

Studi Eksperimental tentang Pengaruh Substitusi Tepung Kulit Buah Naga Merah terhadap Aktivitas Antioksidan dan Kadar Flavonoid *Crackers*

Experimental Study on the Effect of Red Dragon Fruit Peel Flour Substitution on the Antioxidant Activity and Flavonoid Content of Crackers

Narita Dwi Ardiyanti*, Eni Purwani, Aan Sofyan
Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta, Indonesia
Email: naritadwi2003@gmail.com

Artikel History

Submit: 13 April 2025 **Revisi:** 25 April 2025 **Diterima:** 27 April 2025

Abstrak

Crackers termasuk ke dalam jenis biskuit yang terbuat dari adonan tepung terigu pada proses pengolahannya. Untuk menambah nilai gizi, kandungan antioksidan dan flavonoid, *crackers* dapat disubstitusi dengan tepung kulit buah naga merah. **Tujuan penelitian** ini untuk menganalisis pengaruh substitusi tepung kulit buah naga merah terhadap aktivitas antioksidan dan kadar flavonoid *crackers*. **Metode penelitian** menggunakan metode eksperimental dengan desain Rancangan Acak Lengkap meliputi empat perlakuan yaitu 0%, 5%, 10% dan 15%. Aktivitas antioksidan dianalisis menggunakan metode 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) sedangkan kadar flavonoid dianalisis dengan metode Kromatografi Lapis Tipis. Kadar flavonoid dianalisis menggunakan Anova one way yang dilanjutkan uji *Post Hoc* menggunakan uji *Least Significance Different* (LSD), dan kadar antioksidan menggunakan uji *Kruskal Wallis*. **Hasil** menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan tertinggi (53.35%) dan kadar flavonoid tertinggi (0,0135%) terdapat pada *crackers* dengan substitusi 15%. Terdapat pengaruh substitusi tepung kulit buah naga merah dengan kadar flavonoid pada *crackers* ($p < 0.05$). Tidak terdapat pengaruh substitusi tepung kulit buah naga merah terhadap aktivitas antioksidan pada *crackers* ($p > 0.05$). Kesimpulannya, substitusi tepung kulit buah naga merah berpengaruh terhadap kadar flavonoid *crackers*, dan tidak berpengaruh terhadap aktivitas antioksidan *crackers*.

Kata Kunci: *crackers*; tepung kulit buah naga merah; aktivitas antioksidan; kadar flavonoid.

Abstract

Crackers are a type of biscuit made from wheat flour dough during the processing stage. To enhance their nutritional value, antioxidant content, and flavonoid levels, *crackers* can be substituted with red dragon fruit peel flour. **This study aims** to analyze the effect of substituting red dragon fruit peel flour on the antioxidant activity and flavonoid content of *crackers*. **The research method** used was an experimental method with a Completely Randomized Design (CRD), consisting of four treatments: 0%, 5%, 10%, and 15%. Antioxidant activity was analyzed using the 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) method, while flavonoid content was analyzed using Thin Layer Chromatography (TLC). Flavonoid content was analyzed using one-way ANOVA followed by a Post Hoc test using the Least Significant Difference (LSD) test, and antioxidant activity was analyzed using the Kruskal-Wallis test. **The results** showed that the highest antioxidant activity (53.35%) and the highest flavonoid content (0.0135%) were found in *crackers* with 15% substitution. There was a significant effect of red dragon fruit peel flour substitution on the flavonoid content of the *crackers* ($p < 0.05$). However, there was no significant effect on antioxidant activity ($p > 0.05$). In conclusion, substituting red dragon fruit peel flour affects the flavonoid content but does not affect the antioxidant activity of the *crackers*.

Keywords: *crackers*; red dragon fruit peel flour; antioxidant activity; flavonoid content.

Copyright ©2025 by Authors. This is an open access article under the CC-BY-SA license.



*Penulis Korespondensi:

Narita Dwi Ardiyanti Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta, Indonesia. Email: naritadwi2003@gmail.com

Cara Sitasi (IEEE Citation Style): N. D. Ardiyanti, E. Purwani and A. Sofyan, "Studi Eksperimental tentang Pengaruh Substitusi Tepung Kulit Buah Naga Merah terhadap Aktivitas Antioksidan dan Kadar Flavonoid *Crackers*", *Nutriology: Jurnal Pangan, Gizi, Kesehatan*, vol. 6, no. 1, p. 53-62, 2025, <https://doi.org/10.30812/nutriology.v6i1.5085>

PENDAHULUAN

Crackers merupakan produk pangan kering dengan bahan dasar tepung terigu beserta bahan tambahan lainnya melalui tahapan proses fermentasi, pencetakan dan pemanggangan [1]. Biskuit jenis *crackers* digemari berbagai golongan usia masyarakat karena merupakan makanan ringan yang praktis di kalangan masyarakat [2]. *Crackers* yang pada umumnya berbahan dasar tepung terigu cenderung memiliki nilai gizi yang kurang lengkap termasuk didalamnya aktivitas antioksidan yang rendah sehingga perlu pengembangan *crackers* dengan komponen pangan fungsional untuk meningkatkan nilai gizinya termasuk aktivitas antioksidan didalamnya. Pangan fungsional merupakan produk olahan yang mengandung satu atau lebih komponen dengan fungsi spesifik yang telah teruji secara ilmiah memiliki manfaat fisiologis. Komponen tersebut telah terbukti aman untuk dikonsumsi serta berkontribusi positif terhadap kesehatan [3, 4]. Buah naga dapat menjadi salah satu bahan yang berpotensi untuk dikembangkan menjadi pangan fungsional.

Buah naga merupakan salah satu komoditas hortikultura yang memiliki beberapa varietas, berdasarkan warna daging buahnya, antara lain buah naga berdaging putih dan buah naga berdaging merah. Di antara berbagai jenis tersebut, buah naga dengan daging berwarna merah cenderung lebih disukai oleh masyarakat. Preferensi ini disebabkan oleh profil rasa buah naga merah yang relatif lebih manis dibandingkan jenis lainnya, sehingga mampu memberikan daya tarik sensorik yang lebih kuat bagi konsumen [5]. Selain itu, warna merah cerah yang dihasilkan oleh kandungan pigmen alami, seperti betasianin, turut meningkatkan nilai estetika dan persepsi positif terhadap produk olahan berbahan dasar buah naga merah. Namun, dalam proses pemanfaatannya, konsumsi buah naga secara umum menghasilkan limbah berupa kulit buah dalam jumlah yang cukup besar. Kulit buah naga merah menyumbang sekitar 30–35% dari total berat buah [6]. Limbah kulit ini sering kali belum dimanfaatkan secara optimal dan lebih banyak dibuang, sehingga berpotensi menimbulkan permasalahan lingkungan.

Kulit buah naga masih jarang dimanfaatkan meskipun mengandung banyak zat gizi seperti protein, serat, pigmen betasianin, serta termasuk didalamnya terdapat aktivitas antioksidan dan flavonoid [7]. Kulit buah naga merah memiliki kandungan senyawa antioksidan yang berasal dari flavonoid, yaitu salah satu jenis metabolit sekunder dalam kelompok polifenol. Flavonoid banyak ditemukan pada berbagai jenis makanan dan diketahui memiliki beragam aktivitas biologis, termasuk sifat antivirus dan anti-inflamasi [8, 9]. Selain itu, senyawa aktif flavonoid diketahui dapat merangsang ekspresi trombopoietin dalam proses memproduksi trombosit [10]. Kandungan gizi pada kulit buah naga, khususnya senyawa fenolik total dan flavonoid, menunjukkan kadar yang lebih tinggi dibandingkan dengan bagian daging buah. Kulit buah naga merah memiliki kandungan total fenol sebanyak 1049,18 mg GAE/100 g dan total flavonoid mencapai 1310,10 mg GAE/100 g yang jumlahnya mencapai tiga kali lipat lebih besar dibandingkan kandungan yang terdapat pada daging buah [11]. Kadar flavonoid yang tinggi berbanding lurus dengan aktivitas antioksidannya, sehingga semakin tinggi kadar flavonoid semakin tinggi pula aktivitas antioksidan yang dapat menangkal radikal bebas penyebab kerusakan sel pada tubuh [12]. Pada penelitian Wijaya et al, (2022) menyebutkan bahwa antosianin merupakan senyawa flavonoid paling melimpah pada kulit buah naga merah yang dapat mengikat radikal bebas karena memiliki gugus hidroksil untuk melepas proton dalam bentuk ion hydrogen [13]. Pada penelitian lain menyebutkan bahwa aktivitas antioksidan juga dipengaruhi oleh banyaknya substitusi tepung kulit buah naga [14].

Kulit buah naga merah memiliki karakteristik fisik dan kimiawi yang serupa dengan bahan dasar tepung terigu, yaitu gandum [15]. Berdasarkan hasil analisis kimia, diketahui bahwa kulit buah naga merah mengandung karbohidrat sebesar 72.1% [6], sedangkan kandungan pati dalam gandum mencapai 78.36% [16]. Persentase karbohidrat yang cukup tinggi tersebut menunjukkan bahwa kulit buah naga merah memiliki potensi besar untuk diolah menjadi bentuk tepung. Tepung kulit buah naga ini berpotensi digunakan sebagai alternatif, baik untuk menggantikan seluruh maupun sebagian penggunaan tepung terigu dalam berbagai formulasi produk pangan [6]. Pemanfaatan kulit buah naga sebagai bahan substitusi dalam pembuatan produk pangan juga mendukung upaya diversifikasi bahan baku berbasis sumber daya lokal serta pengurangan limbah pertanian. Meskipun demikian, hingga saat ini masih relatif sedikit penelitian yang secara khusus memanfaatkan kulit buah naga merah sebagai bahan substitusi dalam pembuatan produk pangan. Sebagian besar penelitian lebih banyak berfokus pada penggunaan daging buah naga sebagai bahan utama. Misalnya, penelitian yang dilakukan oleh Musyofa, et al (2022) meneliti aktivitas antioksidan, sifat fisik, dan sifat sensoris pada produk stik berbahan dasar daging buah naga merah [15]. Kondisi ini menunjukkan adanya peluang riset lebih lanjut untuk mengeksplorasi potensi kulit buah naga, terutama dalam mengembangkan produk pangan yang tidak hanya memiliki nilai fungsional tinggi tetapi juga berkontribusi terhadap upaya keberlanjutan dan pengurangan limbah.

Gap penelitian ini adalah belum adanya penelitian yang secara bersamaan menganalisis kandungan antioksidan dan flavonoid pada produk dengan substitusi kulit buah naga merah. Berdasarkan studi-studi sebelumnya,

seperti pada penelitian Bimo, et al (2022) fokus yang diangkat adalah pada aspek penerimaan konsumen serta analisis kandungan vitamin C dan flavonoid secara terpisah [17]. Penelitian lain mengenai hal tersebut juga lebih menitikberatkan pada aktivitas antioksidan serta uji sensori produk [18]. Dengan demikian, **Novelty** penelitian ini terletak pada fokus terhadap dua senyawa bioaktif utama yang keduanya dikenal memiliki efek sinergis dalam aktivitas antioksidan sehingga memperluas pemahaman tentang potensi kulit buah naga merah sebagai bahan pangan fungsional. Sehingga, tujuan penelitian ini adalah untuk analisis pengaruh substitusi tepung kulit buah naga merah terhadap kadar antioksidan dan kadar flavonoid *crackes*. Harapannya, penelitian ini dapat berkontribusi terhadap pengembangan pangan fungsional dengan menghadirkan pendekatan baru dalam menganalisis kandungan antioksidan dan flavonoid secara simultan pada produk pangan berbasis *crackers* yang disubstitusi dengan tepung kulit buah naga merah, serta hasil penelitian ini dapat menjadi dasar bagi inovasi produk pangan sehat dan ramah lingkungan melalui pemanfaatan limbah agroindustri.

METODE

Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari empat perlakuan substitusi tepung kulit buah naga merah, yaitu 0%, 5%, 10%, dan 15%. Penelitian dilaksanakan pada bulan Oktober 2024. Proses pembuatan tepung kulit buah naga merah dilakukan di Laboratorium Teknologi Pangan Universitas Slamet Riyadi, sedangkan proses pembuatan *crackers* dengan substitusi tepung kulit buah naga merah dilaksanakan di Laboratorium Ilmu Pangan Universitas Muhammadiyah Surakarta. Analisis aktivitas antioksidan menggunakan metode 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) dan analisis kadar flavonoid menggunakan metode Kromatografi Lapis Tipis (KLT) dilakukan di Laboratorium Chemmix, Bantul.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam proses pembuatan tepung kulit buah naga merah meliputi: pisau, baskom, loyang, *food processor*, aluminium foil, saringan makanan, dan oven. Pada pembuatan *crackers*, alat yang digunakan antara lain: timbangan analitik, baskom, whisk (pengocok telur), loyang, plastik wrapping, oven, dan alat pencetak *crackers*. Alat yang digunakan untuk analisis aktivitas antioksidan mencakup: chamber, corong kaca, lampu UV, neraca analitik, oven vakum, pengaduk kayu, pipet mikro 100 μL dan 1000 μL , seperangkat alat kromatografi kolom, rotary vacuum evaporator, spektrofotometer UV-Vis, tabung reaksi, dan botol semprot. Sedangkan untuk analisis kadar flavonoid, alat yang digunakan meliputi: alat-alat gelas laboratorium, bejana maserasi, kromatografi lapis tipis (KLT), corong pisah, labu ukur, dan spektrofotometer UV-Vis.

Bahan yang digunakan dalam pembuatan tepung kulit buah naga merah adalah bagian dalam kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*). Bahan untuk pembuatan *crackers* meliputi: tepung kulit buah naga merah, tepung terigu, garam, gula pasir, susu bubuk, baking soda, dan ragi. Sedangkan pada proses pengujian aktivitas antioksidan dan kadar flavonoid, bahan yang digunakan adalah sampel *crackers* hasil substitusi tepung kulit buah naga merah.

Prosedur Penelitian

Prosedur Pembuatan Tepung Kulit Buah Naga Merah

Pembuatan tepung dari kulit buah naga merah merujuk pada penelitian yang dilakukan oleh Rochmawati, et al [7]. Proses ini diawali dengan pemisahan kulit buah naga merah dari dagingnya secara manual. Selanjutnya, kulit dipotong menjadi ukuran kecil dan dilakukan proses *blanching* selama 2 menit pada suhu 95°C. Setelah itu, kulit dikeringkan menggunakan *cabinet dryer* pada suhu 60°C selama 22 jam. Kulit yang telah mengering untuk selanjutnya dihaluskan menggunakan blender dan diayak dengan ayakan berukuran 40 mesh untuk memperoleh partikel tepung yang lebih seragam.

Prosedur Pembuatan *Crackers* Substitusi Tepung Kulit Buah Naga Merah

Pembuatan *crackers* dengan substitusi tepung kulit buah naga merah merujuk pada penelitian yang dilakukan oleh Afianti & Indrawati [19]. Proses pembuatan meliputi pencampuran bahan hingga homogen, yang terdiri atas baking soda, susu bubuk, garam, gula halus, margarin, dan mentega cair. Tepung terigu dan tepung kulit buah naga merah ditambahkan dengan metode pengayakan, kemudian ragi yang telah dilarutkan dalam air

dimasukkan secara bertahap hingga adonan mencapai kondisi kalis. Selanjutnya, adonan difermentasi pada suhu ruang selama 60 menit, kemudian dipipihkan, dicetak dalam bentuk persegi panjang, dan difermentasi kembali selama 15 menit. Tahap akhir produksi dilakukan melalui proses pemanggangan pada suhu 160°C selama 15 menit.

Prosedur Pengujian Aktivitas Antioksidan *Crackers* Substitusi Tepung Kulit Buah Naga Merah

Analisis aktivitas antioksidan pada *crackers* substitusi kulit buah naga merah dilakukan dengan metode DPPH [20]. Sebelum diuji, sampel dilarutkan dengan larutan etanol dan DPPH. Sampel selanjutnya diuji menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang optimum 517 nm.

Prosedur Pengujian Kadar Flavonoid *Crackers* Substitusi Tepung Kulit Buah Naga Merah

Pengujian kadar flavonoid pada *crackers* substitusi kulit buah naga merah menggunakan metode Kromatografi Lapis Tipis (KLT) [21]. Sampel diuji dua kali di bawah sinar UV pada panjang gelombang 245 nm dan 366 nm. Pengujian kedua dilakukan setelah sampel dilapisi oleh pereaksi untuk mengamati perubahan warna pada bercak.

Prosedur Analisis Data

Data hasil uji aktivitas antioksidan dan kadar flavonoid diuji normalitasnya menggunakan uji Shapiro Wilk. Nilai yang didapatkan apabila $> 0,05$ maka dapat dikatakan data terdistribusi normal dan dilanjutkan menggunakan uji *Anova one way*, sementara apabila nilai yang didapatkan $< 0,05$ maka data terdistribusi tidak normal sehingga dilanjutkan dengan uji *Kruskal Wallis*. Hasil uji *Anova one way* dan *Kruskal Wallis* menunjukkan terdapat pengaruh apabila nilai $< 0,05$ dan tidak terdapat pengaruh jika $> 0,05$. Hasil uji *Anova one way* apabila terdapat pengaruh dilanjutkan dengan uji LSD, sedangkan apabila hasil uji *Kruskal-Wallis* menunjukkan adanya pengaruh yang signifikan, maka analisis dilanjutkan dengan uji lanjutan menggunakan metode Dunnett T3. Analisis data pada penelitian ini dilakukan menggunakan SPSS versi 20.

HASIL

Optimasi Jumlah Persentase Substitusi Tepung Kulit Buah Naga Merah

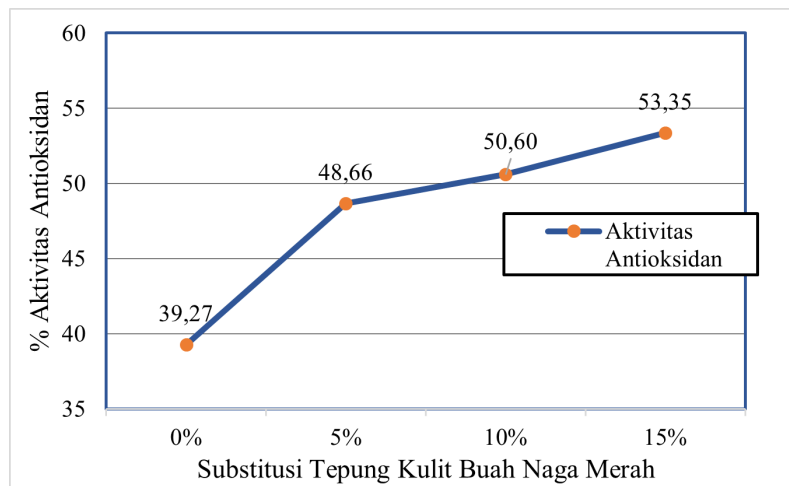
Hasil uji organoleptik pada tahap optimasi diuji menggunakan *Kruskal Wallis* yang dilanjutkan dengan menggunakan uji Mann Whitney untuk melihat mana yang lebih disukai antara substitusi 5% dan 10% tepung kulit buah naga merah pada *crackers*. Tabel 1 menunjukkan bahwa panelis lebih menyukai *crackers* dengan substitusi 10% berdasarkan nilai rata-rata pada kategori aroma, rasa, tekstur dan keseluruhan meskipun tidak terdapat perbedaan secara signifikan pada hasil uji yaitu nilai $p > 0,05$.

Aktivitas Antioksidan

Gambar 1 Menunjukkan grafik aktivitas antioksidan pada *crackers* dengan berbagai substitusi tepung kulit buah naga merah yaitu 0%, 5%, 10%, dan 15%, semakin tinggi presentase substitusi tepung kulit buah naga merah pada *crackers* terdapat kecenderungan semakin tinggi pula aktivitas antioksidan pada *crackers* tersebut.

Tabel 1. Uji daya terima *crackers* substitusi tepung kulit buah naga merah

Kategori	Rata-rata $\pm$ SD		Nilai p
	5%	10%	
Warna	5.67 $\pm$ 0.72	5.20 $\pm$ 1.37	0.447
Aroma	4.67 $\pm$ 1.05	4.87 $\pm$ 1.13	0.681
Rasa	4.87 $\pm$ 1.46	5.13 $\pm$ 1.36	0.624
Tekstur	4.80 $\pm$ 1.57	4.93 $\pm$ 1.53	0.798
Keseluruhan	5.07 $\pm$ 1.22	5.13 $\pm$ 1.06	0.83

Gambar 1. Grafik aktivitas antioksidan *crackers*

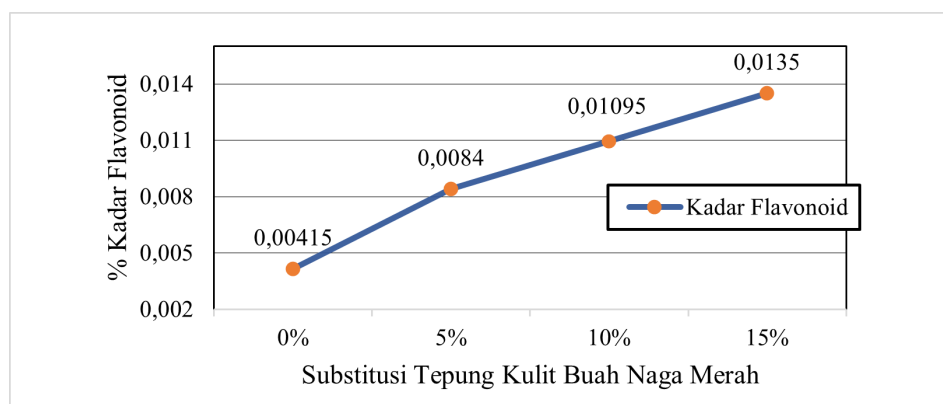
Hasil uji aktivitas antioksidan diuji menggunakan uji *Kruskal Wallis*. Pada Tabel 2 Menunjukkan bahwa tidak terdapat pengaruh signifikan pada besar substitusi tepung kulit buah naga merah dengan aktivitas antioksidan pada *crackers* dengan p value 0,083 ($p > 0,05$). Aktivitas antioksidan yang tertinggi terdapat pada *crackers* dengan substitusi tepung kulit buah naga 15% sedangkan aktivitas antioksidan yang terendah terdapat pada *crackers* dengan substitusi tepung kulit buah naga 0%.

Kadar Flavonoid

Gambar 2 Menunjukkan grafik kadar flavonoid pada *crackers* dengan berbagai substitusi tepung kulit buah naga merah yaitu 0%, 5%, 10%, dan 15%. Berdasarkan Gambar 2 substitusi tepung kulit buah naga merah yang semakin tinggi pada *crackers* terdapat kecenderungan semakin tinggi pula kadar flavonoid pada *crackers* tersebut.

Tabel 2. Distribusi substitusi tepung kulit buah naga merah terhadap aktivitas antioksidan *crackers*

Formula Perlakuan	Aktivitas Antioksidan		Minimal (%)	Maximal (%)	Mean $\pm$ SD (%)
	I (%)	II (%)			
Perlakuan 0%	39.34	39.19	39.19	39.34	39.27 $\pm$ 0.10
Perlakuan 5%	48.58	48.73	48.58	48.73	48.66 $\pm$ 0.10
Perlakuan 10%	50.52	50.67	50.52	50.67	50.60 $\pm$ 0.10
Perlakuan 15%	53.2	53.5	53.2	53.5	53.35 $\pm$ 0.21
Nilai p	0.083				

Gambar 2. Grafik kadar *flavonoid* *crackers*

Hasil uji kadar flavonoid diuji menggunakan uji *Anova one way*. Pada Tabel 3 Menunjukkan bahwa terdapat pengaruh signifikan pada besar substitusi tepung kulit buah naga merah terhadap kadar flavonoid pada *crackers* dengan p value 0.083 ($p > 0.05$). Kadar flavonoid yang paling tinggi terdapat pada *crackers* dengan substitusi

tepung kulit buah naga 15% sedangkan kadar flavonoid yang paling rendah terdapat pada *crackers* dengan substitusi tepung kulit buah naga merah 0%.

Tabel 3. Distribusi substitusi tepung kulit buah naga merah terhadap kadar flavonoid *crackers*

Formula Perlakuan	Kadar Flavonoid		Minimal (%)	Maximal (%)	Mean±SD (%)
	I (%)	II (%)			
Perlakuan 0%	0.0042	0.0041	0.0041	0.0042	0.0041 ± 0.0000 ^a
Perlakuan 5%	0.0085	0.0083	0.0083	0.0085	0.0084 ± 0.0000 ^b
Perlakuan 10%	0.0109	0.011	0.0109	0.011	0.0109 ± 0.0000 ^c
Perlakuan 15%	0.0134	0.0136	0.0134	0.0136	0.0135 ± 0.0000 ^c
Nilai p	0				

Dimana notasi huruf yang berbeda menunjukkan ada beda nyata pada hasil analisis uji LSD

PEMBAHASAN

Optimasi Jumlah Persentase Substitusi Tepung Kulit Buah Naga Merah

Temuan pada penelitian ini diketahui bahwa daya terima *crackers* dengan substitusi tepung kulit buah naga merah pada konsentrasi 5% dan 10% menunjukkan bahwa kedua perlakuan memiliki tingkat penerimaan yang relatif tinggi. Adapun kategori yang digunakan meliputi aspek warna, aroma, rasa, tekstur dan keseluruhan. Nilai penerimaan memiliki skala 1-7 dengan kategori yaitu, 1 = sangat tidak suka, 2 = tidak suka, 3 = agak tidak suka, 4 = netral, 5 = agak suka, 6 = suka, 7 = sangat suka. Analisis preferensi berdasarkan rata-rata skor menunjukkan bahwa konsumen cenderung lebih menyukai warna pada konsentrasi 5% dengan skor rata-rata 5.67. Hal tersebut dapat disebabkan oleh warna yang dimiliki konsentrasi 5% cenderung lebih cerah dibandingkan dengan konsentrasi 10%. Warna yang dihasilkan berasal dari antosianin yang merupakan senyawa flavonoid pada kulit buah naga, yang berfungsi sebagai zat pewarna alami. Antosianin ini berpotensi digunakan sebagai pewarna alami pada produk pangan dan dapat menjadi alternatif pengganti pewarna sintetis yang lebih aman bagi kesehatan [22].

Sementara itu, aroma, rasa, tekstur dan keseluruhan lebih disukai pada konsentrasi 10% dengan nilai skor rata-rata secara berurutan yaitu 4.87; 5.13; 4.93; dan 5.13. Aroma pada konsentrasi 10% cenderung lebih kuat dibandingkan dengan konsentrasi 5% yaitu memiliki aroma khas tepung kulit buah naga merah. Rasa pada konsentrasi 10% cenderung sedikit pahit tetapi justru menjadikannya lebih gurih dibandingkan dengan konsentrasi 5%. Rasa yang sedikit pahit mungkin disebabkan oleh senyawa tanin pada kulit buah naga merah. Tanin merupakan senyawa polifenol aromatik yang terdapat dalam bahan pangan dan dapat menghasilkan rasa pahit ringan sebagai aftertaste [13]. Tekstur pada konsentrasi 10% cenderung lebih renyah dibandingkan dengan konsentrasi 5%. Hal tersebut dapat disebabkan oleh kandungan serat kasar seperti selulosa dan lignin yang terdapat pada kulit buah naga merah dapat menghambat proses gelatinisasi dalam pembuatan produk pangan, sehingga menyebabkan tekstur produk menjadi lebih keras [23]. Hasil dari tahap optimasi ini selanjutnya digunakan sebagai dasar penetapan variasi persentase tepung kulit buah naga merah yang akan diaplikasikan dalam penelitian, yaitu sebesar 0%, 5%, 10%, dan 15%.

Aktivitas Antioksidan

Temuan pada penelitian ini menyatakan bahwa tidak terdapat pengaruh yang signifikan terhadap aktivitas antioksidan pada *crackers* antara substitusi tepung kulit buah naga merah 0%, 5%, 10% dan 15%. Pada hasil tersebut menunjukkan bahwa substitusi 15% menghasilkan aktivitas antioksidan tertinggi, dengan rata-rata 53.35%, sedangkan substitusi 0% (tanpa substitusi) memiliki aktivitas terendah, yaitu 39.26%. Selisih paling besar terdapat diantara 0% dan 15%, sebesar 14.08%. Sebaliknya untuk selisih paling kecil ditemukan antara 5% dan 10% yaitu sebesar 1.93%.

Substitusi tepung kulit buah naga yang semakin tinggi terdapat kecenderungan semakin tinggi pula aktivitas antioksidannya. Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa meningkatnya aktivitas antioksidan *crackers* kulit buah naga merah akan naik seiring dengan naiknya jumlah substitusi tepung kulit buah naga merah yang ditambahkan meskipun tidak signifikan. Temuan penelitian ini sejalan dengan penelitian Lestari, et al (2024) pada penelitian sejenis dengan tepung kulit buah naga pada brownies pukis yaitu kandungan antioksidan pada brownies pukis meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi tepung kulit buah naga merah [18]. Temuan penelitian lainnya juga menunjukkan bahwa semakin besar substitusi yang digunakan pada cookies oats semakin tinggi pula aktivitas antioksidannya [13].

Antioksidan merupakan senyawa yang berfungsi untuk menetralkan dampak merugikan radikal bebas, yaitu molekul reaktif yang terbentuk sebagai hasil dari proses metabolisme oksidatif dan berpotensi menyebabkan kerusakan pada sel-sel tubuh [24]. Kandungan antioksidan dapat menurun oleh adanya suhu yang terlalu tinggi [25]. Tidak terdapatnya pengaruh yang signifikan pada aktivitas antioksidan *crackers* tepung kulit buah naga merah dapat disebabkan oleh penyimpanan kulit mentah yang terlalu lama serta suhu penyimpanan yang tinggi. Pada penelitian ini, kulit buah naga merah mengalami proses penyimpanan kurang lebih empat hari dan disimpan dalam suhu yang berbeda-beda sebelum kemudian diolah menjadi tepung. Pada penelitian yang dilakukan oleh Hartono, et al diketahui bahwa kandungan antioksidan cenderung mengalami penurunan selama kurun waktu empat hari meskipun tidak memiliki pengaruh yang signifikan secara statistik [26]. Selain itu, Suhu dan lama penyimpanan juga mempengaruhi kandungan antioksidan yang terdapat pada jus buah [24].

Kadar Flavonoid

Temuan pada penelitian ini menunjukkan bahwa hasil analisis kadar flavonoid *crackers* menggunakan uji *Anova one way* dengan substitusi tepung kulit buah naga merah (0%, 5%, 10%, dan 15%) mendapatkan hasil $p < 0.05$ yang menyatakan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan pada substitusi tepung kulit buah naga merah terhadap kadar flavonoid *crackers*. Sehubungan dengan hasil uji *Anova one way* terdapat pengaruh yang signifikan, sehingga dilanjutkan analisis dengan uji *Post Hoc* menggunakan LSD untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang nyata pada masing-masing substitusi. Hasil analisis lanjutan uji *Post Hoc* menggunakan LSD didapatkan hasil bahwa terdapat perbedaan nyata pada setiap perlakuan substitusi tepung kulit buah naga merah.

Substitusi 15% menghasilkan kadar flavonoid tertinggi, dengan rata-rata $0.0135\% \pm 0.0000$, sedangkan substitusi 0% (tanpa substitusi) memiliki kadar terendah, yaitu $0.0041\% \pm 0.0000$. Selisih paling besar terjadi antara 0% dan 15%, sebesar 0.0093%. Sebaliknya, selisih paling kecil ditemukan antara 5% dan 10% serta 10% dan 15% (keduanya 0.0025%).

Kadar flavonoid *crackers* kulit buah naga merah semakin naik seiring dengan semakin tinggi substitusi tepung kulit buah naga merah pada *crackers*. Hal tersebut menunjukkan bahwa kadar flavonoid dipengaruhi oleh jumlah substitusi tepung kulit buah naga merah. Pernyataan tersebut didukung oleh hasil penelitian Bimo, et al (2022) yang menunjukkan kesesuaian dengan temuan ini pada penelitian sejenis dengan tepung kulit buah naga pada chiffon cake yaitu kadar flavonoid meningkat seiring dengan semakin bertambahnya pemakaian tepung kulit buah naga merah pada chiffon cake [17].

Tumbuhan yang mengandung senyawa flavonoid secara luas dimanfaatkan dalam praktik pengobatan tradisional. Berbagai spesies tanaman yang mengandung flavonoid telah diketahui memiliki aktivitas biologis, antara lain sebagai antioksidan, antibakteri, antivirus, antiradang, antialergi, serta antikanker [27]. Antioksidan dapat terdeteksi pada tanaman yang mengandung senyawa turunan fenolik, flavonoid, karotenoid, tokoferol, serta vitamin C. Terdapat korelasi positif antara aktivitas antioksidan dengan kandungan fenolik dan flavonoid dalam tanaman tersebut. Secara umum, aktivitas antioksidan meningkat seiring dengan tingginya konsentrasi senyawa fenolik dan flavonoid; dengan kata lain, semakin tinggi kandungan fenolik dan flavonoid, maka semakin besar pula aktivitas antioksidan yang dihasilkan [28].

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa substitusi tepung kulit buah naga merah tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap aktivitas antioksidan pada produk *crackers*. Namun, terdapat pengaruh yang signifikan terhadap kadar flavonoid. Substitusi tepung kulit buah naga merah cenderung meningkatkan aktivitas antioksidan dan kadar flavonoid seiring dengan bertambahnya persentase substitusi. Aktivitas antioksidan dan kadar flavonoid terendah ditemukan pada *crackers* tanpa substitusi 0%, sedangkan nilai tertinggi diperoleh pada *crackers* dengan substitusi sebesar 15%. Mengingat tidak adanya pengaruh signifikan terhadap aktivitas antioksidan dalam rentang substitusi yang digunakan, maka disarankan dilakukan penelitian lanjutan dengan rentang substitusi yang lebih luas untuk mengevaluasi kemungkinan adanya pengaruh yang signifikan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada mamah dan bapak yang senantiasa mendukung penulis baik secara moral maupun material. Penulis juga berterima kasih kepada teman-teman tim Dragkers yang telah berjuang bersama dalam melakukan penelitian ini serta para panelis yang telah bersedia untuk berkontribusi. Penelitian ini tidak akan terselesaikan dengan baik tanpa adanya dukungan mereka.

Pernyataan Konflik Kepentingan

Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan dalam penyelesaian penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. Ismawati, R. A. Destryana, and N. Huzaimah, "Mutu Organoleptik dan Daya Terima Panelis terhadap Crackers Kasembukan (*Paederia foetida* Linn.) Sebagai Pangan Fungsional," *Agrointek*, vol. 14, no. 1, pp. 67–74, 2020, <https://doi.org/10.21107/agrointek.v14i1.6313>.
- [2] Jamaluddin, Hajra, N. M. Y. Lisnawati, G. N. Putri, Pitriani, and Bohari, "Formulasi Pembuatan Biskuit Crackers Berbasis Tepung Ikan Sidat," *GHIDZA : Jurnal Gizi dan Kesehatan*, vol. 22, no. 1, pp. 32–38, 2022, <https://doi.org/10.22487/ghidza.v7i2.918Formulasi>.
- [3] Y. Sidiq, D. Tamaoki, and T. Nishiuchi, "Proteomic Profiling of Plant and Pathogen Interaction on the Leaf Epidermis," *International Journal of Molecular Sciences*, vol. 23, no. 20, pp. 1–15, 2022, <https://doi.org/10.3390/ijms232012171>.
- [4] J. P. Yuliyandjaja, W. Widayat, H. Hadiyanto, M. Suzery, and I. A. Budianto, "Diversifikasi Tepung Mocaf Menjadi Produk Mie Sehat Di PT. Tepung Mocaf Solusindo," *Indonesia Journal of Halal*, vol. 2, no. 2, pp. 40–45, 2020, <https://doi.org/10.14710/halal.v2i2.7341>.
- [5] M. Marjenah, W. Kustiawan, I. Nurhifitiani, K. H. M. Sembiring, and R. P. Ediyono, "Pemanfaatan Limbah Kulit Buah-Buahan Sebagai Bahan Baku Pembuatan Pupuk Organik Cair," *ULIN: Jurnal Hutan Tropis*, vol. 1, no. 2, pp. 120–127, 2018, <https://doi.org/10.32522/ujht.v1i2.800>.
- [6] Y. Syahputri and D. Widiastuti, "Utilization Of White-Meat, Red-Meat And Super Red Dragon Fruit (*Hylocereus* sp) Skin Waste As An Alternative Food Source," *Journal of Science Innovare*, vol. 1, no. 01, pp. 18–21, 2018, <https://doi.org/10.33751/jsi.v1i01.679>.
- [7] N. Rochmawati, "Pemanfaatan Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus Polyrhizus*) sebagai Tepung untuk Pembuatan Cookies," *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, vol. 7, no. 3, pp. 19–24, 2019, <https://doi.org/10.21776/ub.jpa.2019.007.03.3>.
- [8] Q. Wang, J. Jin, N. Dai, N. Han, J. Han, and B. Bao, "Anti-Inflammatory Effects, Nuclear Magnetic Resonance Identification, and High-Performance Liquid Chromatography Isolation of the Total Flavonoids from *Artemisia Frigida*," *Journal of Food and Drug Analysis*, vol. 24, no. 2, pp. 385–391, 2016, <https://doi.org/10.1016/j.jfda.2015.11.004>.
- [9] M. M. Marzouk, "Flavonoid Constituents and Cytotoxic Activity of *Erucaria hispanica* (L.) Druce Growing Wild In Egypt," *Arabian Journal of Chemistry*, vol. 9, pp. S411–S415, 2016, <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2011.05.010>.
- [10] A. Darmaningrat, "Pengaruh Konsumsi Jambu Biji terhadap Peningkatan Jumlah Trombosit Pasien Demam Berdarah Dengue," *Nutriology : Jurnal Pangan, Gizi, Kesehatan*, vol. 4, no. 1, pp. 1–6, 2023, <https://doi.org/10.30812/nutriology.v4i1.2554>.
- [11] R. Nurliyana, I. Syed Zahir, K. Mustapha Suleiman, M. R. Aisyah, and K. Kamarul Rahim, "Antioxidant Study of Pulps and Peels of Dragon Fruits: a Comparative Study," *International Food Research Journal*, vol. 17, no. 2, pp. 367–375, 2010.
- [12] A. M. Anggarani, M. Ilmiah, and D. Nasyaya Mahfudhah, "Antioxidant Activity of Several Types of Onions and Its Potensial as Health Supplements," *Indonesian Journal of Chemical Science*, vol. 12, no. 1, pp. 103–111, 2023, <https://doi.org/10.15294/ijcs.v12i1.57689>.
- [13] F. Wijaya, A. Hintono, and Y. B. Pramono, "Sifat Fisikokimia dan Hedonik Cookies Oats dengan Penggunaan Tepung Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*)," *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, vol. 10, no. 1, pp. 9–17, 2022, <https://doi.org/10.21776/ub.jpa.2022.010.01.2>.
- [14] S. Rahayu, R. Vifta, and J. Susilo, "Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Bunga Telang (*Clitoria Ternatea* L.) dari Kabupaten Lombok Utara dan Wonosobo Menggunakan Metode FRAP," *Generics: Journal of Research in Pharmacy*, vol. 1, no. 2, pp. 1–9, 2021, <https://doi.org/10.14710/genres.v1i2.9836>.

- [15] F. Musyofa, Supriyanto, and F. FM, M, "Aktivitas Antioksidan, Sifat Fisik dan Sifat Sensoris Stik Buah Naga Merah (*Hylocereus Polyrhizus*)," *Agroindustrial Technology Journal*, vol. 6, no. 2, pp. 1–17, nov 2022, <https://doi.org/10.21111/atj.v6i2.7707>.
- [16] B. Suarti, M. Fuadi, and E. Budiono, "Perlakuan Tepung Jamur Tiram (*Pleurotus Ostreatus*) dan Lama Pengeringan terhadap Mutu Mie Kering dari Tepung Mocaf (Modified Cassava Flour)," *Agrium*, vol. 20, no. 2, pp. 109–118, 2016.
- [17] B. Bimo, S. Saptariana, R. Rosidah, and W. Wahyuningsih, "Eksperimen Pembuatan Chiffon Cake Substitusi Tepung Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus Polyrhizus*) pada Kesukaan Masyarakat, Kandungan Vitamin C, dan Flavonoid," *TEKNOBUGA: Jurnal Teknologi Busana dan Boga*, vol. 10, no. 2, pp. 150–158, 2022, <https://doi.org/10.15294/teknobuga.v10i2.37543>.
- [18] P. K. Lestari, F. Q. Nazihah, and A. S. Nadhilah, "Karakteristik dan Aktivitas Antioksidan Tepung Kulit Buah Naga (*Hylocereus polyrhizus*) pada Brownies Pukis Kulit Buah Naga (*Bruga*)," *Jurnal Biotek*, vol. 12, pp. 238–250, 2024, <https://doi.org/10.24252/jb.v12i2.52329>.
- [19] F. Afianti and V. Indrawati, "Pengaruh Penambahan Tepung Ikan Gabus (*Ophiocephalus striatus*) dan Air terhadap Sifat Organoleptik Crackers," *E-Journal Boga*, vol. 04, no. 1, pp. 46–55, 2015.
- [20] N. E. Zuliani, Erwin, and I. W. Kusuma, "Uji Aktivitas Antioksidan (Metode DPPH) Ekstrak Metanol dan Fraksi - Fraksinya dari Daun Rumput Knop (*Hyptis capitata* Jacq.)," *Jurnal Atomik*, vol. 04, no. 1, pp. 36–40, 2019.
- [21] Romlah, L. Pratiwi, and S. N. Nurbaeti, "Uji Kualitatif Senyawa Flavonoid Ekstrak Etil Asetat Daun Senggani (*Melastoma malabathricum* L.)," *Jurnal Mahasiswa Farmasi Fakultas Kedokteran UNTAN*, vol. 4, no. 1, pp. 1–4, 2019.
- [22] Q. Ayun, Khomsiyah, and A. Ajeng, "Pengaruh PH Larutan terhadap Kestabilan Warna Senyawa Antosianin yang Terdapat pada Ekstrak Kulit Buah Naga (*Hylocereus costaricensis*)," *Jurnal Crystal : Publikasi Penelitian Kimia dan Terapannya*, vol. 4, no. 1, pp. 1–6, 2022, <https://doi.org/10.36526/jc.v4i1.2090>.
- [23] H. M. Utami, N. Novidahlia, and Aminullah, "Sifat Mutu Kimia dan Sensori Cookies Tepung Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus Polyrhizus*) dengan Penambahan Tepung Kacang Hijau (*Vigna Radiata*)," *Jurnal Agroindustri Halal*, vol. 8, no. 2, pp. 270–277, 2022, <https://doi.org/10.30997/jah.v8i2.6936>.
- [24] I. D. Wulansari, B. Admadi, and S. Mulyani, "Pengaruh Suhu Penyimpanan terhadap Kerusakan Antioksidan Ekstrak Daun Asam (*Tamarindusindica* L)," *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, vol. 8, no. 4, p. 544, 2020, <https://doi.org/10.24843/jrma.2020.v08.i04.p07>.
- [25] N. V. Magdalena and J. Kusnadi, "Antibakteri dari Ekstrak Kasar Daun Gambir (*Uncaria gambir* Var Cubadak) Metode Microwave-Assisted Extraction Terhadap Bakteri Patogen," *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, vol. 3, no. 1, pp. 124–135, 2015.
- [26] B. Hartono, C. Chrisanto, and I. O. Farfar, "Pengaruh Lama Penyimpanan terhadap Aktivitas Antioksidan Berbagai Macam Jus Buah Berdasarkan Metode DPPH," *Jurnal Kedokteran Meditek*, vol. 25, no. 2, pp. 75–80, 2019.
- [27] A. L. Miller, "Antioxidant Flavonoids: Structure, Function and Clinical Usage," *Alternative Medicine Review*, vol. 1, no. 2, pp. 103–111, 1996.
- [28] L. A. Hidayah and M. A. Anggarani, "Determination of Total Phenolic, Total Flavonoid, and Antioxidant Activity of India Onion Extract," *Indonesian Journal of Chemical Science*, vol. 11, no. 2, pp. 123–135, 2022, <https://doi.org/10.15294/ijcs.v11i2.54610>.

[This page intentionally left blank.]