang masih mampu mempertahankan keseimbangan antara peningkatan nilai fungsional dan kualitas tekstur produk. Penjelasan ini sejalan dengan teori teknologi pangan yang menyatakan bahwa substitusi bahan tinggi serat pada produk bakery perlu dilakukan secara proporsional agar tidak menurunkan mutu fisik produk [3].

Penerimaan keseluruhan merupakan refleksi dari interaksi seluruh atribut sensori, bukan hanya dipengaruhi oleh satu karakteristik tertentu. Meskipun warna meningkat seiring bertambahnya konsentrasi

tepung kulit buah naga, panelis tetap mempertimbangkan rasa, tekstur, dan aroma sebelum memberikan penilaian akhir. Hal ini menjelaskan mengapa konsentrasi tertinggi tidak menghasilkan tingkat penerimaan tertinggi. Dengan kata lain, keberhasilan formulasi produk pangan fungsional sangat bergantung pada keseimbangan antara peningkatan nilai gizi dan kemampuan mempertahankan karakteristik sensori yang sesuai dengan preferensi konsumen [15,16].

Hasil penelitian ini memberikan implikasi penting bagi pengembangan pangan fungsional berbasis sumber daya lokal. Pemanfaatan kulit buah naga sebagai bahan tambahan pangan dapat meningkatkan nilai ekonomi limbah pertanian sekaligus mengurangi ketergantungan terhadap pewarna sintetis. Selain itu, penggunaan tepung kulit buah naga berpotensi meningkatkan kandungan serat dan senyawa bioaktif pada produk pangan sehingga memberikan manfaat kesehatan tambahan bagi konsumen. Meskipun demikian, penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Pengujian hanya dilakukan pada panelis tidak terlatih dengan rentang usia terbatas sehingga hasilnya belum dapat digeneralisasi untuk seluruh kelompok konsumen. Penelitian juga hanya mengevaluasi karakteristik organoleptik tanpa melakukan analisis kandungan antioksidan, stabilitas warna selama penyimpanan, maupun karakteristik fisik-kimia produk secara mendalam. Oleh karena itu, penelitian lanjutan diperlukan untuk mengevaluasi aspek tersebut sehingga pemanfaatan tepung kulit buah naga merah dapat dikembangkan secara lebih komprehensif.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa substitusi tepung kulit buah naga merah sebagai pewarna alami berpengaruh terhadap sifat organoleptik bolu kukus, terutama pada atribut warna, rasa, tekstur, dan penerimaan keseluruhan. Formulasi dengan tingkat substitusi yang sesuai menghasilkan warna yang lebih menarik, rasa yang tetap dapat diterima, tekstur yang lembut, serta tingkat kesukaan yang lebih tinggi dibandingkan formulasi lainnya. Tepung kulit buah naga merah berpotensi digunakan sebagai alternatif pewarna alami pada produk bolu kukus sekaligus meningkatkan pemanfaatan limbah kulit buah naga menjadi produk pangan yang bernilai tambah.

Pemanfaatan tepung kulit buah naga merah sebagai pewarna alami dapat dipertimbangkan dalam pengembangan produk bakery berbasis pangan lokal. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengevaluasi kandungan antioksidan, stabilitas warna selama penyimpanan, umur simpan produk, serta penerimaan konsumen pada kelompok masyarakat yang lebih luas sehingga diperoleh informasi yang lebih komprehensif mengenai potensi pengembangan produk ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Esquivel P, Stintzing FC, Carle R. Phenolic compound profiles and their corresponding antioxidant capacity of purple pitaya (*Hylocereus* sp.) genotypes. *Zeitschrift für Naturforsch C*. 2007;62(9–10):636–44. [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]
2. Khonkarn R, Okonogi S, Ampasavate C, Anuchapreeda S. Investigation of fruit peel extracts as sources for compounds with antioxidant and antiproliferative activities against human cell lines. *Food Chem Toxicol*. 2010;48(8–9):2122–9. [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]
3. Veleşcu ID, Crivei IC, Balint AB, Arsenoaia VN, Robu AD, Stoica F, et al. Valorization of Betalain Pigments Extracted from *Phytolacca americana* L. Berries as Natural Colorant in Cheese Formulation. *Agriculture*. 2025;15(1):86. [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]
4. Ibrahim AY, Sankaran R, Markandan K, Peter AP, Menon P, Adhikari B. Betalains as Natural Pigments: Structure, Function, and Advances in Extraction, Encapsulation, and Application. *Food Bioprocess Technol*. 2025;18(11):9142–69. [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]
5. Calvi P, Terzo S, Amato A. Betalains: colours for human health. *Nat Prod Res*. 2023;37(10):1746–65.

- [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]
6. Schneider-Teixeira A, Molina-García AD, Alvarez I, Staffolo M Dello, Deladino L. Application of betacyanins pigments from *Alternanthera brasiliana* as yogurt colorant. *Lwt*. 2022;159:113237. [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]
 7. Pagnossa JP, Pádua AG, Samoto LN, Abreu DJM, Almutawif YA, Almeshmadi AH, et al. Antioxidant and Antimicrobial effects of Pitaya peels (*Hylocereus polyrhizus*) hydroethanolic extracts: biological correlations assessment. *Next Res*. 2025;100896. [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]
 8. Dang-Bao T, Tran UPN. Stability improvement of betalains recovered from red dragon fruit peels (*Hylocereus polyrhizus*) by cellulose-based encapsulation. *Fibers Polym*. 2023;24(8):2683–96. [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]
 9. Widiyanto R, Puangpraphant S. Encapsulation of betacyanin extract from red dragon fruit peel with maltodextrin and inulin: Storage stability and simulated gastrointestinal digestion. *Food Biosci*. 2024;61:104566. [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]
 10. Permatasari ND, Susilo DUM. Pembuatan Kerupuk Dengan Penambahan Puree Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*) Dan Karakteristik Organoleptik. *Agrofood*. 2026;8(1):23–8. [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]
 11. Salsabillah II, Purwani E, Sofyan A. Studi Eksperimental tentang Pengaruh Substitusi Tepung Kulit Buah Naga Merah Terhadap Kadar Air, Kadar Abu, dan Tesktur Crackers. *Nutr J Pangan, Gizi, Kesehat*. 2025;6(1):41–52. [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]
 12. Jaenuri A, Brilliantina A, Kurnianto MF, Mardiyanto M. Eksplorasi Pengaruh Pewarna Alami Kulit Buah Naga Merah terhadap Kualitas Kerupuk Ikan Lemuru (*Sardinella* sp.): Exploration of the Effect of Natural Colouring from Red Dragon Fruit Peel on the Quality of Lemuru Fish Crackers (*Sardinella* sp.). *J Food Eng*. 2025;4(3):116–26. [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]
 13. Wibowo B, Purwani E, Mustikaningrum F. Studi Eksperimental tentang Pengaruh Substitusi Tepung Kulit Buah Naga Merah terhadap KadarAntosianin dan Daya Terima Crackers. *Nutr J Pangan, Gizi, Kesehat*. 2025;6(1):63–72. [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]
 14. Ardiyanti ND, Purwani E, Sofyan A. Studi Eksperimental tentang Pengaruh Substitusi Tepung Kulit Buah NagaMerah terhadap Aktivitas Antioksidan dan Kadar Flavonoid Crackers. *Nutr J Pangan, Gizi, Kesehat*. 2025;6(1):53–62. [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]
 15. Madzuki IN, Samsudin NJ, Nordin R, Rasheed ZBM, Mohsin AZ. Thermal and photostability of betacyanin from dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*). *J Agrobiotechnology*. 2024;15(S1):88–97. [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]
 16. Mang TTX, Dang-Bao T, Tran UPN. A smart indicator of beef spoilage using pectin and betalains from red dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) peels. *Waste and Biomass Valorization*. 2025;16(7):3817–32. [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]